

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000930009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA

TRATTA PIADENA - MANTOVA

IN - tombini e sifoni ferroviari

Relazione di calcolo opere provvisori IN51

SCALA:

-

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

N M 2 5 0 3 D 2 6 C L I N 0 0 0 3 0 1 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Prima Emissione	G. Goppa	Aprile 2020	P. Scarano	Aprile 2020	M. Berlingieri	Aprile 2020	A. Perego Aprile 2020



File:NM2503D26CLIN0003011A.doc

n. Elab.:

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.1 NORMATIVA	5
4. UNITÀ DI MISURA	7
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
5.1 CALCESTRUZZO	8
5.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	9
5.3 ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI	9
5.4 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	9
6. PARAMETRI GEOTECNICI	10
7. OPERA PROVVISORIALE	12
7.1 MODELLAZIONE NUMERICA	12
7.1.1 Programmi per l'analisi automatica	12
7.1.2 Modelli di calcolo	12
7.2 ANALISI DEI CARICHI	15
7.2.1 Condizioni di carico elementari	15
7.3 COMBINAZIONI DI CARICO	18
7.4 ANALISI DEI RISULTATI	20
7.4.1 Analisi delle sollecitazioni	20
7.4.2 Analisi degli spostamenti	23
7.4.3 Sforzi nei tiranti	24
7.5 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	25
7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE	26
7.7 VERIFICA DEI TIRANTI DI ANCORAGGIO	26
7.7.1 Lunghezza libera	26
7.7.2 Lunghezza della fondazione dell'ancoraggio	27

7.7.3	Armatura	30
7.8	VERIFICHE STRUTTURALI	31
7.8.1	Micropali.....	31
7.8.2	Trave di contrasto	31
7.9	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	33
8.	ALLEGATO – OPERA PROVVISORIALE	37

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo viene emessa nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al Progetto definitivo del Raddoppio Ferroviario Codogno-Cremona-Mantova.

Oggetto della presente relazione sono le analisi e le verifiche statiche dell'opere provvisionali previste per la realizzazione del tombino IN51.

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera presenta altezze di scavo pari a circa 2.81m. La paratia è costituita da micropali Ø 300 mm, posti ad interasse 0.4m ed armati con un tubo Ø 244.5mm di spessore s=12.5mm. In sommità è prevista la realizzazione di un cordolo 50 cm x 50 cm, all'interno del quale i micropali risultano annegati per 30cm. E' previsto un ordine di tiranti tipo IRS posti ad interasse 2.00 m ed inclinati a 40° rispetto all'orizzontale, distante 0.50m dalla base del cordolo. Le principali caratteristiche geometriche sono riassunte di seguito.

Ø micropalo	Interasse micropalo	Armatura micropalo			Lunghezza micropalo	Ordini Tiranti	Interasse Tiranti	Incl.	n. trefoli	Tiro iniziale	L _{libera}	L _{bulbo}	Ø perforazione	Travi ripartizione
		Ø	Sp.	[m]										
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[°]		[kN]	[m]	[m]	[mm]		
300	400	244.5	12	12.3	12	1	2.0	40	3	200	8	9	180	2HEB 160

Tabella 1 Caratteristiche Paratie

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- [1] LEGGE n. 1086 05.11.1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “*Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*”, G.U. Serie Generale n.42 del 20.02.2008, Supplemento Ordinario n.8;
- [3] Circolare 21 gennaio 2019 n.7 ” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- [4] RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “*Manuale di progettazione delle opere civili*”;
- [5] RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 1 - Ambiente”;
- [6] RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 2 – Ponti e Strutture”;
- [7] RFI DTC SI CS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili”;
- [8] 1299/2014/UE Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea (18/11/2014);
- [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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- [10] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- [11] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- [12] Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	6 di 127

[13] UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”;

[14] UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

4. UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [MPa]

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione del cordolo e del micropalo, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza 25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30 $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)
 $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione
 $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico
 $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione
 $f_{cd} = a_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media
 $f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione
 $f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo per magrone

Classe di resistenza = C12/15

5.2 Acciaio per cemento armato

Tipo		B450 (controllato in stabilimento)
$f_{yk} =$	450 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	391.30 MPa	Resistenza di calcolo
$\sigma_s = 0.75 f_{yk} =$	337.50 MPa	Tensione limite in condizione di esercizio (comb. Rara)
$E_s =$	210000 MPa	Modulo elastico

5.3 Acciaio armonico per tiranti

Si riassumono di seguito le caratteristiche dei tiranti previsti:

Diametro nominale	0.6"
Sezione nominale singolo trefolo	139 mm ²
Tensione caratteristica di rottura f_{ptk}	1860 MPa
Tensione caratteristica all'1% di deformazione tot. $f_{p(1)k}$	1670 MPa

5.4 Acciaio per carpenteria metallica

Provvisionali	Acciaio	S275
---------------	---------	------

6. PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche geotecniche del terreno in situ, in accordo con Relazione Geotecnica sono di seguito riportati:

UNITA'	DA	A	q _c	N _{spt}	γ _n	φ'	c'	Cu	G ₀	OCR	CR	RR	C _{αε}	k _v
(-)	(m pc)	(m pc)	(MPa)	(colpi/30cm)	(°)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(%)	[m/s]
Ws1 ⁽¹⁾	0.0	1.5-3.0	5-10	10-15	19.0	34	0	-	40	-	-	-	-	2E-7
Wa1	0.0	3.0-5.0	2-4	21-36	19.0	25	0	80	60	3.0	0.18	0.036	0.12	5E-8
WRa2 ⁽²⁾	1.5-5.0	4.0-8.0	1-2	2-14	19.0	25	0	40-60	50-60	2.0	0.16	0.032	0.15	1E-8
WRs2 ⁽³⁾	4.0-8.0	9.0-12.0	4-8	14-26	19.0	33	0	-	80	-	-	-	-	5E-7
WRa2	9.0-12.0	11.0-14.0	1-2	6-14	19.0	25	0	50-60	50-70	2.0	0.16	0.032	0.15	1E-8
Rs1	11.0-14.0	15.0-18.0	5-10	18 ⁽⁴⁾	19.0	33	0	-	85-95	-	-	-	-	5E-7
RMa	15.0-18.0	50.0	1-8	10,28 ⁽⁵⁾	19.0	25	0	60 fino a 24 m pc; 100 oltre 24 m pc	75 fino a 24 m pc; 90 oltre 24 m pc	1.0	-	-	-	1E-8

Profondità della falda: 4.0 m da pc fino al km 57+700, 5.0 m da pc fino a km 58+500 circa, si alza progressivamente fino a 2.0 m da pc al km 59+900.

Note:

⁽¹⁾ rinvenuto localmente tra il km 56+800 ed il km 58+100 ca. (S34) e tra il km 59+500 ed il km 56+700 ca. (SCPTU2);

⁽²⁾ dal km 56+500 ca. (SCPTU02) questo strato è sostituito da WRa1 (si veda NV23 per i parametri geotecnici);

⁽³⁾ questo strato non è presente tra il km 58+800 e 58+400 ca (S37) dove lo strato di WRa2 è continuo fino al tetto di Rs1;

⁽⁴⁾ un solo valore disponibile;

⁽⁵⁾ due soli valori disponibili.

q_c = valori di riferimento ottenuti da prove CPT/CPTU nella tratta in oggetto;

N_{spt} = valori di riferimento ottenuti da prove SPT nella tratta in oggetto;

γ_n = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito "operativo";

c' = intercetta di coesione "operativa";

Cu = resistenza al taglio non drenata;

G₀ = modulo di taglio iniziale riferito alle pressioni efficaci geostatiche;

OCR = Grado di sovraconsolidazione;

CR e RR = coefficienti di consolidazione primaria nel piano ε – log(σ), CR = rapporto di compressione e RR rapporto di ricomprensione;

C_{αε} = coefficiente di consolidazione secondaria nel piano ε – log(σ);

k_v = coefficiente di permeabilità riferito a pressioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a problemi di flusso diretto principalmente nella direzione verticale.

Tabella 2 Stratigrafia e parametri geotecnici caratteristici – Tratta 2 dal km 57+200 al km 59+900

Relazione di calcolo opere provvisori IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	11 di 127

I parametri geotecnici impiegati per il rilevato ferroviario sono:

$\gamma =$	20.00	kN/m ³	peso di volume naturale
$\varphi' =$	38	°	angolo di resistenza al taglio
$c' =$	0.00	kPa	coesione drenata

Durante la fase di costruzione si considera la quota di falda 0.50m al di sotto del fondo scavo.

7. OPERA PROVVISORIALE

7.1 MODELLAZIONE NUMERICA

7.1.1 Programmi per l'analisi automatica

Lo stato tenso-deformativo della paratia è stato investigato mediante il software di calcolo PARATIEPLUS, programma non lineare agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili.

7.1.2 Modelli di calcolo

Si è considerato un comportamento piano nelle deformazioni, analizzando una striscia di parete di larghezza unitaria. La realizzazione dello scavo sostenuto da paratie è seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una quota di scavo, da un insieme di puntoni e tiranti applicati e da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Nella modellazione è stata implementata la seguente successione di step:

Step 1: Condizione Geostatica – In tale step vengono definiti i micropali;

Step 2: Scavo per la realizzazione del 1° Tirante;

Step 3: Realizzazione del 1° Tirante;

Step 4: Scavo fino a quota fondo scavo;

Step 5: Applicazione del carico ferroviario.

Nella definizione della quota di fondo scavo si è tenuto conto di quanto prescritto dalla normativa NTC 2018 § 6.5.2.2 approfondendo lo scavo. Infatti il modello geometrico deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali.

Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

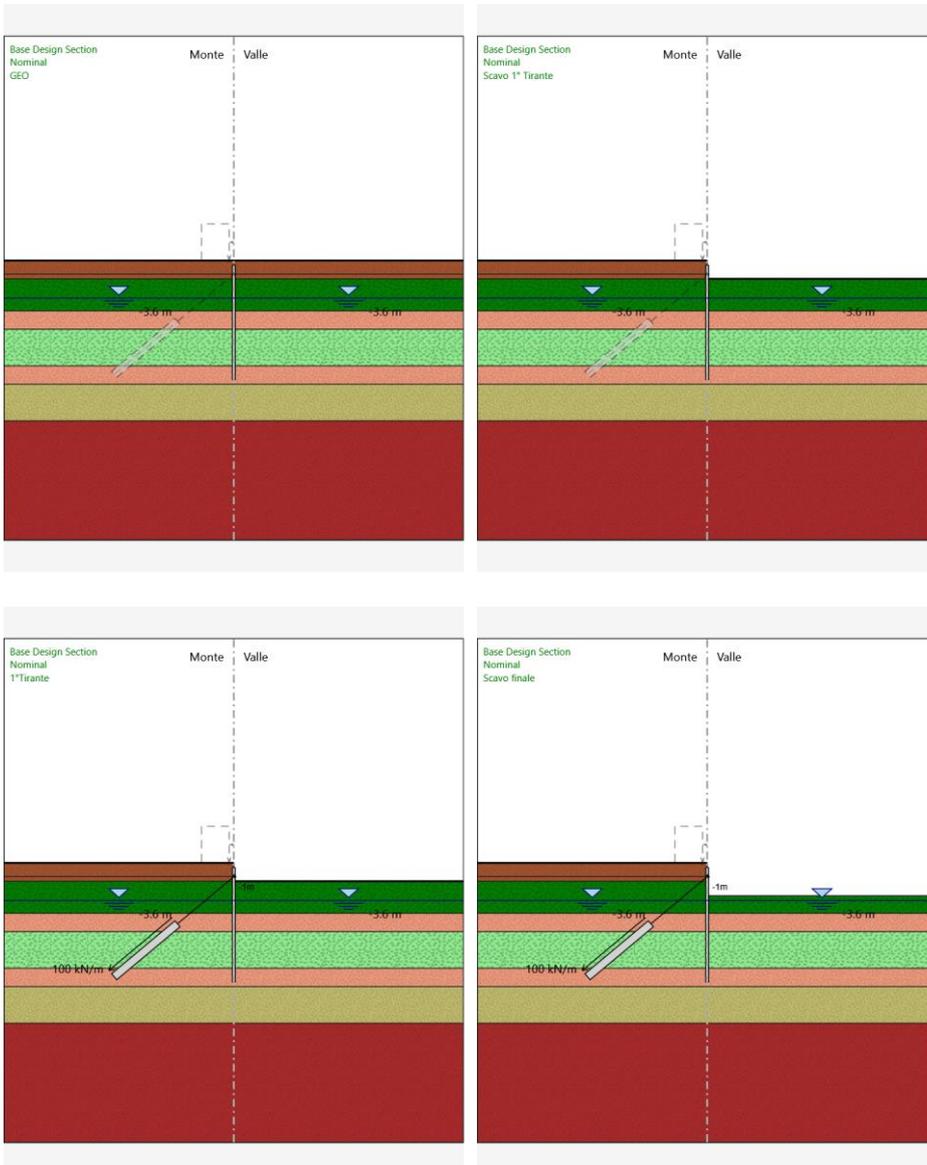
- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	13 di 127

- 10 % della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;

- 0,5 m.



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	14 di 127

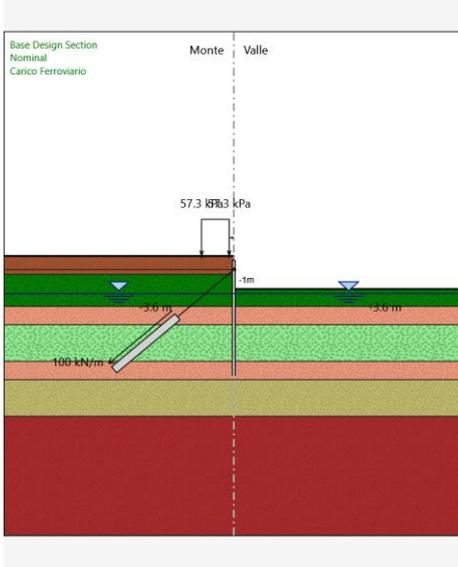


Tabella 3 – Stage di analisi

7.2 ANALISI DEI CARICHI

7.2.1 Condizioni di carico elementari

7.2.1.1 Peso Proprio

Il peso proprio della struttura è calcolato in base alla geometria degli elementi strutturali e al peso specifico assunto per i materiali:

$$\gamma_{cls}=25.0 \quad \text{kN/m}^3$$

7.2.1.2 Ballast

La presenza della sovrastruttura ferroviaria è stata simulata cautelativamente ipotizzando il piano campagna ad una quota superiore di 0.50m rispetto all'estradosso del cordolo dei micropali.

7.2.1.3 Spinta statica delle terre

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo PARATIE, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

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:

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

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

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

dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

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.

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

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

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

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Formulazione di Coulomb per k_a

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

ϕ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

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

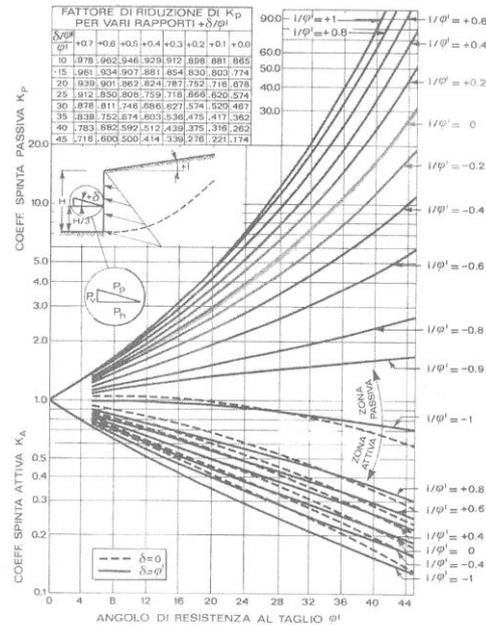


Figura 1 – Formulazione di Caquot – Kerisel per K_p che considera superfici di rottura curvilinee

7.2.1.4 Spinta da sovraccarico accidentale

Le azioni indotte dal traffico ferroviario agenti a monte della paratia, LM71 o SW/2, sono assunte pari ad un carico uniformemente distribuito su una lunghezza di 3m ad un livello di 0.70 m dal piano del ferro. Il coefficiente di amplificazione dinamica è stato assunto pari a 1.

Il modello di carico LM71 è costituito dalla presenza del locomotore con gli assi da 250kN disposti ad interesse longitudinale pari ad 1.60m e da un carico distribuito di 80kN/m. Il coefficiente di adattamento è pari a 1.1. Il carico complessivo agente vale pertanto:

$$q_{LM71} = (250 \text{ kN} \times 4) \times 1.1 / (6.4 \times 3) = 57.29 \text{ kPa}$$

Il treno di carico SW/2 è pari a 150 kN/m, con coefficiente di adattamento è pari a 1.0.

$$Q_{SW/2} = 150 \text{ kN} \times 1.0 / (3) = 50.00 \text{ kPa}$$

Nell'analisi condotta tale treno di carico non risulta dimensionante.

7.2.1.5 Azione sismica

Le verifiche sono state omesse in quanto il progetto prevede che il periodo di costruzione duri meno di 2 anni.

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata 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.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

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

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all'unità. In particolare nelle verifiche nei confronti di stati limite ultimi geotecnici, si è considerato lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno. Le analisi sono state condotte con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. Nelle verifiche nei confronti di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, tenendo in conto di eventuali puntoni o strutture di controventamento, l'analisi sono state svolte utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1.

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.

Tabella 4- Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab.5.2.V NTC2018)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		γ_M		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	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_r	1,0	1,0

Tabella 5- Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II NTC2018)

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 6: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo (Tabella 6.8.I – NTC 2018)

7.4 ANALISI DEI RISULTATI

7.4.1 Analisi delle sollecitazioni

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per i diversi modelli implementati, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare.

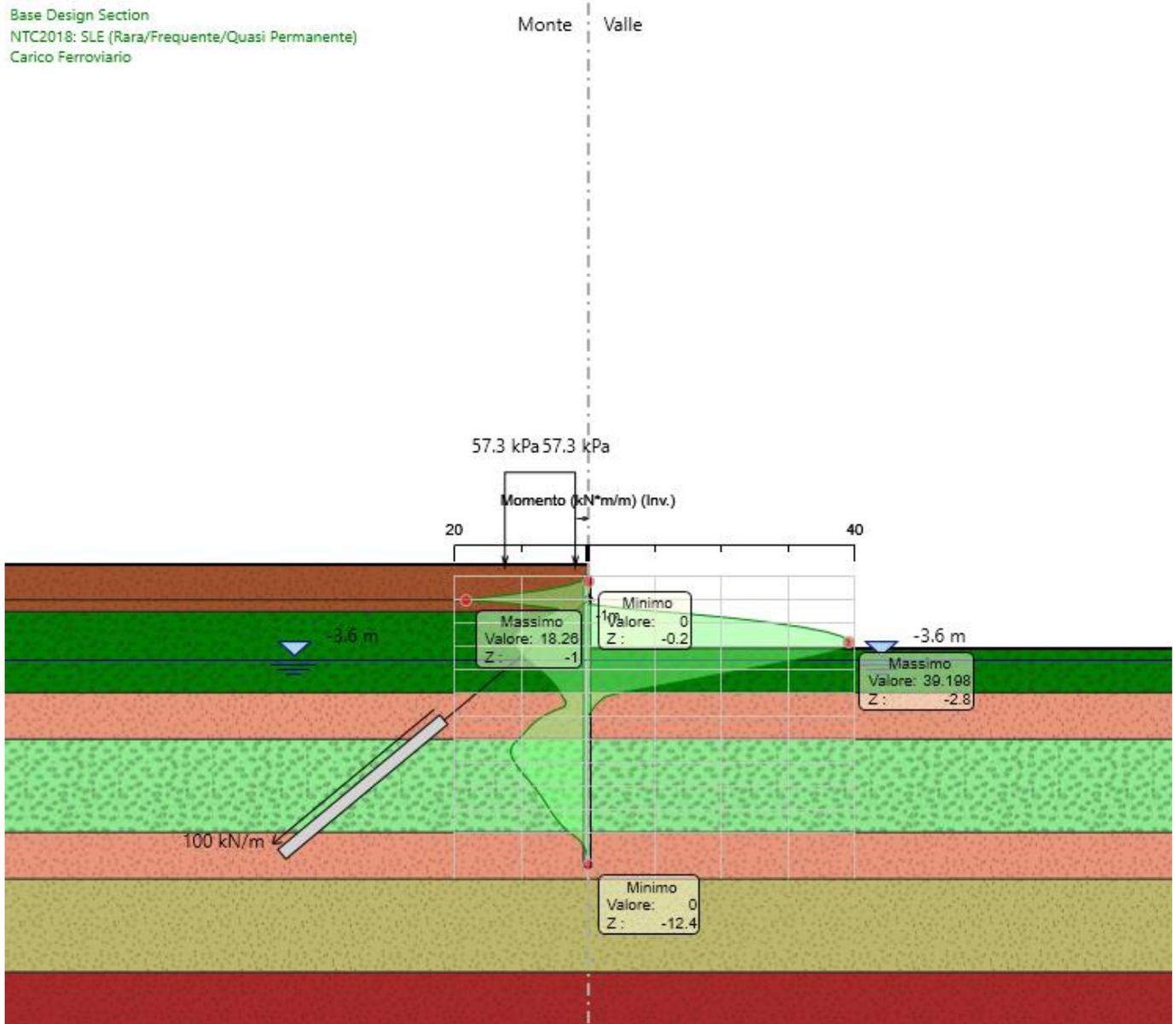


Figura 2 – Modello SLE: Involuppo Diagramma del Momento

Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Carico Ferroviario

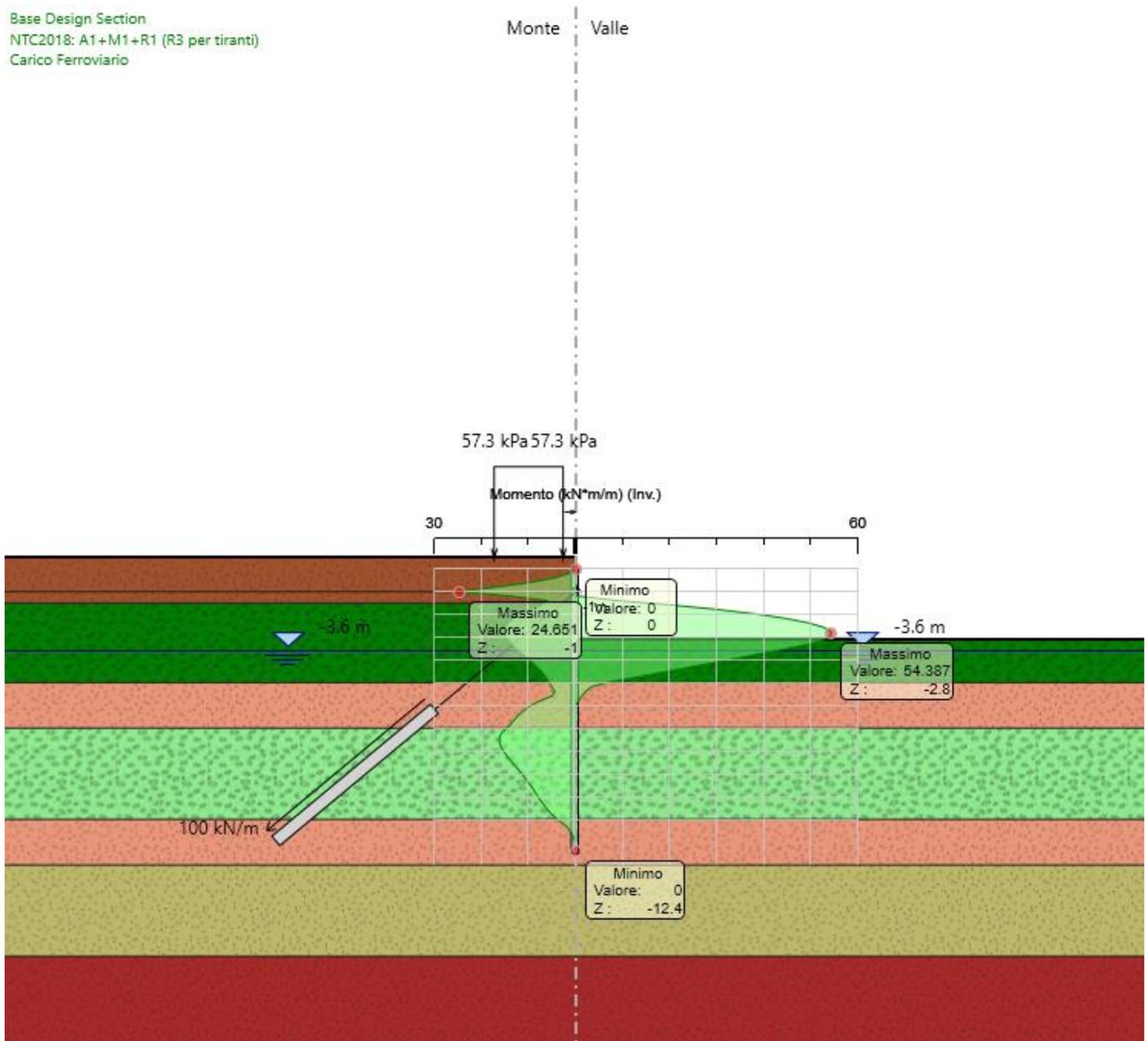


Figura 3 – Modello SLU: Involuppo Diagramma del Momento

Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Carico Ferroviario

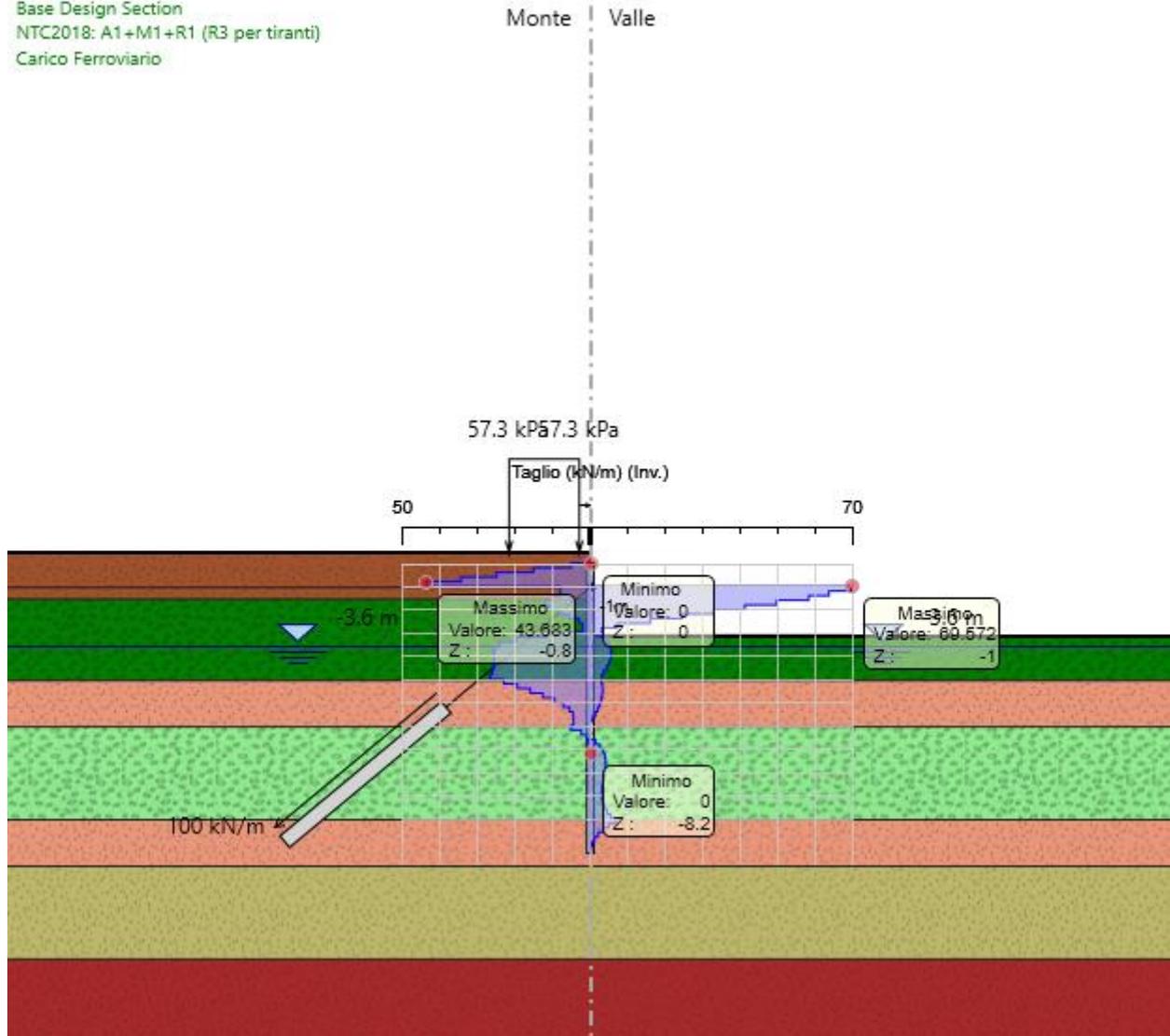


Figura 4 – Modello SLU: Involuppo Diagramma del Taglio

7.4.2 Analisi degli spostamenti

Di seguito si forniscono le indicazioni dei valori massimi degli spostamenti.

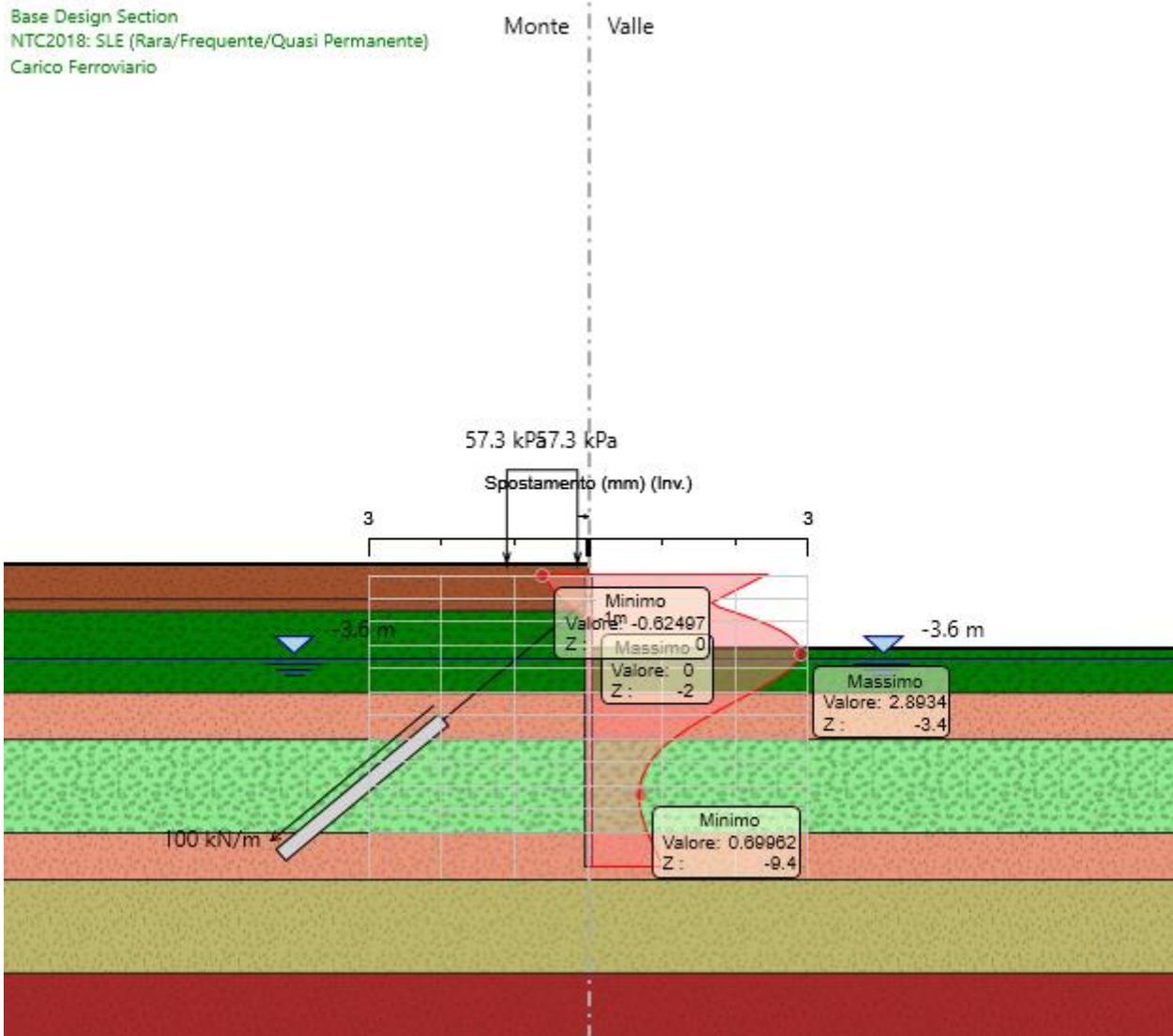


Figura 5 – Modello SLE: Inviluppo degli spostamenti

Lo spostamento massimo risulta pari a circa 3 mm.

7.4.3 Sforzi nei tiranti

Di seguito si forniscono le indicazioni dei valori massimi di sollecitazione.

Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Carico Ferroviario

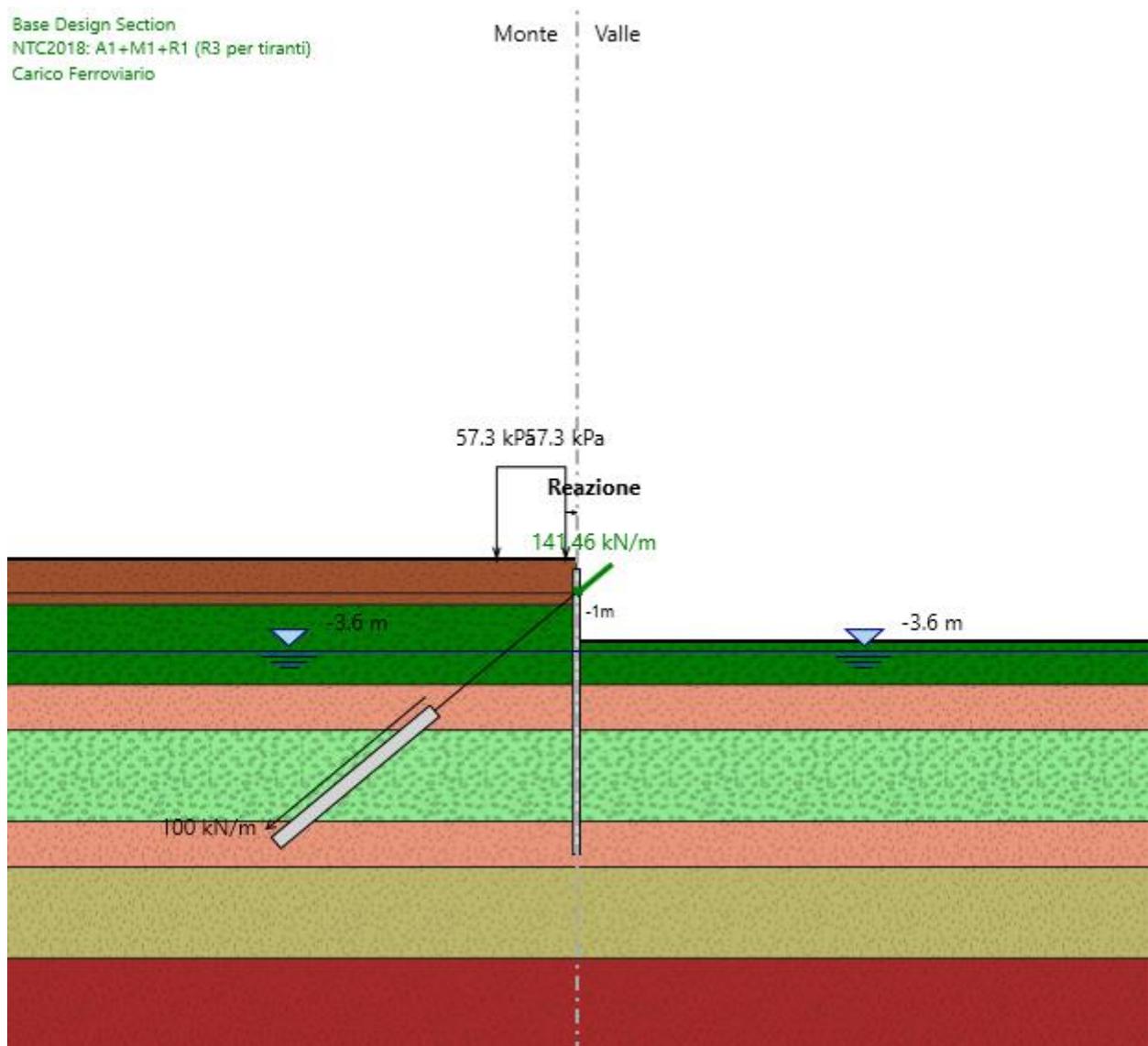


Figura 6 – Modello SLU: Involuppo Sollecitazioni nei Tiranti

7.5 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

In accordo alle NTC – par. 6.5.3.1.2, le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è stata condotta secondo l'Approccio 1 – combinazione 2 (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati alle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.1 delle suddette NTC.

I risultati ottenuti assicurano sulla stabilità globale dell'opera, garantendo, lungo tutte le superfici di scivolamento analizzate, dei coefficienti di sicurezza conformi a quanto richiesto dalle NTC.

L'analisi di stabilità globale della berlinese tirantata è stata condotta mediante il programma Paratie Plus, applicando il metodo di Bishop. Le superfici analizzate presentano coefficiente di sicurezza minimo pari a 1.23.

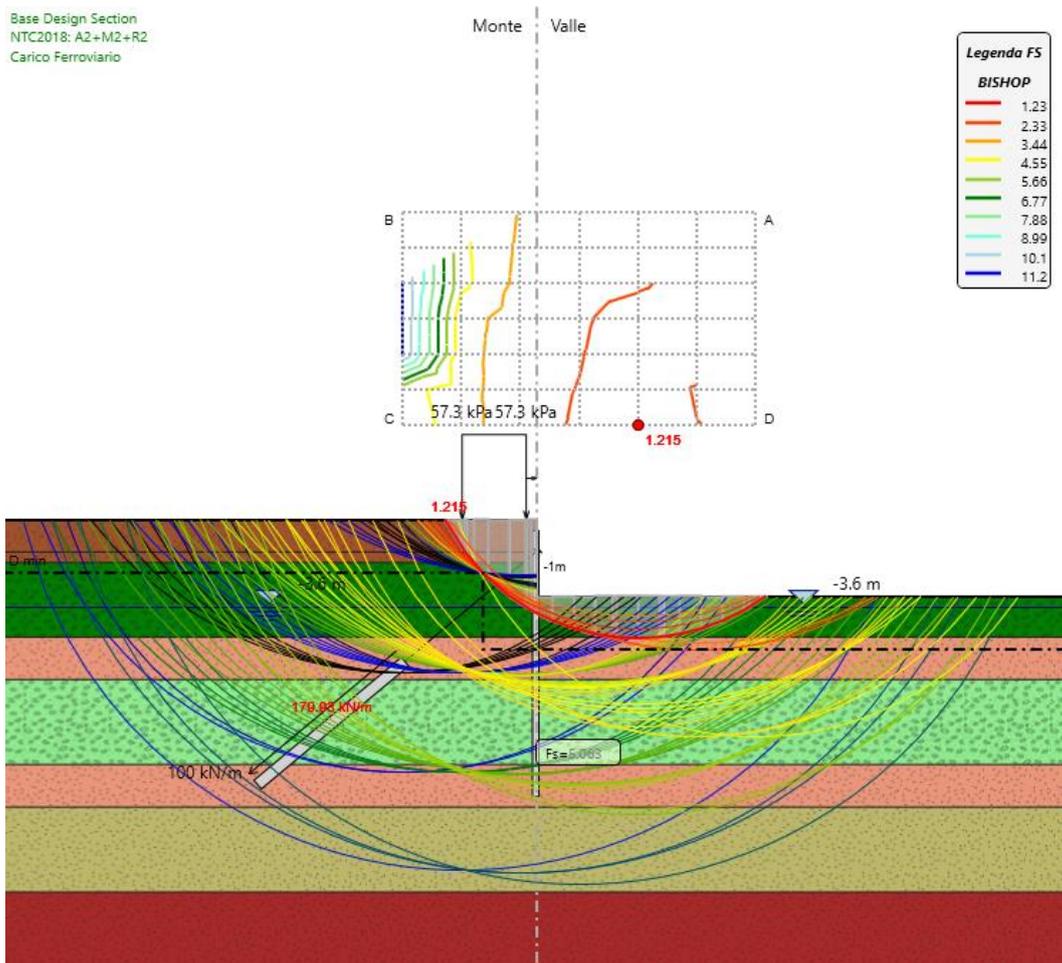


Figura 7 – Risultati dell'analisi di stabilità globale

7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono svolte valutando il coefficiente di sicurezza in termini di rapporto di mobilitazione della spinta passiva, cioè come rapporto tra spinta passiva mobilitata al piede della paratia e la spinta passiva mobilitabile. La verifica è soddisfatta se tale rapporto è inferiore all'unità.

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva): 0.23

Combinazione A2+M2+R1

7.7 VERIFICA DEI TIRANTI DI ANCORAGGIO

7.7.1 Lunghezza libera

La lunghezza libera dei tiranti è calcolata imponendo che l'ancoraggio sia posizionato oltre la potenziale superficie di rottura inclinata di $45 - \phi/2$ sull'orizzontale.

$$L_{lib} = (h_{paratia} - h_{tirante}) \frac{\text{sen}(45 - \phi/2)}{\text{sen}(45 + \phi/2 + \theta)}$$

dove:

- $h_{paratia}$ = altezza della paratia;
- $h_{tirante}$ = quota del tirante rispetto alla testa della paratia;
- ϕ = angolo di attrito del terreno;
- θ = inclinazione del tirante sull'orizzontale.

CONDIZIONE STATICA	
$h_{paratia}$	= 12 m
$h_{tirante_Testa_Paratia}$	= 1 m
ϕ	= 25 °
θ	= 40 °
L_{lib_min}	= 6.26 m

L_{libera} di progetto = 8.00 m

7.7.2 Lunghezza della fondazione dell'ancoraggio

Il dimensionamento geotecnico ed in particolare la verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio è stata svolta confrontando la massima azione di progetto sviluppata in tutti gli stage di analisi, con la resistenza di progetto, in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 paragrafo 6.6 e 7.11.6.

La resistenza allo sfilamento T_{lim} è calcolata in base alla seguente relazione:

$$T_{lim} = \pi \Phi_{perf} \alpha L_{fond} \tau_{lim}$$

in cui:

- Φ_{perf} diametro della perforazione, pari a 180mm;
- α coefficiente moltiplicativo per il calcolo del diametro del bulbo;
- L_{fond} lunghezza di ancoraggio di progetto;
- τ_{lim} tensione limite allo sfilamento (dipendente dai terreni interessati).

La tensione limite τ_{lim} di progetto è stata calcolata nel rispetto delle NTC2018 (§ 6.6.2), considerando valori di aderenza limite, come indicato negli abachi seguenti in cui le curve AL.1 e SG.1 sono valide per bulbi realizzati con iniezioni ripetute (IRS), mentre le curve AL.2 e SG.2 per bulbi realizzati con iniezioni semplici (IGU).

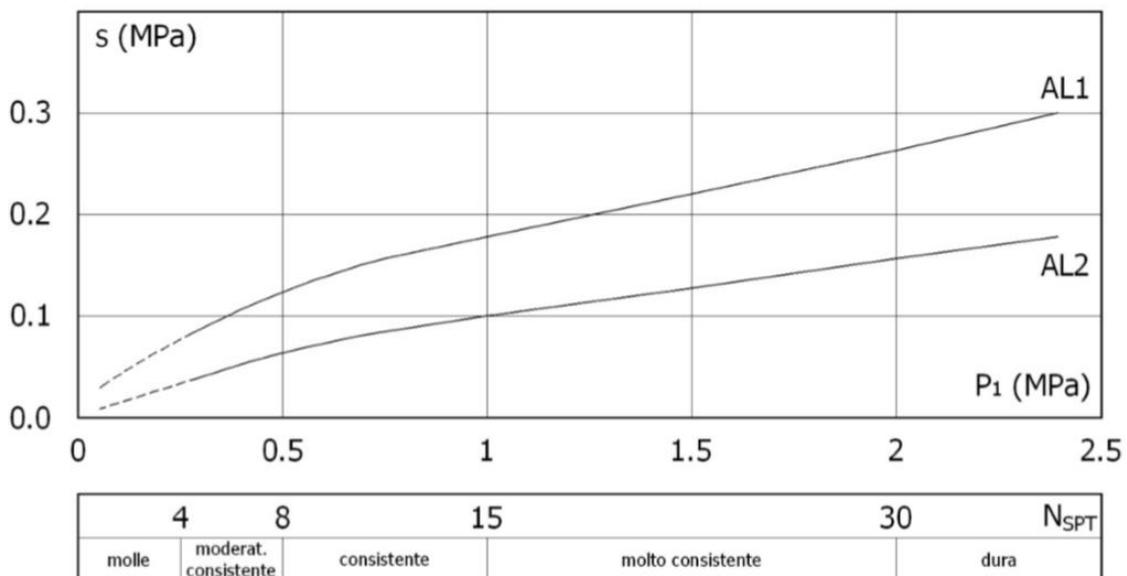


Figura 8 – Abaco per il calcolo della tensione limite (s) per argille e limi

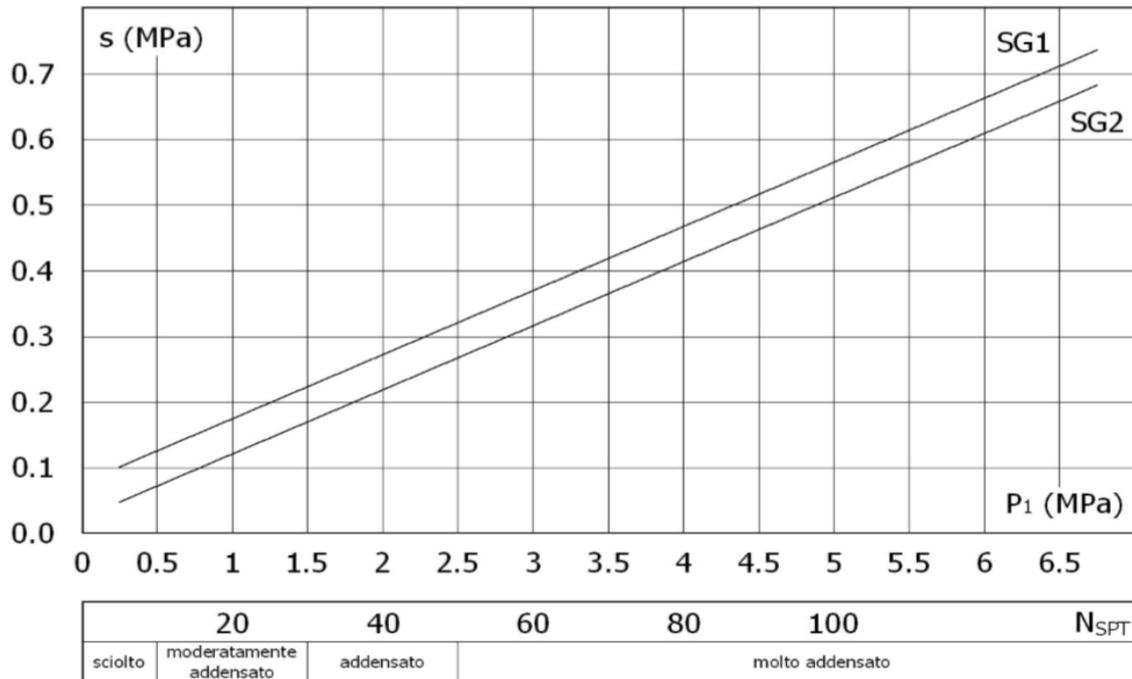


Figura 9 – Abaco per il calcolo della tensione limite (s) per sabbie e ghiaie

Il valore di aderenza limite assunto conservativamente nelle verifiche geotecniche è pari a 100kPa. Il coefficiente α per la determinazione del diametro del bulbo nei terreni in esame è assunto pari a 1.4 (tiranti IRS).

TERRENO	Valori di α	
	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argilla	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Calcari marnosi	1.8	1.1 - 1.2
Calcari alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1

Tabella 7 – Tabella per il calcolo di α

I valori caratteristici delle resistenze sono stati quindi dedotti ricorrendo al fattore di correlazione ξ_3 funzione del numero di profili di indagine come esposto in tabella 6.6.III delle NTC2018. Il fattore ξ_3 utilizzato nelle verifiche geotecniche è pari a 1.80.

Infine la resistenza unitaria di progetto R_{ad} , è ottenuta applicando alla resistenza caratteristica i coefficienti parziali γ_r riportati nella tabella 6.6.1 delle NTC 2018. In particolare per i tiranti provvisori in esame è assunto γ_r pari a 1.1. Si riportano di seguito i risultati delle verifiche, con riferimento alle dimensioni della fondazione indicata nella Tabella 8.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Sfruttamento GEO	Verifica
I TIRANTE	1° Tirante	200	360	0.556	✓

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA					
	Relazione di calcolo opere provvisionali IN51	COMMESSA NM25	LOTTO 03 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN 00 03 011	REV. A

I TIRANTE	Scavo finale	203	360	0.565	✓
I TIRANTE	Carico Ferroviario	211	360	0.588	✓

Tabella 8 – Verifiche geotecniche dei tiranti

7.7.3 Armatura

La verifica strutturale dell'ancoraggio è stata effettuata controllando la trazione del tratto libero costituito dai trefoli in acciaio armonico. Nello specifico, il tiro di progetto deve risultare inferiore alla resistenza di progetto a trazione del tratto libero, calcolata come segue:

$$R_d = A_{\text{trefoli}} \times f_{p(1)k} / \gamma_r$$

Dove:

A_{trefoli} = area complessiva degli n trefoli aventi ognuno area trasversale di 139 mm²

$f_{p(1)k}$ = resistenza caratteristica allo 0.1% di deformazione (tensione di snervamento)

γ_r = fattore parziale di resistenza dell'acciaio pari a 1.15

La verifica suddetta è condotta considerando le azioni sollecitanti sul tirante ottenute dall'approccio A1+M1+R3.

Nel rispetto della gerarchia delle resistenze, come prescritto dalle NTC al 6.6.2, essendo previsto l'impiego di trefoli in acciaio armonico, è stato verificato che la capacità del bulbo a sfilamento sia inferiore alla capacità strutturale propria del tratto libero.

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche per la condizione più gravosa. Si rimanda all'allegato di calcolo per maggiori dettagli.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento STR	Verifica	Gerarchia delle resistenze
I TIRANTE	1° Tirante	270	606	0.446	✓	✓
I TIRANTE	Scavo finale	274	606	0.453	✓	✓
I TIRANTE	Carico Ferroviario	283	606	0.467	✓	✓

Tabella 9 – Verifiche strutturali dei tiranti

7.8 VERIFICHE STRUTTURALI

7.8.1 Micropali

Di seguito si riporta la verifica della paratia costituita da micropali $\Phi 300$ interasse 0.40m armati con profili tubolari $\Phi 244.5$ spessore 12.5mm.

Combinazione A1+M1+R1

Max. momento (assoluto) [kNm/m]	54.39	Z = -2.8m
Max. taglio [kN/m]	69.57	Z = -1.2m

Massimo sfruttamento in flessione 0.123

Massimo sfruttamento a taglio 0.032

7.8.2 Trave di contrasto

La verifica delle travi di ripartizione è stata effettuata considerando tutte le azioni sui tiranti di ogni ordine per tutte le fasi di calcolo. Il comportamento globale della trave è schematizzabile come quello di trave semplicemente appoggiata in corrispondenza delle testate dei tiranti. Si considera quindi un carico uniformemente distribuito sulla trave che equilibra le reazioni dei tiranti ricavate dal programma di calcolo.

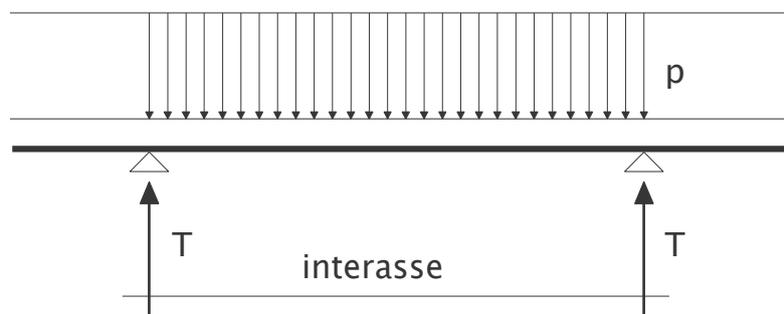


Figura 10 – Modello di calcolo delle travi di ripartizione

Si riportano di seguito le verifiche per la condizione più gravosa. Si rimanda all'allegato di calcolo per ulteriori dettagli.

Trave di Ripartizione	Connesione	Sezione	Material e	Pass o orizz. (m)	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento taglio	Instabilità	Verifica
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	2	1°Tirante	135	0.427	0.347	0	✓
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	2	Scavo finale	137.15	0.434	0.353	0	✓
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	2	Carico Ferroviario	141.46	0.448	0.364	0	✓

Tabella 10 – Verifiche travi di contrasto

7.9 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le caratteristiche di deformabilità delle opere di sostegno della trincea devono essere tali da garantire che al passaggio dei convogli sul binario a monte delle paratie la geometria dell'armamento risponda ai livelli qualitativi fissati dagli standard di cui al documento RFI TCAR ST AR 01 001 D.

Nel caso particolare, i parametri indicati dal suddetto documento sui quali ha influenza la deformazione della paratia sono il difetto di sopraelevazione ΔH , lo scarto di livello trasversale SCARTXL e lo sghembo γ , che devono rispettare i limiti indicati nei paragrafi 6 e 7 della parte III (livelli di qualità geometrica correnti) della RFI TCAR ST AR 01 001 D.

In dettaglio, per il 1° livello di qualità (geometria del binario che non richiede la programmazione di interventi correttivi) devono essere verificate le seguenti disequazioni:

$$\Delta H \leq 10 \text{ mm} \quad \text{SCARTXL} \leq 4 \text{ mm per } 160 \text{ km/h} < V \leq 300 \text{ km/h}$$

$$\gamma_{3m} < 4,5\% \quad \gamma_{9m} < 3,5\% \quad \text{per } V \leq 200 \text{ km/h}$$

A vantaggio di sicurezza possiamo assumere che il binario subisca deformazioni nel punto ubicato in corrispondenza della sezione di calcolo della paratia e che tali deformazioni si esauriscano già 3 m prima e 3 m dopo tale punto. Con tale assunzione, neutralizzando l'eventuale contributo della sopraelevazione di progetto h , lo scarto di livello trasversale SCARTXL coincide con il livello trasversale XL e quest'ultimo coincide a sua volta con ΔH . In tali condizioni il vincolo da rispettare è quello di 4 mm sul valore di SCARTXL, le limitazioni su ΔH , γ_{3m} e γ_{9m} risultando soddisfatte di conseguenza.

In base alla definizione di XL, pertanto, occorre verificare che non superi i 4 mm la differenza di abbassamento del terreno a tergo della paratia fra due punti distanti fra loro 1.5 m ed ubicati in corrispondenza delle due rotaie del binario più vicino all'opera di sostegno.

Il software PARATIE PLUS offre, come strumento di post-processing, un collegamento tra i risultati prodotti dall'analisi del comportamento laterale e i cedimenti in superficie, sfruttando alcune delle correlazioni di letteratura. Il metodo utilizzato è quello di Boone & Westland (2005).

Dai risultati forniti dal software sono stati estrapolati i valori dei cedimenti superficiali nella fase di calcolo corrispondente all'applicazione del carico da traffico e quelli alla fase antecedente. Dalla differenza dei suddetti valori sono stati ottenuti i cedimenti relativi al solo carico da traffico, sui quali sono stati calcolati gli scarti tra punti a distanza 1.5 m.

Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
Carico Ferroviario

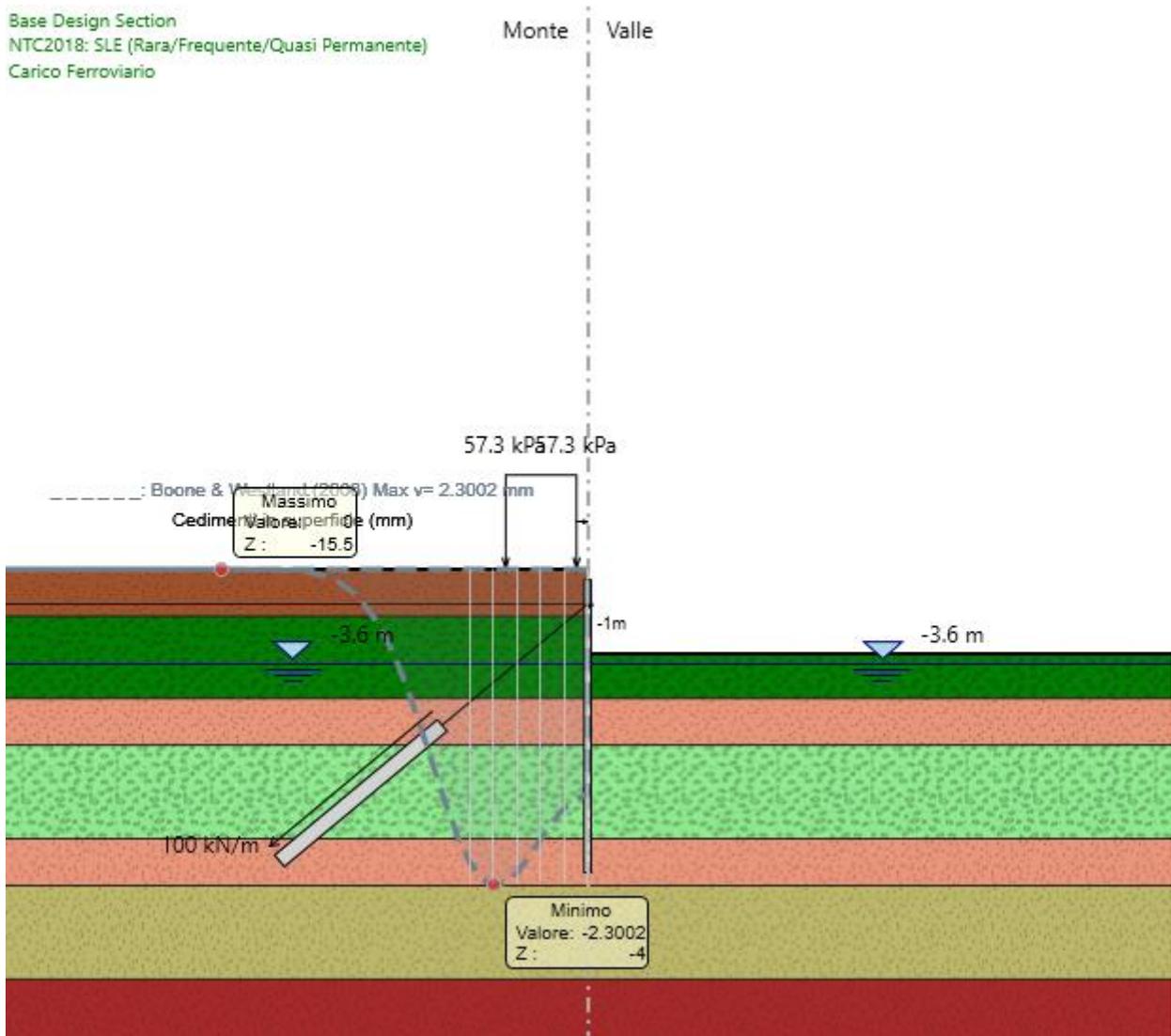


Figura 11 – Cedimenti superficiali - Fase: applicazione del carico da traffico

Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
Scavo finale

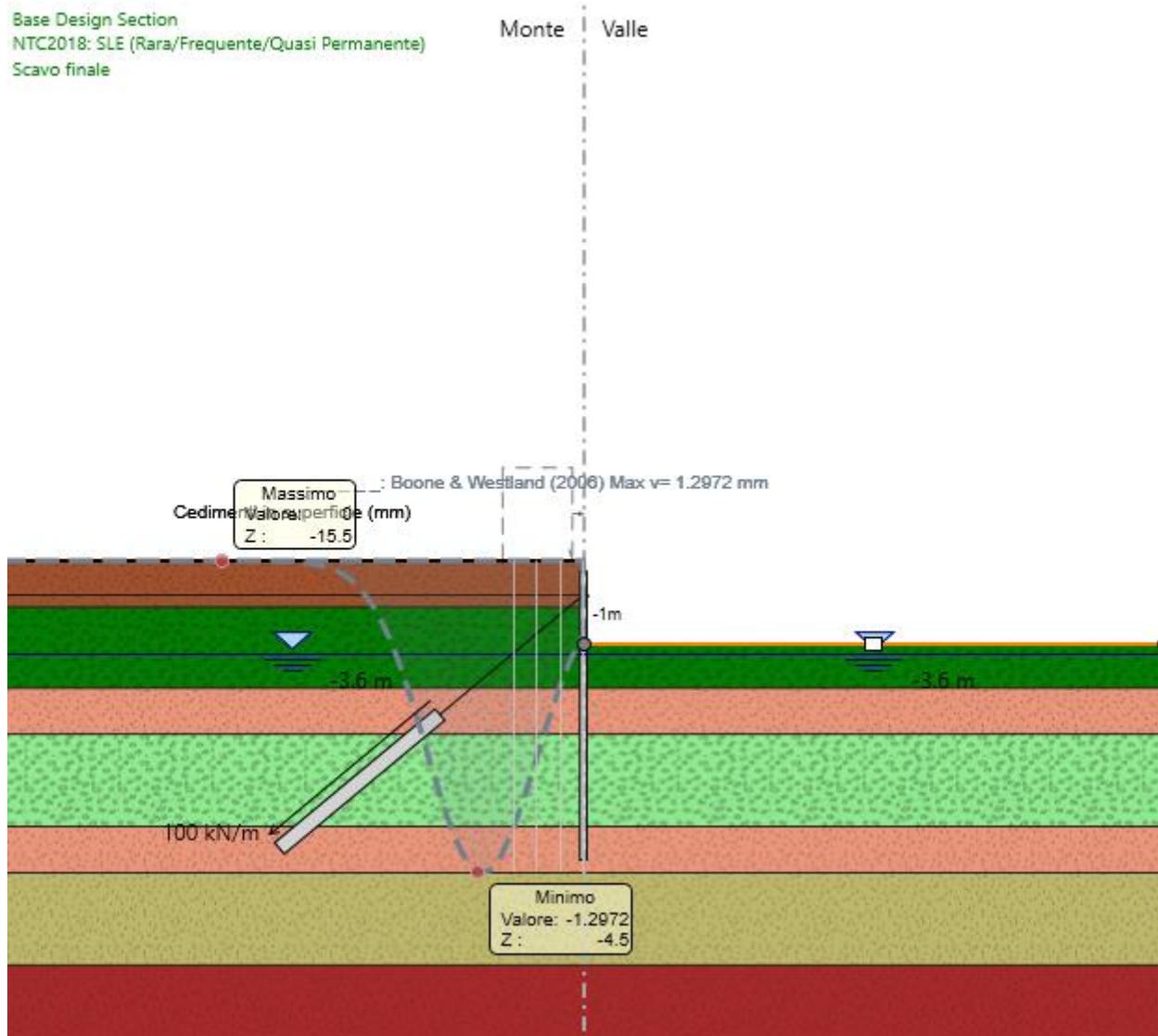


Figura 12 – Cedimenti superficiali – Fase: raggiungimento fondo scavo

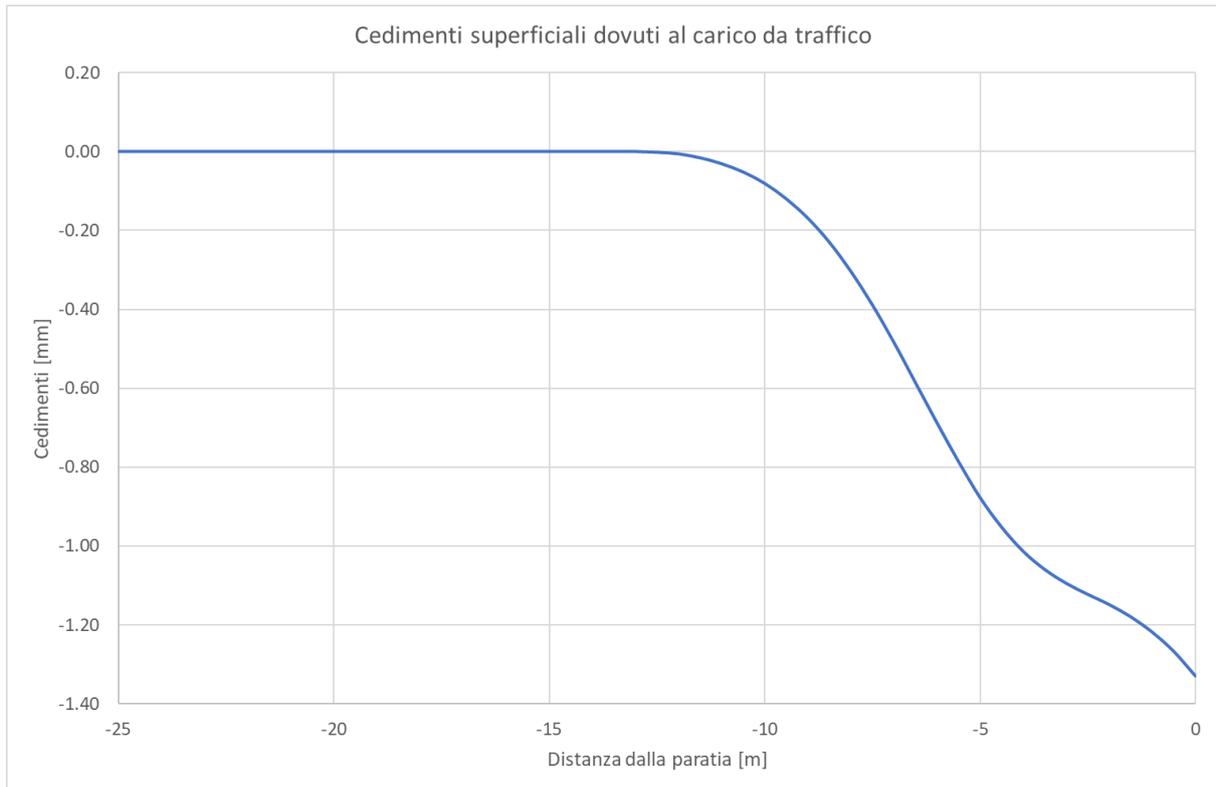


Figura 13 – Cedimenti indotti dal carico ferroviario

Dall'analisi condotta risulta:

$$SCARTXL_{MAX} = 0.3 \text{ mm} \leq 4.00 \text{ mm}$$

La verifica risulta quindi soddisfatta.

8. ALLEGATO – OPERA PROVVISORIALE

1. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL
Quota : 10 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -1 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -1.5 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -5 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -7 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -11 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -13 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -17 m

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	39 di 127

2. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropalo

Area equivalente : 0.0458495132158937 m

Inerzia equivalente : 0.0003 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.3 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S275

Sezione : 0.2445x0.0125

Tipo sezione : O

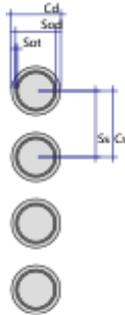
Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.0125 m

Diametro : 0.2445 m

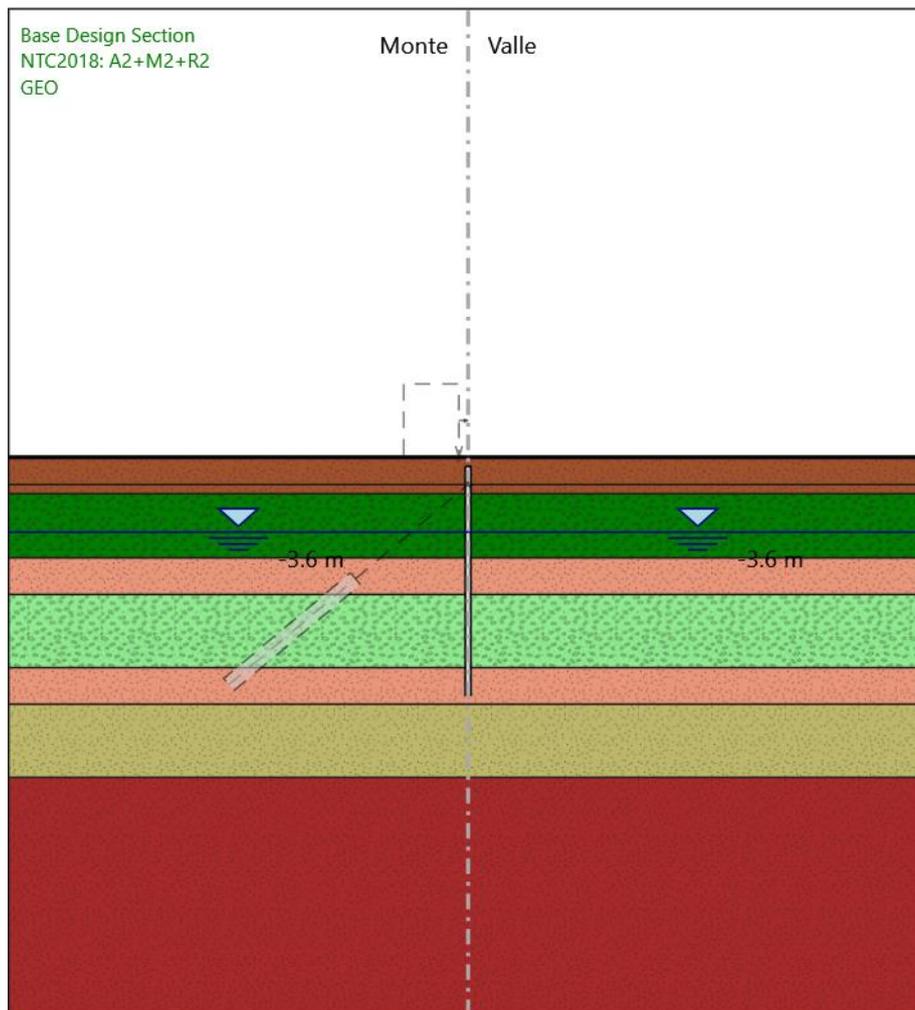
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	40 di 127



3. Fasi di Calcolo

3.1. GEO



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	42 di 127

GEO

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0.5 m

Lato valle : 0.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.6 m

Falda di destra : -3.6 m

Elementi strutturali

Paratia : Micropalo sx

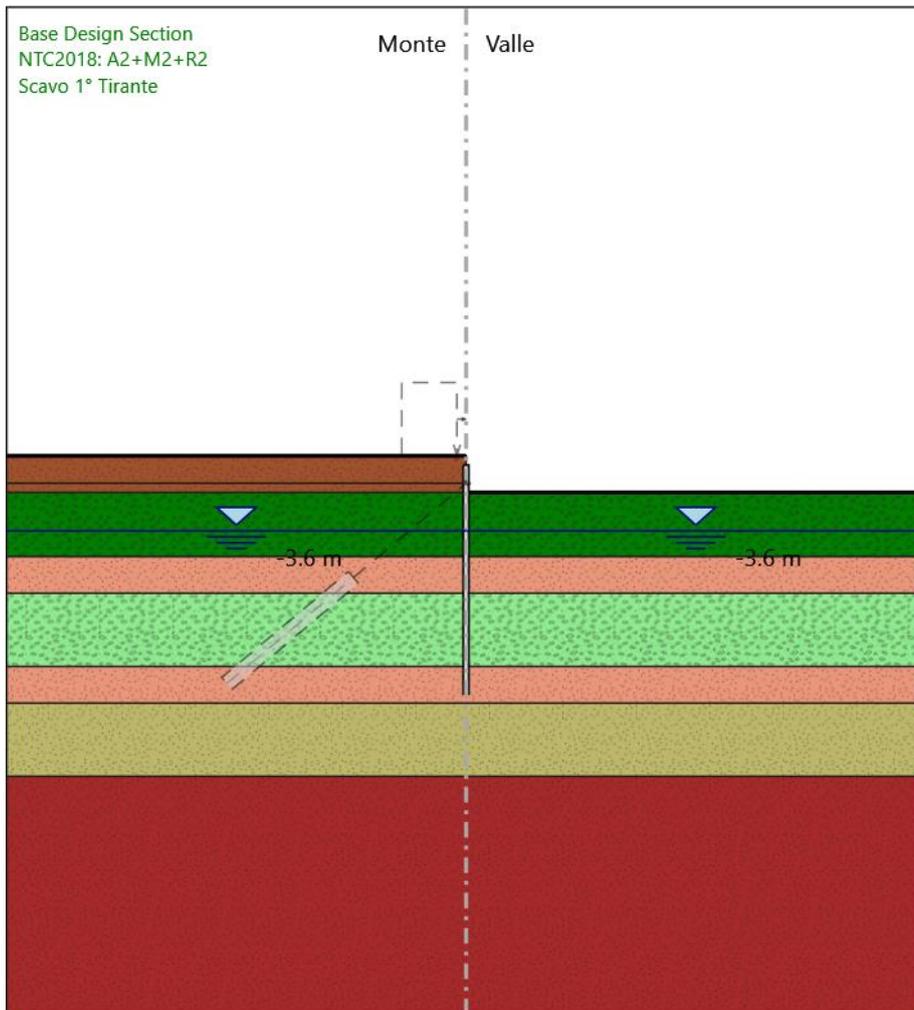
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : Micropalo

3.2. Scavo 1° Tirante



Scavo 1° Tirante

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	44 di 127

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.6 m

Falda di destra : -3.6 m

Elementi strutturali

Paratia : Micropalo sx

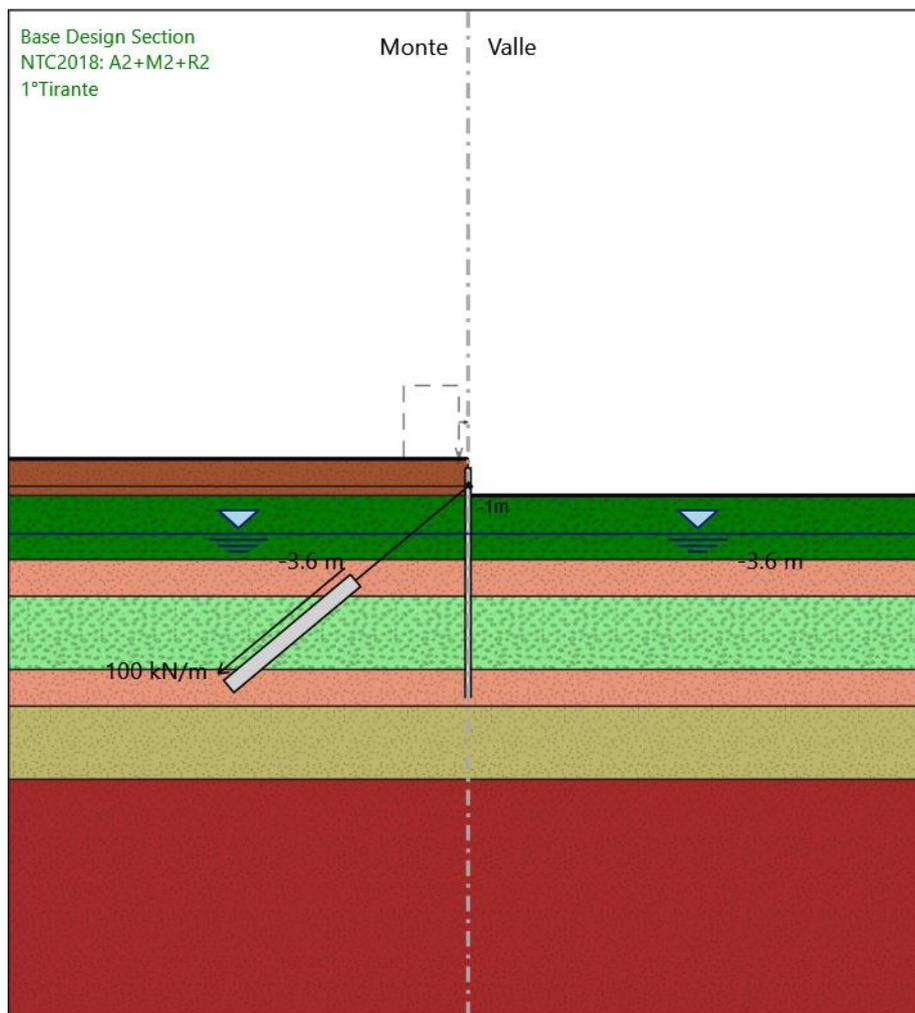
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : Micropalo

3.3. 1°Tirante



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	46 di 127

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.6 m

Falda di destra : -3.6 m

Elementi strutturali

Paratia : Micropalo sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : Micropalo

Tirante : I TIRANTE

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Prezarico : 200 kN

Angolo : 40 °

Sezione : 3trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

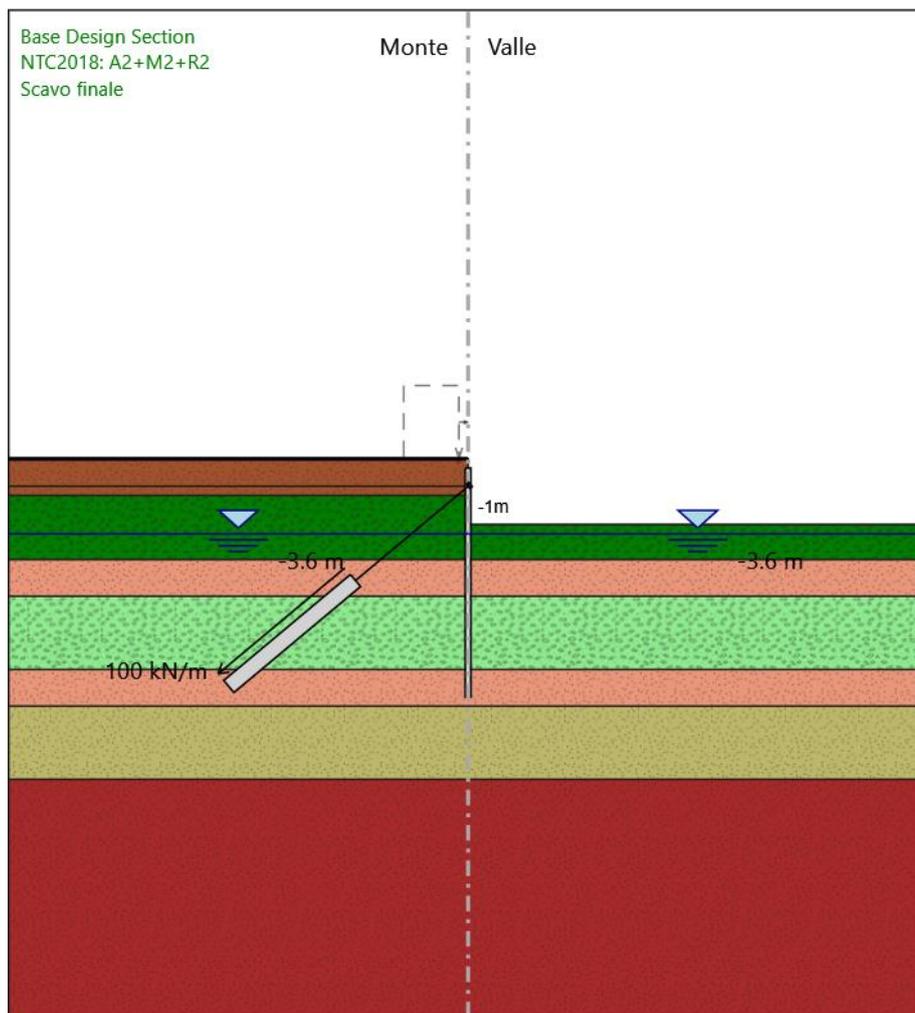
Trave di Ripartizione : 2 HEB 160 I TIRANTE

Sezione : 2HEB160_1

HE 160B

Materiale : S275

3.4. Scavo finale



Scavo finale

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	48 di 127

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0.5 m

Lato valle : -3.1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-3.1 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.6 m

Falda di destra : -3.6 m

Elementi strutturali

Paratia : Micropalo sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : Micropalo

Tirante : I TIRANTE

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Prezarico : 200 kN

Angolo : 40 °

Sezione : 3trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

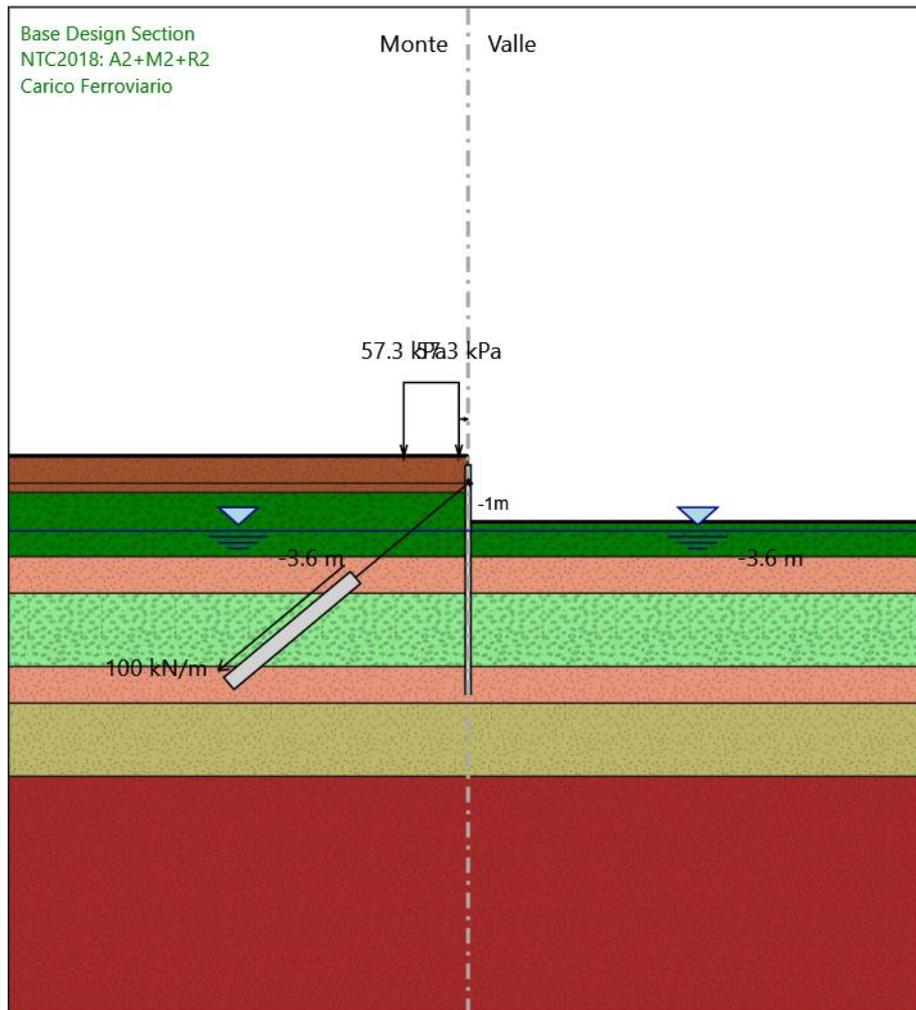
Trave di Ripartizione : 2 HEB 160 I TIRANTE

Sezione : 2HEB160_1

HE 160B

Materiale : S275

3.5. Carico Ferroviario



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	50 di 127

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0.5 m

Lato valle : -3.1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-3.1 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.6 m

Falda di destra : -3.6 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico sx

X iniziale : -3.5 m

X finale : -0.5 m

Pressione iniziale : 57.3 kPa

Pressione finale : 57.3 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Micropalo sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : Micropalo

Tirante : I TIRANTE

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 40 °

Sezione : 3trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	51 di 127

Area : 0.000417 m²

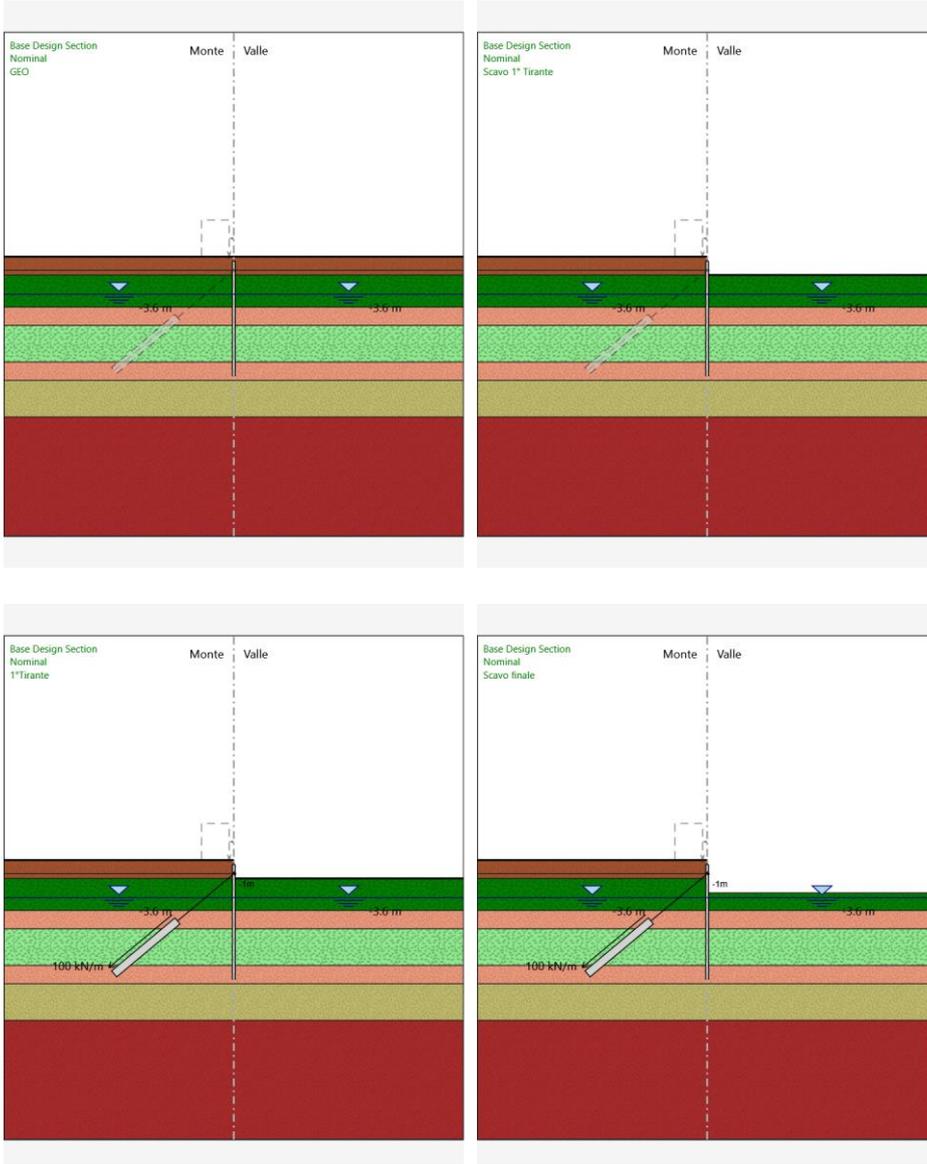
Trave di Ripartizione : 2 HEB 160 I TIRANTE

Sezione : 2HEB160_1

HE 160B

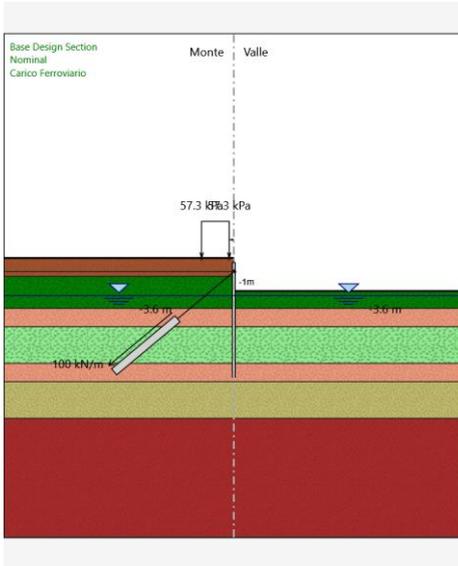
Materiale : S275

3.6. Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	53 di 127



4. Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carico	Pressio	Pressio	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi
	Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Sismico (F_seism_load)	ni Acqua Lato Monte (F_Wat_erDR)	ni Acqua Valle (F_Wat_erRes)	Permane Destabili zzanti (F_UPL_G_DStab)	Perman Stabilizz anti (F_UPL_G_DStab)	Variabili Destabiliz zanti (F_UPL_Q_DStab)	Permane Destabiliz zanti (F_HYD_GDStab)	Permane Stabilizz anti (F_HYD_GDStab)	Variabili Destabiliz zanti (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)	1.35	1	1.45	1	0	1.3	1	1	1	1	1.35	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.25	0	0	1.25	1	1	1	1.25	1	1	1.25
NTC2018: A2+M2+R2	1	1	1.25	0	0	1.25	1	1	1	1.25	1	1	1.25

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohes)	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
NTC2018: A2+M2+R2	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R

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

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	55 di 127

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}	
tiranti)				
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R2	1	1.2	1.1	1

4.1. Risultati NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

4.1.1. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: GEO

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento			Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)	
GEO	0	0	
GEO	-0.2	0	
GEO	-0.4	0	
GEO	-0.6	0	
GEO	-0.8	0	
GEO	-1	0	
GEO	-1.2	0	
GEO	-1.4	0	
GEO	-1.6	0	
GEO	-1.8	0	
GEO	-2	0	
GEO	-2.2	0	
GEO	-2.4	0	
GEO	-2.6	0	
GEO	-2.8	0	
GEO	-3	0	
GEO	-3.2	0	
GEO	-3.4	0	
GEO	-3.6	0	
GEO	-3.8	0	
GEO	-4	0	
GEO	-4.2	0	
GEO	-4.4	0	
GEO	-4.6	0	
GEO	-4.8	0	
GEO	-5	0	
GEO	-5.2	0	
GEO	-5.4	0	
GEO	-5.6	0	
GEO	-5.8	0	
GEO	-6	0	
GEO	-6.2	0	
GEO	-6.4	0	
GEO	-6.6	0	
GEO	-6.8	0	
GEO	-7	0	
GEO	-7.2	0	
GEO	-7.4	0	
GEO	-7.6	0	
GEO	-7.8	0	
GEO	-8	0	
GEO	-8.2	0	
GEO	-8.4	0	
GEO	-8.6	0	
GEO	-8.8	0	
GEO	-9	0	
GEO	-9.2	0	
GEO	-9.4	0	
GEO	-9.6	0	
GEO	-9.8	0	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	57 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
GEO	-10	0
GEO	-10.2	0
GEO	-10.4	0
GEO	-10.6	0
GEO	-10.8	0
GEO	-11	0
GEO	-11.2	0
GEO	-11.4	0
GEO	-11.6	0
GEO	-11.8	0
GEO	-12	0
GEO	-12.2	0
GEO	-12.4	0
GEO	-12.5	0

4.1.2. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: GEO

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
GEO	0	0	0	0
GEO	-0.2	0	0	0
GEO	-0.4	0	0	0
GEO	-0.6	0	0	0
GEO	-0.8	0	0	0
GEO	-1	0	0	0
GEO	-1.2	0	0	0
GEO	-1.4	0	0	0
GEO	-1.6	0	0	0
GEO	-1.8	0	0	0
GEO	-2	0	0	0
GEO	-2.2	0	0	0
GEO	-2.4	0	0	0
GEO	-2.6	0	0	0
GEO	-2.8	0	0	0
GEO	-3	0	0	0
GEO	-3.2	0	0	0
GEO	-3.4	0	0	0
GEO	-3.6	0	0	0
GEO	-3.8	0	0	0
GEO	-4	0	0	0
GEO	-4.2	0	0	0
GEO	-4.4	0	0	0
GEO	-4.6	0	0	0
GEO	-4.8	0	0	0
GEO	-5	0	0	0
GEO	-5.2	0	0	0
GEO	-5.4	0	0	0
GEO	-5.6	0	0	0
GEO	-5.8	0	0	0
GEO	-6	0	0	0
GEO	-6.2	0	0	0
GEO	-6.4	0	0	0
GEO	-6.6	0	0	0
GEO	-6.8	0	0	0
GEO	-7	0	0	0
GEO	-7.2	0	0	0
GEO	-7.4	0	0	0
GEO	-7.6	0	0	0
GEO	-7.8	0	0	0
GEO	-8	0	0	0
GEO	-8.2	0	0	0
GEO	-8.4	0	0	0
GEO	-8.6	0	0	0
GEO	-8.8	0	0	0
GEO	-9	0	0	0
GEO	-9.2	0	0	0
GEO	-9.4	0	0	0
GEO	-9.6	0	0	0
GEO	-9.8	0	0	0
GEO	-10	0	0	0
GEO	-10.2	0	0	0

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	iN 00 03 011	A	59 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
GEO	-10.4	0	0
GEO	-10.6	0	0
GEO	-10.8	0	0
GEO	-11	0	0
GEO	-11.2	0	0
GEO	-11.4	0	0
GEO	-11.6	0	0
GEO	-11.8	0	0
GEO	-12	0	0
GEO	-12.2	0	0
GEO	-12.4	0	0
GEO	-12.5	0	0

4.1.3. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: Scavo 1° Tirante

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento			Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)	
Scavo 1° Tirante	0	2.43	
Scavo 1° Tirante	-0.2	2.31	
Scavo 1° Tirante	-0.4	2.18	
Scavo 1° Tirante	-0.6	2.06	
Scavo 1° Tirante	-0.8	1.94	
Scavo 1° Tirante	-1	1.81	
Scavo 1° Tirante	-1.2	1.69	
Scavo 1° Tirante	-1.4	1.57	
Scavo 1° Tirante	-1.6	1.45	
Scavo 1° Tirante	-1.8	1.34	
Scavo 1° Tirante	-2	1.23	
Scavo 1° Tirante	-2.2	1.12	
Scavo 1° Tirante	-2.4	1.02	
Scavo 1° Tirante	-2.6	0.93	
Scavo 1° Tirante	-2.8	0.85	
Scavo 1° Tirante	-3	0.77	
Scavo 1° Tirante	-3.2	0.71	
Scavo 1° Tirante	-3.4	0.65	
Scavo 1° Tirante	-3.6	0.59	
Scavo 1° Tirante	-3.8	0.54	
Scavo 1° Tirante	-4	0.5	
Scavo 1° Tirante	-4.2	0.46	
Scavo 1° Tirante	-4.4	0.43	
Scavo 1° Tirante	-4.6	0.4	
Scavo 1° Tirante	-4.8	0.37	
Scavo 1° Tirante	-5	0.35	
Scavo 1° Tirante	-5.2	0.33	
Scavo 1° Tirante	-5.4	0.31	
Scavo 1° Tirante	-5.6	0.3	
Scavo 1° Tirante	-5.8	0.28	
Scavo 1° Tirante	-6	0.27	
Scavo 1° Tirante	-6.2	0.26	
Scavo 1° Tirante	-6.4	0.25	
Scavo 1° Tirante	-6.6	0.24	
Scavo 1° Tirante	-6.8	0.23	
Scavo 1° Tirante	-7	0.22	
Scavo 1° Tirante	-7.2	0.22	
Scavo 1° Tirante	-7.4	0.21	
Scavo 1° Tirante	-7.6	0.2	
Scavo 1° Tirante	-7.8	0.2	
Scavo 1° Tirante	-8	0.19	
Scavo 1° Tirante	-8.2	0.19	
Scavo 1° Tirante	-8.4	0.19	
Scavo 1° Tirante	-8.6	0.19	
Scavo 1° Tirante	-8.8	0.19	
Scavo 1° Tirante	-9	0.19	
Scavo 1° Tirante	-9.2	0.19	
Scavo 1° Tirante	-9.4	0.19	
Scavo 1° Tirante	-9.6	0.19	
Scavo 1° Tirante	-9.8	0.19	
Scavo 1° Tirante	-10	0.2	
Scavo 1° Tirante	-10.2	0.2	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	61 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Scavo 1° Tirante	-10.4	0.21
Scavo 1° Tirante	-10.6	0.21
Scavo 1° Tirante	-10.8	0.22
Scavo 1° Tirante	-11	0.23
Scavo 1° Tirante	-11.2	0.24
Scavo 1° Tirante	-11.4	0.25
Scavo 1° Tirante	-11.6	0.26
Scavo 1° Tirante	-11.8	0.26
Scavo 1° Tirante	-12	0.27
Scavo 1° Tirante	-12.2	0.28
Scavo 1° Tirante	-12.4	0.29
Scavo 1° Tirante	-12.5	0.3

4.1.4. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: Scavo 1° Tirante

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
Scavo 1° Tirante	0	0	-0.2	
Scavo 1° Tirante	-0.2	-0.04	-0.2	
Scavo 1° Tirante	-0.4	-0.19	-0.74	
Scavo 1° Tirante	-0.6	-0.48	-1.45	
Scavo 1° Tirante	-0.8	-0.94	-2.31	
Scavo 1° Tirante	-1	-1.61	-3.33	
Scavo 1° Tirante	-1.2	-2.51	-4.51	
Scavo 1° Tirante	-1.4	-3.68	-5.84	
Scavo 1° Tirante	-1.6	-5.14	-7.33	
Scavo 1° Tirante	-1.8	-6.92	-8.88	
Scavo 1° Tirante	-2	-8.52	-8	
Scavo 1° Tirante	-2.2	-9.74	-6.11	
Scavo 1° Tirante	-2.4	-10.57	-4.16	
Scavo 1° Tirante	-2.6	-11.01	-2.16	
Scavo 1° Tirante	-2.8	-11.06	-0.29	
Scavo 1° Tirante	-3	-10.82	1.21	
Scavo 1° Tirante	-3.2	-10.35	2.36	
Scavo 1° Tirante	-3.4	-9.71	3.21	
Scavo 1° Tirante	-3.6	-8.95	3.78	
Scavo 1° Tirante	-3.8	-8.13	4.1	
Scavo 1° Tirante	-4	-7.3	4.18	
Scavo 1° Tirante	-4.2	-6.49	4.05	
Scavo 1° Tirante	-4.4	-5.74	3.74	
Scavo 1° Tirante	-4.6	-5.08	3.27	
Scavo 1° Tirante	-4.8	-4.55	2.66	
Scavo 1° Tirante	-5	-4.17	1.92	
Scavo 1° Tirante	-5.2	-3.72	2.26	
Scavo 1° Tirante	-5.4	-3.23	2.44	
Scavo 1° Tirante	-5.6	-2.73	2.47	
Scavo 1° Tirante	-5.8	-2.26	2.38	
Scavo 1° Tirante	-6	-1.82	2.18	
Scavo 1° Tirante	-6.2	-1.44	1.89	
Scavo 1° Tirante	-6.4	-1.14	1.51	
Scavo 1° Tirante	-6.6	-0.93	1.05	
Scavo 1° Tirante	-6.8	-0.83	0.52	
Scavo 1° Tirante	-7	-0.85	-0.08	
Scavo 1° Tirante	-7.2	-0.99	-0.74	
Scavo 1° Tirante	-7.4	-1.09	-0.48	
Scavo 1° Tirante	-7.6	-1.14	-0.28	
Scavo 1° Tirante	-7.8	-1.17	-0.14	
Scavo 1° Tirante	-8	-1.18	-0.05	
Scavo 1° Tirante	-8.2	-1.18	0	
Scavo 1° Tirante	-8.4	-1.18	0.01	
Scavo 1° Tirante	-8.6	-1.18	0	
Scavo 1° Tirante	-8.8	-1.18	-0.02	
Scavo 1° Tirante	-9	-1.19	-0.05	
Scavo 1° Tirante	-9.2	-1.21	-0.09	
Scavo 1° Tirante	-9.4	-1.23	-0.11	
Scavo 1° Tirante	-9.6	-1.26	-0.11	
Scavo 1° Tirante	-9.8	-1.27	-0.09	
Scavo 1° Tirante	-10	-1.28	-0.04	
Scavo 1° Tirante	-10.2	-1.27	0.06	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	63 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia

Muro: LEFT

Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo 1° Tirante	-10.4	-1.23	0.22
Scavo 1° Tirante	-10.6	-1.14	0.43
Scavo 1° Tirante	-10.8	-1	0.72
Scavo 1° Tirante	-11	-0.78	1.09
Scavo 1° Tirante	-11.2	-0.47	1.54
Scavo 1° Tirante	-11.4	-0.25	1.08
Scavo 1° Tirante	-11.6	-0.11	0.7
Scavo 1° Tirante	-11.8	-0.03	0.4
Scavo 1° Tirante	-12	0	0.18
Scavo 1° Tirante	-12.2	0.01	0.03
Scavo 1° Tirante	-12.4	0	-0.03
Scavo 1° Tirante	-12.5	0	-0.01

4.1.5. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: 1°Tirante

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento			Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)	
1°Tirante	0	-0.62	
1°Tirante	-0.2	-0.58	
1°Tirante	-0.4	-0.54	
1°Tirante	-0.6	-0.49	
1°Tirante	-0.8	-0.44	
1°Tirante	-1	-0.38	
1°Tirante	-1.2	-0.31	
1°Tirante	-1.4	-0.23	
1°Tirante	-1.6	-0.15	
1°Tirante	-1.8	-0.07	
1°Tirante	-2	0.01	
1°Tirante	-2.2	0.08	
1°Tirante	-2.4	0.15	
1°Tirante	-2.6	0.21	
1°Tirante	-2.8	0.27	
1°Tirante	-3	0.31	
1°Tirante	-3.2	0.35	
1°Tirante	-3.4	0.38	
1°Tirante	-3.6	0.41	
1°Tirante	-3.8	0.43	
1°Tirante	-4	0.44	
1°Tirante	-4.2	0.45	
1°Tirante	-4.4	0.45	
1°Tirante	-4.6	0.44	
1°Tirante	-4.8	0.43	
1°Tirante	-5	0.42	
1°Tirante	-5.2	0.41	
1°Tirante	-5.4	0.4	
1°Tirante	-5.6	0.38	
1°Tirante	-5.8	0.36	
1°Tirante	-6	0.35	
1°Tirante	-6.2	0.33	
1°Tirante	-6.4	0.31	
1°Tirante	-6.6	0.3	
1°Tirante	-6.8	0.28	
1°Tirante	-7	0.27	
1°Tirante	-7.2	0.25	
1°Tirante	-7.4	0.24	
1°Tirante	-7.6	0.23	
1°Tirante	-7.8	0.22	
1°Tirante	-8	0.21	
1°Tirante	-8.2	0.2	
1°Tirante	-8.4	0.2	
1°Tirante	-8.6	0.19	
1°Tirante	-8.8	0.19	
1°Tirante	-9	0.19	
1°Tirante	-9.2	0.18	
1°Tirante	-9.4	0.19	
1°Tirante	-9.6	0.19	
1°Tirante	-9.8	0.19	
1°Tirante	-10	0.19	
1°Tirante	-10.2	0.2	
1°Tirante	-10.4	0.2	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	65 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
1°Tirante	-10.6	0.21
1°Tirante	-10.8	0.22
1°Tirante	-11	0.23
1°Tirante	-11.2	0.24
1°Tirante	-11.4	0.24
1°Tirante	-11.6	0.25
1°Tirante	-11.8	0.26
1°Tirante	-12	0.27
1°Tirante	-12.2	0.28
1°Tirante	-12.4	0.29
1°Tirante	-12.5	0.3

4.1.6. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: 1°Tirante

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
1°Tirante	0	0	-3.79	
1°Tirante	-0.2	-0.76	-3.79	
1°Tirante	-0.4	-3	-11.21	
1°Tirante	-0.6	-6.69	-18.44	
1°Tirante	-0.8	-11.79	-25.5	
1°Tirante	-1	-18.26	-32.36	
1°Tirante	-1.2	-10.74	37.6	
1°Tirante	-1.4	-4.51	31.18	
1°Tirante	-1.6	0.49	25	
1°Tirante	-1.8	4.23	18.68	
1°Tirante	-2	6.85	13.08	
1°Tirante	-2.2	8.68	9.17	
1°Tirante	-2.4	9.88	6	
1°Tirante	-2.6	10.59	3.54	
1°Tirante	-2.8	10.93	1.72	
1°Tirante	-3	10.98	0.23	
1°Tirante	-3.2	10.78	-0.97	
1°Tirante	-3.4	10.4	-1.93	
1°Tirante	-3.6	9.86	-2.7	
1°Tirante	-3.8	9.19	-3.31	
1°Tirante	-4	8.43	-3.81	
1°Tirante	-4.2	7.58	-4.25	
1°Tirante	-4.4	6.65	-4.64	
1°Tirante	-4.6	5.65	-5.02	
1°Tirante	-4.8	4.57	-5.4	
1°Tirante	-5	3.41	-5.82	
1°Tirante	-5.2	2.44	-4.83	
1°Tirante	-5.4	1.65	-3.95	
1°Tirante	-5.6	1.02	-3.18	
1°Tirante	-5.8	0.51	-2.54	
1°Tirante	-6	0.1	-2.03	
1°Tirante	-6.2	-0.23	-1.66	
1°Tirante	-6.4	-0.51	-1.42	
1°Tirante	-6.6	-0.78	-1.32	
1°Tirante	-6.8	-1.05	-1.36	
1°Tirante	-7	-1.36	-1.53	
1°Tirante	-7.2	-1.72	-1.82	
1°Tirante	-7.4	-1.95	-1.18	
1°Tirante	-7.6	-2.09	-0.67	
1°Tirante	-7.8	-2.14	-0.28	
1°Tirante	-8	-2.14	0.01	
1°Tirante	-8.2	-2.1	0.2	
1°Tirante	-8.4	-2.04	0.32	
1°Tirante	-8.6	-1.96	0.38	
1°Tirante	-8.8	-1.88	0.39	
1°Tirante	-9	-1.81	0.37	
1°Tirante	-9.2	-1.74	0.34	
1°Tirante	-9.4	-1.68	0.3	
1°Tirante	-9.6	-1.63	0.27	
1°Tirante	-9.8	-1.58	0.25	
1°Tirante	-10	-1.52	0.27	
1°Tirante	-10.2	-1.46	0.33	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	67 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia

Muro: LEFT

Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
1°Tirante	-10.4	-1.37	0.45
1°Tirante	-10.6	-1.24	0.62
1°Tirante	-10.8	-1.07	0.87
1°Tirante	-11	-0.83	1.2
1°Tirante	-11.2	-0.5	1.63
1°Tirante	-11.4	-0.27	1.14
1°Tirante	-11.6	-0.13	0.74
1°Tirante	-11.8	-0.04	0.43
1°Tirante	-12	0	0.19
1°Tirante	-12.2	0.01	0.04
1°Tirante	-12.4	0	-0.03
1°Tirante	-12.5	0	-0.01

4.1.7. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: Scavo finale

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento			Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)	
Scavo finale	0	-0.42	
Scavo finale	-0.2	-0.29	
Scavo finale	-0.4	-0.16	
Scavo finale	-0.6	-0.03	
Scavo finale	-0.8	0.1	
Scavo finale	-1	0.24	
Scavo finale	-1.2	0.4	
Scavo finale	-1.4	0.55	
Scavo finale	-1.6	0.71	
Scavo finale	-1.8	0.86	
Scavo finale	-2	1	
Scavo finale	-2.2	1.14	
Scavo finale	-2.4	1.25	
Scavo finale	-2.6	1.36	
Scavo finale	-2.8	1.44	
Scavo finale	-3	1.5	
Scavo finale	-3.2	1.55	
Scavo finale	-3.4	1.58	
Scavo finale	-3.6	1.59	
Scavo finale	-3.8	1.59	
Scavo finale	-4	1.57	
Scavo finale	-4.2	1.54	
Scavo finale	-4.4	1.51	
Scavo finale	-4.6	1.46	
Scavo finale	-4.8	1.4	
Scavo finale	-5	1.35	
Scavo finale	-5.2	1.28	
Scavo finale	-5.4	1.22	
Scavo finale	-5.6	1.15	
Scavo finale	-5.8	1.09	
Scavo finale	-6	1.03	
Scavo finale	-6.2	0.97	
Scavo finale	-6.4	0.91	
Scavo finale	-6.6	0.85	
Scavo finale	-6.8	0.8	
Scavo finale	-7	0.75	
Scavo finale	-7.2	0.71	
Scavo finale	-7.4	0.66	
Scavo finale	-7.6	0.63	
Scavo finale	-7.8	0.6	
Scavo finale	-8	0.57	
Scavo finale	-8.2	0.55	
Scavo finale	-8.4	0.53	
Scavo finale	-8.6	0.51	
Scavo finale	-8.8	0.5	
Scavo finale	-9	0.49	
Scavo finale	-9.2	0.49	
Scavo finale	-9.4	0.49	
Scavo finale	-9.6	0.49	
Scavo finale	-9.8	0.5	
Scavo finale	-10	0.5	
Scavo finale	-10.2	0.52	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	69 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Scavo finale	-10.4	0.53
Scavo finale	-10.6	0.55
Scavo finale	-10.8	0.56
Scavo finale	-11	0.58
Scavo finale	-11.2	0.6
Scavo finale	-11.4	0.62
Scavo finale	-11.6	0.65
Scavo finale	-11.8	0.67
Scavo finale	-12	0.69
Scavo finale	-12.2	0.71
Scavo finale	-12.4	0.74
Scavo finale	-12.5	0.75

4.1.8. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: Scavo finale

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
Scavo finale	0	0	-3.58	
Scavo finale	-0.2	-0.72	-3.58	
Scavo finale	-0.4	-2.8	-10.4	
Scavo finale	-0.6	-6.17	-16.86	
Scavo finale	-0.8	-10.76	-22.98	
Scavo finale	-1	-16.51	-28.73	
Scavo finale	-1.2	-7.77	43.72	
Scavo finale	-1.4	-0.02	38.74	
Scavo finale	-1.6	6.81	34.17	
Scavo finale	-1.8	12.63	29.06	
Scavo finale	-2	17.44	24.09	
Scavo finale	-2.2	21.29	19.22	
Scavo finale	-2.4	24.17	14.43	
Scavo finale	-2.6	26.12	9.75	
Scavo finale	-2.8	27.15	5.11	
Scavo finale	-3	27.19	0.24	
Scavo finale	-3.2	26.21	-4.91	
Scavo finale	-3.4	24.41	-9.03	
Scavo finale	-3.6	22.25	-10.81	
Scavo finale	-3.8	19.97	-11.39	
Scavo finale	-4	17.6	-11.82	
Scavo finale	-4.2	15.17	-12.16	
Scavo finale	-4.4	12.67	-12.49	
Scavo finale	-4.6	10.11	-12.84	
Scavo finale	-4.8	7.45	-13.26	
Scavo finale	-5	4.7	-13.79	
Scavo finale	-5.2	2.42	-11.4	
Scavo finale	-5.4	0.58	-9.16	
Scavo finale	-5.6	-0.86	-7.23	
Scavo finale	-5.8	-1.99	-5.63	
Scavo finale	-6	-2.86	-4.34	
Scavo finale	-6.2	-3.53	-3.38	
Scavo finale	-6.4	-4.08	-2.74	
Scavo finale	-6.6	-4.56	-2.4	
Scavo finale	-6.8	-5.03	-2.36	
Scavo finale	-7	-5.55	-2.59	
Scavo finale	-7.2	-6.17	-3.09	
Scavo finale	-7.4	-6.52	-1.75	
Scavo finale	-7.6	-6.66	-0.69	
Scavo finale	-7.8	-6.64	0.11	
Scavo finale	-8	-6.5	0.7	
Scavo finale	-8.2	-6.28	1.1	
Scavo finale	-8.4	-6.01	1.35	
Scavo finale	-8.6	-5.71	1.47	
Scavo finale	-8.8	-5.41	1.5	
Scavo finale	-9	-5.12	1.46	
Scavo finale	-9.2	-4.84	1.39	
Scavo finale	-9.4	-4.58	1.3	
Scavo finale	-9.6	-4.34	1.22	
Scavo finale	-9.8	-4.11	1.17	
Scavo finale	-10	-3.87	1.19	
Scavo finale	-10.2	-3.61	1.28	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	71 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo finale	-10.4	-3.32	1.46
Scavo finale	-10.6	-2.97	1.77
Scavo finale	-10.8	-2.53	2.2
Scavo finale	-11	-1.97	2.79
Scavo finale	-11.2	-1.26	3.54
Scavo finale	-11.4	-0.75	2.58
Scavo finale	-11.6	-0.39	1.76
Scavo finale	-11.8	-0.17	1.1
Scavo finale	-12	-0.05	0.59
Scavo finale	-12.2	-0.01	0.24
Scavo finale	-12.4	0	0.03
Scavo finale	-12.5	0	-0.01

4.1.9. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: Carico Ferroviario

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento			Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)	
Carico Ferroviario	0	0.5	
Carico Ferroviario	-0.2	0.68	
Carico Ferroviario	-0.4	0.85	
Carico Ferroviario	-0.6	1.03	
Carico Ferroviario	-0.8	1.21	
Carico Ferroviario	-1	1.4	
Carico Ferroviario	-1.2	1.6	
Carico Ferroviario	-1.4	1.79	
Carico Ferroviario	-1.6	1.99	
Carico Ferroviario	-1.8	2.17	
Carico Ferroviario	-2	2.34	
Carico Ferroviario	-2.2	2.5	
Carico Ferroviario	-2.4	2.63	
Carico Ferroviario	-2.6	2.73	
Carico Ferroviario	-2.8	2.81	
Carico Ferroviario	-3	2.86	
Carico Ferroviario	-3.2	2.89	
Carico Ferroviario	-3.4	2.89	
Carico Ferroviario	-3.6	2.87	
Carico Ferroviario	-3.8	2.83	
Carico Ferroviario	-4	2.77	
Carico Ferroviario	-4.2	2.69	
Carico Ferroviario	-4.4	2.6	
Carico Ferroviario	-4.6	2.5	
Carico Ferroviario	-4.8	2.39	
Carico Ferroviario	-5	2.27	
Carico Ferroviario	-5.2	2.15	
Carico Ferroviario	-5.4	2.03	
Carico Ferroviario	-5.6	1.91	
Carico Ferroviario	-5.8	1.79	
Carico Ferroviario	-6	1.67	
Carico Ferroviario	-6.2	1.56	
Carico Ferroviario	-6.4	1.46	
Carico Ferroviario	-6.6	1.36	
Carico Ferroviario	-6.8	1.26	
Carico Ferroviario	-7	1.18	
Carico Ferroviario	-7.2	1.1	
Carico Ferroviario	-7.4	1.03	
Carico Ferroviario	-7.6	0.96	
Carico Ferroviario	-7.8	0.9	
Carico Ferroviario	-8	0.86	
Carico Ferroviario	-8.2	0.81	
Carico Ferroviario	-8.4	0.78	
Carico Ferroviario	-8.6	0.75	
Carico Ferroviario	-8.8	0.73	
Carico Ferroviario	-9	0.71	
Carico Ferroviario	-9.2	0.7	
Carico Ferroviario	-9.4	0.7	
Carico Ferroviario	-9.6	0.7	
Carico Ferroviario	-9.8	0.7	
Carico Ferroviario	-10	0.71	
Carico Ferroviario	-10.2	0.73	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	73 di 127

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tipo Risultato: Spostamento Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Carico Ferroviario	-10.4	0.74
Carico Ferroviario	-10.6	0.76
Carico Ferroviario	-10.8	0.78
Carico Ferroviario	-11	0.81
Carico Ferroviario	-11.2	0.84
Carico Ferroviario	-11.4	0.86
Carico Ferroviario	-11.6	0.89
Carico Ferroviario	-11.8	0.92
Carico Ferroviario	-12	0.95
Carico Ferroviario	-12.2	0.98
Carico Ferroviario	-12.4	1.01
Carico Ferroviario	-12.5	1.02

4.1.10. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: Carico Ferroviario

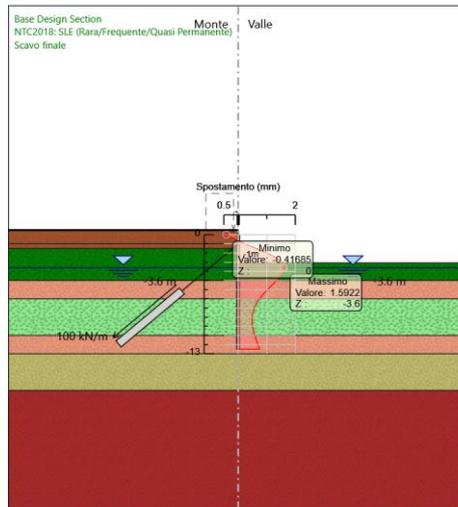
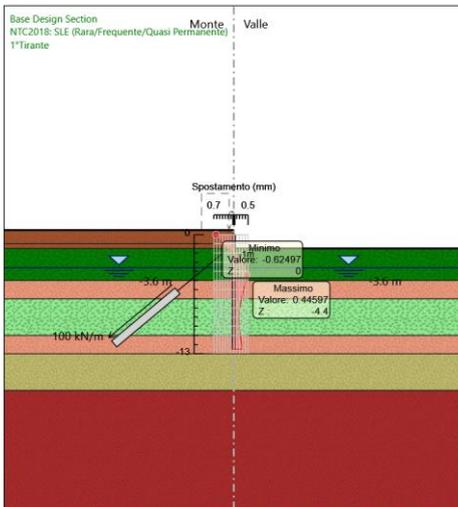
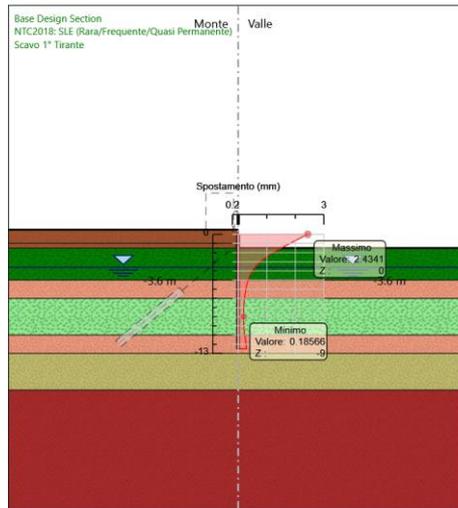
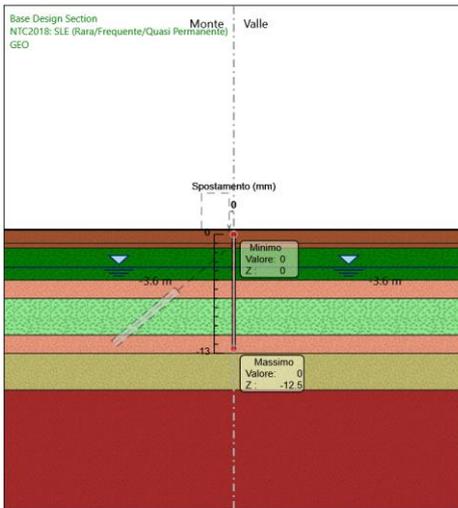
Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Carico Ferroviario	0	0	-2.84
Carico Ferroviario	-0.2	-0.57	-2.84
Carico Ferroviario	-0.4	-2.24	-8.38
Carico Ferroviario	-0.6	-5.03	-13.91
Carico Ferroviario	-0.8	-8.87	-19.24
Carico Ferroviario	-1	-13.74	-24.34
Carico Ferroviario	-1.2	-3.56	50.94
Carico Ferroviario	-1.4	5.75	46.52
Carico Ferroviario	-1.6	14.24	42.47
Carico Ferroviario	-1.8	21.48	36.19
Carico Ferroviario	-2	27.48	30.01
Carico Ferroviario	-2.2	32.26	23.86
Carico Ferroviario	-2.4	35.8	17.74
Carico Ferroviario	-2.6	38.14	11.67
Carico Ferroviario	-2.8	39.2	5.3
Carico Ferroviario	-3	38.92	-1.37
Carico Ferroviario	-3.2	37.26	-8.32
Carico Ferroviario	-3.4	34.44	-14.11
Carico Ferroviario	-3.6	30.96	-17.39
Carico Ferroviario	-3.8	27.33	-18.16
Carico Ferroviario	-4	23.67	-18.27
Carico Ferroviario	-4.2	20.01	-18.32
Carico Ferroviario	-4.4	16.33	-18.39
Carico Ferroviario	-4.6	12.62	-18.55
Carico Ferroviario	-4.8	8.85	-18.85
Carico Ferroviario	-5	4.98	-19.34
Carico Ferroviario	-5.2	1.66	-16.62
Carico Ferroviario	-5.4	-1.14	-13.97
Carico Ferroviario	-5.6	-3.42	-11.43
Carico Ferroviario	-5.8	-5.22	-9
Carico Ferroviario	-6	-6.59	-6.82
Carico Ferroviario	-6.2	-7.62	-5.15
Carico Ferroviario	-6.4	-8.41	-3.98
Carico Ferroviario	-6.6	-9.07	-3.29
Carico Ferroviario	-6.8	-9.68	-3.05
Carico Ferroviario	-7	-10.33	-3.23
Carico Ferroviario	-7.2	-11.09	-3.81
Carico Ferroviario	-7.4	-11.45	-1.8
Carico Ferroviario	-7.6	-11.5	-0.22
Carico Ferroviario	-7.8	-11.3	0.97
Carico Ferroviario	-8	-10.94	1.84
Carico Ferroviario	-8.2	-10.45	2.42
Carico Ferroviario	-8.4	-9.9	2.77
Carico Ferroviario	-8.6	-9.31	2.93
Carico Ferroviario	-8.8	-8.72	2.95
Carico Ferroviario	-9	-8.15	2.86
Carico Ferroviario	-9.2	-7.61	2.72
Carico Ferroviario	-9.4	-7.1	2.55
Carico Ferroviario	-9.6	-6.62	2.38
Carico Ferroviario	-9.8	-6.17	2.26
Carico Ferroviario	-10	-5.72	2.22
Carico Ferroviario	-10.2	-5.27	2.27

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	75 di 127

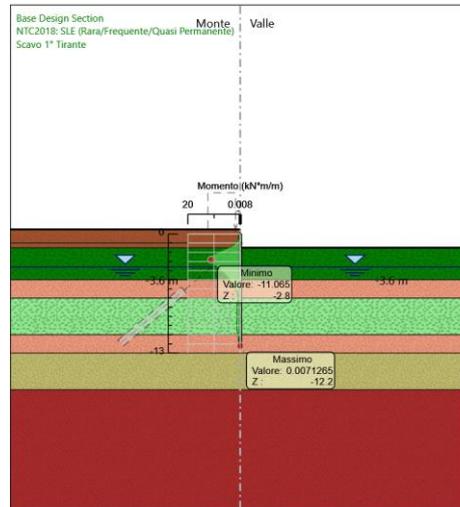
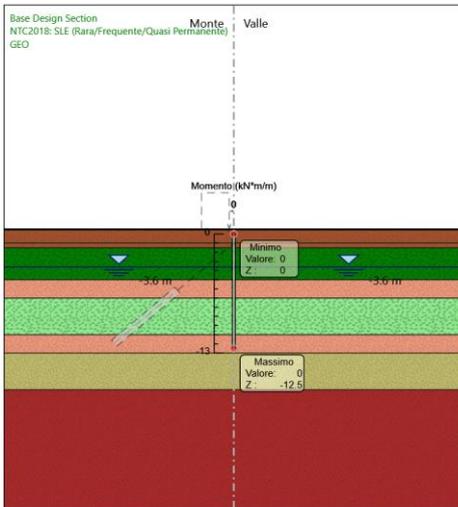
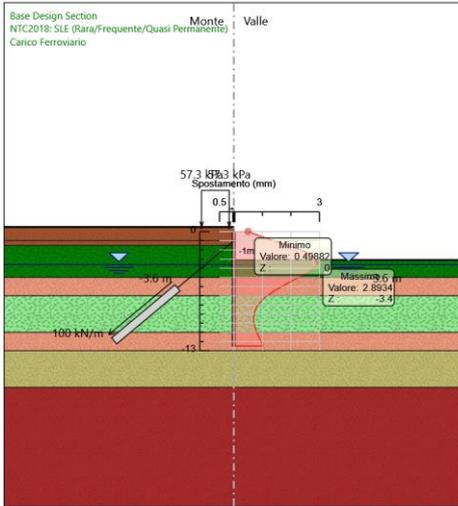
Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Carico Ferroviario	-10.4	-4.78	2.45
Carico Ferroviario	-10.6	-4.22	2.78
Carico Ferroviario	-10.8	-3.57	3.29
Carico Ferroviario	-11	-2.77	3.99
Carico Ferroviario	-11.2	-1.79	4.9
Carico Ferroviario	-11.4	-1.07	3.59
Carico Ferroviario	-11.6	-0.57	2.48
Carico Ferroviario	-11.8	-0.26	1.57
Carico Ferroviario	-12	-0.09	0.87
Carico Ferroviario	-12.2	-0.01	0.37
Carico Ferroviario	-12.4	0	0.07
Carico Ferroviario	-12.5	0	0

4.1.11. Tabella Grafici dei Risultati



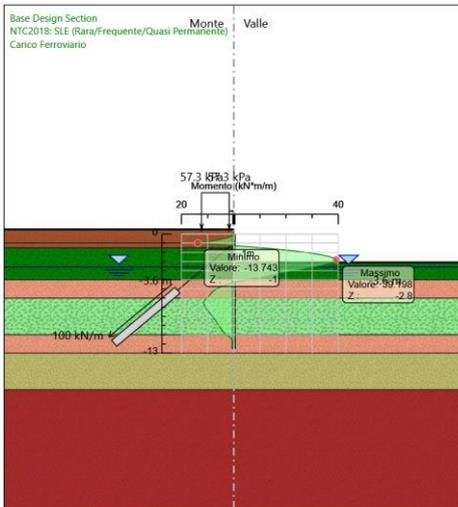
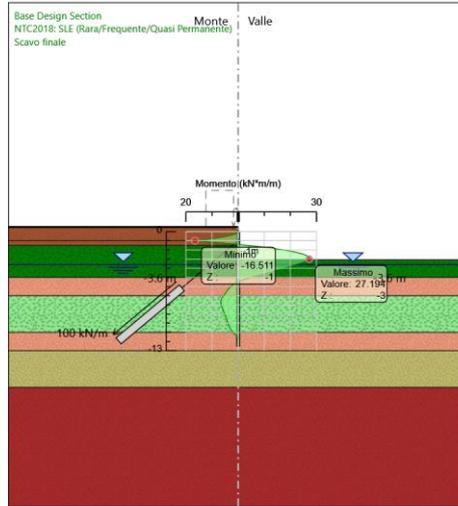
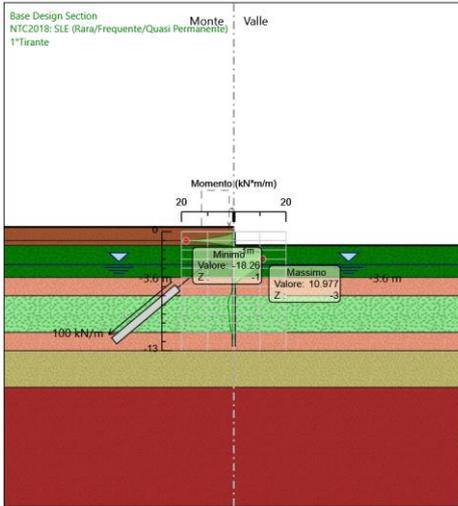
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	77 di 127



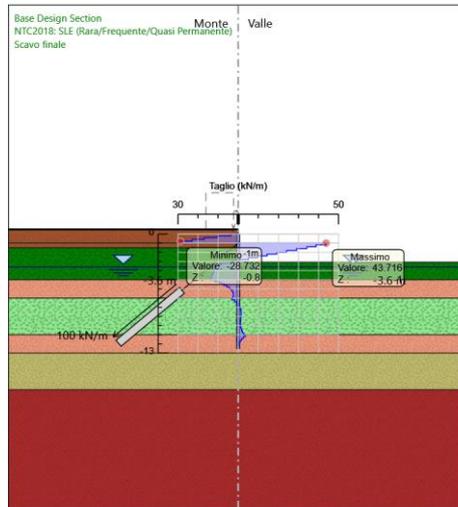
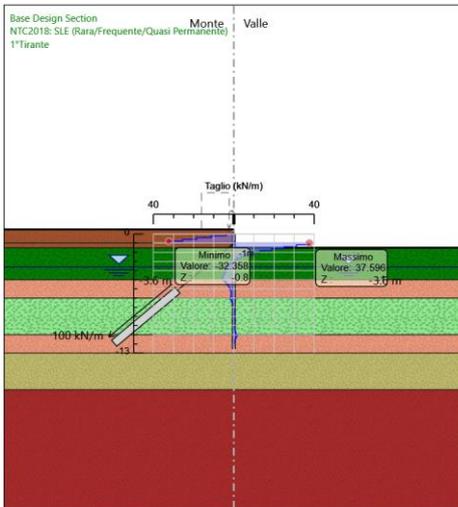
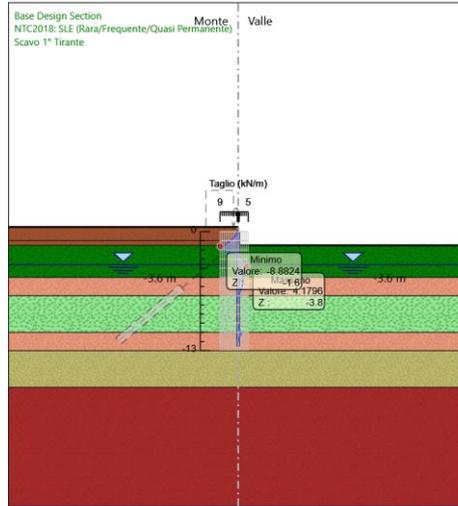
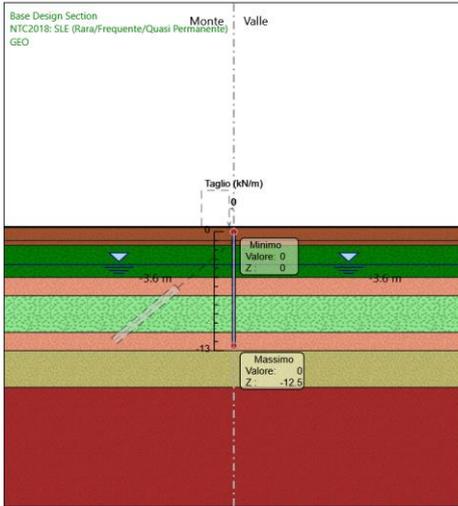
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	78 di 127



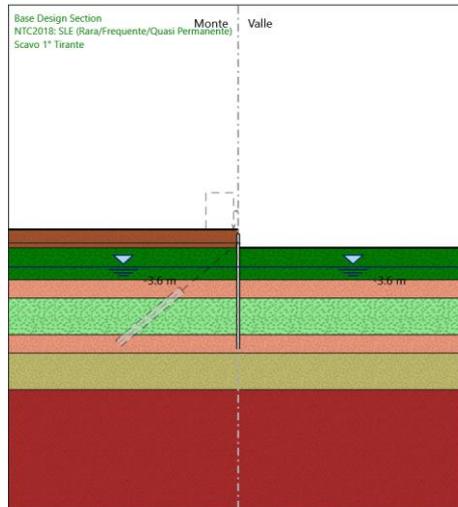
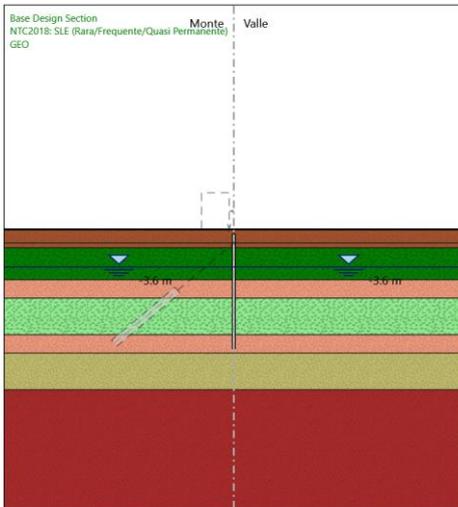
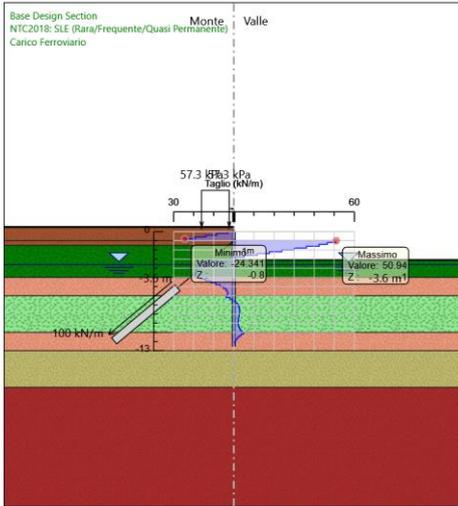
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	79 di 127



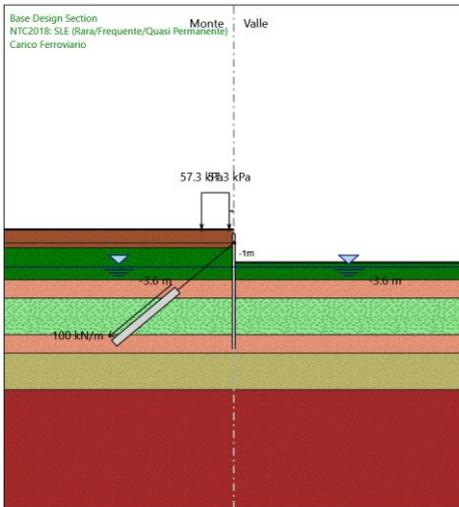
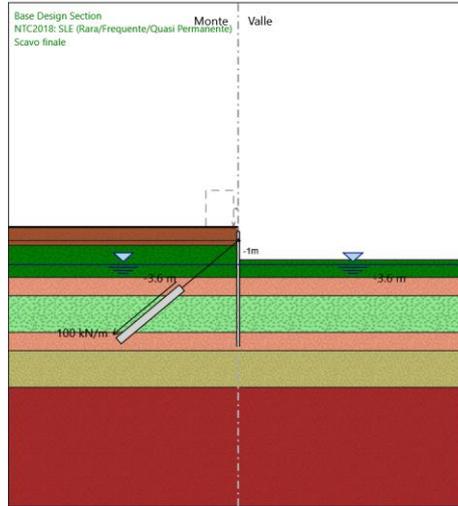
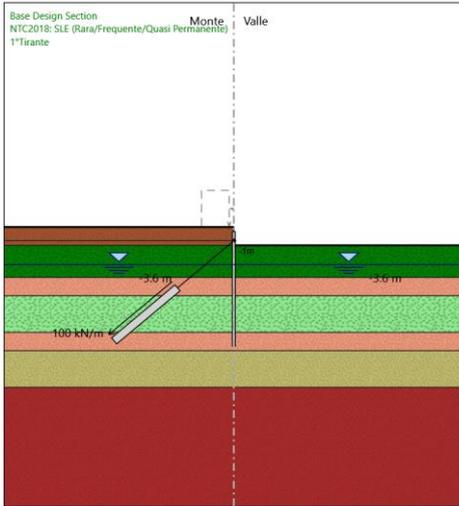
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	80 di 127



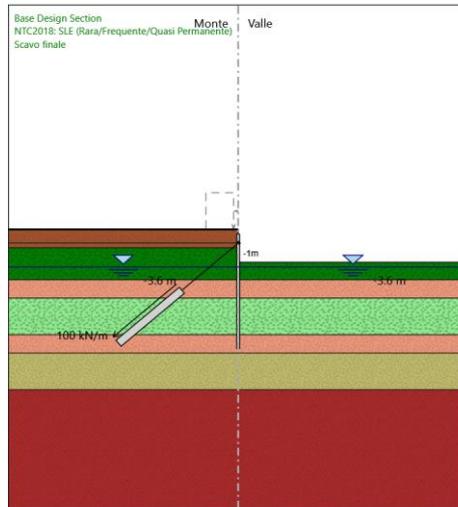
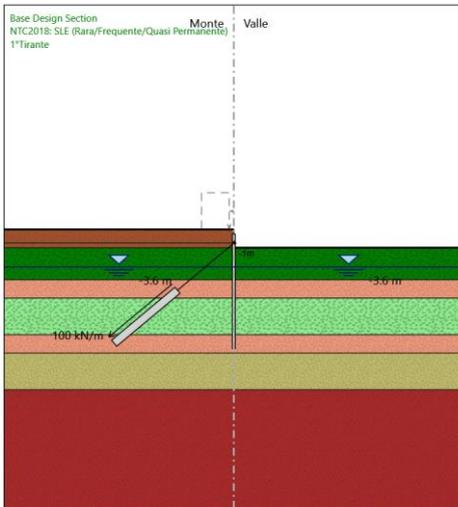
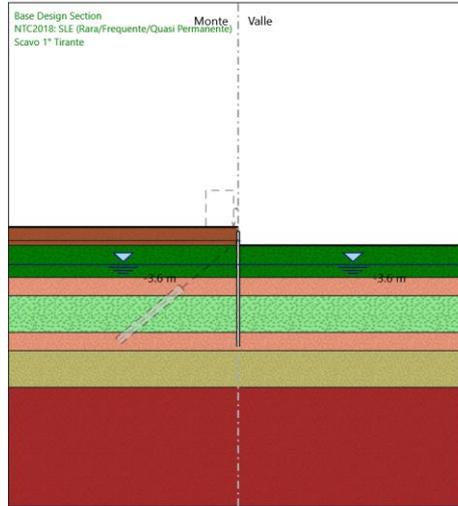
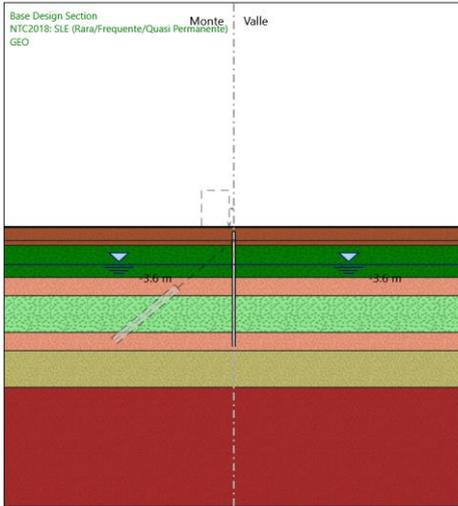
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	81 di 127



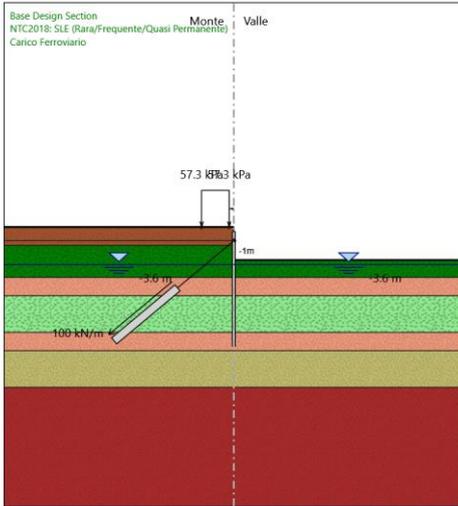
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	82 di 127



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	83 di 127



4.1.12. Risultati Elementi strutturali - NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione I TIRANTE

Stage	Forza (kN/m)
1° Tirante	100
Scavo finale	101.5913
Carico Ferroviario	104.548

4.2. Risultati NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

4.2.1. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: GEO

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
GEO	0	0	0
GEO	-0.2	0	0
GEO	-0.4	0	0
GEO	-0.6	0	0
GEO	-0.8	0	0
GEO	-1	0	0
GEO	-1.2	0	0
GEO	-1.4	0	0
GEO	-1.6	0	0
GEO	-1.8	0	0
GEO	-2	0	0
GEO	-2.2	0	0
GEO	-2.4	0	0
GEO	-2.6	0	0
GEO	-2.8	0	0
GEO	-3	0	0
GEO	-3.2	0	0
GEO	-3.4	0	0
GEO	-3.6	0	0
GEO	-3.8	0	0
GEO	-4	0	0
GEO	-4.2	0	0
GEO	-4.4	0	0
GEO	-4.6	0	0
GEO	-4.8	0	0
GEO	-5	0	0
GEO	-5.2	0	0
GEO	-5.4	0	0
GEO	-5.6	0	0
GEO	-5.8	0	0
GEO	-6	0	0
GEO	-6.2	0	0
GEO	-6.4	0	0
GEO	-6.6	0	0
GEO	-6.8	0	0
GEO	-7	0	0
GEO	-7.2	0	0
GEO	-7.4	0	0
GEO	-7.6	0	0
GEO	-7.8	0	0
GEO	-8	0	0
GEO	-8.2	0	0
GEO	-8.4	0	0
GEO	-8.6	0	0
GEO	-8.8	0	0
GEO	-9	0	0
GEO	-9.2	0	0
GEO	-9.4	0	0
GEO	-9.6	0	0
GEO	-9.8	0	0

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	85 di 127

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
GEO	-10	0	0
GEO	-10.2	0	0
GEO	-10.4	0	0
GEO	-10.6	0	0
GEO	-10.8	0	0
GEO	-11	0	0
GEO	-11.2	0	0
GEO	-11.4	0	0
GEO	-11.6	0	0
GEO	-11.8	0	0
GEO	-12	0	0
GEO	-12.2	0	0
GEO	-12.4	0	0
GEO	-12.5	0	0

4.2.2. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Scavo 1° Tirante

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo 1° Tirante	0	0	-0.26
Scavo 1° Tirante	-0.2	-0.05	-0.26
Scavo 1° Tirante	-0.4	-0.25	-1.01
Scavo 1° Tirante	-0.6	-0.65	-1.96
Scavo 1° Tirante	-0.8	-1.27	-3.12
Scavo 1° Tirante	-1	-2.17	-4.5
Scavo 1° Tirante	-1.2	-3.39	-6.09
Scavo 1° Tirante	-1.4	-4.96	-7.89
Scavo 1° Tirante	-1.6	-6.94	-9.9
Scavo 1° Tirante	-1.8	-9.34	-11.99
Scavo 1° Tirante	-2	-11.5	-10.8
Scavo 1° Tirante	-2.2	-13.15	-8.25
Scavo 1° Tirante	-2.4	-14.28	-5.61
Scavo 1° Tirante	-2.6	-14.86	-2.91
Scavo 1° Tirante	-2.8	-14.94	-0.39
Scavo 1° Tirante	-3	-14.61	1.63
Scavo 1° Tirante	-3.2	-13.97	3.19
Scavo 1° Tirante	-3.4	-13.11	4.34
Scavo 1° Tirante	-3.6	-12.09	5.1
Scavo 1° Tirante	-3.8	-10.98	5.53
Scavo 1° Tirante	-4	-9.85	5.64
Scavo 1° Tirante	-4.2	-8.76	5.47
Scavo 1° Tirante	-4.4	-7.75	5.05
Scavo 1° Tirante	-4.6	-6.86	4.42
Scavo 1° Tirante	-4.8	-6.15	3.59
Scavo 1° Tirante	-5	-5.63	2.59
Scavo 1° Tirante	-5.2	-5.02	3.05
Scavo 1° Tirante	-5.4	-4.36	3.29
Scavo 1° Tirante	-5.6	-3.69	3.34
Scavo 1° Tirante	-5.8	-3.05	3.22
Scavo 1° Tirante	-6	-2.46	2.95
Scavo 1° Tirante	-6.2	-1.95	2.55
Scavo 1° Tirante	-6.4	-1.54	2.03
Scavo 1° Tirante	-6.6	-1.26	1.41
Scavo 1° Tirante	-6.8	-1.12	0.7
Scavo 1° Tirante	-7	-1.14	-0.11
Scavo 1° Tirante	-7.2	-1.34	-1
Scavo 1° Tirante	-7.4	-1.47	-0.64
Scavo 1° Tirante	-7.6	-1.54	-0.38
Scavo 1° Tirante	-7.8	-1.58	-0.19
Scavo 1° Tirante	-8	-1.6	-0.07
Scavo 1° Tirante	-8.2	-1.6	0
Scavo 1° Tirante	-8.4	-1.59	0.02
Scavo 1° Tirante	-8.6	-1.59	0.01
Scavo 1° Tirante	-8.8	-1.6	-0.03
Scavo 1° Tirante	-9	-1.61	-0.07
Scavo 1° Tirante	-9.2	-1.63	-0.12
Scavo 1° Tirante	-9.4	-1.66	-0.15
Scavo 1° Tirante	-9.6	-1.69	-0.16
Scavo 1° Tirante	-9.8	-1.72	-0.13
Scavo 1° Tirante	-10	-1.73	-0.05
Scavo 1° Tirante	-10.2	-1.71	0.08
Scavo 1° Tirante	-10.4	-1.66	0.29

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	87 di 127

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo 1° Tirante	-10.6	-1.54	0.58
Scavo 1° Tirante	-10.8	-1.34	0.97
Scavo 1° Tirante	-11	-1.05	1.47
Scavo 1° Tirante	-11.2	-0.63	2.08
Scavo 1° Tirante	-11.4	-0.34	1.46
Scavo 1° Tirante	-11.6	-0.15	0.94
Scavo 1° Tirante	-11.8	-0.05	0.54
Scavo 1° Tirante	-12	0	0.24
Scavo 1° Tirante	-12.2	0.01	0.05
Scavo 1° Tirante	-12.4	0	-0.04
Scavo 1° Tirante	-12.5	0	-0.02

4.2.3. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: 1°Tirante

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
1°Tirante	0	0	-5.12
1°Tirante	-0.2	-1.02	-5.12
1°Tirante	-0.4	-4.05	-15.13
1°Tirante	-0.6	-9.03	-24.9
1°Tirante	-0.8	-15.91	-34.42
1°Tirante	-1	-24.65	-43.68
1°Tirante	-1.2	-14.5	50.75
1°Tirante	-1.4	-6.08	42.09
1°Tirante	-1.6	0.67	33.75
1°Tirante	-1.8	5.71	25.22
1°Tirante	-2	9.24	17.65
1°Tirante	-2.2	11.72	12.38
1°Tirante	-2.4	13.34	8.09
1°Tirante	-2.6	14.29	4.77
1°Tirante	-2.8	14.76	2.32
1°Tirante	-3	14.82	0.31
1°Tirante	-3.2	14.56	-1.31
1°Tirante	-3.4	14.03	-2.61
1°Tirante	-3.6	13.31	-3.64
1°Tirante	-3.8	12.41	-4.47
1°Tirante	-4	11.38	-5.15
1°Tirante	-4.2	10.24	-5.73
1°Tirante	-4.4	8.98	-6.26
1°Tirante	-4.6	7.63	-6.77
1°Tirante	-4.8	6.17	-7.29
1°Tirante	-5	4.6	-7.85
1°Tirante	-5.2	3.29	-6.52
1°Tirante	-5.4	2.23	-5.33
1°Tirante	-5.6	1.37	-4.29
1°Tirante	-5.8	0.69	-3.42
1°Tirante	-6	0.14	-2.74
1°Tirante	-6.2	-0.31	-2.24
1°Tirante	-6.4	-0.69	-1.92
1°Tirante	-6.6	-1.05	-1.79
1°Tirante	-6.8	-1.42	-1.84
1°Tirante	-7	-1.83	-2.06
1°Tirante	-7.2	-2.32	-2.45
1°Tirante	-7.4	-2.64	-1.59
1°Tirante	-7.6	-2.82	-0.9
1°Tirante	-7.8	-2.89	-0.38
1°Tirante	-8	-2.89	0.01
1°Tirante	-8.2	-2.84	0.27
1°Tirante	-8.4	-2.75	0.43
1°Tirante	-8.6	-2.65	0.51
1°Tirante	-8.8	-2.54	0.53
1°Tirante	-9	-2.44	0.51
1°Tirante	-9.2	-2.35	0.46
1°Tirante	-9.4	-2.27	0.4
1°Tirante	-9.6	-2.2	0.36
1°Tirante	-9.8	-2.13	0.34
1°Tirante	-10	-2.06	0.37
1°Tirante	-10.2	-1.97	0.45
1°Tirante	-10.4	-1.85	0.6

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	89 di 127

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
1°Tirante	-10.6	-1.68	0.84
1°Tirante	-10.8	-1.44	1.18
1°Tirante	-11	-1.12	1.63
1°Tirante	-11.2	-0.68	2.2
1°Tirante	-11.4	-0.37	1.55
1°Tirante	-11.6	-0.17	1
1°Tirante	-11.8	-0.05	0.58
1°Tirante	-12	0	0.26
1°Tirante	-12.2	0.01	0.06
1°Tirante	-12.4	0	-0.04
1°Tirante	-12.5	0	-0.02

4.2.4. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Scavo finale

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT		
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
Scavo finale	0	0	-4.83	
Scavo finale	-0.2	-0.97	-4.83	
Scavo finale	-0.4	-3.77	-14.04	
Scavo finale	-0.6	-8.33	-22.77	
Scavo finale	-0.8	-14.53	-31.02	
Scavo finale	-1	-22.29	-38.79	
Scavo finale	-1.2	-10.49	59.02	
Scavo finale	-1.4	-0.03	52.3	
Scavo finale	-1.6	9.2	46.13	
Scavo finale	-1.8	17.05	39.24	
Scavo finale	-2	23.55	32.52	
Scavo finale	-2.2	28.74	25.95	
Scavo finale	-2.4	32.64	19.48	
Scavo finale	-2.6	35.27	13.16	
Scavo finale	-2.8	36.65	6.9	
Scavo finale	-3	36.71	0.32	
Scavo finale	-3.2	35.39	-6.63	
Scavo finale	-3.4	32.95	-12.19	
Scavo finale	-3.6	30.03	-14.59	
Scavo finale	-3.8	26.96	-15.37	
Scavo finale	-4	23.77	-15.95	
Scavo finale	-4.2	20.48	-16.42	
Scavo finale	-4.4	17.11	-16.86	
Scavo finale	-4.6	13.64	-17.33	
Scavo finale	-4.8	10.06	-17.91	
Scavo finale	-5	6.34	-18.62	
Scavo finale	-5.2	3.26	-15.39	
Scavo finale	-5.4	0.79	-12.37	
Scavo finale	-5.6	-1.17	-9.76	
Scavo finale	-5.8	-2.68	-7.6	
Scavo finale	-6	-3.86	-5.86	
Scavo finale	-6.2	-4.77	-4.57	
Scavo finale	-6.4	-5.51	-3.7	
Scavo finale	-6.6	-6.16	-3.24	
Scavo finale	-6.8	-6.8	-3.18	
Scavo finale	-7	-7.5	-3.5	
Scavo finale	-7.2	-8.33	-4.17	
Scavo finale	-7.4	-8.8	-2.36	
Scavo finale	-7.6	-8.99	-0.94	
Scavo finale	-7.8	-8.96	0.15	
Scavo finale	-8	-8.77	0.95	
Scavo finale	-8.2	-8.47	1.49	
Scavo finale	-8.4	-8.11	1.82	
Scavo finale	-8.6	-7.71	1.99	
Scavo finale	-8.8	-7.31	2.02	
Scavo finale	-9	-6.91	1.97	
Scavo finale	-9.2	-6.54	1.87	
Scavo finale	-9.4	-6.19	1.75	
Scavo finale	-9.6	-5.86	1.64	
Scavo finale	-9.8	-5.54	1.58	
Scavo finale	-10	-5.22	1.6	
Scavo finale	-10.2	-4.88	1.72	
Scavo finale	-10.4	-4.48	1.98	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	91 di 127

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo finale	-10.6	-4	2.39
Scavo finale	-10.8	-3.41	2.98
Scavo finale	-11	-2.66	3.77
Scavo finale	-11.2	-1.7	4.77
Scavo finale	-11.4	-1.01	3.48
Scavo finale	-11.6	-0.53	2.38
Scavo finale	-11.8	-0.23	1.49
Scavo finale	-12	-0.07	0.8
Scavo finale	-12.2	-0.01	0.32
Scavo finale	-12.4	0	0.04
Scavo finale	-12.5	0	-0.01

4.2.5. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Carico Ferroviario

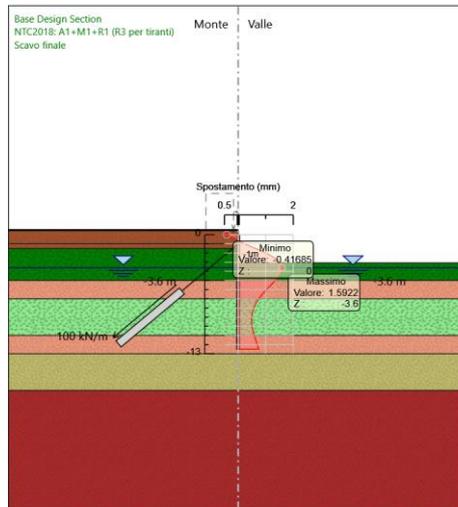
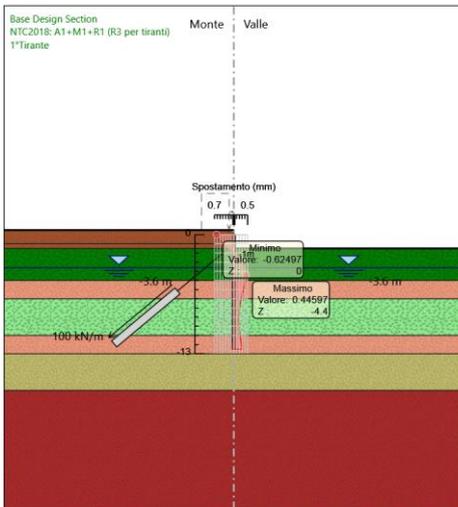
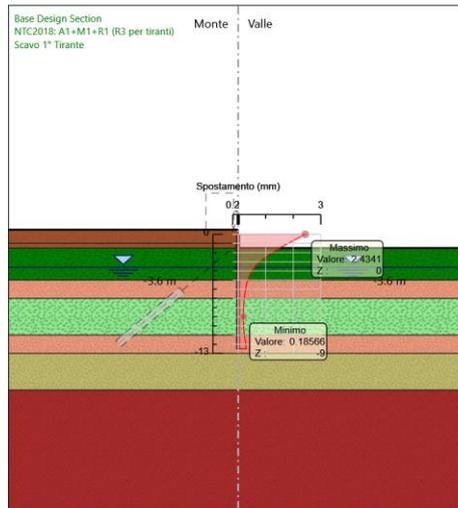
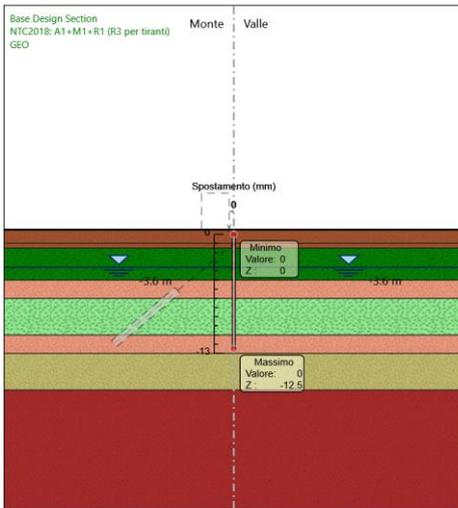
Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Carico Ferroviario	0	0	-3.76
Carico Ferroviario	-0.2	-0.75	-3.76
Carico Ferroviario	-0.4	-2.97	-11.1
Carico Ferroviario	-0.6	-6.67	-18.47
Carico Ferroviario	-0.8	-11.78	-25.57
Carico Ferroviario	-1	-18.25	-32.38
Carico Ferroviario	-1.2	-4.34	69.57
Carico Ferroviario	-1.4	8.4	63.68
Carico Ferroviario	-1.6	20.05	58.29
Carico Ferroviario	-1.8	30	49.71
Carico Ferroviario	-2	38.25	41.26
Carico Ferroviario	-2.2	44.82	32.86
Carico Ferroviario	-2.4	49.72	24.48
Carico Ferroviario	-2.6	52.93	16.08
Carico Ferroviario	-2.8	54.39	7.27
Carico Ferroviario	-3	54	-1.96
Carico Ferroviario	-3.2	51.68	-11.56
Carico Ferroviario	-3.4	47.76	-19.59
Carico Ferroviario	-3.6	42.92	-24.22
Carico Ferroviario	-3.8	37.83	-25.47
Carico Ferroviario	-4	32.72	-25.54
Carico Ferroviario	-4.2	27.61	-25.53
Carico Ferroviario	-4.4	22.5	-25.56
Carico Ferroviario	-4.6	17.36	-25.72
Carico Ferroviario	-4.8	12.14	-26.07
Carico Ferroviario	-5	6.8	-26.7
Carico Ferroviario	-5.2	2.19	-23.05
Carico Ferroviario	-5.4	-1.69	-19.42
Carico Ferroviario	-5.6	-4.88	-15.95
Carico Ferroviario	-5.8	-7.41	-12.64
Carico Ferroviario	-6	-9.33	-9.58
Carico Ferroviario	-6.2	-10.77	-7.23
Carico Ferroviario	-6.4	-11.88	-5.57
Carico Ferroviario	-6.6	-12.8	-4.57
Carico Ferroviario	-6.8	-13.64	-4.21
Carico Ferroviario	-7	-14.53	-4.44
Carico Ferroviario	-7.2	-15.57	-5.21
Carico Ferroviario	-7.4	-16.05	-2.42
Carico Ferroviario	-7.6	-16.1	-0.23
Carico Ferroviario	-7.8	-15.81	1.43
Carico Ferroviario	-8	-15.29	2.63
Carico Ferroviario	-8.2	-14.6	3.44
Carico Ferroviario	-8.4	-13.82	3.92
Carico Ferroviario	-8.6	-12.99	4.14
Carico Ferroviario	-8.8	-12.16	4.16
Carico Ferroviario	-9	-11.35	4.04
Carico Ferroviario	-9.2	-10.58	3.83
Carico Ferroviario	-9.4	-9.86	3.59
Carico Ferroviario	-9.6	-9.19	3.36
Carico Ferroviario	-9.8	-8.55	3.19
Carico Ferroviario	-10	-7.93	3.12
Carico Ferroviario	-10.2	-7.29	3.18

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	93 di 127

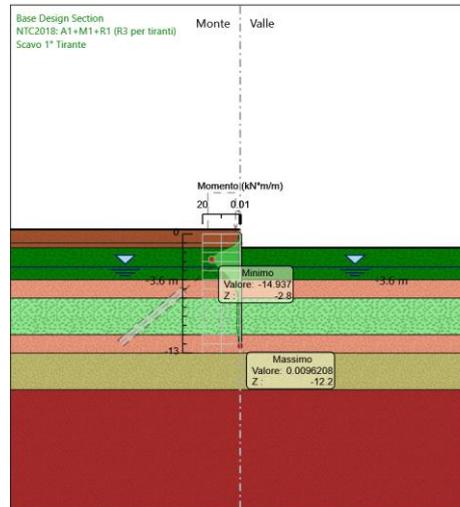
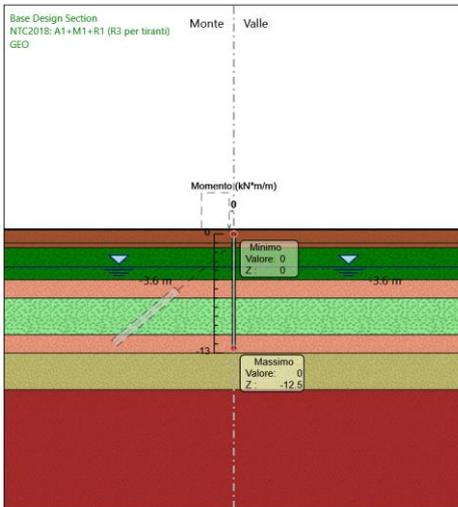
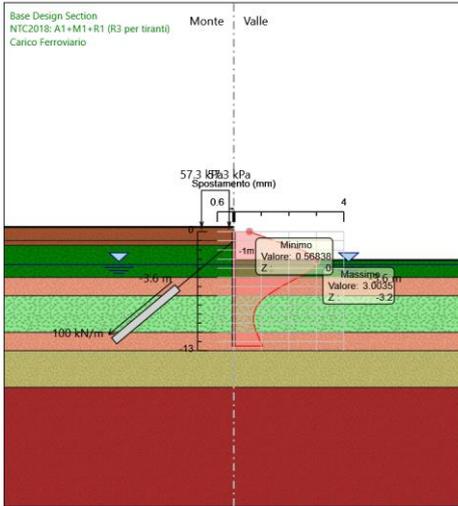
Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Carico Ferroviario	-10.4	-6.61	3.42
Carico Ferroviario	-10.6	-5.84	3.87
Carico Ferroviario	-10.8	-4.92	4.56
Carico Ferroviario	-11	-3.82	5.51
Carico Ferroviario	-11.2	-2.47	6.76
Carico Ferroviario	-11.4	-1.48	4.95
Carico Ferroviario	-11.6	-0.79	3.42
Carico Ferroviario	-11.8	-0.36	2.17
Carico Ferroviario	-12	-0.12	1.2
Carico Ferroviario	-12.2	-0.02	0.51
Carico Ferroviario	-12.4	0	0.1
Carico Ferroviario	-12.5	0	0

4.2.6. Tabella Grafici dei Risultati



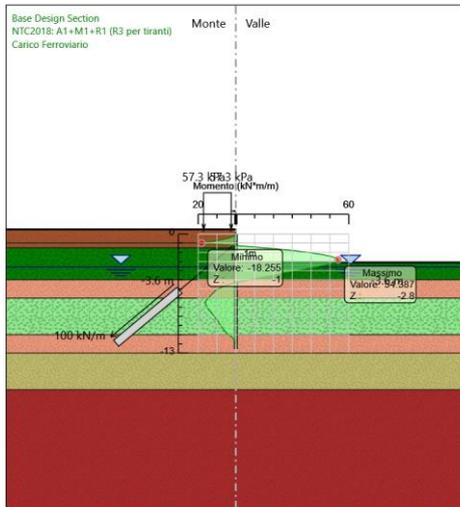
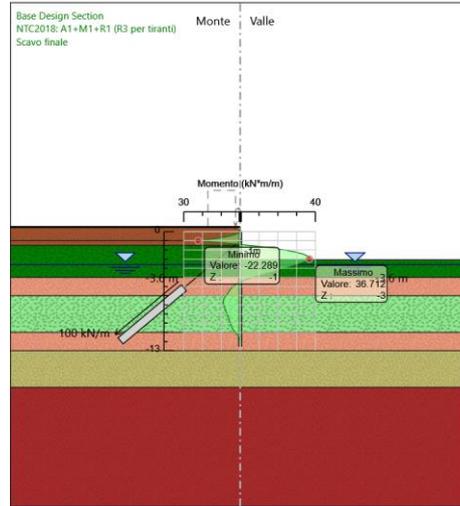
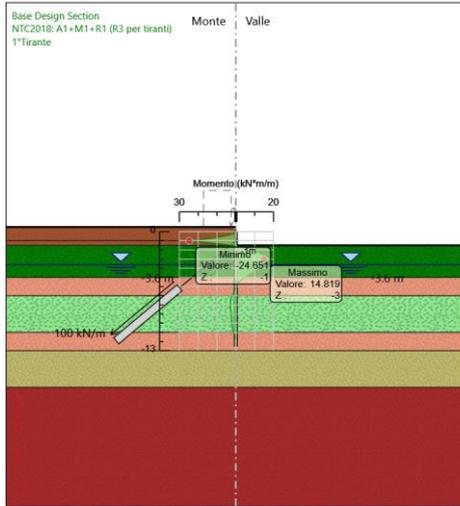
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	95 di 127



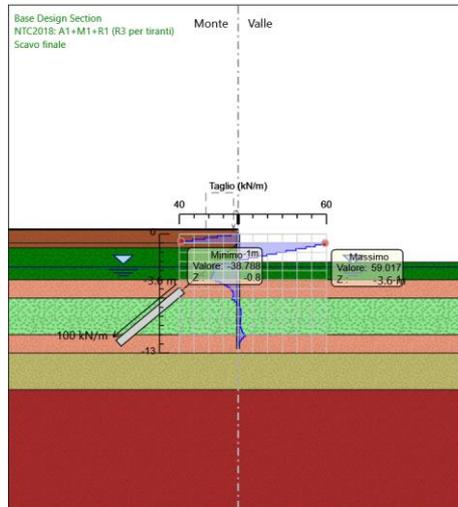
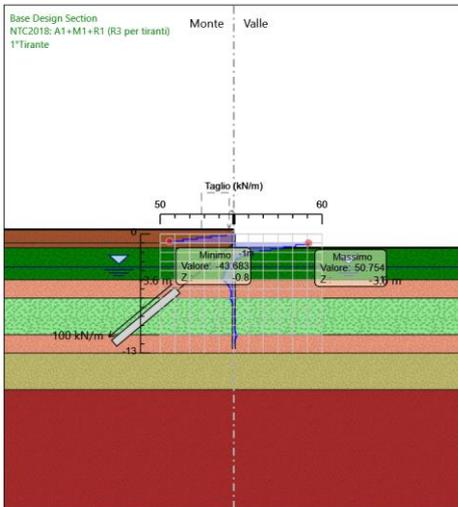
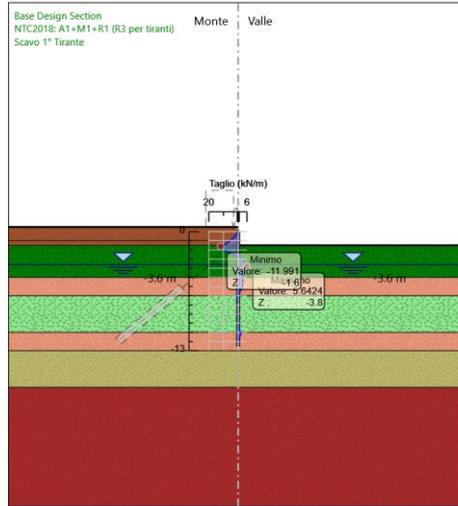
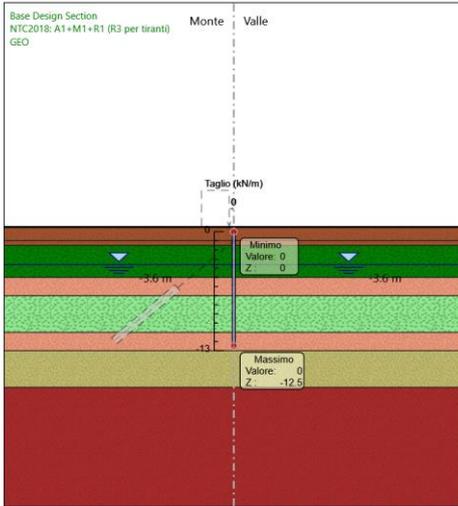
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	96 di 127



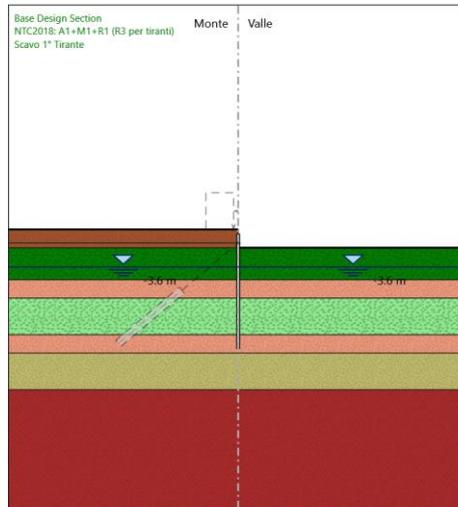
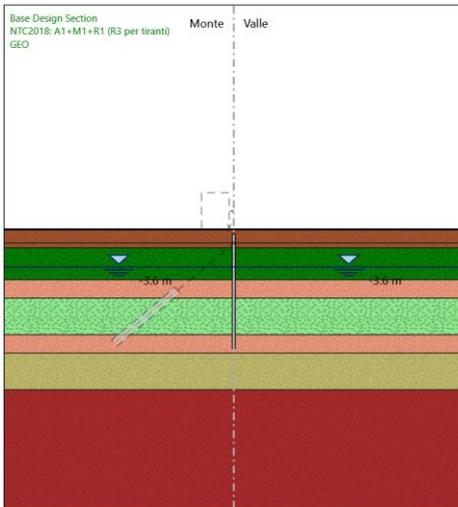
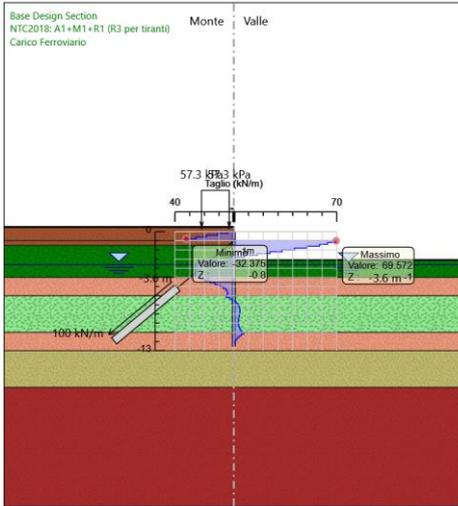
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	97 di 127



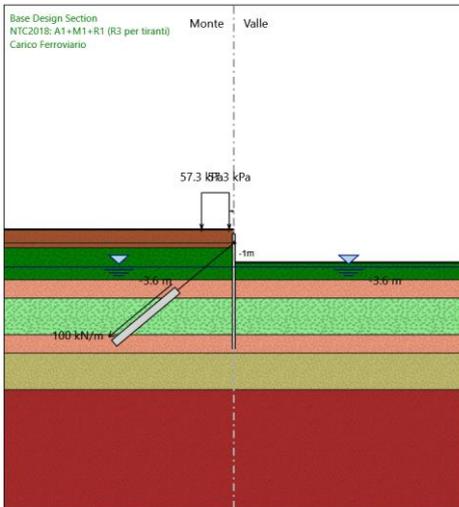
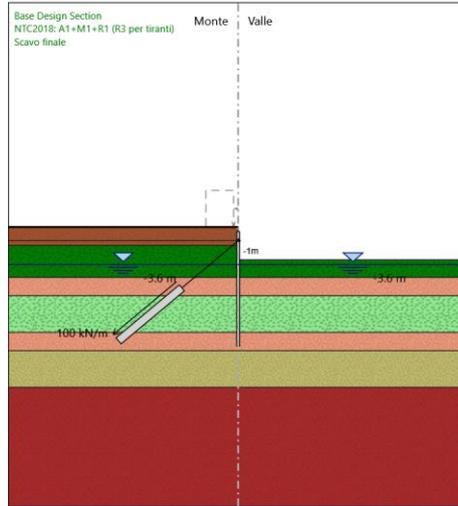
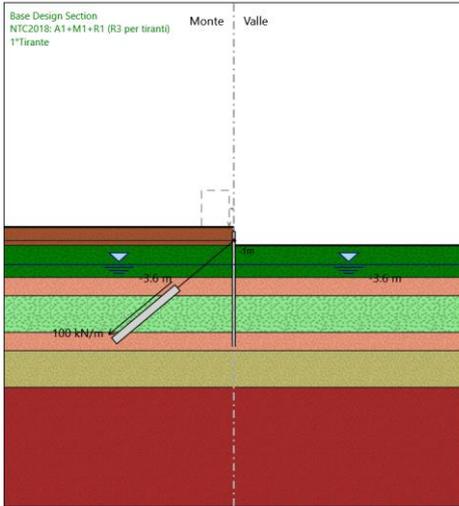
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	98 di 127



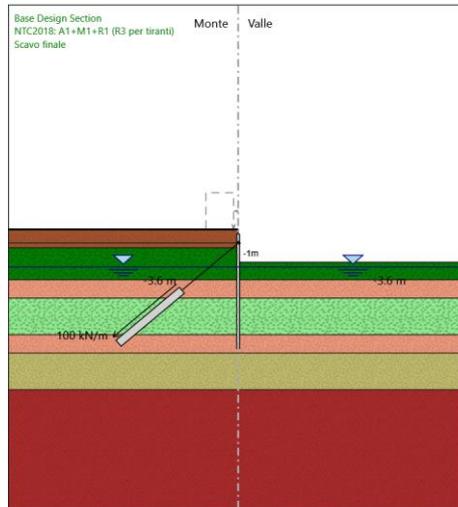
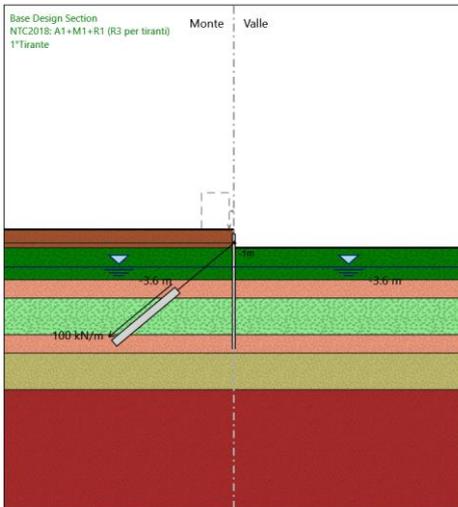
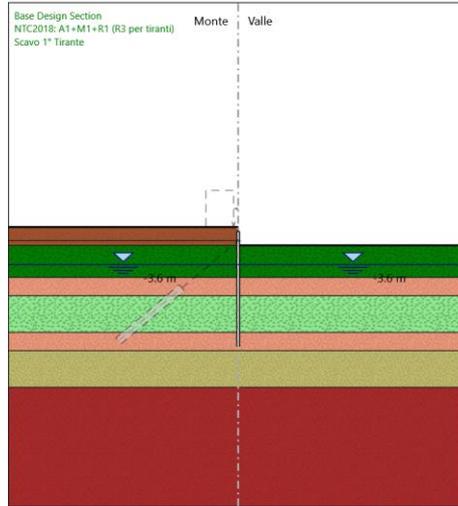
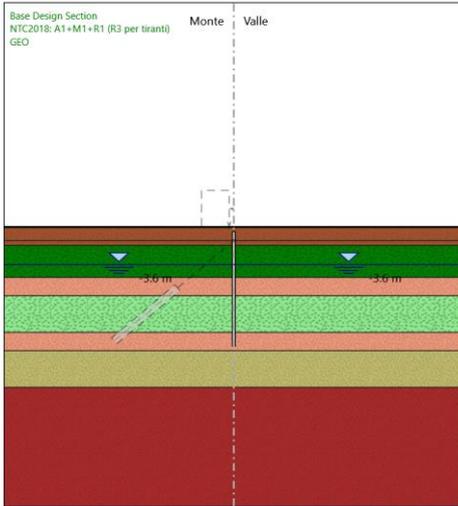
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	99 di 127



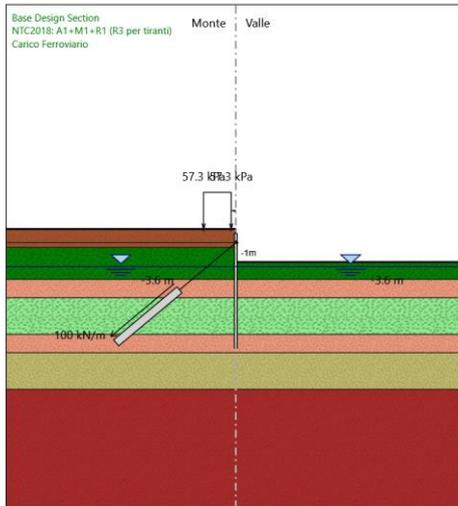
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	100 di 127



Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	101 di 127



4.2.7. Risultati Elementi strutturali - NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

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

Stage	Forza (kN/m)
1° Tirante	135
Scavo finale	137.148255
Carico Ferroviario	141.456915

5. Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

5.1. Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

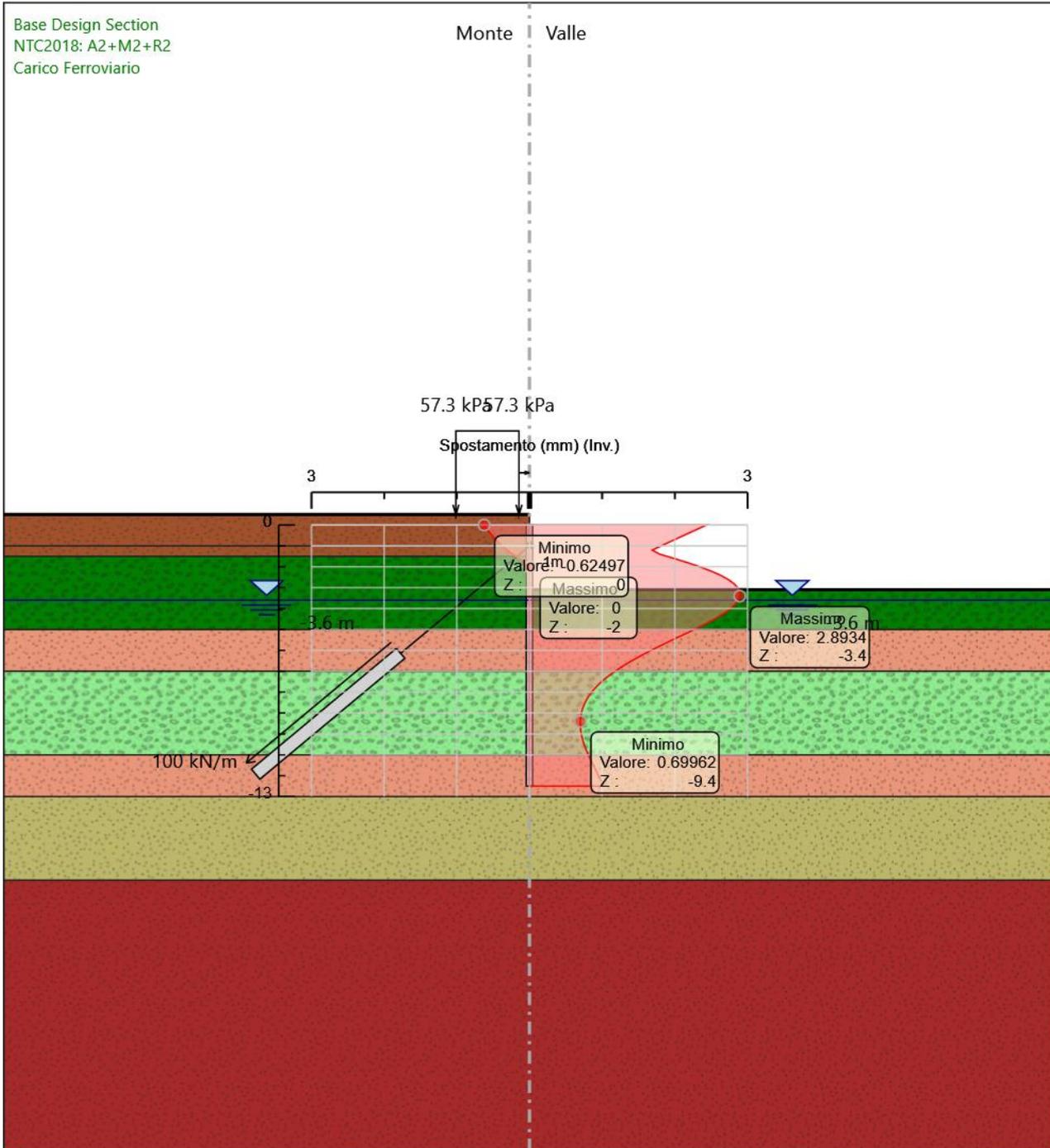
Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
0	-0.625	2.434	
-0.2	-0.581	2.309	
-0.4	-0.537	2.184	
-0.6	-0.49	2.06	
-0.8	-0.438	1.935	
-1	-0.379	1.812	
-1.2	-0.308	1.689	
-1.4	-0.23	1.794	
-1.6	-0.149	1.989	
-1.8	-0.068	2.174	
-2	0	2.344	
-2.2	0	2.496	
-2.4	0	2.626	
-2.6	0	2.731	
-2.8	0	2.811	
-3	0	2.865	
-3.2	0	2.892	
-3.4	0	2.893	
-3.6	0	2.872	
-3.8	0	2.829	
-4	0	2.768	
-4.2	0	2.69	
-4.4	0	2.599	
-4.6	0	2.497	
-4.8	0	2.386	
-5	0	2.269	
-5.2	0	2.149	
-5.4	0	2.028	
-5.6	0	1.907	
-5.8	0	1.788	
-6	0	1.673	
-6.2	0	1.563	
-6.4	0	1.458	
-6.6	0	1.358	
-6.8	0	1.264	
-7	0	1.178	
-7.2	0	1.098	
-7.4	0	1.025	
-7.6	0	0.961	
-7.8	0	0.904	
-8	0	0.855	
-8.2	0	0.813	
-8.4	0	0.779	
-8.6	0	0.751	
-8.8	0	0.73	
-9	0	0.714	
-9.2	0	0.704	
-9.4	0	0.7	
-9.6	0	0.7	
-9.8	0	0.704	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	103 di 127

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-10	0	0.713
-10.2	0	0.726
-10.4	0	0.742
-10.6	0	0.762
-10.8	0	0.784
-11	0	0.809
-11.2	0	0.836
-11.4	0	0.864
-11.6	0	0.892
-11.8	0	0.921
-12	0	0.951
-12.2	0	0.98
-12.4	0	1.009
-12.5	0	1.024

5.2. Grafico Involuppi Spostamento



Spostamento

5.3. Tabella Inviluppi Momento Micropalo sx

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Micropalo sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	1.025	0
-0.4	4.051	0
-0.6	9.03	0
-0.8	15.914	0
-1	24.651	0
-1.2	14.5	0
-1.4	6.082	8.396
-1.6	6.943	20.054
-1.8	9.341	29.996
-2	11.502	38.248
-2.2	13.153	44.821
-2.4	14.276	49.716
-2.6	14.858	52.933
-2.8	14.937	54.387
-3	14.612	53.995
-3.2	13.973	51.682
-3.4	13.106	47.764
-3.6	12.086	42.92
-3.8	10.979	37.826
-4	9.851	32.718
-4.2	8.756	27.612
-4.4	7.746	22.5
-4.6	6.863	17.356
-4.8	6.145	12.142
-5	5.627	6.802
-5.2	5.017	3.294
-5.4	4.359	2.229
-5.6	4.882	1.371
-5.8	7.41	0.686
-6	9.325	0.139
-6.2	10.771	0
-6.4	11.884	0
-6.6	12.798	0
-6.8	13.64	0
-7	14.527	0
-7.2	15.57	0
-7.4	16.055	0
-7.6	16.101	0
-7.8	15.814	0
-8	15.288	0
-8.2	14.6	0
-8.4	13.816	0
-8.6	12.988	0
-8.8	12.156	0
-9	11.348	0
-9.2	10.581	0
-9.4	9.863	0
-9.6	9.19	0
-9.8	8.552	0
-10	7.929	0
-10.2	7.293	0
-10.4	6.609	0

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

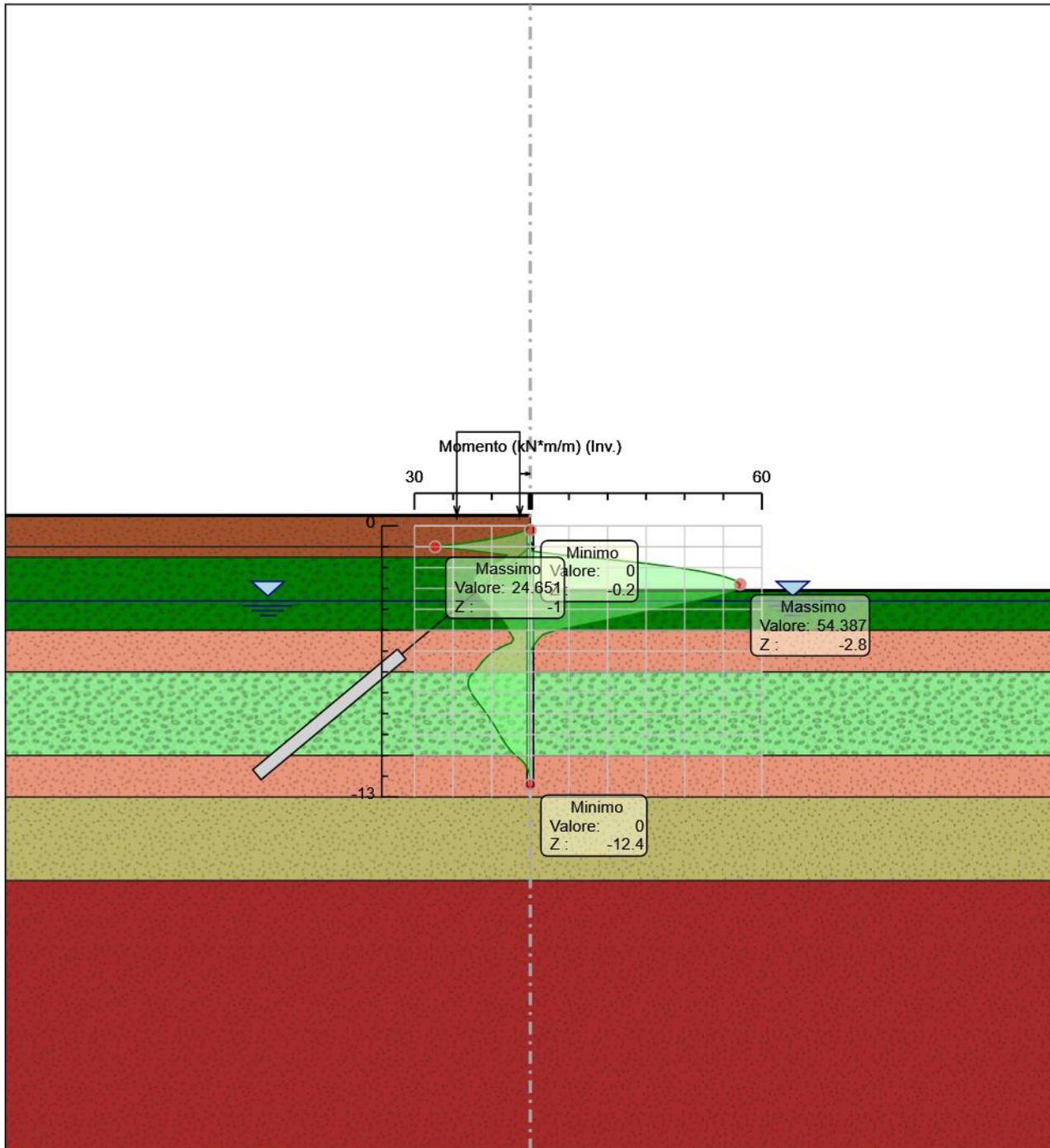
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	107 di 127

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Micropalo sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-10.6	5.836	0
-10.8	4.924	0
-11	3.822	0
-11.2	2.47	0
-11.4	1.479	0
-11.6	0.795	0
-11.8	0.361	0
-12	0.121	0.001
-12.2	0.019	0.01
-12.4	0	0.002
-12.5	0	0

5.4. Grafico Involuppi Momento

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	109 di 127



Momento

5.5. Tabella Inviluppi Taglio Micropalo sx

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Micropalo sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	5.123	0
-0.2	15.13	0
-0.4	24.898	0
-0.6	34.42	0
-0.8	43.683	0
-1	43.683	69.572
-1.2	7.885	69.572
-1.4	9.896	63.679
-1.6	11.991	58.29
-1.8	11.991	49.71
-2	10.803	41.263
-2.2	8.255	32.863
-2.4	5.615	24.478
-2.6	2.912	16.083
-2.8	1.957	7.269
-3	11.564	3.191
-3.2	19.59	4.336
-3.4	24.223	5.103
-3.6	25.471	5.532
-3.8	25.538	5.642
-4	25.538	5.642
-4.2	25.56	5.471
-4.4	25.716	5.053
-4.6	26.075	4.416
-4.8	26.698	3.587
-5	26.698	3.051
-5.2	23.048	3.291
-5.4	19.421	3.338
-5.6	15.948	3.338
-5.8	12.643	3.216
-6	9.577	2.947
-6.2	7.225	2.548
-6.4	5.567	2.033
-6.6	4.572	1.414
-6.8	4.437	0.697
-7	5.215	0
-7.2	5.215	0
-7.4	2.422	0
-7.6	0.936	1.432
-7.8	0.375	2.631
-8	0.068	3.438
-8.2	0.002	3.919
-8.4	0	4.14
-8.6	0.027	4.161
-8.8	0.072	4.161
-9	0.116	4.041
-9.2	0.147	3.834
-9.4	0.155	3.592
-9.6	0.155	3.362
-9.8	0.127	3.189
-10	0.051	3.18
-10.2	0	3.42
-10.4	0	3.869

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	111 di 127

Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio Muro: Micropalo sx

Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-10.6	0	4.557
-10.8	0	5.513
-11	0	6.758
-11.2	0	6.758
-11.4	0	4.953
-11.6	0	3.423
-11.8	0	2.171
-12	0	1.199
-12.2	0.038	0.508
-12.4	0.038	0.097
-12.5	0.02	0

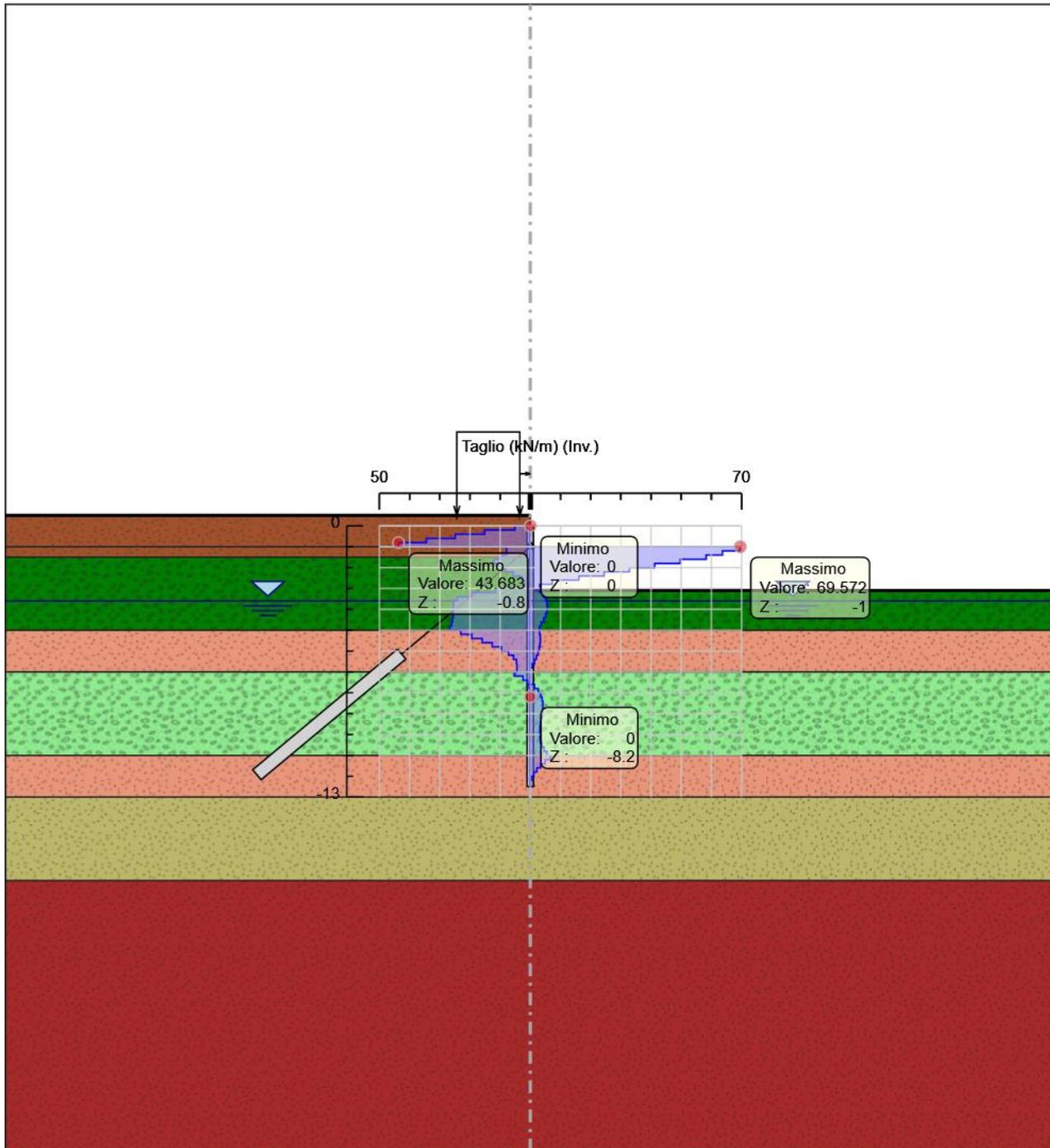
Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	112 di 127

5.6. Grafico Involuppi Taglio

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	113 di 127



Taglio

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	114 di 127

5.7. Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	GEO	Left Wall	LEFT	10.71
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Carico Ferroviario	Left Wall	RIGHT	22.15

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	115 di 127

5.8. Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Carico Ferroviario	Left Wall	LEFT	126.95
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	GEO	Left Wall	RIGHT	173.87

6. 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

6.1. Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	GEO	Scavo 1°	Tirante 1°	Tirante Scavo finale	Carico Ferroviario
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1					
NTC2018: A2+M2+R2					

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)							
		Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza
I TIRANTE	1°Tirante		200	712.525	605.557	0.281	0.33		NO
I TIRANTE	Scavo finale		203.183	712.525	605.557	0.285	0.336		NO
I TIRANTE	Carico Ferroviario		209.096	712.525	605.557	0.293	0.345		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
I TIRANTE	1°Tirante	270	359.861	605.557	0.75	0.446		
I TIRANTE	Scavo finale	274.297	359.861	605.557	0.762	0.453		
I TIRANTE	Carico Ferroviario	282.914	359.861	605.557	0.786	0.467		

6.2.3. Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
I TIRANTE	1° Tirante	200	359.861	605.557	0.556	0.33		
I TIRANTE	Scavo finale	203.348	359.861	605.557	0.565	0.336		
I TIRANTE	Carico Ferroviario	211.468	359.861	605.557	0.588	0.349		

6.2.4. Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R2

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R2	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
I TIRANTE	1° Tirante	200	359.861	605.557	0.556	0.33		
I TIRANTE	Scavo finale	203.348	359.861	605.557	0.565	0.336		
I TIRANTE	Carico Ferroviario	211.468	359.861	605.557	0.588	0.349		

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	iN 00 03 011	A	122 di 127

6.2.5. 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
I TIRANTE	Carico Ferroviario	282.914	359.861	605.557	0.786	0.467			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

6.3. 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
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	1°Tirante	100	0	0	0	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Scavo finale	101.591	0	0	0	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Carico Ferroviario	104.548	0	0	0	0

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	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
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	1°Tirante	100	0	0.316	0.257	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Scavo finale	101.591	0	0.321	0.261	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Carico Ferroviario	104.548	0	0.331	0.269	0

6.5. 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	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	1°Tirante	135	0	0.427	0.347	0	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Scavo finale	137.148	0	0.434	0.353	0	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Carico Ferroviario	141.457	0	0.448	0.364	0	

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	126 di 127

6.6. 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
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	1°Tirante	100	0	0.316	0.257	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Scavo finale	101.674	0	0.322	0.261	0
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Carico Ferroviario	105.734	0	0.335	0.272	0

Relazione di calcolo opere provvisionali IN51

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 011	A	127 di 127

6.7. Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R2

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R2	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	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	1°Tirante	100	0	0.316	0.257	0	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Scavo finale	101.674	0	0.322	0.261	0	
2 HEB 160 I TIRANTE	I TIRANTE	HE 160B	S275	Carico Ferroviario	105.734	0	0.335	0.272	0	