

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI

Sottopasso Toirano-Bardinetto

Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 2 6 C L S L 0 5 0 3 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Giugno 2024	G. Nitti <i>Giovanni Nitti</i>	Giugno 2024	M. Fisso <i>M. Fisso</i>	Giugno 2024	F. Arduini Giugno 2024 ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dot. Ing. Fabrizio Arduini Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 18392 del A <i>F. Arduini</i>

File: IV0I00D26CLSL0503001A.doc

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4	MATERIALI.....	7
	4.1 MICROPALI	7
	4.2 ACCIAIO B450C.....	7
	4.3 ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI A TREFOLI (0.6'').....	7
5	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
	5.1 PROFONDITÀ DELLA FALDA	8
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	8
7	MODALITÀ DI ANALISI	9
	7.1 NORME GENERALI.....	9
	7.2 PARATIE.....	11
	7.3 SLU DI TIPO STRUTTURALE (STR).....	12
	7.4 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALI	13
8	ANALISI DEI CARICHI.....	14
	8.1 SPINTA DELLE TERRE	14
	8.2 SPINTA STATICA DELL'ACQUA	14
9	VERIFICHE.....	15
	9.1 VERIFICHE SLU SUI PALI	15
	9.1.1 Verifica a flessione SLU.....	15
	9.1.2 Verifica a taglio SLU	15
	9.1.3 Verifiche di stabilità globali	15
10	RISULTATI DELL'ANALISI DELLA PARATIA	16
	10.1 PARATIA DI MICROPALI.....	16
	10.2 SOFTWARE UTILIZZATO PER LE ANALISI.....	20

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

10.3	RISULTATI SLU	20
10.4	RISULTATI SLE.....	23
10.5	VERIFICHE STR - PARATIA	24
10.6	VERIFICA GEOTECNICHE DELLA PARATIA	26
10.6.1	<i>Verifiche geotecniche agli SLU di rotazione attorno ad un punto dell'opera (GEO)</i>	26
10.6.2	<i>Verifiche geotecniche agli SLU di stabilità globale (GEO)</i>	27
10.6.3	<i>Verifiche agli SLU geotecniche (GEO) e strutturali (STR) dei tiranti attivi</i>	27
11	VERIFICA DEL CORDOLO DI CORONAMENTO	29
12	INCIDENZE	31
13	ALLEGATI.....	32
13.1	ALLEGATO DI CALCOLO PARATIE PLUS – PARATIA DI MICROPALI	32

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

1 PREMESSA

Nel presente documento, emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto definitivo del raddoppio della linea Genova – Ventimiglia nella tratta Finale Ligure – Andora, è riportato il calcolo delle opere provvisionali del sottopasso autostradale SL05A.

L'ubicazione dell'opera lungo la tratta in questione è indicata nella figura seguente.

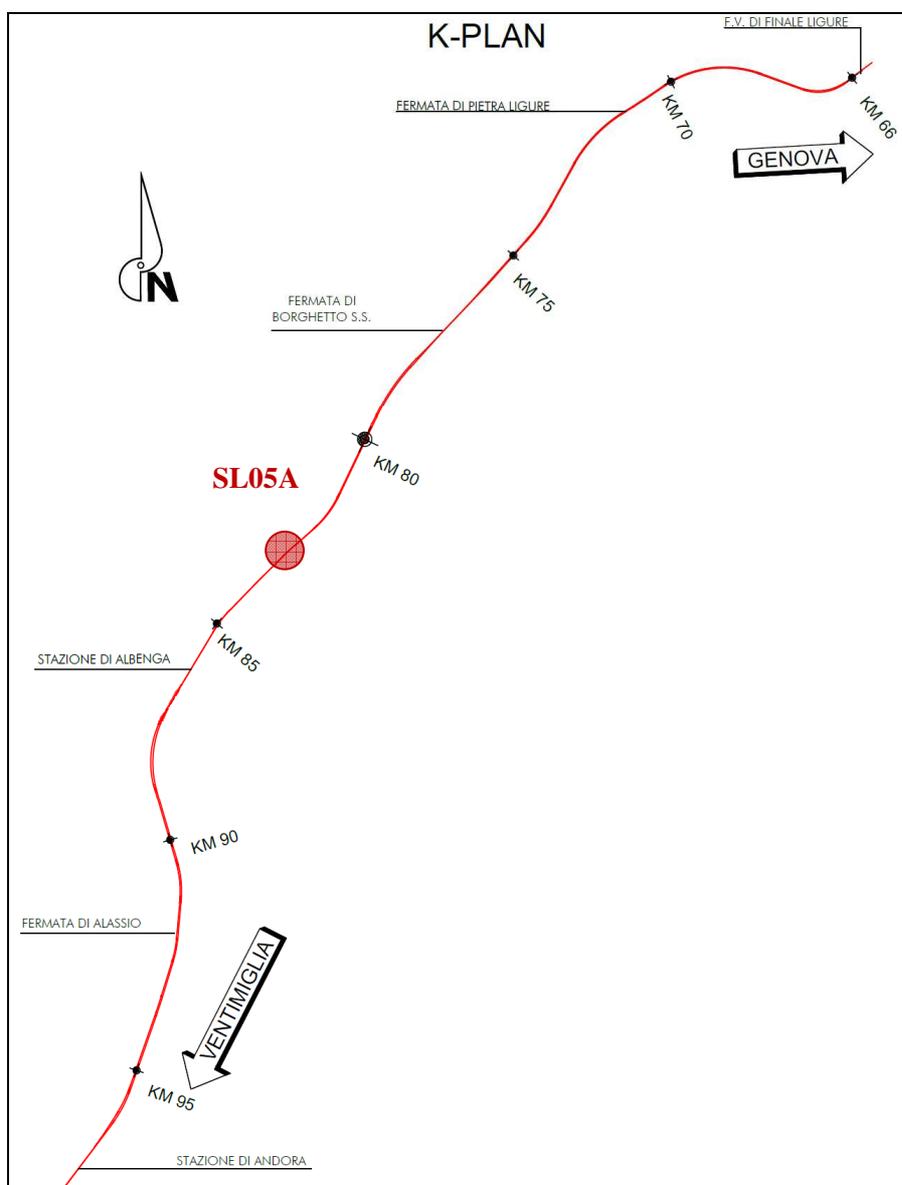


Figura 1-1: Raddoppio tratta Finale L. - Andora. Inquadramento dell'opera

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

2 DESCRIZIONE

La presente relazione si riferisce al progetto definitivo delle opere provvisionali realizzate per realizzare la camera di varo del sottovia autostradale SL05A.

Di seguito si illustrano le assunzioni strutturali di progetto prese a base di calcolo, la normativa di riferimento, i materiali utilizzati, la caratterizzazione geotecnica prevista, i carichi di progetto e le relative condizioni e combinazioni, lo schema strutturale adottato e le verifiche effettuate

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

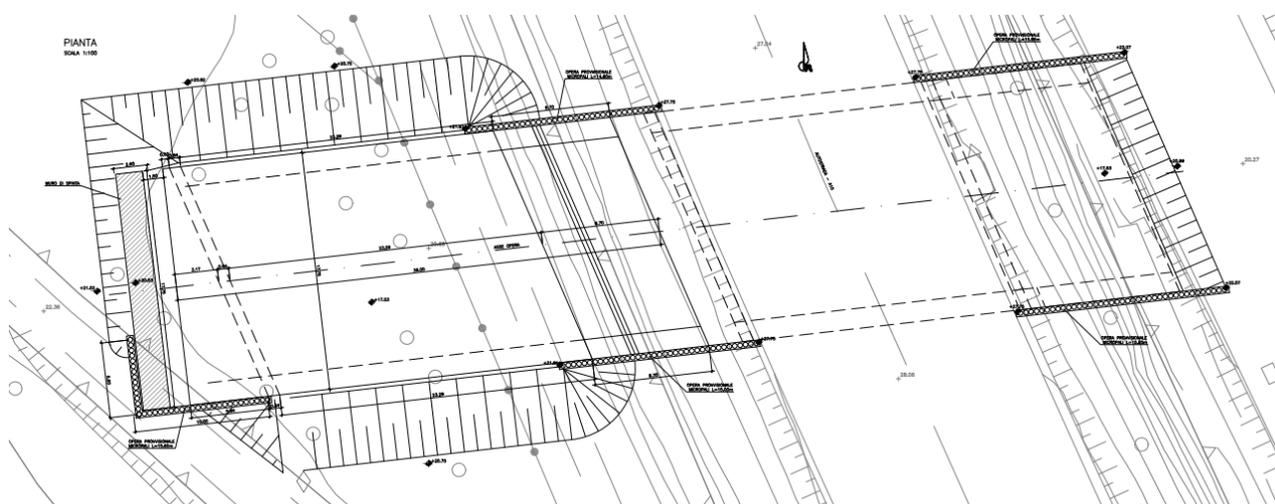


Figura 2-1. – Vista in pianta

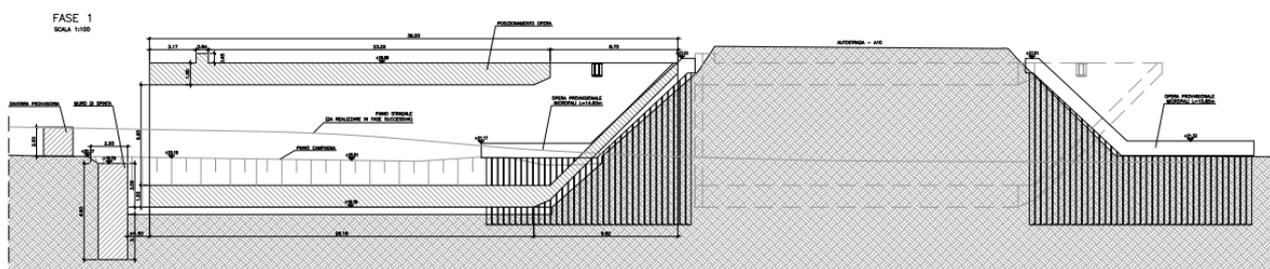


Figura 2-2. – Prospetto longitudinale

Di seguito si riportano le caratteristiche principali delle opere:

Paratia di micropali $\Phi 300$

È una paratia di micropali $\Phi 300$ armati con profilo tubolare $\Phi 193.7/10$ in acciaio S275, lunghezza 15 m cordolo compreso ed interasse trasversale 0.40 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

L'altezza di scavo di calcolo della paratia in oggetto risulta essere 8.35 m rispetto all'estradosso del cordolo.

L'opera presenta due ordini di tiranti sub orizzontali a trefoli in acciaio armonico con interasse di 2.00 m, di diametro $\Phi 200$ mm, armati con trefoli da 0.6'' in numero di 5 trefoli e sono tesati con 150 kN, 300 kN. I tiranti provvisori sono inclinati rispettivamente di 10° , 15° .

Il primo ordine di tiranti è posto a -2.50 m da estradosso cordolo e presenta una lunghezza complessiva di 10.00 m, dei quali 5.00 m di bulbo e 5.00 di lunghezza libera.

Il secondo ordine di tiranti è posto a -3.00 m dal primo ordine (quindi a -5.50 m da estradosso cordolo) e presenta una lunghezza complessiva di 13.50 m, dei quali 7.50 m di bulbo e 5.00 m di lunghezza libera.

La tecnologia di iniezione dei bulbi è di tipo I.R.S. (iniezioni ripetute e selettive).

Si utilizza un cordolo di coronamento in cls con sezione 50 x 100

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	6 di 55

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1997-1 “Progettazione geotecnica – Parte 1. Regole generali”.
- UNI EN 1998-1: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1998-5: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- UNI EN 206-1:2014: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- “Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E -- Manuale di progettazione delle Opere Civili RFI - Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Capitolato generale tecnico delle Opere Civili RFI – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e acciaio

Riferimenti STI:

– 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisorie sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	7 di 55

4 MATERIALI

4.1 Micropali

Diametro perforazione	300 mm
Classe di resistenza miscela cementizia	C25/30
Classe di esposizione	XC2

Acciaio per micropali

Profili tubolari $\phi 193.7/10$ in acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento/ rottura f_{yk}	275/430 N/mm ²
Tensione caratteristica di progetto	261.9 N/mm ²

Cordolo di collegamento di testa dei micropali

Dimensione	50x100 cm
Classe di resistenza miscela cementizia	C25/30
Classe di esposizione	XC2

4.2 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$
in cui $\gamma_m = 1.15$ $f_{yd} = 450 / 1.15$	$f_{yd} = 391.3 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

4.3 Acciaio armonico per tiranti a trefoli (0.6'')

Acciaio per tiranti in trefolo da 0.6'' stabilizzati.

Tensione caratteristica di rottura:	$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa};$
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale:	$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yd} = 0.9 f_{p(1)k} / \gamma_s$
in cui $\gamma_m = 1.15$, $f_{yd} = 0.9 \times 1670 / 1.15$	$f_{yd} = 1307 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 206'000 \text{ MPa}.$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisorie sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	8 di 55

5 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Si prende a riferimento la relazione geotecnica generale, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

Sulla base delle indagini svolte, sintetizzate nei profili geotecnici lungo linea, in corrispondenza della progressiva si evince la seguente stratigrafia:

INDICAZIONI INTEGRATIVE OOPP - VALIDE PER QUOTE SUPERIORI A QUOTA TESTA PALO										
Unità	Profondità		γ	ϕ	c'	c_u	E	V_s	v	
-	m slm		kN/mc	°	kPa	kPa	MPa	m/s	-	
1	+15,8 ÷ TOP**		19	28	0	-	10	-	0.3	
** testa palo										
Unità	Descrizione	Prof top	γ	ϕ	c'	c_u	E	V_s	v	
-	-	m TOP*	kN/mc	°	kPa	kPa	MPa	m/s	-	
2	Ghiaia eterometrica sabbiosa localmente limosa, sabbia e ghiaia in matrice limosa, da mediamente addensata a addensata, con presenza di clasti poligenici	0	19.5	31	0	-	30	220	0.3	
3	Limo da debolmente sabbioso o limo argilloso sabbioso, localmente ghiaioso, da mediamente consistente a consistente	6.5	19	26	10	100	20	220	0.3	
CMV	Conglomerati costituiti prevalentemente da sabbia limosa debolmente ghiaiosa e limo sabbioso debolmente ghiaioso, molto addensati	11.5	20.5	33	5	-	40	400	0.3	
ORV	Argilla limosa e limo argilloso, debolmente sabbioso, consistente e con intercalazioni sabbiose	28	20	31	15	140	>50	600	0.25	
* m da testa palo										
INDICAZIONI INTEGRATIVE OOPP - VALIDE PER QUOTE SUPERIORI A QUOTA TESTA PALO										
Unità	Profondità		γ	ϕ	c'	c_u	E	V_s	v	
-	m slm		kN/mc	°	kPa	kPa	MPa	m/s	-	
1	+15,8 ÷ TOP**		19	28	0	-	10	-	0.3	
** testa palo										

5.1 Profondità della falda

La falda è considerata a 5 m slm.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Trattandosi di opere provvisorie, in accordo al D.M. 17 gennaio 2018, si omettono le verifiche in condizione sismica.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	9 di 55

7 MODALITÀ DI ANALISI

7.1 Norme generali

Tutte le analisi sono state effettuate con riferimento alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle costruzioni del 17/01/2018 (NTC) e alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" pubblicate a Gennaio del 2019.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) consistono, in generale, nel verificare il rispetto della condizione:

$$E_d < R_d \quad [6.2.1 - NTC2018]$$

dove con E_d si indica il valore di progetto delle azioni, o degli effetti delle azioni, e con R_d il valore di progetto delle resistenze.

La verifica di tale condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali definiti rispettivamente per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

Le azioni di progetto, E_d , o, altresì, gli effetti delle azioni, sono valutabili a partire dalle azioni caratteristiche adottando per i coefficienti parziali γ_F i valori specificati nella Tabella 2.6.I delle NTC. In ambito ferroviario è possibile tuttavia prendere a riferimento per le verifiche agli stati limite ultimi i valori dei coefficienti parziali γ riportati in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.2.VI del Manuale di Progettazione RFI – Parte II – Sezione II.

Tab. 5.2.V - 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.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico g_r della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 7-1. - Tab. 5.2V MdP - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA					
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA						
Relazione di calcolo opere provvisoriale sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLGIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	10 di 55

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ 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
	gr_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	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 varano assunti pari a 0,0.

Tabella 7-2. - Tab. 5.2VI – Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni.

Tab. 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Azioni	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Treno di carico LM 71	0,80 ⁽¹⁾	⁽¹⁾	0,0
Treno di carico SW /0	0,80 ⁽¹⁾	0,80	0,0
Treno di carico SW/2	0,00 ⁽¹⁾	0,80	0,0
Treno scarico	1,00 ⁽¹⁾	-	-
Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽¹⁾	0,80	0,0

⁽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⁾ Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

⁽³⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico varano assunti pari a 0,0.

Tabella 7-3. - Tab. 5.2 VII – Ulteriori coefficienti di combinazione Ψ delle azioni.

Le resistenze dei materiali sono valutabili a partire dalle resistenze caratteristiche adottando i coefficienti parziali g_M specificati nei capitoli 4 (calcestruzzo e acciaio) e 6 (parametri geotecnici di resistenza) delle “Norme Tecniche delle Costruzioni”, tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali g_R , specifici per ciascun tipo di opera.

Le resistenze di progetto R_d , si determinano a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per i coefficienti parziali γ_M specificati in Tabella 7-4 (Tabella 6.2.II delle NTC18) e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R , specifici per ciascun tipo di opera e verifica.

Tab. 6.2.II – 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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_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

Tabella 7-4. - Tab. 6.2.II NTC 2018 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (NTC18).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Per le verifiche di sicurezza relative agli stati limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d \text{ [6.2.7 NTC 2018]}$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni nelle combinazioni di carico per gli SLE e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

7.2 Paratie

Per le paratie si devono considerare almeno i seguenti stati limite ultimi, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- Collasso per carico limite verticale;
- Sfilamento di uno o più ancoraggi;
- Instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
- Instabilità del fondo scavo per sollevamento;
- Sifonamento del fondo scavo;
- Instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- Raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
- Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Nel caso in esame, le verifiche strutturali e geotecniche principali sono implementate automaticamente all'interno software Paratie Plus, direttamente nel caso delle verifiche strutturali della paratia, indirettamente per le verifiche geotecniche tramite il raggiungimento della convergenza dei modelli numerici.

Per quanto riguarda la verifica di instabilità del fondo scavo, data la natura dei terreni riscontrati non è stato ritenuto opportuno effettuare delle apposite verifiche. La verifica a sifonamento del fondo scavo non è stata considerata, in quanto la stratigrafia riscontrata in prossimità dell'opera non ne giustifica l'effettuazione.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Verifiche di esercizio (SLE)

In tutti i casi, nelle condizioni di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità di manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali.

In presenza di manufatti particolarmente sensibili agli spostamenti dell'opera di sostegno, deve essere sviluppata una specifica analisi dell'interazione tra opere e terreno, tenendo conto della sequenza delle fasi costruttive.

Nel caso in esame si prende inoltre a riferimento la norma tecnica RFI "Standard di qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per velocità fino a 300 km/h" per quanto riguarda le verifiche deformative SLE sulla linea ferroviaria.

7.3 SLU di tipo strutturale (STR)

Per quanto riguarda le verifiche strutturali si fa riferimento all'inquadramento normativo sui materiali calcestruzzo ed acciaio delle NTC 2018.

Calcestruzzo

Per il calcestruzzo la resistenza di progetto a compressione, f_{cd} é:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

dove:

- α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;
- γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;
- f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Il coefficiente γ_c è pari ad 1.5. Il coefficiente α_{cc} è pari a 0.85.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di progetto a compressione va ridotta a $0.80 f_{cd}$.

La resistenza di progetto a trazione, f_{ctd} , vale:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$$

dove:

- γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;
- f_{ctk} è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	13 di 55

Il coefficiente γ_c assume il valore 1.5.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di progetto a trazione va ridotta a $0.80 f_{ctd}$.

Acciaio

La resistenza di progetto dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

dove:

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio, per armature da precompressione è la tensione convenzionale caratteristica di snervamento data, a seconda del tipo di prodotto, da f_{pyk} (barre), $f_{p(0,1)k}$ (fili), $f_{p(1)k}$ (trefoli e trecce); si veda in proposito la Tab. 11.3.VIII.

Il coefficiente γ_s assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore 1.15.

La resistenza di progetto dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

dove:

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio, per armature da precompressione è la tensione convenzionale caratteristica di snervamento data, a seconda del tipo di prodotto, da f_{pyk} (barre), $f_{p(0,31)k}$ (fili), $f_{p(1)k}$ (trefoli e trecce).

Il coefficiente γ_s assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore 1.15.

7.4 Verifiche di stabilità globali

Le verifiche di stabilità globale devono essere eseguite utilizzando la combinazione (A2+M2+R2), tenendo conto, in condizioni statiche, del valore del coefficiente parziale $\gamma_R = 1.1$, come indicato nella figura seguente, definito per le opere di materiali sciolti e per i fronti di scavo (Tab. 6.8.I delle NTC18).

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 7-5. - Coefficiente parziale per la verifica di stabilità globale, per opere di materiali sciolti e fronti di scavo (NTC18).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

8 ANALISI DEI CARICHI

I carichi di progetto considerati nelle analisi sono i seguenti:

- Pesi propri delle terre e delle strutture;
- Azione variabile rappresentativa dei mezzi di cantiere.

I pesi propri dei terreni e delle strutture sono stati considerati automaticamente dai software di calcolo in base ai corrispondenti pesi specifici assegnati.

Sul terreno a monte dello scavo agiscono i carichi variabili dovuti ai mezzi d'opera, assunti pari a 10 kPa, posizionati in corrispondenza della quota di pre-scavo e di estensione pari a 3 m.

Si specifica che trattandosi di opere provvisionali non viene definita, né considerata alcuna azione sismica.

8.1 Spinta delle terre

Le spinte del terreno (attive e passive) sull'opera di sostegno in esame sono valutate in maniera automatica dal software di analisi impiegato sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno stesso (capitolo 5) e secondo i metodi indicati al capitolo 7.

Nel calcolo si è assunto un angolo d'attrito tra terreno e parete $\delta=2\varphi'/3$, sia per la spinta passiva che per quella attiva.

8.2 Spinta statica dell'acqua

La spinta dell'acqua è proporzionale alla profondità a partire dalla quota di falda.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

9 VERIFICHE

In questo capitolo vengono descritte le metodologie adottate per le verifiche di carattere geotecnico e strutturale degli elementi previsti in progetto. Tutte le verifiche sono state svolte secondo le NTC 2018.

9.1 Verifiche SLU sui pali

Le sollecitazioni massime al metro lineare sono state estratte dalle analisi numeriche su Paratie Plus, già amplificate dei relativi coefficienti di normativa. Il software permette inoltre il calcolo automatico delle capacità resistente della sezione secondo normativa. Nel paragrafo 10 saranno riportati graficamente gli involucri delle sollecitazioni.

9.1.1 Verifica a flessione SLU

La verifica a flessione del palo è stata effettuata verificando il rispetto della seguente relazione:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

dove:

M_{Rd} = momento resistente della sezione

M_{Ed} = momento di calcolo massimo della sezione

9.1.2 Verifica a taglio SLU

La verifica a taglio del palo è stata effettuata verificando il rispetto della seguente relazione:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove:

V_{Rd} = taglio resistente della sezione

V_{Ed} = taglio di calcolo massimo della sezione

9.1.3 Verifiche di stabilità globali

Le verifiche di stabilità globali sono state effettuate tramite il software Slope/W. Le analisi di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno, sono state eseguite nell'ipotesi di problema piano con i tradizionali metodi dell'equilibrio limite globale, schematizzando il terreno come un mezzo rigido plastico, adottando il criterio di rottura di Mohr Coulomb e il metodo di Bishop.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisorie sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

10 RISULTATI DELL'ANALISI DELLA PARATIA

Di seguito saranno riportate le analisi svolte con la descrizione degli schemi di calcolo, dei modelli numerici e dei risultati ottenuti. Le geometrie di calcolo adottate, ovvero le altezze di scavo e le stratigrafie di riferimento sono state scelte al fine di massimizzare gli effetti statici sulle opere di sostegno.

Gli studi della paratia di micropali sono stati eseguiti tramite il software Paratie Plus, ad eccezione della verifica di stabilità globale eseguita su Slope/W.

In allegato saranno comunque riportati i tabulati di calcolo delle analisi effettuate su Paratie Plus e Slope/W.

10.1 Paratia di micropali

In Paratie Plus, a partire dallo stato di fatto, sono state schematizzate le diverse fasi di scavo:

- **Fase 1:** Esecuzione della paratia;
- **Fase 2:** Scavo fino ad una quota di 0.50 m al di sotto dell'asse del primo ordine di tiranti (cioè -3.00 m da testa cordolo);
- **Fase 3:** Attivazione del primo ordine di tiranti;
- **Fase 4:** Scavo fino ad una quota di 0.50 m al di sotto dell'asse del secondo ordine di tiranti (cioè -6.00 m da testa cordolo);
- **Fase 5:** Attivazione del secondo ordine di tiranti;
- **Fase 6:** Scavo fino ad una quota fondo scavo (cioè -8.35 m da testa cordolo).

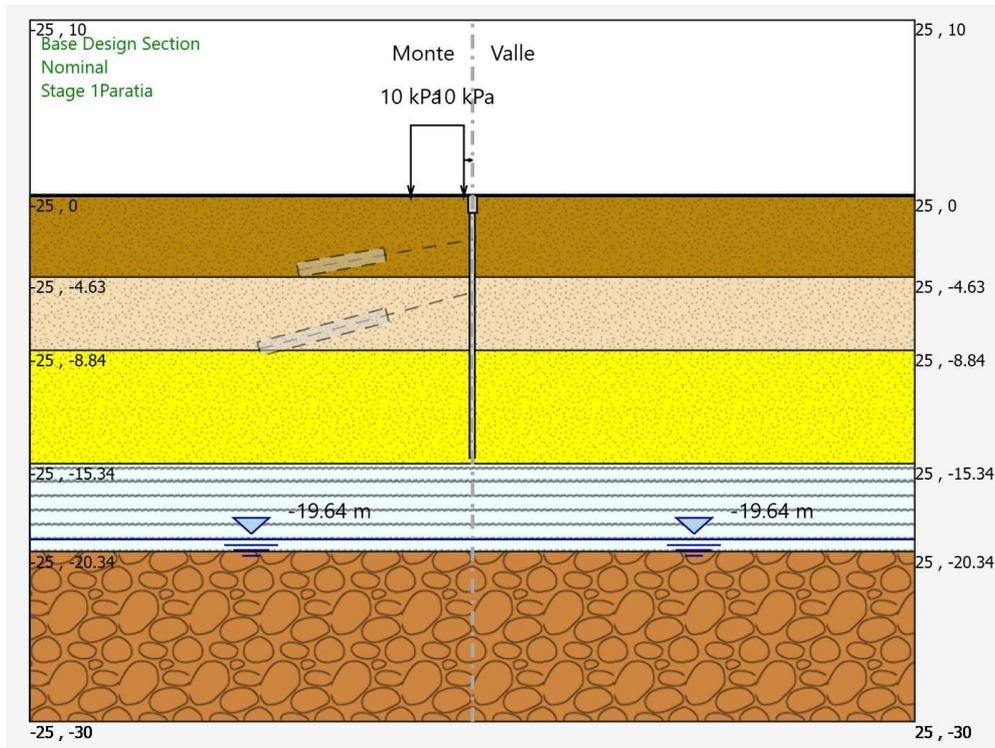


Figura 10-1. - Fase 1 - Esecuzione della paratia

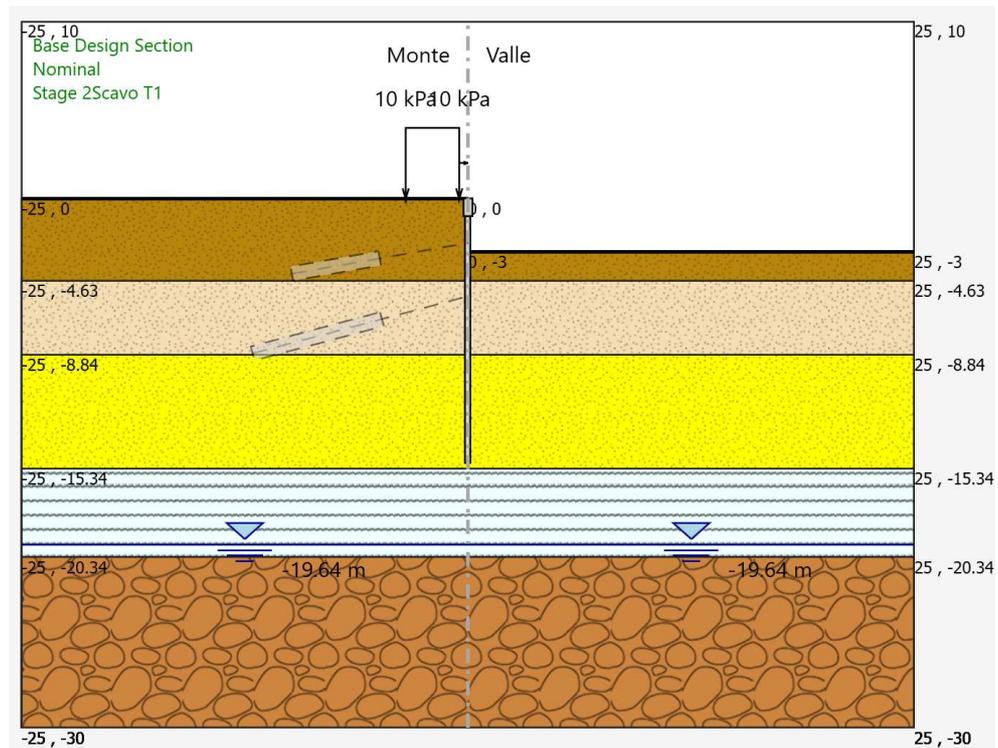


Figura 10-2. - Fase 2 - Scavo fino -3.00 da testa cordolo

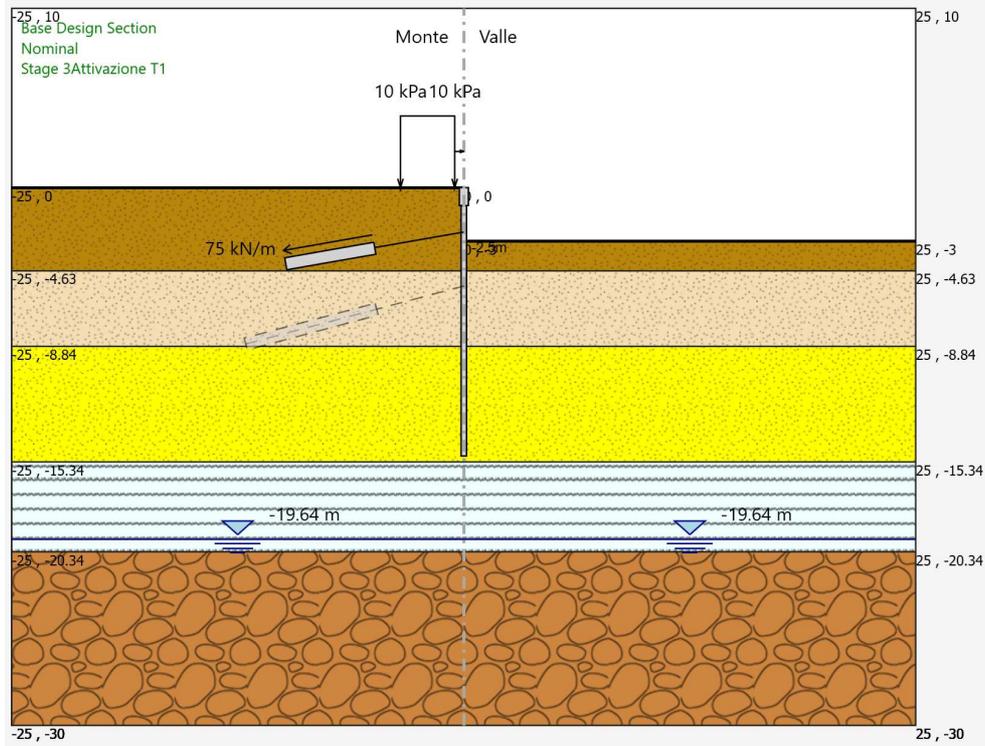


Figura 10-3. – Fase 3 - Attivazione 1° ordine di tiranti

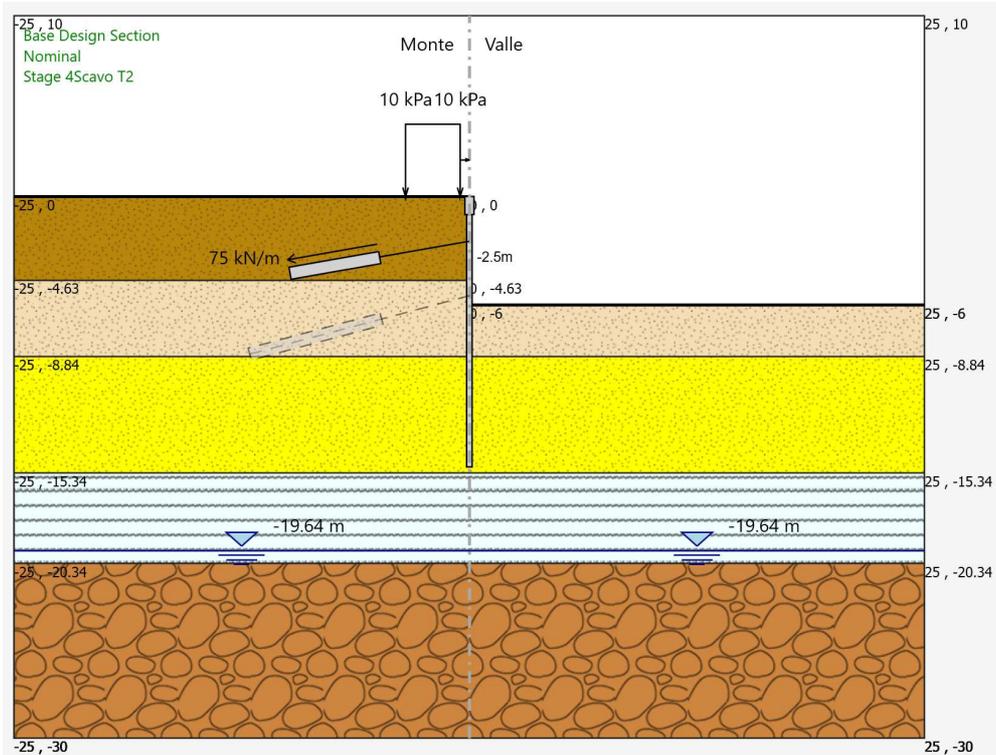


Figura 10-4. - Fase 4 – Scavo fino -6.00 da testa cordolo

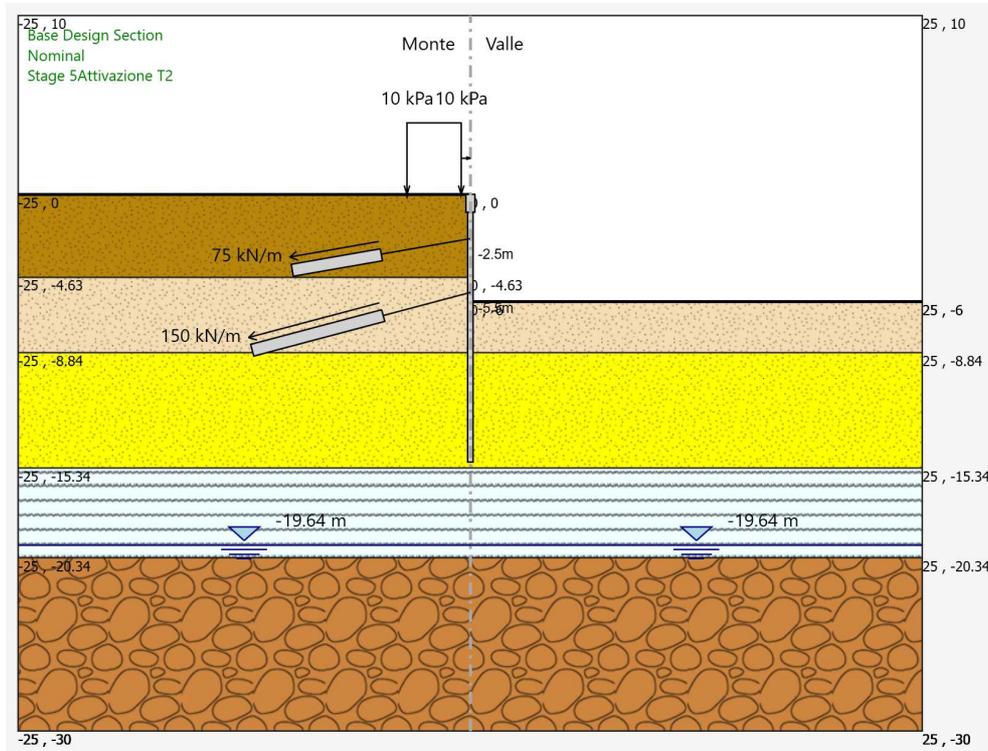


Figura 10-5. - Fase 5 – Attivazione 2° ordine di tiranti

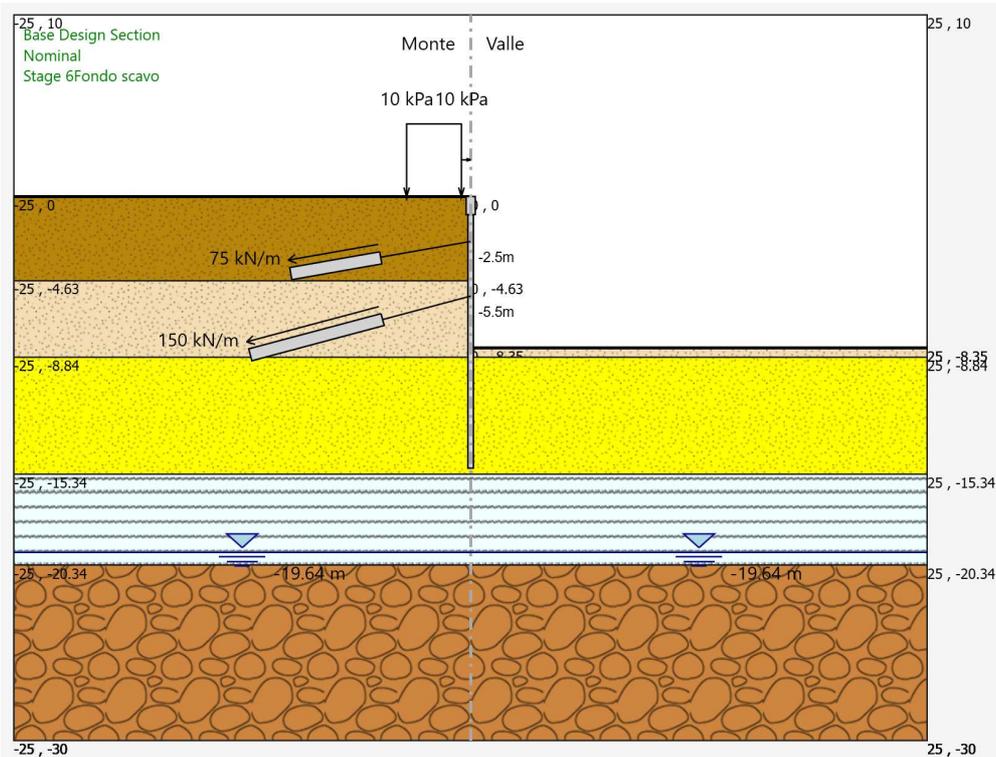


Figura 10-6. - Fase 6 – Scavo fino a quota fondo scavo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

10.2 Software utilizzato per le analisi

La progettazione delle opere è stata eseguita utilizzando i seguenti programmi di calcolo:

- PARATIE PLUS: analisi dello stato tenso-deformativo e verifiche della paratia;

10.3 Risultati SLU

Nel presente paragrafo si mostrano le sollecitazioni d'involuppo agli SLU relative alla combinazione A1+M1+R1, finalizzate all'esecuzione delle verifiche strutturali della paratia. Inoltre, sono riportati gli sforzi di trazione nei tiranti nella combinazione A1+M1+R3, finalizzati alle verifiche strutturali e geotecniche.

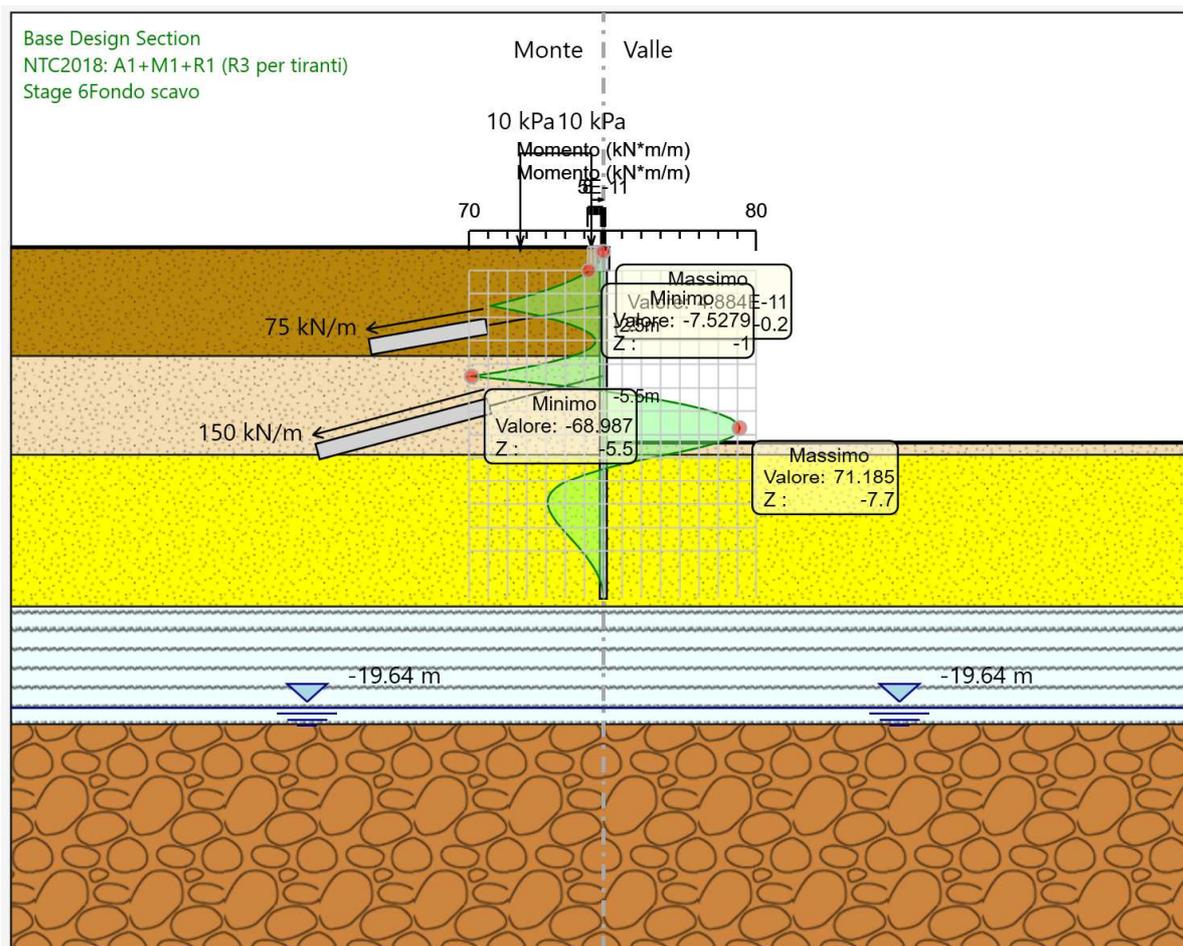


Figura 10-7. - Involuppo Momento flettente SLU.

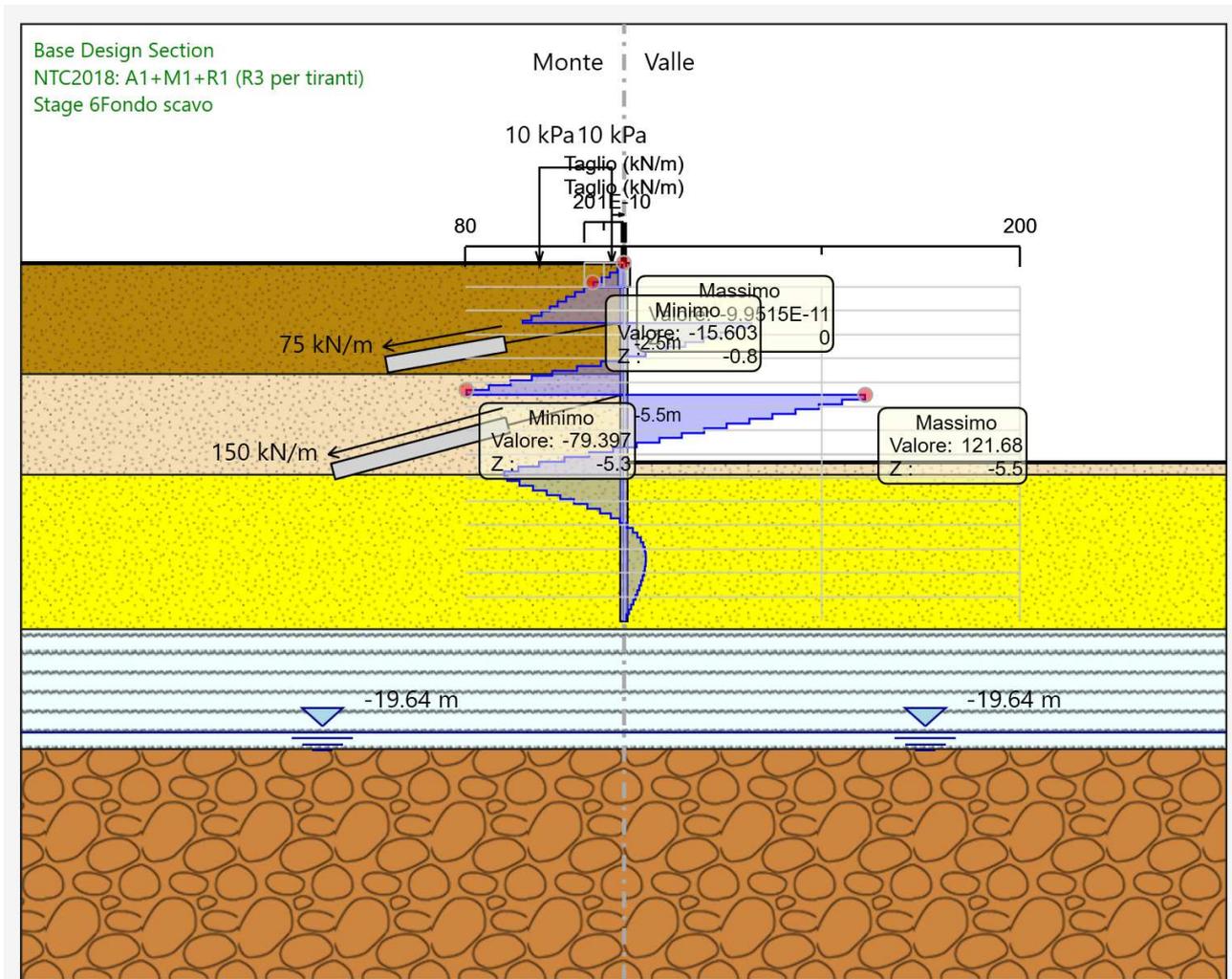


Figura 10-8. - Inviluppo Taglio SLU.

Riepilogo analisi SLU Paratie Plus paratia di micropali

M_{max}	T_{max}
[kNm/m]	[kN/m]
71.185	121.68

Tabella 10-1. - Riepilogo delle sollecitazioni massime in condizioni SLU.

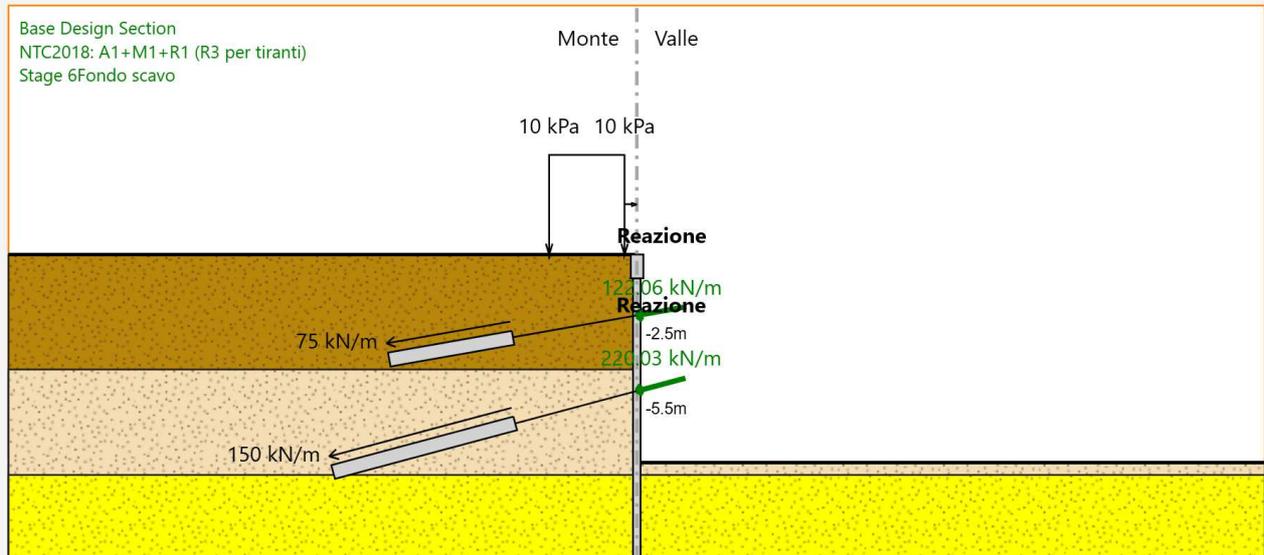


Figura 10-9. - Involuppo Sforzi di trazione nei tiranti SLU

N_{max}
[kN/m]
220.03

Tabella 10-2. - Riepilogo della massima reazione ai supporti in condizioni SLU

10.4 Risultati SLE

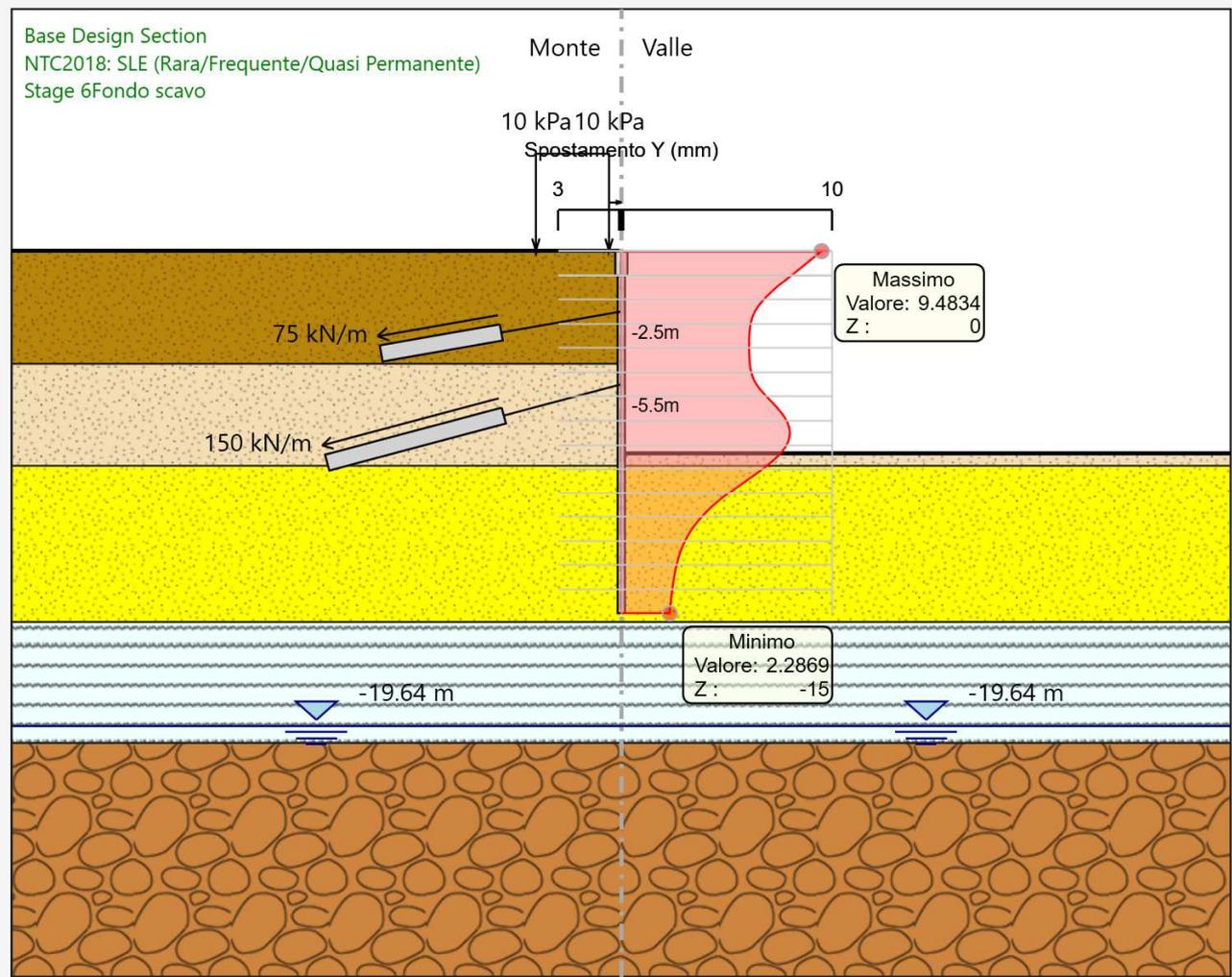


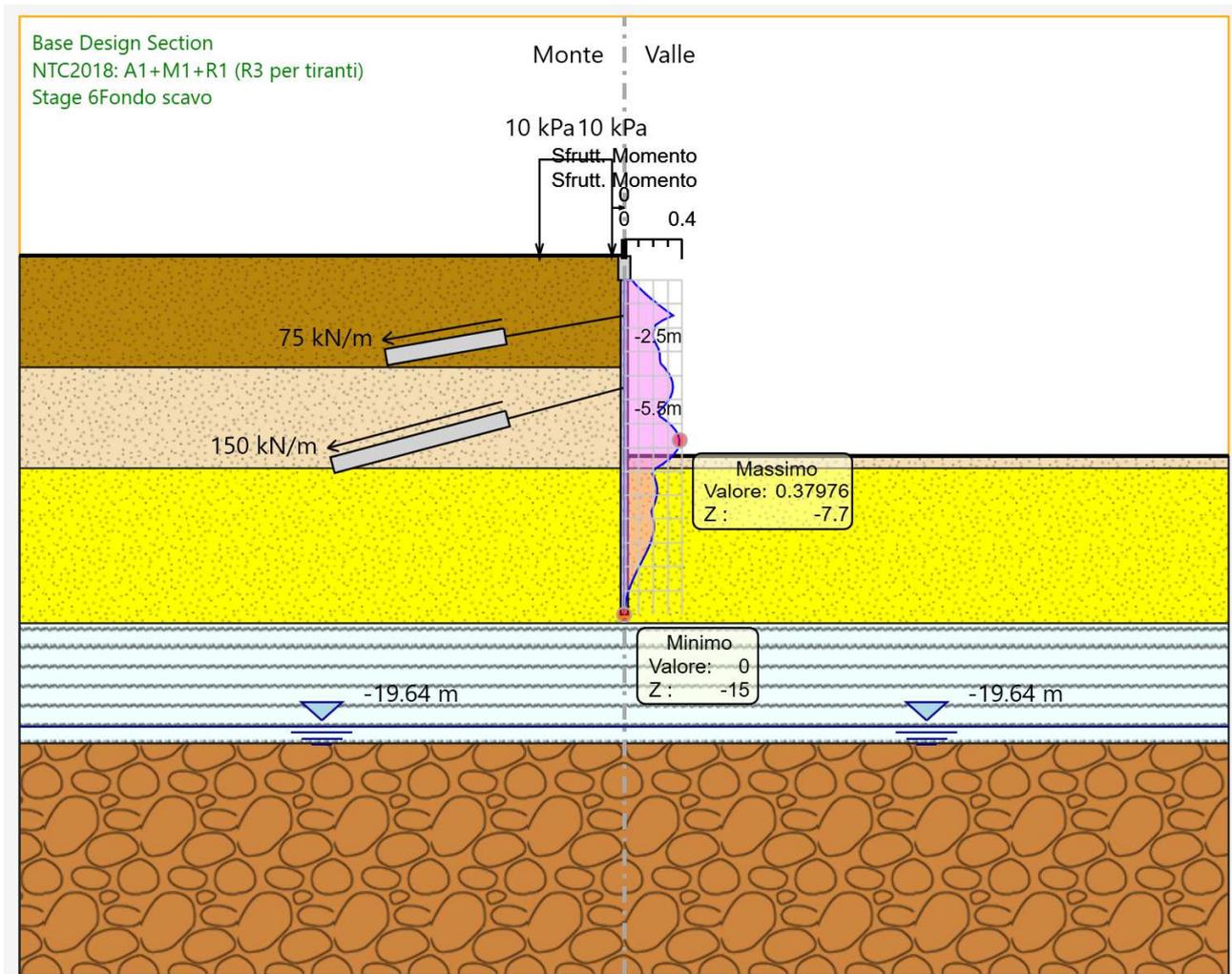
Figura 10-10. - Spostamenti orizzontali SLE (fase di massimo scavo)

$\bar{\delta}_{\max, SLE R}$
[mm]
9.48

Tabella 10-3. - Riepilogo dei risultati della analisi SLE

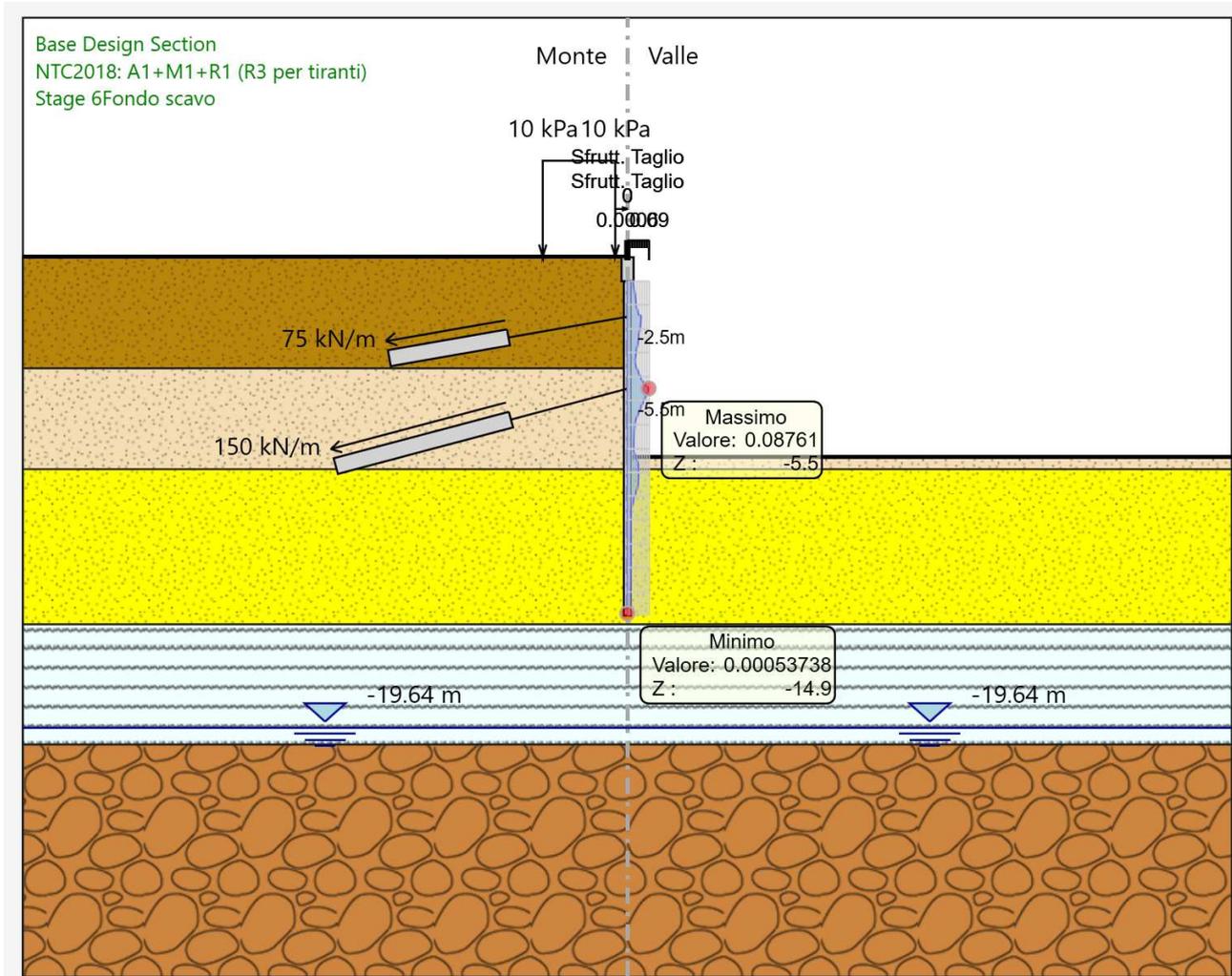
10.5 Verifiche STR - Paratia

Verifica a flessione - Involuppo



Il massimo sfruttamento a flessione del tubolare è pari al 38.0%.

Verifica a taglio



Il massimo sfruttamento a taglio del tubolare è pari al 8.8%.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

10.6 Verifica GEOTECNICHE della paratia

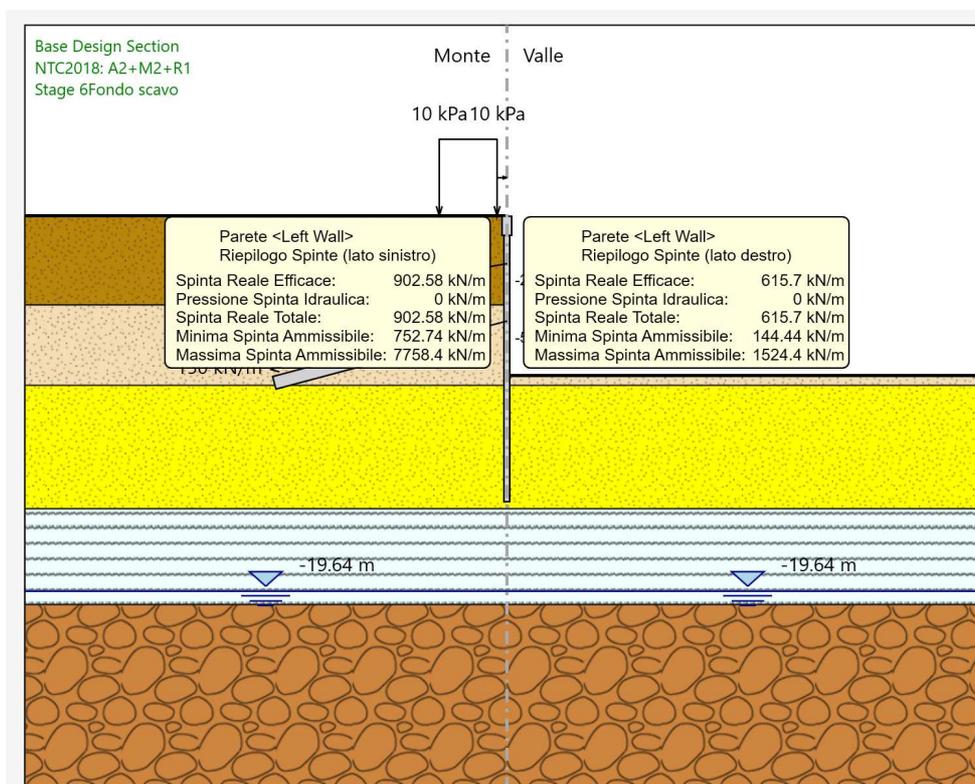
Nel presente paragrafo sono illustrate le verifiche geotecniche della paratia. In particolare, si effettuano:

- Verifiche per gli stati limite ultimi di collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- Verifiche per gli stati limite ultimi di sfilamento di uno o più ancoraggi;
- Verifiche per gli stati limite ultimi di instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- Verifiche per gli stati limite di esercizio di compatibilità degli spostamenti dell'opera di sostegno.

10.6.1 Verifiche geotecniche agli SLU di rotazione attorno ad un punto dell'opera (GEO)

Per valutare la capacità geotecnica della struttura il programma fornisce per via diretta il raggiungimento di un risultato di convergenza nel modello. Quando tale situazione si presenta è possibile ritenere soddisfatta automaticamente la condizione di equilibrio attorno a un punto di rotazione.

Un modo indiretto per valutare la capacità geotecnica della struttura consiste nel valutare la percentuale di mobilitazione della spinta passiva relativa al tratto infisso di paratia. L'entità di tale rapporto permette di valutare il livello di sfruttamento geotecnico della struttura rispetto le condizioni limite. Naturalmente tale rapporto deve essere minore o uguale all'unità, affinché non sia violato il criterio di resistenza della struttura.



 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Poiché il minimo fattore di sicurezza si manifesta a valle e risulta essere pari a $2.48 \geq 1.00$, ottenuto dal rapporto tra la massima spinta ammissibile e la spinta reale efficace, le verifiche risultano soddisfatte.

10.6.2 Verifiche geotecniche agli SLU di stabilità globale (GEO)

Le verifiche vengono effettuate considerando la paratia come un elemento impenetrabile dal meccanismo di collasso e adottando il metodo di Bishop.

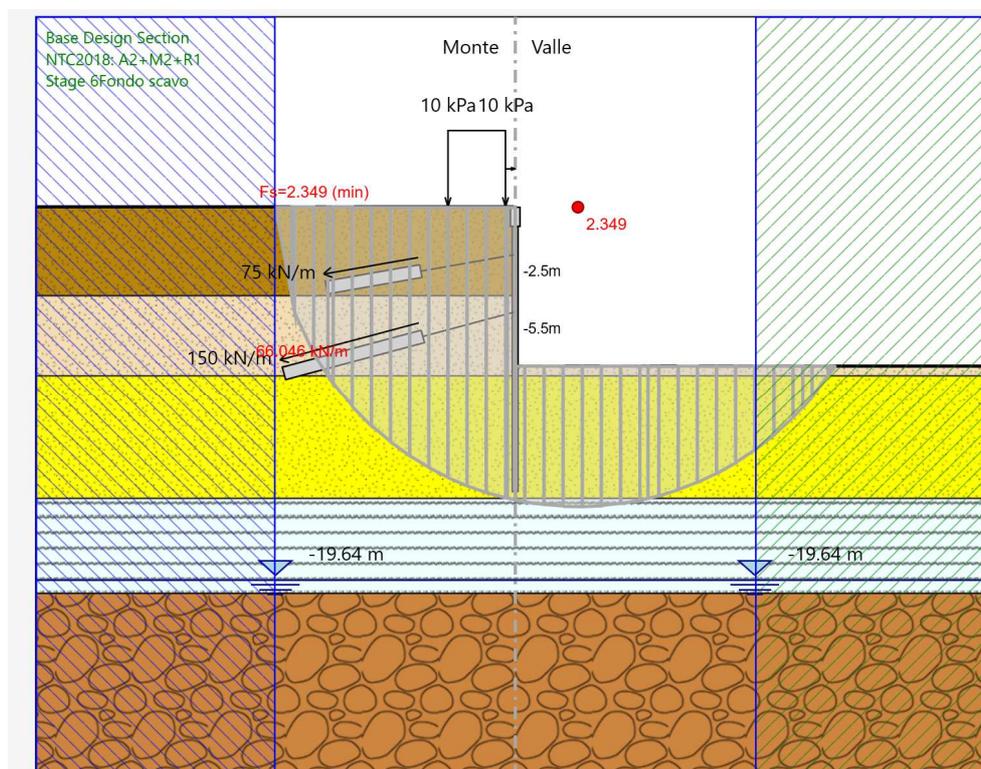


Figura 10-11. – Verifica di stabilità globale SLU

Poiché il fattore di sicurezza minimo si manifesta a valle e risulta essere pari a $2.35 \geq 1.10$, la verifica risulta soddisfatta.

10.6.3 Verifiche agli SLU geotecniche (GEO) e strutturali (STR) dei tiranti attivi

Verifiche GEO:

La verifica agli SLU allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio (tiranti attivi temporanei) si esegue confrontando la massima azione di tiro, ottenuta moltiplicando le sollecitazioni al metro lineare dell'ancoraggio per l'interasse degli stessi, con la resistenza di progetto R_{ad} determinata applicando alla resistenza caratteristica i seguenti fattori parziali:

$$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Si assume un coefficiente γ_R pari a 1.10. Il valore caratteristico R_{ak} è stato determinato analiticamente in funzione dei parametri geotecnici:

$$R_{ak} = R_{a,c} / \xi$$

dove ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine. Cautelativamente si considera il valore massimo $\xi = 1.80$. Il valore di $R_{a,c}$ è stato stimato con l'approccio di Bustamante e Doix:

$$R_{a,c} = \pi \cdot D_e \cdot \tau_{lim} \cdot L_{anc}$$

ove:

D_e = diametro efficace della fondazione dopo l'iniezione;

τ_{lim} = adesione unitaria limite fondazione - terreno.

Il valore di D_e non dipende oltre che dal diametro di perforazione dal tipo di terreno e dalla modalità di iniezione ed è calcolato come:

$$D_e = \alpha \cdot D, \text{ con } D = \text{diametro di perforazione.}$$

Con riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) e tenendo conto del tipo d'iniezione (IGU) sono stati assunti i seguenti valori:

$$\alpha = 1.40;$$

$$\tau_{lim} = 150 \text{ KPa.}$$

Verifiche STR:

La verifica agli SLU a rottura dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione di tiro, ottenuta moltiplicando le sollecitazioni al metro lineare dell'ancoraggio per l'interasse degli stessi, con la resistenza di progetto T_{Rd} determinata applicando alla resistenza caratteristica i seguenti fattori parziali:

$$\bar{T}_{Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_{p0.01} \cdot n_t \cdot A_t}{\gamma_s}$$

Dove:

$f_{p0.01}$ è la tensione caratteristica all'1% della deformazione totale;

γ_s è il coefficiente di sicurezza dell'acciaio e vale 1,15;

n_t è il numero di trefoli che compongono il tirante;

A_t è l'area di ciascun trefolo.

Inviluppo Verifiche tiranti

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumption
T1	Stage 4_Scavo T2	269.97	333.2	1009.3	0.81	0.267	✓	NTC2018: A1+M1+R
T2	Stage 6_Fondo scavo	440.06	499.8	1009.3	0.88	0.436	✓	NTC2018: A1+M1+R

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D26CL	SL0503001	A	29 di 55

11 VERIFICA DEL CORDOLO DI CORONAMENTO

La reazione vincolare nei tiranti induce un diagramma di sollecitazione sul cordolo della paratia che è pari alla reazione necessaria del vincolo per equilibrio della stessa.

Il massimo tiro nei tiranti è pari a 220 kN/m

Sollecitazioni di progetto

Interasse tra i tiranti o puntoni	i		2.00	[m]
Reazione orizzontale nel tirante o nel puntone a metro lineare	R		220.03	[kN/m]
Azione assiale massima su un tirante	F	$F = R \cdot i$	440.06	[kN]
Luce di calcolo del cordolo	L	$L = i$	2.00	[m]
Carico distribuito	q	$q = F/L$	220.03	[kN/m]
Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	$M_{Ed} = q \cdot L^2 / 8$	110.02	[kNm]
Taglio di calcolo	V_{Ed}	$V_{Ed} = 0.5 \cdot q \cdot L$	220.03	[kN]

Verifica a flessione

Titolo : _____

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	100

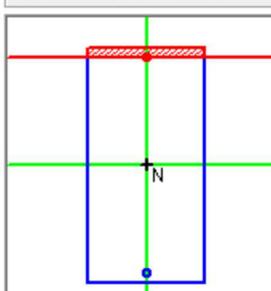
N°	As [cm²]	d [cm]
1	8.04	4
2	8.04	96

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

N_{Ed}	0	0	kN
M_{xEd}	110.02	0	kNm
M_{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200 000 N/mm²	f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 294.9 kN m

σ_c -14.17 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_c 3.315 ‰

ϵ_s 67.5 ‰

d 96 cm

x 4.493 x/d 0.04681

δ 0.7

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

L_0 0 cm

Precompresso

Si utilizzano 4+4 ϕ 16

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Verifica a taglio

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	-
R_{ck}	30.00	N/mm ²
f_{ck}	24.90	N/mm ²
γ_c	1.50	-
α_{cc}	0.85	-
f_{cd}	14.11	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540.00	N/mm ²
f_{yk}	450.00	N/mm ²
γ_s	1.15	-
f_{yd}	391.30	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	220.03
N_{Ed}	kN	0.00

Cordolo

Armatura a taglio

Diametro	mm	8.00
Numero barre	-	4.00
A_{sw}	cm ²	2.01
Passo s	cm	20.00
Angolo α	°	90.00

Armatura longitudinale

n_1	-	4
ϕ_1	mm	16
n_2	-	-
ϕ_2	mm	-
Asl	cm ²	8.04

Sezione

b_w	cm	100.00
H	cm	50.00
c	cm	5.60
d	cm	44.40
k	N/mm ²	1.67
v_{min}	N/mm ²	0.38
ρ	-	0.0018
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c	-	1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd1}	kN	167.52
FS	-	0.76

Resistenza con armatura a taglio

Inclinazione puntone θ	°	21.80
V_{RSd}	kN	393.02
V_{RCd}	kN	972.08
V_{Rd2}	kN	393.02
FS*	-	1.79

Si utilizzano staffe 4 braccia $\phi 8/20$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

12 INCIDENZE

Il cordolo in testa della paratia è armato con:

- Armatura longitudinale: 4+4 ϕ 16
- Armatura per taglio staffe 4 braccia ϕ 8/20

Da cui l'incidenza è 60 kg/mc.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	32 di 55

13 ALLEGATI

13.1 Allegato di calcolo Paratie Plus – Paratia di micropali

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : Berlin $\varnothing 193*10 @50\text{cm}$

Area equivalente : 0.0387520860127259 m

Inerzia equivalente : 0.0002 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.3 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S275

Sezione : 0.1937x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.1937 m

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Muro di sinistra

Sezione : Cordolo

Area equivalente : 0.5 m

Inerzia equivalente : 0.0104 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

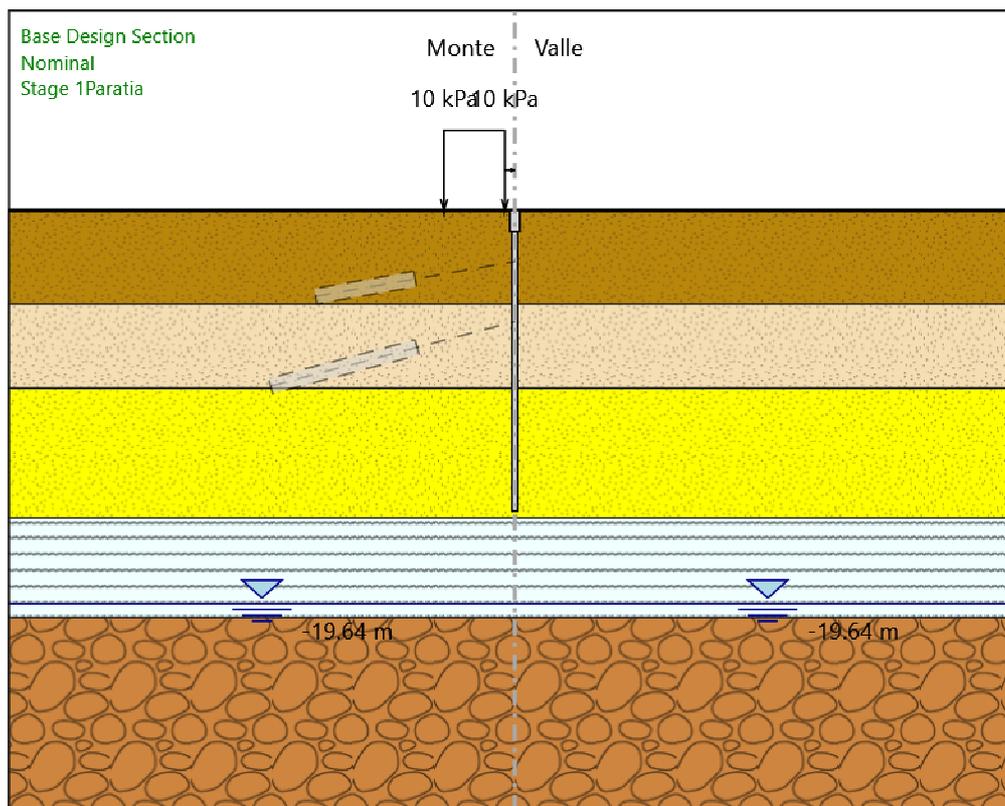
Spessore : 0.5 m

Efficacia : 1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Fasi di Calcolo

Stage 1_Paratia



Stage 1_Paratia

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 * 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

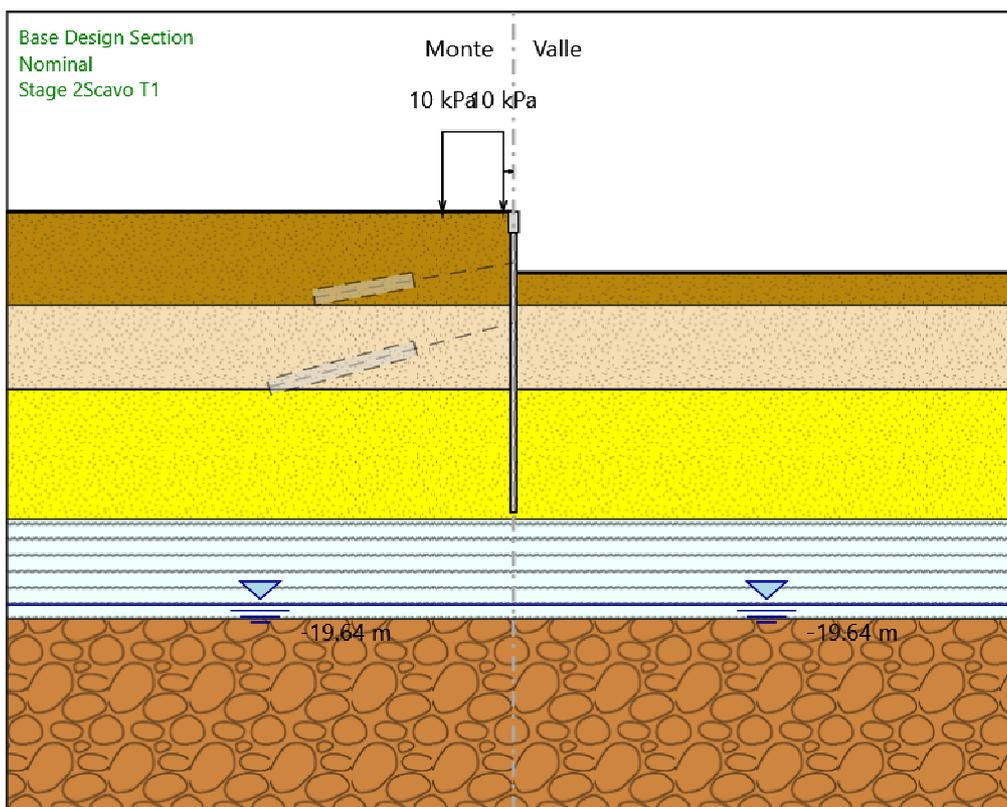
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 \times 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

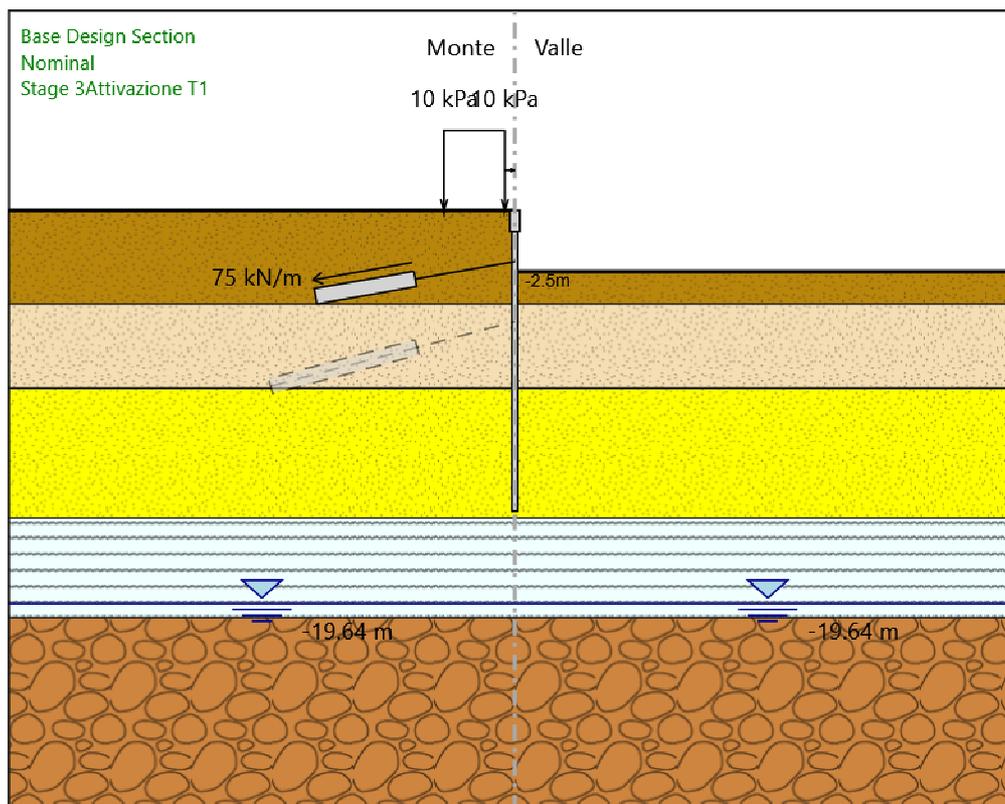
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Stage 3_Activazione T1



Stage 3_Activazione T1

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 \times 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 10 °

Sezione : N5_trefoli

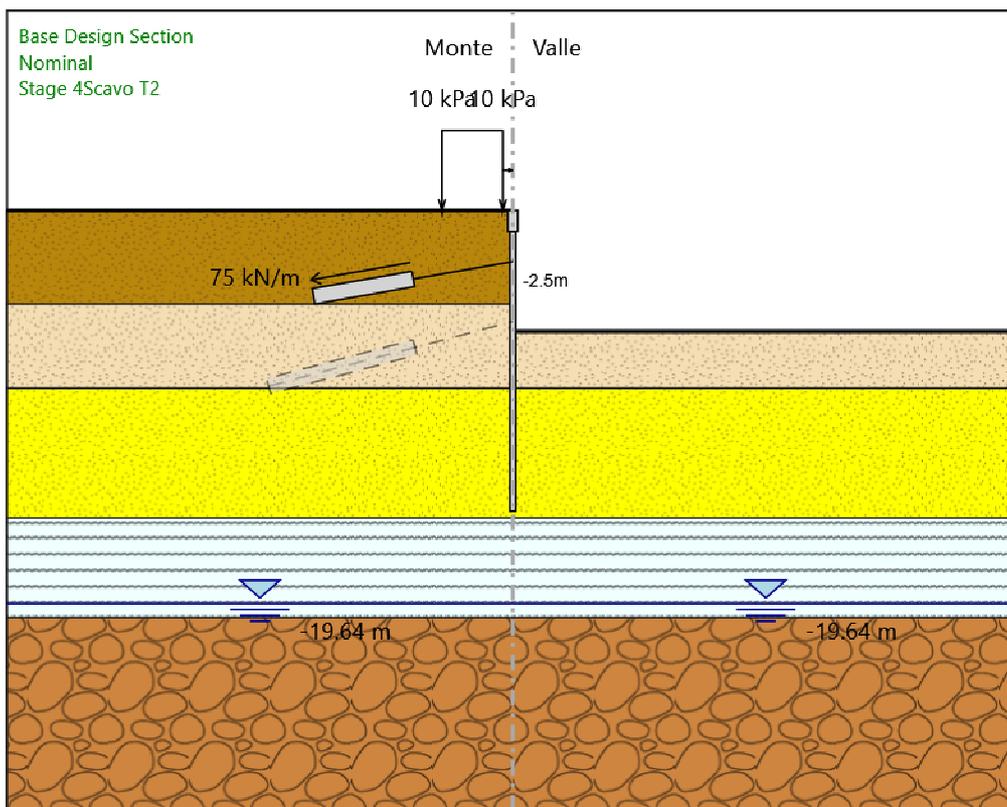
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

Stage 4_Scavo T2



Stage 4_Scavo T2

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 \times 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 10 °

Sezione : N5_trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

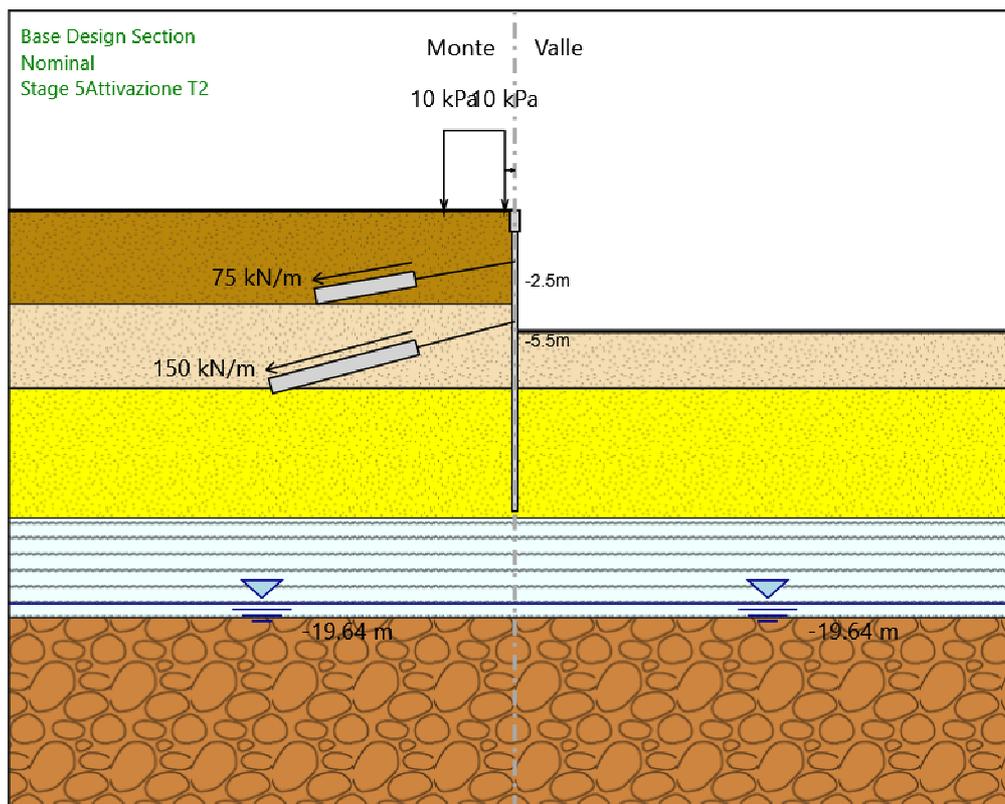
Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Stage 5_Activazione T2



Stage 5_Activazione T2

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 \times 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 10 °

Sezione : N5_trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

Tirante : T2

X : 0 m

Z : -5.5 m

Lunghezza bulbo : 7.5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 15 °

Sezione : N5_trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

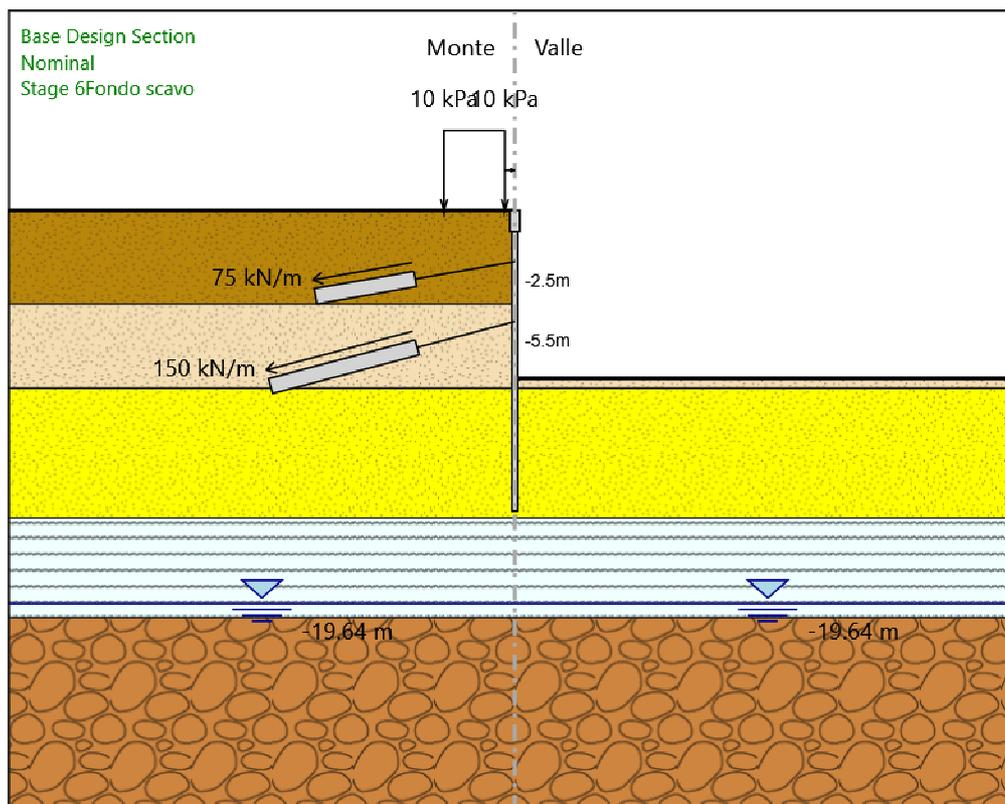
Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Stage 6_Fondo scavo



Stage 6_Fondo scavo

Elementi strutturali

Paratia : Parete_sx

X : 0 m

Quota in alto : -1 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Berlin $\varnothing 193 \times 10 @ 50 \text{cm}$

Paratia : Cord_sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1 m

Sezione : Cordolo

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 10 °

Sezione : N5_trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

Tirante : T2

X : 0 m

Z : -5.5 m

Lunghezza bulbo : 7.5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 5 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 15 °

Sezione : N5_trefoli

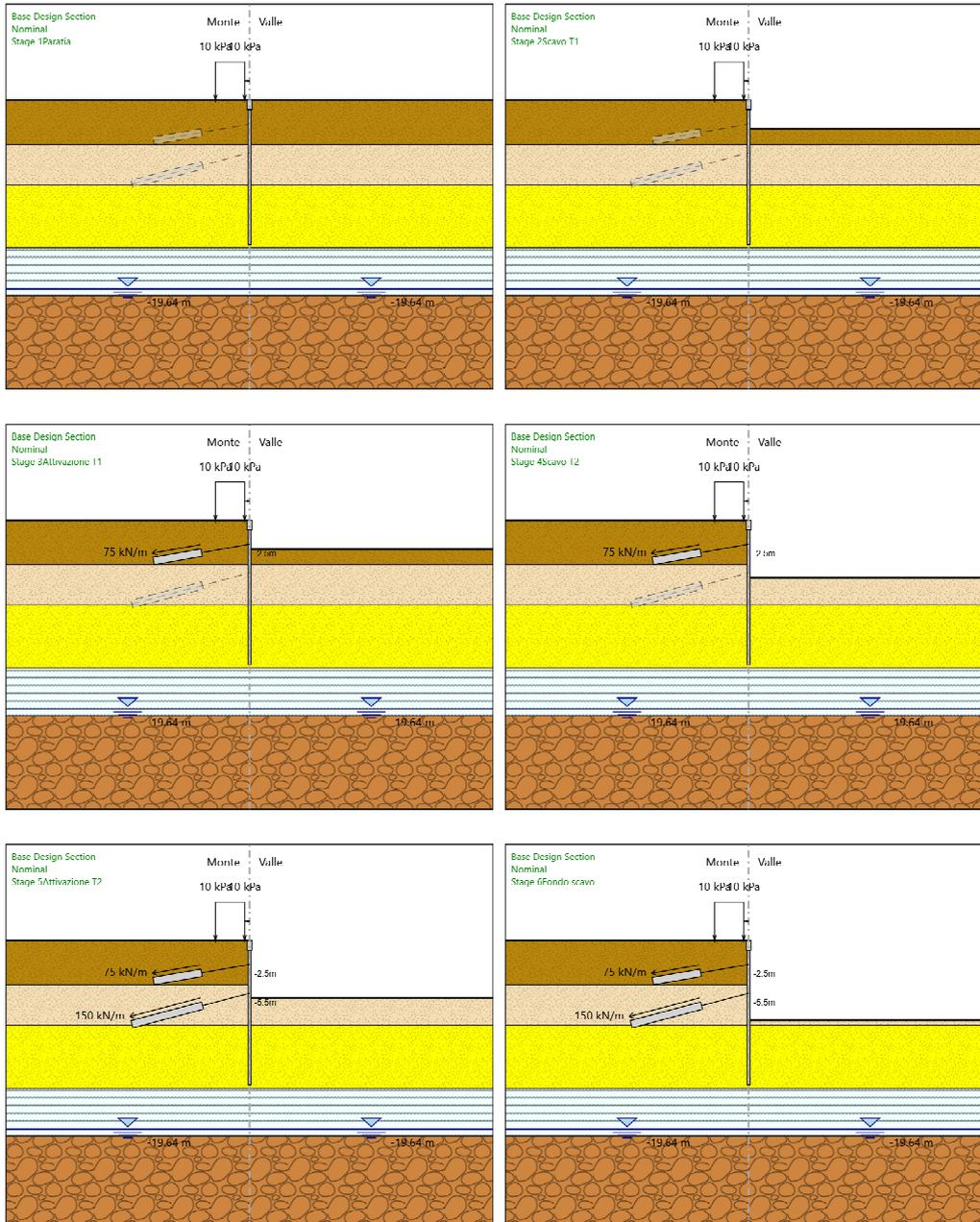
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 5

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000695 m²

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisoriale sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D26CL	SL0503001	A	44 di 55

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_loa_d_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa_d_favour)	Carico Sismico (F_seis_m_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_Wat_erDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_Wat_erRes)	Carichi Permanenti Destabili (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabili (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabili (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabili (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

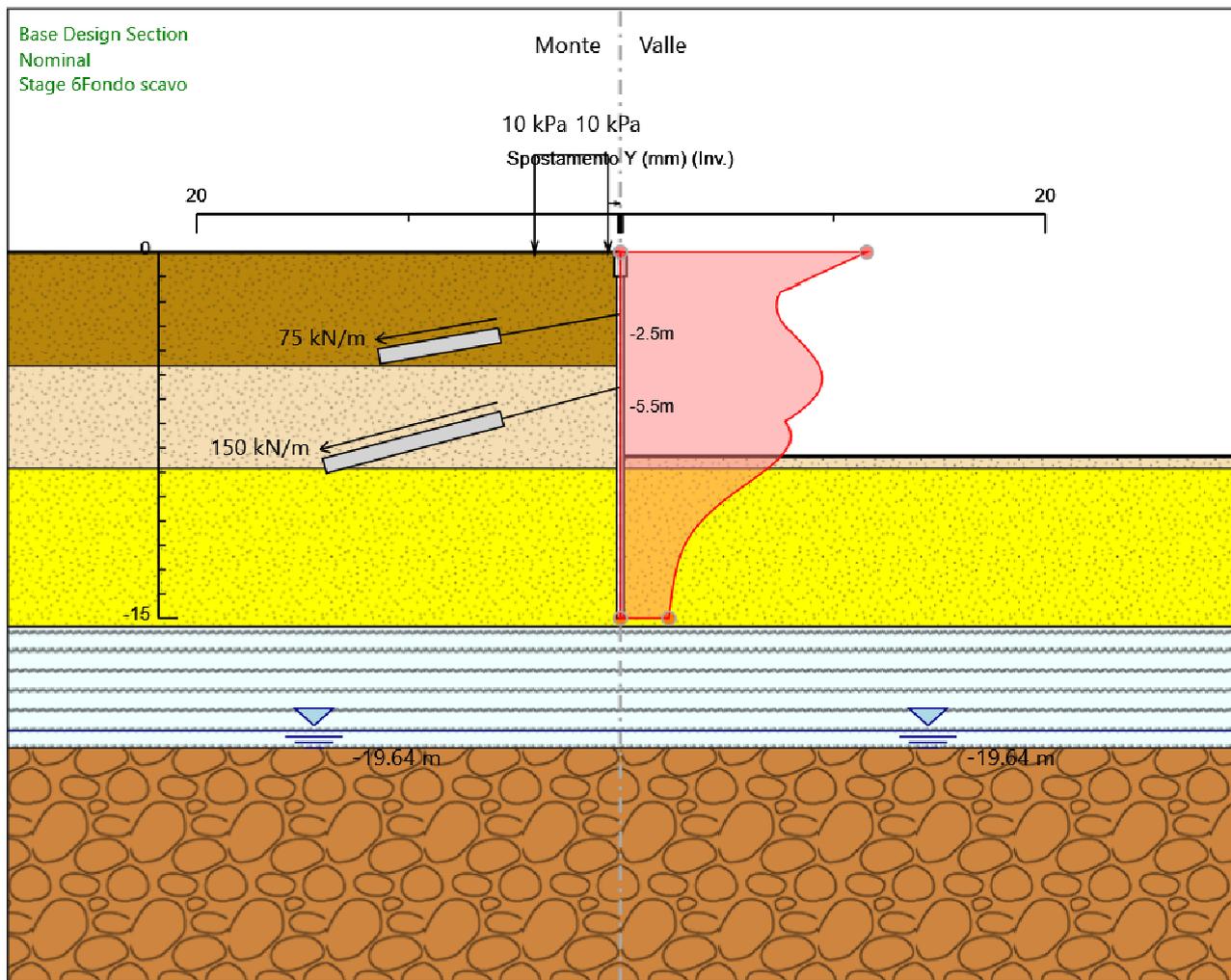
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
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

Design Assumption	Stage 1_Paratia	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attivazione T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attivazione T2	Stage 6_Fondo scavo
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)

Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D26CL	SL0503001	A	46 di 55

Tabella Involuppi Momento Parete_sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: Parete_sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-1	12.017	0
-1.2	17.814	0
-1.4	24.603	0
-1.6	32.267	0
-1.8	40.663	0
-2	49.605	0
-2.2	59.052	0
-2.4	69.052	0
-2.5	74.277	0
-2.7	58.605	0
-2.9	47.425	0
-3.1	44.792	0
-3.3	43.767	5.478
-3.5	44.666	13.244
-3.7	48.54	19.147
-3.9	52.151	28.972
-4.1	53.955	38.724
-4.3	54.116	47.504
-4.5	52.784	55.27
-4.7	50.089	61.981
-4.9	47.149	67.264
-5.1	44.02	71.065
-5.3	53.107	73.328
-5.5	68.987	74
-5.7	44.651	73.025
-5.9	30.452	70.349
-6.1	26.978	65.917
-6.3	23.58	59.906
-6.5	20.313	52.723
-6.7	17.222	53.834
-6.9	14.341	64.042
-7.1	11.701	72.217
-7.3	9.324	78.305
-7.5	7.228	82.248
-7.7	5.427	83.992
-7.9	3.933	83.48
-8.1	9.154	80.658
-8.3	16.146	75.469
-8.5	23.081	67.857
-8.7	30.005	58.115
-8.9	36.962	46.65
-9.1	42.37	34.352
-9.3	46.308	21.723
-9.5	48.848	9.265
-9.7	50.075	0
-9.9	50.097	0
-10.1	49.006	0
-10.3	47.02	0
-10.5	44.366	0
-10.7	41.242	0
-10.9	42.64	0
-11.1	44.476	0
-11.3	45.191	0
-11.5	44.869	0
-11.7	43.584	0
-11.9	41.473	0

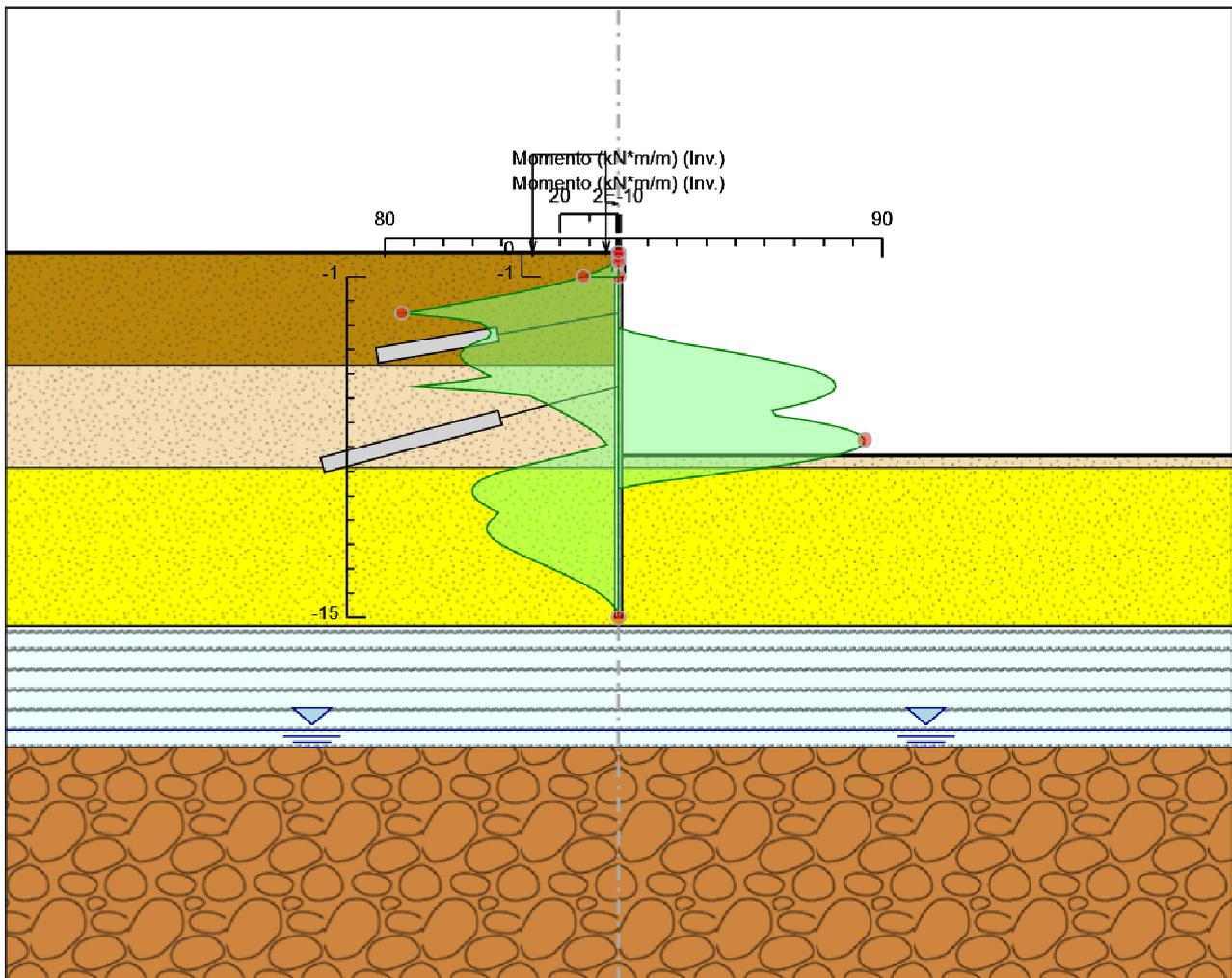
Selected Design Assumptions Z (m)	Involupi: Momento		Muro: Parete_sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
-12.1	38.732	0	
-12.3	35.532	0	
-12.5	32.025	0	
-12.7	28.342	0	
-12.9	24.596	0	
-13.1	20.885	0	
-13.3	17.294	0.004	
-13.5	13.894	0.011	
-13.7	10.75	0.013	
-13.9	7.917	0.013	
-14.1	5.446	0.011	
-14.3	3.384	0.009	
-14.5	1.773	0.006	
-14.7	0.656	0.003	
-14.9	0.075	0	
-15	0	0	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Tabella Involuppi Momento Cord_sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: Cord_sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0	0
-0.4	1.232	0
-0.6	3.675	0
-0.8	7.287	0
-1	12.017	0

Grafico Involuppi Momento



Momento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Tabella Inviluppi Taglio Parete_sx

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Parete_sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-1	28.983	0
-1.2	33.942	0
-1.4	38.321	0
-1.6	41.984	0
-1.8	44.709	0
-2	47.236	0
-2.2	54.074	0
-2.4	60.063	0
-2.5	60.063	78.357
-2.7	24.823	78.357
-2.9	28.395	75.017
-3.1	30.515	71.45
-3.3	30.515	67.655
-3.5	29.504	63.631
-3.7	25.356	59.383
-3.9	18.053	54.928
-4.1	12.05	50.264
-4.3	26.774	45.39
-4.5	42.423	40.307
-4.7	53.823	35.012
-4.9	65.717	27.539
-5.1	78.079	19.779
-5.3	90.876	19.103
-5.5	90.876	121.679
-5.7	14.157	121.679
-5.9	23.367	110.065
-6.1	30.851	98.333
-6.3	35.912	86.593
-6.5	39.723	74.92
-6.7	41.491	63.337
-6.9	41.491	51.86
-7.1	41.217	40.877
-7.3	39.709	30.436
-7.5	38.356	19.717
-7.7	37.188	9.005
-7.9	36.223	7.473
-8.1	35.478	5.896
-8.3	42.832	4.282
-8.5	53.275	2.637
-8.7	60.368	0.964
-8.9	61.491	0
-9.1	63.146	0
-9.3	63.146	0.168
-9.5	62.29	0.34
-9.7	58.923	4.198
-9.9	53.045	7.926
-10.1	44.698	10.694
-10.3	36.698	13.27
-10.5	29.036	15.621
-10.7	21.863	17.13
-10.9	15.26	17.931
-11.1	9.18	18.15
-11.3	3.575	18.15
-11.5	0	17.897
-11.7	0	17.273
-11.9	0	16.365

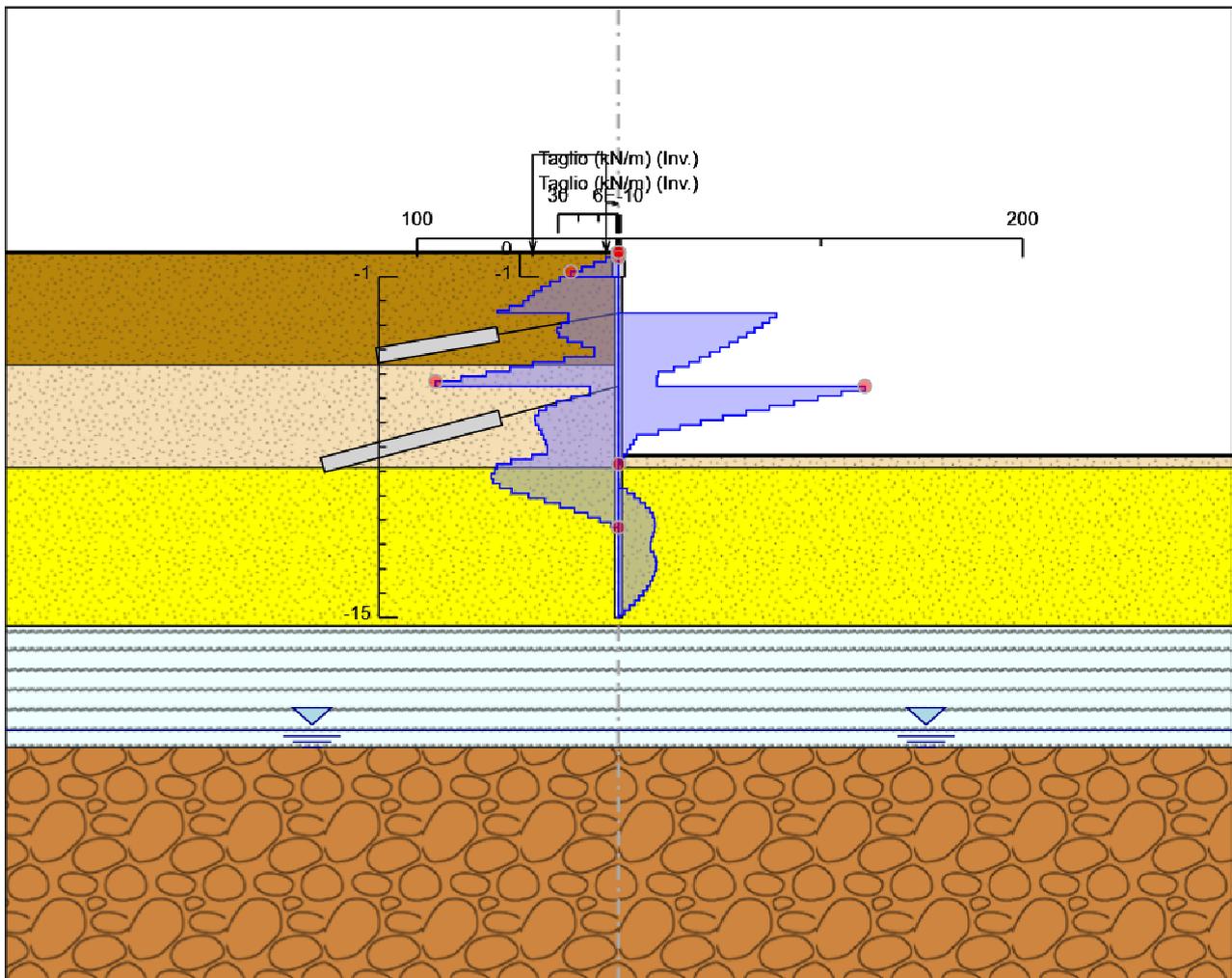
Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Parete_sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.1	0	15.999
-12.3	0	17.534
-12.5	0	18.415
-12.7	0	18.729
-12.9	0	18.729
-13.1	0	18.554
-13.3	0	17.958
-13.5	0	16.999
-13.7	0	15.721
-13.9	0.009	14.164
-14.1	0.015	12.354
-14.3	0.016	10.313
-14.5	0.017	8.053
-14.7	0.017	5.584
-14.9	0.011	2.908
-15	0.004	0.746

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Tabella Inviluppi Taglio Cord_sx

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Cord_sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0
-0.2	6.16	0
-0.4	12.217	0
-0.6	18.058	0
-0.8	23.652	0
-1	23.652	0

Grafico Inviluppi Taglio



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali sottopasso autostradale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL0503001	REV. A

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1_Paratia	Left Wall	LEFT	14.27
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 6_Fondo scavo	Left Wall	RIGHT	40.39

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 6_Fondo scavo	Left Wall	LEFT	119.9
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1_Paratia	Left Wall	RIGHT	151.15