

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA FERROVIA ROMA - VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO VIGNA DI VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

NR1J 00 D 29 CL VI0103 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Serrau	11.2018	M. Arcangeli	11.2018	T. Paoletti	11.2018	 ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Ufficio Servizio Ardui Ufficio Tecnico Roma
B	REVISIONE	F. Serrau	05-2020	M. Monda	05-2020	T. Paoletti	05-2020	
File: NR1J00D29CLVI0103001B.doc								n. Elab.: 312

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	10
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	10
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	11
2.3	SOFTWARE.....	11
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
3.1	CALCESTRUZZO	12
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE.....	12
3.3	CARPENTERIA METALLICA	13
3.4	TIRANTI.....	13
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	15
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI	17
6.	ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO	18
6.1	AZIONI PERMANENTI.....	18
6.1.1	<i>Peso proprio</i>	18
6.1.2	<i>Spinta delle terre</i>	18
6.1.3	<i>Sovraccarico permanente</i>	21
6.1.4	<i>Pretensione degli ancoraggi</i>	21
6.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	21

7.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI.....	25
8.	METODO DI ANALISI.....	29
8.1	MODELLAZIONE NUMERICA.....	29
8.2	DESCRIZIONE OPERA E MODELLO DI CALCOLO.....	33
8.3	FASI DI COSTRUZIONE.....	37
8.3.1	<i>Paratia A-B</i>	38
8.3.2	<i>Paratia lato Ovest</i>	46
9.	CRITERI DI VERIFICA.....	52
9.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	52
9.1.1	<i>Verifiche geotecniche</i>	52
9.1.2	<i>Verifiche strutturali</i>	53
9.2	VERIFICA DEI TIRANTI.....	53
9.2.1	<i>Verifiche geotecniche</i>	53
9.2.2	<i>Verifiche strutturali</i>	56
9.3	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE.....	57
10.	RISULTATI.....	58
10.1.1	<i>Paratia A-B</i>	58
10.1.2	<i>Paratia lato Ovest</i>	62
11.	VERIFICHE.....	66
11.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	66
11.1.1	<i>Verifiche geotecniche</i>	66

11.1.2	Verifiche strutturali.....	66
11.2	VERIFICA DEI TIRANTI.....	69
11.3	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	70
	ALLEGATI - TABULATI DI PARATIE.....	71

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento della paratia provvisoria da realizzarsi per consentire la costruzione del Ponte Ferroviario VI01 (pk 38+650), nell'ambito degli interventi di raddoppio della linea Cesano-Vigna di Valle.

Il ponte, illustrato in Figura 1 e descritto in dettaglio negli elaborati di progetto (Doc. rif. [14] e [15] e [17]), sarà composto da tre impalcati (denominati 1, 2 e 3) e realizzato mantenendo la linea ferroviaria in esercizio, grazie all'impiego di una paratia provvisoria parallela alla linea ferroviaria.

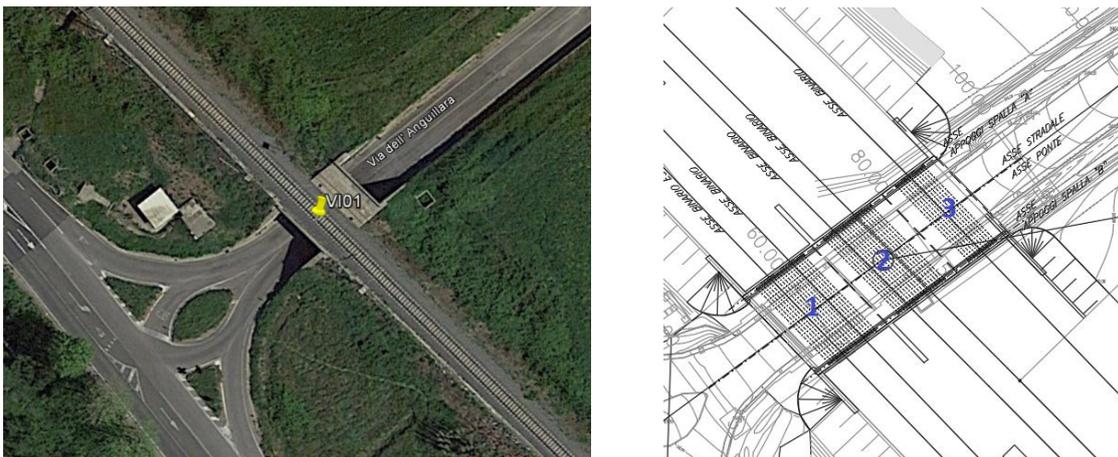


Figura 1 Ponte ferroviario VI01 al km 38+650: inquadramento planimetrico, in blu l'identificativo degli impalcati

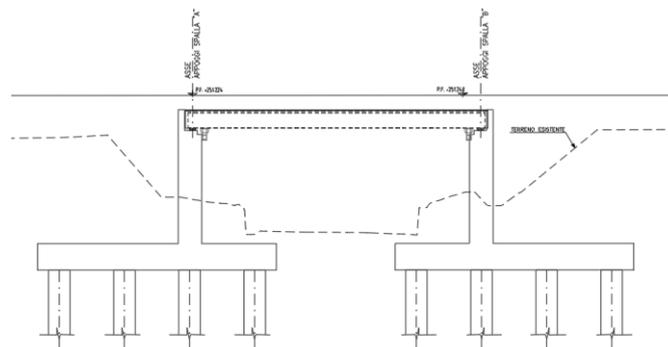


Figura 2 Ponte ferroviario VI01 al km 38+650: prospetto

L'opera di sostegno provvisoria si posizionerà come illustrato in Figura 3 ed avrà le caratteristiche rappresentate in Figura 4. Sulla base della geometria del problema e delle fasi costruttive previste, la paratia è stata descritta da due opere di sostegno distinte, denominate nel seguito Paratia A e Paratia B.

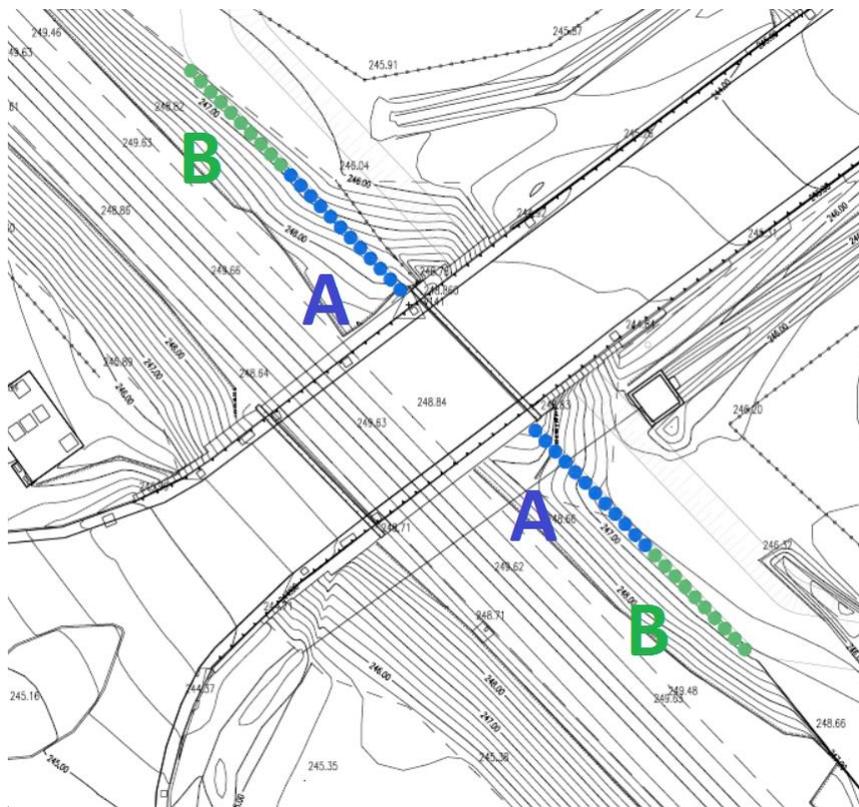


Figura 3 – Paratia provvisoria: inquadramento planimetrico

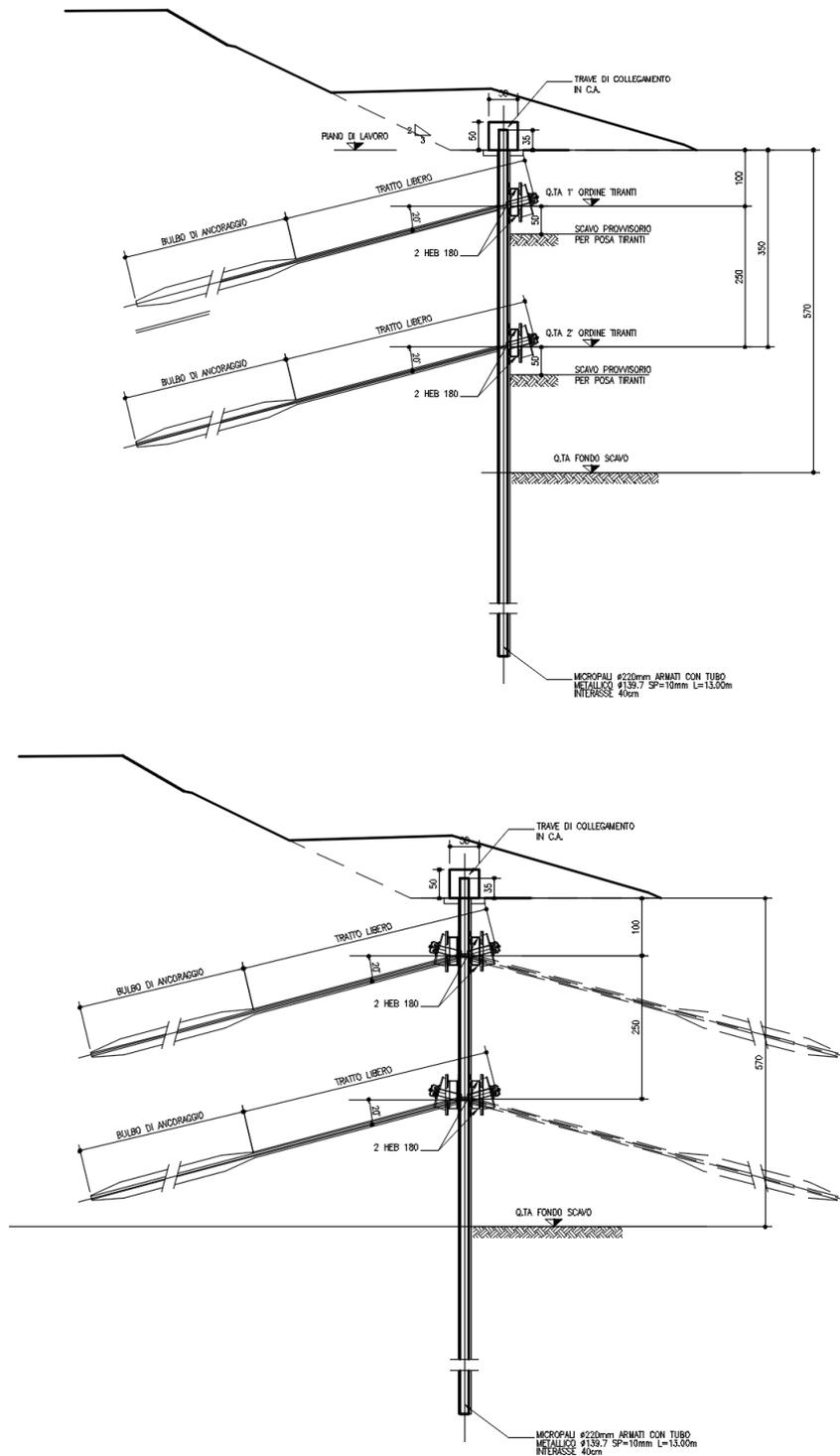


Figura 4 – Paratia provvisoria: sezione in zona A (in alto) e zona B (sezione con la massima profondità di scavo, in basso)

Nella fase successiva, dopo aver realizzato metà della spalle, si realizza un'altra paratia a lato Ovest della ferrovia, per il completamento delle spalle. Si riportano di seguito pianta e sezione della paratia:

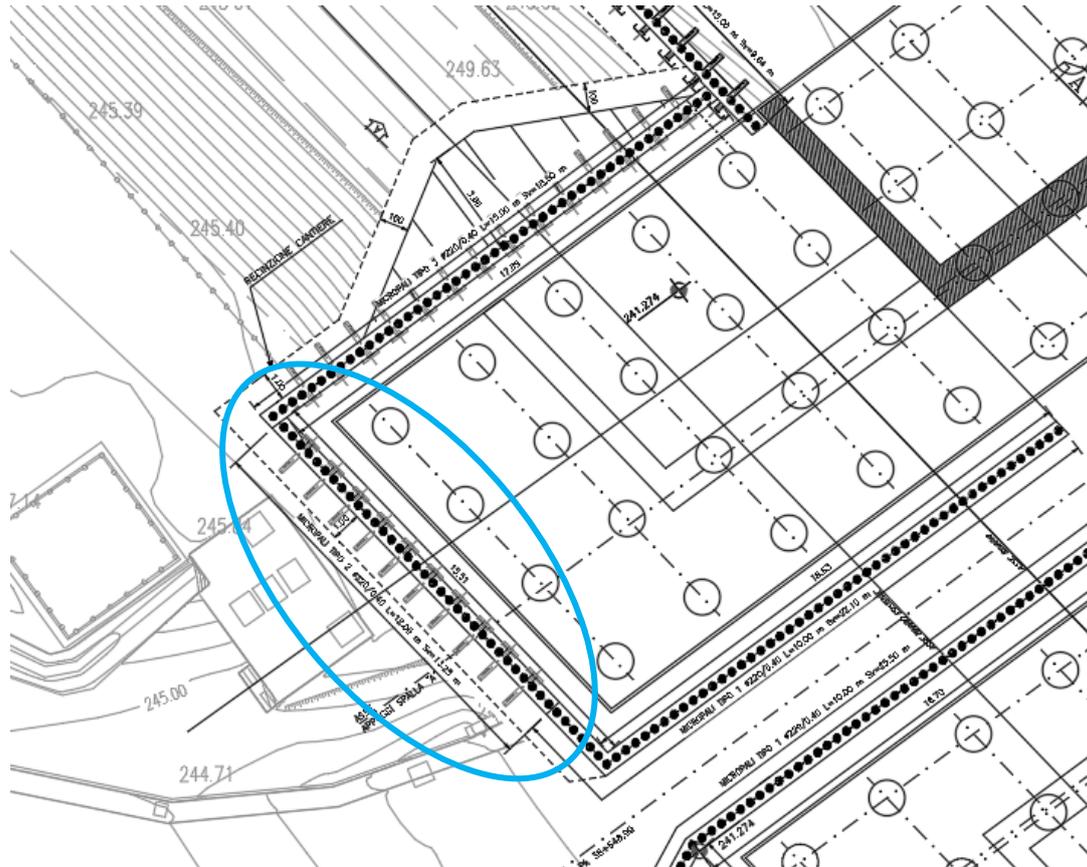


Figura 5 – Paratia provvisoria: pianta

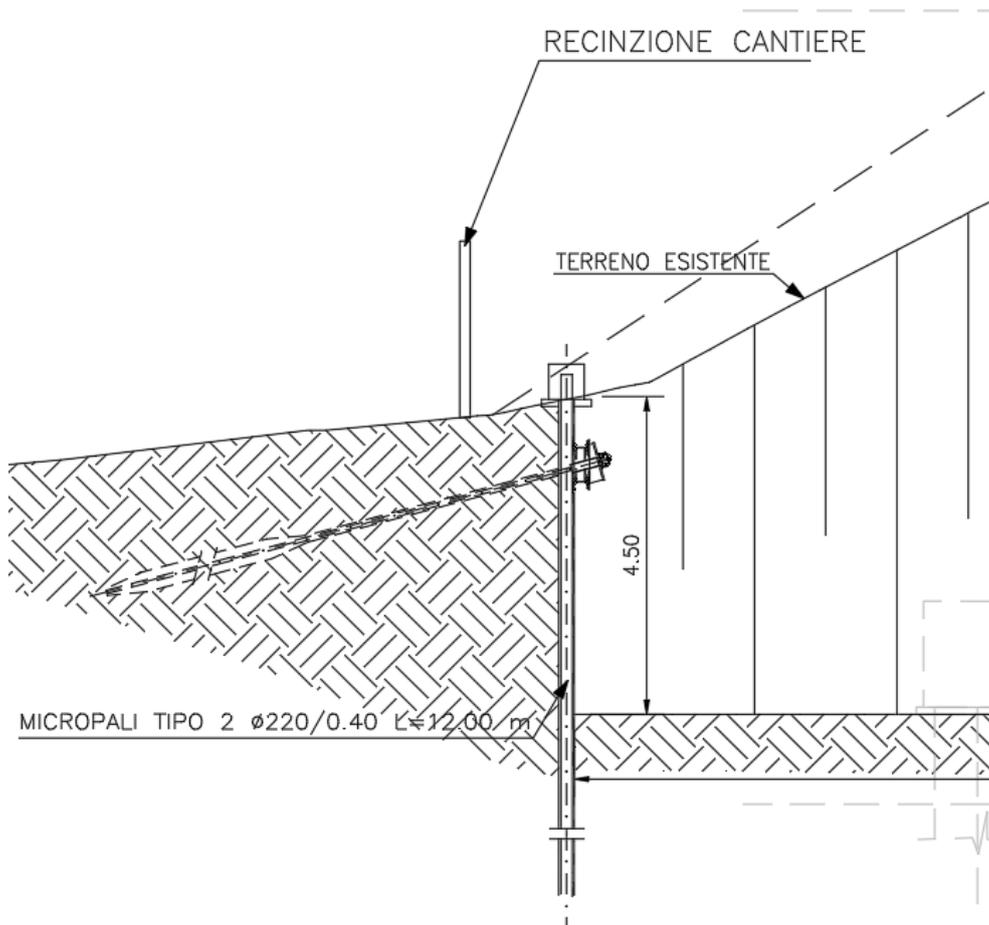


Figura 6 – Paratia provvisoria: sezione

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>10 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	10 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	10 di 166								

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Normative di riferimento

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018;
- [2] Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 2019;
- [3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- [4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria;
- [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;
- [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo;
- [8] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia;
- [9] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea.
- [10] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 Corpo Stradale”.
- [11] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili – parte II Sezione 3 – Corpo Stradale
- [12] A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, maggio 1993

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>11 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	11 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	11 di 166								

2.2 Documentazione di progetto

- [13] Relazione geotecnica generale – Progetto Definitivo Doc. NR1J00D29GEGE0005001A
- [14] VI01 Ponte ferroviario al km 38+650 - Relazione tecnica descrittiva NR1J00D29ROVI0100001A
- [15] VI01 Ponte ferroviario al km 38+650 - Planimetria di progetto NR1J00D29P8VI0100001A
- [16] VI01 Ponte ferroviario al km 38+650 - Fasi costruttive NR1J00D29BZVI0100001A
- [17] VI01 Ponte ferroviario al km 38+650 - Pianta fondazioni, pianta impalcato, prospetto e sezione longitudinale NR1J00D29PZVI0100002A

2.3 Software

- [18] ParatiePlus 18.1.0 – Ceas Srl (www.ceas.it)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 12 di 166

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Elemento strutturale: cordoli di collegamento

Peso specifico, γ_c	25,00 kN/mc
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	33 N/mm ²
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.55 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.06 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.14 N/mm ²
Modulo elastico, E_{cm}	31447 N/mm ²

3.2 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, γ_a	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
Tensione nominale di rottura, $f_{t\ nom}$	540 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk\ min}$	450 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk\ min}$	540 N/mm ²
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ min}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ max}$	1,35

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

Massimo rapporto tra i valori nominali, (fy/fy nom)k	1,25
Allungamento caratteristico sotto carico massimo, (Agt)k	7,5 %
Modulo di elasticità dell'acciaio, E	206000 N/mmq

3.3 Carpenteria metallica

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J2+N – per spessori nominali $t \leq 40$ mm

Tipo EN 10025-2 S355 K2+N – per spessori nominali $t > 40$ mm

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J0+N

Acciaio in profili a sezione cava

Tipo EN 10210-1 S355 J0H+N

modulo elastico	$E_s = 210000$ MPa
resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 510$ MPa
resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 355$ MPa
resistenza di calcolo acciaio	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 338.1$ MPa
con	$\gamma_{M0} = 1.05$

3.4 Tiranti

Tiranti permanenti classe 2 di protezione a trefoli in acciaio armonico

Trefoli	diametro nominale (pollici)	0.6"
	sezione nominale (mm ²)	139

Acciaio per tiranti in trefoli da 0.6" stabilizzati

tensione caratteristica a rottura $f_{ptk} \geq 1870 \text{ MPa}$

tensione caratteristica all'1% di deformaz. tot. $f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$

Miscela cementizia di iniezione tiranti

secondo N.T.A. – soggetto ad approvazione della D.L.

classe di resistenza minima C25/30

classe di esposizione XC2

eventuali additivi secondo N.T.A.

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La paratia provvisoria illustrata in Figura 3 avrà funzioni diverse nella zona A (Paratia A) e nella zona B (Paratia B) in considerazione delle fasi costruttive previste ed elencate di seguito:

Fase 1) COSTRUZIONE DELLE PARATIE PROVVISORIALI

Fase 2) SCAVO LATO SPALLE PER IMPALCATI 2 E 3: le paratie A e B avranno funzione di sostegno durante lo scavo; la linea ferroviaria esistente rimarrà in esercizio;

Fase 3) REALIZZAZIONE DEL NUOVO MANUFATTO – IMPALCATI 2 e 3; in questa fase la posa del materiale di riempimento renderà trascurabile il contributo stabilizzante delle berlinesi;

Fase 4) SCAVO LATO SPALLE IMPALCATO 1: scavo del rilevato esistente e contestuale demolizione della Paratia A (il nuovo rilevato sarà sostenuto da un muro in c.a. parte della spalla del ponte); la Paratia B in questa fase dovrà sostenere il nuovo rilevato e consentire lo scavo dal lato opposto rispetto a quello descritto in Fase 2); la nuova linea ferroviaria sarà considerata attiva;

Fase 5) REALIZZAZIONE DEL NUOVO MANUFATTO – IMPALCATO 1

Per maggiori dettagli sulle fasi costruttive si faccia riferimento all'elaborato di progetto dedicato (Doc. rif. [16]).

Nel complesso l'opera sarà costituita da una berlinese multi-tirantata avente le caratteristiche rappresentate in Figura 4. Trattasi di una fila di micropali con interasse pari a 0.4 m e realizzati con perforazioni del diametro di 220 mm fino alla profondità di 15 m ed iniezioni a gravità. Saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 139.7 mm e spessore di 10 mm. Il sistema di ancoraggio provvisorio sarà costituito da tre ordini di tiranti attivi a tre trefoli in acciaio armonico del diametro di 0.6", alloggiati in perforazioni sub-orizzontali del diametro di 160 mm, inclinate di 20° sull'orizzontale e di lunghezza compresa tra 16 m e 17 m. I tiranti avranno un passo di 1.2 m, un pretiro di 90-120 kN e saranno realizzati con iniezione globale unica (IGU).

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>16 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	16 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	16 di 166								

La paratia provvisoria illustrata in Figura 5 e 6 è costituita da una berlinese tirantata. Trattasi di una fila di micropali con interasse pari a 0.4 m e realizzati con perforazioni del diametro di 220 mm fino alla profondità di 15 m ed iniezioni a gravità. Saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 139.7 mm e spessore di 10 mm. Il sistema di ancoraggio provvisorio sarà costituito da un ordine di tiranti attivi a tre trefoli in acciaio armonico del diametro di 0.6", alloggiati in perforazioni sub-orizzontali del diametro di 160 mm, inclinate di 20° sull'orizzontale e di lunghezza 16 m. I tiranti avranno un passo di 1.2 m, un pretiro di 90kN e saranno realizzati con iniezione globale unica (IGU).

Nei seguenti capitoli si descrivono in dettaglio il calcolo e la verifica delle opere in oggetto.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI

Il modello geotecnico è stato definito sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale (Doc. rif. [13]). In base ai dati a disposizione, sono stati scelti dei valori cautelativi per i parametri di calcolo.

In particolare, per l'opera in esame si è fatto riferimento al modello geotecnico individuato per la macro-area compresa tra pk 38+000 e 39+150 e descritto in dettaglio nella Relazione Geotecnica. Nella Tabella 1 si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto.

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

Modello 9a - Da pk 38+000 alla pk 39+150

Unità Geotecnica	Descrizione	z iniz (m)	z fin (m)	spessore (m)	z media (m da p.c.)	Peso di volume (kN/m ³)	Tipo di terreno	Densità relativa (%)	Angolo di resistenza al taglio picco ϕ' (°)
P1	Depositi superficiali zona Lago Morto	0	4	4	2	17	GF/GG	30-40	26
U1a	Limo sabbioso debolmente argilloso	4	8	4	2	17	GF/GG	50-60	28
U3b	PVS-Depositi vulcanici -Sabbia limosa addensata con presenza di ghiaia e litici vulcanici	8	30	22	11	17	GG	60-70	32

Angolo di resistenza al taglio a volume costante ϕ'_{cv} (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Modulo elastico Eop,1 (MPa)	Modulo elastico Eop,2 (MPa)	Modulo edometrico M (MPa)	Modulo non drenato Eu (MPa)
25	10	40	18	36	25	36
24.5	10	60	26	52	40	54
27	5	-	35	70	50	-

Dalle misure freatimetriche effettuate, la quota di falda risulta essere ad elevate profondità e non interferente con il volume significativo.

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 18 di 166

6. ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO

6.1 Azioni permanenti

6.1.1 Peso proprio

Per la tipologia di modello di calcolo adottato l'effetto del peso proprio della berlinese non entra in gioco nelle valutazioni dello stato di sforzo agente.

6.1.2 Spinta delle terre

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_A e il coefficiente di spinta passiva K_P .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_{0NC}(\text{OCR})^m$$

dove

$$K_{0NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($\text{OCR}=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di m per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

$$K_A = \tan^2(45^\circ - \phi'/2)$$

$$K_P = \tan^2(45^\circ + \phi'/2)$$

Attraverso valori opportuni di K_A e K_P si tiene conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948).

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'h = K_A \sigma'v - 2c'K_A^{0.5}$$

$$\sigma'h = K_P \sigma'v + 2c'K_P^{0.5}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione drenata del terreno.

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

$$k = E / L$$

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

$$K = E \Delta / L$$

Il valore di Δ 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):

$$L_A = 2/3 l_A \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = 2/3 l_P \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 20 di 166

dove e sono rispettivamente:

$$l_A = \min[l; 2H]$$

$$l_P = \min[l-H; H]$$

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.

Il parametro E dipende dalla storia tensionale del sito nonché dall'incremento locale dello stato tensionale come illustrato in Becci e Nova (1987).

Il modulo E può essere considerato dipendente dalla pressione media $p = (\sigma'_v + \sigma'_h)/2$ secondo la legge

$$E = R(p/p_a)^n$$

in cui p_a è la pressione atmosferica mentre R e n sono quantità determinabili sperimentalmente. E' ovvio che ponendo $n=0$ si può considerare il caso di modulo costante, mentre se n è posto pari a 1, si ha il caso, tipico delle argille normalconsolidate, in cui il modulo varia linearmente con la profondità. Nelle nostre analisi si è posto $n=0$.

Il valore R è in genere diverso in condizioni di carico vergine o di scarico-ricarico. Valori indicativi di R e n sono dati da Janbu (1963). La variabilità di questi parametri è grandissima. Per una sabbia n può variare tra 0.2 e 1.0 e R tra 8 e 200 MPa. Per un'argilla normalmente consolidata $n \sim 1$. I valori di R per argille italiane possono essere dedotti da Jamiolkowski et al. (1979).

Si noti inoltre che, poiché lo stato tensionale iniziale vergine non è isotropo, la rigidezza del terreno in condizioni di carico vergine è minore di quella che si può misurare in prove triassiali drenate isotropicamente consolidate.

Nel caso in cui $n=0$, il valore del modulo R in condizioni di carico vergine può essere considerato identico al valore del modulo elastico inteso tradizionalmente. Per una correlazione con i risultati delle più comuni prove in sito si veda ad esempio Bowles (1988).

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>21 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	21 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	21 di 166								

Il modulo di scarico-ricarico è da 3 a 10 volte maggiore nel caso di argille, mentre e in genere da 1.5 a 3 volte più grande nel caso di sabbie. Nel caso specifico si è comunque scelto di mantenerlo uguale a quello di carico vergine.

6.1.2.1 Profondità massima di scavo

Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, il modello geometrico di riferimento deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. In particolare, secondo le indicazioni delle NTC, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10 % della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0,5 m.

6.1.3 Sovraccarico permanente

A monte della struttura di sostegno viene considerato agente il sovraccarico permanente così valutato:

$$\text{Ballast + Armamento} \quad 0.80 \text{ (m)} * 18 \text{ (kN/m}^3\text{)} = 14.4 \text{ kN/m}^2$$

6.1.4 Pretensione degli ancoraggi

Rappresenta un'azione permanente favorevole e dovrà essere valutata nelle diverse fasi di scavo.

6.2 Sovraccarichi accidentali

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW2.

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

Coefficiente di adattamento α

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la Tabella 2 con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea:

Tabella 2 - Valore minimo di α secondo la categoria di linea (STI)

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa (α)
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la Tabella 3 attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale:

Tabella 3 - Tipo di traffico / categoria di linea (STI)

Categorie di linea STI		Tipo di traffico		
		Traffico passeggeri (P)	Traffico merci (F)	Traffico misto (M)
Tipo di linea	Nuova linea TEN fondamentale (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Linea TEN fondamentale ristrutturata (V)	V-P	V-F	V-M
	Altra nuova linea TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Altra linea TEN ristrutturata (VII)	VII-P	VII-F	VII-M

Treno di carico LM71

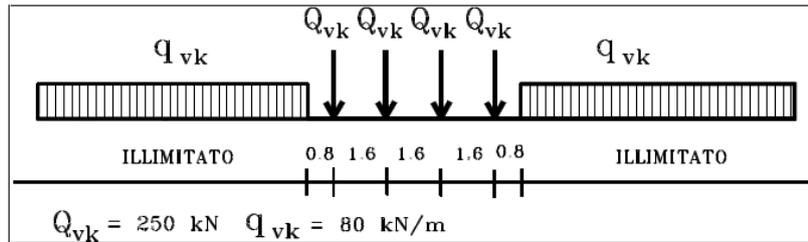


Figura 7 - Treno di carico teorico LM71

E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1,60 m:

$$q_{\text{equivalente}} = 4 \cdot 250 / 6,40 = 156,25 \text{ KN/m.}$$

Larghezza di diffusione in direzione trasversale è pari a 3,00 m

$$Q_{vk} = 4 \cdot 250 / (6,40 \cdot 3,00) = 52,08 \text{ KPa}$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \cdot \alpha \cdot \varphi = 52,80 \cdot 1,10 = \mathbf{57,28 \text{ KPa}}$$

$$q_{vk} = 80 / 3,00 = 26,66 \text{ KPa}$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \cdot \alpha \cdot \varphi = 26,66 \cdot 1,10 = \mathbf{29,33 \text{ KPa}}$$

Treno di carico SW2

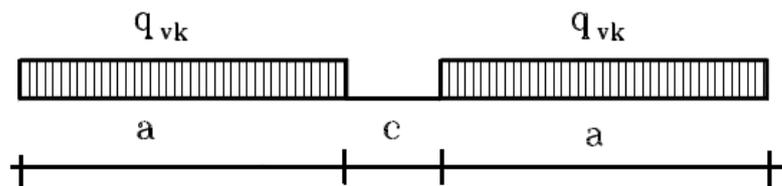


Figura 8 - Treno di carico teorico SW/2

$$q_{\text{equivalente}} = 150 / 3,00 = 50,00 \text{ KPa}$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \cdot \alpha \cdot \varphi = 50,00 \text{ KPa} \cdot 1,10 \cdot 1,00 = \mathbf{55,00 \text{ KPa}}$$



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	24 di 166

Ai fini del dimensionamento dell'opera di sostegno provvisoria si considera il treno **LM71** in quanto presenta un valore maggiore del carico verticale rispetto al treno SW/2.

Per la paratia lato Ovest, essendo presente a monte un piazzale, si applicherà invece un carico di **20,00 KPa**.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

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

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2018 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>26 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	26 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	26 di 166								

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono da effettuarsi applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- Combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO);

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle ed R1 pari ad 1.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- raggiungimento della resistenza massima allo sfilamento dei tiranti;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Per quest'ultimo meccanismo, la verifica deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.1 in condizioni statiche ed a 1.2 in condizioni sismiche:

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

Tabella 4 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tabella 5 - Coefficienti di combinazione delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g_{r1}	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g_{r2}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g_{r3}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_{r4}	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 6 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>29 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	29 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	29 di 166								

8. METODO DI ANALISI

8.1 Modellazione numerica

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE (versione 19.0.1) prodotto dalla “CeAs” – Milano – ITA. Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e delle azioni concentrate offerte dalla eventuale tirantatura sono stati esaminati con l’ausilio del programma di calcolo per l’analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l’accento sull’aspetto dell’interazione “locale” fra parete e terreno.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l’effettivo comportamento dell’opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

Analisi classica = viene eseguita una analisi all’equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un’analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall’Utente.

Analisi non lineare secondo un modello “a molle” elasto plastiche” per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- Si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- La parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 30 di 166

- Il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- Si adotta un valore dell'angolo di attrito terreno paratia, (δ), pari a $0.5 \phi'$. In sismica tale valore è nullo;
- i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.

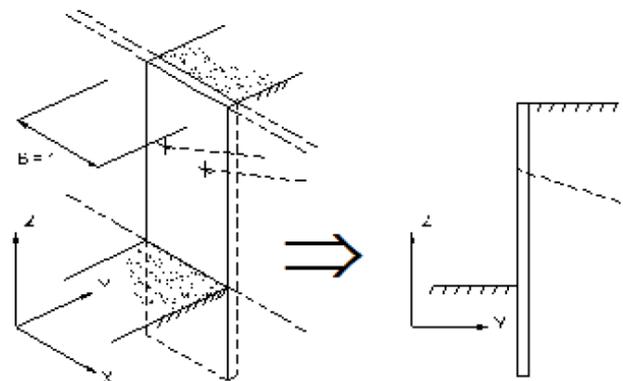


Figura 9 – Schema di modellazione piana effettuata per mezzo del software PARATIE

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico". Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

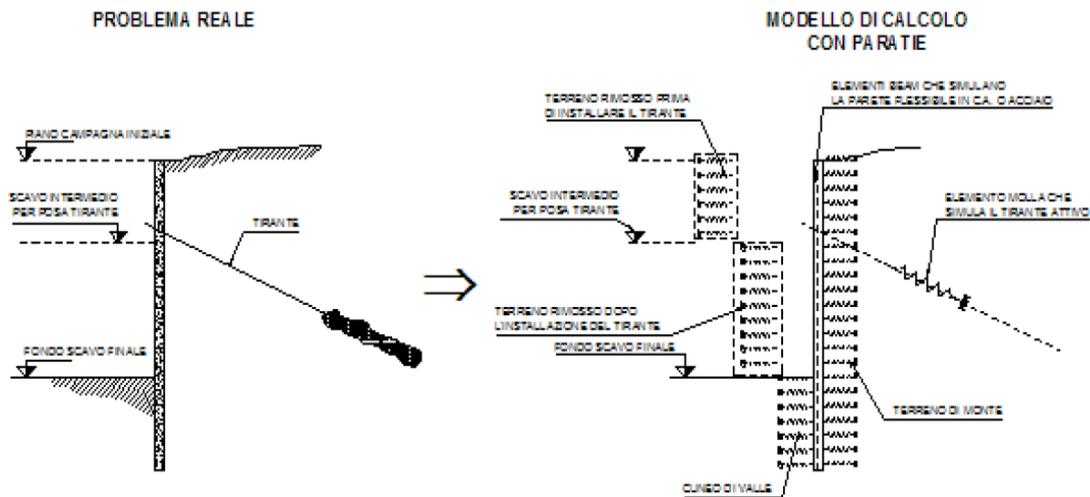


Figura 10 – Trave su suolo elastico: modellazione numerica della paratia e dei vincoli

Il limite di questo schema sta nell’ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una “molla”, abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l’interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidità K della “molla” viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$

dove

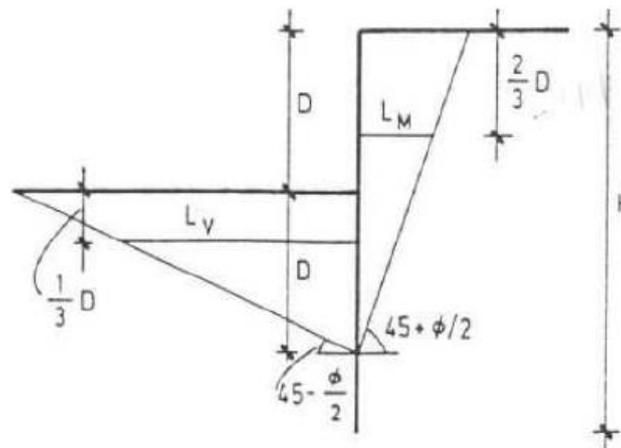
a è un fattore di scala posto pari a 1;

E_s è il modulo di Young del terreno;

t è l’interasse della molla;

L è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro (v. capitolo 6.1.2).

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di L_M e L_V .



La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

Ne consegue che con questo strumento non possono essere valutati:

- cedimenti o innalzamenti verticali del terreno in vicinanza dello scavo;

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 33 di 166

- condizioni di stabilità generale del complesso parete+terreno+tiranti.

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

8.2 Descrizione opera e modello di calcolo

Come descritto nel capitolo 4, la paratia avrà funzioni diverse nella zona A e nella zona B per tenere conto delle fasi costruttive previste.

Per quanto riguarda la Paratia B (zona B), la profondità massima di scavo ed i carichi agenti lato impalcato 2 e 3 (v. Fase 2, cap. 4) saranno gli stessi di quelli che caratterizzeranno la rimozione di materiale lato impalcato 1 (v. Fase 4, cap. 4). Quindi, ai fini del calcolo tali fasi possono ritenersi equivalenti.

Inoltre, come illustrato negli elaborati grafici di progetto (Doc. rif. [16] e [17]), la profondità massima di scavo della Paratia B sarà circa pari a quella della Paratia A. Pertanto, il dimensionamento delle due paratie (A e B) è stato effettuato assumendo cautelativamente un'unica sezione di calcolo caratterizzata dalla massima profondità di scavo.

Il modello di calcolo è rappresentato in Figura 11 ed è costituito da una berlinese multi-tirantata.

I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 mm e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220 mm, lunghezza di 15 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

I tiranti sono del tipo a trefoli e disposti su 2 ordini, alle quote di -1.00 m e -3.50 m da testa trave; essi hanno le seguenti caratteristiche:

1° ordine

numero di trefoli: 3

lunghezza: 16m

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.20m

pretensione: 90 kN

2° ordine

numero di trefoli: 3

lunghezza: 17m

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.20m

pretensione: 120 kN

Come trave di ripartizione dei tiranti sono in progetto N° 2 travi HEB 180.

	Terreni	c' [kPa]	φ' [°]
	P1 Sabbia / Ghiaia	10	28
	U1a Sabbia / Ghiaia	10	28
	U3b Sabbia / Ghiaia	5	32

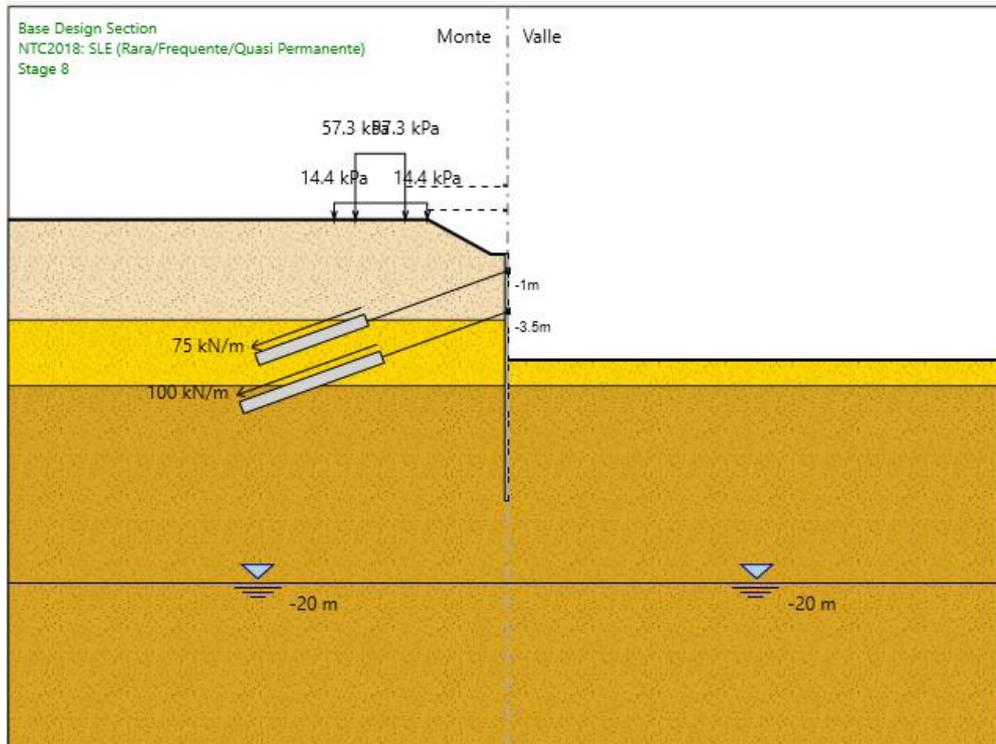


Figura 11 – Modello di calcolo: massima profondità di scavo

Il modello di calcolo della paratia lato Ovest è rappresentato nella figura successiva ed è costituito da una berlinese tirantata. I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 mm e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220 mm, lunghezza di 12 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

I tiranti sono del tipo a trefoli e disposti su 1 ordine, alla quota di -1.00 m da testa trave; essi hanno le seguenti caratteristiche:

- numero di trefoli: 3
- lunghezza: 16m
- inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale
- diametro di perforazione: 160mm

- interasse orizzontale: 1.20m
- pretensione: 90 kN

Come trave di ripartizione dei tiranti sono in progetto N° 2 travi HEB 180.

	Terreni	c' [kPa]	ϕ' [°]
	P1 Sabbia / Ghiaia	10	28
	U1a Sabbia / Ghiaia	10	28
	U3b Sabbia / Ghiaia	5	32

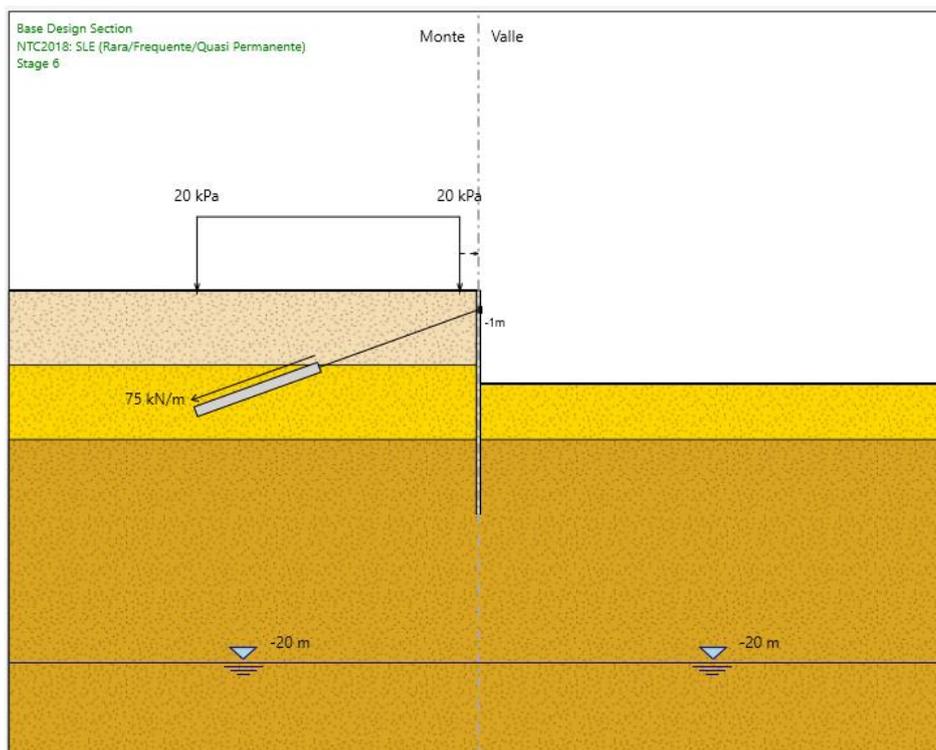


Figura 12 – Modello di calcolo: massima profondità di scavo

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>37 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	37 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	37 di 166								

8.3 Fasi di costruzione

Il calcolo numerico è effettuato per fasi, al fine di consentire la valutazione delle azioni sulla paratia nelle differenti stadi di costruzione e di consentire la convergenza della soluzione. Nel seguito si riassumono le fasi di calcolo considerate nell'analisi.

8.3.1 Paratia A-B

FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: +0 m

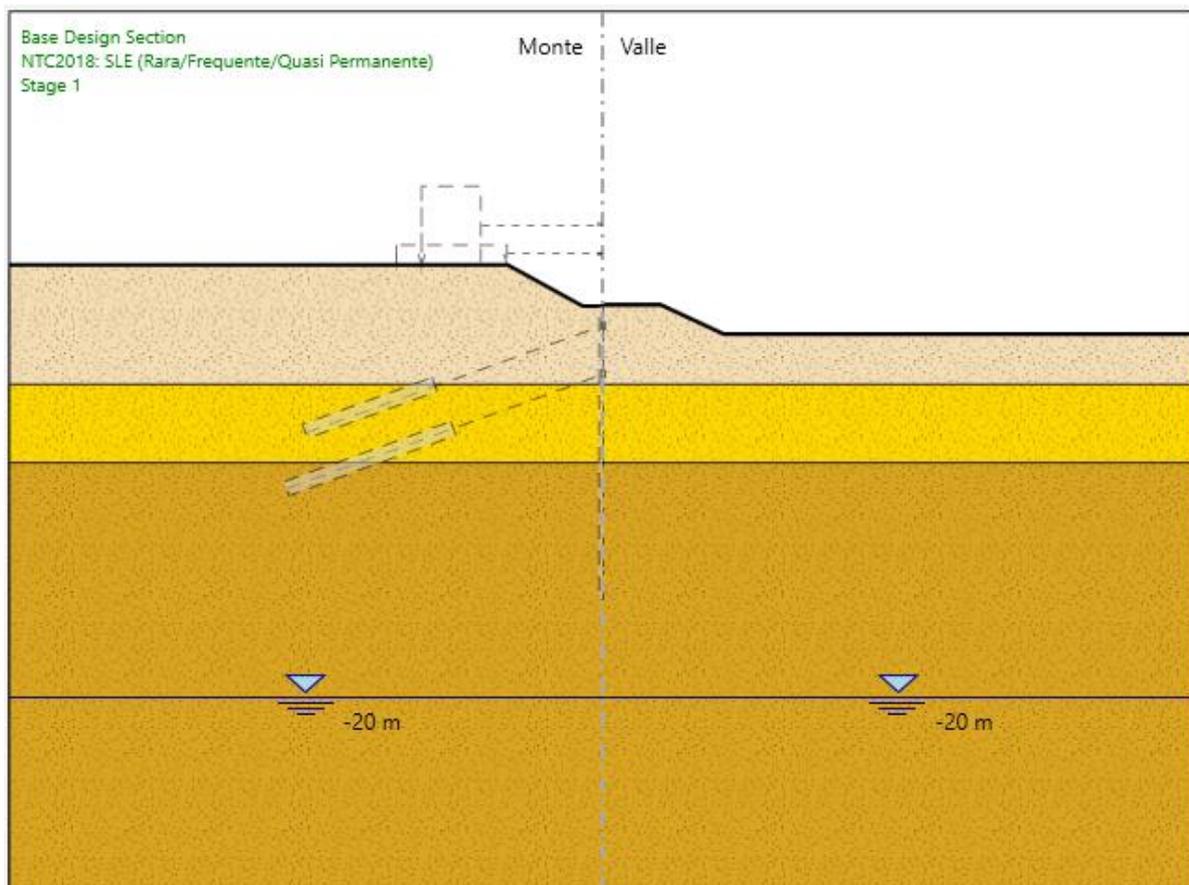


Figura 13 – Stage 1

FASE 2 – REALIZZAZIONE PARATIA

Paratia: Micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: +0 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

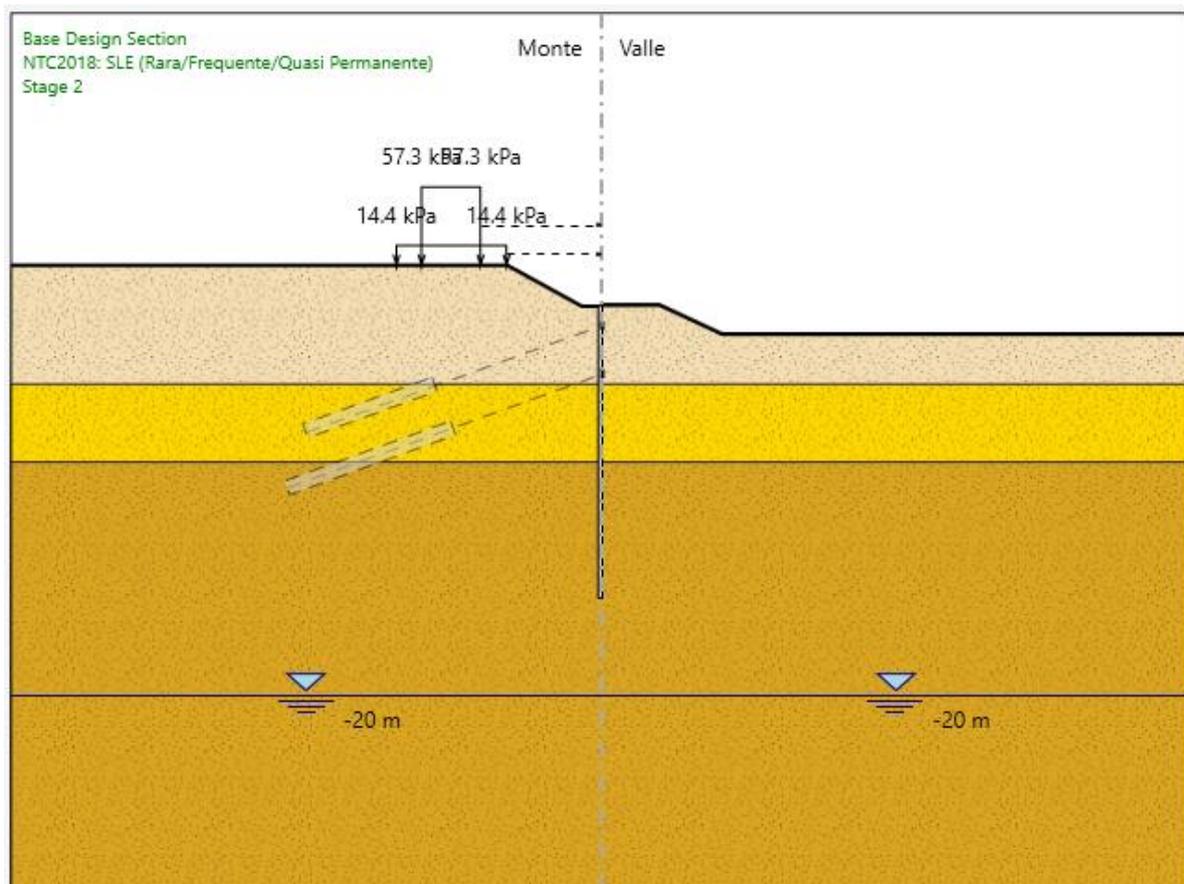


Figura 14 – Stage 2

FASE 3 – SCAVO -1.5m

Paratia: micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -1.5 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

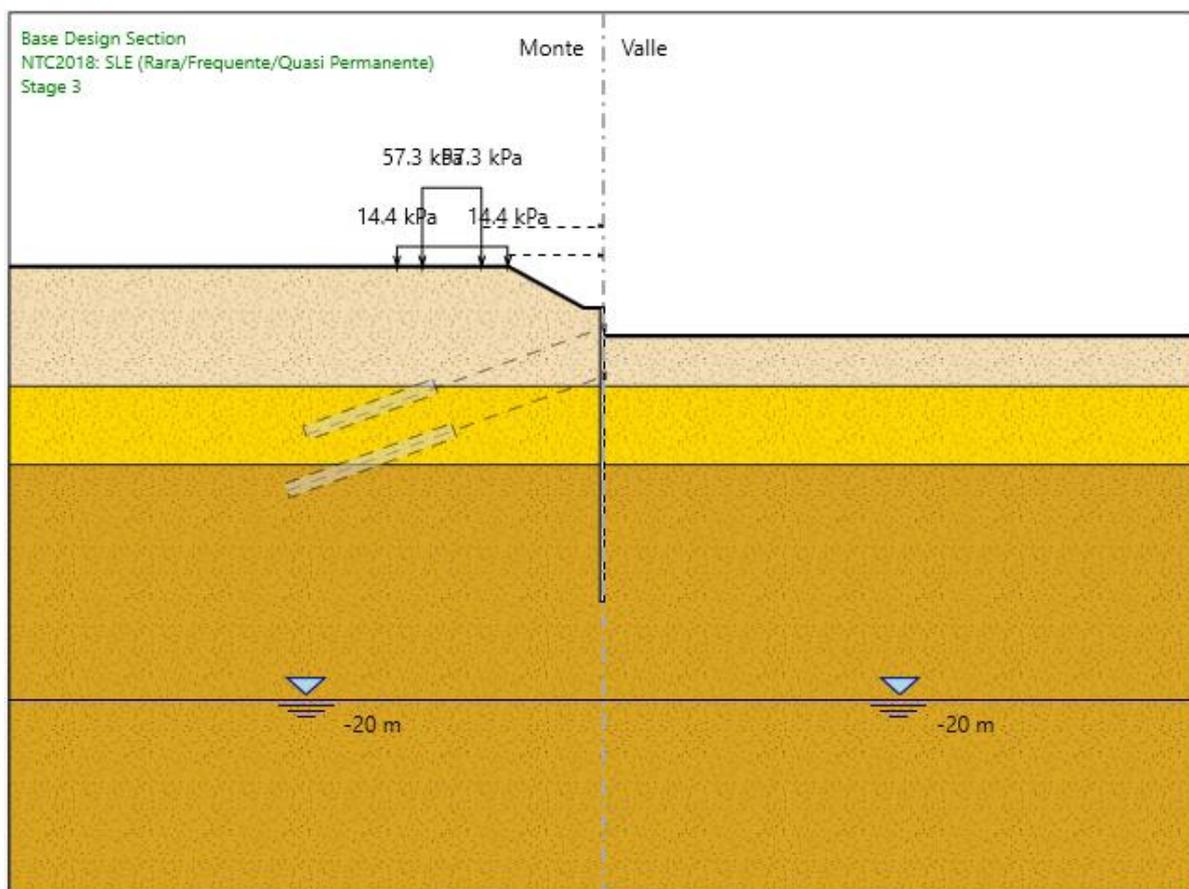


Figura 15 – Stage 3

FASE 4 – 1° ORDINE TIRANTI

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m)

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -1.5 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

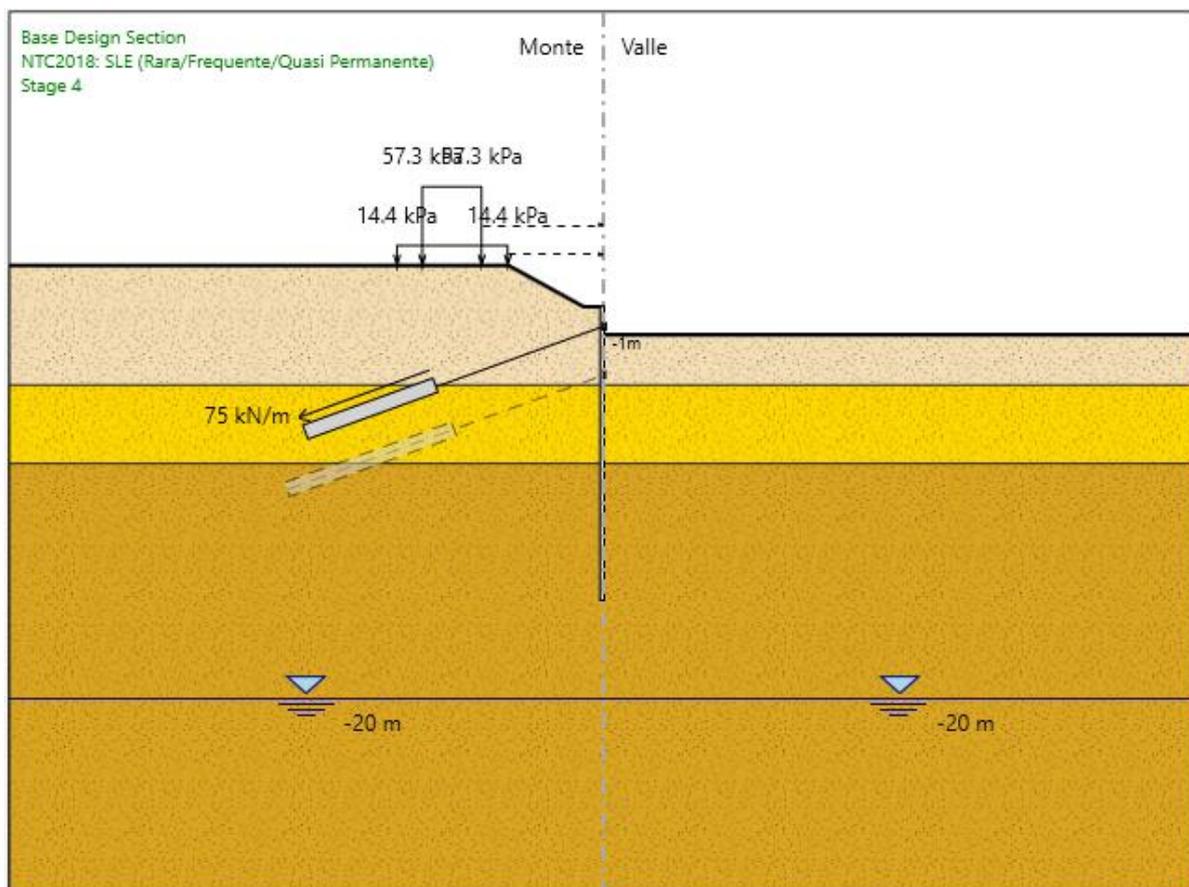


Figura 16 – Step 4

FASE 5 – SCAVO -4m

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m)

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -4.0 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

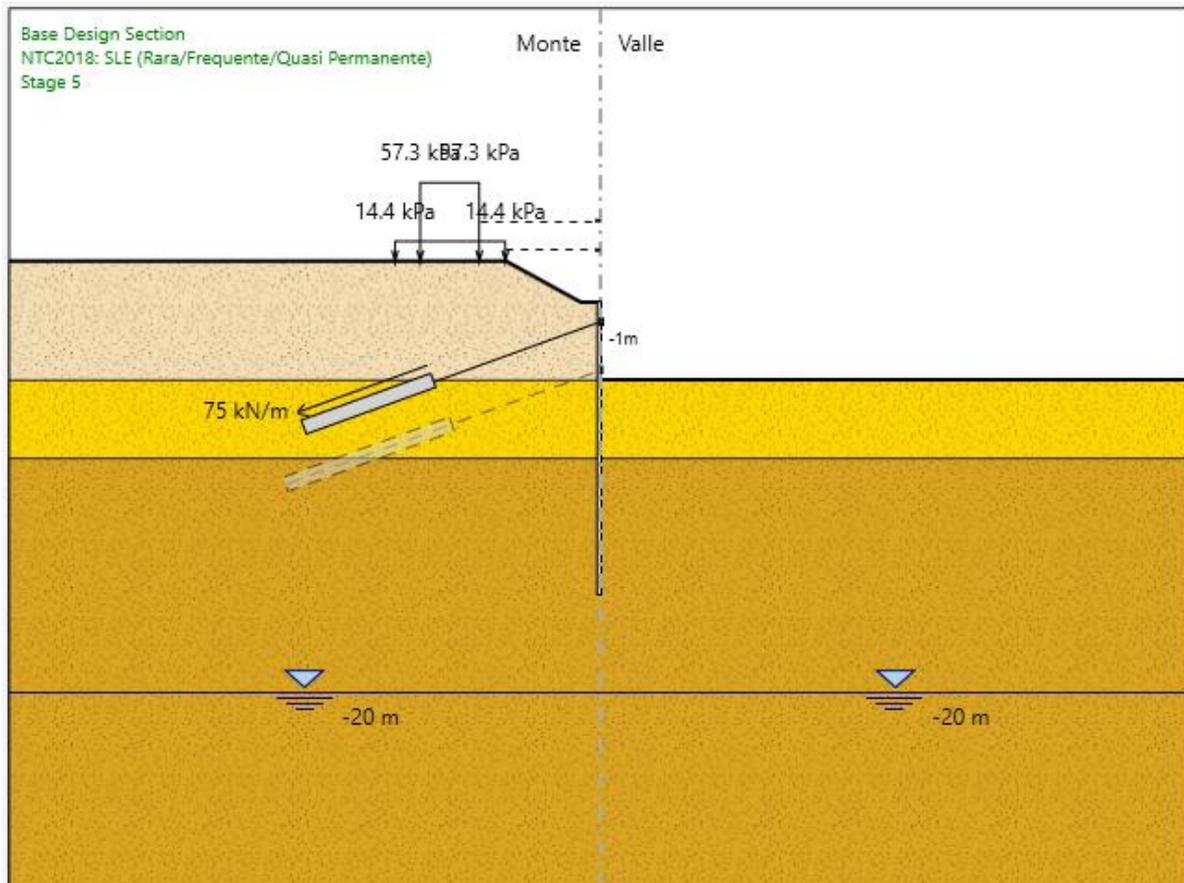


Figura 17 – Stage 5

FASE 6 – 2° ORDINE TIRANTI

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m), 2°ordine (z=-3.5m)

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -4 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

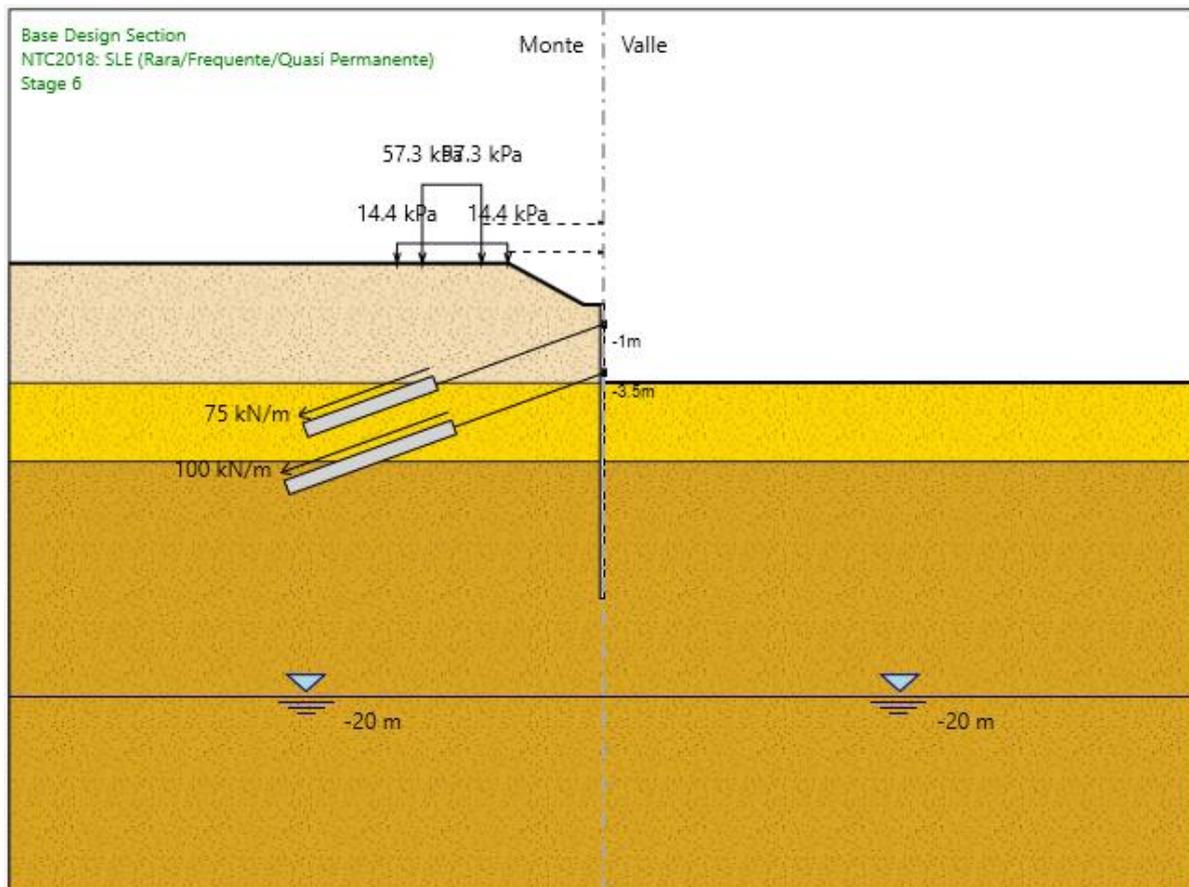


Figura 18 – Step 6

FASE 7 – FONDO SCAVO -5.85m

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m), 2°ordine (z=-3.5m)

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -5.85 m

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

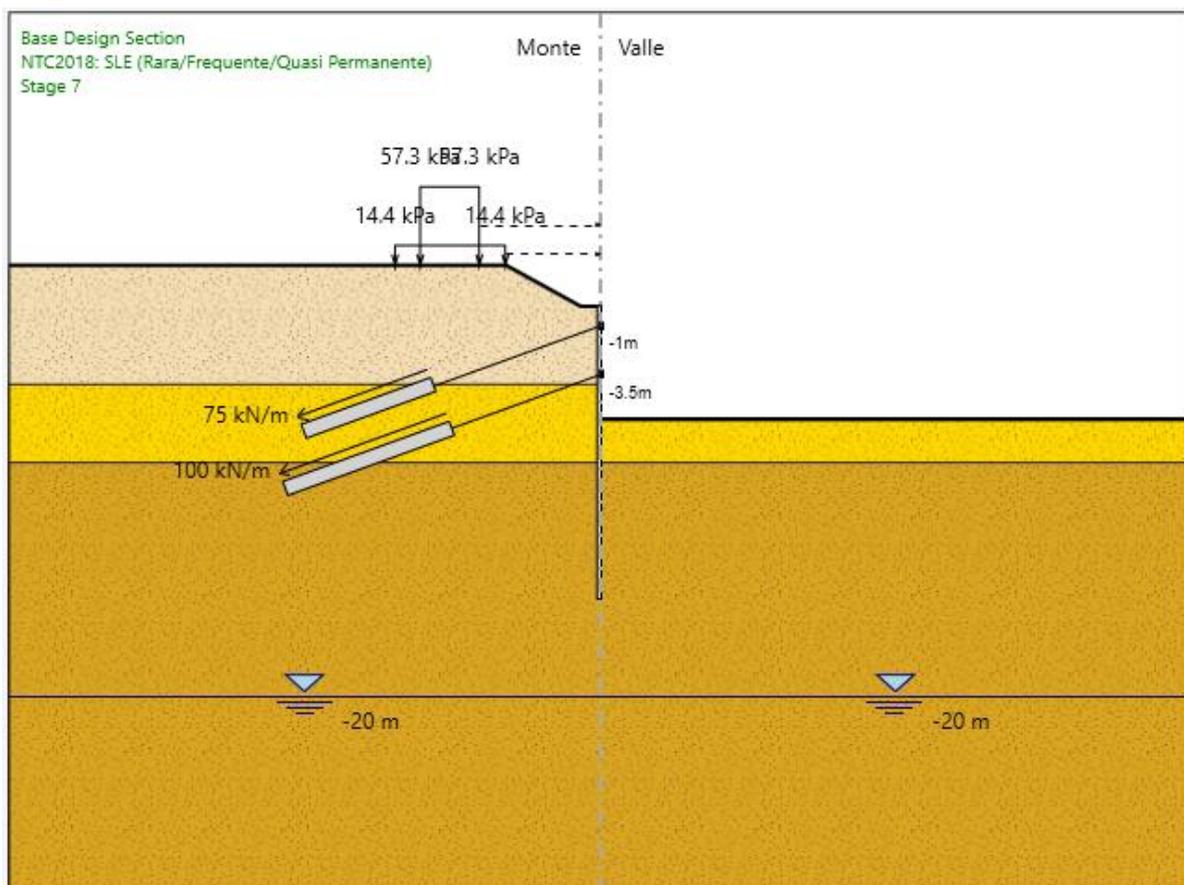


Figura 19 – Step 7

FASE 8 – SOVRASCAVO (v. cap. 6.1.2.1)

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m), 2°ordine (z=-3.5m)

Quota terreno lato monte: +2.1 m

Quota terreno lato valle: -6.44 m (=5.85m*1.1)

Sovraccarico = permanente 14.4kPa (ballast+armamento) + variabile 57.3 kPa (traffico ferroviario).

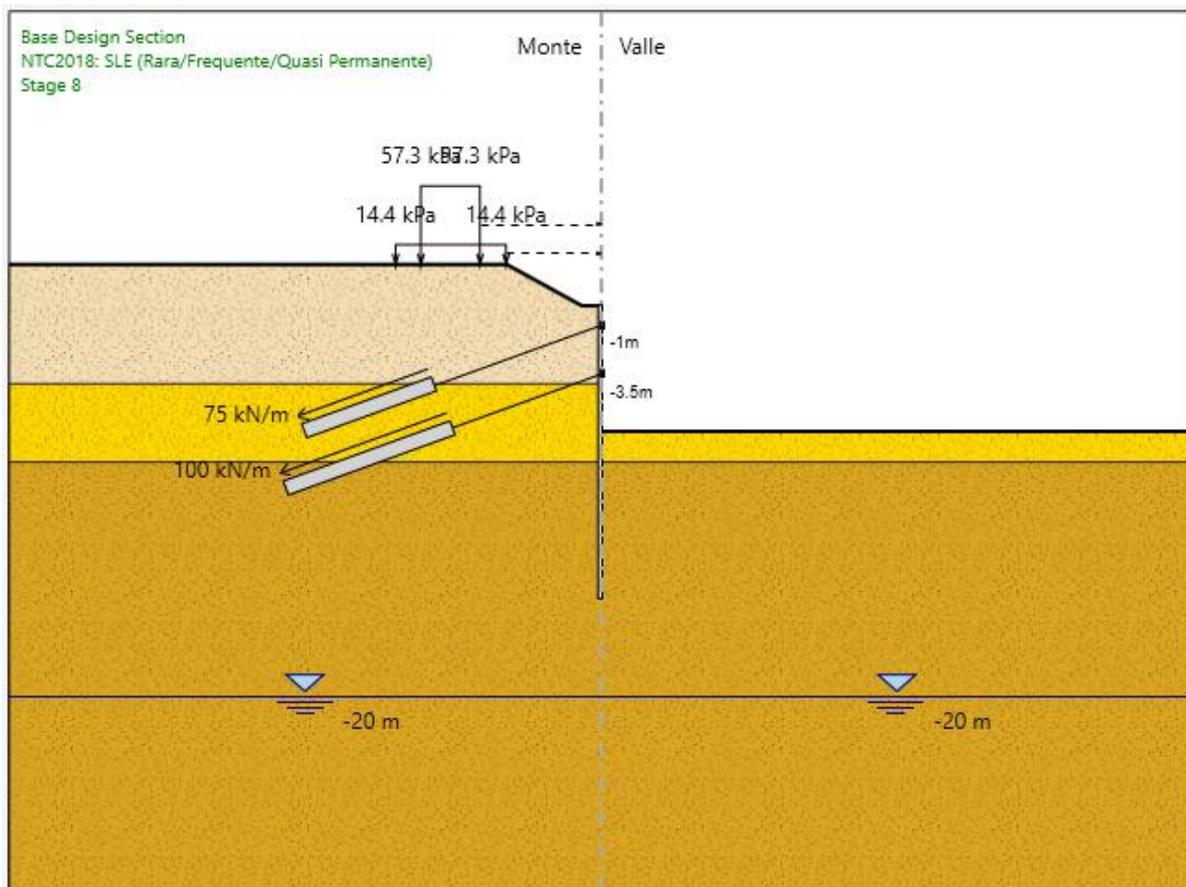


Figura 20 – Step 8

8.3.2 Paratia lato Ovest

FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: +0 m

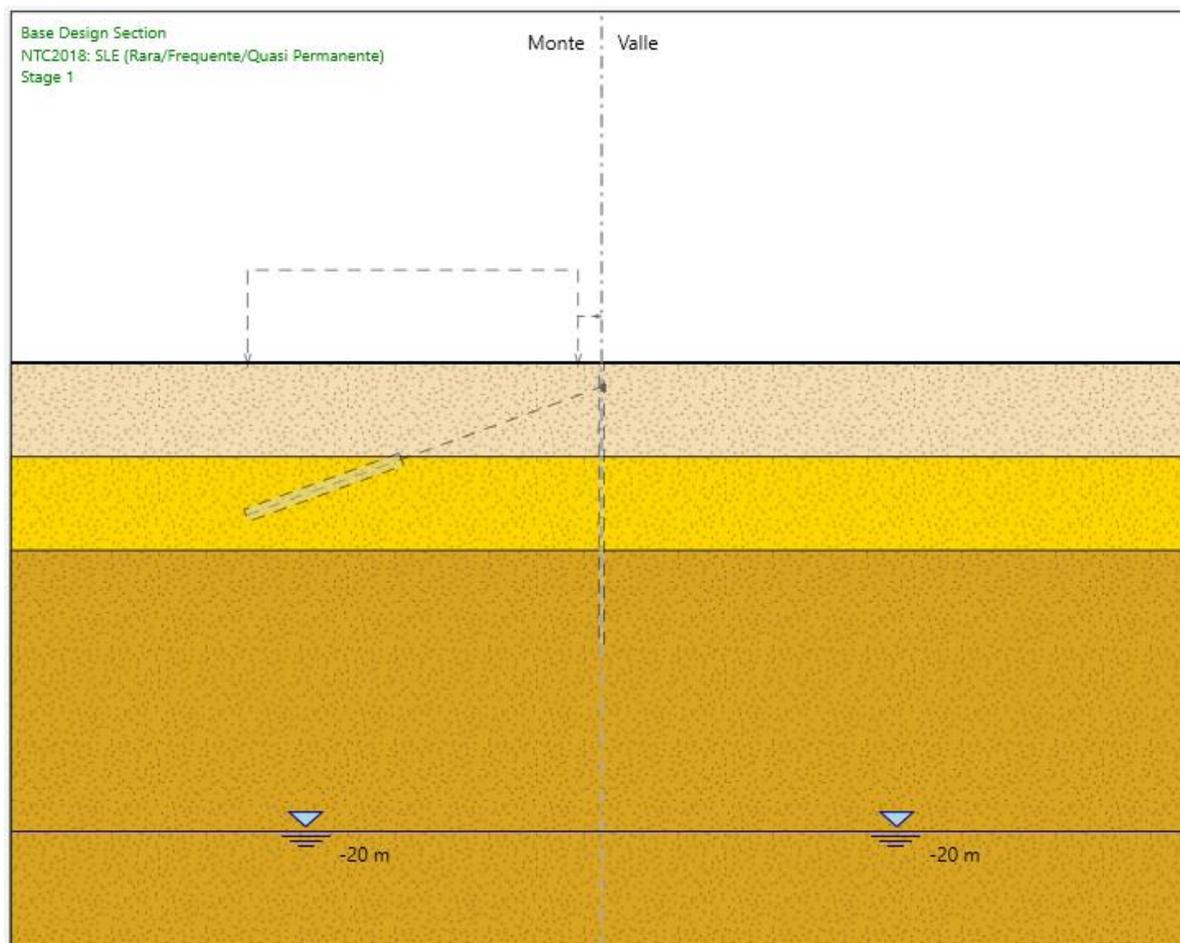


Figura 21 – Stage 1

FASE 2 – REALIZZAZIONE PARATIA

Paratia: Micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: +0 m

Sovraccarico = variabile 20 kPa (traffico stradale).

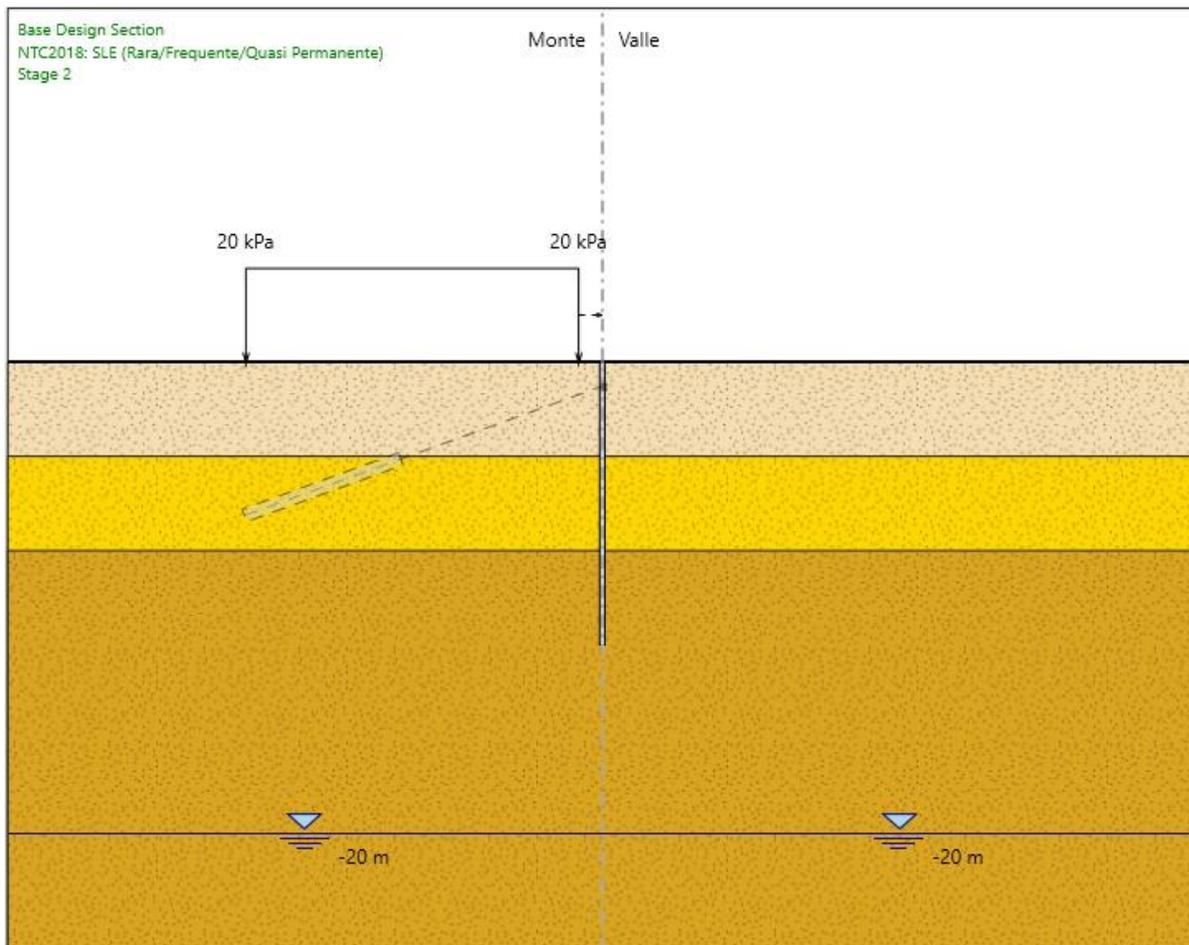


Figura 22 – Stage 2

FASE 3 – SCAVO -1.5m

Paratia: micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: -1.5 m

Sovraccarico = variabile 20 kPa (traffico stradale).

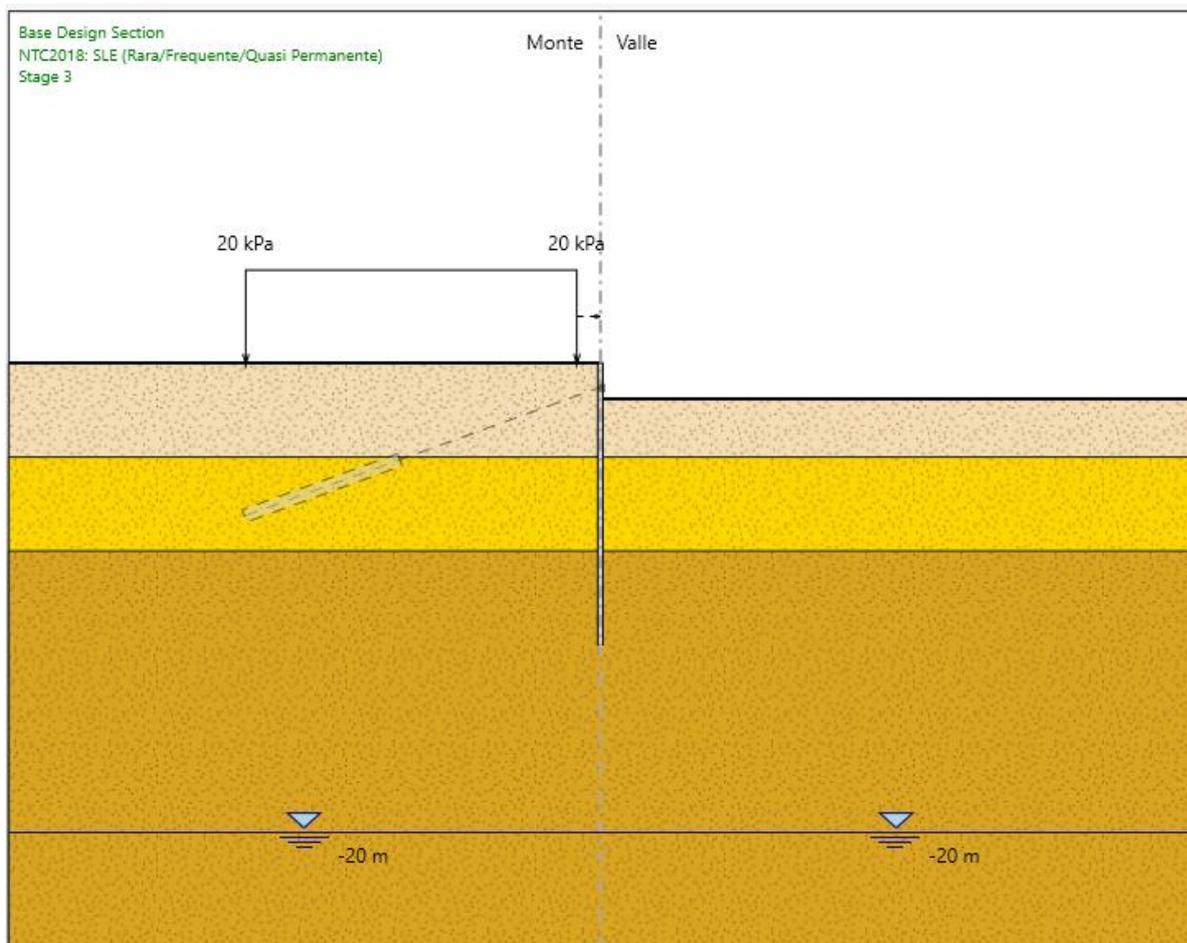


Figura 23 – Stage 3

FASE 4 – 1° ORDINE TIRANTI

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m)

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: -1.5 m

Sovraccarico = variabile 20 kPa (traffico stradale).

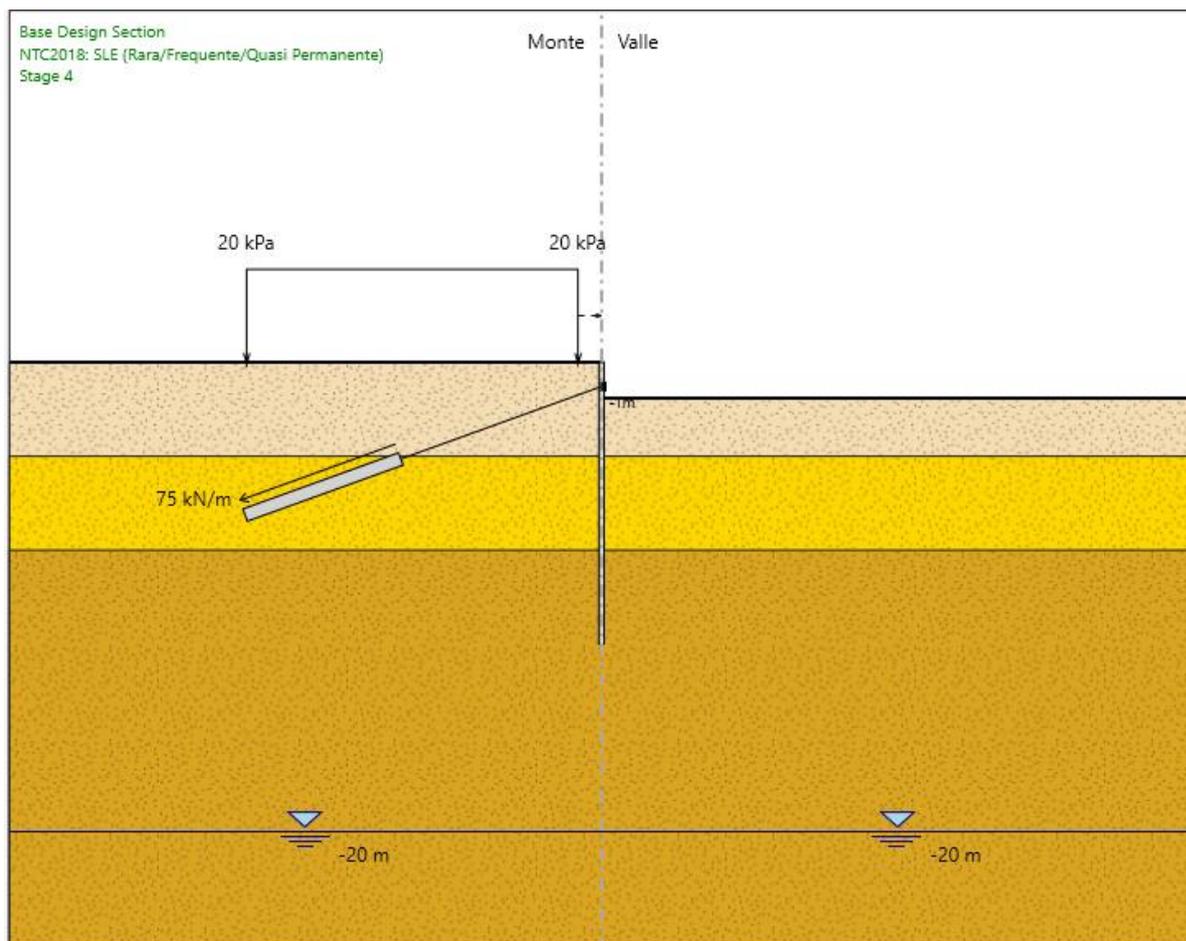


Figura 24 – Step 4

FASE 5 – SCAVO -4.5m

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m)

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: -4.5 m

Sovraccarico = variabile 20 kPa (traffico stradale).

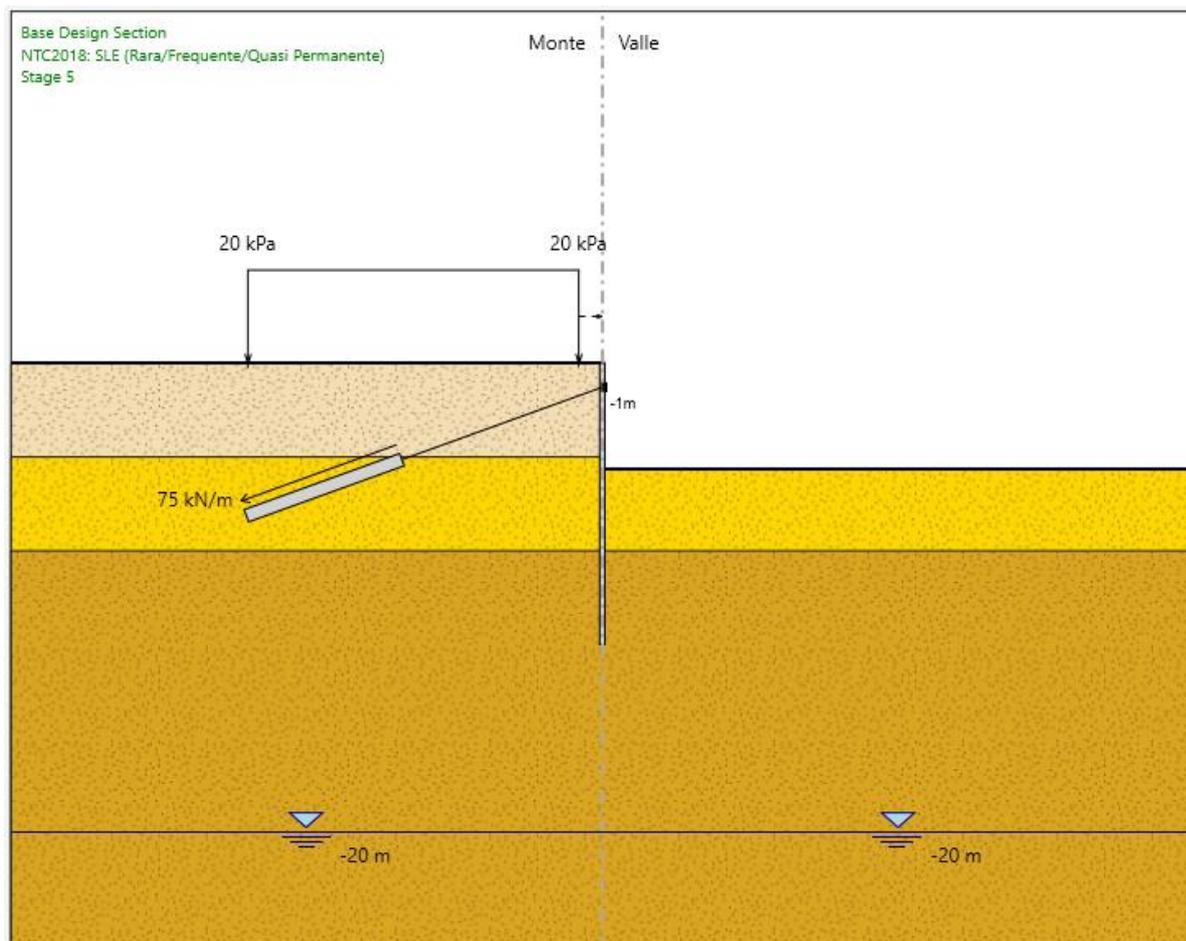


Figura 25 – Stage 5

FASE 6 – SOVRASCAVO (v. cap. 6.1.2.1)

Paratia: micropali

Ancoraggio: 1° ordine (z=-1.0m)

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: -5.0 m (=4.5m*1.1)

Sovraccarico = variabile 20 kPa (traffico stradale).

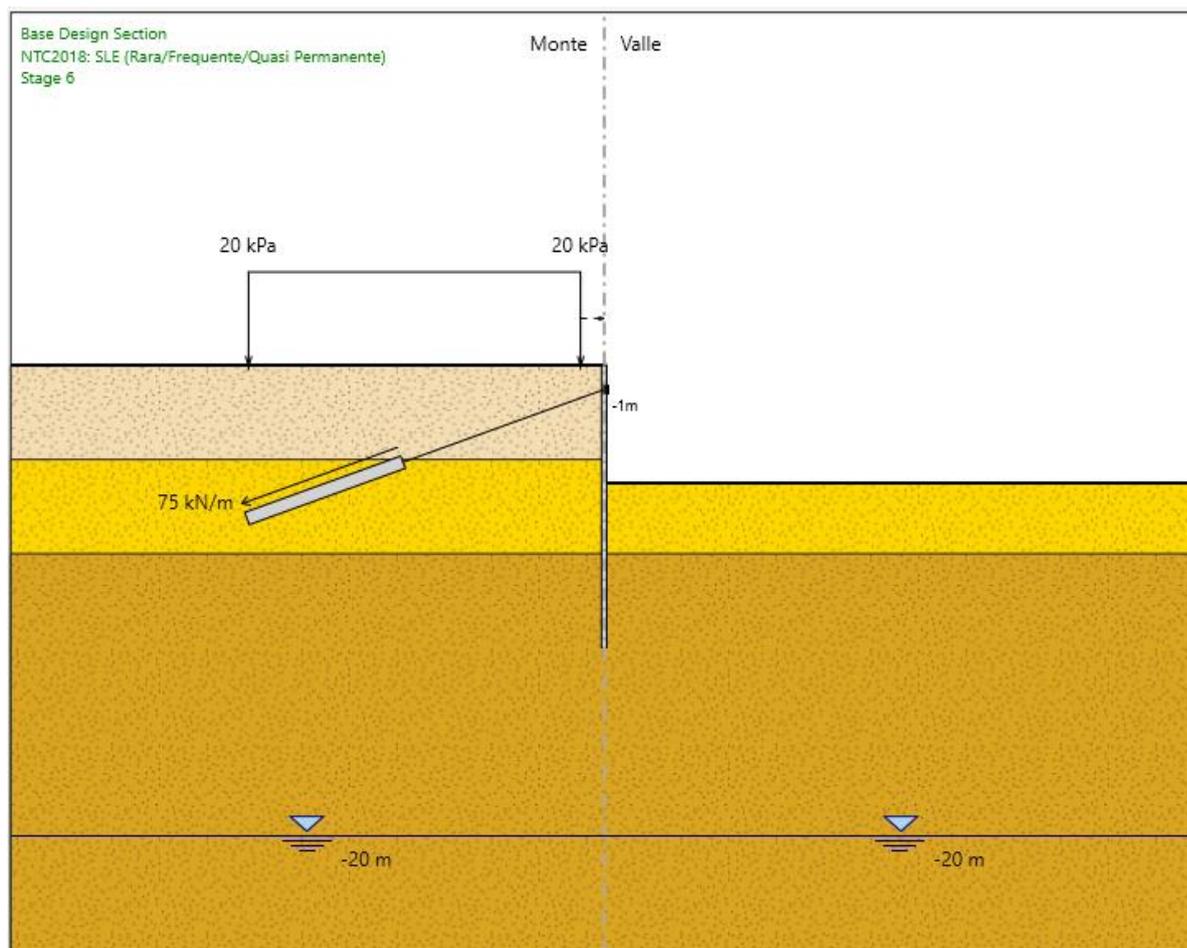


Figura 26 – Step 6

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>52 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	52 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	52 di 166								

9. CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 7, le verifiche agli Stati Limite Ultimo della paratia sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica. Le verifiche di esercizio sono, invece, finalizzate alla valutazione degli spostamenti e della loro compatibilità con la funzionalità delle strutture adiacenti, compresa la sede ferroviaria.

Le verifiche vengono condotte secondo quanto dichiarato nell'istruttoria RFI DTC INC PO SP IFS 001 A § 1.8.3.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15;

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

9.1 Verifica dei micropali

9.1.1 Verifiche geotecniche

9.1.1.1 Verifica della massima spinta passiva mobilitata

La lunghezza di ammorsamento della paratia di micropali deve essere tale da garantire la stabilità dell'opera in tutte le fasi di realizzazione. La stabilità è verificata per mezzo del programma di calcolo Paratie, verificando la convergenza della soluzione calcolata e, dunque, l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione. Nell'ambito delle analisi si verificherà quindi che la spinta passiva mobilitata sia sempre inferiore alla spinta passiva ultima di progetto, nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, garantendo un adeguato margine di sicurezza.

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">00 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0103 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">53 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	53 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	53 di 166								

9.1.1.2 Verifica degli spostamenti

Il calcolo degli spostamenti della berlinese è effettuato con PARATIE e secondo quanto previsto dalle NTC. Al fine di mantenere in esercizio la linea ferroviaria adiacente ed evitare elevati detensionamenti del materiale a tergo della paratia, lo spostamento in testa di quest'ultima dev'essere mantenuto al di sotto del valore massimo ammissibile di 5mm. Orientativamente, lungo la paratia il valore limite degli spostamenti sarà pari ed accettabile 1/200 dell'altezza di scavo, per quanto riguarda il limite di spostamento agli SLE.

9.1.1.3 Altre verifiche

In considerazione della stratigrafia e delle condizioni di falda, per l'opera in oggetto si ritiene che non possano innescarsi meccanismi di instabilità relativi al sollevamento, al sifondamento o ad altri stati limite di tipo idraulico.

9.1.2 Verifiche strutturali

9.1.2.1 Verifica dei tubi di armatura dei micropali

La verifica dei tubi di armatura dei micropali, sia verticali che inclinati, viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni tubolari compatte (classe 1 o 2) con il metodo plastico descritto nelle NTC. Le verifiche a flessione ed a taglio saranno effettuate con Paratie, in termini di coefficiente di sfruttamento.

9.2 Verifica dei tiranti

9.2.1 Verifiche geotecniche

9.2.1.1 Verifica di sfilamento degli ancoraggi

La verifica verrà effettuata secondo quanto previsto dalle NTC e sulla base dei risultati dell'analisi Paratie. La lunghezza del bulbo di fondazione è ottenuta in modo tale che venga rispettata la condizione:

$$P_{dTIR} \leq R_{adTIR}$$

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>54 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	54 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	54 di 166								

dove:

$$R_{adTIR} = \frac{R_{akTIR}}{\gamma_{RTIR}}$$

P_{dTIR} valore massimo di progetto della trazione nell'ancoraggio

R_{akTIR} valore caratteristico della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio

R_{adTIR} valore di progetto della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio

γ_{RTIR} coefficiente parziale = 1.1 tiranti temporanei

Il calcolo di R_{akTIR} è dato dalla seguente formula:

$$R_{akTIR} = \frac{\pi \cdot D_{perf} \cdot L_{bulbo} \cdot \alpha \cdot \tau_{lim}}{\xi_{a3}}$$

in cui:

D_{perf} diametro di perforazione

L_{bulbo} lunghezza del bulbo di ancoraggio

α coefficiente empirico correlato con la metodologia di esecuzione delle iniezioni del tratto di fondazione

τ_{lim} aderenza limite caratteristica bulbo-terreno

ξ_{a3} fattore di correlazione, si stima un unico profilo di indagine disponibile = 1.8

Nella definizione della lunghezza libera degli ancoraggi si garantisce che il bulbo si trovi in una zona stabile, andando al di là del cuneo di spinta attiva tracciato a partire dal piede dell'opera.

Il valore di aderenza laterale unitaria limite bulbo terreno $c (\alpha \times \tau)$ è funzione della tecnica di iniezione del tratto preposto all'ancoraggio (Iniezione Unica Globale I.G.U.). Per le unità geotecniche di ancoraggio (sabbia limosa mediamente addensata con presenza di ghiaia)

si esperiscono i valori di aderenza laterale unitaria limite in relazione al proprio grado di consistenza (in questa sede espresso attraverso il valore N_{SPT}) sulla base dell'approccio proposto da Bustamante et Dioix (*“Une methode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés”* 1985); vedi abaco a seguire. In considerazione dei risultati delle indagini in sito e della loro ridondanza, è stato assunto il valore $N_{SPT} = 10$, che si traduce in un valore di aderenza limite $\tau_{lim,car} = 75$ kPa.

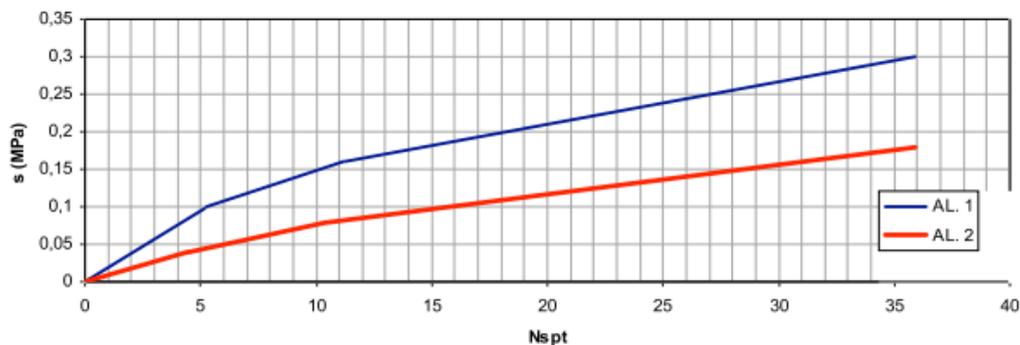


Figura 27 – Grafici per il calcolo di q_s per Argille e limi

Il coefficiente α è preso pari ad 1.1.

Terreno	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata
	IRS	IGU	
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4	1,5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4	1,5 Vs
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3	1,5 Vs
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	IRS: (1,5 - 2)Vs; IGU: 1,5Vs
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2	IRS: 2Vs; IGU: 1,5Vs
Argilla	1,8 - 2,0	1,2	IRS: (2,5 - 3)Vs; IGU: (1,5 - 2)Vs
Marne	1,8	1,1 - 1,2	(1,5 - 2)Vs per strati compatti
Calcarei mamosi	1,8	1,1 - 1,2	(2 - 6)Vs o più per strati fratturati
Calcarei alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2	
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(1,1 - 1,5)Vs per strati poco fratturati 2Vs o più per strati fratturati

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">00 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0103 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">56 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	56 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	56 di 166								

9.2.2 Verifiche strutturali

9.2.2.1 Verifica a trazione

Si verificherà che la resistenza strutturale dei tiranti sia superiore alla massima azione di progetto. Il calcolo verrà direttamente dal software Paratie definendo i coefficiente di sfruttamento.

Si prevede di armare i tiranti mediante trefoli da 0,6” di acciaio avente tensione caratteristica all’1% di deformazione sotto carico $f_{p(1)k} \leq 1670$ MPa e tensione caratteristica di rottura $f_{ptk} \leq 1860$ MPa – *par. 11.3.3 – Acciaio per Cemento Armato Precompresso – N.T.C.-18.*

Per la determinazione del valore di progetto della resistenza, da confrontare con la massima azione di progetto, si utilizza la seguente espressione – *par. 4.1.2.1.1.3 - N.T.C.-18:*

$$f_{yd} = f_{p(1)k} / \gamma_s = 1452 \text{ MPa}$$

essendo:

f_{yd} resistenza di calcolo dell’acciaio (trefoli)

$f_{p(1)}$ tensione caratteristica di snervamento dell’acciaio per trefoli = 1670 MPa

γ_s coefficiente parziale di sicurezza = 1.15

Per ogni singolo trefolo si ha:

$$R_{yd} = 1452 \times A \times n = 201.8 \times n \text{ kN}$$

dove:

A area del singolo trefolo = 139 mm²

n numero dei trefoli

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>57 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	57 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	57 di 166								

9.3 Verifica delle travi di ripartizione

La verifica delle travi di ripartizione dei tiranti viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni compatte di classe 1 o 2 con il metodo plastico descritto nelle NTC. Anche queste verifiche sono condotte in modo automatico dal software Paratie.

10. RISULTATI

Nel presente capitolo si riassumono i risultati del calcolo effettuato sull'opera descritta nel capitolo 8.

10.1.1 Paratia A-B

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo calcolato per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

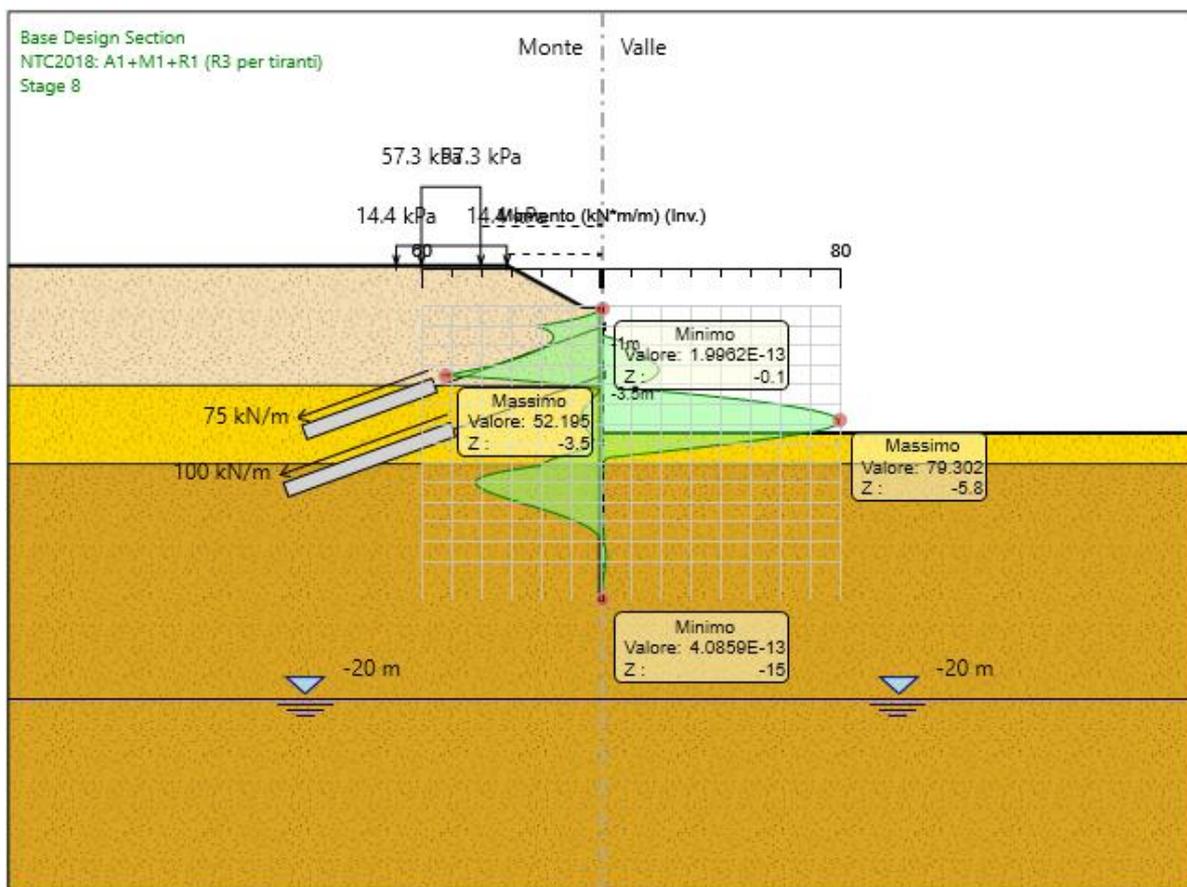


Figura 28 – Momento flettente massimo SLU ($M_{max}=79 \text{ kNm/m}$)

INVILUPPO AZIONE DI TAGLIO

Nella figura che segue si illustra l'azione di taglio massima calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

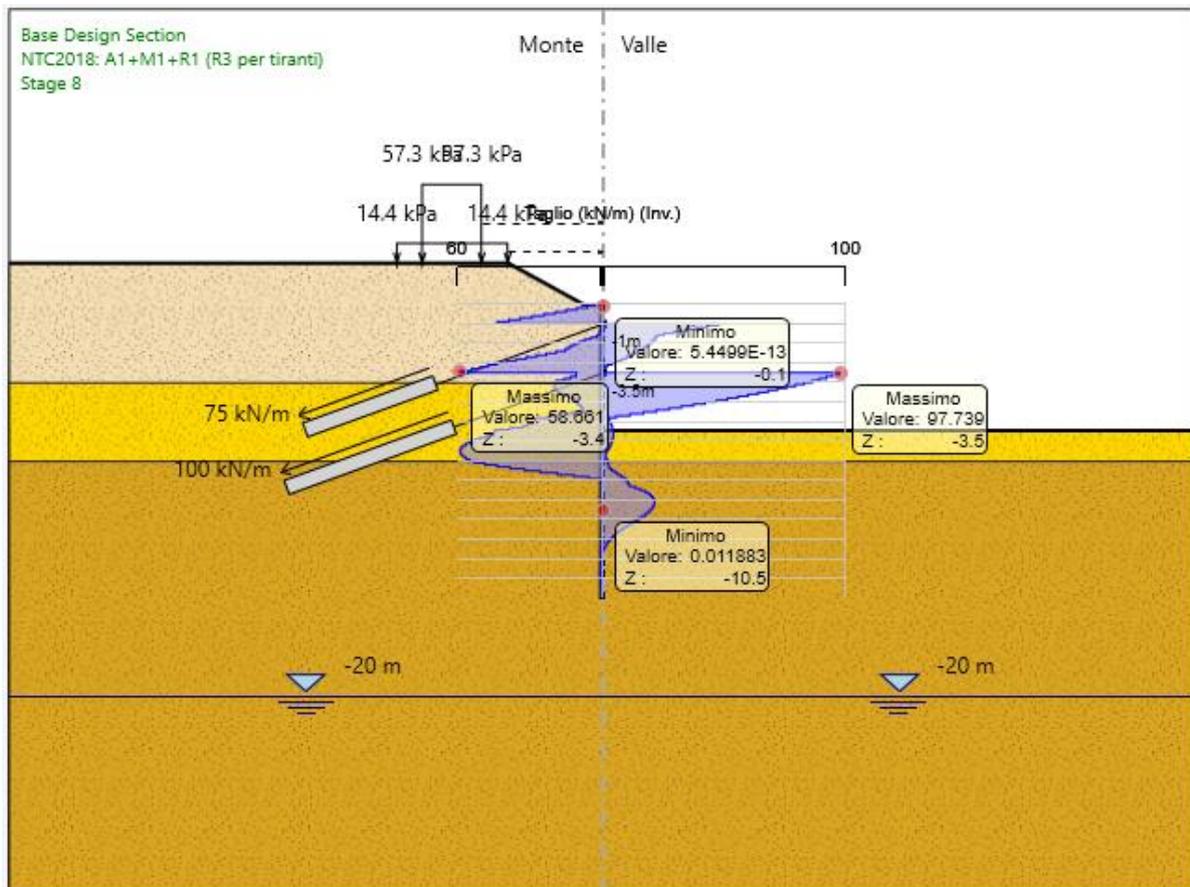


Figura 29 – Azione di taglio massima SLU ($T_{max}=97 \text{ kN/m}$)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nelle figure che seguono si illustrano gli spostamenti massimi calcolati negli Stati Limite di Esercizio.

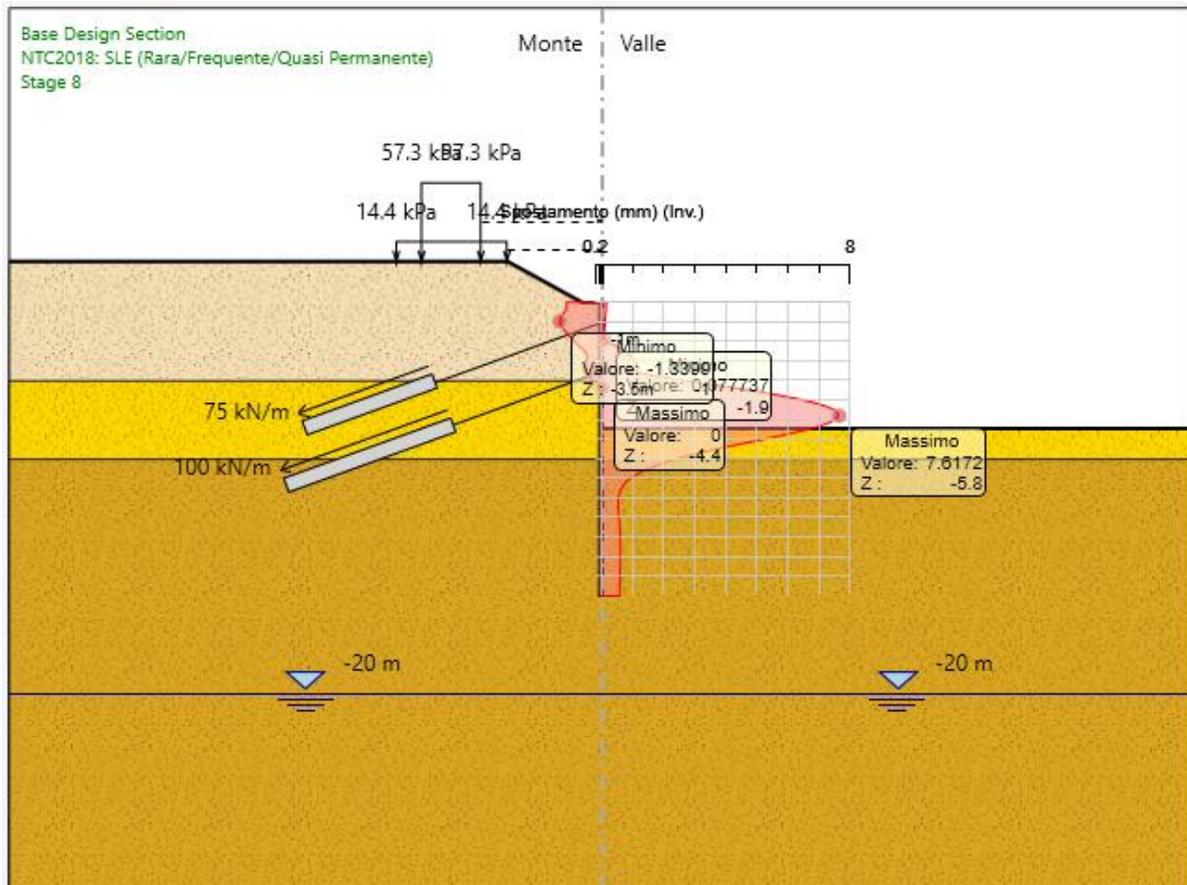


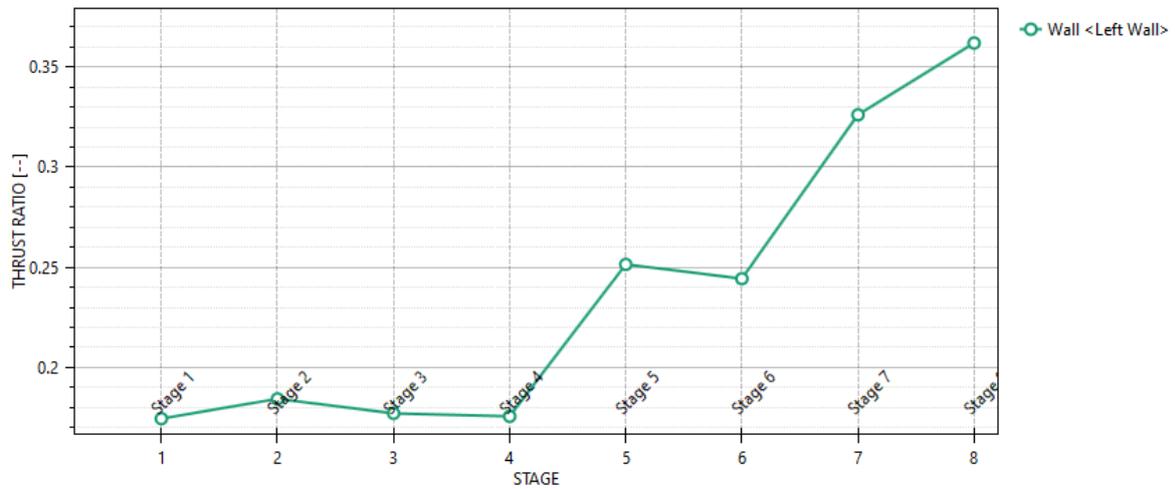
Figura 30 – Spostamento massimo SLE – Spostamento massimo in testa pari a 1.34mm e massimo lungo la paratia pari a 7.62mm

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

Tabella 7 - Inviluppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: A2+M2+R1>



10.1.2 Paratia lato Ovest

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo calcolato per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

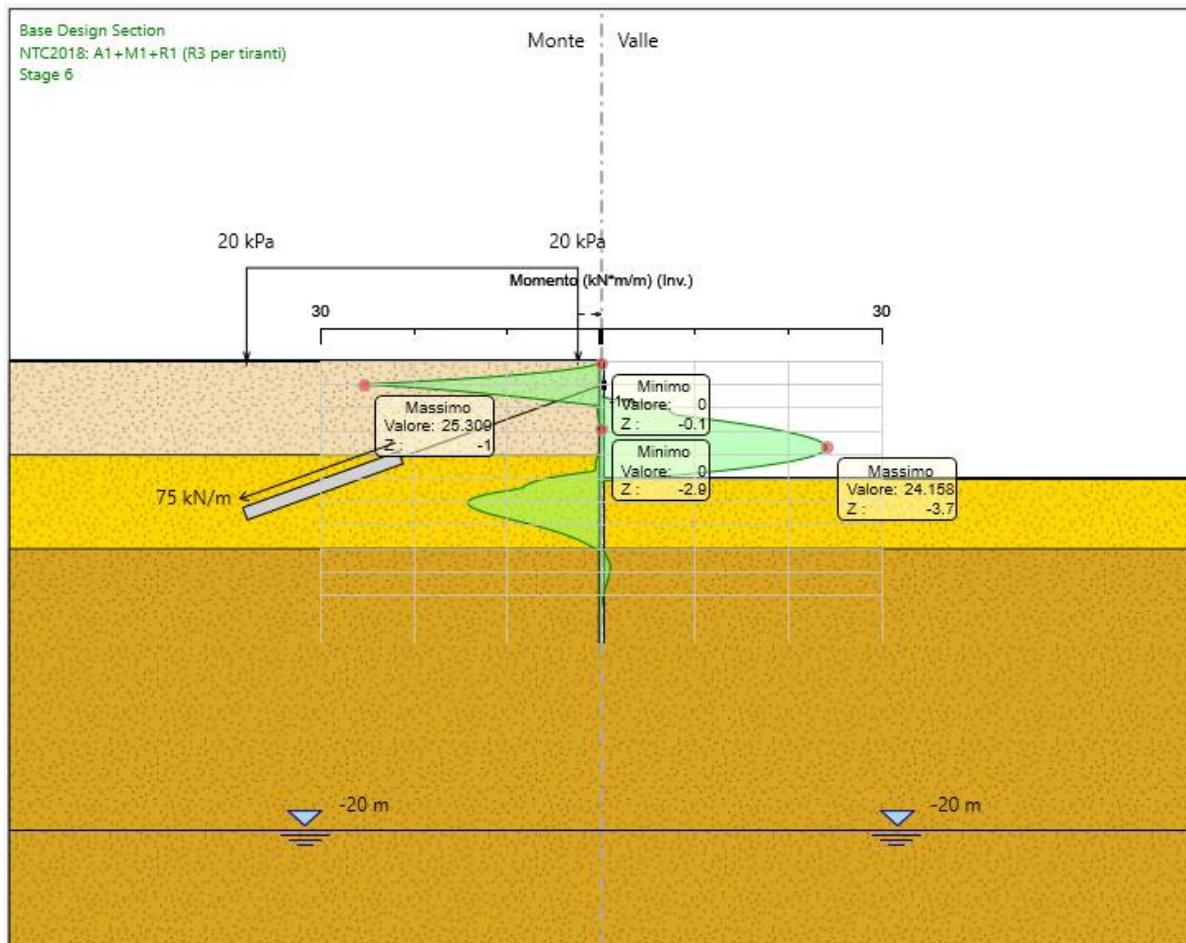


Figura 31 – Momento flettente massimo SLU ($M_{max}=25 \text{ kNm/m}$)

INVILUPPO AZIONE DI TAGLIO

Nella figura che segue si illustra l'azione di taglio massima calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

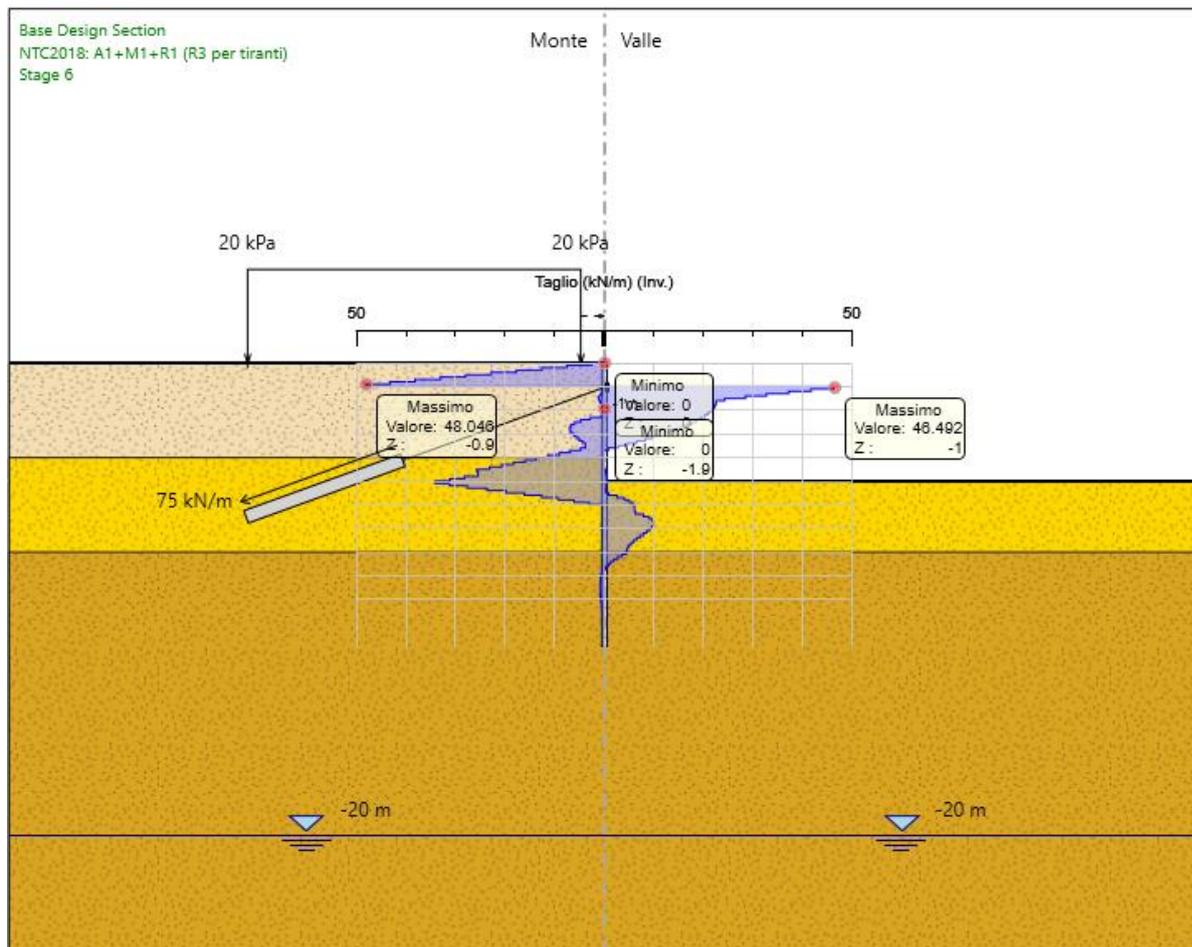


Figura 32 – Azione di taglio massima SLU ($T_{max}=48$ kN/m)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nelle figure che seguono si illustrano gli spostamenti massimi calcolati negli Stati Limite di Esercizio.

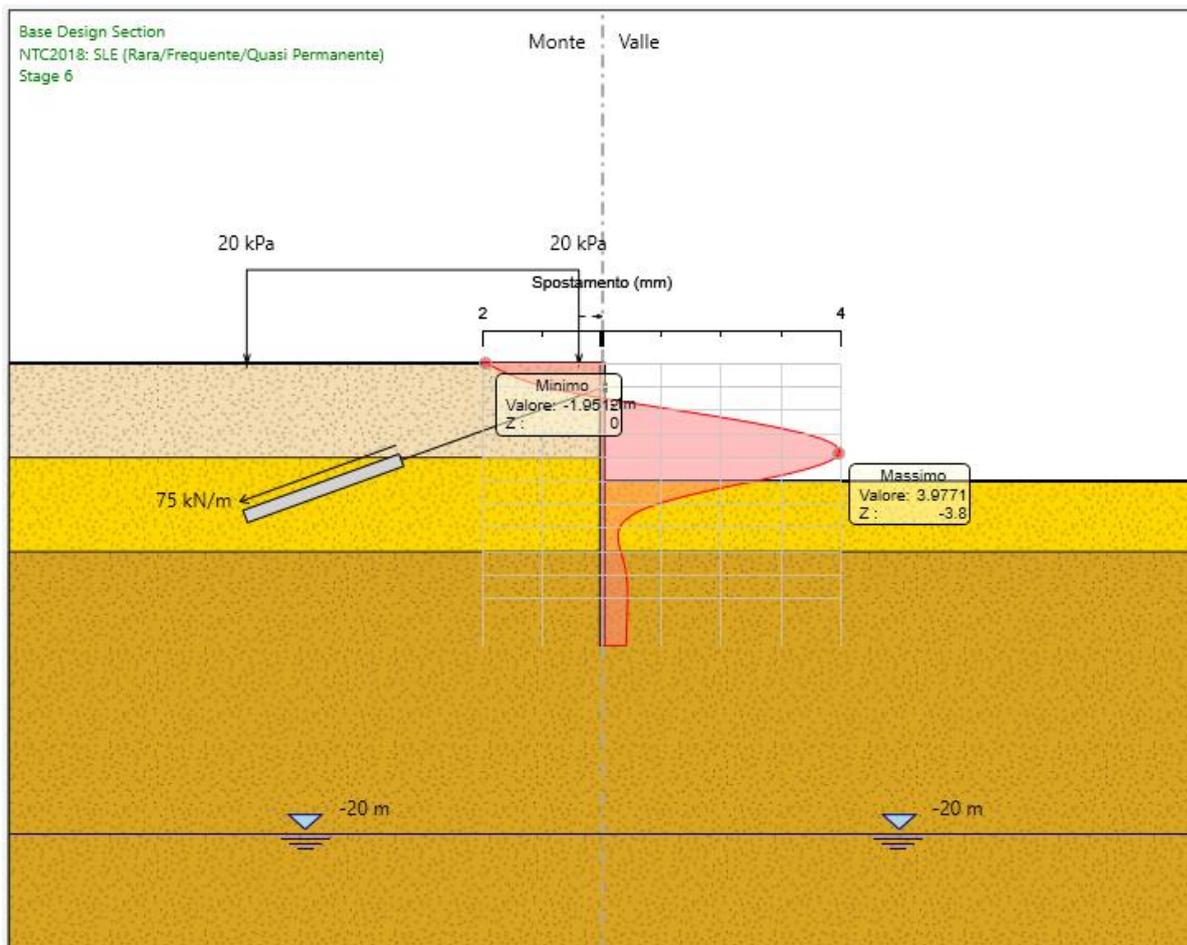
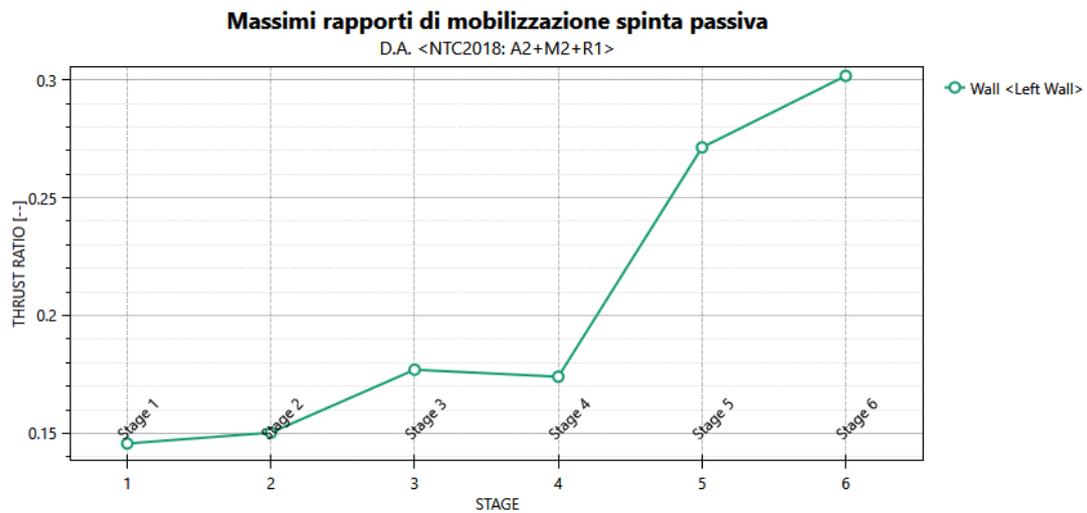


Figura 33 – Spostamento massimo SLE – Spostamento massimo in testa pari a 1.34mm e massimo lungo la paratia pari a 3.97mm

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

Tabella 8 - Inviluppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)



	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>VI0103 001</td> <td>B</td> <td>66 di 166</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	66 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	66 di 166								

11. VERIFICHE

11.1 Verifica dei micropali

11.1.1 Verifiche geotecniche

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione.

Inoltre, gli spostamenti calolati e rappresentati nelle figure precedenti sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE.

11.1.2 Verifiche strutturali

Le seguenti figure illustrano il massimo livello di sfruttamento della struttura al momento ed al taglio, sempre ampiamente inferiore al 100%. Le verifiche strutturali agli SLU sono, pertanto, soddisfatte.

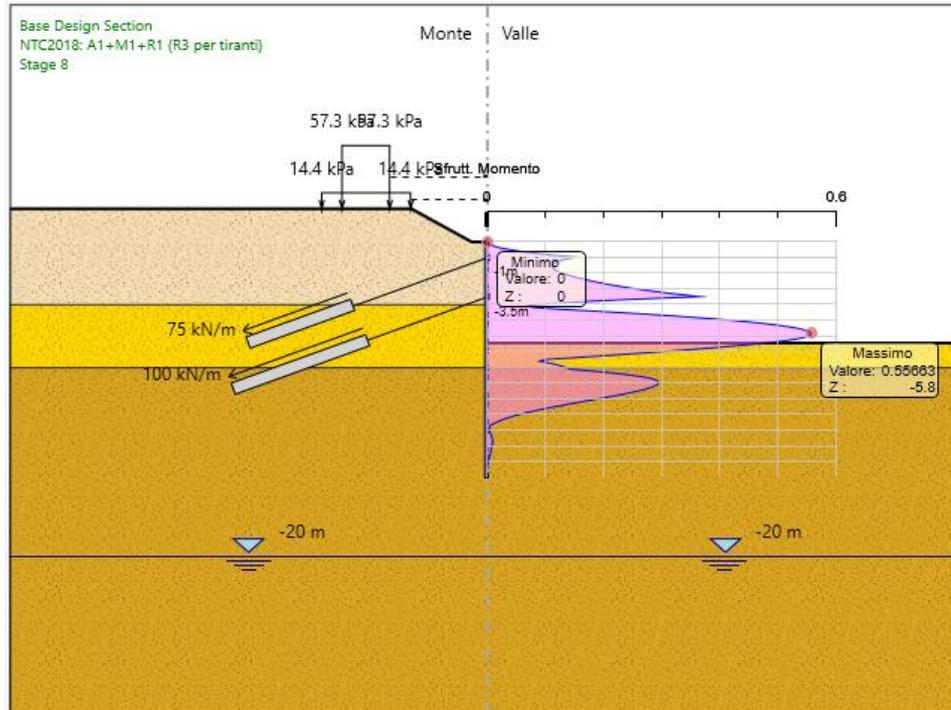


Figura 34 – Involuppo sfruttamento del tubolare a flessione (SLU) – Sez A-B

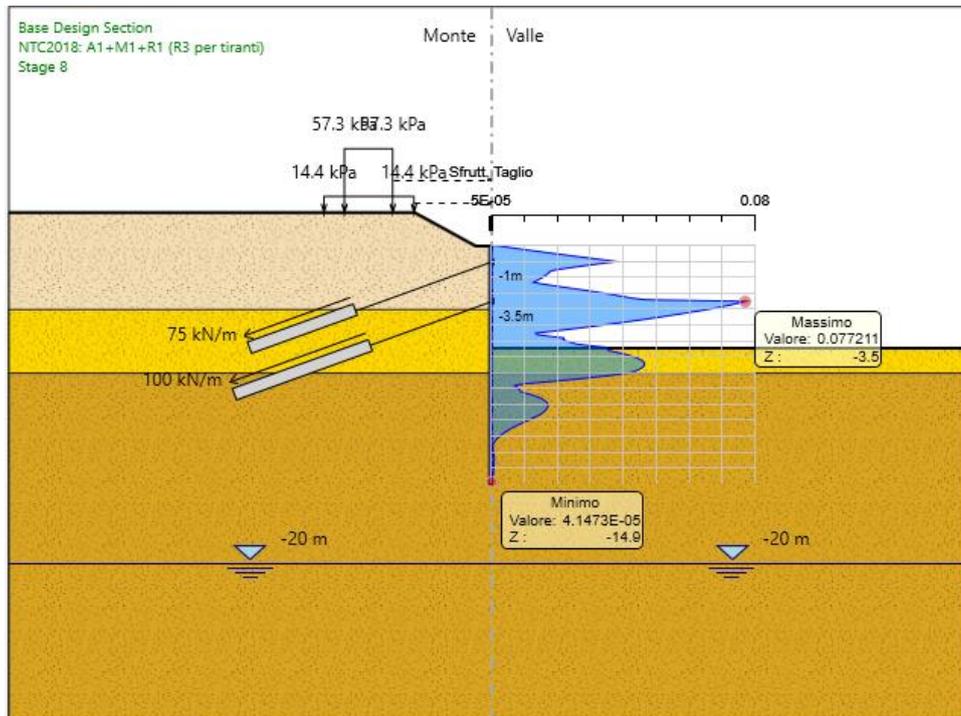


Figura 35 – Involuppo sfruttamento del tubolare a taglio (SLU) – Sez A-B

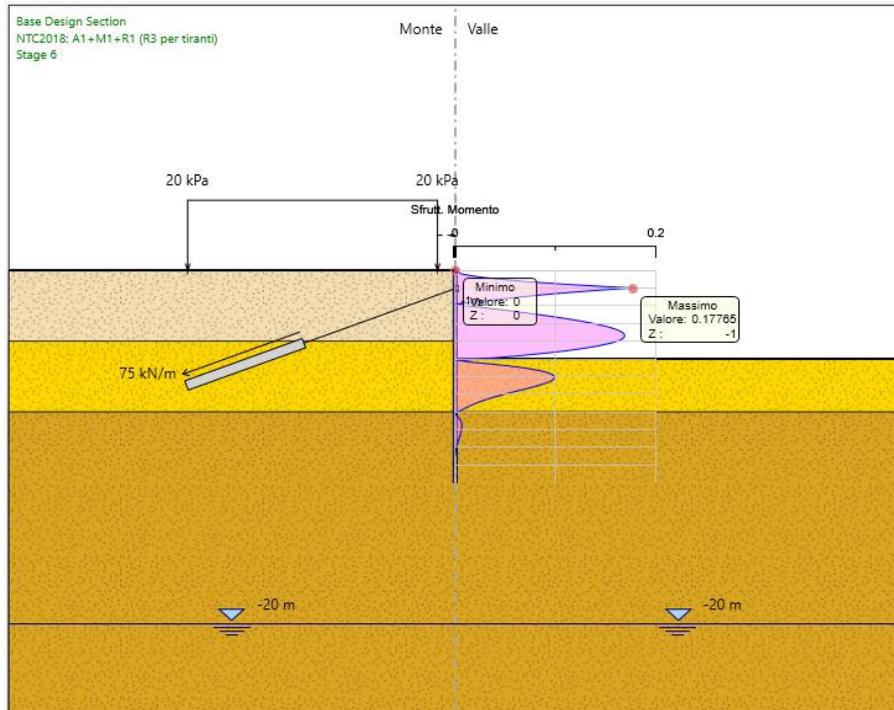


Figura 36 – Involuppo sfruttamento del tubolare a flessione (SLU) – Lato ovest

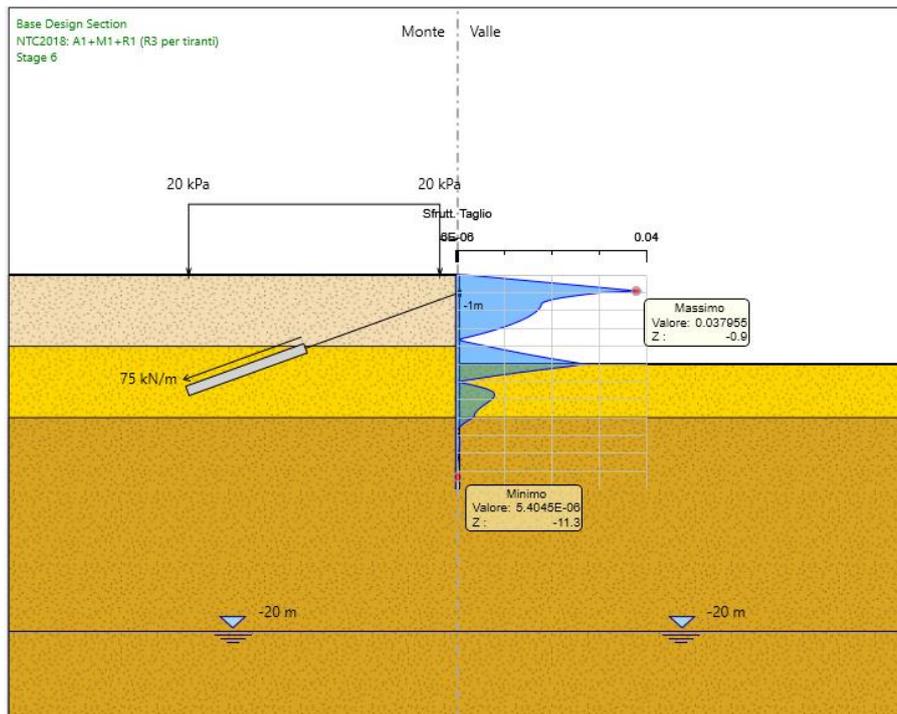


Figura 37 – Involuppo sfruttamento del tubolare a taglio (SLU) – Lato ovest

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B	FOGLIO 69 di 166

11.2 Verifica dei tiranti

La seguente tabella riassume le verifiche di sfilamento e rottura eseguite sui tiranti di ancoraggio. Tutte le veriche SLU sono soddisfatte.

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	117	146.61	605.56	0.798	0.193	✓	✓
Tirante 1	Stage 5	116.77	146.61	605.56	0.796	0.193	✓	✓
Tirante 1	Stage 6	116.44	146.61	605.56	0.794	0.192	✓	✓
Tirante 1	Stage 7	115.39	146.61	605.56	0.787	0.191	✓	✓
Tirante 1	Stage 8	113.62	146.61	605.56	0.775	0.188	✓	✓
Tirante 2	Stage 6	156	188.5	605.56	0.828	0.258	✓	✓
Tirante 2	Stage 7	159.85	188.5	605.56	0.848	0.264	✓	✓
Tirante 2	Stage 8	168.28	188.5	605.56	0.893	0.278	✓	✓

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	90	146.61	605.56	0.614	0.149	✓	✓
Tirante 1	Stage 5	90.605	146.61	605.56	0.618	0.15	✓	✓
Tirante 1	Stage 6	90.268	146.61	605.56	0.616	0.149	✓	✓
Tirante 1	Stage 7	87.28	146.61	605.56	0.595	0.144	✓	✓
Tirante 1	Stage 8	83.011	146.61	605.56	0.566	0.137	✓	✓
Tirante 2	Stage 6	120	188.5	605.56	0.637	0.198	✓	✓
Tirante 2	Stage 7	143.02	188.5	605.56	0.759	0.236	✓	✓
Tirante 2	Stage 8	174.48	188.5	605.56	0.926	0.288	✓	✓

Tabella 9 – Tiranti attivi provvisori: verifiche SLU geotecniche e strutturali – Sez A-B

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	117	146.61	605.56	0.798	0.193	✓	✓
Tirante 1	Stage 5	116.62	146.61	605.56	0.795	0.193	✓	✓
Tirante 1	Stage 6	116.71	146.61	605.56	0.796	0.193	✓	✓

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	90	146.61	605.56	0.614	0.149	✓	✓
Tirante 1	Stage 5	90.475	146.61	605.56	0.617	0.149	✓	✓
Tirante 1	Stage 6	92.787	146.61	605.56	0.633	0.153	✓	✓

Tabella 10 – Tiranti attivi provvisori: verifiche SLU geotecniche e strutturali – Lato ovest

11.3 Verifica delle travi di ripartizione

Come dispostrato dalla seguente tabella, tutte le verifiche condotte sulla trave di ripartizione sono soddisfatte.

Tabella 11 – Travi di ripartizione: verifiche SLU– Sez A-B

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Travi di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 4	97.5	0	0.066	0.103	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 5	97.31	0	0.066	0.102	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 6	97.03	0	0.065	0.102	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 6	130	0	0.088	0.137	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 7	96.162	0	0.065	0.101	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 7	133.21	0	0.09	0.14	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 8	94.684	0	0.064	0.1	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 8	140.23	0	0.094	0.148	0

Tabella 12 – Travi di ripartizione: verifiche SLU – Lato ovest

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Travi di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 4	97.5	0	0.066	0.103	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 5	97.187	0	0.065	0.102	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	1.2	NTC2018: A1+I	Stage 6	97.256	0	0.066	0.102	0



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 - Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	71 di 166

ALLEGATI - TABULATI DI PARATIE

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : micropali

Area equivalente : 0.0157818085500266 m

Inerzia equivalente : 0 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS139.7*10

Tipo sezione : O

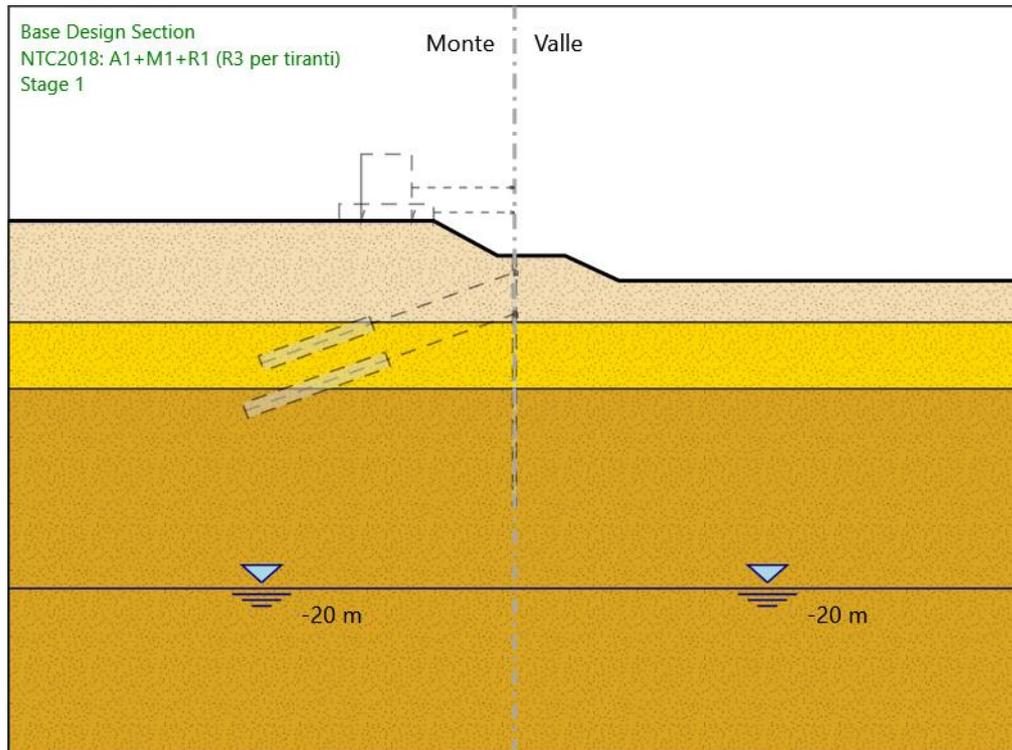
Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.1397 m

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	75 di 166

(0;0)

(3;0)

(6.2;-1.5)

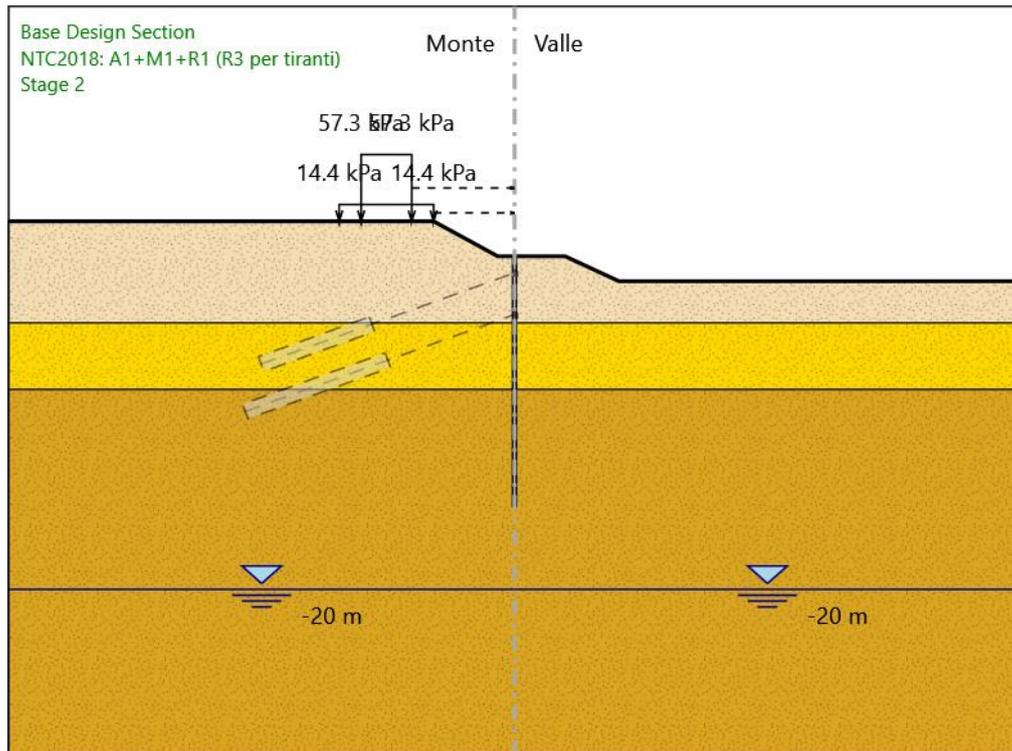
(30;-1.5)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(3;0)

(6.2;-1.5)

(30;-1.5)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

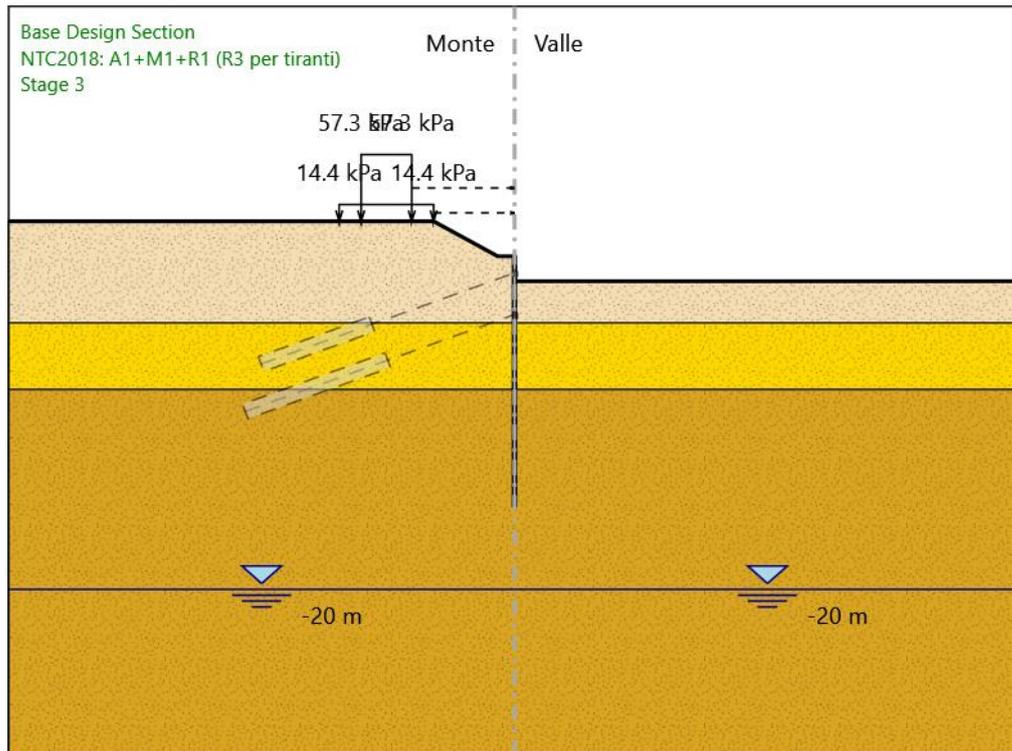
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

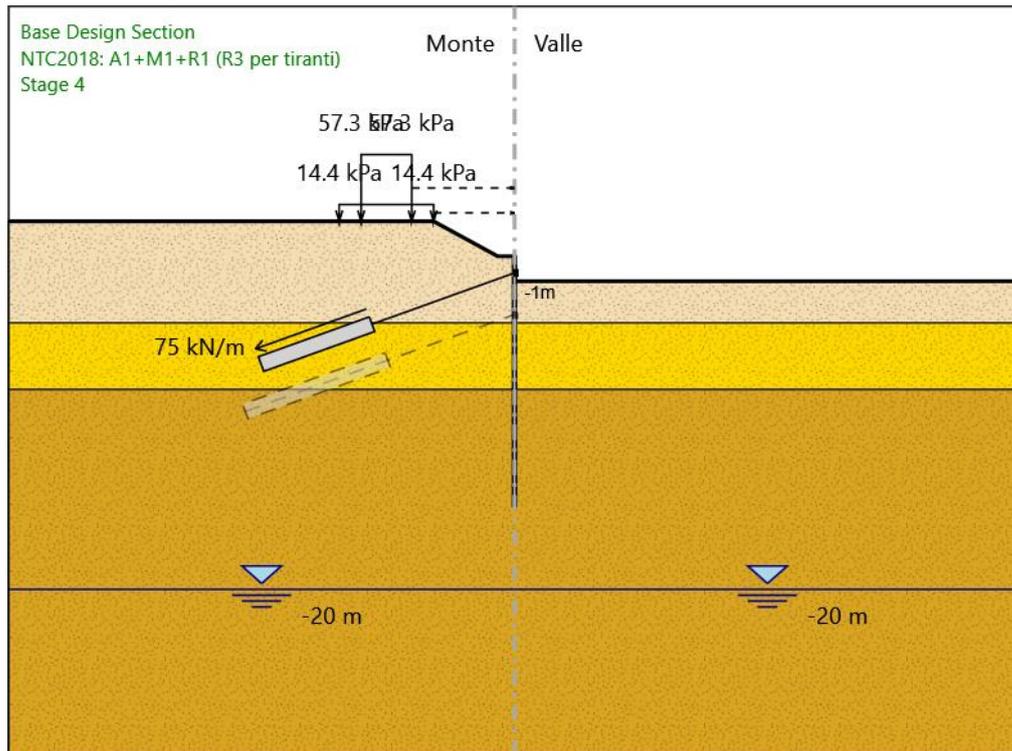
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

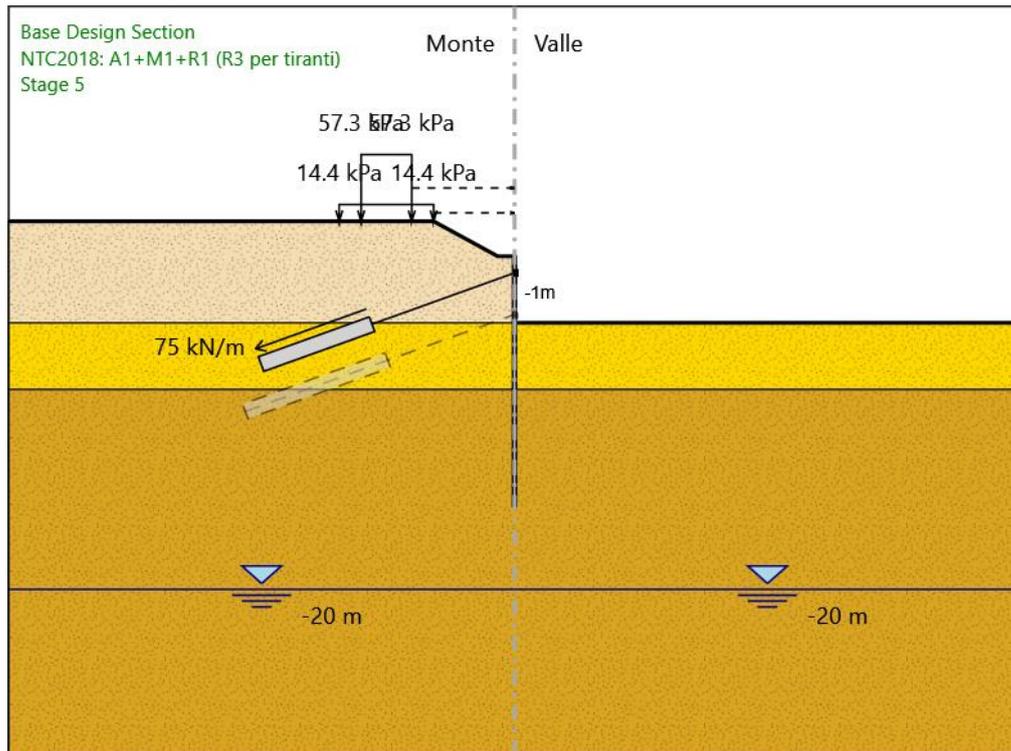
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	83 di 166

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

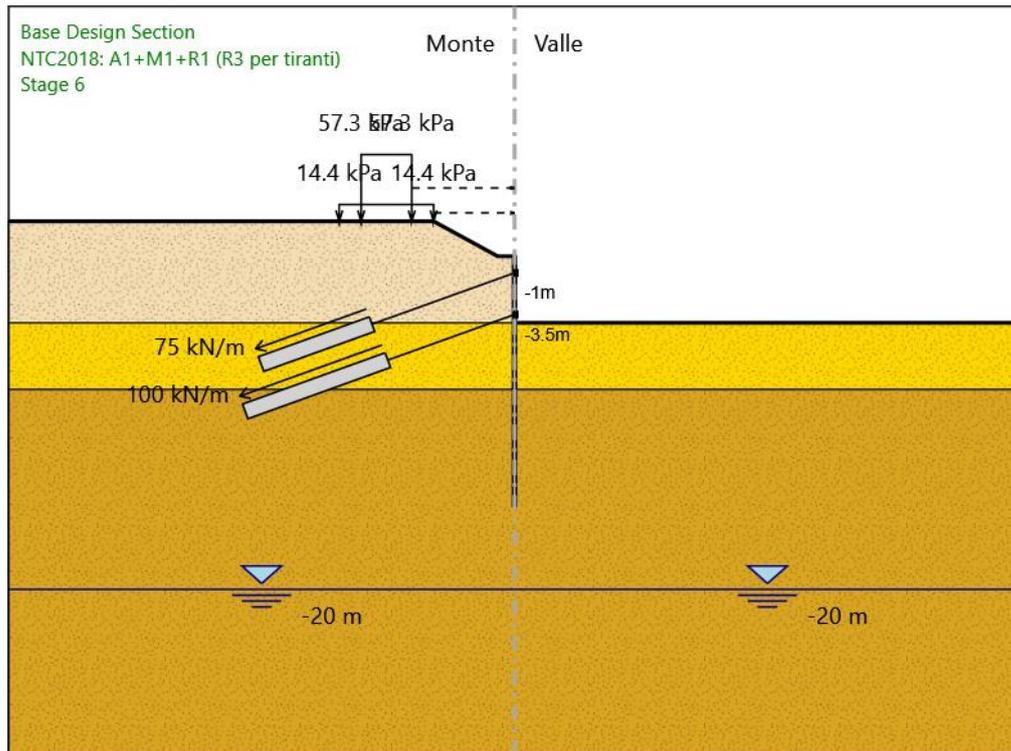
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Tirante : Tirante 2

X : 0 m

Z : -3.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.16 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	86 di 166

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 120 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

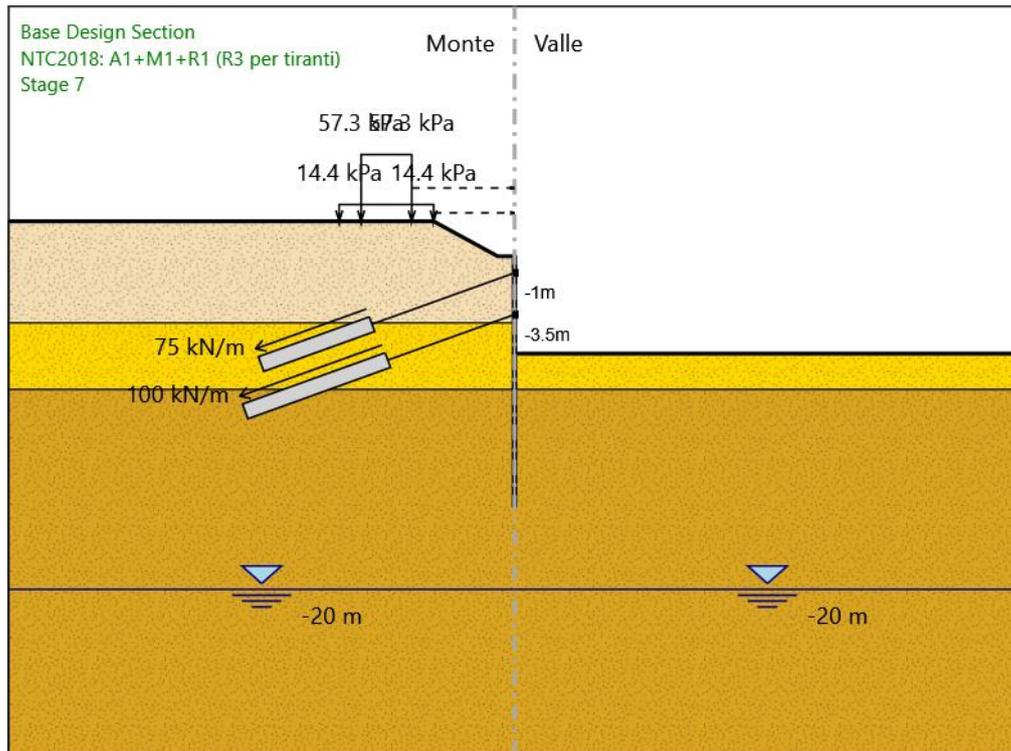
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.85 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.85 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	88 di 166

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Tirante : Tirante 2

X : 0 m

Z : -3.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.16 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	89 di 166

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 120 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

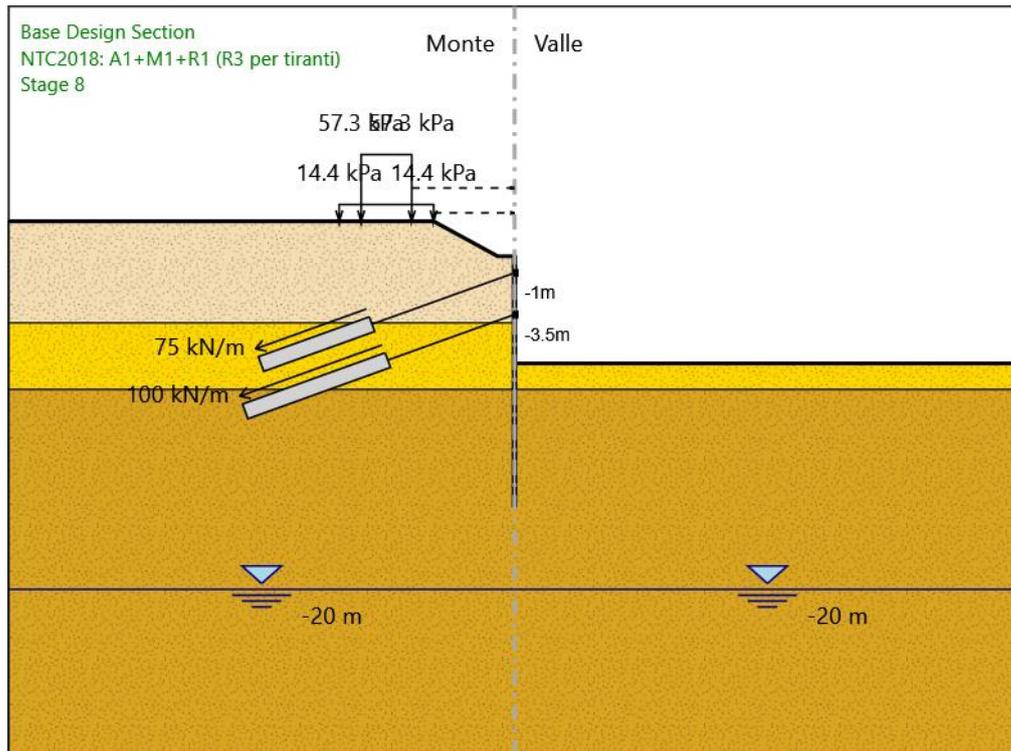
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.44 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;2.1)

(-4.8;2.1)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.44 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Treno

X iniziale : -9.1 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Carico lineare in superficie : Ballast

X iniziale : -10.4 m

X finale : -4.8 m

Pressione iniziale : 14.4 kPa

Pressione finale : 14.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Tirante : Tirante 2

X : 0 m

Z : -3.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.16 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	92 di 166

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 120 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

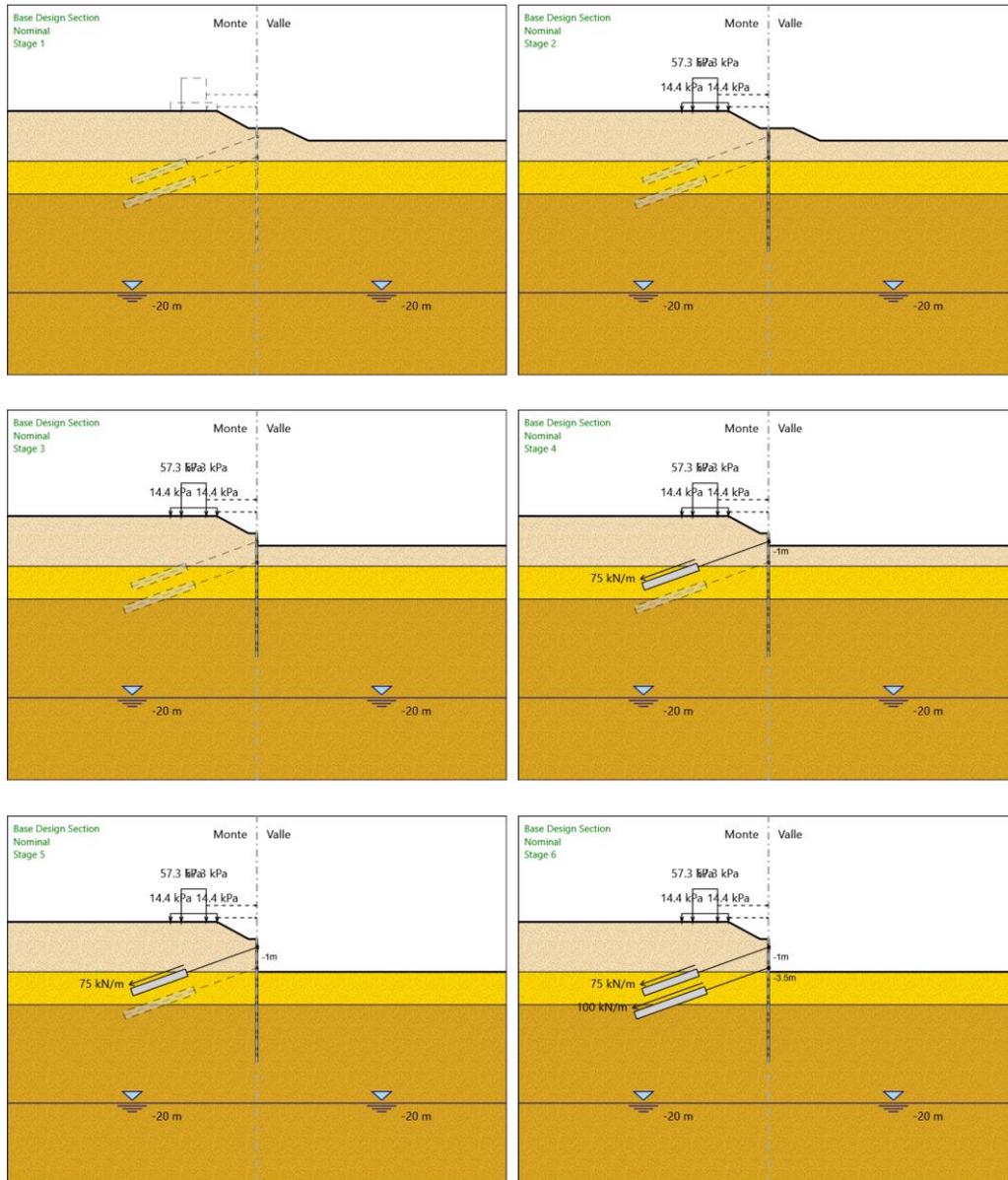
Trave di Ripartizione : Default Waler

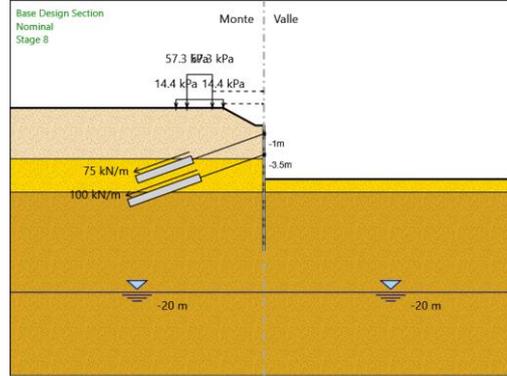
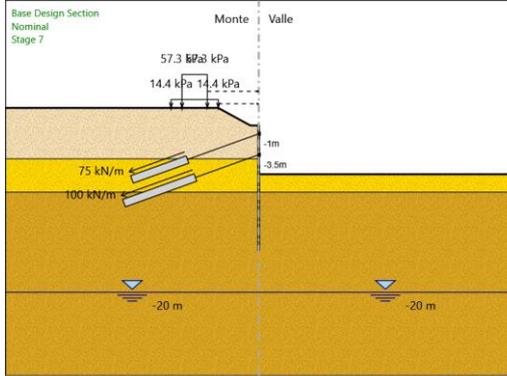
Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Tabella Configurazione Stage (Nominal)





Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Sfavorevoli (F_dead_loa_d_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_live_loa_d_unfavour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa_ad_favour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa_ad_favour)	Carico Sismico (F_seis)	Pressi Acqua Lato Montagne (F_Wa)	Pressi Acqua Lato Valle (F_Wa)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

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	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0103 001	REV. B

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
0	-1.123	0.167
-0.1	-1.123	0.162
-0.2	-1.123	0.157
-0.3	-1.122	0.153
-0.4	-1.144	0.148
-0.5	-1.195	0.143
-0.6	-1.242	0.138
-0.7	-1.282	0.133
-0.8	-1.314	0.128
-0.9	-1.335	0.123
-1	-1.34	0.118
-1.1	-1.328	0.114
-1.2	-1.301	0.109
-1.3	-1.262	0.104
-1.4	-1.215	0.099
-1.5	-1.162	0.094
-1.6	-1.104	0.09
-1.7	-1.044	0.085
-1.8	-0.983	0.081
-1.9	-0.921	0.078
-2	-0.86	0.195
-2.1	-0.798	0.318
-2.2	-0.736	0.435
-2.3	-0.673	0.547
-2.4	-0.608	0.651
-2.5	-0.54	0.748
-2.6	-0.482	0.836
-2.7	-0.468	0.914
-2.8	-0.454	0.983
-2.9	-0.471	1.041
-3	-0.5	1.089
-3.1	-0.528	1.125
-3.2	-0.551	1.15
-3.3	-0.566	1.164
-3.4	-0.568	1.167
-3.5	-0.553	1.16
-3.6	-0.517	1.192
-3.7	-0.464	1.527
-3.8	-0.398	1.891
-3.9	-0.324	2.278
-4	-0.246	2.682
-4.1	-0.167	3.097
-4.2	-0.089	3.518
-4.3	-0.015	3.939
-4.4	0	4.355
-4.5	0	4.761
-4.6	0	5.154
-4.7	0	5.529
-4.8	0	5.881
-4.9	0	6.208

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-5	0	6.507
-5.1	0	6.775
-5.2	0	7.008
-5.3	0	7.206
-5.4	0	7.367
-5.5	0	7.489
-5.6	0	7.571
-5.7	0	7.614
-5.8	0	7.617
-5.9	0	7.581
-6	0	7.506
-6.1	0	7.395
-6.2	0	7.248
-6.3	0	7.07
-6.4	0	6.861
-6.5	0	6.627
-6.6	0	6.37
-6.7	0	6.096
-6.8	0	5.807
-6.9	0	5.509
-7	0	5.203
-7.1	0	4.896
-7.2	0	4.588
-7.3	0	4.284
-7.4	0	3.985
-7.5	0	3.695
-7.6	0	3.414
-7.7	0	3.145
-7.8	0	2.888
-7.9	0	2.645
-8	0	2.416
-8.1	0	2.201
-8.2	0	2.002
-8.3	0	1.818
-8.4	0	1.649
-8.5	0	1.494
-8.6	0	1.355
-8.7	0	1.229
-8.8	0	1.116
-8.9	0	1.017
-9	0	0.929
-9.1	0	0.853
-9.2	0	0.787
-9.3	0	0.732
-9.4	0	0.685
-9.5	0	0.646
-9.6	0	0.615
-9.7	0	0.59
-9.8	0	0.571
-9.9	0	0.557
-10	0	0.547
-10.1	0	0.541
-10.2	0	0.538
-10.3	0	0.537
-10.4	0	0.538
-10.5	0	0.541
-10.6	0	0.545
-10.7	0	0.55
-10.8	0	0.555
-10.9	0	0.561

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	98 di 166

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT

Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11	0	0.567
-11.1	0	0.573
-11.2	0	0.578
-11.3	0	0.584
-11.4	0	0.589
-11.5	0	0.593
-11.6	0	0.597
-11.7	0	0.601
-11.8	0	0.604
-11.9	0	0.607
-12	0	0.609
-12.1	0	0.611
-12.2	0	0.612
-12.3	0	0.613
-12.4	0	0.613
-12.5	0	0.614
-12.6	0	0.613
-12.7	0	0.613
-12.8	0	0.613
-12.9	0	0.612
-13	0	0.611
-13.1	0	0.61
-13.2	0	0.609
-13.3	0	0.608
-13.4	0	0.606
-13.5	0	0.605
-13.6	0	0.603
-13.7	0	0.602
-13.8	0	0.601
-13.9	0	0.599
-14	0	0.598
-14.1	0	0.596
-14.2	0	0.595
-14.3	0	0.593
-14.4	0	0.592
-14.5	0	0.59
-14.6	0	0.589
-14.7	0	0.587
-14.8	0	0.586
-14.9	0	0.585
-15	0	0.583



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	99 di 166

Tabella Involuppi Momento Paratia

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.1	0.203	0
-0.2	0.824	0
-0.3	1.876	0
-0.4	3.372	0
-0.5	5.323	0
-0.6	7.741	0
-0.7	10.633	0.001
-0.8	14.007	0.003
-0.9	17.866	0.005
-1	22.208	0.007
-1.1	19.738	0.01
-1.2	18.285	0.013
-1.3	17.222	0.016
-1.4	16.525	0.02
-1.5	16.166	0.681
-1.6	16.112	3.22
-1.7	16.34	5.351
-1.8	16.83	7.087
-1.9	17.559	8.443
-2	18.502	9.431
-2.1	19.634	10.393
-2.2	20.926	11.252
-2.3	22.34	11.804
-2.4	23.879	12.139
-2.5	25.555	13.601
-2.6	27.378	14.916
-2.7	29.359	16.073
-2.8	31.509	17.061
-2.9	33.839	17.869
-3	36.359	18.487
-3.1	39.081	18.903
-3.2	42.014	19.107
-3.3	45.171	19.089
-3.4	48.561	18.837
-3.5	52.195	18.341
-3.6	42.421	17.59
-3.7	32.913	16.573
-3.8	25.092	15.28
-3.9	18.411	13.7
-4	11.991	11.821
-4.1	5.851	9.875
-4.2	0.741	12.074
-4.3	0.742	17.759
-4.4	1.074	24.972
-4.5	1.953	31.797
-4.6	2.658	38.221
-4.7	3.195	44.233
-4.8	3.579	49.822
-4.9	3.827	54.973
-5	4.593	59.674
-5.1	5.327	63.908
-5.2	5.885	67.662
-5.3	6.284	70.921
-5.4	6.541	73.672
-5.5	6.675	75.899

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	100 di 166

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-5.6	6.698	77.589
-5.7	6.625	78.728
-5.8	6.47	79.302
-5.9	6.245	79.297
-6	5.96	78.699
-6.1	5.627	77.493
-6.2	5.253	75.668
-6.3	4.849	73.208
-6.4	4.421	70.099
-6.5	3.978	66.33
-6.6	3.527	62.187
-6.7	3.074	57.707
-6.8	2.629	52.926
-6.9	3.62	47.879
-7	4.442	42.603
-7.1	5.107	37.134
-7.2	5.623	31.51
-7.3	6.225	25.77
-7.4	8.661	19.952
-7.5	10.728	14.096
-7.6	13.011	8.239
-7.7	15.112	2.422
-7.8	16.859	1.205
-7.9	18.297	0.931
-8	19.47	0.586
-8.1	20.422	0.27
-8.2	24.529	0.293
-8.3	28.871	0.301
-8.4	32.669	0.297
-8.5	35.87	0.283
-8.6	38.421	0.262
-8.7	40.273	0.237
-8.8	41.449	0.21
-8.9	42.032	0.187
-9	42.098	0.163
-9.1	41.717	0.139
-9.2	40.953	0.116
-9.3	39.865	0.094
-9.4	38.508	0.074
-9.5	36.929	0.056
-9.6	35.172	0.04
-9.7	33.276	0.027
-9.8	31.274	0.016
-9.9	29.197	0.012
-10	27.069	0.008
-10.1	24.913	0.014
-10.2	22.756	0.035
-10.3	20.622	0.051
-10.4	18.532	0.066
-10.5	16.502	0.081
-10.6	14.545	0.1
-10.7	12.678	0.131
-10.8	10.919	0.153
-10.9	9.281	0.168
-11	7.774	0.175
-11.1	6.4	0.178
-11.2	5.162	0.296
-11.3	4.057	0.402
-11.4	3.08	0.552
-11.5	2.226	0.666

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.6	1.486	0.75
-11.7	0.852	0.807
-11.8	0.314	0.84
-11.9	0.011	0.854
-12	0.01	0.851
-12.1	0.009	0.835
-12.2	0.008	1.044
-12.3	0.008	1.219
-12.4	0.007	1.343
-12.5	0.011	1.422
-12.6	0.016	1.462
-12.7	0.02	1.469
-12.8	0.024	1.449
-12.9	0.026	1.406
-13	0.026	1.346
-13.1	0.026	1.273
-13.2	0.024	1.191
-13.3	0.023	1.103
-13.4	0.021	1.01
-13.5	0.018	0.916
-13.6	0.018	0.82
-13.7	0.018	0.726
-13.8	0.017	0.633
-13.9	0.016	0.544
-14	0.015	0.459
-14.1	0.013	0.378
-14.2	0.011	0.304
-14.3	0.01	0.237
-14.4	0.008	0.177
-14.5	0.006	0.124
-14.6	0.004	0.081
-14.7	0.003	0.046
-14.8	0.002	0.021
-14.9	0	0.005
-15	0	0

Tabella Involuppi Taglio Paratia

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	2.028	0
-0.1	6.212	0
-0.2	10.523	0
-0.3	14.959	0
-0.4	19.512	0.002
-0.5	24.173	0.006
-0.6	28.924	0.01
-0.7	33.74	0.015
-0.8	38.586	0.02
-0.9	43.417	0.024
-1	43.417	47.996
-1.1	0.043	47.996
-1.2	0.229	43.255
-1.3	0.601	38.593
-1.4	1.146	34.048
-1.5	1.146	29.643
-1.6	2.283	25.394
-1.7	4.898	22.533
-1.8	7.286	21.922
-1.9	9.432	21.202
-2	11.318	20.375
-2.1	12.929	19.441
-2.2	14.133	18.398
-2.3	15.391	17.248
-2.4	19.091	15.99
-2.5	23.104	14.624
-2.6	27.225	13.15
-2.7	31.38	11.569
-2.8	35.515	9.879
-2.9	39.571	8.082
-3	43.469	6.177
-3.1	47.111	4.164
-3.2	50.416	2.044
-3.3	53.968	0.26
-3.4	58.661	0.168
-3.5	58.661	97.739
-3.6	10.787	97.739
-3.7	13.163	95.082
-3.8	15.803	92.318
-3.9	18.786	89.447
-4	19.466	86.464
-4.1	19.771	83.059
-4.2	19.771	79.537
-4.3	19.703	75.894
-4.4	19.262	72.13
-4.5	18.449	68.247
-4.6	17.263	64.243
-4.7	15.7	60.123
-4.8	13.764	55.884
-4.9	11.464	51.516
-5	10.852	47.004
-5.1	10.375	42.341
-5.2	9.636	37.539
-5.3	8.704	32.597
-5.4	7.93	27.504
-5.5	12.654	22.272

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-5.6	17.522	16.905
-5.7	22.523	11.39
-5.8	27.657	5.738
-5.9	27.657	2.844
-6	28.577	3.337
-6.1	30.822	3.737
-6.2	32.718	4.045
-6.3	38.201	4.274
-6.4	44.137	4.43
-6.5	44.626	4.513
-6.6	44.799	4.531
-6.7	47.81	4.531
-6.8	50.469	4.487
-6.9	52.762	4.373
-7	54.694	4.187
-7.1	56.24	3.907
-7.2	57.401	3.565
-7.3	58.176	3.169
-7.4	58.562	2.723
-7.5	58.563	2.234
-7.6	58.563	1.701
-7.7	58.178	1.309
-7.8	57.408	1.772
-7.9	56.252	2.082
-8	54.708	2.254
-8.1	52.778	2.514
-8.2	48.359	2.737
-8.3	43.426	2.932
-8.4	37.975	3.896
-8.5	32.006	5.13
-8.6	25.518	6.248
-8.7	18.512	7.654
-8.8	11.765	8.792
-8.9	5.832	9.691
-9	0.658	10.379
-9.1	0.277	10.882
-9.2	0.259	11.226
-9.3	0.236	13.573
-9.4	0.211	15.788
-9.5	0.185	17.568
-9.6	0.158	18.963
-9.7	0.137	20.018
-9.8	0.117	20.776
-9.9	0.097	21.277
-10	0.079	21.559
-10.1	0.063	21.575
-10.2	0.049	21.575
-10.3	0.036	21.34
-10.4	0.025	20.9
-10.5	0.016	20.295
-10.6	0.012	19.564
-10.7	0.021	18.672
-10.8	0.041	17.591
-10.9	0.052	16.377
-11	0.058	15.077
-11.1	0.065	13.735
-11.2	0.071	12.383
-11.3	0.088	11.053
-11.4	0.109	9.766
-11.5	0.123	8.543

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	104 di 166

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.6	0.132	7.398
-11.7	0.137	6.341
-11.8	0.137	5.381
-11.9	0.213	4.517
-12	0.276	3.721
-12.1	0.321	2.996
-12.2	0.36	2.341
-12.3	0.426	1.756
-12.4	0.473	1.24
-12.5	0.503	0.788
-12.6	0.519	0.399
-12.7	0.523	0.069
-12.8	0.523	0.003
-12.9	0.602	0.003
-13	0.731	0.005
-13.1	0.819	0.012
-13.2	0.881	0.018
-13.3	0.923	0.021
-13.4	0.947	0.023
-13.5	0.954	0.024
-13.6	0.954	0.024
-13.7	0.946	0.023
-13.8	0.926	0.022
-13.9	0.894	0.02
-14	0.852	0.018
-14.1	0.801	0.018
-14.2	0.741	0.019
-14.3	0.675	0.019
-14.4	0.602	0.019
-14.5	0.523	0.019
-14.6	0.438	0.018
-14.7	0.347	0.016
-14.8	0.252	0.014
-14.9	0.154	0.011
-15	0.052	0.005



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	105 di 166

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 6 Left Wall		LEFT		12.48
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 8 Left Wall		RIGHT		36.2



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	106 di 166

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3 Left Wall	LEFT			15555.56
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall	RIGHT			22628.56

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
0	0	
-0.1	0.001	
-0.2	0.006	
-0.3	0.013	
-0.4	0.024	
-0.5	0.037	
-0.6	0.054	
-0.7	0.075	
-0.8	0.098	
-0.9	0.125	
-1	0.156	
-1.1	0.139	
-1.2	0.128	
-1.3	0.121	
-1.4	0.116	
-1.5	0.113	
-1.6	0.113	
-1.7	0.115	
-1.8	0.118	
-1.9	0.123	
-2	0.13	
-2.1	0.138	
-2.2	0.147	
-2.3	0.157	
-2.4	0.168	
-2.5	0.179	
-2.6	0.192	
-2.7	0.206	
-2.8	0.221	
-2.9	0.238	
-3	0.255	
-3.1	0.274	
-3.2	0.295	
-3.3	0.317	
-3.4	0.341	
-3.5	0.366	
-3.6	0.298	
-3.7	0.231	
-3.8	0.176	
-3.9	0.129	
-4	0.084	
-4.1	0.069	
-4.2	0.085	
-4.3	0.125	
-4.4	0.175	
-4.5	0.223	
-4.6	0.268	
-4.7	0.31	
-4.8	0.35	
-4.9	0.386	
-5	0.419	
-5.1	0.449	
-5.2	0.475	



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	110 di 166

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-5.3	0.498
-5.4	0.517
-5.5	0.533
-5.6	0.545
-5.7	0.553
-5.8	0.557
-5.9	0.557
-6	0.552
-6.1	0.544
-6.2	0.531
-6.3	0.514
-6.4	0.492
-6.5	0.466
-6.6	0.436
-6.7	0.405
-6.8	0.371
-6.9	0.336
-7	0.299
-7.1	0.261
-7.2	0.221
-7.3	0.181
-7.4	0.14
-7.5	0.099
-7.6	0.091
-7.7	0.106
-7.8	0.118
-7.9	0.128
-8	0.137
-8.1	0.143
-8.2	0.172
-8.3	0.203
-8.4	0.229
-8.5	0.252
-8.6	0.27
-8.7	0.283
-8.8	0.291
-8.9	0.295
-9	0.295
-9.1	0.293
-9.2	0.287
-9.3	0.28
-9.4	0.27
-9.5	0.259
-9.6	0.247
-9.7	0.234
-9.8	0.22
-9.9	0.205
-10	0.19
-10.1	0.175
-10.2	0.16
-10.3	0.145
-10.4	0.13
-10.5	0.116
-10.6	0.102
-10.7	0.089
-10.8	0.077
-10.9	0.065
-11	0.055
-11.1	0.045
-11.2	0.036

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	111 di 166

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-11.3	0.028
-11.4	0.022
-11.5	0.016
-11.6	0.01
-11.7	0.006
-11.8	0.006
-11.9	0.006
-12	0.006
-12.1	0.006
-12.2	0.007
-12.3	0.009
-12.4	0.009
-12.5	0.01
-12.6	0.01
-12.7	0.01
-12.8	0.01
-12.9	0.01
-13	0.009
-13.1	0.009
-13.2	0.008
-13.3	0.008
-13.4	0.007
-13.5	0.006
-13.6	0.006
-13.7	0.005
-13.8	0.004
-13.9	0.004
-14	0.003
-14.1	0.003
-14.2	0.002
-14.3	0.002
-14.4	0.001
-14.5	0.001
-14.6	0.001
-14.7	0
-14.8	0
-14.9	0
-15	0

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.002
-0.1	0.005
-0.2	0.008
-0.3	0.012
-0.4	0.015
-0.5	0.019
-0.6	0.023
-0.7	0.027
-0.8	0.03
-0.9	0.034
-1	0.038
-1.1	0.034
-1.2	0.03
-1.3	0.027
-1.4	0.023
-1.5	0.02
-1.6	0.018
-1.7	0.017
-1.8	0.017
-1.9	0.016
-2	0.015
-2.1	0.015
-2.2	0.014
-2.3	0.013
-2.4	0.015
-2.5	0.018
-2.6	0.022
-2.7	0.025
-2.8	0.028
-2.9	0.031
-3	0.034
-3.1	0.037
-3.2	0.04
-3.3	0.043
-3.4	0.046
-3.5	0.077
-3.6	0.075
-3.7	0.073
-3.8	0.071
-3.9	0.068
-4	0.066
-4.1	0.063
-4.2	0.06
-4.3	0.057
-4.4	0.054
-4.5	0.051
-4.6	0.047
-4.7	0.044
-4.8	0.041
-4.9	0.037
-5	0.033
-5.1	0.03
-5.2	0.026
-5.3	0.022
-5.4	0.018
-5.5	0.013

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-5.6	0.014	
-5.7	0.018	
-5.8	0.022	
-5.9	0.022	
-6	0.023	
-6.1	0.024	
-6.2	0.026	
-6.3	0.03	
-6.4	0.035	
-6.5	0.035	
-6.6	0.035	
-6.7	0.038	
-6.8	0.04	
-6.9	0.042	
-7	0.043	
-7.1	0.044	
-7.2	0.045	
-7.3	0.046	
-7.4	0.046	
-7.5	0.046	
-7.6	0.046	
-7.7	0.045	
-7.8	0.044	
-7.9	0.043	
-8	0.042	
-8.1	0.038	
-8.2	0.034	
-8.3	0.03	
-8.4	0.025	
-8.5	0.02	
-8.6	0.015	
-8.7	0.009	
-8.8	0.007	
-8.9	0.008	
-9	0.008	
-9.1	0.009	
-9.2	0.009	
-9.3	0.011	
-9.4	0.012	
-9.5	0.014	
-9.6	0.015	
-9.7	0.016	
-9.8	0.016	
-9.9	0.017	
-10	0.017	
-10.1	0.017	
-10.2	0.017	
-10.3	0.017	
-10.4	0.016	
-10.5	0.015	
-10.6	0.015	
-10.7	0.014	
-10.8	0.013	
-10.9	0.012	
-11	0.011	
-11.1	0.01	
-11.2	0.009	
-11.3	0.008	
-11.4	0.007	
-11.5	0.006	

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	114 di 166

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-11.6	0.005
-11.7	0.004
-11.8	0.004
-11.9	0.003
-12	0.002
-12.1	0.002
-12.2	0.001
-12.3	0.001
-12.4	0.001
-12.5	0
-12.6	0
-12.7	0
-12.8	0
-12.9	0
-13	0.001
-13.1	0.001
-13.2	0.001
-13.3	0.001
-13.4	0.001
-13.5	0.001
-13.6	0.001
-13.7	0.001
-13.8	0.001
-13.9	0.001
-14	0.001
-14.1	0.001
-14.2	0.001
-14.3	0
-14.4	0
-14.5	0
-14.6	0
-14.7	0
-14.8	0
-14.9	0
-15	0

Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE Tipo Risultato:		NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tirante	Verifiche Tiranti Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	(ITA)		
					Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante 1	Stage 4	90	290.286	605.557	0.31	0.149	
Tirante 1	Stage 5	89.824	290.286	605.557	0.309	0.148	
Tirante 1	Stage 6	89.55	290.286	605.557	0.308	0.148	
Tirante 1	Stage 7	88.782	290.286	605.557	0.306	0.147	
Tirante 1	Stage 8	87.453	290.286	605.557	0.301	0.144	
Tirante 2	Stage 6	120	373.226	605.557	0.322	0.198	
Tirante 2	Stage 7	122.806	373.226	605.557	0.329	0.203	
Tirante 2	Stage 8	128.986	373.226	605.557	0.346	0.213	

Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption:	Tipo Risultato:	NTC2018					
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Verifiche Tiranti	(ITA)					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	117	146.609	605.557	0.798	0.193	
Tirante 1	Stage 5	116.773	146.609	605.557	0.796	0.193	
Tirante 1	Stage 6	116.436	146.609	605.557	0.794	0.192	
Tirante 1	Stage 7	115.394	146.609	605.557	0.787	0.191	
Tirante 1	Stage 8	113.62	146.609	605.557	0.775	0.188	
Tirante 2	Stage 6	156	188.498	605.557	0.828	0.258	
Tirante 2	Stage 7	159.851	188.498	605.557	0.848	0.264	
Tirante 2	Stage 8	168.276	188.498	605.557	0.893	0.278	

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption:	Tipo Risultato:	NTC2018						
NTC2018: A2+M2+R1	Verifiche Tiranti				(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	90	146.609	605.557	0.614	0.149		
Tirante 1	Stage 5	90.605	146.609	605.557	0.618	0.15		
Tirante 1	Stage 6	90.268	146.609	605.557	0.616	0.149		
Tirante 1	Stage 7	87.28	146.609	605.557	0.595	0.144		
Tirante 1	Stage 8	83.011	146.609	605.557	0.566	0.137		
Tirante 2	Stage 6	120	188.498	605.557	0.637	0.198		
Tirante 2	Stage 7	143.016	188.498	605.557	0.759	0.236		
Tirante 2	Stage 8	174.479	188.498	605.557	0.926	0.288		

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tirante 1	Stage 4	117	146.609	605.557	0.798	0.193			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Tirante 2	Stage 8	174.479	188.498	605.557	0.926	0.288			NTC2018: A2+M2+R1

Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0.051	0.079	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	74.854	0	0.05	0.079	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	74.625	0	0.05	0.079	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 6	100	0	0.067	0.105	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 7	73.985	0	0.05	0.078	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 7	102.339	0	0.069	0.108	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 8	72.877	0	0.049	0.077	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 8	107.488	0	0.072	0.113	0

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)								
		Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0.051	0.079	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	74.854	0	0.05	0.079	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	74.625	0	0.05	0.079	0	
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 6	100	0	0.067	0.105	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 7	73.985	0	0.05	0.078	0	
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 7	102.339	0	0.069	0.108	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 8	72.877	0	0.049	0.077	0	
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 8	107.488	0	0.072	0.113	0	

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	97.5	0	0.066	0.103	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	97.31	0	0.066	0.102	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	97.03	0	0.065	0.102	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 6	130	0	0.088	0.137	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 7	96.162	0	0.065	0.101	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 7	133.209	0	0.09	0.14	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 8	94.684	0	0.064	0.1	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 8	140.23	0	0.094	0.148	0

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0.051	0.079	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	75.504	0	0.051	0.08	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	75.223	0	0.051	0.079	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 6	100	0	0.067	0.105	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 7	72.733	0	0.049	0.077	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 7	119.18	0	0.08	0.126	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 8	69.176	0	0.047	0.073	0
Default Waler	Tirante 2	HE 180B	S355	Stage 8	145.399	0	0.098	0.153	0

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Muro di sinistra

Sezione : micropali

Area equivalente : 0.0157818085500266 m

Inerzia equivalente : 0 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS139.7*10

Tipo sezione : O

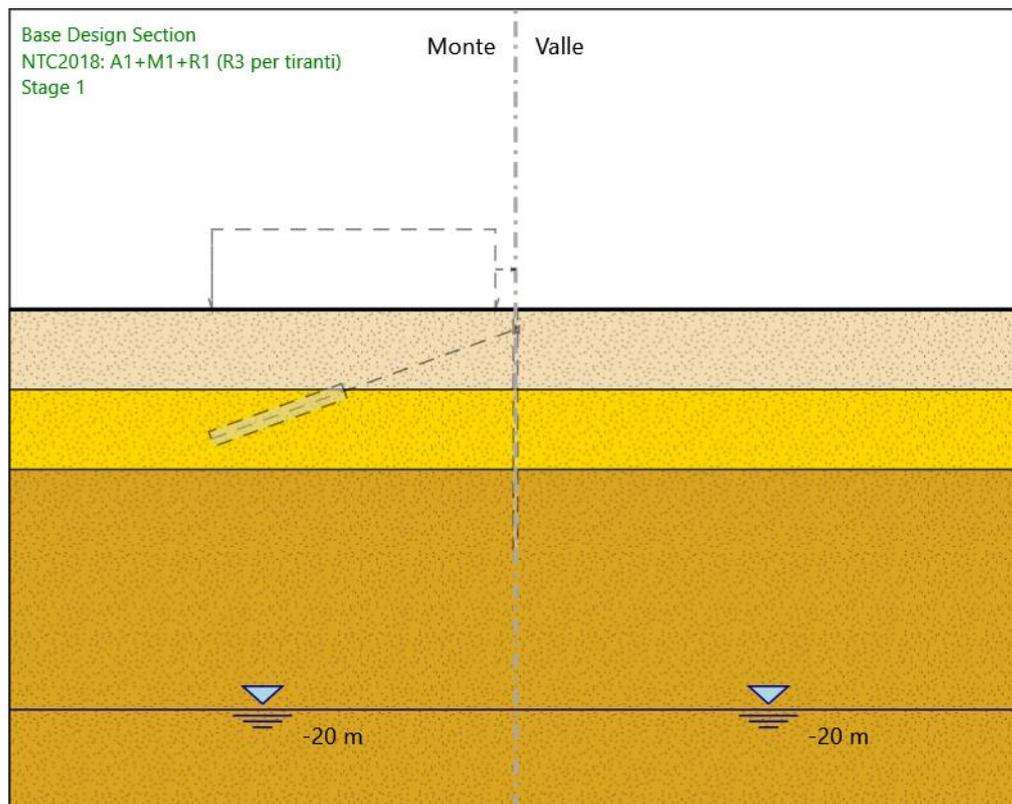
Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.1397 m

Fasi di Calcolo

Stage 1



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



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

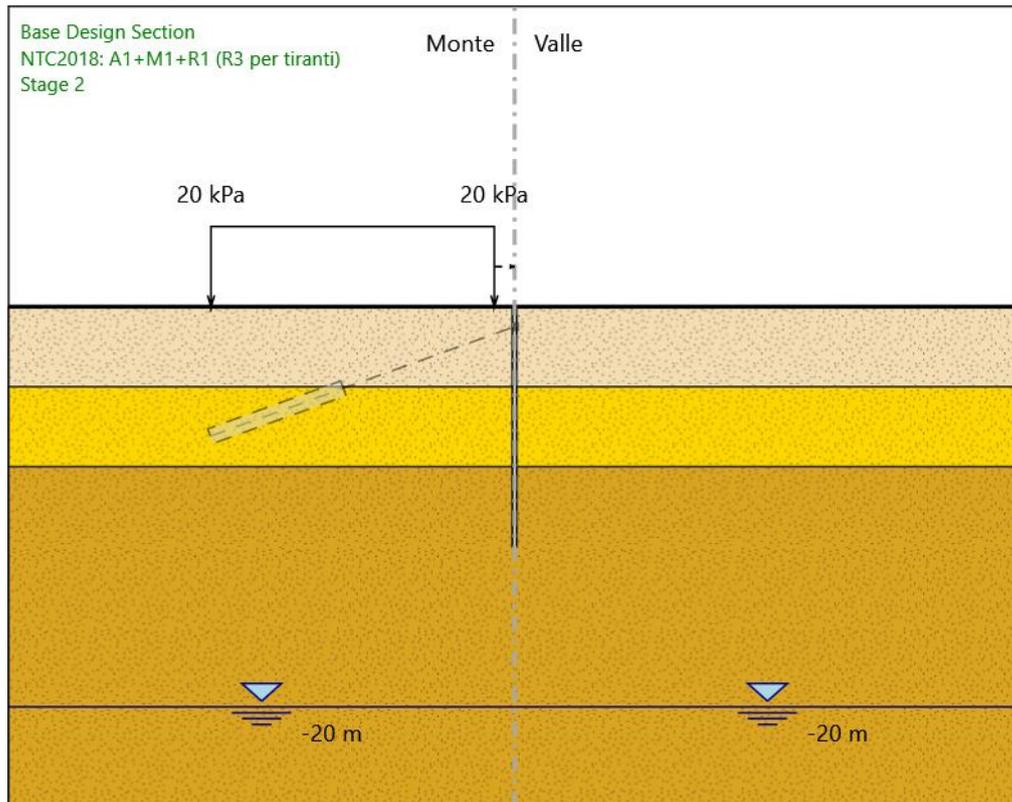
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	126 di 166

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Stage 2



Stage 2

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 : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Q

X iniziale : -15 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

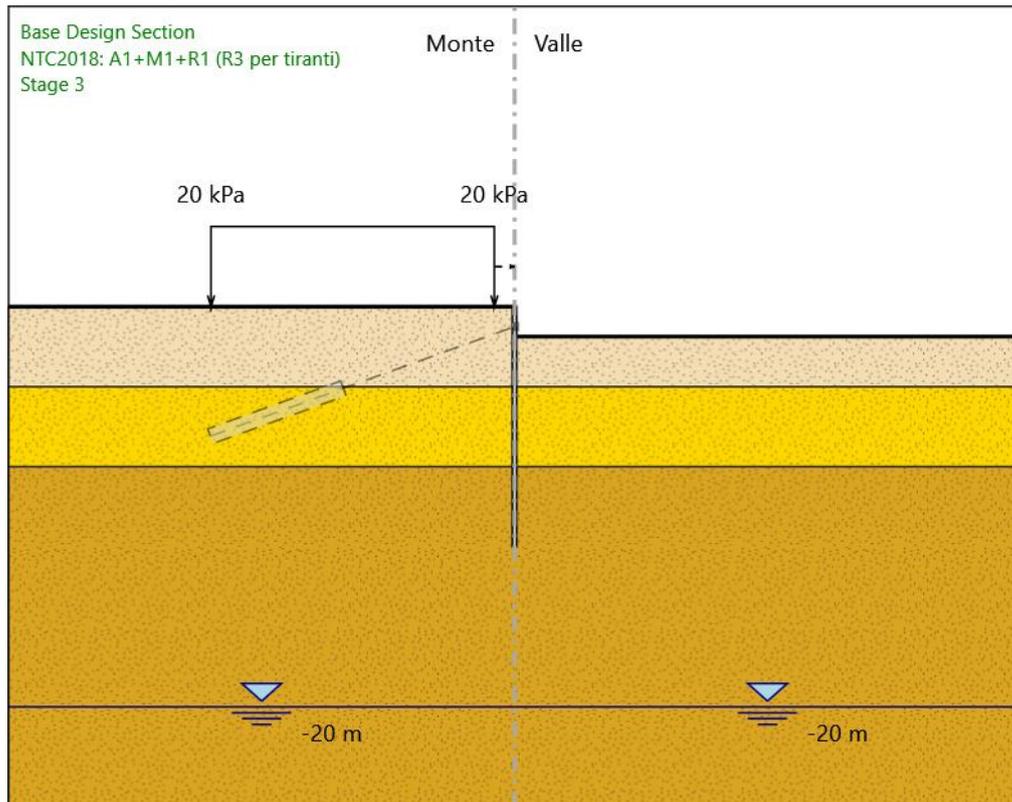
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Q

X iniziale : -15 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

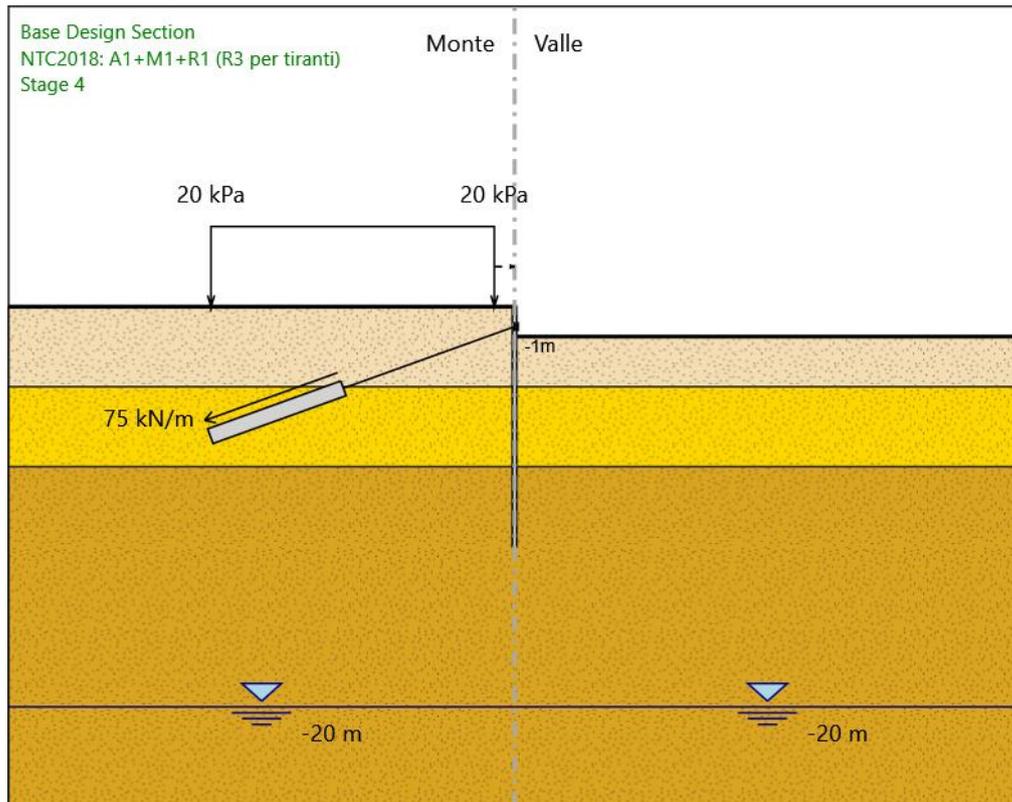
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Q

X iniziale : -15 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

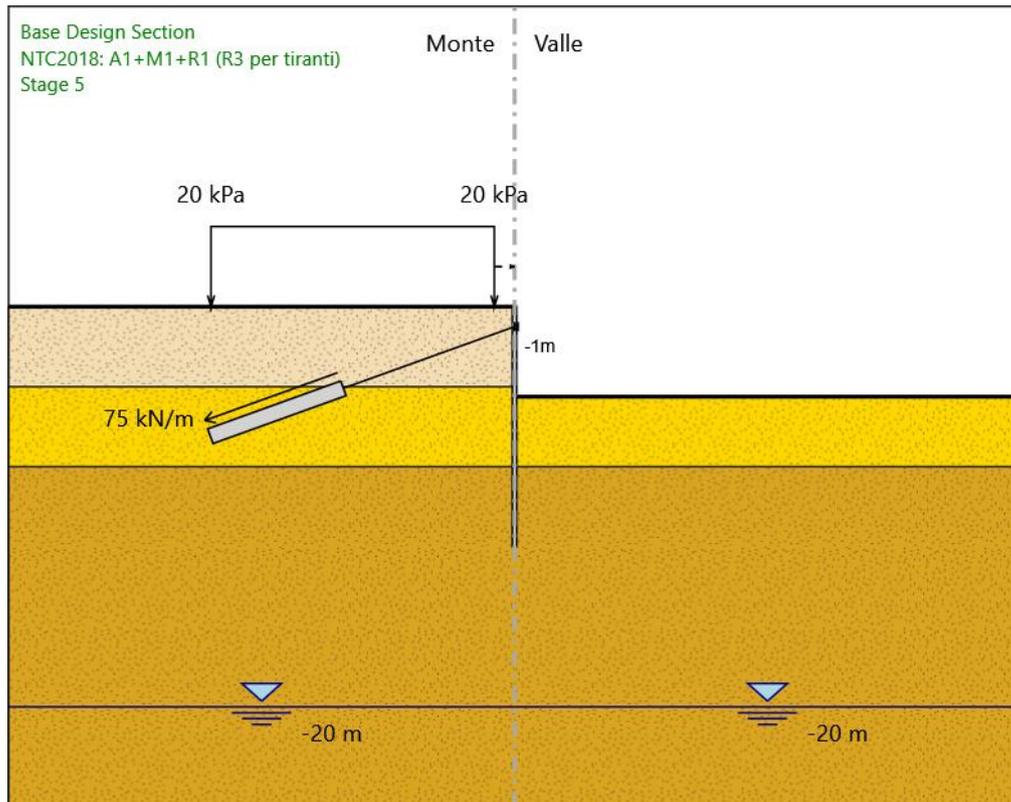
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Q

X iniziale : -15 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

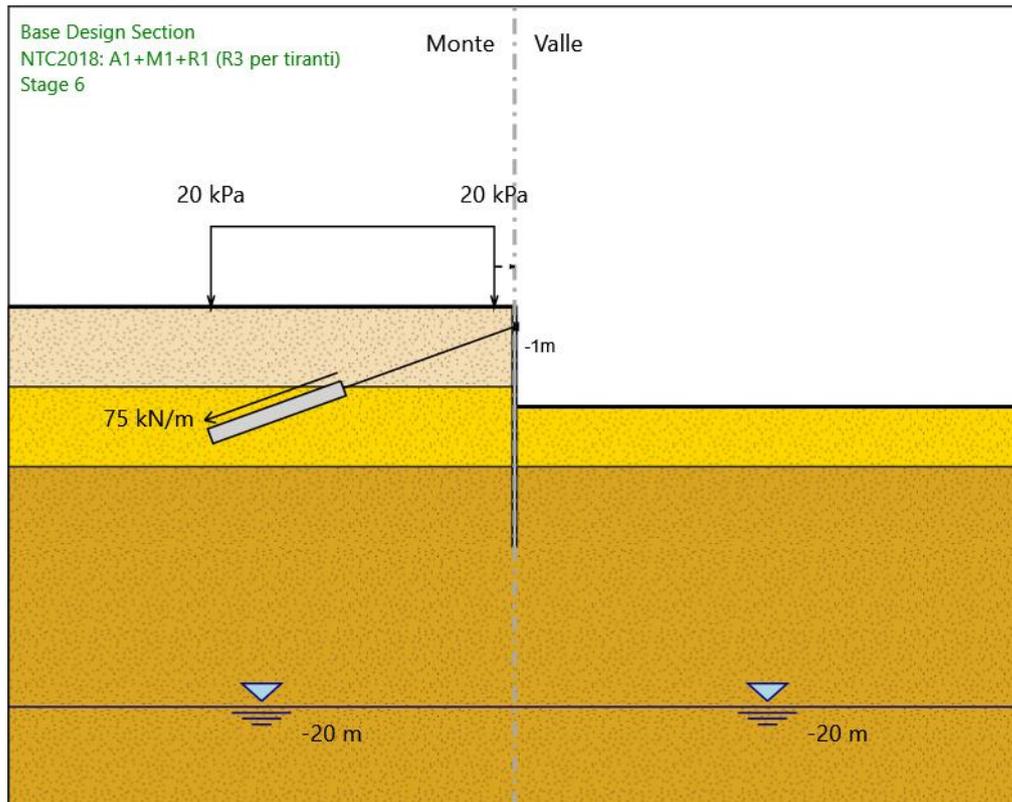
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Q

X iniziale : -15 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Tirante : Tirante 1

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 7 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 90 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Area : 0.000417 m²

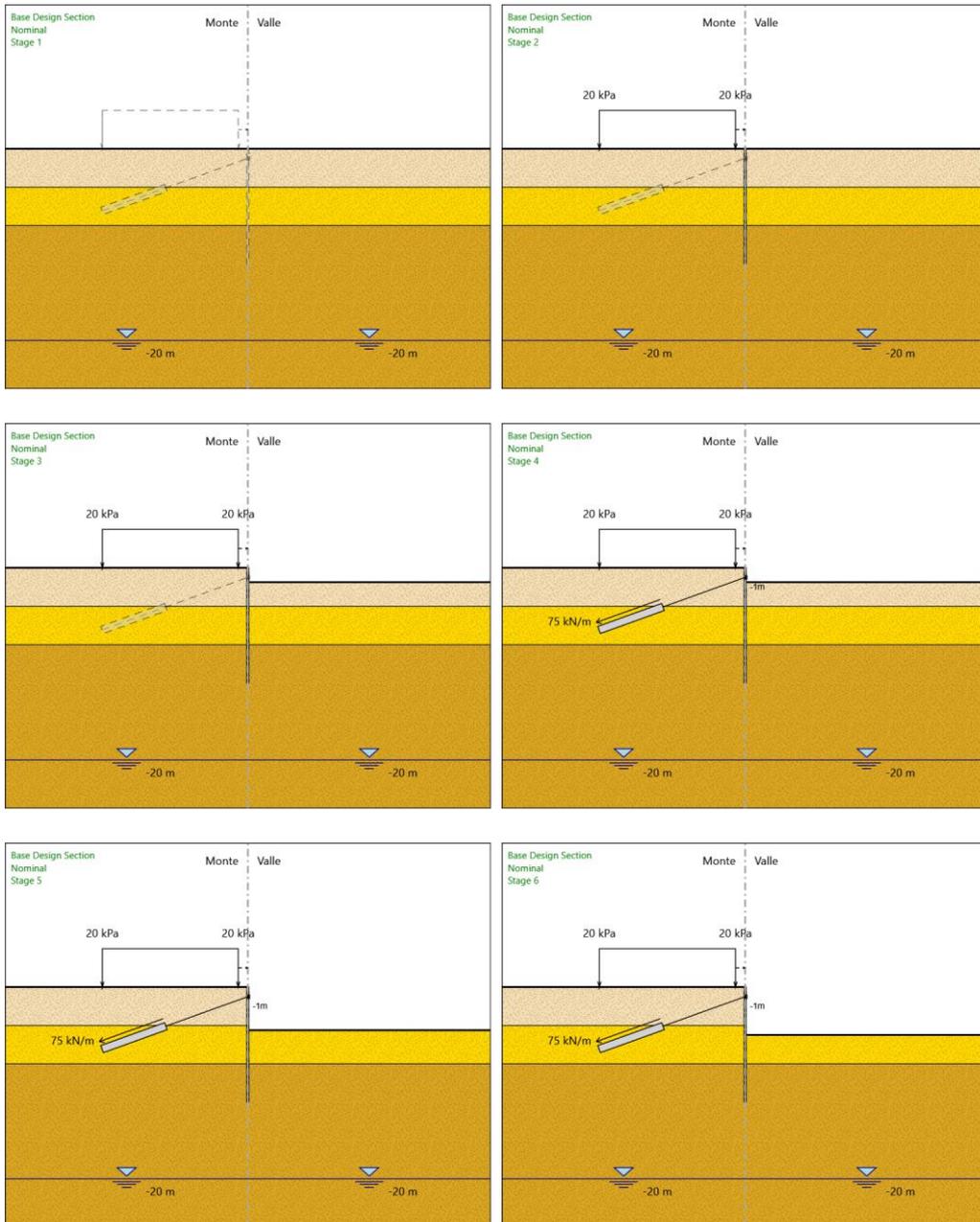
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave ripartizione

HE 180B

Materiale : S355

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa d_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_lo ad_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressi Acqua Lato Monte (F_Wa terDR)	Pressi Acqua Lato Valle (F_Wa terRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_ QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_ GStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_ GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_ QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

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	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	139 di 166

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
0	-1.951	0.162
-0.1	-1.872	0.158
-0.2	-1.792	0.154
-0.3	-1.712	0.15
-0.4	-1.629	0.146
-0.5	-1.543	0.142
-0.6	-1.45	0.138
-0.7	-1.35	0.134
-0.8	-1.238	0.13
-0.9	-1.111	0.126
-1	-0.966	0.122
-1.1	-0.875	0.118
-1.2	-0.819	0.113
-1.3	-0.752	0.109
-1.4	-0.678	0.105
-1.5	-0.6	0.101
-1.6	-0.52	0.271
-1.7	-0.441	0.514
-1.8	-0.365	0.761
-1.9	-0.292	1.011
-2	-0.225	1.261
-2.1	-0.164	1.51
-2.2	-0.109	1.755
-2.3	-0.062	1.996
-2.4	-0.021	2.229
-2.5	0	2.454
-2.6	0	2.669
-2.7	0	2.872
-2.8	0	3.061
-2.9	0	3.236
-3	0	3.394
-3.1	0	3.536
-3.2	0	3.659
-3.3	0	3.763
-3.4	0	3.847
-3.5	0	3.911
-3.6	0	3.954
-3.7	0	3.976
-3.8	0	3.977
-3.9	0	3.957
-4	0	3.916
-4.1	0	3.854
-4.2	0	3.773
-4.3	0	3.673
-4.4	0	3.556
-4.5	0	3.422
-4.6	0	3.274
-4.7	0	3.112
-4.8	0	2.94
-4.9	0	2.759

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-5	0	2.572
-5.1	0	2.382
-5.2	0	2.191
-5.3	0	2.002
-5.4	0	1.818
-5.5	0	1.641
-5.6	0	1.473
-5.7	0	1.314
-5.8	0	1.166
-5.9	0	1.03
-6	0	0.907
-6.1	0	0.796
-6.2	0	0.697
-6.3	0	0.61
-6.4	0	0.536
-6.5	0	0.472
-6.6	0	0.419
-6.7	0	0.375
-6.8	0	0.34
-6.9	0	0.313
-7	0	0.292
-7.1	0	0.278
-7.2	0	0.269
-7.3	0	0.265
-7.4	0	0.264
-7.5	0	0.269
-7.6	0	0.275
-7.7	0	0.283
-7.8	0	0.29
-7.9	0	0.299
-8	0	0.31
-8.1	0	0.322
-8.2	0	0.334
-8.3	0	0.345
-8.4	0	0.356
-8.5	0	0.367
-8.6	0	0.376
-8.7	0	0.385
-8.8	0	0.392
-8.9	0	0.399
-9	0	0.405
-9.1	0	0.41
-9.2	0	0.414
-9.3	0	0.417
-9.4	0	0.42
-9.5	0	0.422
-9.6	0	0.423
-9.7	0	0.424
-9.8	0	0.424
-9.9	0	0.424
-10	0	0.424
-10.1	0	0.424
-10.2	0	0.423
-10.3	0	0.422
-10.4	0	0.421
-10.5	0	0.42
-10.6	0	0.419
-10.7	0	0.417
-10.8	0	0.416
-10.9	0	0.415

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11	0	0.413
-11.1	0	0.412
-11.2	0	0.411
-11.3	0	0.41
-11.4	0	0.408
-11.5	0	0.407
-11.6	0	0.406
-11.7	0	0.405
-11.8	0	0.403
-11.9	0	0.402
-12	0	0.401

Tabella Involuppi Momento Paratia

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.1	0.24	0
-0.2	0.986	0
-0.3	2.241	0
-0.4	4.005	0
-0.5	6.283	0
-0.6	9.073	0
-0.7	12.376	0
-0.8	16.189	0
-0.9	20.505	0
-1	25.309	0
-1.1	21.437	0
-1.2	17.989	0
-1.3	14.911	0
-1.4	12.142	0
-1.5	9.61	0.003
-1.6	7.244	0.838
-1.7	4.972	2.878
-1.8	2.712	5.694
-1.9	0.474	8.618
-2	0.416	11.465
-2.1	0.397	14.225
-2.2	0.363	16.891
-2.3	0.319	19.452
-2.4	0.27	21.898
-2.5	0.216	24.222
-2.6	0.159	26.412
-2.7	0.101	28.46
-2.8	0.047	30.355
-2.9	0.007	32.09
-3	0	33.656
-3.1	0	35.042
-3.2	0	36.242
-3.3	0	37.246
-3.4	0	38.045
-3.5	0	38.629
-3.6	0	38.991
-3.7	0	39.122
-3.8	0	39.012
-3.9	0	38.655
-4	0.169	38.041
-4.1	0.361	37.161
-4.2	0.485	36.027
-4.3	0.553	34.633
-4.4	0.578	32.97
-4.5	0.571	31.03
-4.6	0.54	28.806
-4.7	0.75	26.29
-4.8	2.689	23.472
-4.9	4.325	20.346
-5	5.668	16.905
-5.1	6.725	13.139
-5.2	7.505	9.363
-5.3	8.027	5.62
-5.4	9.284	1.95
-5.5	10.429	0

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-5.6	11.309	0
-5.7	12.375	0
-5.8	13.295	0
-5.9	13.896	0.007
-6	16.211	0.016
-6.1	18.205	0.021
-6.2	19.794	0.022
-6.3	20.973	0.019
-6.4	21.78	0.014
-6.5	22.254	0.006
-6.6	22.428	0
-6.7	22.333	0
-6.8	21.999	0
-6.9	21.452	0
-7	20.714	0
-7.1	19.805	0
-7.2	18.744	0
-7.3	17.545	0
-7.4	16.244	0
-7.5	14.875	0
-7.6	13.466	0
-7.7	12.038	0
-7.8	10.608	0
-7.9	9.198	0
-8	7.827	0.141
-8.1	6.511	0.351
-8.2	5.32	0.506
-8.3	4.253	0.614
-8.4	3.311	0.743
-8.5	2.486	0.889
-8.6	1.775	0.982
-8.7	1.169	1.031
-8.8	0.66	1.046
-8.9	0.239	1.032
-9	0	0.996
-9.1	0	0.943
-9.2	0	0.878
-9.3	0	0.806
-9.4	0	0.833
-9.5	0	0.899
-9.6	0	0.931
-9.7	0	0.936
-9.8	0	0.919
-9.9	0	0.885
-10	0	0.838
-10.1	0	0.781
-10.2	0	0.718
-10.3	0.002	0.652
-10.4	0.003	0.585
-10.5	0.005	0.517
-10.6	0.005	0.451
-10.7	0.012	0.388
-10.8	0.017	0.329
-10.9	0.02	0.274
-11	0.021	0.224
-11.1	0.02	0.18
-11.2	0.019	0.14
-11.3	0.017	0.106
-11.4	0.013	0.077
-11.5	0.01	0.052

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	145 di 166

Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: Paratia Lato destro (kN*m/m)
-11.6	0.007	0.033
-11.7	0.005	0.018
-11.8	0.002	0.008
-11.9	0.001	0.002
-12	0	0

Tabella Involuppi Taglio Paratia

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	2.398	0
-0.1	7.462	0
-0.2	12.546	0
-0.3	17.649	0
-0.4	22.771	0
-0.5	27.904	0
-0.6	33.031	0
-0.7	38.128	0
-0.8	43.16	0
-0.9	48.046	0.018
-1	48.046	46.492
-1.1	0.035	46.492
-1.2	0.207	41.872
-1.3	0.576	37.33
-1.4	1.107	32.869
-1.5	1.107	31.208
-1.6	1.023	30.871
-1.7	0.737	30.412
-1.8	0.42	29.882
-1.9	0.157	29.235
-2	0	28.473
-2.1	0	27.601
-2.2	0.444	26.66
-2.3	2.818	25.611
-2.4	4.664	24.457
-2.5	5.906	23.234
-2.6	6.615	21.907
-2.7	6.903	20.478
-2.8	6.903	18.95
-2.9	6.834	17.353
-3	6.536	15.656
-3.1	6.083	13.863
-3.2	5.506	12
-3.3	4.892	10.041
-3.4	4.285	7.987
-3.5	3.717	5.838
-3.6	4.723	3.62
-3.7	7.088	1.308
-3.8	9.563	0
-3.9	12.13	0
-4	14.788	0
-4.1	17.326	0
-4.2	19.931	0
-4.3	22.62	0
-4.4	25.393	0.067
-4.5	28.232	0.309
-4.6	28.232	0.467
-4.7	28.171	0.557
-4.8	31.26	0.592
-4.9	34.416	0.604
-5	37.655	0.604
-5.1	37.758	0.582
-5.2	37.758	0.535
-5.3	37.436	0.49
-5.4	36.702	0.432
-5.5	35.557	1.036

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-5.6	34.001	2.717
-5.7	32.018	4.157
-5.8	29.625	5.163
-5.9	26.819	5.817
-6	23.587	6.162
-6.1	19.944	6.254
-6.2	15.888	6.254
-6.3	11.786	6.419
-6.4	8.073	8.051
-6.5	4.734	9.185
-6.6	1.742	9.843
-6.7	0.136	10.099
-6.8	0.152	10.099
-6.9	0.168	10.036
-7	0.168	9.728
-7.1	0.168	10.614
-7.2	0.165	11.987
-7.3	0.157	13.008
-7.4	0.127	13.69
-7.5	0.086	14.094
-7.6	0.031	14.276
-7.7	0	14.297
-7.8	0	14.297
-7.9	0	14.106
-8	0	13.705
-8.1	0	13.158
-8.2	0	11.917
-8.3	0	10.664
-8.4	0	9.428
-8.5	0	8.243
-8.6	0.129	7.116
-8.7	0.285	6.059
-8.8	0.401	5.09
-8.9	0.484	4.205
-9	0.54	3.404
-9.1	0.643	2.688
-9.2	0.72	2.064
-9.3	0.766	1.519
-9.4	0.776	1.048
-9.5	0.776	0.655
-9.6	0.768	0.324
-9.7	0.745	0.051
-9.8	0.712	0
-9.9	0.662	0
-10	0.609	0
-10.1	0.626	0
-10.2	0.661	0
-10.3	0.677	0
-10.4	0.678	0
-10.5	0.678	0
-10.6	0.658	0
-10.7	0.629	0
-10.8	0.594	0.005
-10.9	0.547	0.008
-11	0.497	0.008
-11.1	0.447	0.013
-11.2	0.398	0.025
-11.3	0.343	0.032
-11.4	0.29	0.033
-11.5	0.241	0.033



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	148 di 166

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Paratia
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.6	0.195	0.029
-11.7	0.146	0.029
-11.8	0.102	0.024
-11.9	0.062	0.015
-12	0.019	0.008



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	149 di 166

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall	LEFT			14.57
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 6 Left Wall	RIGHT			30.17



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	150 di 166

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 6 Left Wall		LEFT		116.99
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall		RIGHT		151.69



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	151 di 166

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE
RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	152 di 166

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V

Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
0	0	
-0.1	0.002	
-0.2	0.007	
-0.3	0.016	
-0.4	0.028	
-0.5	0.044	
-0.6	0.064	
-0.7	0.087	
-0.8	0.114	
-0.9	0.144	
-1	0.178	
-1.1	0.15	
-1.2	0.126	
-1.3	0.105	
-1.4	0.085	
-1.5	0.067	
-1.6	0.051	
-1.7	0.035	
-1.8	0.04	
-1.9	0.06	
-2	0.08	
-2.1	0.1	
-2.2	0.119	
-2.3	0.137	
-2.4	0.154	
-2.5	0.17	
-2.6	0.185	
-2.7	0.2	
-2.8	0.213	
-2.9	0.225	
-3	0.236	
-3.1	0.246	
-3.2	0.254	
-3.3	0.261	
-3.4	0.267	
-3.5	0.271	
-3.6	0.274	
-3.7	0.275	
-3.8	0.274	
-3.9	0.271	
-4	0.267	
-4.1	0.261	
-4.2	0.253	
-4.3	0.243	
-4.4	0.231	
-4.5	0.218	
-4.6	0.202	
-4.7	0.185	
-4.8	0.165	
-4.9	0.143	
-5	0.119	
-5.1	0.092	
-5.2	0.066	

Involupi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-5.3	0.056
-5.4	0.065
-5.5	0.073
-5.6	0.079
-5.7	0.087
-5.8	0.093
-5.9	0.098
-6	0.114
-6.1	0.128
-6.2	0.139
-6.3	0.147
-6.4	0.153
-6.5	0.156
-6.6	0.157
-6.7	0.157
-6.8	0.154
-6.9	0.151
-7	0.145
-7.1	0.139
-7.2	0.132
-7.3	0.123
-7.4	0.114
-7.5	0.104
-7.6	0.095
-7.7	0.084
-7.8	0.074
-7.9	0.065
-8	0.055
-8.1	0.046
-8.2	0.037
-8.3	0.03
-8.4	0.023
-8.5	0.017
-8.6	0.012
-8.7	0.008
-8.8	0.007
-8.9	0.007
-9	0.007
-9.1	0.007
-9.2	0.006
-9.3	0.006
-9.4	0.006
-9.5	0.006
-9.6	0.007
-9.7	0.007
-9.8	0.006
-9.9	0.006
-10	0.006
-10.1	0.005
-10.2	0.005
-10.3	0.005
-10.4	0.004
-10.5	0.004
-10.6	0.003
-10.7	0.003
-10.8	0.002
-10.9	0.002
-11	0.002
-11.1	0.001
-11.2	0.001

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	155 di 166

Involupi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-11.3	0.001
-11.4	0.001
-11.5	0
-11.6	0
-11.7	0
-11.8	0
-11.9	0
-12	0



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	156 di 166

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.002
-0.1	0.006
-0.2	0.01
-0.3	0.014
-0.4	0.018
-0.5	0.022
-0.6	0.026
-0.7	0.03
-0.8	0.034
-0.9	0.038
-1	0.037
-1.1	0.033
-1.2	0.029
-1.3	0.026
-1.4	0.025
-1.5	0.024
-1.6	0.024
-1.7	0.024
-1.8	0.023
-1.9	0.022
-2	0.022
-2.1	0.021
-2.2	0.02
-2.3	0.019
-2.4	0.018
-2.5	0.017
-2.6	0.016
-2.7	0.015
-2.8	0.014
-2.9	0.012
-3	0.011
-3.1	0.009
-3.2	0.008
-3.3	0.006
-3.4	0.005
-3.5	0.003
-3.6	0.004
-3.7	0.006
-3.8	0.008
-3.9	0.01
-4	0.012
-4.1	0.014
-4.2	0.016
-4.3	0.018
-4.4	0.02
-4.5	0.022
-4.6	0.022
-4.7	0.022
-4.8	0.025
-4.9	0.027
-5	0.03
-5.1	0.03
-5.2	0.03
-5.3	0.029
-5.4	0.028
-5.5	0.027

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-5.6	0.025	
-5.7	0.023	
-5.8	0.021	
-5.9	0.019	
-6	0.016	
-6.1	0.013	
-6.2	0.009	
-6.3	0.006	
-6.4	0.006	
-6.5	0.007	
-6.6	0.008	
-6.7	0.008	
-6.8	0.008	
-6.9	0.008	
-7	0.007	
-7.1	0.008	
-7.2	0.009	
-7.3	0.01	
-7.4	0.011	
-7.5	0.011	
-7.6	0.011	
-7.7	0.011	
-7.8	0.011	
-7.9	0.011	
-8	0.01	
-8.1	0.009	
-8.2	0.008	
-8.3	0.007	
-8.4	0.007	
-8.5	0.006	
-8.6	0.005	
-8.7	0.004	
-8.8	0.003	
-8.9	0.003	
-9	0.002	
-9.1	0.002	
-9.2	0.001	
-9.3	0.001	
-9.4	0.001	
-9.5	0.001	
-9.6	0.001	
-9.7	0.001	
-9.8	0.001	
-9.9	0	
-10	0	
-10.1	0	
-10.2	0.001	
-10.3	0.001	
-10.4	0.001	
-10.5	0.001	
-10.6	0	
-10.7	0	
-10.8	0	
-10.9	0	
-11	0	
-11.1	0	
-11.2	0	
-11.3	0	
-11.4	0	
-11.5	0	



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	158 di 166

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-11.6	0	
-11.7	0	
-11.8	0	
-11.9	0	
-12	0	

Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE Tipo Risultato:		NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
Tirante	Verifiche Tiranti Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	(ITA)		
					Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante 1	Stage 4	90	290.286	605.557	0.31	0.149	
Tirante 1	Stage 5	89.694	290.286	605.557	0.309	0.148	
Tirante 1	Stage 6	89.693	290.286	605.557	0.309	0.148	



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE
RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	160 di 166

Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption:	Tipo Risultato:	NTC2018					
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Verifiche Tiranti	(ITA)					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	117	146.609	605.557	0.798	0.193	
Tirante 1	Stage 5	116.624	146.609	605.557	0.795	0.193	
Tirante 1	Stage 6	116.707	146.609	605.557	0.796	0.193	

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption:	Tipo Risultato:	NTC2018						
NTC2018: A2+M2+R1	Verifiche Tiranti				(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante 1	Stage 4	90	146.609	605.557	0.614	0.149		
Tirante 1	Stage 5	90.475	146.609	605.557	0.617	0.149		
Tirante 1	Stage 6	92.787	146.609	605.557	0.633	0.153		



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE
 RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

VI01 – Ponte ferroviario al km 38+650
 Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	VI0103 001	B	162 di 166

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tirante 1	Stage 4	117	146.609	605.557	0.798	0.193			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0	0	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	74.745	0	0	0	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	74.744	0	0	0	0

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)								
		Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0.051	0.079	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	74.745	0	0.05	0.079	0	
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	74.744	0	0.05	0.079	0	

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	97.5	0	0.066	0.103	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	97.187	0	0.065	0.102	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	97.256	0	0.066	0.102	0

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 4	75	0	0.051	0.079	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 5	75.396	0	0.051	0.079	0
Default Waler	Tirante 1	HE 180B	S355	Stage 6	77.322	0	0.052	0.081	0