

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

GEOTECNICA  
Relazione BP pk 2+380 – Relazione di calcolo



L'Appaltatore  
Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)  
Ing. Massimo Facchini

Data Ottobre 2023

firma

Data Ottobre 2023

Firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	ZZ	C L	T R 0 2 0 0	0 0 1	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Pagliuso	Dicembre 2022	Cotugno	Dicembre 2022	Secreti	Dicembre 2022	
B	Seconda emissione	Pagliuso	Giugno 2023	Cotugno	Giugno 2023	Secreti	Giugno 2023	
C	Terza emissione	Pagliuso	Ottobre 2023	Cotugno	Ottobre 2023	Secreti	Ottobre 2023	



**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

**INDICE**

1.	GENERALITA' .....	3
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	3
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	3
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
5.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	6
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	8
7.	MATERIALI .....	11
8.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO .....	13
8.1	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	13
8.2	AZIONI .....	15
	8.2.1 Azioni permanenti strutturali .....	15
	8.2.2 Azioni permanenti Non strutturali .....	15
	8.2.3 Azioni variabili: Azioni da vento sulla barriera antirumore .....	15
	8.2.4 Azioni variabili: Carico stradale .....	19
	8.2.5 Azioni sismica .....	19
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA .....	21
9.	VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO .....	23
9.1	RISULTATI DELLE ANALISI .....	27
9.2	VERIFICA STRUTTURALE PALI .....	31
9.3	VERIFICA CEDIMENTI A PIANO CAMPAGNA .....	33
10.	TABULATI DI CALCOLO .....	37
10.1	SEZIONE 1 - Pk. 2+420,00 .....	38

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>3</b>

### 1. GENERALITA'

Il presente elaborato è stato redatto nell'ambito del Progetto Esecutivo denominato LINEA PESCARA – BARI, RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA, LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI – RIPALTA.

### 2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alle opere di sostegno di linea previste sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 2+380 e 2+472 circa.

### 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere di sostegno sono costituite da paratie di sostegno realizzate mediante una doppia paratia di pali in c.a. affiancati di diametro  $\Phi 1200$  ad interasse di 1,40m. Le paratie presentano un cordolo in testa di dimensioni 3.20x2.0m.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative delle sezioni di imbocco. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

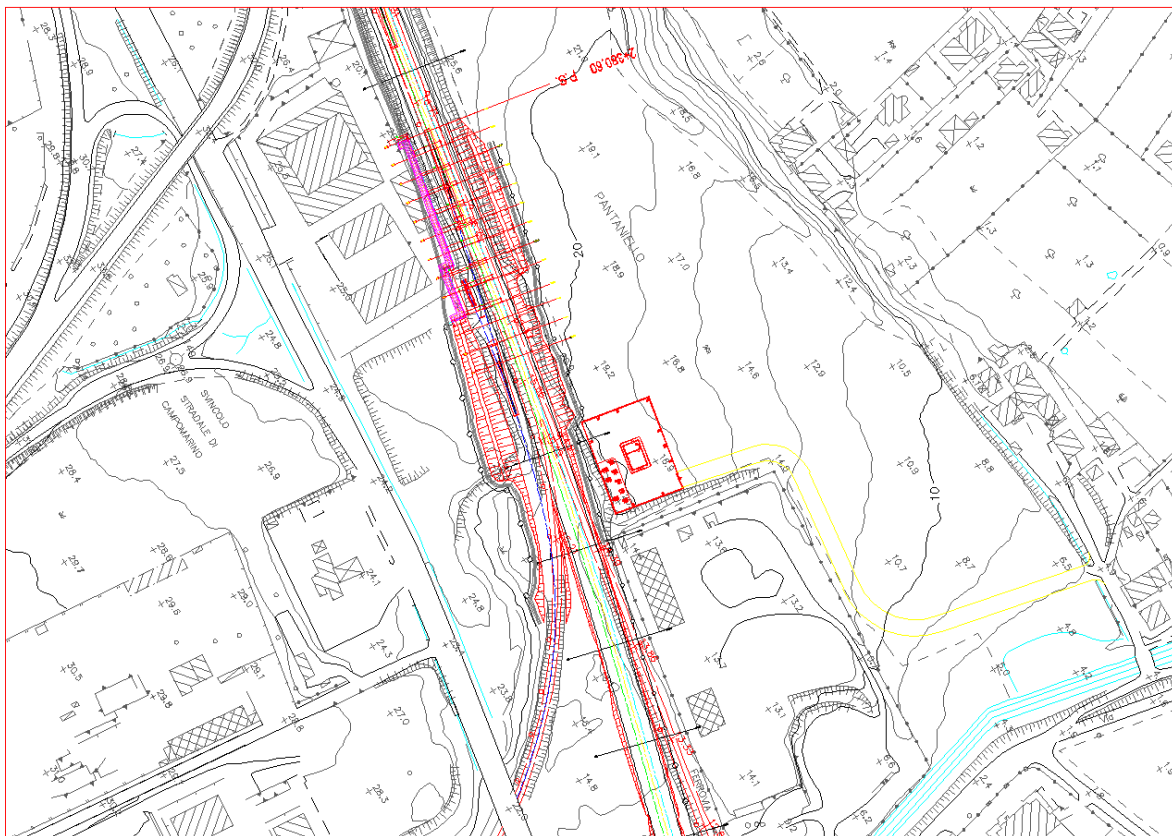


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	4

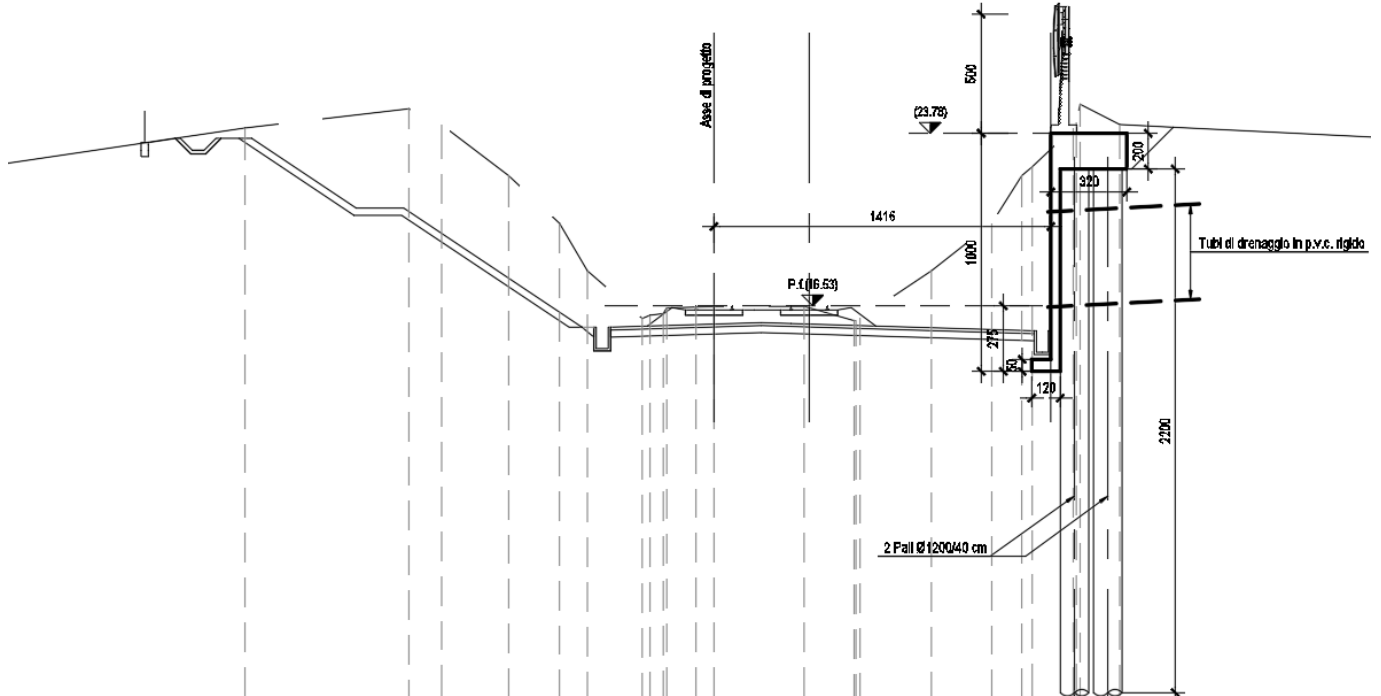


Figura 2 – Sezione trasversale tipo

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

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

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>5</b>

#### 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]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.9]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>													
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>6</b>

## 5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dalle opere.

Di seguito si riporta in forma tabellare i parametri geotecnici delle principali unità geotecniche attraversate dall'opera.

<i>Terreno</i>	$\gamma$	$\varphi'$	$c'$	$c_u$	$E$
	( $kN/m^3$ )	( $^\circ$ )	( $kPa$ )	( $kPa$ )	( $MPa$ )
<b>CGC2</b> Conglomerati di Campomarino (argilla limosa e limo argilloso)	18.5 - 20.5	20 - 28	10 - 20	50 - 250	160 - 520
<b>SSR</b> Sabbie di Serracapriola – Unità SSR (Sabbia, sabbia limosa)	18.5 - 20.5	33 - 37	0 - 5	-	130 - 1560
<b>ASP</b> Argille subappenniniche – Unità ASP (Argille limose e limi argillosi)	19.5 - 20.5	22 - 29	10 - 20	100 - 330	180 - 390

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio

$c'$  = coesione drenata

$E_0$  = Modulo di deformazione iniziale

In fase di analisi è stato considerato il seguente modello geotecnico (Sondaggio S1V):

<i>Terreno</i>	<i>Profondità</i>	$\gamma$	$\varphi'$	$c'$	$E$	$E'$	$E'_{ur}$
	( $m$ )	( $kN/m^3$ )	( $^\circ$ )	( $kPa$ )	( $MPa$ )	( $MPa$ )	( $MPa$ )
<b>CGC2</b> (argilla limosa e limo argilloso)	0.0 - 2.0	19.5	25.0	10.0	250	50	80
<b>SSR</b> (Sabbia, sabbia limosa)	2.0 - 24.0	19.5	35.0	0.0	800	160	256
<b>ASP</b> (Argille limose e limi argillosi)	24.0 - 30.0	20	25.0	10.0	300	60	96

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>7</b>

**Nota:** E' è il modulo di deformabilità operativo di primo carico adottato per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni assunto pari ad 1/5 di quello iniziale E<sub>0</sub>. Mentre Eur è il modulo di ricarico pari a 1,6 – 3,0 E'.

Il livello di falda locale è posto a circa 15.0 m dal piano campagna locale.



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## 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), Serracriola- Loc.SS16 (FG).

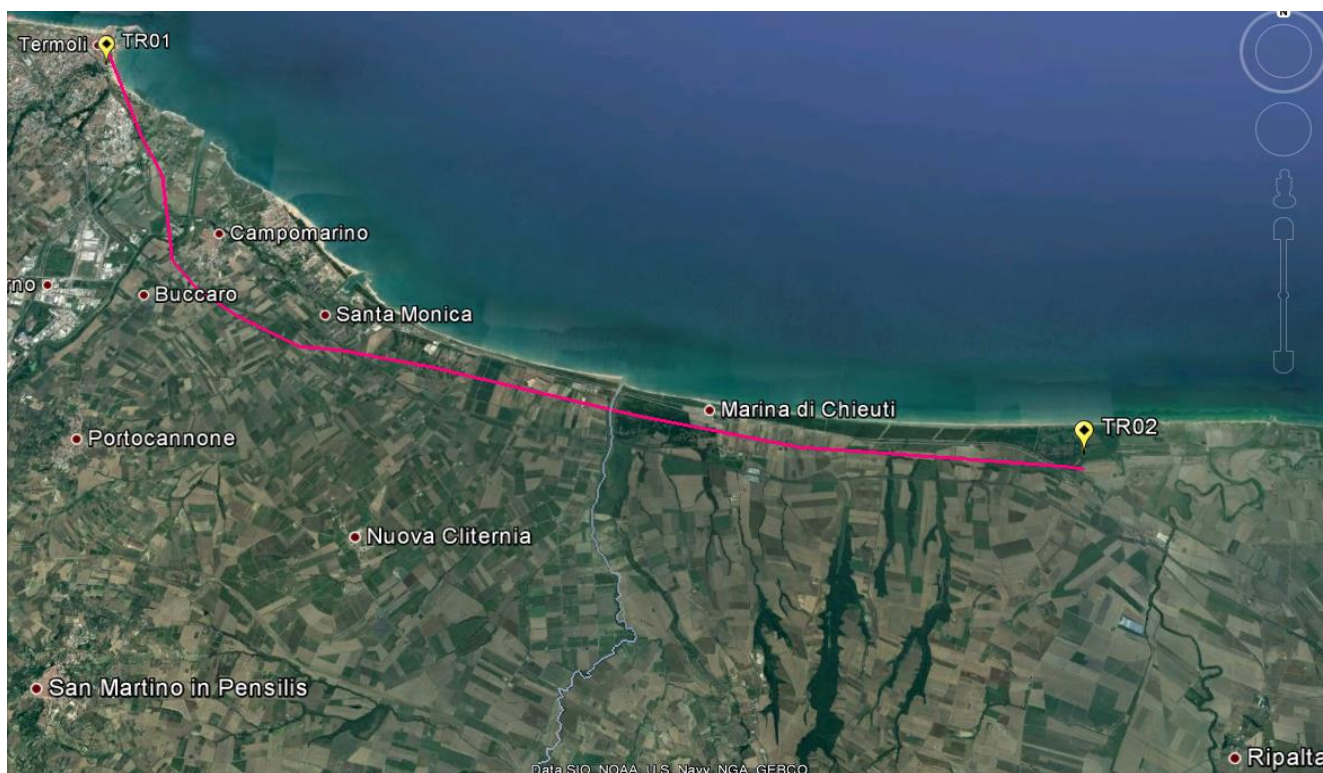


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

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 simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell’area che evidenzia un graduale incremento dell’intensità sismica da nord verso sud; nella fattispecie le zone sismiche “omogenee” individuate, sono quelle di seguito elencate:



		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

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

Le opere in progetto si trovano nel comune di Campomarino. Quindi si farà riferimento alla zona S1.

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,  $P_{VR}$ , 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);

$S_T$  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).

<b>Relazione BP pk 2 + 380 – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	10

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

ZONA SISMICA	S1
LATITUDINE	41.96
LONGITUDINE	15.04
COMUNE	CAMPOMARINO
PROVINCIA	CAMPOBASSO
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]	0.177
$F_0$	2.556
$T_c^*$ [s]	0.395
$S_s$	1.428
$C_c$	1.427
$S_T$	1.00
<b>PARAMETRI DIPENDENTI</b>	
$S$	1.428
$T_B$	0.188
$T_C$	0.563
$T_D$	2.308

Tabella 1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto.

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>11</b>

## 7. MATERIALI

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

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

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

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

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

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	12

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

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

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

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

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm**, in quanto trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	13

## 8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO

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

### 8.1 Metodologia di calcolo

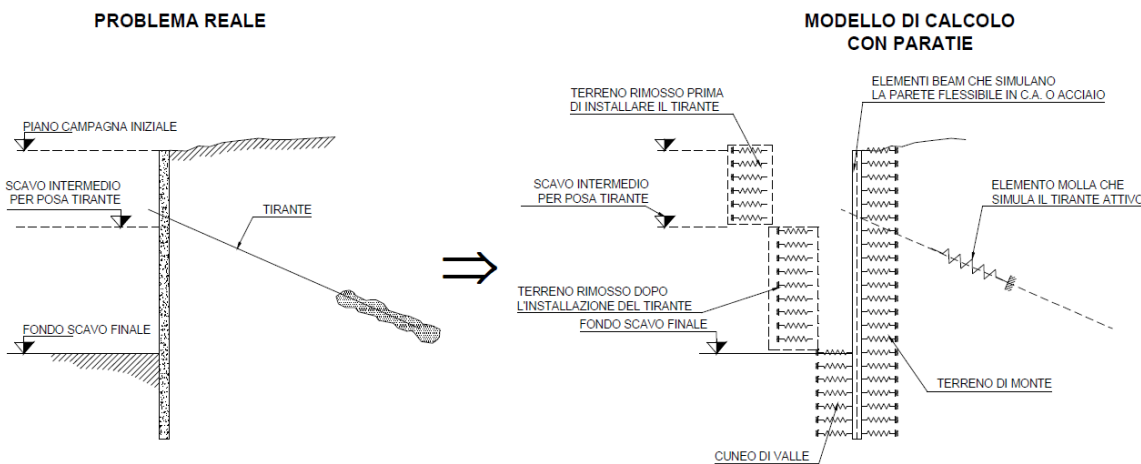
Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “Paratie Plus” della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidità.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>											
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>14</b>

$$s_{eq} = \sqrt[3]{\frac{12E_m J_p}{i}}$$

dove:

$E_m$  modulo elastico del calcestruzzo costituente i pali

$J_p$  inerzia della sezione del palo

$i$  interasse dei pali

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace ( $\sigma'h$ ) e la tensione verticale efficace ( $\sigma'v$ ) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo ( $k_a$ ) e passivo ( $k_p$ ), mentre quando il rapporto è pari a  $k_a$  o a  $k_p$  il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse,  $k$ , è data da:

$$k = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidezza del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidezza di ogni molla è:

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_p = \frac{2}{3} \ell_p \tan(45^\circ + \phi'/2)$$

dove  $\ell_A$  ed  $\ell_p$  e sono rispettivamente:

$$\ell_A = \min\{l, 2H\}; \quad \ell_p = \min\{l - H, H\}$$

e dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di  $H$  non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> <small>INGEGNERIA</small>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	15

## 8.2 Azioni

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

### 8.2.1 Azioni permanenti strutturali

Peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera.

### 8.2.2 Azioni permanenti Non strutturali

Nel caso in esame si tiene conto della presenza di un edificio in prossimità della paratia considerando un peso vuoto per pieno dell'edificio di  $5 \text{ kN/m}^3$ . Ipotizzando un'altezza dell'edificio di 8.0, corrispondente all'incirca una abitazione di 2-3 piani, si ha un carico a piano campagna a monte della paratia di 40 kPa. La distanza di applicazione del carico rispetto all'asse della paratia è stato assunto pari a 15m.

### 8.2.3 Azioni variabili: Azioni da vento sulla barriera antirumore

Nel caso in esame si applicano delle forze concentrate a testa paratia corrispondenti alle azioni da vento sulla barriera antirumore fondata sul cordolo della paratia. Le azioni sono determinate nel modo seguente:

$$P = q_b c_e c_p c_d$$

- $q_b$  = pressione cinetica di riferimento;
- $c_e$  = coefficiente di esposizione;
- $c_p$  = coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico);
- $c_d$  = coefficiente dinamico.

Il comune di riferimento ricade in zona III (tabella 3.3.I) pertanto si ha:

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)			
Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0.02
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			50
$T_R$ (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$v_b (T_R = 50 \text{ [m/s]})$			27.000
$\alpha_R (T_R)$			1.00073
$v_b (T_R) = v_b \times \alpha_R \text{ [m/s]}$			27.020
$p$ (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$			
$q_b$ (pressione cinetica di riferimento [N/mq])			
$c_e$ (coefficiente di esposizione)			
$c_p$ (coefficiente di forma)			
$c_d$ (coefficiente dinamico)			





**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>16</b>

<u>Pressione cinetica di riferimento</u>		<u>Coefficiente di forma</u>		<u>Coefficiente dinamico</u>	
$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$ ( $\rho = 1,25 \text{ kg/mc}$ )		E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.		Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere	
$q_b$ [N/mq]	456.29				

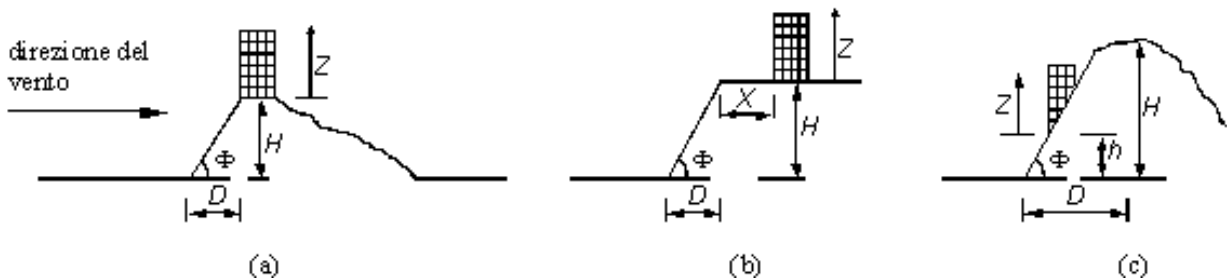
<u>Coefficiente di esposizione</u>									
Classe di rugosità del terreno									

C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D

Categoria di esposizione									
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<b>ZONE 1,2,3,4,5</b>							<b>ZONA 6</b>					<b>ZONE 7,8</b>			<b>ZONA 9</b>		
A	--	IV	IV	V	V	V	A	--	III	IV	V	A	--	IV	A	--	I
B	--	III	III	IV	IV	IV	B	--	II	III	IV	B	--	IV	B	--	I
C	--	*	III	III	IV	IV	C	--	I	II	III	C	--	III	C	--	I
D	I	II	II	II	III	**	D	I	I	II	III	D	I	*	D	I	I
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5 ** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1												* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7					
$C_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$ $C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$							Zona					Classe di rugosità			$a_s$ [m]		
							3					C			30		

Mentre per il calcolo del coefficiente di topografica  $C_t$  si fa riferimento alla Circolare del D.M. 1996, paragrafo C.7.5.:



Con riferimento alla figura sopra detta  $H$  l'altezza della collina o del dislivello e  $H/D = \tan \phi$  la sua pendenza media, si introducono preliminarmente:

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>													
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	17

Il coefficiente  $\beta$ , funzione dell'altezza  $z$  che vale:

- $\beta = 0,5$  per  $z/H \leq 0,75$
- $\beta = 0,8 - 0,4 \cdot z/H$  per  $0,75 < z/H \leq 2$
- $\beta = 0$  per  $z/H > 2$

Il coefficiente  $\gamma$  dipendente dalla pendenza  $H/D$  che vale:

- $\gamma = 0$  per  $H/D \leq 0,10$
- $\gamma = 5 \cdot [(H/D) - 0,10]$  per  $0,10 < H/D \leq 0,30$
- $\gamma = 1$  per  $H/D > 0,30$

In tal modo il coefficiente di topografia  $C_t$  si può esprimere nei seguenti casi:

- Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina  $C_t = 1 + \beta\gamma$
- Costruzioni sul livello superiore di un dislivello  $C_t = 1 + \beta\gamma \cdot [1 - 0,1 \cdot (x/H)] \geq 1$
- Costruzioni su di un pendio  $C_t = 1 + \beta\gamma \cdot (h/H)$

Il coefficiente di topografia si assume pari a:  $C_t = 1$

Riassumendo:

Classe rugosità	C	
Cat. Esp.	III	
$z$ [m]=	15.0	Altezza suolo del punto considerato
$k_r$ [-]=	0.2	
$z_0$ [m]=	0.1	
$z_{min}$ [m]=	5.0	

Pertanto si ha:

$c_e =$  **2.41** Coefficiente di esposizione

### Coefficiente di forma:

Per ciascuna barriera andranno considerati due valori distinti del coefficiente  $c_p$ , un valore relativo alle Zone di estremità della barriera e un valore relativo alla Zona centrale.

prospetto 10.4.1 Coefficienti di pressione netta per muri liberi

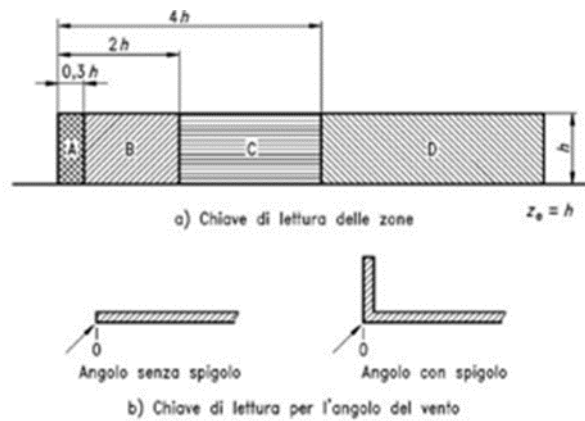
Solidità	Zona	A	B	C	D
$\varphi = 1$	senza spigoli	3,4	2,1	1,7	1,2
	con spigoli	2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0,8$		1,2	1,2	1,2	1,2

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>18</b>

- Per le Zone di estremità si usa un valore del coefficiente  $c_p = 2.1$  (vd. Zona B riportata sulla Tabella 7.9 dell'EC1 per barriere senza spigoli e con rapporti  $l/h \geq 10$ )
- Per la Zona centrale si usa un valore del coefficiente  $c_p = 1.2$  (vd. Zona D riportata sulla Tabella 7.9 dell'EC1 per barriere senza spigoli e con rapporti  $l/h \geq 10$ )

Tali zone sono così definite:



- **Zone di estremità**, che si trovano in corrispondenza dell'inizio o della fine dello sviluppo longitudinale della singola opera, per un'estensione pari a  $4h$  dove  $h$  è l'altezza fuori terra della barriera.
- **Zona centrale**, che si trova compresa internamente alle zone di estremità rispetto allo sviluppo longitudinale della singola opera

Nel caso in esame si considera  $c_p=1.2$ .

Sarà cura dell'appaltatore valutare i differenti effetti locali della pressione del vento sui singoli elementi strutturali.

In definitiva abbiamo quindi:

$q_b =$	<b>0.456</b>	$kN/m^2$
$c_t =$	<b>1.00</b>	Coefficiente Topografico
$c_p =$	<b>1.20</b>	Coefficiente di forma
$c_e =$	<b>2.41</b>	Coefficiente di esposizione
$c_d =$	<b>1.0</b>	Coefficiente dinamico

Noti  $q_b$ ,  $C_e$ ,  $C_p$ ,  $C_d$  si ricava la pressione del vento, secondo D.M. 2018:

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>19</b>

$$P_V = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 1.32 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Pressione del vento}$$

Pertanto nel modello si applicano le seguenti azioni:

#### BARRIERA ANTIRUMORE

$$h_b = 5.0 \text{ m} \quad (\text{Altezza barriera})$$

$$*F_{w,h} = 6.59 \text{ kN/m} \quad (\text{azione tagliante})$$

$$*M_w = 16.48 \text{ kNm/m} \quad (\text{Momento flettente testa muro})$$

\*Applicato a testa cordolo

#### 8.2.4 Azioni variabili: Carico stradale

Inoltre è stato disposto un carico stradale uniforme di 20kN/mq ad una distanza di circa 5m dalla testa della paratia.

#### 8.2.5 Azioni sismica

l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 6.

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

Inoltre si è tenuto conto della forza d'inerzia della barriera antirumore mediante azioni concentrate a testa opera così definite:

#### Forza di inerzia barriera

$$K_h = 0.064 \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$K_v = 0.032 \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

$$h_b = 5.0 \text{ m} \quad (\text{Altezza barriera})$$

$$*F_h = 1.28 \text{ kN/m} \quad (\text{azione tagliante})$$

$$*M = 3.20 \text{ kNm/m} \quad (\text{Momento flettente testa muro})$$

\*Applicato a testa muro

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)

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	20

- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 0

		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	21

### 8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per le strutture di sostegno flessibili, 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 ( $\gamma = 1.3$ ) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a  $1.5/1.3 = 1.15$ .

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14/01/2008).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità. Si è adottato il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 14/01/2008):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right)$$

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- $\alpha$  è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008),
- $\beta$  è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

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

$$\Delta S_E = \left[ \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>22</b>

dove:  $\gamma$  rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce,  $H$  rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso),  $K_{aE}$  e  $K_a$  rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume  $\alpha=1$  (§7.11.6.3 del DM 14/01/2008). Il coefficiente sismico verticale,  $k_v$ , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 14/01/2008).

I coefficienti di spinta attiva sono stati determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono stati determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura,  $\delta$ , è stato assunto pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (18.1).



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>											
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>			COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>			PROGR <b>001</b>

## 9. VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

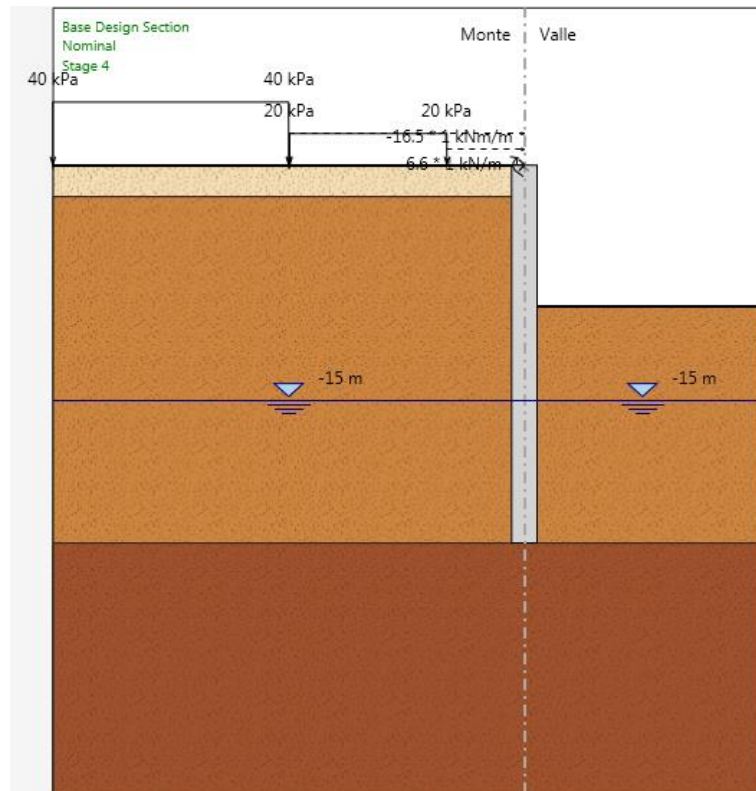


Figura 4 – Modello Paratia (Fase 4)

SEZIONE 1 pk. 2+420,00	
Tipologia struttura di sostegno	Pali 2 $\phi$ 1200 ad interasse 1.4 m (long) x 1,4 m (trasv)
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 22m + 2.0m$ (cordolo)
Altezza di scavo max (da testa cordolo)	$H = 10.0$ m
Sovraccarichi permanenti a monte lato dx	40 kPa (edificio)
Distanza sovraccarico perm. da asse paratia	15m
Carichi stradali	20 kPa
Distanza sovraccarico strad. da asse paratia	5m
Azioni da vento testa opera:	$V=6.6$ kN/m ; $M= 16.5$ knm/m

Tabella ... – Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo


Nota: I pali sono stati modellati come una sezione equivalente avente area ed inerzia della sezione pari al doppio di quelle del palo singolo. Cautelativamente si è infatti trascurato il contributo alla rigidità trasversale offerto dal cordolo di collegamento. Pertanto si ha:

Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	24

Geometria e materiali

Custom

Materiale  C25/30 Inerzia  m<sup>4</sup>/m Area  m<sup>2</sup>/m

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	$\gamma$	$c_d$	$\varphi'_d$	$\delta$	$E_o$	$E'$	$E'_{ur}$	$k_o$
			(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)
CGC2 Conglomerati di Campomarino (argilla limosa e limo argilloso)	M1	SLU	19.5	10.0	25.0	16.7	250	50	80	0.58
		SLV				0.0				
	M2	SLU		8.0	20.5	13.6				
		SLV				0.0				
SSR3 Sabbie di Serracapriola – Unità SSR3 (Argille limose e limi argillosi)	M1	SLU	19.5	10.0	23.0	15.3	500	100	160	0.61
		SLV				0.0				
	M2	SLU		8.0	18.8	12.5				
		SLV				0.0				
SSR Sabbie di Serracapriola – Unità SSR (Sabbia, sabbia limosa)	M1	SLU	19.5	0.0	35.0	23.3	800	160	256	0.43
		SLV				0.0				
	M2	SLU		0.0	29.3	19.5				
		SLV				0.0				

$g$  = peso dell'unità di volume

$c'_d$  = coesione efficace (valore di calcolo)

$\varphi'_d$  = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)

$\delta$  = angolo d'attrito struttura/terreno

$E'$  = modulo di Young

$E'_{ur}$  = modulo di Young (scarico/ricarico)

$k_o$  = coefficiente di spinta a riposo

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva

$K_p$  = coefficiente di resistenza passiva

Tabella ... – Parametri geotecnici di calcolo

Sezione di calcolo	Condizione	Cat. Di sottosuolo	$a_g/g$	S=SsSt	$a_{max}/g$	$\alpha$	$u_s$	$\beta$	$K_h$
						(-)	(m)	(-)	(-)
2+420,00	SLV	C	0.177	1.428	0.253	0.66	0.117	0.345	0.058

$\alpha$  = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)

$u_s$  = spostamento ammissibile

$\beta$  = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)

$k_h$  = coefficiente sismico

Tabella ... – Parametri per il calcolo azione sismica

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>25</b>

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate e le immagini delle fasi più significative.

- Stage 1.** Condizione geostatica e applicazione carichi ai lati della paratia.
- Stage 2.** Esecuzione scavo fino a quota max.
- Stage 3.** Applicazione azione da vento testa paratia.
- Stage 4.** Sistemazione fondo scavo.
- Stage 5.** Applicazione azione pseudo-statica (paragrafo 8.2).

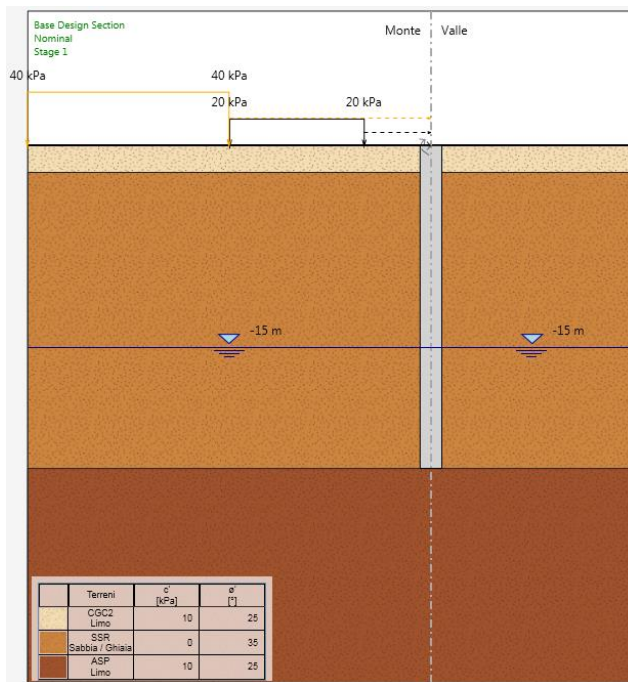


Figura 5 – Stage 1

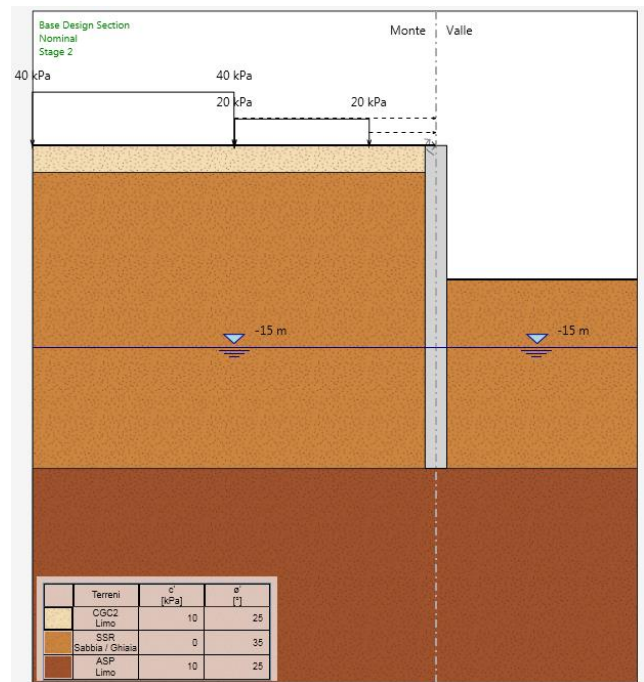


Figura 6 – Stage 2

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	26

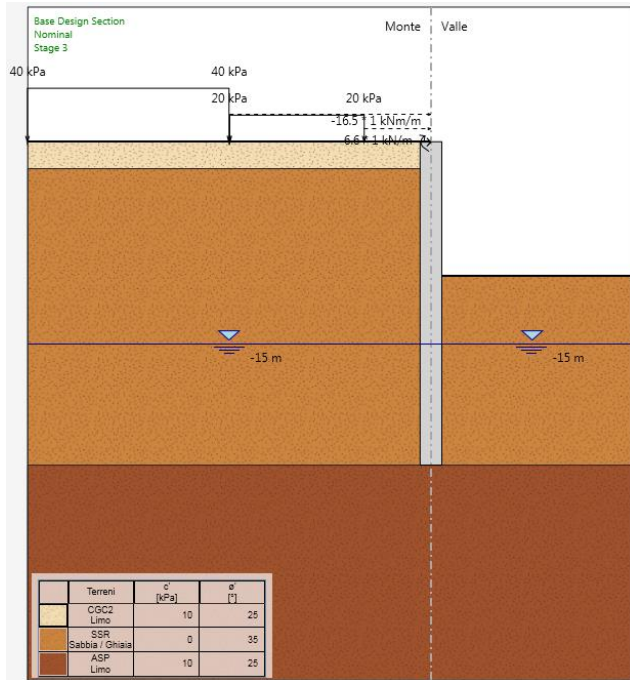


Figura 7 – Stage 3

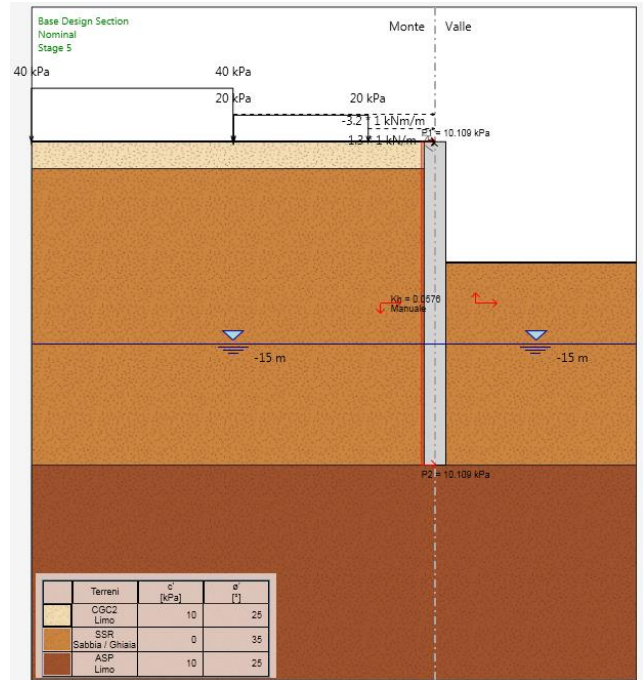


Figura 9 – Stage 4

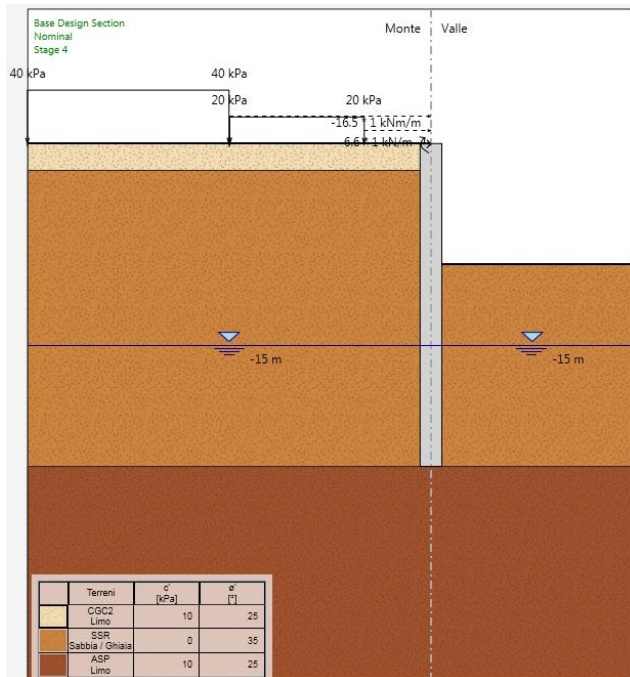


Figura 8 – Stage 5

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	27

### 9.1 Risultati delle analisi

#### Verifica del complesso opera-terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia, sia in condizioni statiche (SLU) che sismiche (SLV). A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output in termini di deformata dell'opera e percentuale di spinta mobilitata.

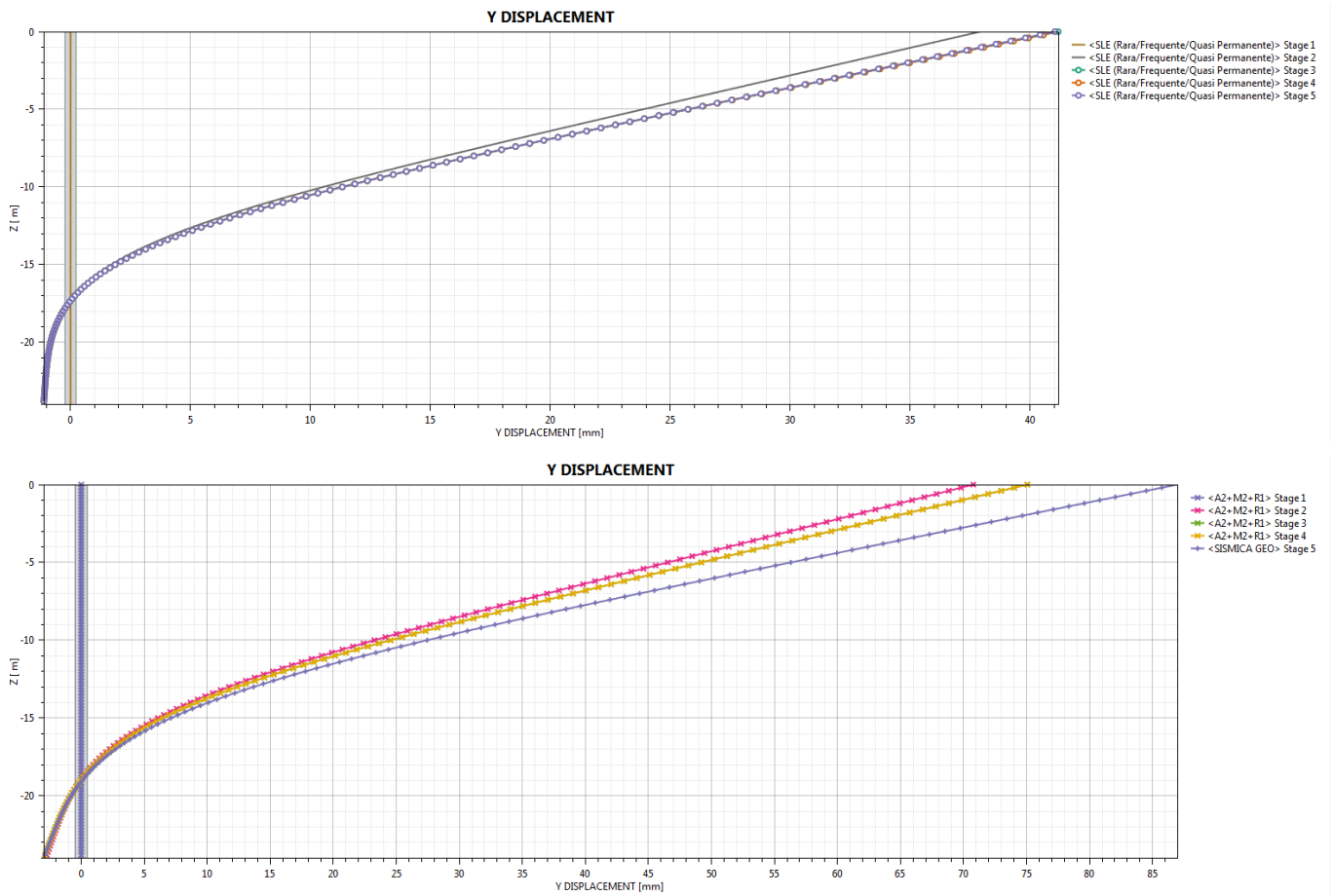


Figura 10: Spostamenti paratia allo SLE (sopra) e GEO sia statica(A2-M2-R1) che sismica "stage 5" (sotto)

Gli spostamenti massimi attesi sono di entità tale da consentire il corretto funzionamento dell'opera nella vita utile prevista.

**LINEA PESCARA – BARI**

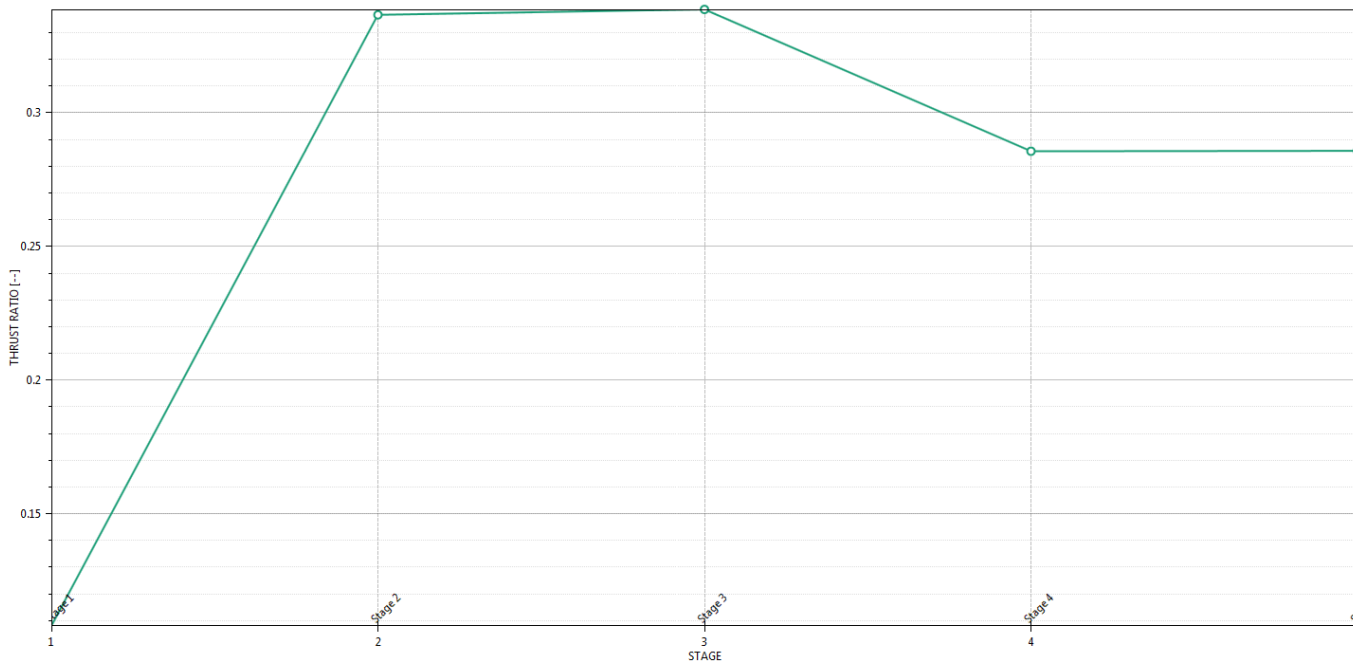
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	28

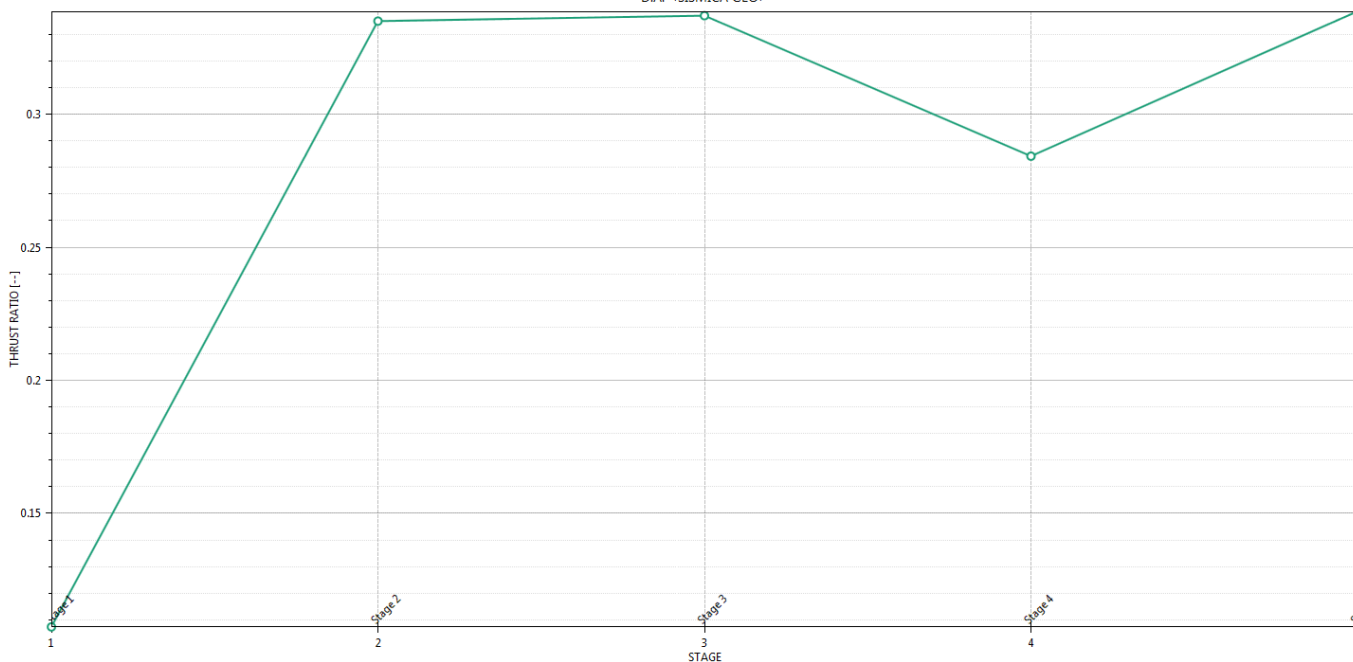
**Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva**

D.A. <A2+M2+R1>



**Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva**

D.A. <SISMICA GEO>



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	29

L'andamento riporta i rapporti di mobilitazione in condizione statica GEO (ad eccezione dell'ultima fase che corrisponde all'applicazione della azione pseudostatica) e in fase sismica GEO. La spinta sollecitante non eguaglia la resistenza passiva di progetto quindi la verifica è soddisfatta.



**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	30

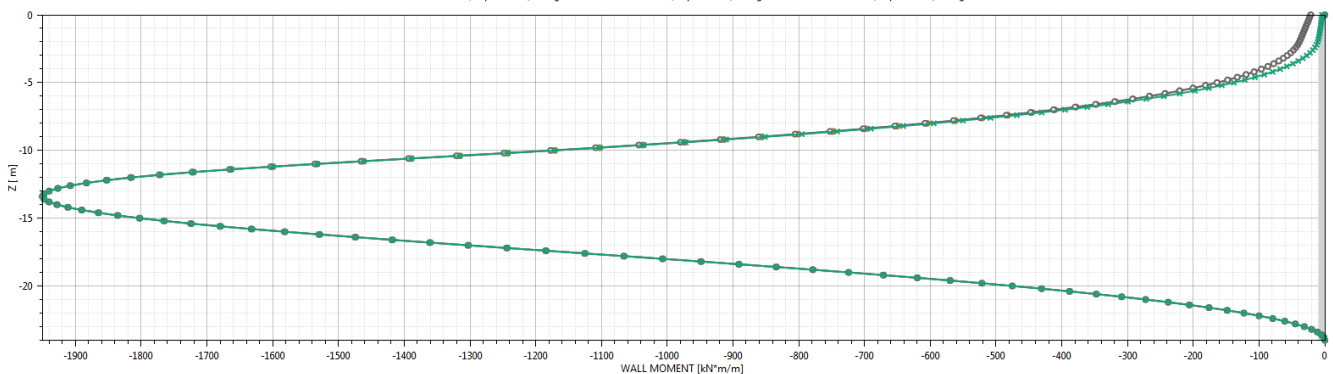
**Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni**

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle Sollecitazioni e degli Sforzi di riferimento per la Verifica dei Pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi.

**WALL MOMENT**

(Wallelem :paratia sx (33) Z1=0 m Z2=-24 m)

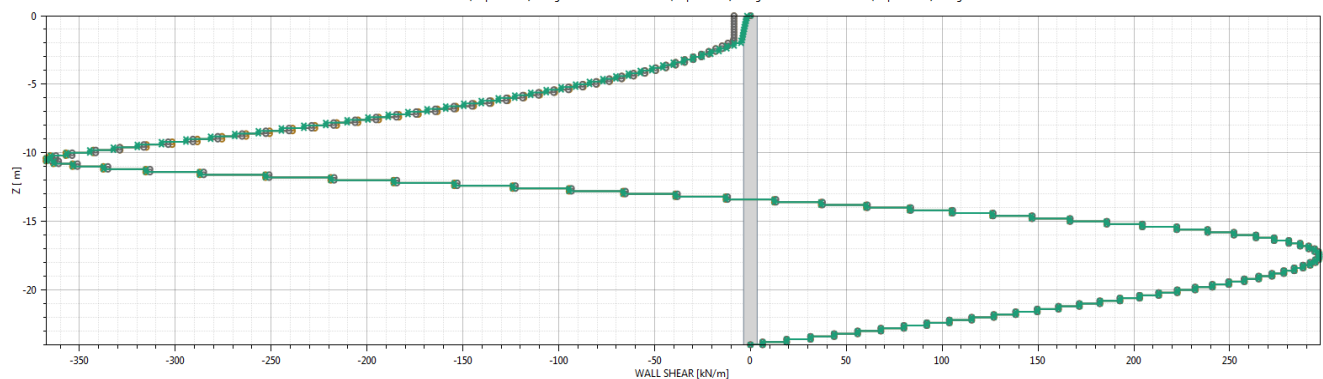
◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 3   ◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 4   ◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 5



**WALL SHEAR**

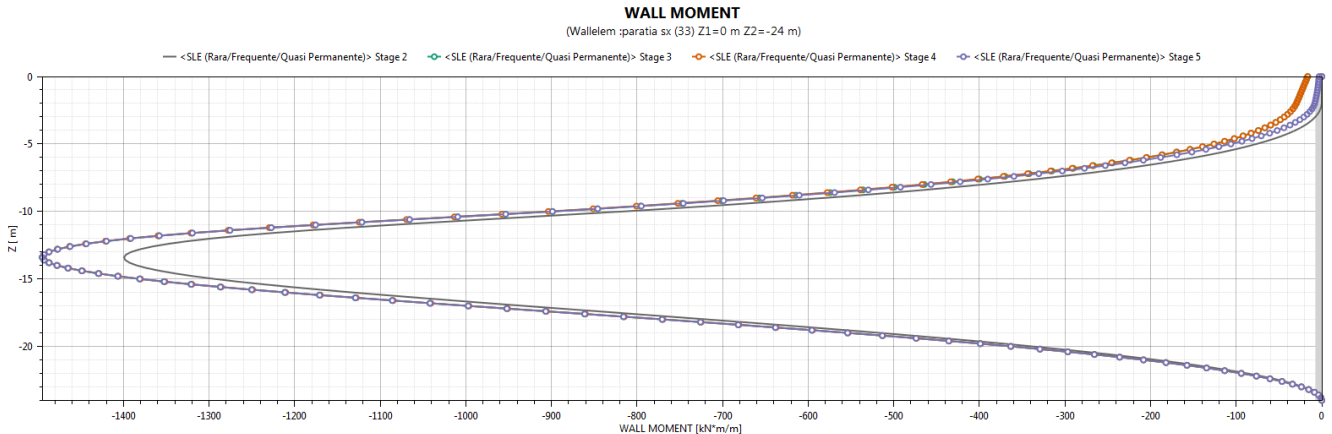
(Wallelem :paratia sx (33) Z1=0 m Z2=-24 m)

◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 3   ◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 4   ◊ <A1+M1+R1 (R3 per tiranti)> Stage 5



**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	31



**9.2 Verifica strutturale pali**

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei pali a flessione e a taglio sulla base delle sollecitazioni restituite da paratie plus.

Diametro Palo: 1.2 m

Armatura longitudinale: 34  $\Phi$  26

Armatura Trasversale: Spirale  $\Phi$ 10/20 cm

VERIFICHE SLU										
z	Sollecitazioni a metro lineare			Sollecitazioni singolo palo			C.S. (TRd/ TEd)	C.S. (MRd, NRd)		
	N	Mmax	Vmax	interasse	n° pali	N			Mmax	Vmax
[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kN]	[-]	[-]
-13.4	-364	1950.7	-	1.4	2	-364	1365	-	-	3.18
-10.6	-288	-	367.2	1.4	2	-288	-	257	2.00	-

VERIFICHE SLE									
z	Sollecitazioni a metro lineare			Sollecitazioni singolo palo			$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	wk
	N	Mmax	interasse	n°pali	N	Mmax			
[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[mm]
-13.6	-369	1494.6	1.4	2	-369	1046	-6.84	163.5	0.179

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

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

<b>Relazione BP pk 2 + 380 – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>32</b>

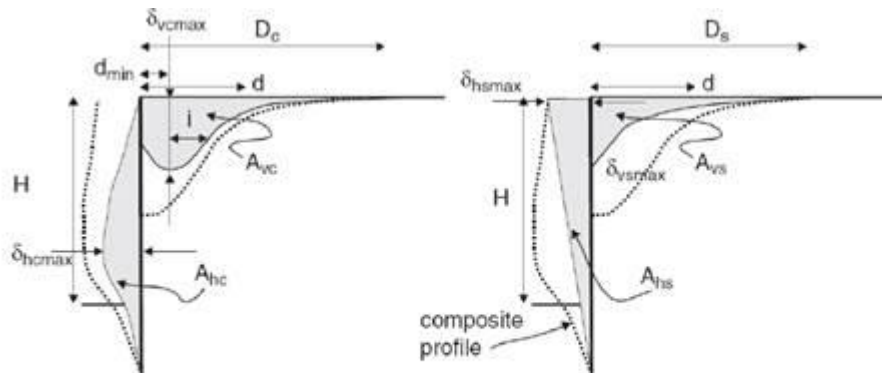
classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di  $w_1=0,2\text{mm}$  (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili)

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	33

### 9.3 Verifica cedimenti a piano campagna

Nel seguito si riporta una stima del valore dei cedimenti attesi a piano campagna per effetto delle deformazioni della paratia. Il calcolo dei cedimenti è effettuato utilizzando il Metodo di Boone & Westland (2006) implementato nel software di calcolo:



Definitions of lateral and vertical displacement parameters: concave on left, spandrel on right (after Boone 2003).

Figura 6-3: Symbols and concepts in Boone & Westland (2005) method

La procedura di calcolo è descritta nel seguito:

1. Sulla base della geometria dell'opera e delle caratteristiche del terreno, si calcolano il massimo spostamento laterale della parete  $\delta_{hmax}$  e della superficie  $\delta_{hsmax}$ .
2. La deformata della parete viene suddivisa in due contributi principali, ossia uno spostamento rigido (*spandrel displacement*) e una deformazione convessa legata alla deformabilità della parete. Per ciascun contributo viene calcolata l'area sottesa al diagramma delle deformazioni ( $A_{hs}$  e  $A_{hc}$ ) attraverso opportune equazioni.
3. I cedimenti verticali, a loro volta suddivisi in due contributi apportati dalle due componenti della deformata, vengono stimati a partire dal calcolo dell'area sottesa a ciascuno di essi ( $A_{vs}$  per la componente rigida e  $A_{vc}$  per quella convessa), come un'opportuna percentuale di  $A_{hs}$  o  $A_{hc}$ .
4. Noti  $A_{vs}$  e  $A_{vc}$ , i massimi cedimenti  $\delta_{vsmax}$  e  $\delta_{vcmax}$  sono calcolati sulla base di andamenti noti lungo la superficie.
5. Infine, il cedimento totale, nel generico punto in superficie ad una distanza  $d$  dalla parete, è calcolato sommando i due contributi: vale a dire  $\delta_v(d) = \delta_{vs}(d) + \delta_{vc}(d)$ .

Successivamente, noto il bacino di deflessione atteso sul piano campagna, andrà valutata la compatibilità nei riguardi degli eventuali danni indotti ai manufatti presenti in superficie, valutando in linea generale di bacino di

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>			Progr <b>001</b>

deflessione con concavità come quella di cui alla figura seguente, la distorsione angolare massima  $\beta_{max}$  ed il rapporto di inflessione  $\Delta/L$ .

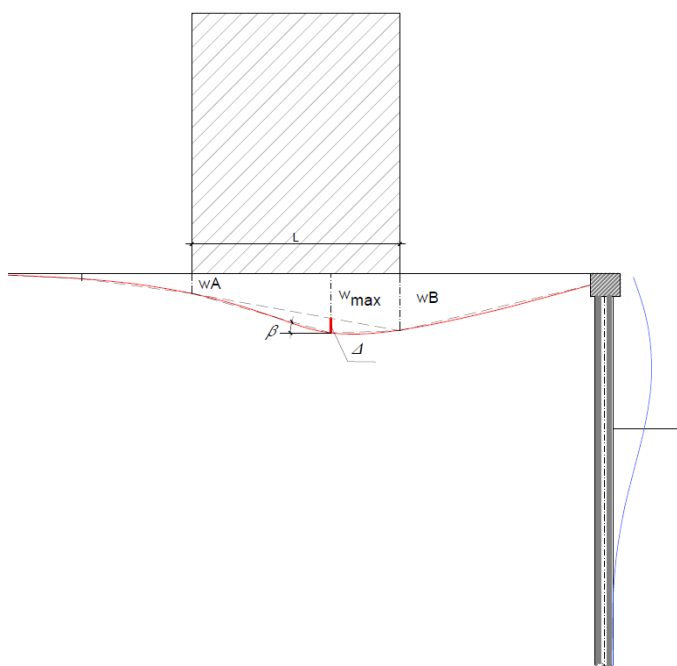


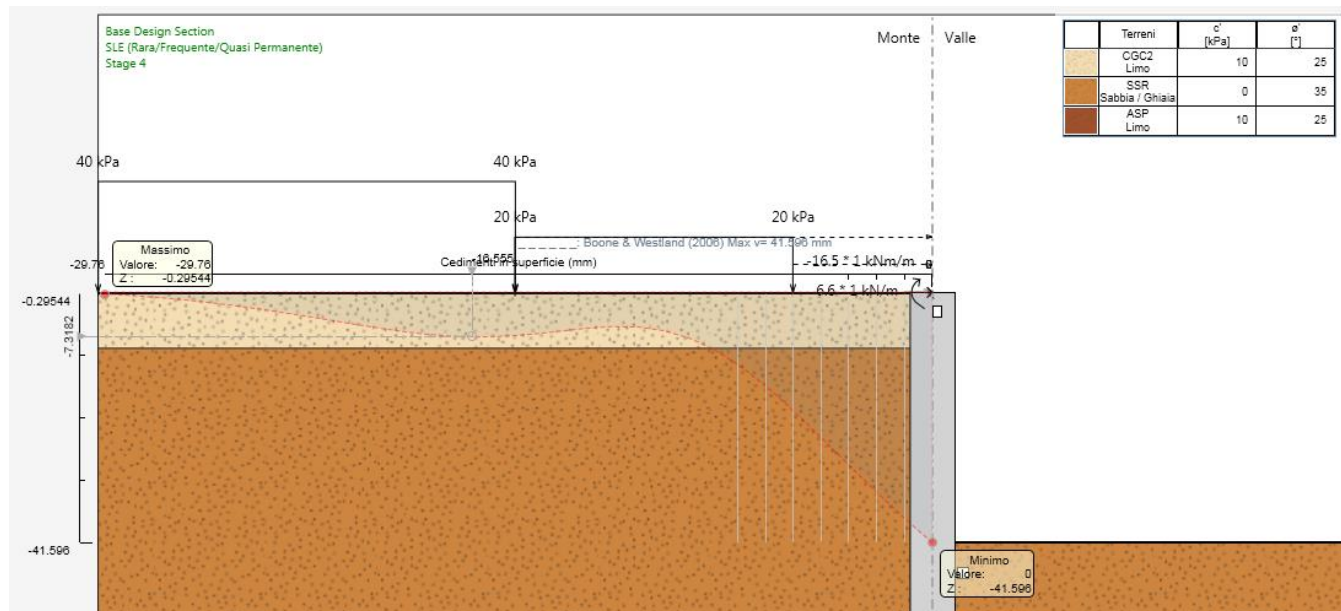
Figura 11 - Valutazione distorsione angolare  $\beta$

Per la valutazione dei danni attesi, si potrà fare riferimento alle indicazioni riportate da diversi autori che correlano i valori  $\beta$  e  $\Delta/L$ , ai danni attesi sulle strutture:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>			PROGR <b>001</b>

Struttura	Tipo di danno	Valori ammissibili di $\beta$			
		Skempton e McDonald (1956)	Meyerhof (1974)	Polshin e Tokar (1957)	Bjerrum (1973)
Strutture intelaiate e murature armate	Alle strutture	1/150	1/250	1/200	1/150
	Ai tompagni	1/300	1/500	1/500	1/500
	Valori ammissibili di $\Delta/L$				
		Meyerhof (1974)	Polshin e Tokar (1957)	Burland e Wroth (1975)	
Murature portanti non armate	Deformata con concavità verso l'alto	$0,4 \times 10^{-3}$	$0,3 + 0,4 \times 10^{-3}$ (L/H $\leq 3$ )	$0,4 \times 10^{-3}$ (L/H = 1) $0,8 \times 10^{-3}$ (L/H = 5)	
	Deformata con concavità verso il basso			$0,2 \times 10^{-3}$ (L/H = 1) $0,4 \times 10^{-3}$ (L/H = 5)	

Nel caso in esame si ha:



In corrispondenza dell'edificio più vicino, il cedimento massimo atteso è dell'ordine dei 7.5 mm, che si ha a circa 16m dall'asse della paratia, e si estingue ad una distanza di circa 30m dall'asse della paratia. Mentre la distorsione

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>36</b>

angolare massima  $\beta = \delta/L \approx 0.00002$  dove  $\delta \approx w_b - w_{\max} = 7.5 - 7.3 = 0.2 \text{ mm}$ . Tali valori sono in linea con i valori massimi ammissibili riportati in letteratura.

Si precisa inoltre, che i valori ottenuti sono intendersi molto cautelativi data la tipologia di analisi condotta (stato di deformazione piana) che non tiene in conto degli effetti dati dalla tridimensionalità dello scavo.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	37

## 10. TABULATI DI CALCOLO



### Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.





MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>39</b>

## ***Descrizione Pareti***

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Muro di sinistra

Sezione : pali 1.2/0.7m

Area equivalente : 1.6157 m

Inerzia equivalente : 0.1454 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.7 m

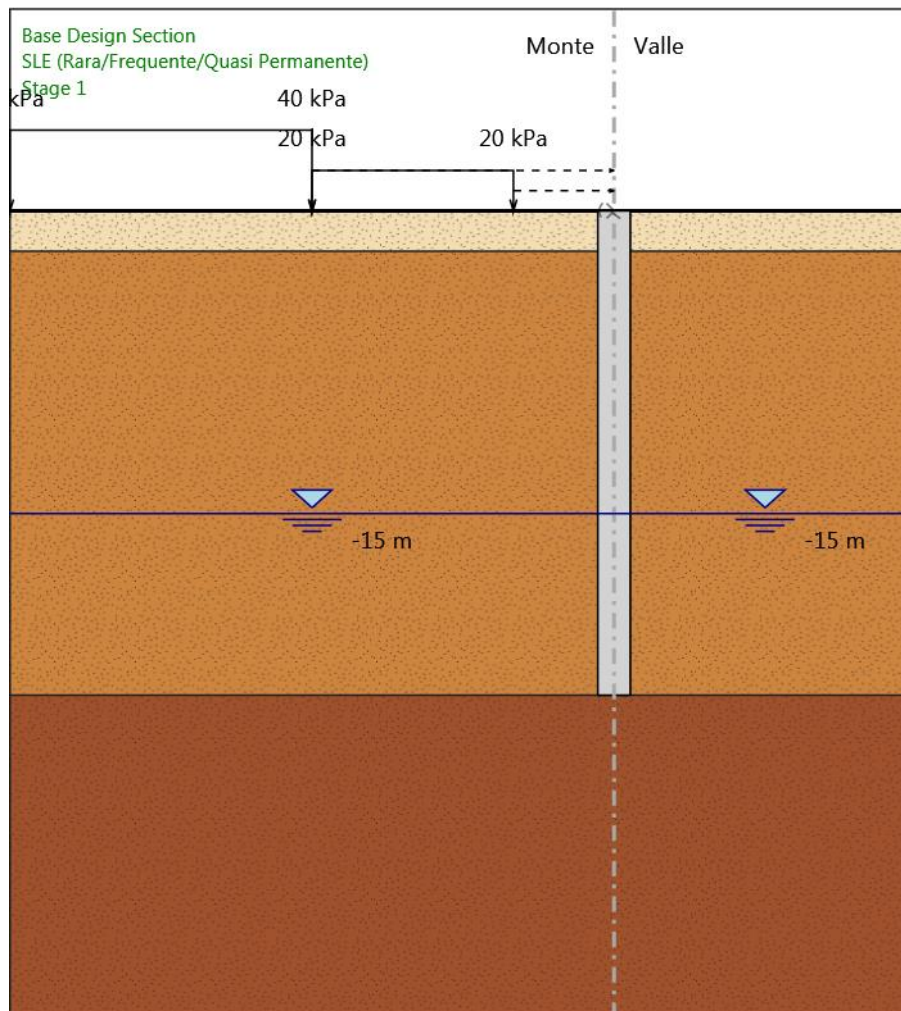
Diametro : 1.2 m

Efficacia : 1

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>			Progr <b>001</b>

## Fasi di Calcolo

### Stage 1



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	41

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -15 m

Falda di destra : -15 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15 m

X finale : -5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -15 m

Pressione iniziale : 40 kPa

Pressione finale : 40 kPa

Elementi strutturali

Paratia : paratia sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : pali 1.2/0.7m

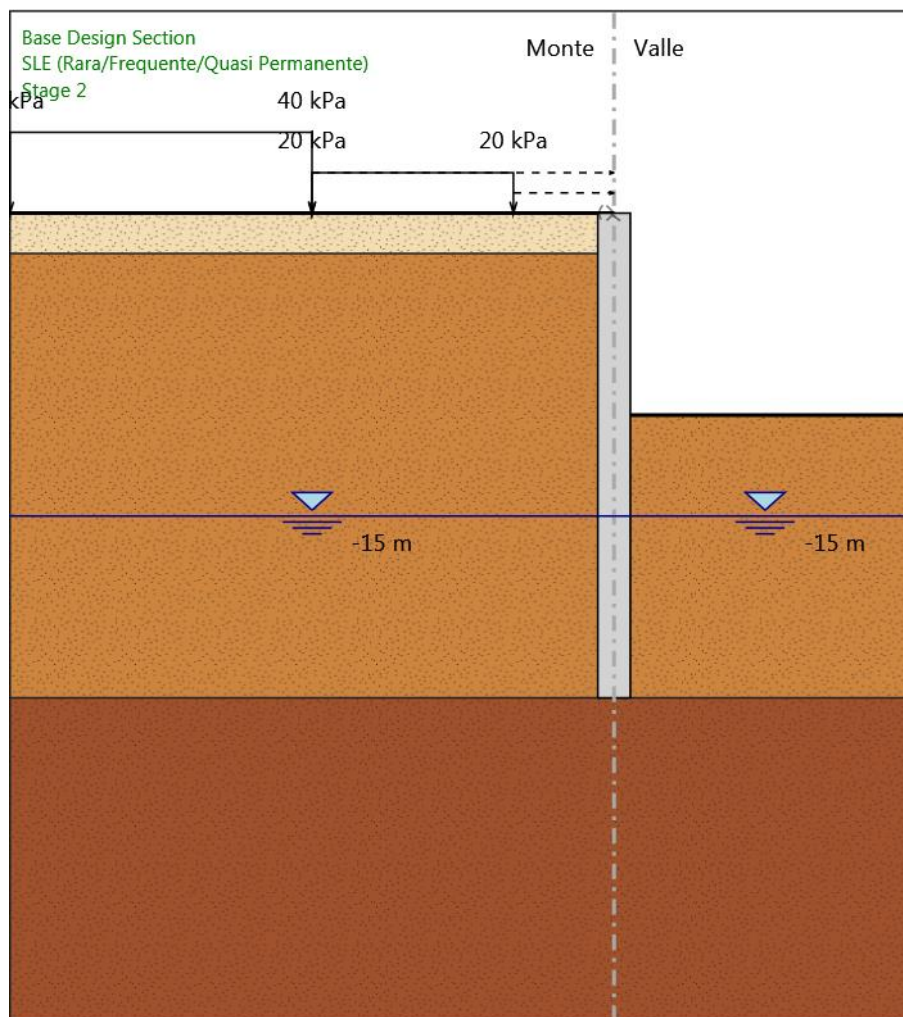
**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	42

**Stage 2**



MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>													
	<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>43</b>

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -10 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-10 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -15 m

Falda di destra : -15 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15 m

X finale : -5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -15 m

Pressione iniziale : 40 kPa

Pressione finale : 40 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : paratia sx

X : 0 m

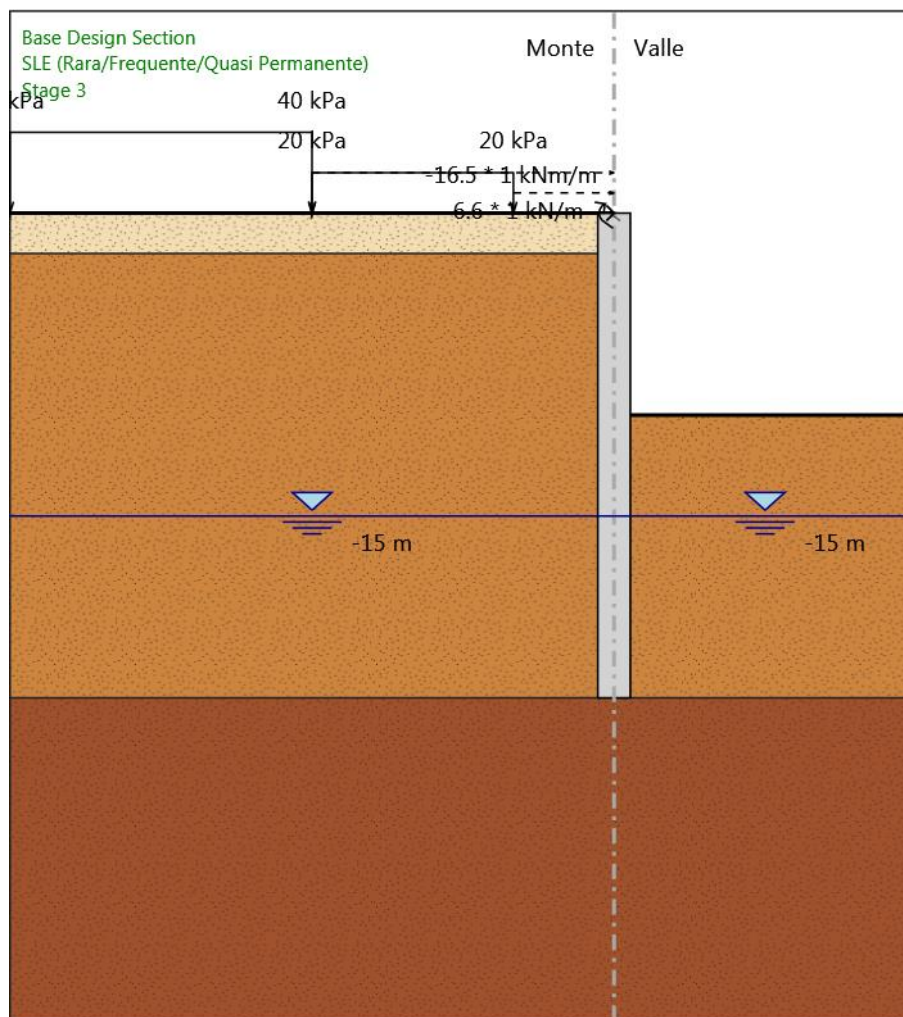
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : pali 1.2/0.7m

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>		PROGR <b>001</b>

### Stage 3



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	45

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -10 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-10 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -15 m

Falda di destra : -15 m

Carichi

Carico puntuale alla paratia : vento b.a.

Quota : 0 m

Px : 6.6 kN/m

Pz : 1 kN/m

: -16.5 kNm/m

X : 0 m

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15 m

X finale : -5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -15 m

Pressione iniziale : 40 kPa

Pressione finale : 40 kPa

Elementi strutturali

Paratia : paratia sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : pali 1.2/0.7m



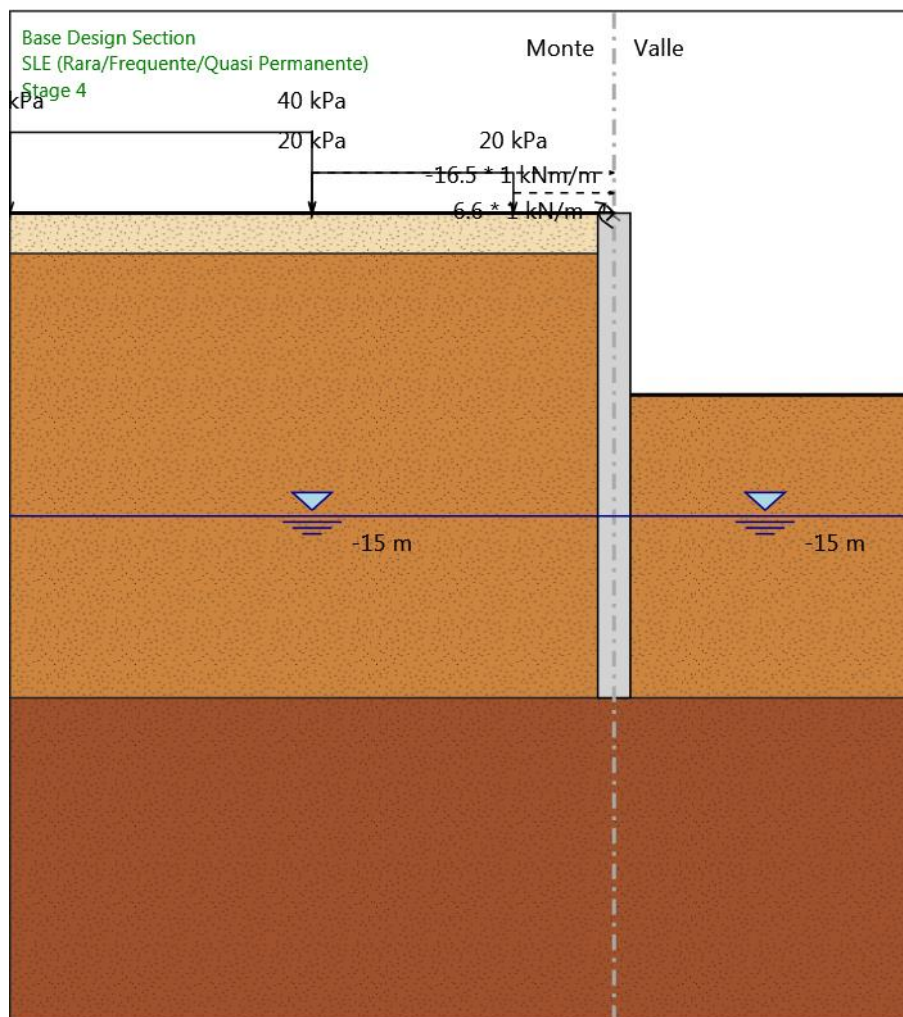
**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	46

**Stage 4**



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	47

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -15 m

Falda di destra : -15 m

Carichi

Carico puntuale alla paratia : vento b.a.

Quota : 0 m

Px : 6.6 kN/m

Pz : 1 kN/m

: -16.5 kNm/m

X : 0 m

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15 m

X finale : -5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -15 m

Pressione iniziale : 40 kPa

Pressione finale : 40 kPa

Elementi strutturali

Paratia : paratia sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : pali 1.2/0.7m

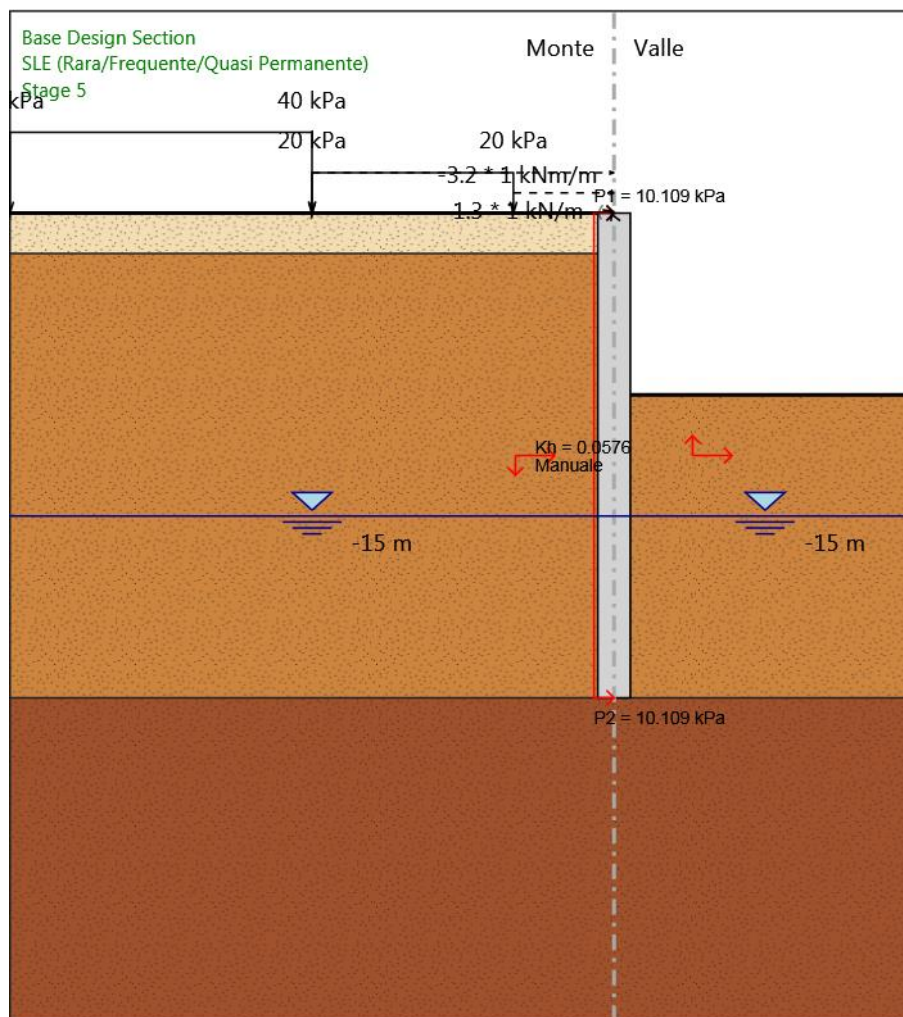
**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	48

**Stage 5**



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETA' CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>49</b>

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -15 m

Falda di destra : -15 m

#### Carichi

Carico puntuale alla paratia : Forza d'inerzia

Quota : 0 m

Px : 1.3 kN/m

Pz : 1 kN/m

: -3.2 kNm/m

X : 0 m

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15 m

X finale : -5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -15 m

Pressione iniziale : 40 kPa

Pressione finale : 40 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : paratia sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : pali 1.2/0.7m

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETA' CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione BP pk 2 + 380 –</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>TR 02 00</b>			PROGR <b>001</b>

## Descrizione Coefficienti Design Assumption

### Coefficienti A

Nome	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carico	Pressio	Pressio	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi
	Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Sismico (F_seism_load)	ni Acqua Lato (F_Wat_erDR)	ni Acqua Valle (F_Wat_erRes)	Permane nti Destabili (F_UPL_G_DStab)	Perman enti Stabilizz anti (F_UPL_GStab)	Variabili Destabiliz zanti (F_UPL_QDStab)	Permane nti Destabiliz zanti (F_HYD_GDStab)	Permane nti Stabilizz anti (F_HYD_QDStab)	Variabili Destabiliz zanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)													
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

### Coefficienti M

Nome	Parziale su tan( $\phi'$ )	Parziale su c'	Parziale su Su	Parziale su qu	Parziale su peso specifico
	(F_Fr)	(F_eff_cohe)	(F_Su)	(F_qu)	(F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

### Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp)	Parziale resistenza Tiranti permanenti	Parziale resistenza Tiranti temporanei	Parziale elementi strutturali
	(F_Soil_Res_walls)	(F_Anch_P)	(F_Anch_T)	(F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>51</b>

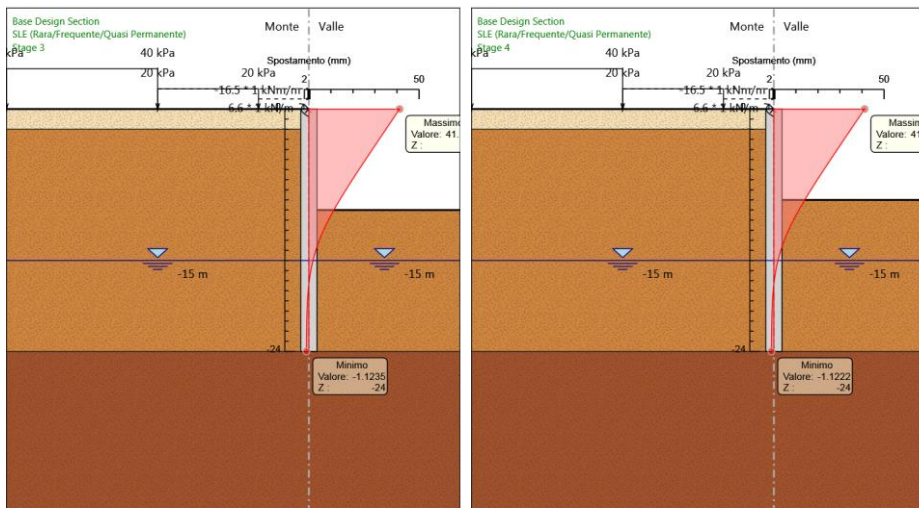
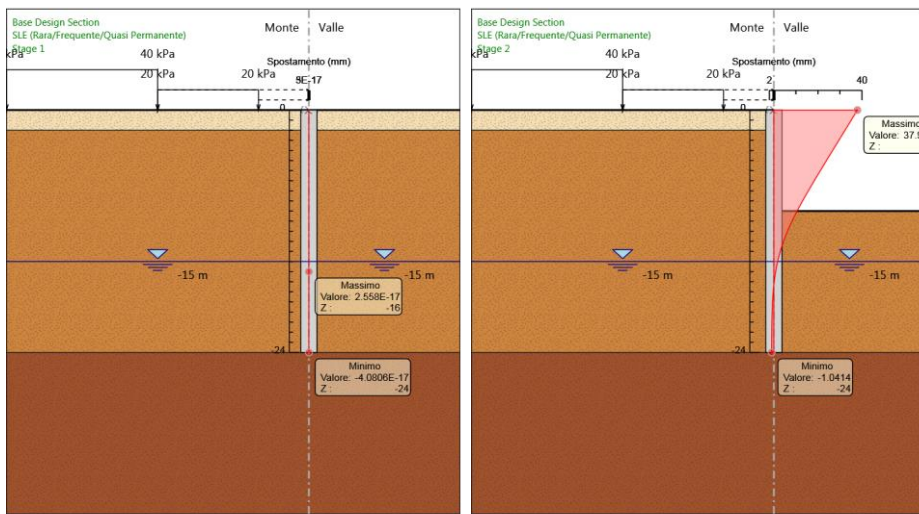
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	52

**Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)**

**Tabella Grafici dei Risultati**



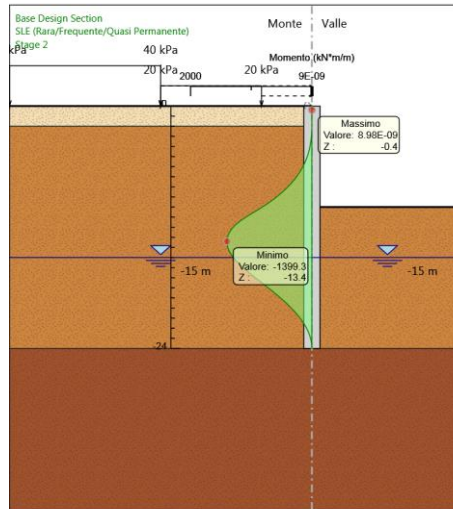
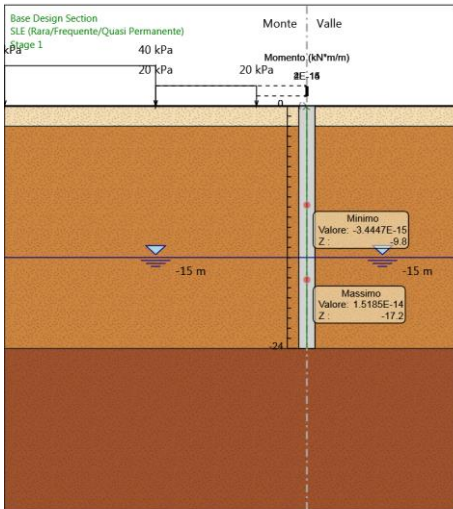
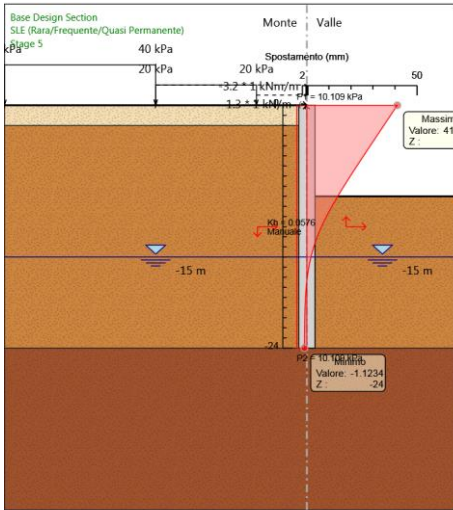


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	53



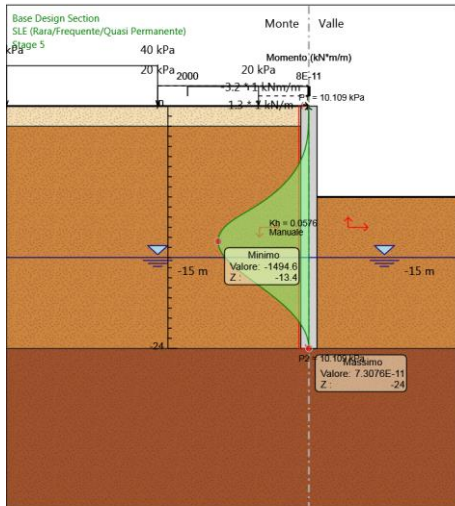
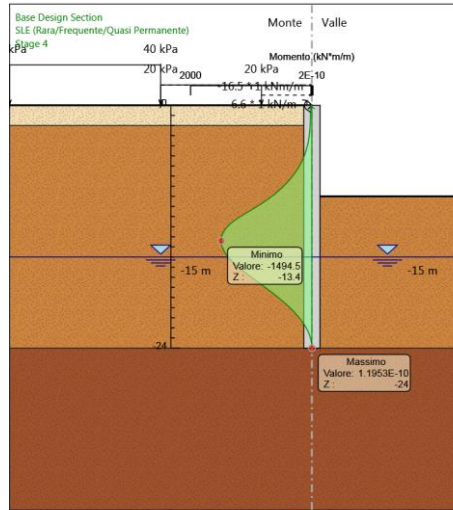
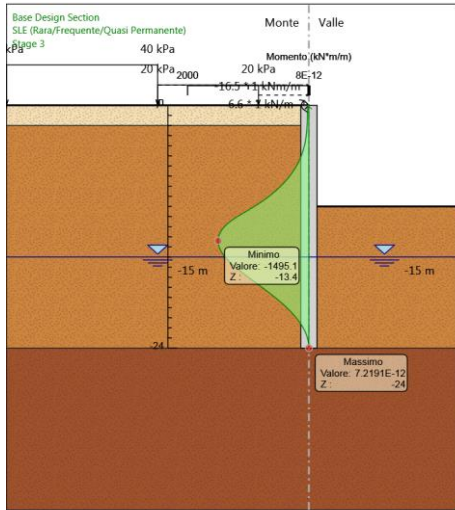


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	54

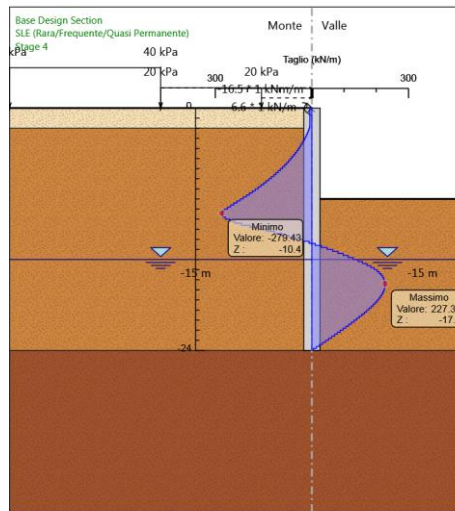
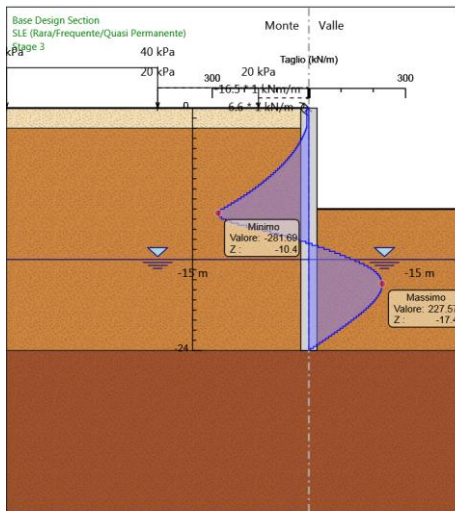
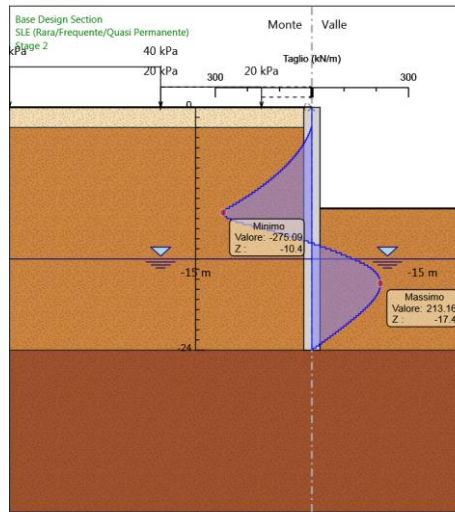
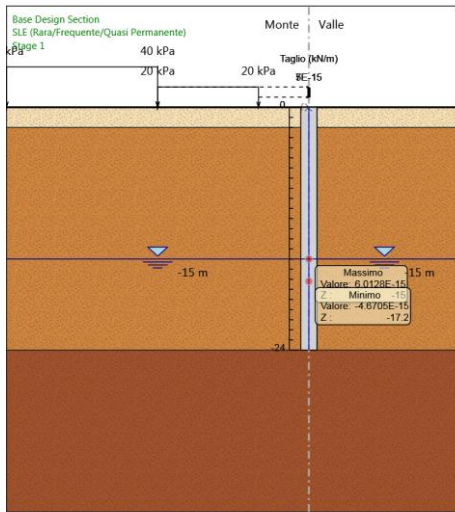


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	55

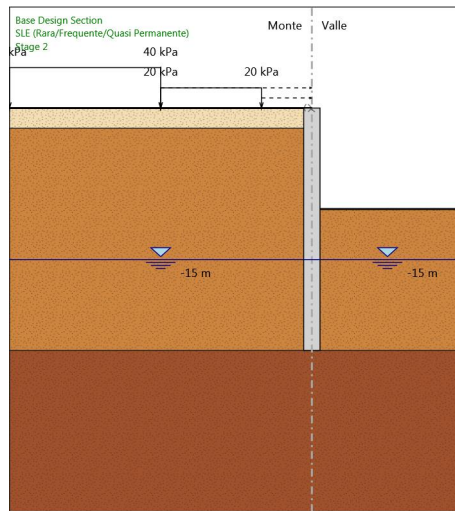
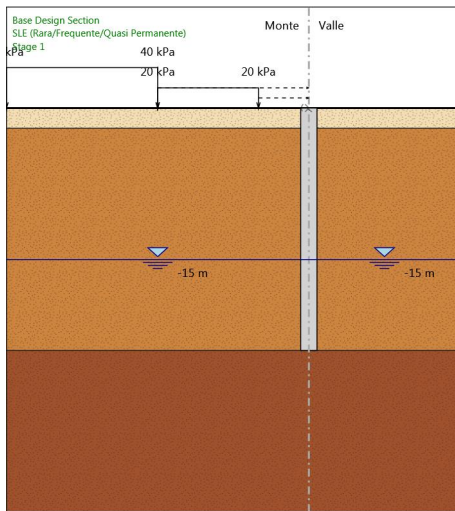
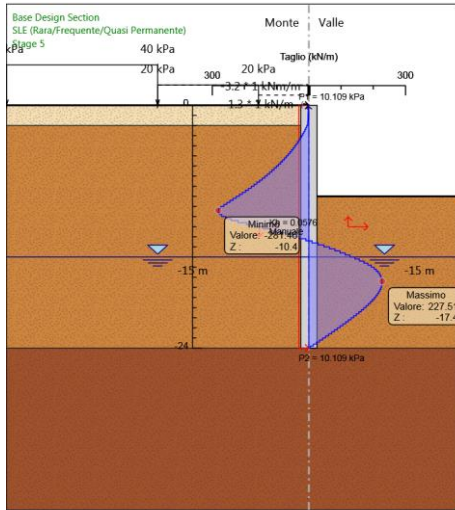


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>56</b>

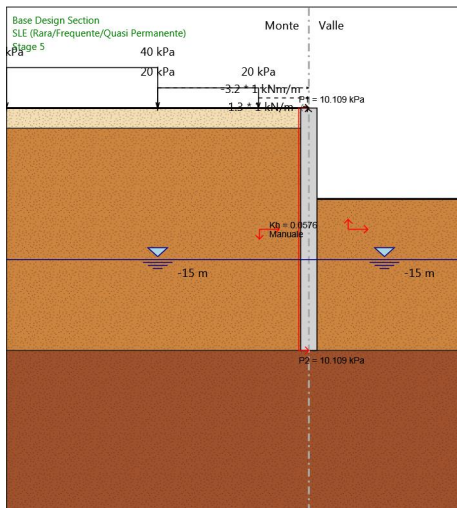
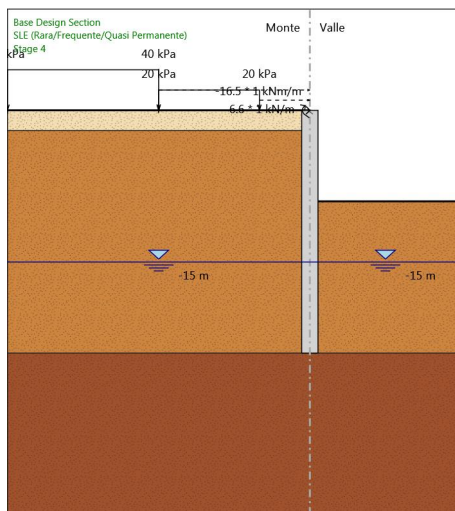
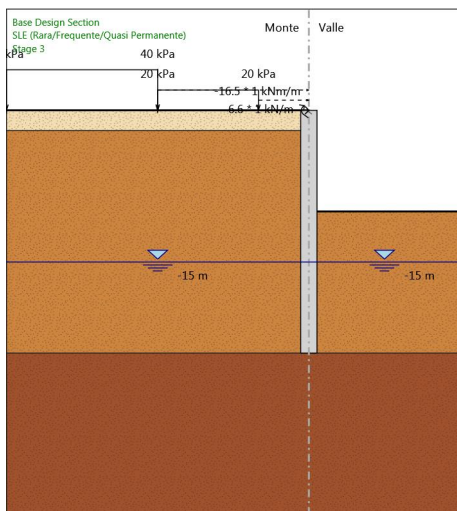


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	57

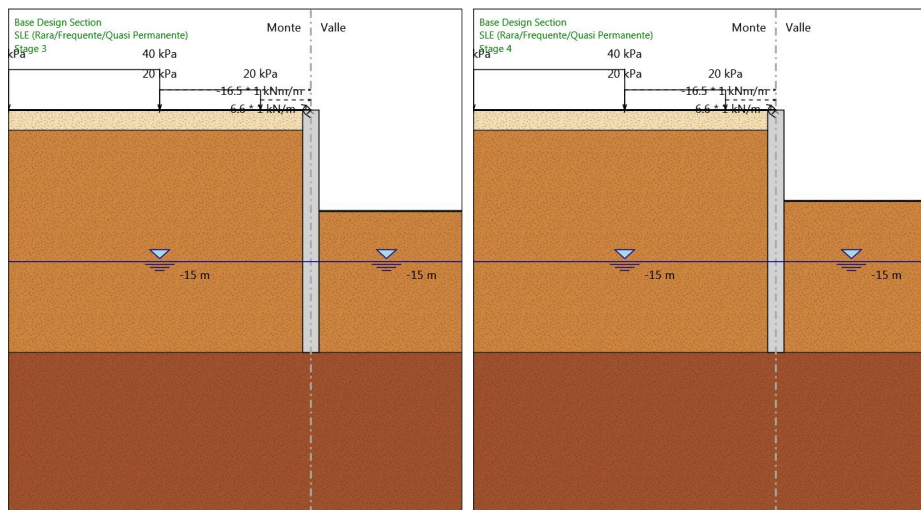
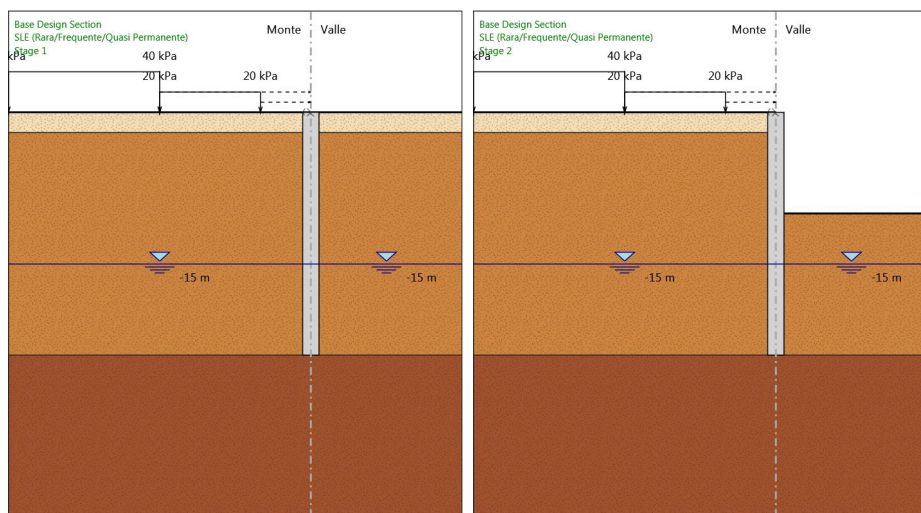


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	58

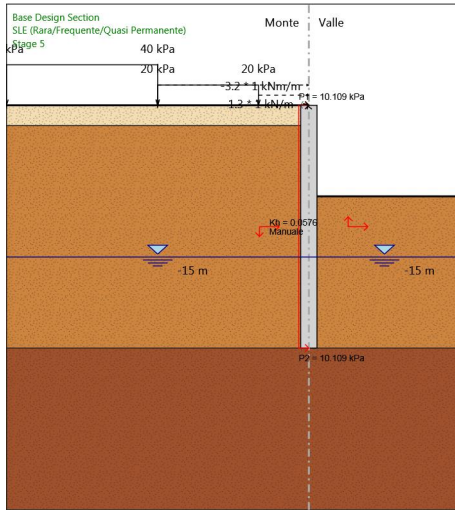


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>59</b>



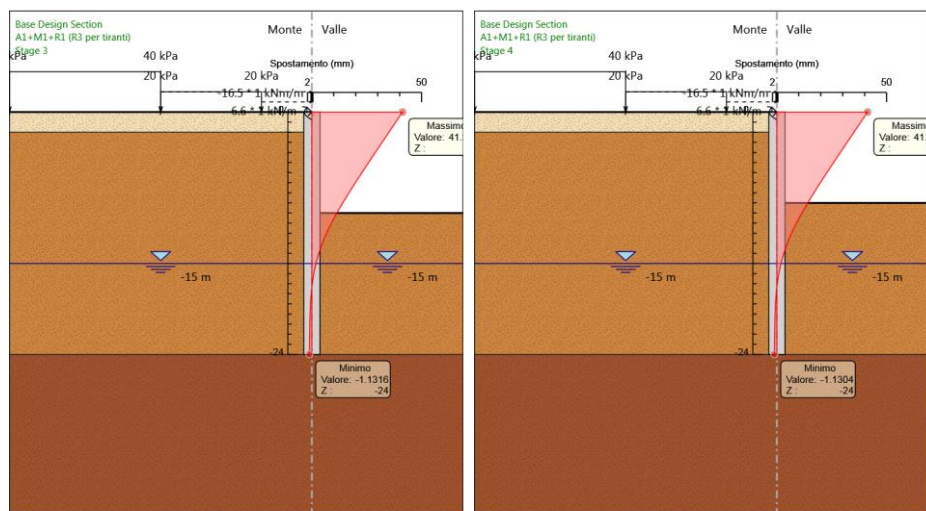
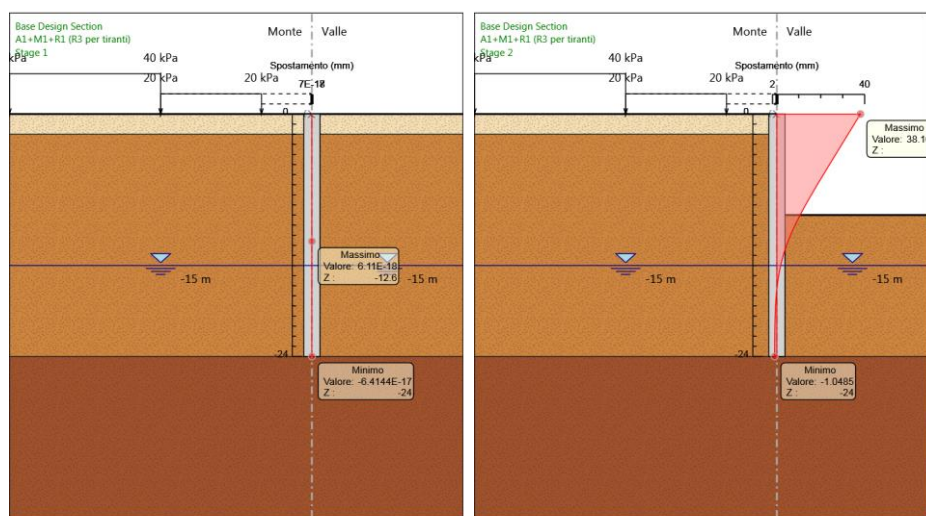


**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	60

## Risultati A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

### Tabella Grafici dei Risultati

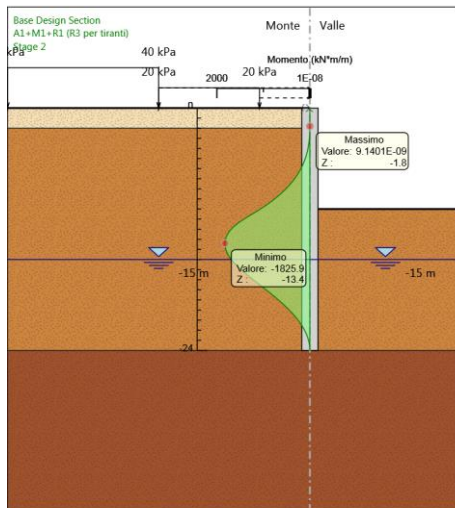
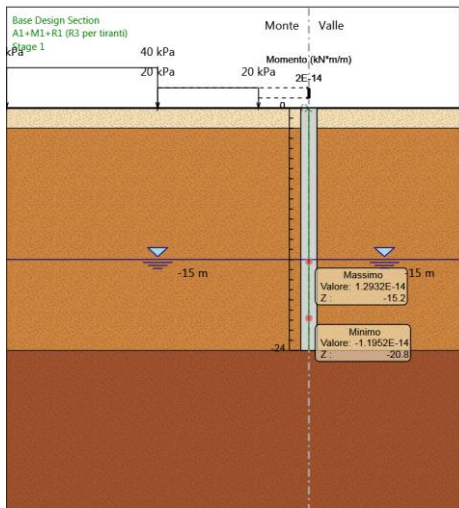
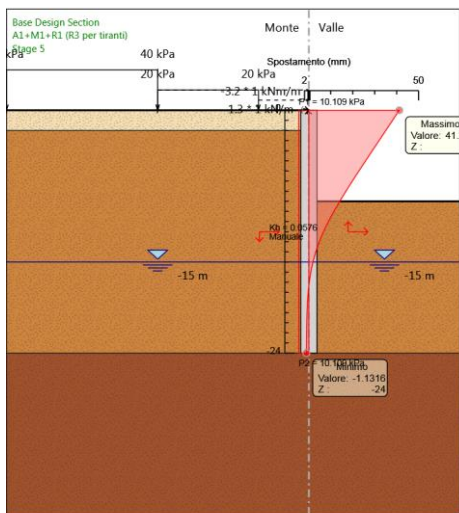


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	61



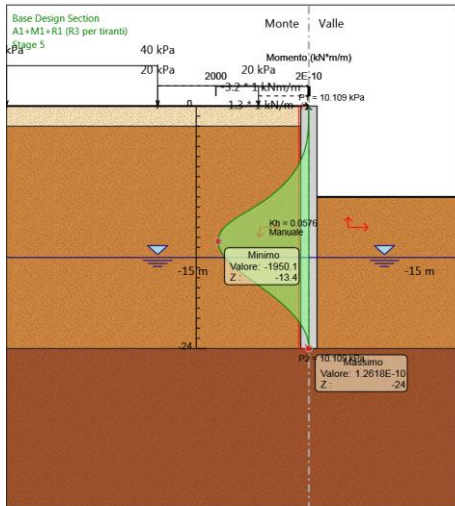
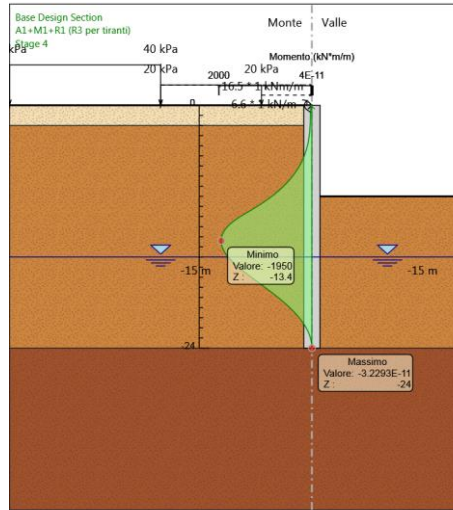
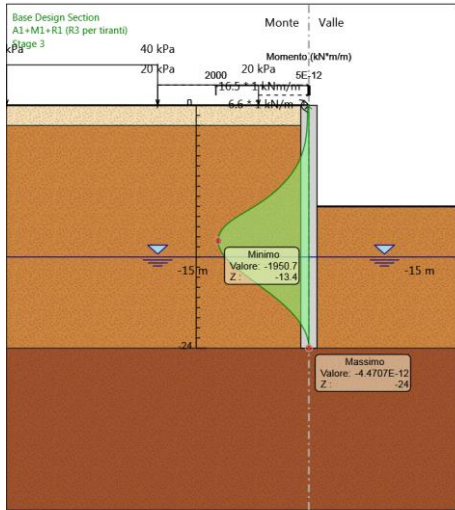


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	62

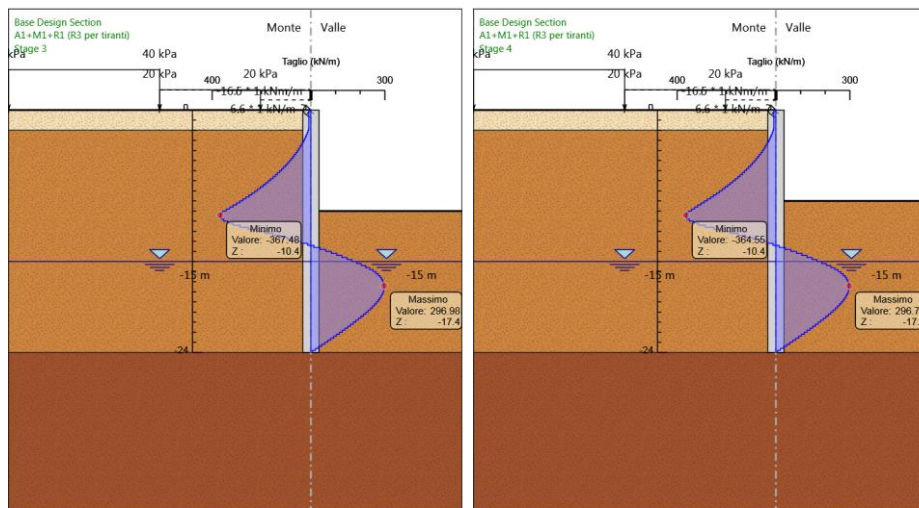
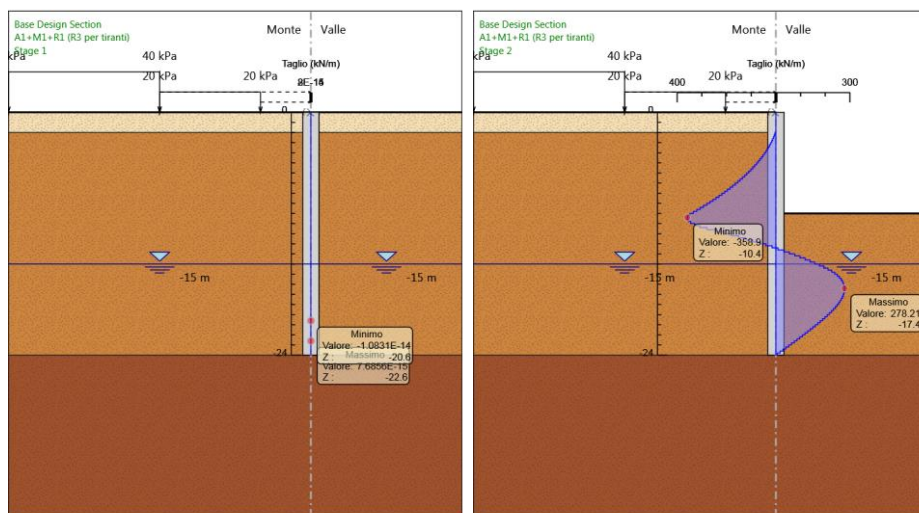


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	63

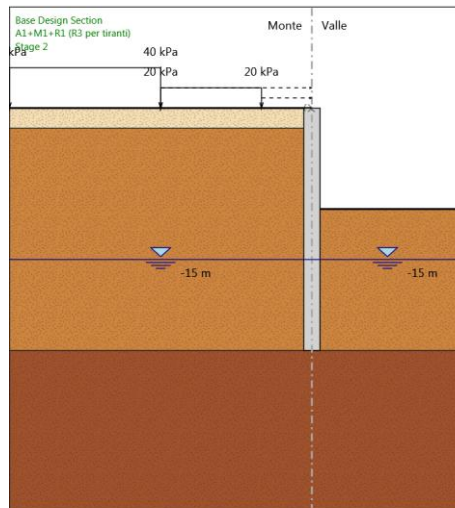
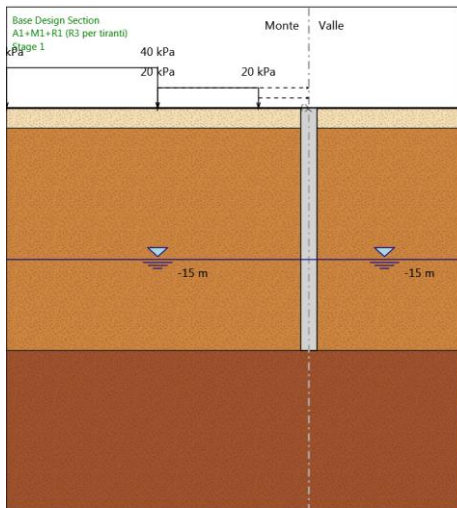
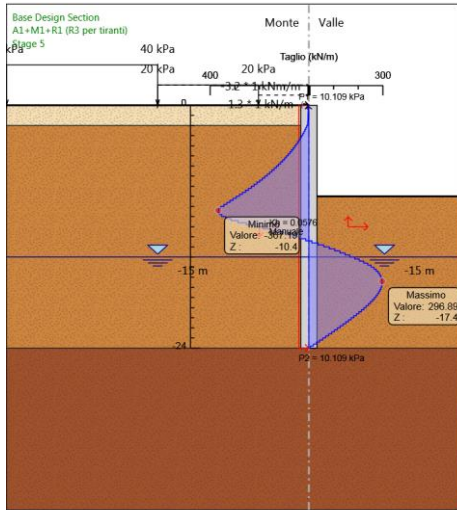


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>64</b>

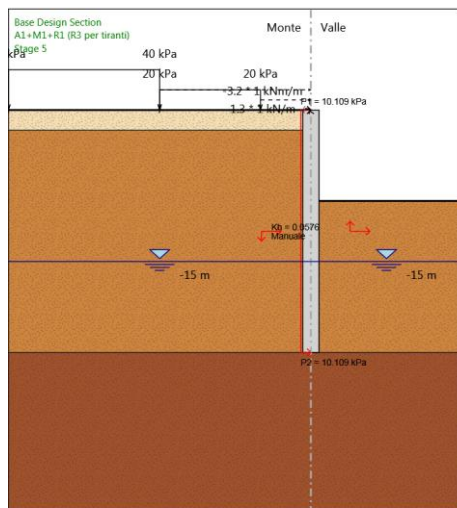
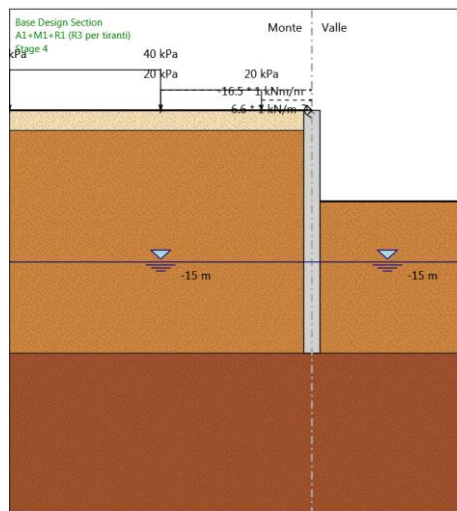
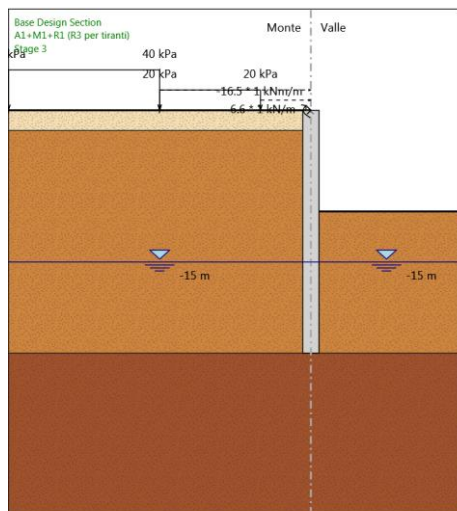


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	65

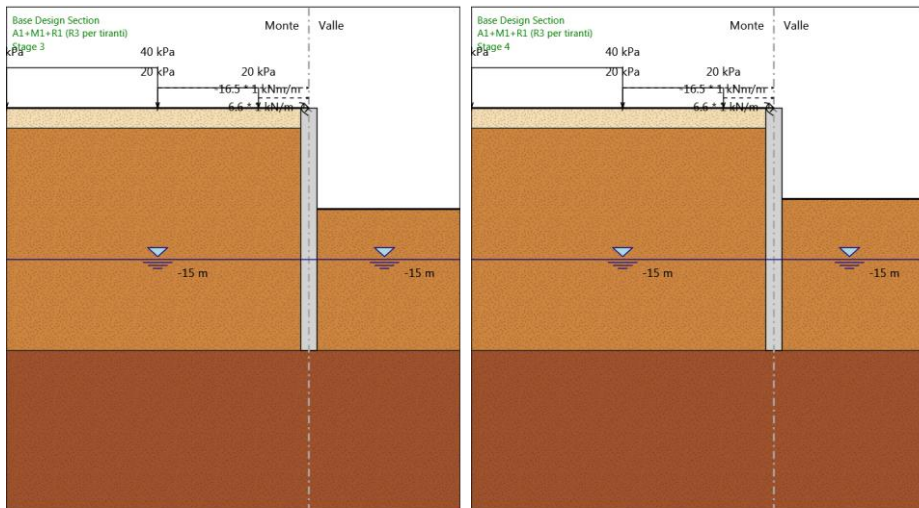
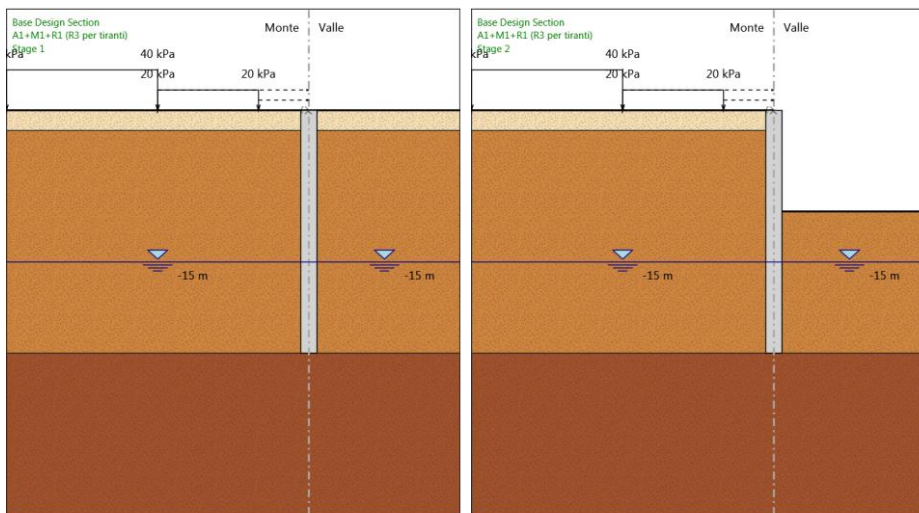


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	66

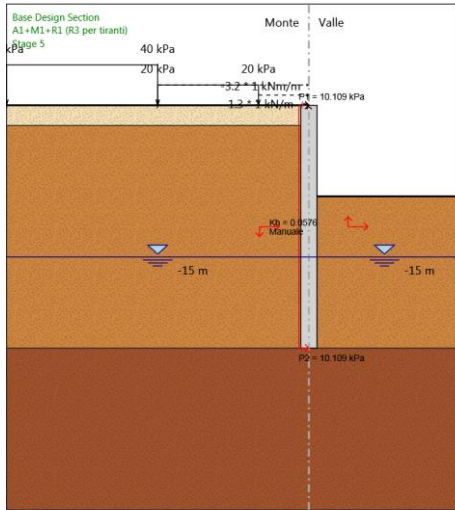


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>67</b>





**LINEA PESCARA – BARI**

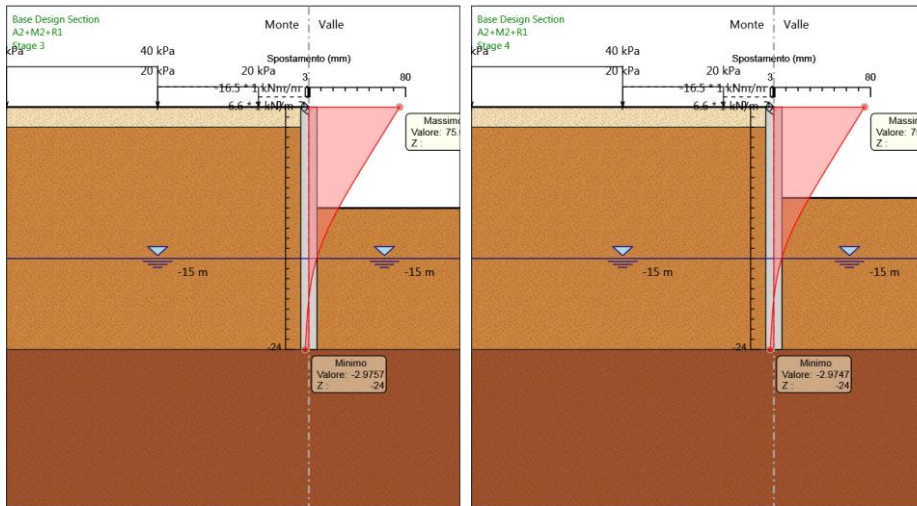
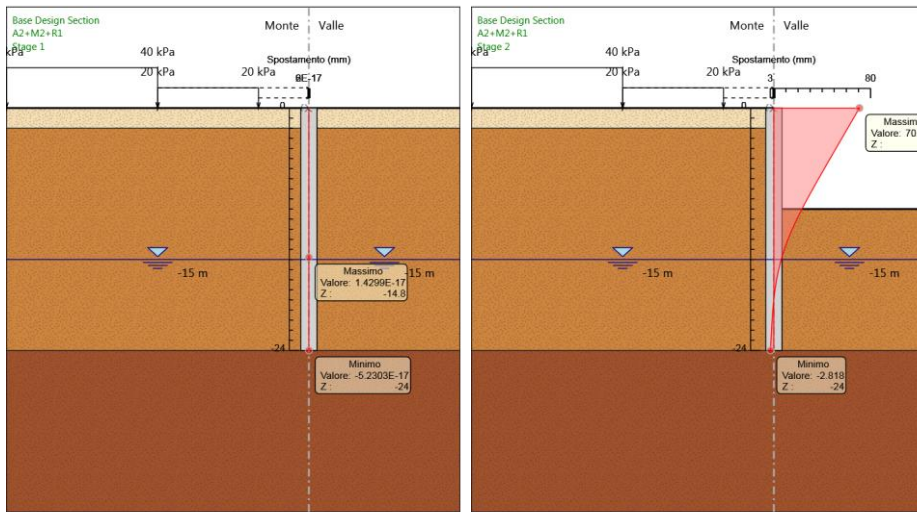
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	68

**Risultati A2+M2+R1**

**Tabella Grafici dei Risultati**

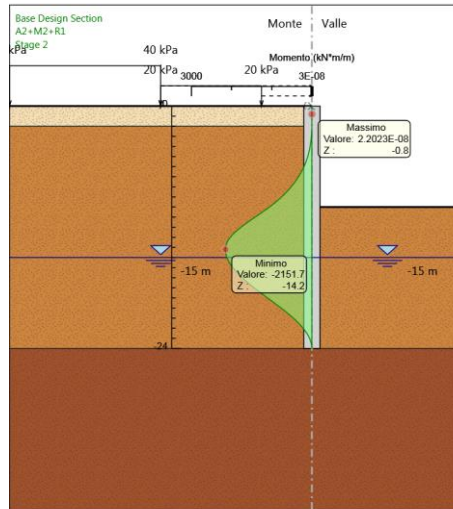
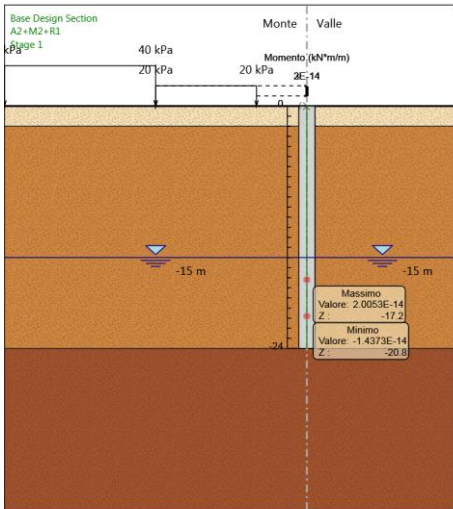
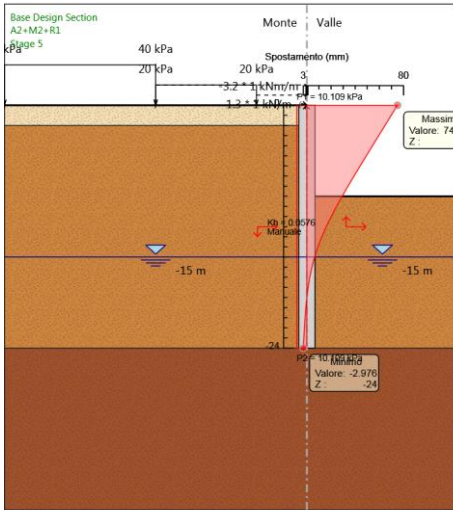


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	69



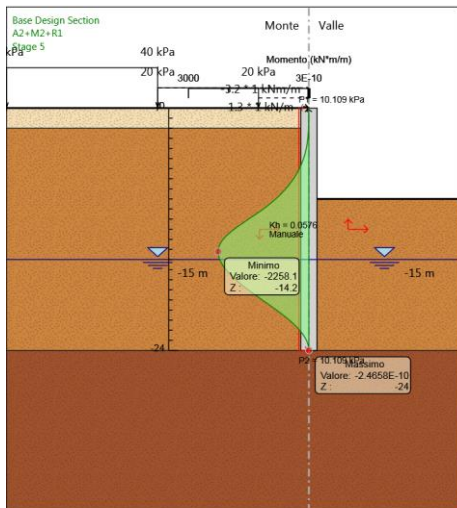
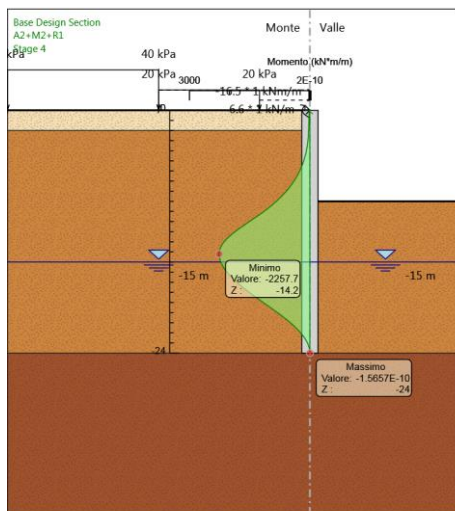
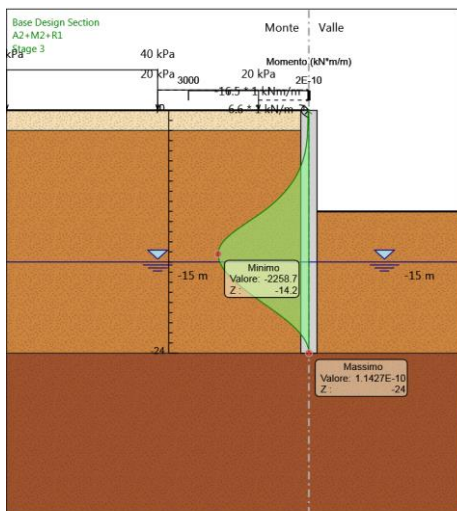


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	70

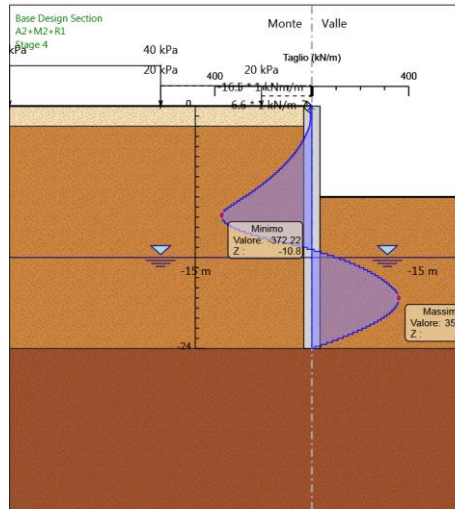
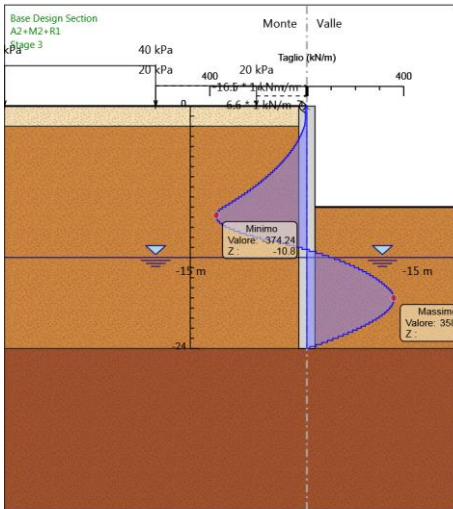
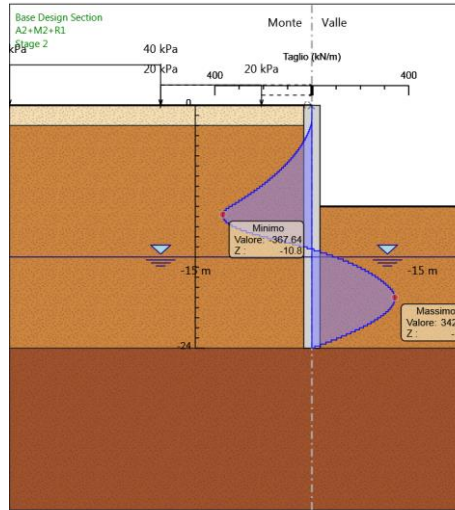
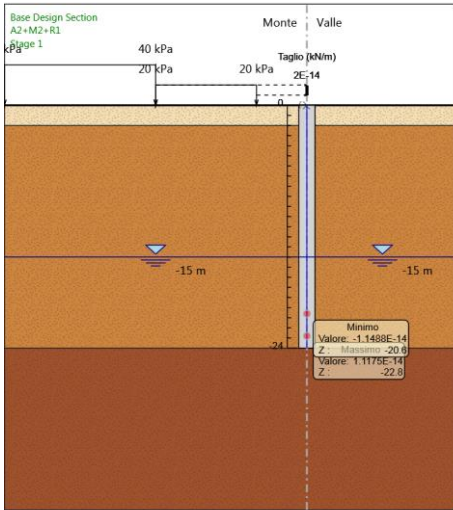


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>71</b>

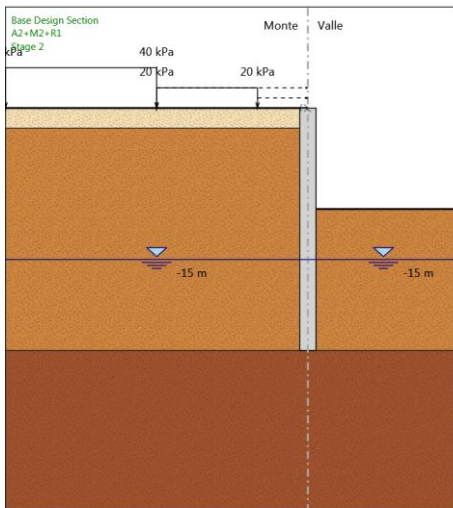
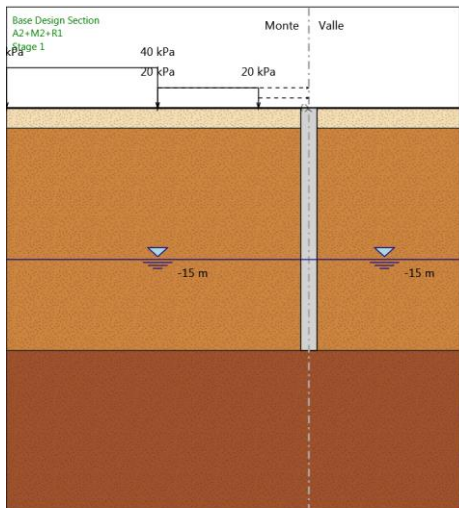
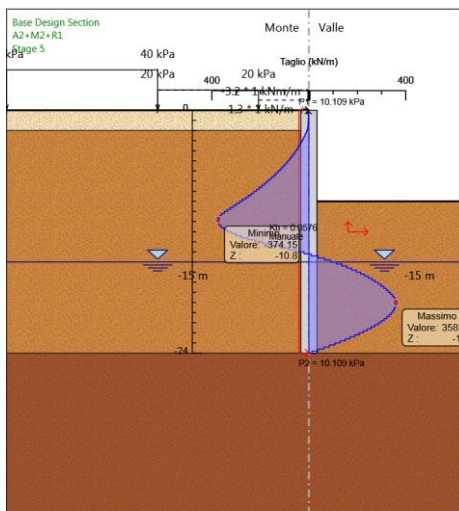


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>72</b>

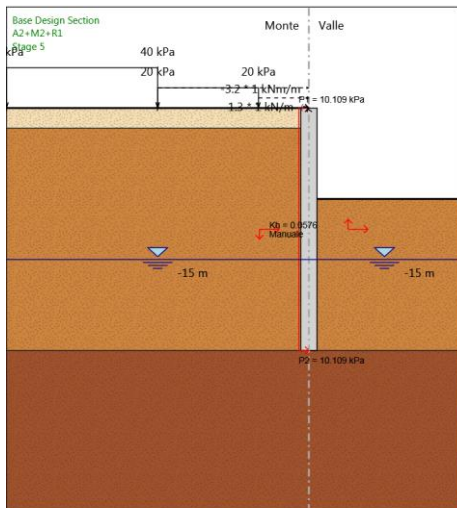
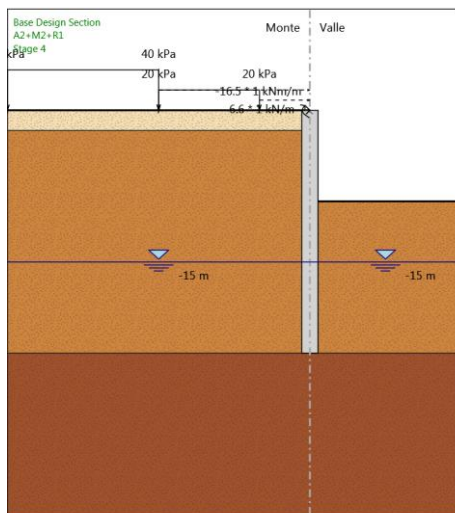
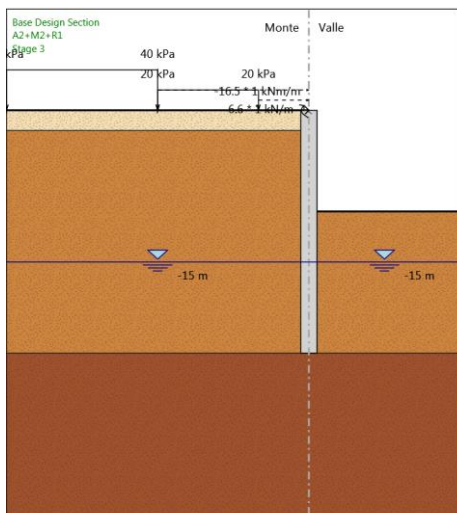


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>73</b>

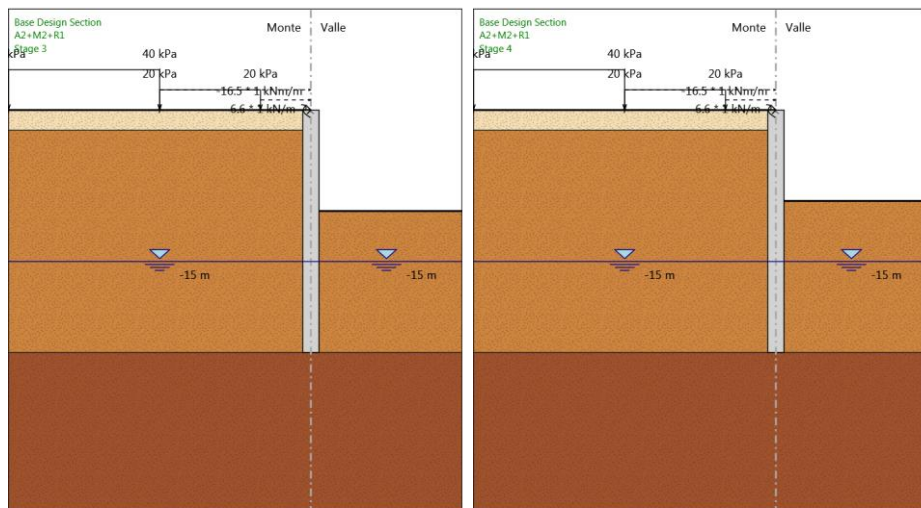
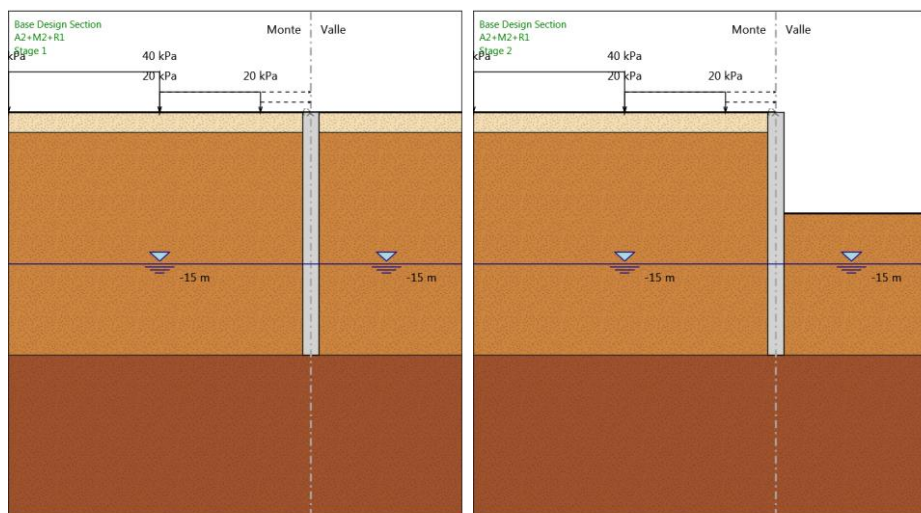


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	74

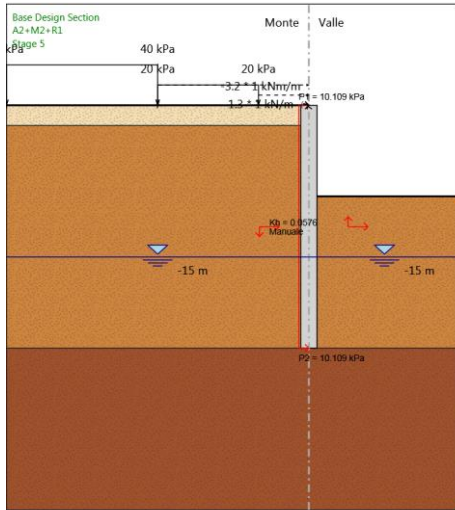


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>75</b>

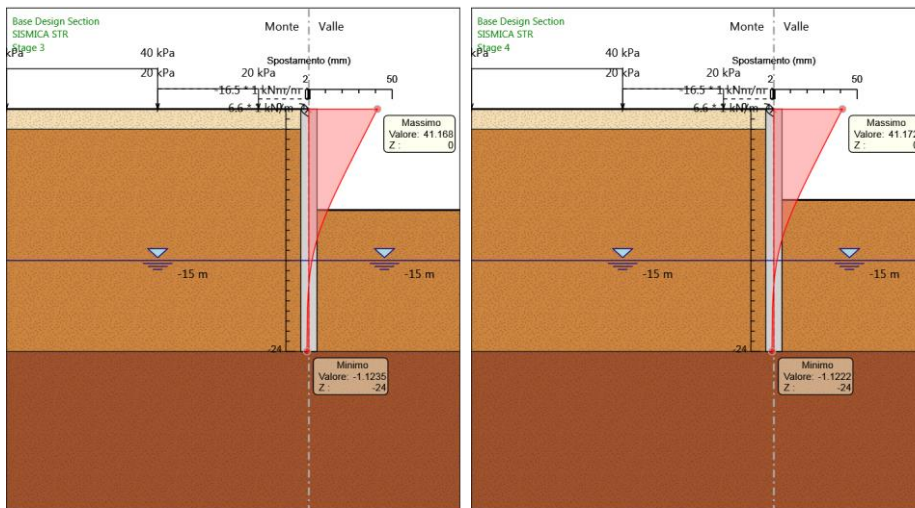
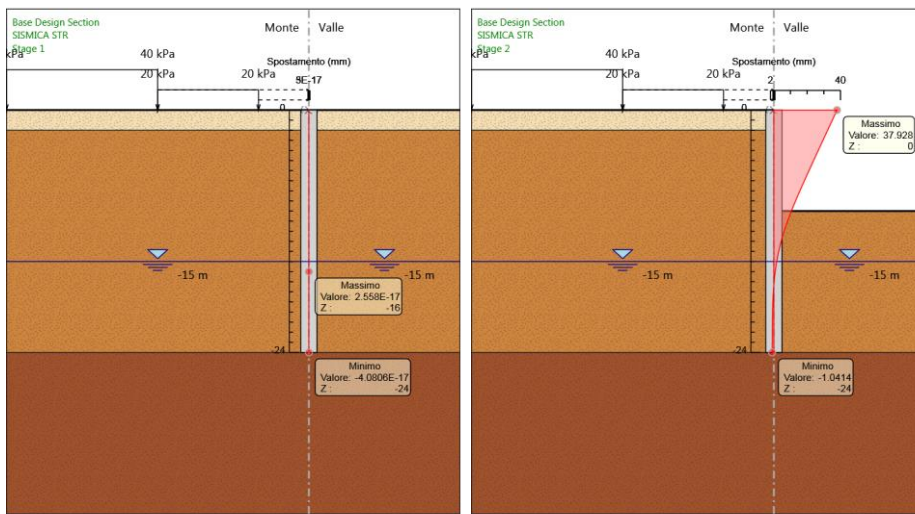


**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	76

## Risultati SISMICA STR

### Tabella Grafici dei Risultati



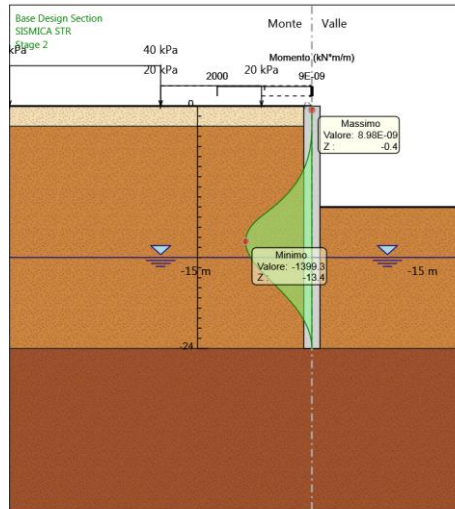
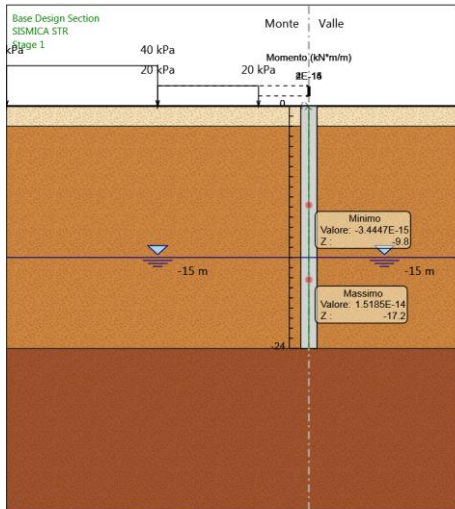
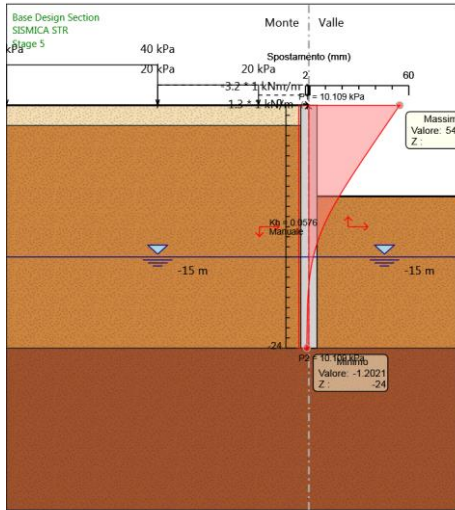


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	77



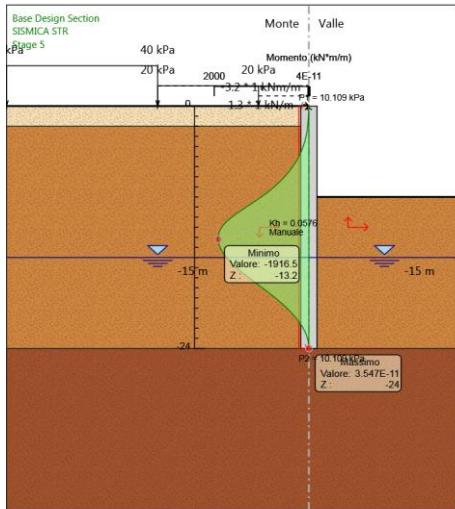
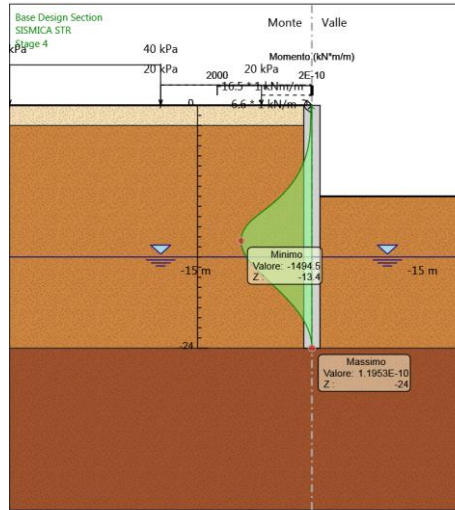
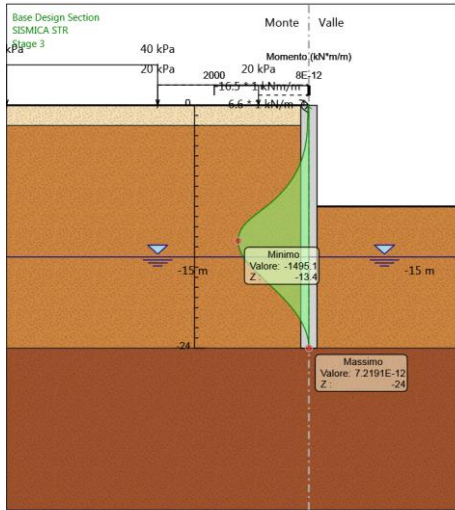


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	78

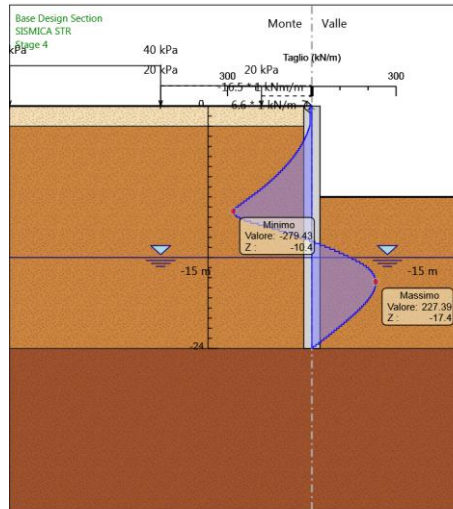
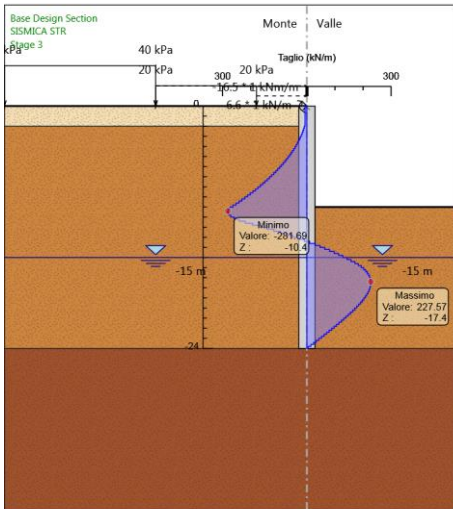
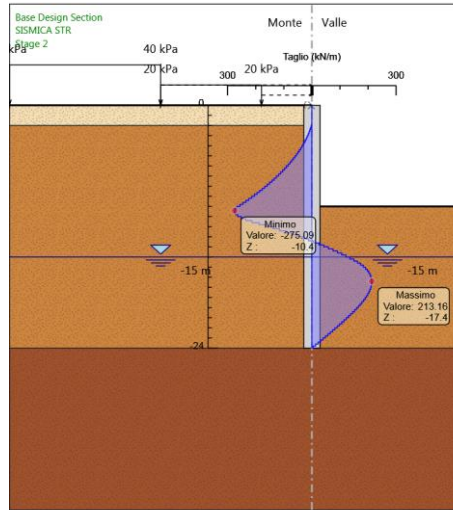
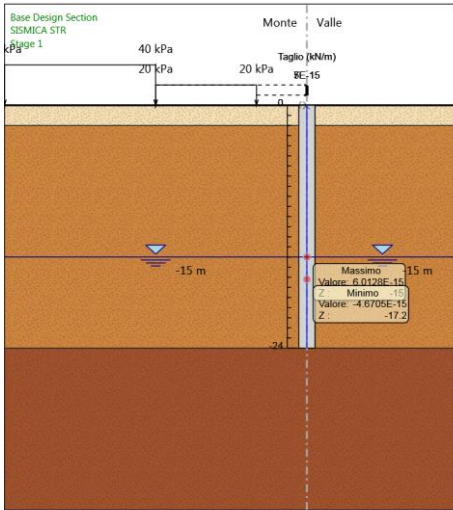


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	79

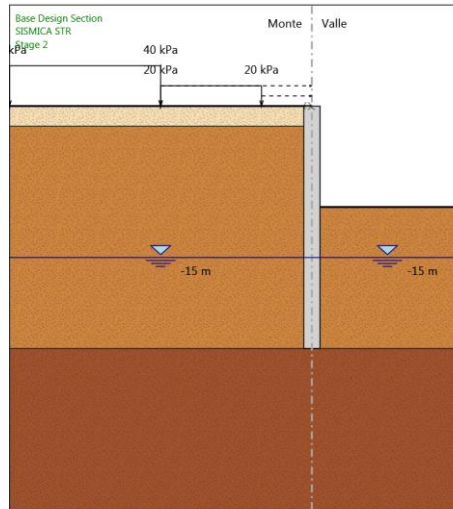
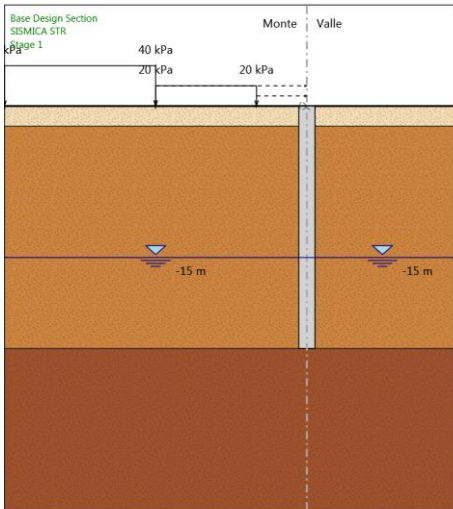
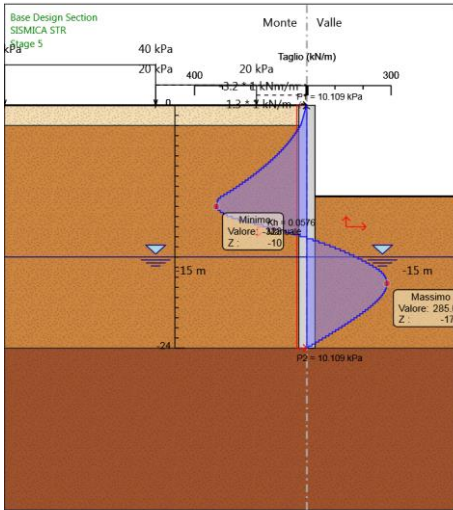


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>80</b>

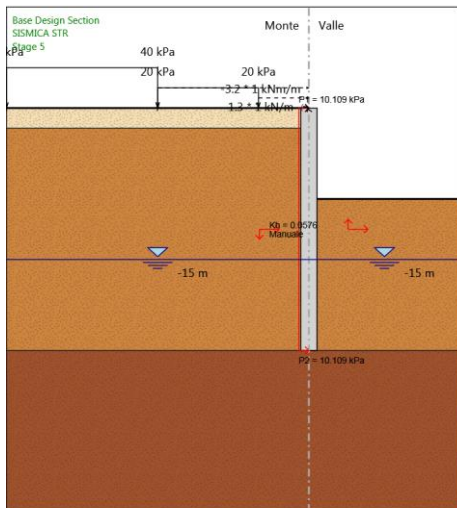
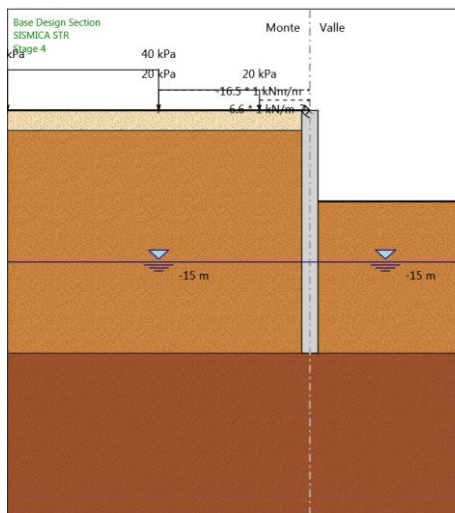
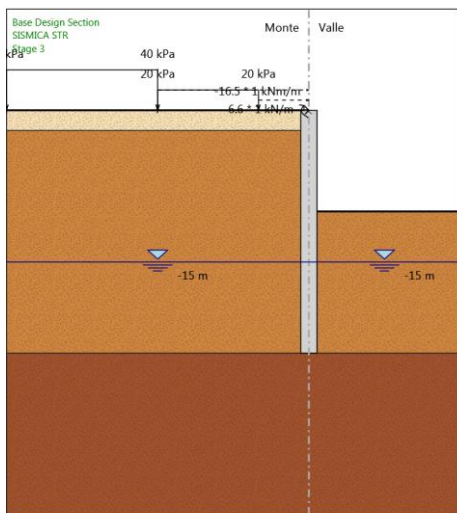


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	81

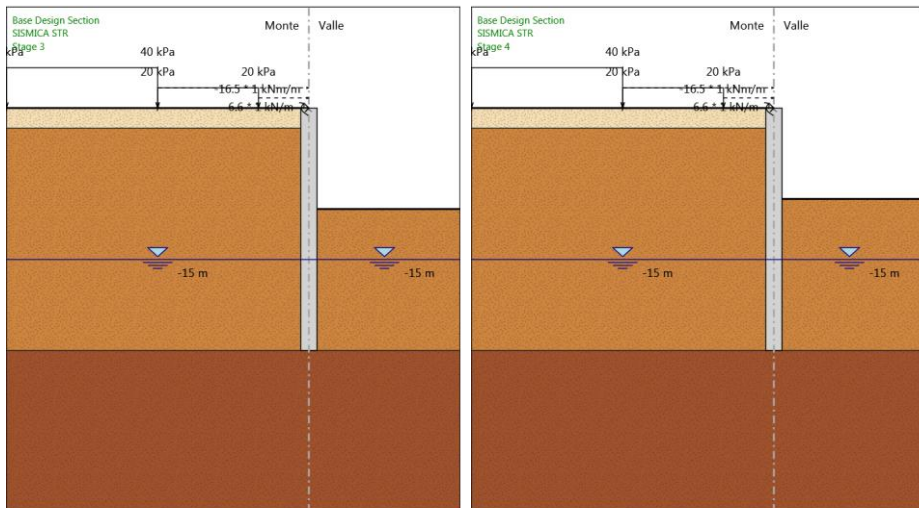
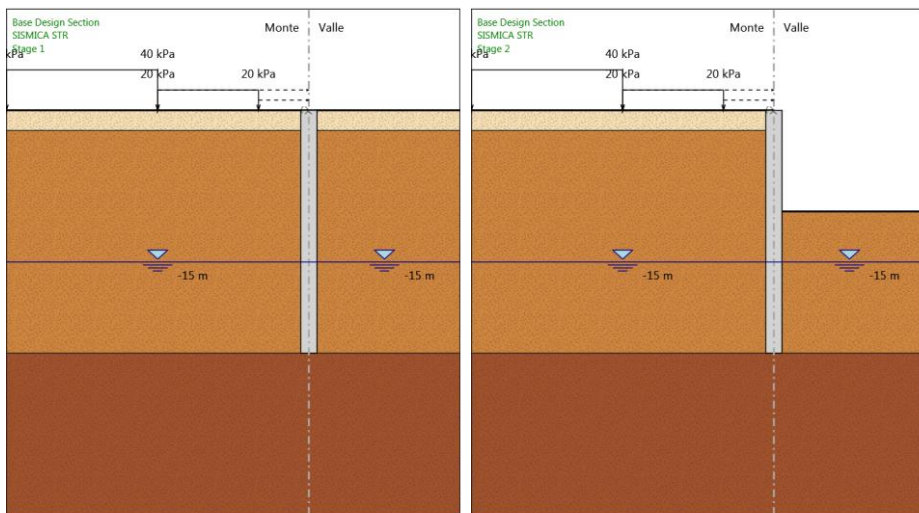


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	82

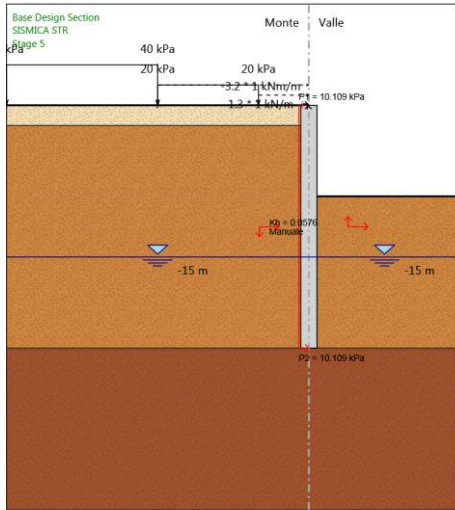


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>83</b>



**LINEA PESCARA – BARI**

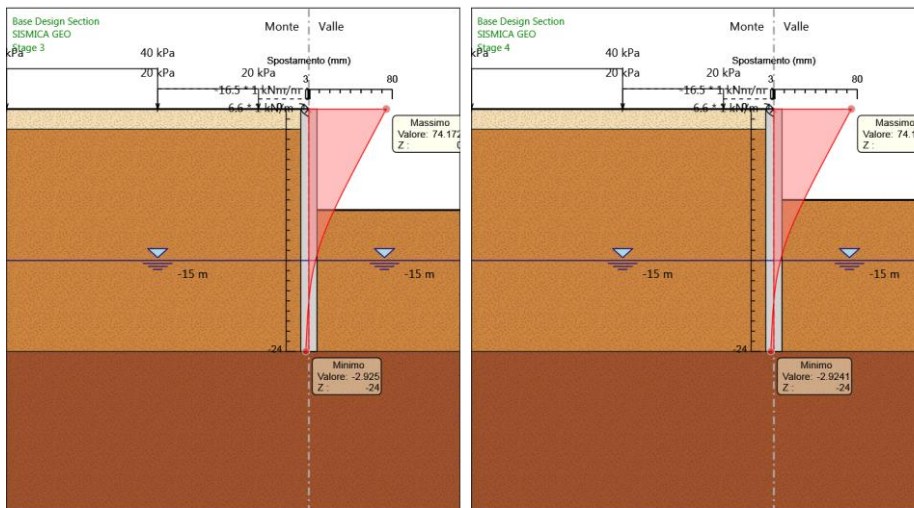
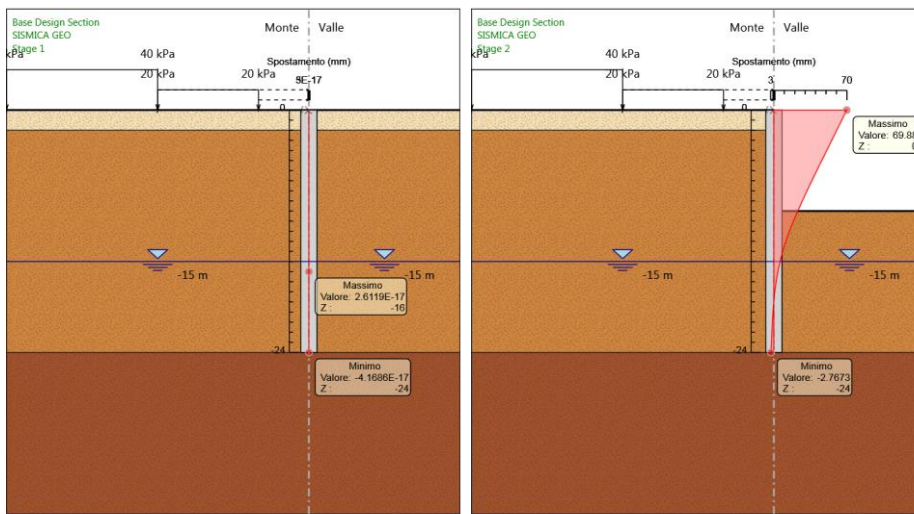
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	84

**Risultati SISMICA GEO**

**Tabella Grafici dei Risultati**



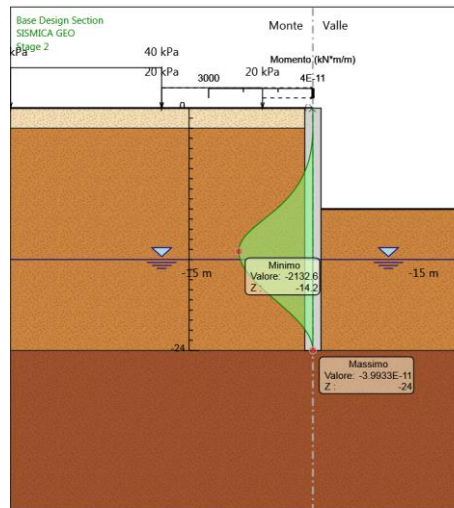
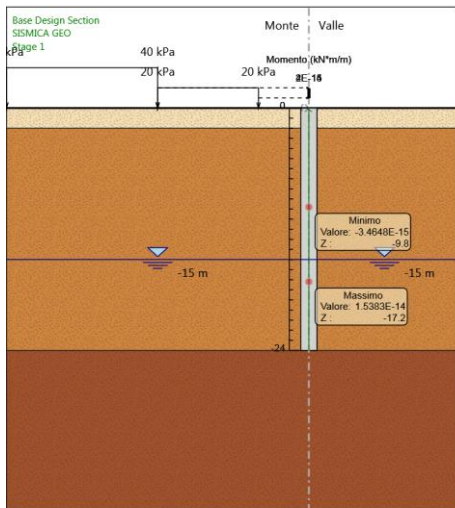
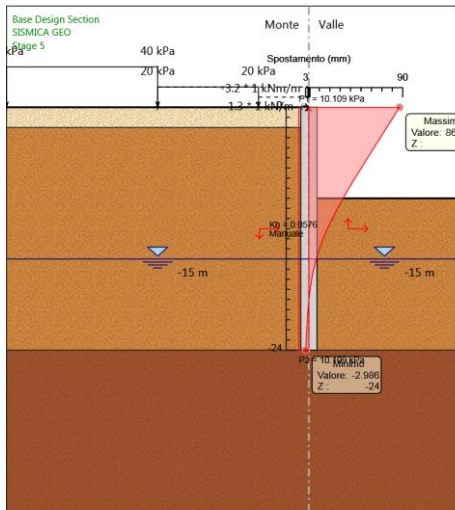


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	85



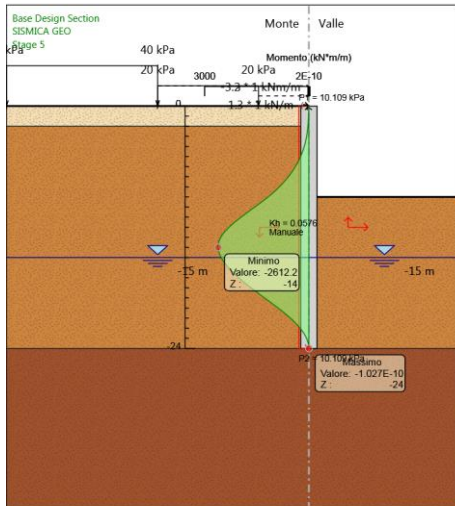
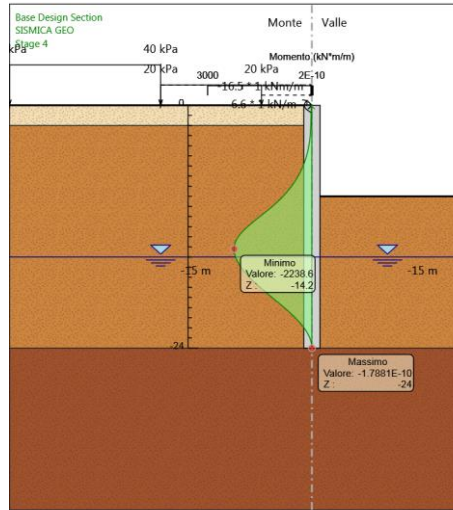
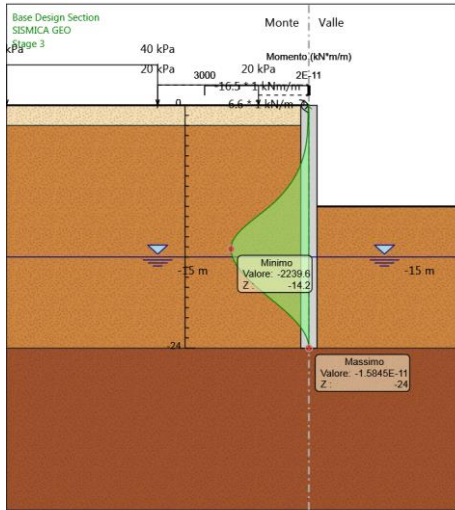


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	86

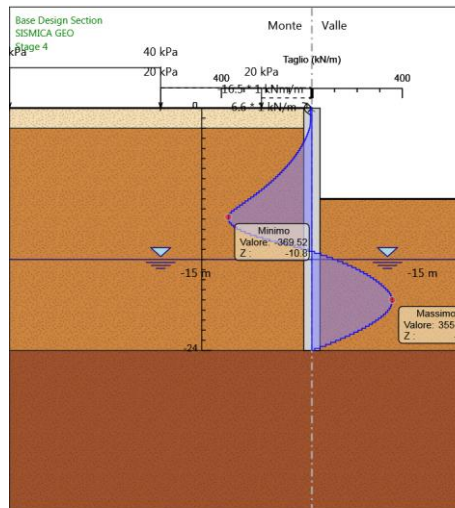
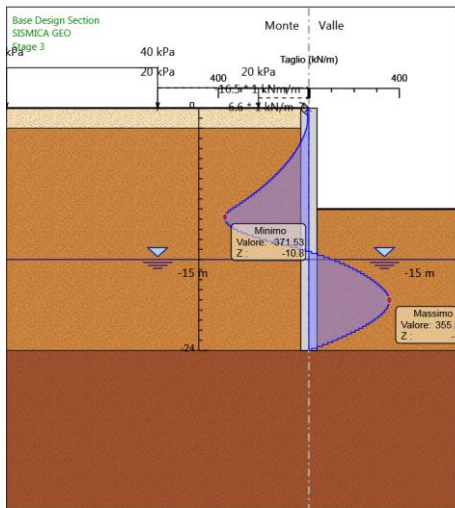
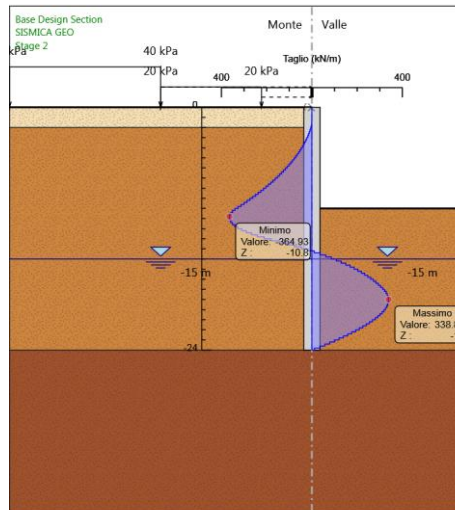
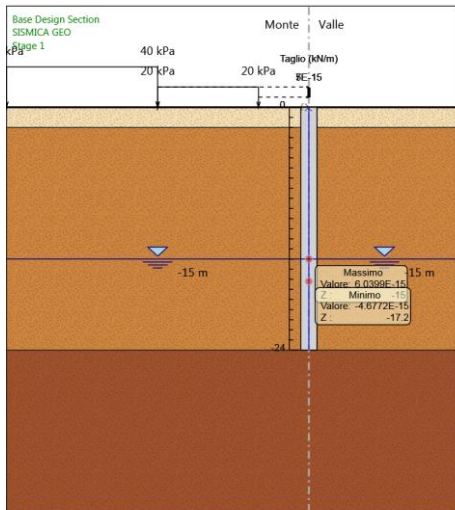


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	87

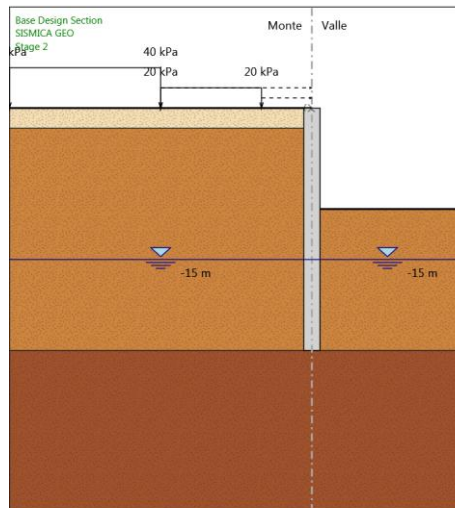
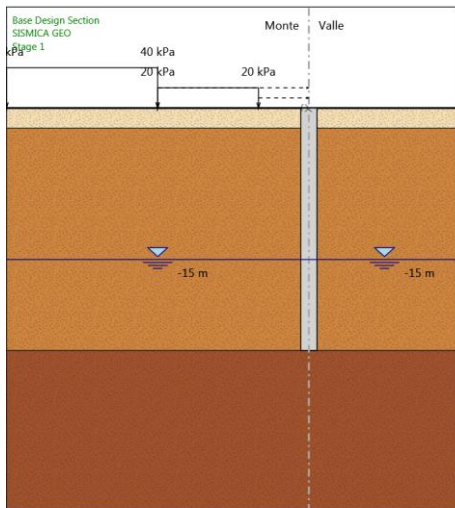
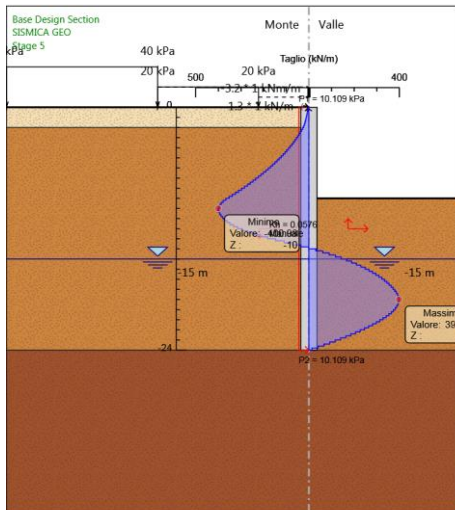


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>88</b>

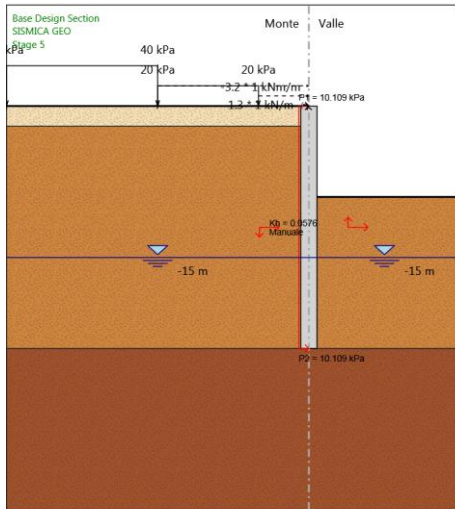
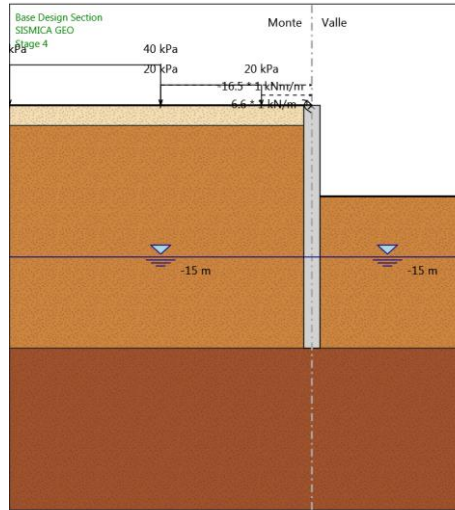
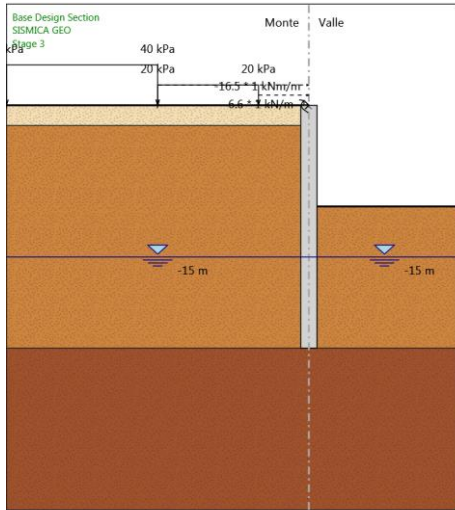


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	89

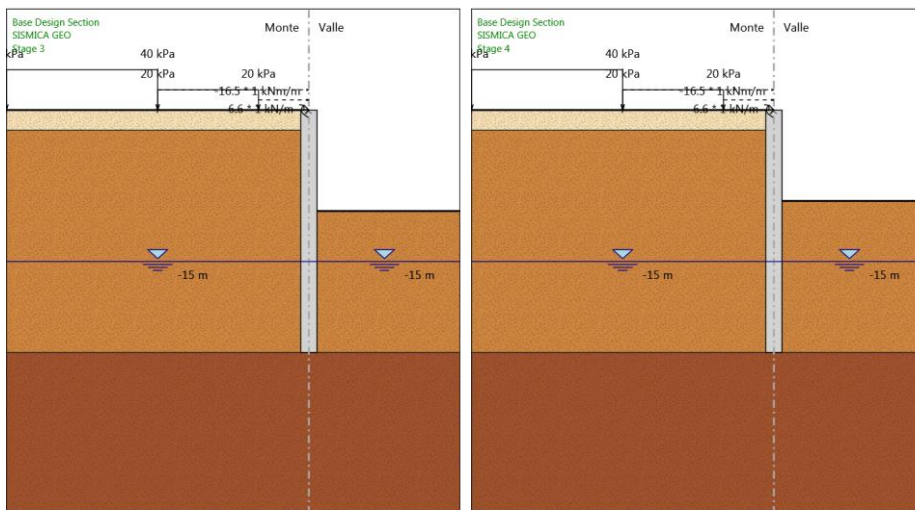
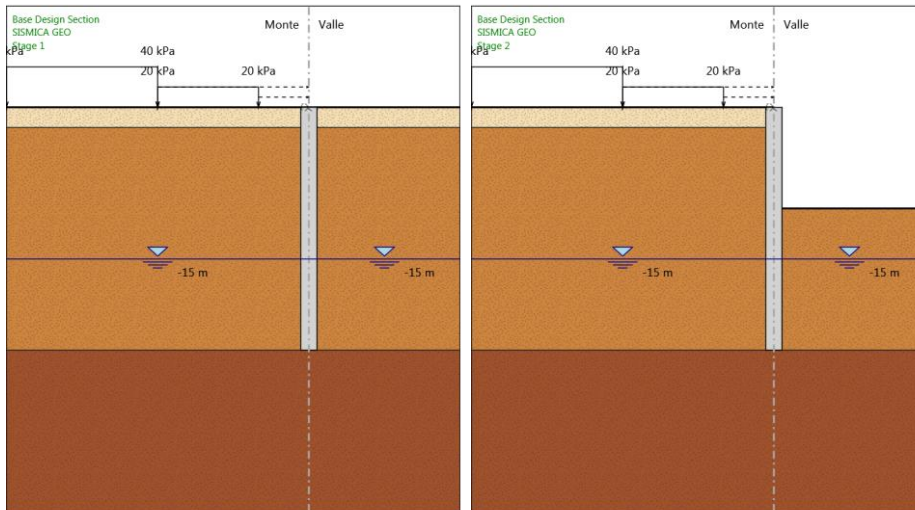


**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	02	00	001	B	90



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione BP pk 2 + 380 –  
 Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>TR</b>	<b>02</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>91</b>

