

A90 Svincolo Tiburtina:
Intervento di potenziamento dallo svincolo
"Centrale del Latte" allo svincolo A24
2^a fase funzionale

PROGETTO DEFINITIVO

COD. RM105

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:

Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Andrea AVETA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale PISANO

PROTOCOLLO

DATA

_____ 201_

PROGETTO OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO CARREGGIATA ESTERNA

Relazione tecnica e di calcolo Paratia di pali $\Phi 1500$ complanare esterna (tratto 8) da pk 0+285 a pk 0+410

CODICE PROGETTO

D P R M 1 0 5 D 2 0

NOME FILE

T00 OS16 STR RE01 A

REVISIONE

SCALA:

CODICE

T 0 0 O S 1 6 S T R R E 0 1

A

FIAR

-

A

Prima emissione

06/2021

M. Piccolo

P. Valente

L. Infante

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	1
1.1	Descrizione dell’opera	1
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	5
3.1	Resistenze di progetto	5
3.1.1	Calcestruzzo pali C25/30.....	5
3.1.2	Calcestruzzosolette cordoli e fodere C32/40.....	5
3.1.3	Acciaio di armatura B450C.....	6
3.1.4	Acciaio da carpenteria.....	6
4	CONDIZIONI GEOTECNICHE	7
4.1	Definizione delle unità geotecniche intercettate.....	7
4.2	Parametri geotecnici di progetto	7
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	9
5.1	Vita nominale e classe d’uso.....	9
5.2	Parametri di pericolosità sismica.....	9
6	METODOLOGIA DI CALCOLO DELL’OPERA DI SOSTEGNO	11
6.1	Analisi dei carichi	11
6.1.1	Spinta delle terre.....	11
6.1.2	Carico permanente non strutturale	12
6.1.3	Spinta attiva in presenza di coesione	12
6.1.4	Metodo di valutazione della spinta sismica.....	12
6.2	Metodologia di calcolo	15
6.3	Criteri di verifica delle opere	16
6.3.1	Combinazioni di carico.....	16
6.4	Modello geometrico di riferimento (NTC 2018)	18

6.5	Verifiche geotecniche.....	18
6.6	Criteri di verifica strutturale sezioni in cemento armato	19
6.6.1	Verifiche agli stati limite ultimi per pressoflessione e taglio.....	19
6.6.2	Verifica allo stato limite di fessurazione.....	22
6.6.3	Verifica alle tensioni di esercizio	22
6.6.4	Verifiche strutturali allo SLU per la paratia	22
6.6.5	Verifiche strutturali allo SLE per la paratia	22
6.6.6	Verifiche dei sistemi di ancoraggio	22
7	<i>RISULTATI E VERIFICHE PARATIE.....</i>	25
7.1	Tipologico 1	25
7.1.1	Fasistica di modellazione.....	25
7.1.2	Risultati.....	26
7.1.3	Verifiche strutturali dei tiranti	28
7.1.4	Verifica delle travi di ripartizione.....	29
7.2	Tipologico 2.....	34
7.2.1	Fasistica di modellazione.....	34
7.2.2	Risultati.....	35
7.2.3	Verifiche strutturali dei tiranti	37
7.2.4	Verifica delle travi di ripartizione.....	38
8	<i>APPENDICE A: ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE.....</i>	42
8.1	Tipologico 1	42
8.1.1	Descrizione del Software.....	44
8.1.2	Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno	45
8.1.3	Descrizione Pareti.....	46
8.1.4	Fasi di Calcolo	48
8.1.5	Descrizione Coefficienti Design Assumption.....	66
8.1.6	Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi).....	68
8.1.7	Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali	79
8.2	Tipologico 2.....	108
8.2.1	Descrizione del Software.....	110

8.2.2	Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno	111
8.2.3	Descrizione Pareti	112
8.2.4	Fasi di Calcolo	114
8.2.5	Descrizione Coefficienti Design Assumption	126
8.2.6	Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)	128
8.2.7	Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali	139

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell’ambito della redazione degli elaborati tecnici del **“Progetto definitivo 2° stralcio funzionale A90 – SVINCOLO TIBURTINA - Intervento di potenziamento dallo svincolo CENTRALE DEL LATTE allo svincolo A24”**. L’opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra nel progetto delle **“Opere d’arte minori”**. In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento della **“Paratia di Pali MU16”**.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all’opera.

1.1 Descrizione dell’opera

L’opera si estende per una lunghezza di circa 125m e consiste in una Paratia di Pali $\Phi 1500$ con interasse di 1,7m e lunghezza di 25m; in funzione dell’altezza massima di scavo sono stati identificati n. 2 tipologici. Si riportano nelle seguenti figure l’inquadramento planimetrico, la planimetria e il profilo longitudinale della Paratia in esame.

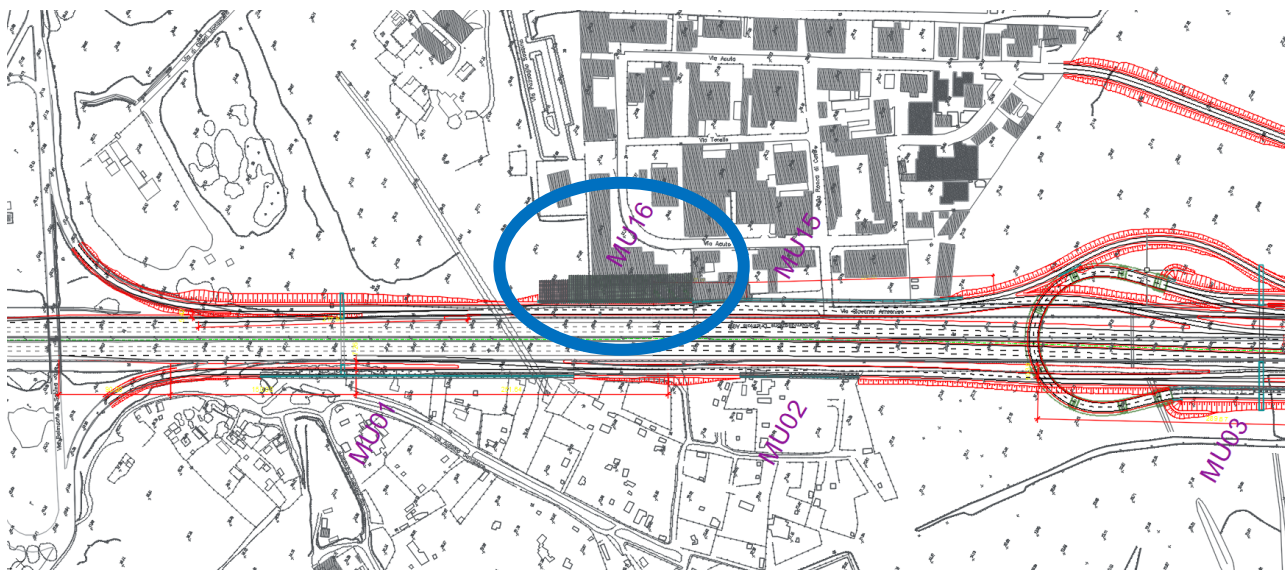


Figura 1: inquadramento planimetrico Paratia “MU16”

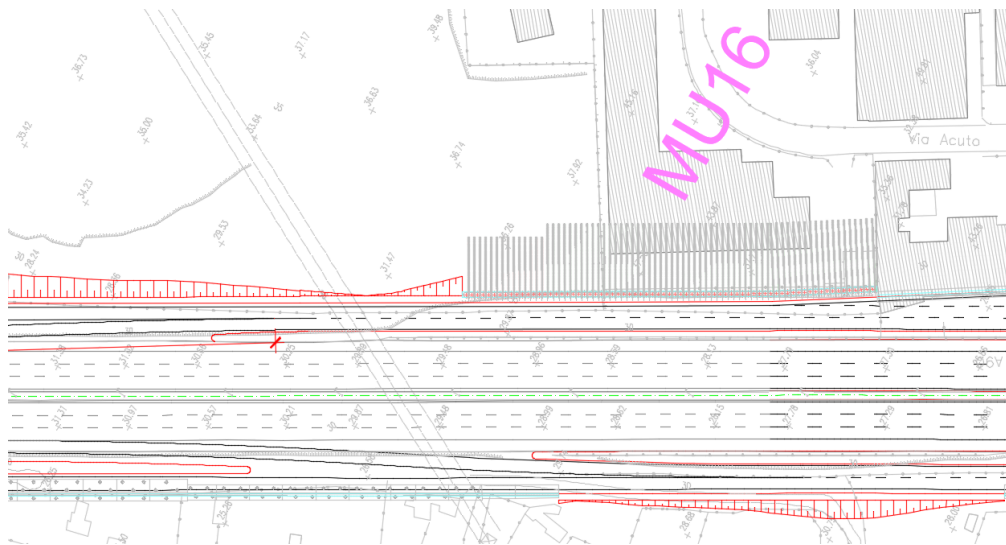


Figura 2: planimetria Paratia “MU16”

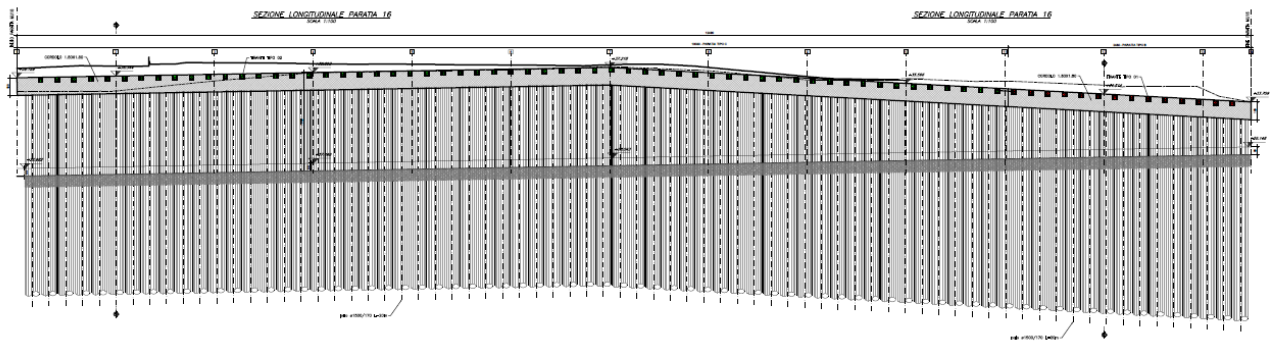


Figura 3: profilo longitudinale Paratia “MU16”

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei Tipologici relativi la paratia in esame:

Opera	Sezione (da - a)	H. Scavo (m)	Tipologico (n.)	PALI - C25/30				CORDOLO - C32/40				
				Lunghezza (m)	Diametro (m)	Interasse (m)	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Altezza (m)	Larghezza (m)	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
PARATIA MU16 - TIPO 1	1 - 10	11	1	25	1,5	1,7	48φ30	φ14/150 - 2 Bracci	1,5	1,5	10φ30	φ10/200 - 2 Bracci
PARATIA MU16 - TIPO 2	10 - 14	8	2	25	1,5	1,7	40φ26	φ14/150 - 2 Bracci	1,5	1,5	10φ26	φ10/200 - 2 Bracci

Tabella 1: catteristiche Paratia “MU16”

Con riferimento al Tipologico n.1 è stato necessario inserire due livelli di tiranti di ancoraggio, il primo posizionato in corrispondenza del cordolo ed il secondo ad una profondità di 7.5m dal p.c.; mentre per quanto riguarda il Tipologico n. 2 questo risulta vincolato in testa (cordolo) con un sistema di tiranti di ancoraggio:

Opera	TIRANTI - C20/25												
	Profondità (m)	L. libera (m)	L. bulbo (m)	Efficacia (%)	Inclinaz. (°)	Interasse (m)	D. Perf. (m)	D. Trefoli (")	N. Trefoli	Precarico (kN)	Metodo Iniezione	α	s (kPa)
PARATIA MU16 - TIPO 1	-1	13	13	70	20	1,7	0,25	0,6	4	330	IRS	1,4	150
	-7,5	13	13	70	20	1,7	0,25	0,6	4	330	IRS	1,4	150
PARATIA MU16 - TIPO 2	-1	13	13	70	20	1,7	0,25	0,6	4	330	IRS	1,4	150

Tabella 2: catteristiche Tiranti di Ancoraggio

Si riportano di seguito le Sezioni Tipologiche di progetto relative la paratia in esame:

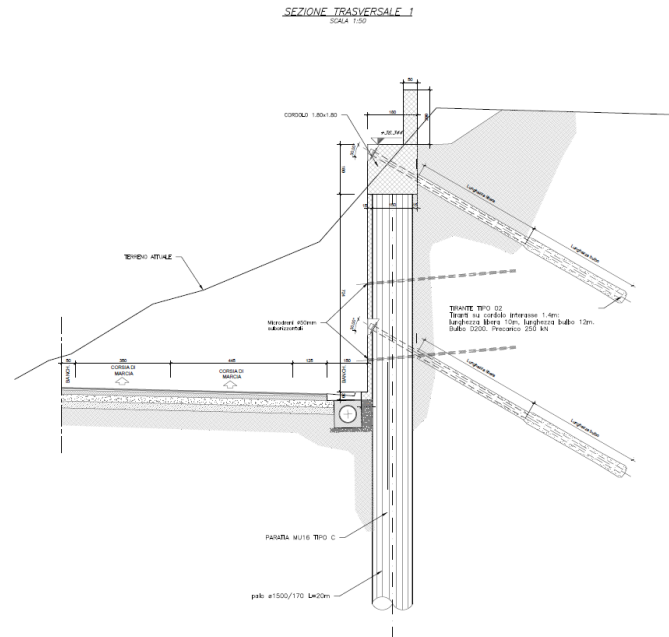


Figura 4: Sezione di progetto "Tipologico n.1"

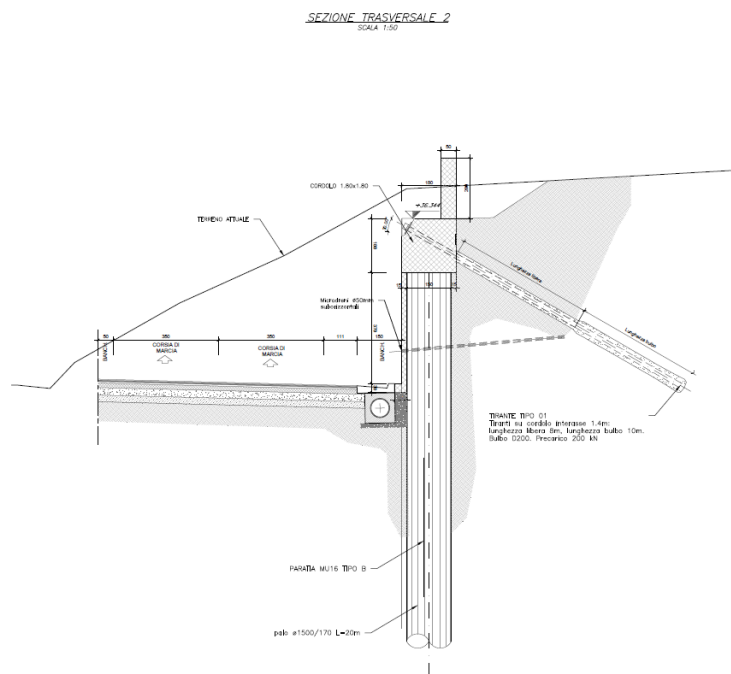


Figura 5: Sezione di progetto "Tipologico n.2"

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: “Eurocodice 0 – Basi di calcolo”;
- Norma Europea UNI ENV 1991: “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture”;
- Norma Europea UNI ENV 1992: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- Norma Europea UNI ENV 1997: “Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica”;
- Norma Europea UNI EN 1198: “Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Le verifiche nel seguito esposte tengono conto dei seguenti materiali per la realizzazione delle sottostrutture.

3.1 Resistenze di progetto

3.1.1 Calcestruzzo pali C25/30

$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica valore medio
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice (assiale)
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
$E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.17 \text{ MPa}; \gamma_c = 1.50$	resistenza di progetto a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.20 \text{ MPa}$	resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

$\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 15 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. caratteristica (rara)
$\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. quasi permanente
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa}$	tensione limite di fessurazione (trazione)
XC2	classe di esposizione

3.1.2 Calcestruzzosolete cordoli e fodere C32/40

$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica valore medio
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice (assiale)
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
$E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 33346 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}; \gamma_c = 1.50$	resistenza di progetto a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41 \text{ MPa}$	resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

$\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. caratteristica (rara)
$\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. quasi permanente
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52 \text{ MPa}$	tensione limite di fessurazione (trazione)
XC4-XF1	classe di esposizione

3.1.3 Acciaio di armatura B450C

$f_{yk} = 450\text{MPa}$	resistenza caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 540\text{ MPa}$	resistenza caratteristica a rottura
$E_s = 210000\text{ MPa}$	modulo elastico
<u>Resistenza di progetto allo SLU</u>	
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391\text{ MPa}; \gamma_s = 1.15$	resistenza di progetto a compressione
<u>Resistenza di progetto allo SLE</u>	
$\sigma_{s,r} = 0.80 \cdot f_{yk} = 360\text{MPa}$	tensione limite in comb. rara

3.1.4 Acciaio da carpenteria

S 275	classe
$f_{yk} = 275\text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 430\text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica a rottura

4 CONDIZIONI GEOTECNICHE

Nel presente capitolo si riporta una breve sintesi delle condizioni geotecniche delle opere in esame. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione geotecnica generale.

4.1 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Lungo il tracciato dalle indagini eseguite sono state intercettate le seguenti unità geotecniche:

- **Unità R – Terreno di riporto;**
- **Unità PR – deposito pozzolanico incoerente o debolmente cementato costituito da sabbie limose e limi sabbiosi;**
- **Unità CL – Formazione di S. Cecilia costituita da limo sabbioso argilloso con livelli conglomeratici;**
- **Unità FC – Formazione del Fosso della Crescenza costituito da argilla limosa giallognola.**

4.2 Parametri geotecnici di progetto

Per le unità interferenti con le opere si assumono i seguenti valori dei parametri caratteristici.

Unità R – Terreno di riporto

$\gamma = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 28 \div 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$V_s = 180 \div 200 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_0 = 65 \div 80 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_0 = 170 \div 200 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale.

Unità PR – Sabbia limosa e limo sabbioso

$\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 32^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_0 = 110 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op1} = 35 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Unità CL – Limo sabbioso argilloso

$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 170 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_0 = 600 \div 650 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op1} = 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Unità FC – argilla limosa giallognola

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \div 200 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenata
$E_o = 800 \div 1200 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op1} = 50 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Livello falda

La falda si trova ad una profondità di 3.5m dal piano campagna.

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dalle NTC 2018 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 2.0$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi delle NTC 2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

La categoria di sottosuolo riportata nella relazione geotecnica è la **categoria di sottosuolo C**.

Per l'individuazione dei parametri di pericolosità sismica, del caso in esame, è stato consultato il sito <https://www.acca.it/edilus-ms/>. Si riportano di seguito le immagini relative alla definizione dello spettro di risposta elastico.

Latitudine (WGS84) <input type="text" value="41.92957293"/>	Longitudine (WGS84) <input type="text" value="12.60454902"/>			
Latitudine (ED50) <input type="text" value="41.931299"/>	Longitudine (ED50) <input type="text" value="12.605337"/>			
Altitudine (mt) <input type="text" value="33"/>				
Classe dell'edificio <input type="text" value="IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche i"/>				
Vita Nominale Struttura <input type="text" value="50"/>				
Periodo di Riferimento per l'azione sismica <input type="text" value="100"/>				
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T _r [anni]	a _g /g [-]	F _o [-]	T _c [s]
Operatività	60	0.067	2.490	0.274
Danno	101	0.083	2.489	0.279
Salvaguardia Vita	949	0.182	2.572	0.290
Prevenzione Collasso	1950	0.225	2.533	0.303

Figura 6: individuazione della pericolosità sismica del sito

ag [g]	0.182	S [-]	1.418
Fo [-]	2.572	η [-]	1.000
T[*]C [s]	0.29	TB [s]	0.153
SS [-]	1.418	TC [s]	0.458
CC [-]	1.58	TD [s]	2.328
ST [-]	1.000		

Tabella 2: parametri sismici allo SLV

6 METODOLOGIA DI CALCOLO DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Nel presente capitolo sono descritte l'analisi dei carichi, la metodologia di calcolo ed i criteri di verifica delle opere.

6.1 Analisi dei carichi

6.1.1 Spinta delle terre

La spinta sulla parete si determina come risultante delle pressioni orizzontali calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

σ_h = pressione orizzontale;

σ_v = pressione verticale;

K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo;

δ = coeff. di attrito terreno-parete;

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \gamma z$$

γ = peso dell'unità di volume del terreno

z = generica quota di calcolo della pressione a partire dal piano campagna

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \gamma' z$$

γ' = peso dell'unità di volume efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione:

$$\sigma_v = [\gamma - \gamma_w \cdot (1 + I_w)] z$$

I_w = gradiente idraulico.

Coefficiente di spinta a riposo

Il coefficiente di spinta a riposo normal – consolidato può essere valutato come:

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen}(\phi'_{peak}) \quad \text{nelle sabbie}$$

Il coefficiente di spinta a riposo, nel caso di deposito sovraconsolidato, viene stimato dalla relazione seguente:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot OCR^n$$

con $n = 0.5$ come valore tipico valido sia per argille che per sabbie.

I coefficienti di spinta attiva K_a e passiva K_p , corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite attivo e passivo; essi possono essere calcolati automaticamente dal programma o definiti dall'utente in funzione delle esigenze.

Tali coefficienti sono funzione dei seguenti parametri:

- angolo di resistenza a taglio del terreno;
- angolo di attrito muro – terreno;
- angolo di inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale.

Nel caso in oggetto i coefficienti di spinta attiva sono stati calcolati automaticamente dal programma di calcolo Paratie Plus, considerando $\delta' = 0.5 \cdot \phi'$.

6.1.2 Carico permanente non strutturale

Al fine di considerare le azioni sulla paratia dovute alla presenza di un capannone a monte della stessa, è stato applicato un carico distribuito di 50 kPa.

6.1.3 Spinta attiva in presenza di coesione

Nel caso di regime di spinta attiva, la presenza della coesione comporta una controspinta sulla parete, che vale:

$$\sigma_h = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

essendo c la coesione dello strato.

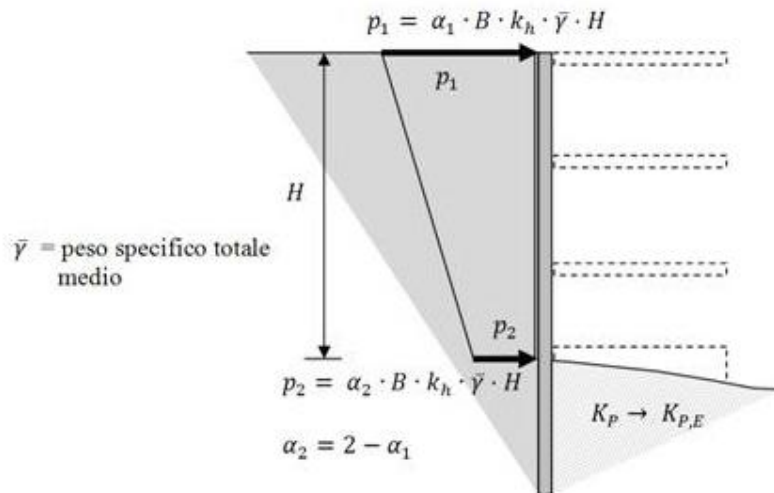
6.1.4 Metodo di valutazione della spinta sismica

In condizioni sismiche l'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla parete dipendono dall'intensità del sisma, dalla risposta locale del terreno di fondazione, dalla deformabilità dell'opera.

Il D.M. 17/01/2018 (NTC18) “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, consente l'utilizzo di metodi pseudostatici in cui l'azione sismica è definita mediante una accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. In sede di progettazione viene utilizzato il metodo pseudostatico di Mononobe-Okabe, specializzato con le ipotesi di [Seed & Whitman \(1970\)](#) circa la determinazione del coefficiente B , potendo far riferimento all'ipotesi di opera flessibile in relazione alle condizioni di vincolo presenti. Questo metodo consente la determinazione di un incremento di spinta sismica da applicare all'opera.

Esso è basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma, ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporta come un corpo rigido, per cui le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica sono considerate costanti in tutti i punti della massa.

Il modello citato prevede la valutazione delle sovraspinte sismiche sull'opera come funzione dell'accelerazione ridotta k_h (coefficiente sismico orizzontale), come di seguito descritto:



Nel caso specifico si è assunto in particolare

- $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ (distribuzione di pressioni uniforme lungo la paratia)
- H = intera altezza della paratia (tratto interrato + tratto fuori terra)
- $B = 0.375$ (Seed & Whitman)

In particolare la spinta sismica SE (statica + dinamica) vale:

$$S_E = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot K'_a$$

dove se $\eta \leq \varphi - \theta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\eta + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \eta \cdot \sin(\eta - \delta - \theta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon - \theta)}{\sin(\varphi - \delta - \theta) \cdot \sin(\eta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

altrimenti se $\eta > \varphi - \theta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\eta + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \eta \cdot \sin(\eta - \theta - \delta)}$$

essendo:

η = angolo tra intradosso parete e la verticale;

θ = angolo tra il Piano Campagna a monte dell'Opera e l'orizzontale;

$$K_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

g = coefficiente di intensità sismica orizzontale;

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

g = coefficiente di intensità sismica verticale;

g = accelerazione di gravità;

$a_{\max} = S_S S_T a_{\max}$ = accelerazione di picco massima;

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

α = coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l’opera;

β = coefficiente che tiene conto della capacità dell’opera di subire spostamenti senza significative cadute di resistenza.

Il coefficiente α può essere ricavato a partire dall’altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma seguente.

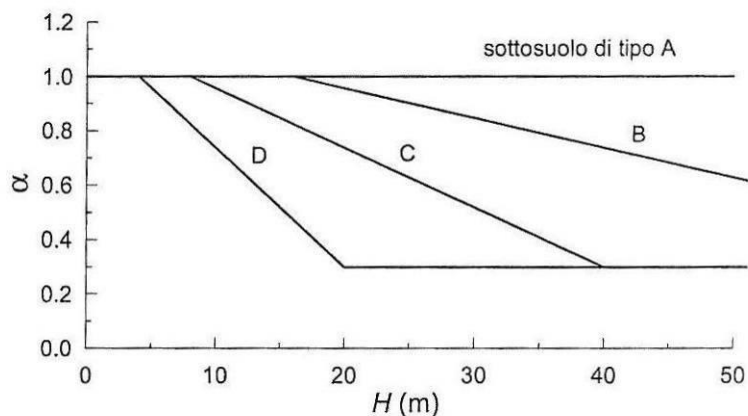


Figura 7 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

Il coefficiente β può essere ricavato attraverso il diagramma seguente, in funzione del massimo spostamento U_s che l’opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

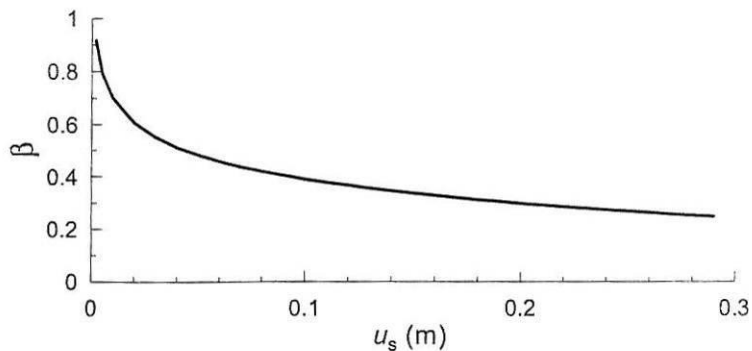


Figura 8 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

Deve risultare comunque che:

$$u_s \leq 0.005 \cdot H$$

$$\alpha \cdot \beta \geq 0.2$$

6.2 Metodologia di calcolo

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti, sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 20.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidezza flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle configurazioni di carico, delle fasi esecutive e di esercizio.

Nel caso in esame, in una generica fase di calcolo dell'analisi di interazione tra paratia e terreno, la soluzione dipende dal percorso tenso-deformativo seguito dagli elementi schematizzanti il terreno nelle fasi precedenti; dalle variazioni di spinta o reazione del terreno indotte dalla progressione degli scavi, dall'inserimento di tiranti, dalle variazioni delle condizioni idrostatiche e di sovraccarico, etc.

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

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

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta del terreno sono:

- il coefficiente di spinta a riposo K_0 , corrispondente alla condizione iniziale indeformata, calcolato mediante l'espressione $K_0 = 1 - \sin \phi'$;
- i coefficienti di spinta attiva K_a e passiva K_p , corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite attivo e passivo, calcolati rispettivamente mediante le espressioni di Coulomb, Caquot e Kerisel, tenendo conto di un angolo di attrito tra terreno e paratia pari a $2/3$ dell'angolo di attrito del terreno stesso.
- i parametri di deformabilità del terreno, che compaiono nella definizione della rigidezza delle molle, sono assegnati sulla base dei valori di modulo di Young (E) dei vari strati, tenendo conto della diversa rigidezza in fase di carico vergine oppure di scarico e ricarico. In particolare, il modulo di ricarico è assunto pari al doppio del modulo vergine.

Le componenti di sforzo verticale ed orizzontale vengono intese come sforzi principali. Viene introdotta una funzione di plasticità dipendente da esse, che definisce i confini di una regione entro la quale è determinato lo stato tensionale. A seconda dello stato in cui l'elemento si trova, questo reagisce con differenti caratteristiche di rigidezza. Sono possibili tre situazioni:

- Fase elastica: l'elemento si comporta elasticamente; questa fase corrisponde ad una porzione di terreno in fase di scarico-ricarico, sollecitato a livelli di sforzo al di sotto dei massimi livelli precedentemente sperimentati e viene identificata con la sigla UL-RL (Unloading-Reloading).

- Fase incrudente: l'elemento viene sollecitato a livelli di tensione mai prima sperimentati; la fase incrudente è identificata dalla sigla V - C (Virgin Compression).
- Collasso: il terreno è sottoposto ad uno stato di sollecitazione coincidente con i limiti minimo o massimo dettati dalla resistenza del materiale; questa fase corrisponde a quelle che solitamente vengono chiamate condizioni di spinta attiva o passiva; il collasso viene identificato attraverso la parola Active o Passive.

Nel caso di applicazione di un tirante, lo step di installazione dello stesso viene preceduto da una fase nella quale lo scavo è approfondito appena al di sotto della quota di inserimento dell'ancoraggio. In questo modo il vero processo realizzativo è simulato in modo abbastanza fedele.

6.3 Criteri di verifica delle opere

Il progetto e la verifica della paratia richiede la verifica dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD):

- collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (moto rigido) (GEO);
- collasso per carico limite verticale (GEO);
- sfilamento di uno o più ancoraggi (GEO);
- instabilità di fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate (UPL);
- instabilità del fondo scavo per sollevamento (UPL);
- sifonamento del fondo scavo (HYD);
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera (GEO);

SLU di tipo strutturale (STR):

- raggiungimento della resistenza di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza di uno o più puntoni o del sistema di contrasto;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Per ognuno degli stati limite sopra definiti si adotteranno le combinazioni di carico definite nei paragrafi di seguito.

6.3.1 Combinazioni di carico

Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo – SLU

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Effetto delle azioni e della resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $E_d = F_k \gamma_E$, dei parametri di progetto X_k / γ_M e della geometria di progetto ad. Nella formulazione della resistenza appare esplicitamente il coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza.

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

Nella seguente tabella si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

I coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

Combinazioni per analisi statiche SLU							
	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
	Permanenti		Variabili				
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli	$\tan \varphi'$	c'	c_u
STR (A1+M1)	1.3	1.0	1.5	0.0	1.00	1.00	1.00
GEO (A2+M2)	1.0	1.0	1.3	0.0	1.25	1.25	1.40

Tabella 4- Coefficienti parziali delle azioni e dei terreni

I coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

Verifica	Coefficiente	
Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi	$\gamma_R = 1.0$	
Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia	$\gamma_R = 1.0$	
Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera	$\gamma_R = 1.0$	
Instabilità del fondo scavo per sollevamento	$\gamma_R = 1.0$	
Sfilamento di uno o più ancoraggi	Temporanei	$\gamma_R = 1.1$
	Permanenti	$\gamma_R = 1.2$

Tabella 5- Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU

Combinazioni di carico agli Stati limite di esercizio - SLE

Le opere ed i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. Per ciascuno stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Nello specifico le analisi S.L.E. consentono di valutare gli spostamenti dell'opera per verificarne la compatibilità con la funzionalità attesa per l'opera stessa.

Secondo quanto prescritto dalle N.T.C., l'analisi allo Stato Limite di Esercizio viene condotta mantenendo pari all'unità i vari coefficienti parziali definiti per le verifiche a S.L.E., sia per quanto concerne le azioni che per i parametri di resistenza secondo le seguenti combinazioni di carico:

Combinazione caratteristica rara $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

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

Combinazione quasi permanente $G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

I coefficienti di combinazione ψ_i assumono i seguenti valori:

$$\psi_0 = \psi_1 = 0.75;$$

$$\psi_2 = 0$$

6.4 Modello geometrico di riferimento (NTC 2018)

Secondo quanto prescritto da normativa vigente al paragrafo 6.5.2.2 (modello geometrico di riferimento), il calcolo dell'opera di sostegno deve essere eseguito incrementando l'altezza di scavo di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

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

6.5 Verifiche geotecniche

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificatamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi sarà condotta con riferimento alla 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. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto delle spinte attiva e passiva risultano rispettivamente maggiore e minore, se riferiti a quelli calcolati con i parametri caratteristici.

Collasso per rotazione intorno ad un punto dell’opera

La verifica all’equilibrio globale alla rotazione viene implicitamente soddisfatta mediante l’analisi di interazione terreno struttura, condotta mediante il programma di calcolo PARATIE Plus 20.0, che nell’analizzare il sistema di sollecitazioni e deformazioni verifica tutte le condizioni di equilibrio del sistema.

6.6 Criteri di verifica strutturale sezioni in cemento armato

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

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1,50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l’acciaio in barre: 1,15.

6.6.1 Verifiche agli stati limite ultimi per pressoflessione e taglio

Per il calcolo della resistenza delle sezioni si assumono le seguenti ipotesi:

conservazione delle sezioni piane con assenza di scorrimento relativo tra acciaio e calcestruzzo;

- deformazione limite nel calcestruzzo pari al 3,5‰;
- deformazione limite nell’acciaio ordinario pari al 10‰.

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si utilizza una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa. Il vertice della parabola corrisponde ad una deformazione di -2‰, mentre l’estremità del tratto orizzontale ha ascissa pari al -3,5‰.

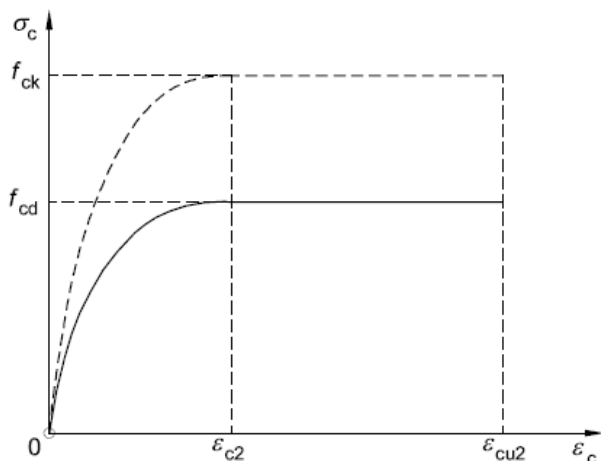


Figura 9- Legame costitutivo di progetto del calcestruzzo

L’ordinata massima del diagramma è pari alla resistenza a compressione di progetto:

$$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Per l’acciaio dell’armatura ordinaria si impiega una bilatera simmetrica rispetto all’origine, con ordinata massima e

minima pari a f_{yd} e modulo elastico di 200000 MPa:

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ con d in mm;
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02$;
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$;
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$;
- $k_1 = 0,15$;
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $v = 0,5$ per calcestruzzi fino a C70/85;
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$;
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;
- $\nu_1 = \nu$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio;
- $\alpha_{cw} = 1$ è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

6.6.2 Verifica allo stato limite di fessurazione

In funzione delle condizioni del sito in cui sorge l'opera si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia maggiore delle dimensioni delle fessure calcolate nel progetto.

Il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d non deve superare i valori nominali w_1 , w_2 , w_3 secondo quanto riportato nella Tab 4.1.IV del DM2018. Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1.7 w_m$$

dove w_m rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure w_m è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armature ϵ_{sm} per la distanza media delle fessure Δs_m :

$$w_m = \epsilon_{sm} \times \Delta s_m$$

Per il calcolo di ϵ_{sm} e Δs_m si fa riferimento ai criteri consolidati nella letteratura tecnica.

6.6.3 Verifica alle tensioni di esercizio

In funzione delle condizioni del sito in cui sorge l'opera si verifica che il valore limite di tensione agente sul calcestruzzo e sull'acciaio, al variare delle combinazioni agli stati limite di esercizio, risulti inferiore al limite fissato dalla normativa.

6.6.4 Verifiche strutturali allo SLU per la paratia

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento strutturale l'analisi sarà condotta con riferimento all'Approccio 1 (A1+M1+R1 e A2+M2+R1).

Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia

La verifica strutturale dei pali in c.a. sarà soddisfatta se il valore del momento resistente ultimo del palo M_{ru} e del taglio resistente ultimo V_{Rcd} risultano maggiori del momento di calcolo agente M_d e del taglio di calcolo agente V_d .

6.6.5 Verifiche strutturali allo SLE per la paratia

In corrispondenza delle medesime sezioni sono state effettuate le verifiche sulla massima ampiezza delle fessure secondo le combinazioni di carico definite dalla normativa NTC § 2.5.8 (verifica allo stato limite di fessurazione) e sulle massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature (verifica delle tensioni in esercizio).

In conseguenza alle condizioni ambientali già definite, occorre verificare che l'ampiezza delle fessure w_k sia al di sotto del valore limite fissato pari a 0.2 mm per la combinazione di carico quasi permanente e 0.3 mm per la combinazione di carico frequente.

6.6.6 Verifiche dei sistemi di ancoraggio

Il codice Paratie Plus 20 consente di effettuare le verifiche di resistenza allo SLU/SLV dell'armatura e della fondazione dei tiranti, applicando automaticamente la seguente metodologia, in ottemperanza alla vigente normativa.

Il codice verifica sia la resistenza dell'acciaio armonico che la resistenza della fondazione viene eseguita con riferimento alla combinazione A1+M1+R3. Esso inoltre applica un criterio di verifica di "Gerarchia delle Resistenze", in cui verifica che la resistenza dell'acciaio armonico sia superiore a quella della fondazione.

6.6.6.1 Raggiungimento della resistenza strutturale in uno o più ancoraggi

In condizioni ultime, al fine di verificare l'acciaio dei tiranti, lo sforzo massimo di trazione di calcolo N_Q ricavato dall'analisi allo SLU/SLV, deve risultare non maggiore dello sforzo di snervamento di progetto dei tiranti N_{yd} ottenuto moltiplicando l'area totale A_t della sezione resistente per la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio $f_{p(1)k}$ (1670 MPa), fattorizzata con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.15$.

$$T_{yd} = \frac{f_{p(1)k} A n_{tr}}{\gamma_s} \geq T_{Ed}$$

dove:

- $f_{p(1)k}$ è la resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio dei trefoli
- A è l'area di ciascun trefolo
- n_{tr} è il numero di trefoli per tirante
- γ_s è il coefficiente parziale dell'acciaio

Il codice Paratie Plus 20 applica quindi la disequazione di verifica $T_{yd} > T_{Ed}$.

6.6.6.2 Verifica allo sfilamento dei tiranti

La fondazione dei tiranti (tratto attivo) sarà eseguita con iniezione di malta cementizia (ed additivi) ad alta pressione, con il metodo IRS (Iniezioni Ripetute e Selettive) attraverso valvole poste ad interasse di 0.5 m.

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche e della natura dei terreni si valutano le tensioni “caratteristiche” di adesione laterale limite fondazione-terreno $\alpha\tau_{lim}$, riferite al diametro nominale di perforazione. Tali valori sono in accordo a quanto suggerito dall'esperienza di Bustamante e Doix per il caso in esame.

$$T_{Rf} = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha\tau_{lim} \cdot L_a}{\gamma_R \cdot \xi}$$

dove:

- T_{Rf} è la resistenza di progetto dell'interfaccia tra il bulbo di fondazione ed il terreno
- $\alpha\tau_{lim}$ è la tensione di adesione laterale limite fondazione-terreno
- γ_R è il coefficiente parziale riduttivo della resistenza
- ξ è il fattore di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero di profili di indagine (pari a 1.75)
- L_a è la lunghezza attiva
- D_p è il diametro di perforazione
- T_Q è l'azione di trazione massima allo SLU/SLV

Il codice Paratie Plus 20 applica quindi la disequazione di verifica $T_{Rf} > T_{Ed}$.

Tabella 3- Fattori di correlazione ξ

n	1	2	3	4	≥ 5
ξ_{sa3}	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
ξ_{sa4}	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Tabella 4- Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi ξ

	Simbolo	Coefficiente Parziale (γ_R)
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.10
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.20

7 RISULTATI E VERIFICHE PARATIE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali e geotecniche condotte per tutti i Tipologici sopra descritti (cfr. § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

7.1 Tipologico 1

7.1.1 Fasistica di modellazione

Il software Paratie Plus prevede la possibilità di modellare la paratia secondo la tecnica stage by stage; questo consente di riprodurre fedelmente il processo costruttivo dell'opera.

Per il tipologico in oggetto è stata adottata la seguente fasistica:

Fase n.	Lavorazioni previste
Fase 0	Inizializzazione delle condizioni litostratigrafiche
Fase 1	Realizzazione della paratia di pali e applicazione del Carico di 50 kPa
Fase 2	Scavo fino a quota 1.5 m da p.c.
Fase 3	Inserimento tirante a quota 1.0 m da p.c.
Fase 4	Scavo fino a quota 8.0 m da p.c.
Fase 5	Inserimento tirante a quota 7.5 m da p.c.
Fase 6	Scavo massimo fino a 11 m da p.c.
Fase 7	Condizioni di Esercizio (Fondo Scavo 9.5 m da p.c.)
Fase 8	Applicazione dell'azione sismica

Nella seguente immagine si riporta la fase di calcolo corrispondente allo scavo massimo.

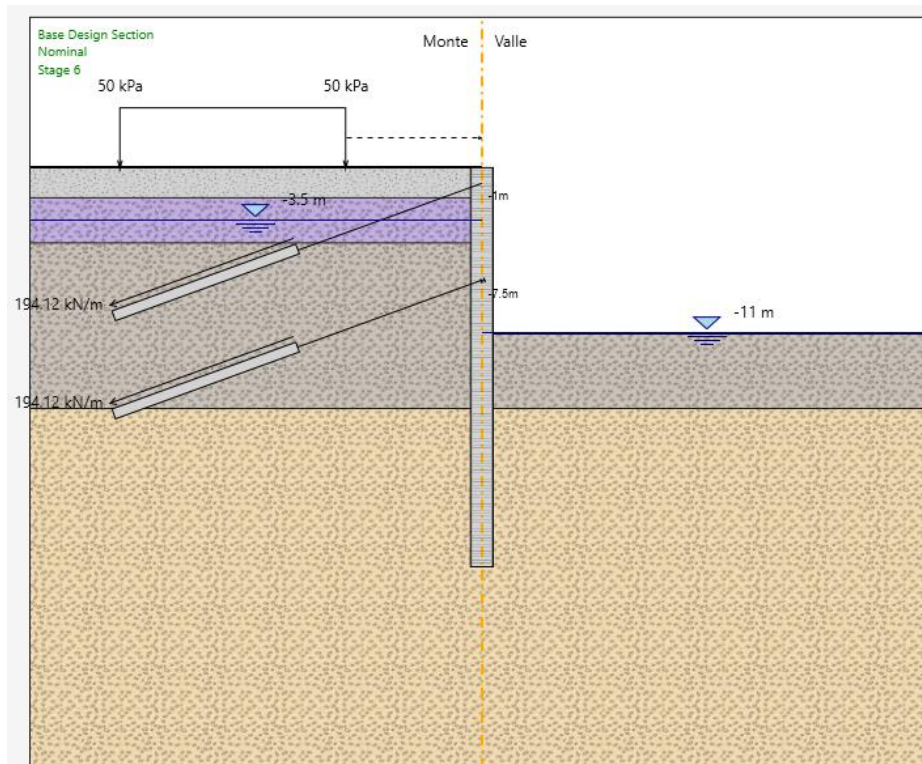


Figura 27 – Fase 6

7.1.2 Risultati

Nelle seguenti immagini si riportano i principali risultati dell'analisi in termini di:

- Spostamenti orizzontali della paratia allo SLE;
- Diagrammi di involuppo dei momenti flettenti e tagli allo SLE;
- Diagrammi di involuppo dei momenti flettenti e tagli allo SLU/SLV, con relativa verifica di resistenza tramite calcolo del momento resistente e del taglio resistente e sollecitazione massima sul tirante.

Per i pali della paratia in oggetto si dispongono le seguenti armature:

- Armatura longitudinale: 48Ø30mm
- Armatura a taglio: Spirale a 2 bracci Ø14mm a passo 15cm.

Lo spostamento massimo a circa 11.9 m da p.c. allo SLE è di 13.33 mm.

Dalle seguenti figure si osserva che i valori di taglio e momento resistente (corrispondenti alle armature indicate per la sezione di progetto) sono maggiori delle massime sollecitazioni di taglio e momento allo SLU, quindi le verifiche strutturali sono soddisfatte. Le verifiche strutturali e geotecniche sui tiranti sono soddisfatte come di seguito specificato. In allegato sono riprotati i tabulati di calcolo completi.

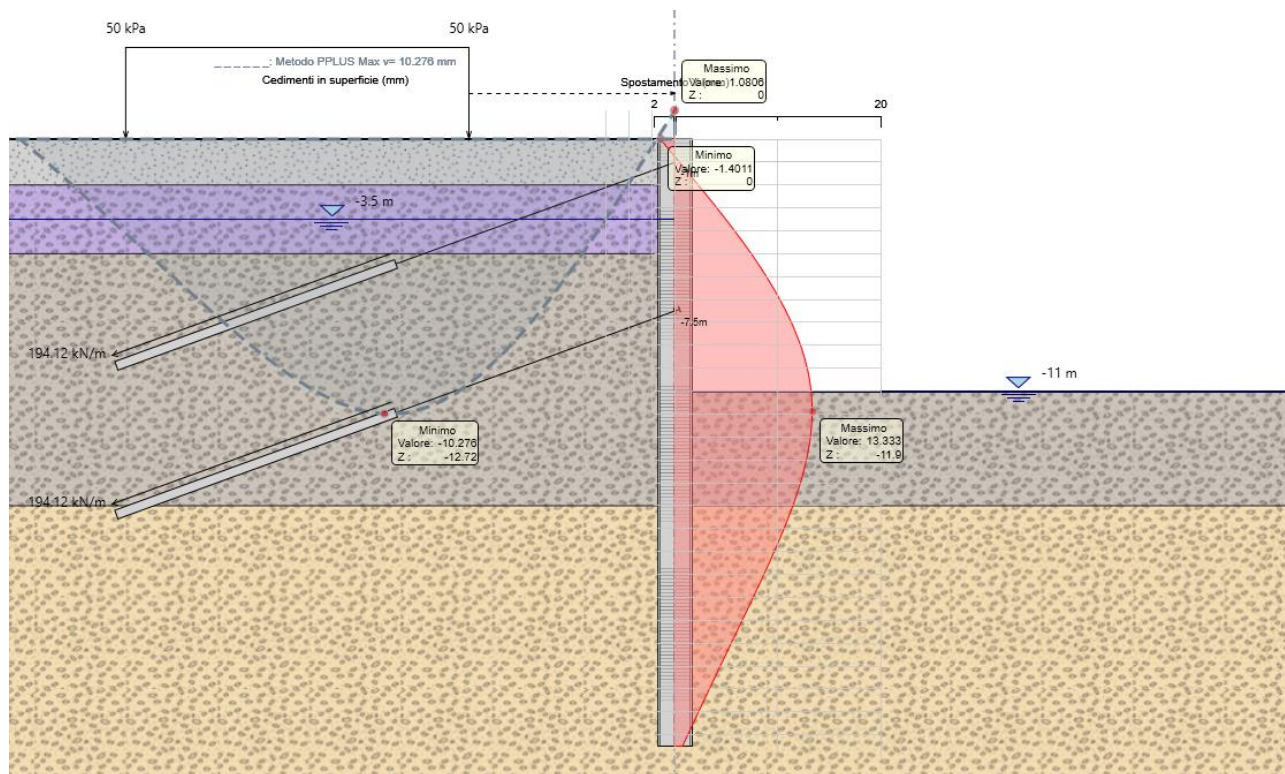


Figura 28 - Involuppo spostamenti allo SLE. $|u_{max}|=13.33$ mm

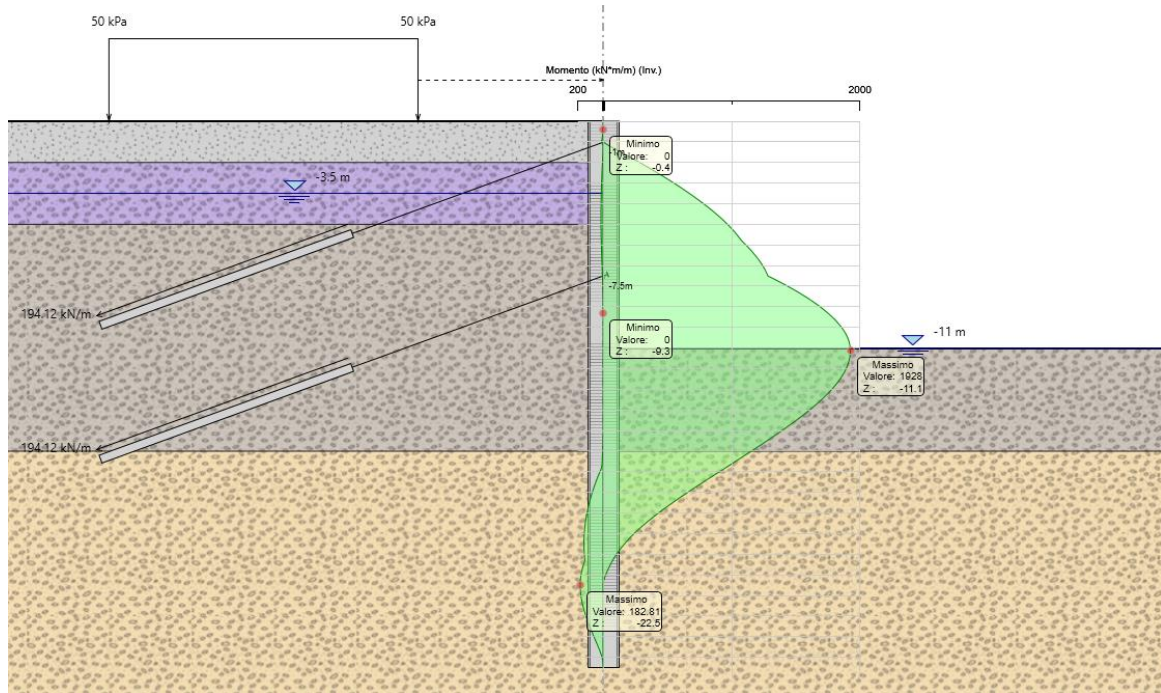


Figura 29 - Involuppo momento flettente

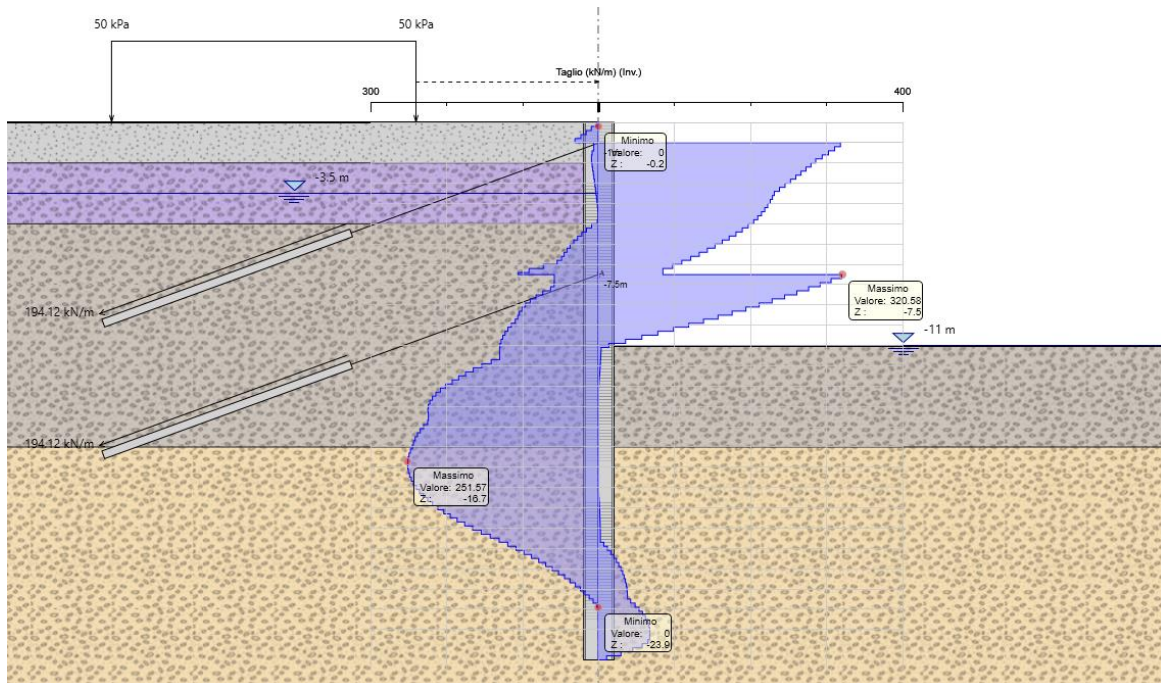


Figura 30 - Involuppo taglio

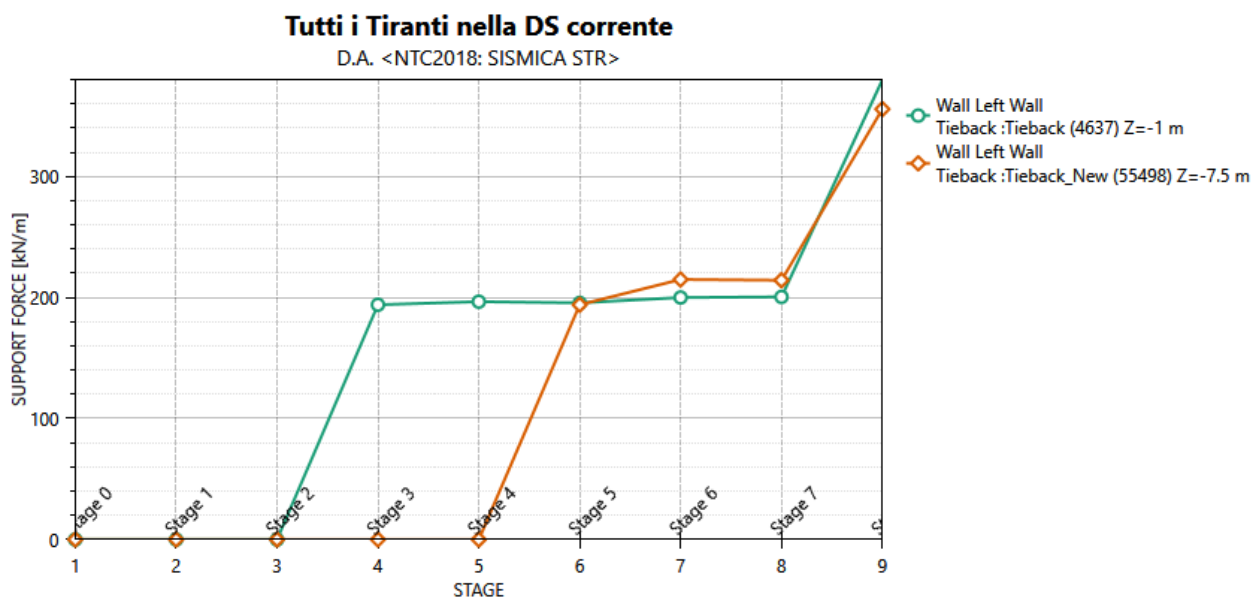
7.1.3 Verifiche strutturali dei tiranti

Nel seguito viene presentata la verifica strutturale dei tiranti.

La lunghezza libera dei tiranti inclinati è definita in modo tale da posizionare il tratto iniettato (iniezione tipo IRS) fuori dal cuneo di spinta. La resistenza geotecnica del tirante è calcolata secondo il metodo di Bustamante e Doix. Nel calcolo sono stati considerati i seguenti parametri:

$\alpha = 1.4$ (Iniezione IRS)

$\tau = 190$ kPa (Iniezione IRS)



Nella seguente tabella si riporta il resoconto delle verifiche strutturali e geotecniche.

Tirante	Profondità [m]	Sollecitazione [kN]	Resistenza GEO [kN]	Resistenza STR [kN]	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR
N.1	-1.0	646.22	992.66	807.41	0.651	0.8
N.2	-7.5	604.96	992.66	807.41	0.609	0.749

7.1.4 Verifica delle travi di ripartizione

I tiranti sono previsti con interasse trasversale pari a 1.70 m. Per tale ragione, si rende necessario il dimensionamento di una trave di ripartizione, avente la funzione di ripartire lo sforzo assiale dei tiranti su tutti i pali costituenti la paratia.

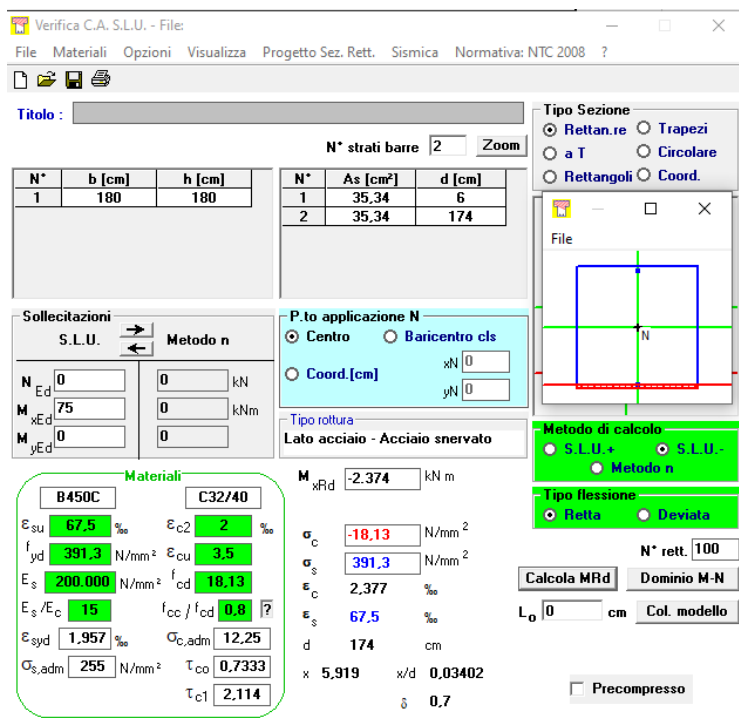
Nella fattispecie per il livello di tiranti superiore (z=-1m) il cordolo in c.a. di H.1,80 x L.1,80 funge da trave di ripartizione, esso presenta un'armatura longitudinale pari a 10φ30 e trasversale Spirale a 2 bracci φ10 con passo 20cm, mentre per il livello di tiranti posto a z=-7.5 m, si rende necessario inserire una trave di ripartizione in acciaio HE240B.

In relazione al Cordolo il calcolo delle sollecitazioni agenti è stato effettuato considerando lo schema di trave su più appoggi e considerando agente un carico uniforme pari allo sforzo normale del tirante distribuito lungo l'interasse. Da tale schema sono state ottenute le seguenti sollecitazioni:

$$M_{max} = q * l^2/10 = 74,48 \text{ kN*m}$$

$$V_{max} = q * l/2 = 266 \text{ kN}$$

Verifica a flessione Cordolo



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a toolbar, and a main workspace. The workspace is divided into several panels:

- Titolo:** A text input field.
- N° strati barre:** A dropdown menu set to '2'.
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	180	180
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	35,34	6
2	35,34	174
- Sollecitazioni:** Fields for N_{Ed}, M_{Ed}, and V_{Ed} in kN and kNm.
- P.to applicazione N:** Radio buttons for 'Centro', 'Baricentro cls', and 'Coord.[cm]'.
- Materiali:** A list of materials including B450C and C32/40 with their respective properties (E_{su}, f_{yd}, E_s, etc.).
- Metodo di calcolo:** Radio buttons for 'S.L.U.+', 'S.L.U.-', and 'Metodo n'.
- Tipo flessione:** Radio buttons for 'Retta' and 'Deviata'.
- Calcoli:** Fields for M_{xRd}, σ_c, σ_s, ε_c, ε_s, d, x, x/d, and δ.
- Buttons:** 'Calcola MRd', 'Dominio M-N', and 'Precompresso'.

Verifica a taglio Cordolo

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMATURA TRASVERSALE																	
Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	mm ²	N _{ed} (KN)	V _{ed} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ctd} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Rd} (KN)	F.S.
CORDOLO	1800	1800	60	1740	5	30	3533	0	266	0	0,001	1,34	32	0,31	960,84	771,96	2,90

VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI ARMATURA TRASVERSALE															
Elemento	Armature trasversali					Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati	
	n _b	Ø	p (mm)	A _{sv} (mm ²)	α°	θ°	ctg θ	σ _{cp} (Mpa)	α _c	f _{ctd} (Mpa)	V _{Rd} (KN)	V _{Rd} (KN)	V _{rd} (KN)		F.S.
CORDOLO	2	10	200	157	90		2,5	0	1	18,13	8812,80	1202,57	1202,57	4,52	

In riferimento al secondo livello di tiranti posto a $z=-7.5$ m, la trave di ripartizione HE240B è stata verificata direttamente con il software PARATIE PLUS:

Sezione	Materiale	Carico Distrib. [kN/m]	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio
HE240B	S275	355.86	0.341	0.809

7.1.4.1 Verifiche strutturali pali della paratia

La verifica strutturale del palo è stata eseguita direttamente dal programma PARATIE PLUS 20 con le armature precedentemente indicate (armatura longitudinale: 48Ø30mm, armatura a taglio: Spirale 2 bracci Ø14mm a passo 15cm) e le massime sollecitazioni derivanti dal calcolo. Di seguito, sono riportate le verifiche allo SLV: la verifica è soddisfatta in quanto i tassi di sfruttamento sono inferiori ad 1.

Si riportano, inoltre, le verifiche delle tensioni di esercizio sul calcestruzzo e sull'acciaio agli SLE, che risultano soddisfatte, essendo anche in questo caso il tasso di sfruttamento in termini tensionali minore di 1.

Infine si riporta la verifica a fessurazione agli SLE, la quale è soddisfatta in quanto l'ampiezza delle fessure è inferiore a 0.3 mm.

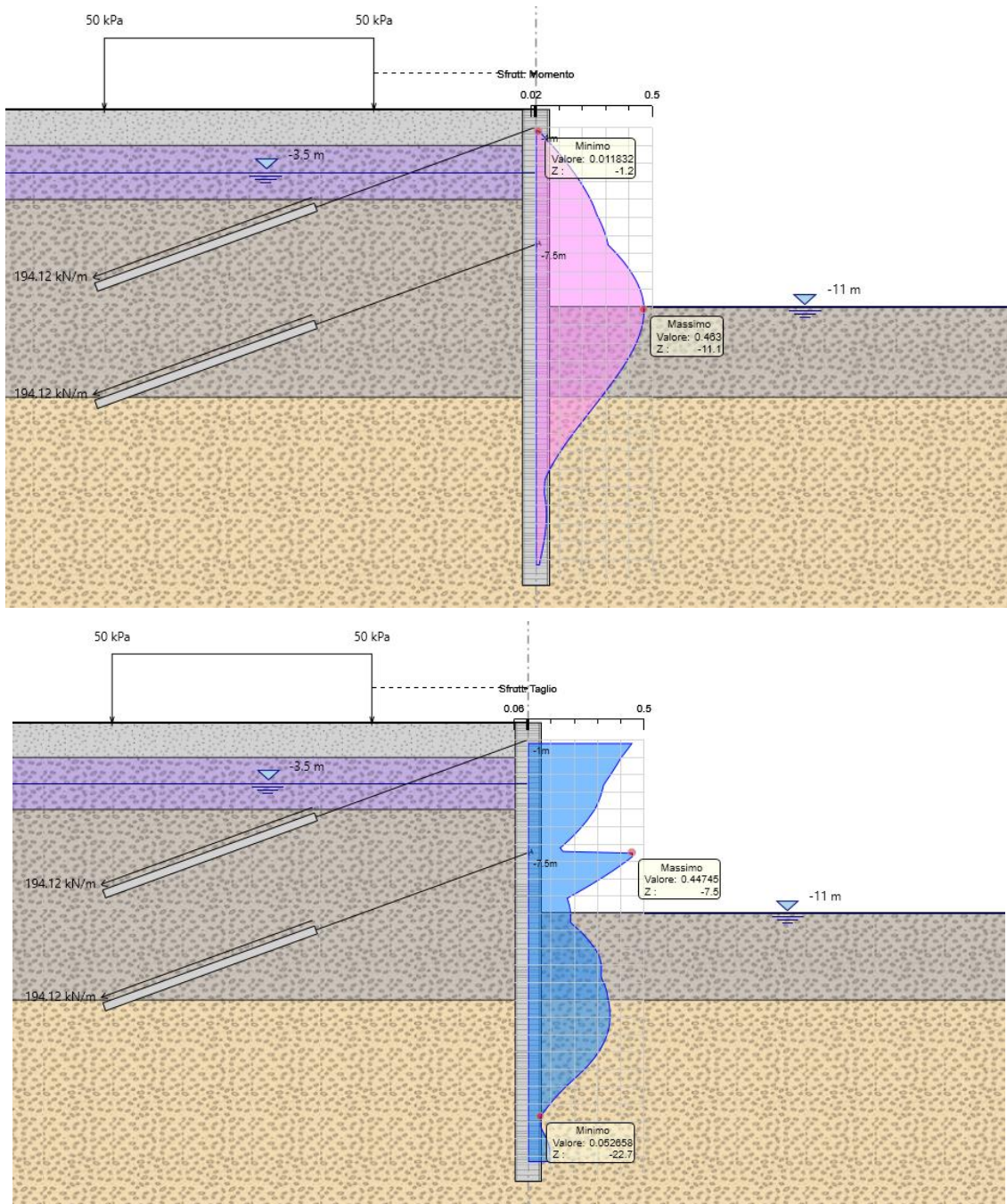


Figura 31 - Verifica strutturale palo SLU

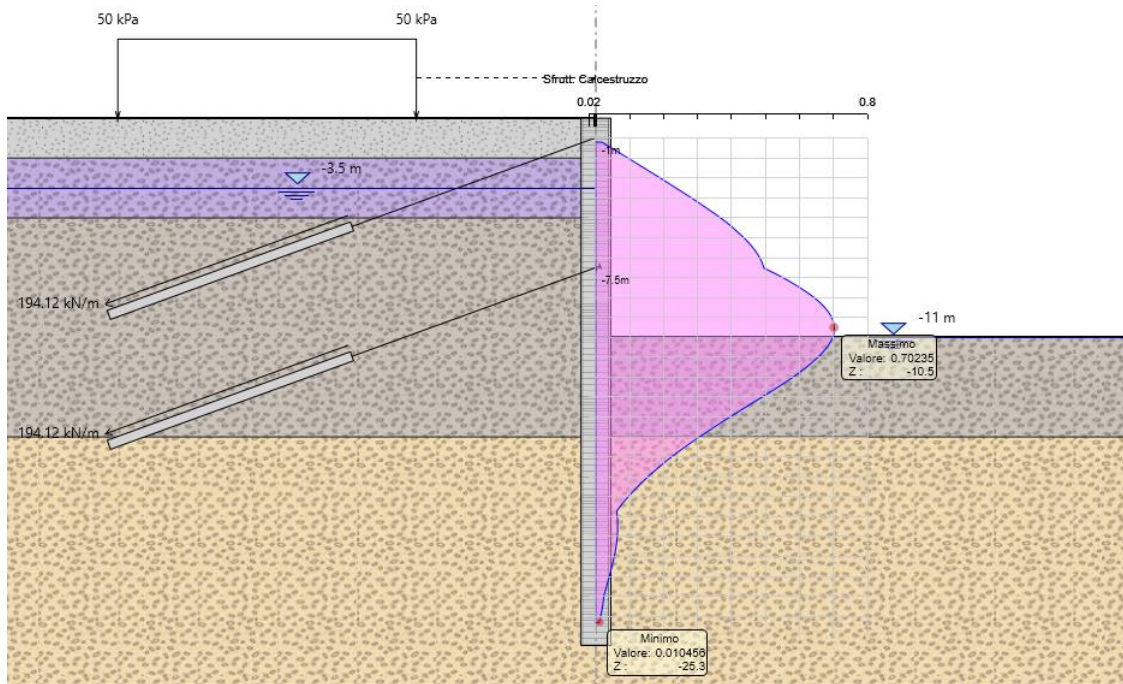


Figura 32 - Verifica tensioni di esercizio nel calcestruzzo

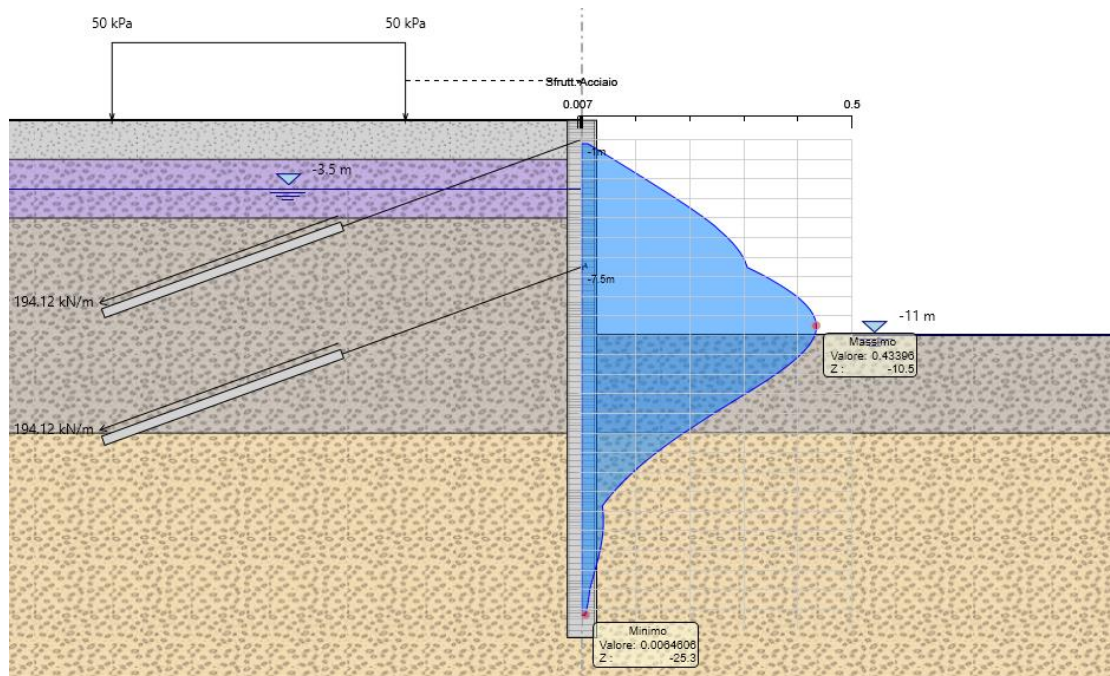


Figura 33 - Verifica tensioni di esercizio nell'acciaio

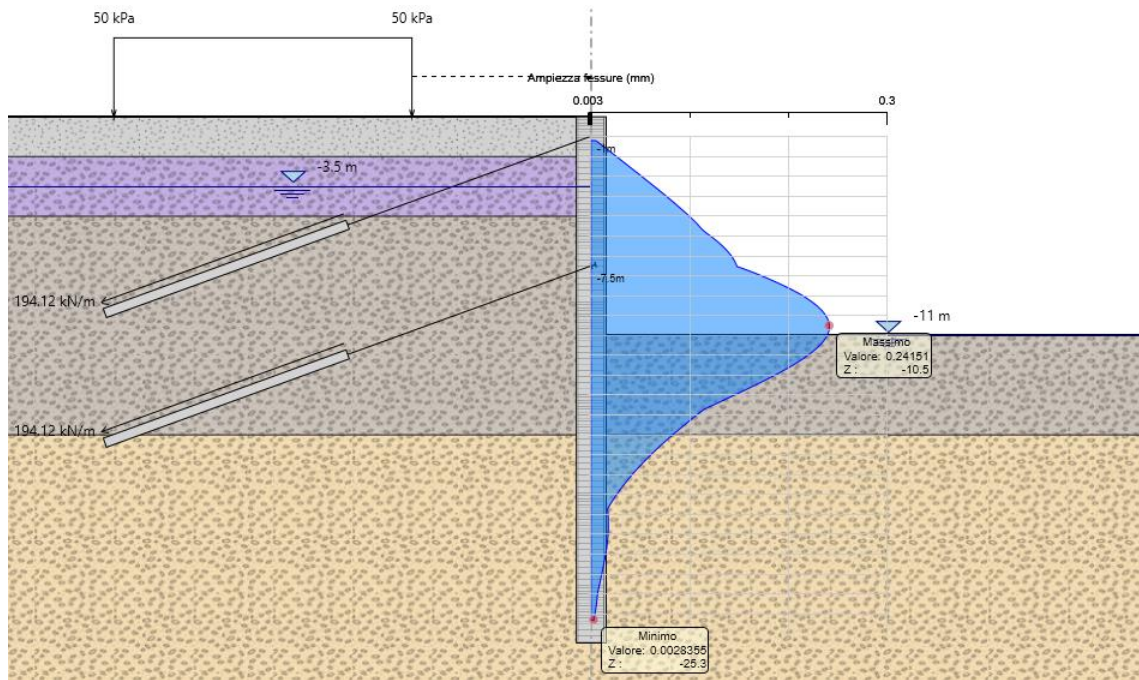


Figura 34 - Verifica a fessurazione SLE

7.2 Tipologico 2

7.2.1 Fasistica di modellazione

Il software Paratie Plus prevede la possibilità di modellare la paratia secondo la tecnica stage by stage; questo consente di riprodurre fedelmente il processo costruttivo dell’opera.

Per il tipologico in oggetto è stata adottata la seguente fasistica:

Fase n.	Lavorazioni previste
Fase 0	Inizializzazione delle condizioni litostratigrafiche
Fase 1	Realizzazione della paratia di pali e applicazione del Carico di 50 kPa
Fase 2	Scavo fino a quota 1.5 m da p.c.
Fase 3	Inserimento tirante a quota 1.0 m da p.c.
Fase 4	Scavo fino a quota 8.0 m da p.c.
Fase 5	Applicazione dell’azione sismica

Nella seguente immagine si riporta la fase di calcolo corrispondente allo scavo massimo.

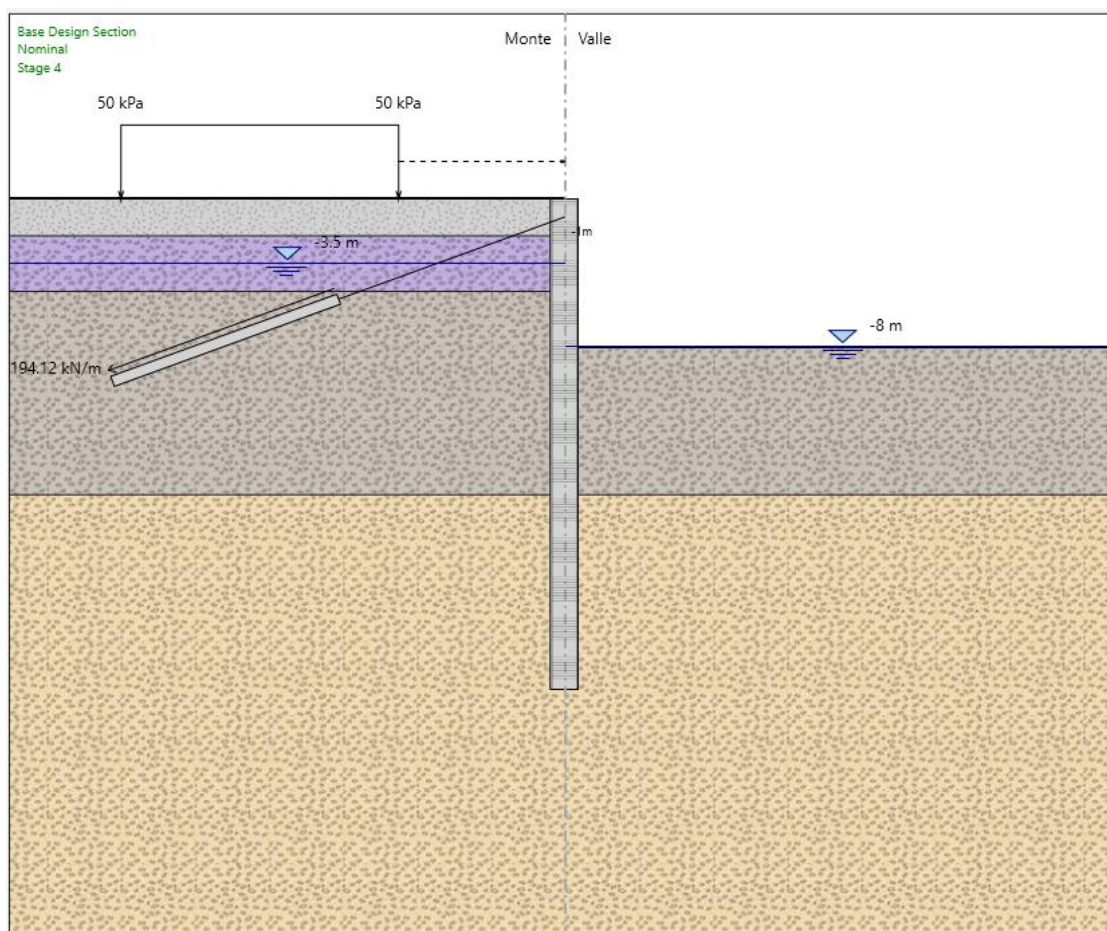


Figura 27 – Fase 4

7.2.2 Risultati

Nelle seguenti immagini si riportano i principali risultati dell’analisi in termini di:

- Spostamenti orizzontali della paratia allo SLE;
- Diagrammi di involucro dei momenti flettenti e tagli allo SLE;
- Diagrammi di involucro dei momenti flettenti e tagli allo SLU/SLV, con relativa verifica di resistenza tramite calcolo del momento resistente e del taglio resistente e sollecitazione massima sul tirante.

Per i pali della paratia in oggetto si dispongono le seguenti armature:

- Armatura longitudinale: 30Ø30mm
- Armatura a taglio: Spirale a 2 bracci Ø14mm a passo 15cm.

Lo spostamento massimo a circa 10.2 m da p.c. allo SLE è di 4.55 mm.

Dalle seguenti figure si osserva che i valori di taglio e momento resistente (corrispondenti alle armature indicate per la sezione di progetto) sono maggiori delle massime sollecitazioni di taglio e momento allo SLU, quindi le verifiche strutturali sono soddisfatte. Le verifiche strutturali e geotecniche sui tiranti sono soddisfatte come di seguito specificato. In allegato sono riprotati i tabulati di calcolo completi.

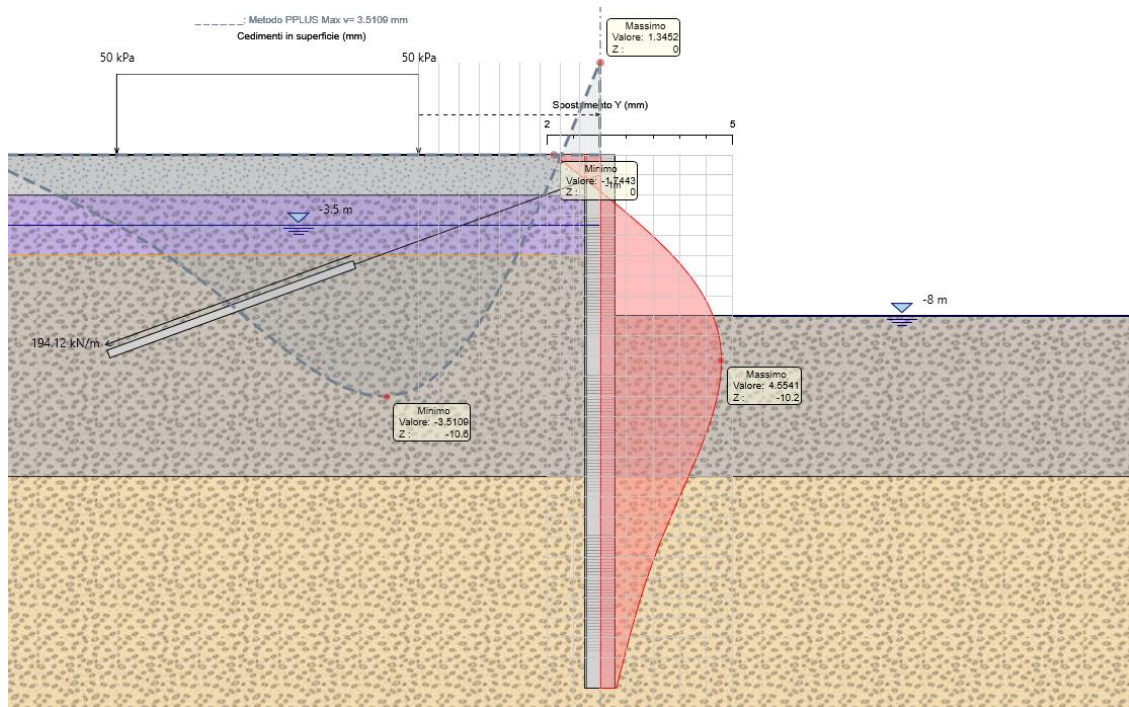


Figura 28 - Involucro spostamenti allo SLE. |umax|=4.55 mm

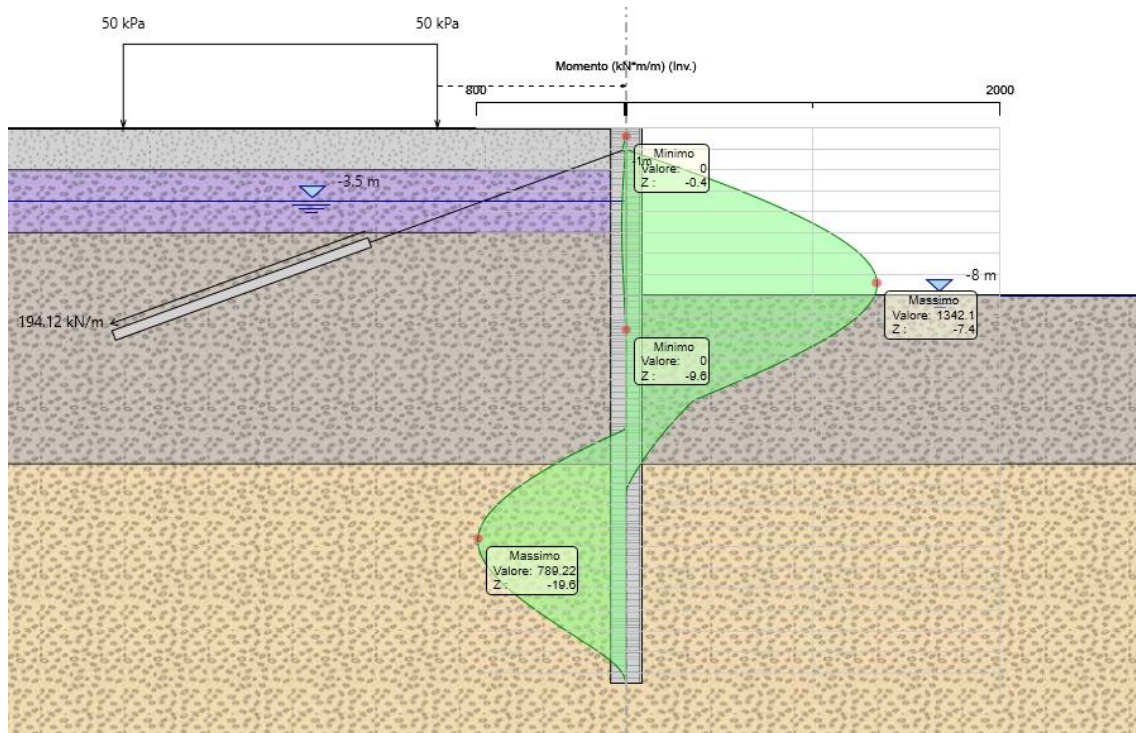


Figura 29 - Inviluppo momento flettente

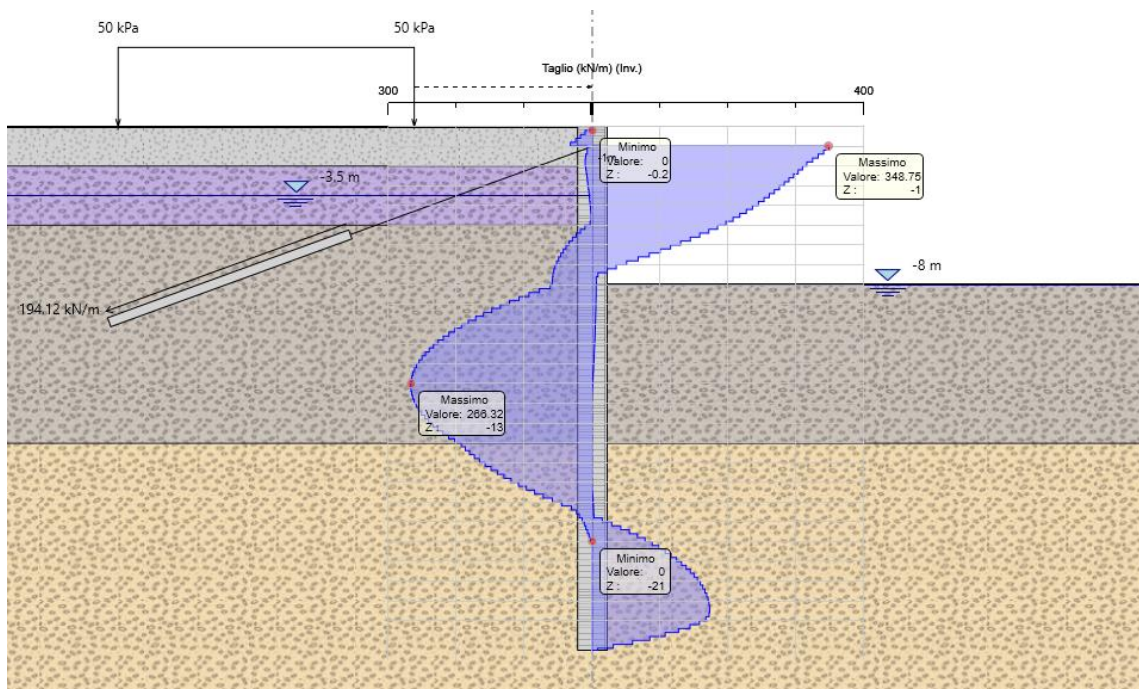


Figura 30 - Inviluppo taglio

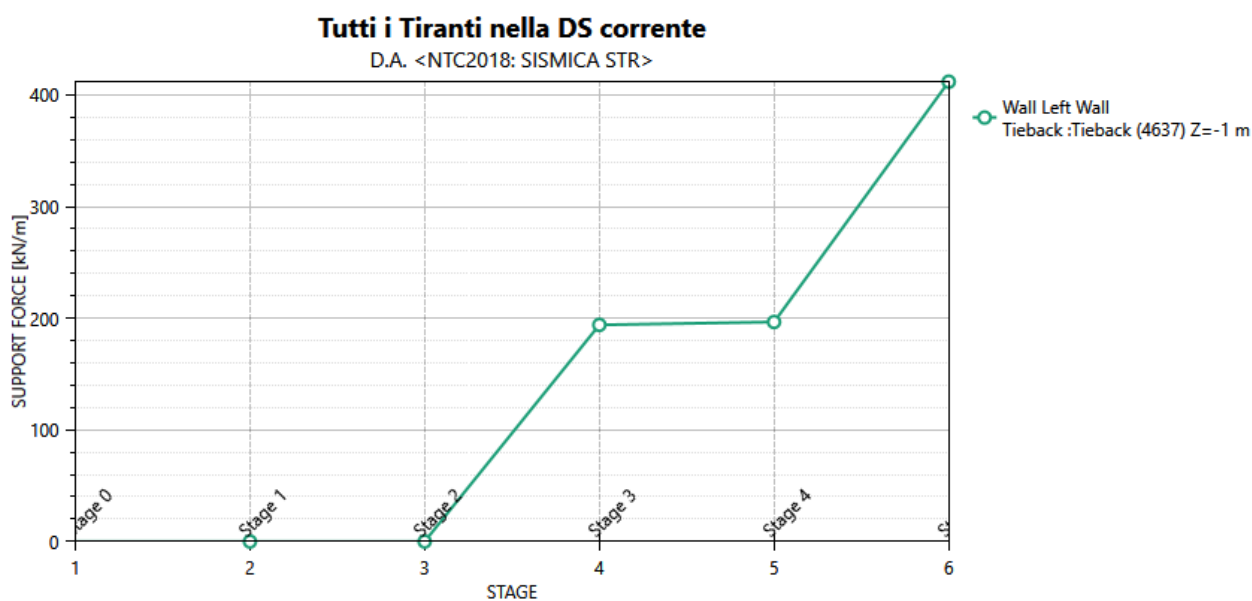
7.2.3 Verifiche strutturali dei tiranti

Nel seguito viene presentata la verifica strutturale dei tiranti.

La lunghezza libera dei tiranti inclinati è definita in modo tale da posizionare il tratto iniettato (iniezione tipo IRS) fuori dal cono di spinta. La resistenza geotecnica del tirante è calcolata secondo il metodo di Bustamante e Doix. Nel calcolo sono stati considerati i seguenti parametri:

$\alpha = 1.4$ (Iniezione IRS)

$\tau = 190$ kPa (Iniezione IRS)



Nella seguente tabella si riporta il resoconto delle verifiche strutturali e geotecniche.

Tirante	Profondità [m]	Sollecitazione [kN]	Resistenza GEO [kN]	Resistenza STR [kN]	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR
N.1	-1.0	700.37	992.66	807.41	0.706	0.867

7.2.4 Verifica delle travi di ripartizione

I tiranti sono previsti con interasse trasversale pari a 1.70 m. Per tale ragione, si rende necessario il dimensionamento di una trave di ripartizione, avente la funzione di ripartire lo sforzo assiale dei tiranti su tutti i pali costituenti la paratia.

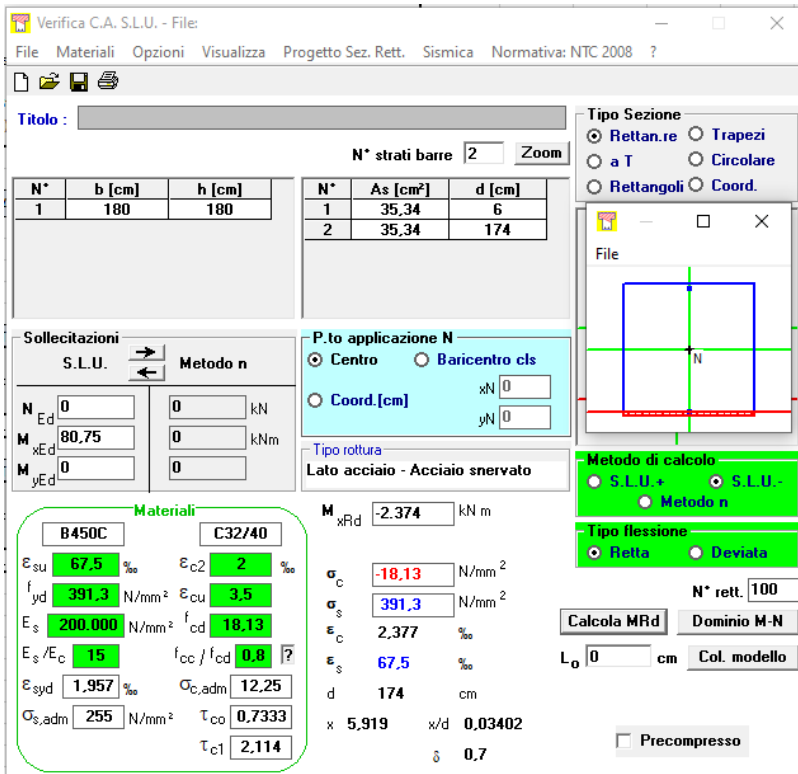
Nella fattispecie il cordolo in c.a. di H.1,80 x L.1,80 funge da trave di ripartizione, esso presenta un'armatura longitudinale pari a 10φ30 e trasversale Spirale a 2 bracci φ10 con passo 20cm.

Il calcolo delle sollecitazioni agenti è stato effettuato considerando lo schema di trave su più appoggi e considerando agente un carico uniforme pari allo sforzo normale del tirante distribuito lungo l'interasse. Da tale schema sono state ottenute le seguenti sollecitazioni:

$$M_{max} = q \cdot l^2/10 = 80,75 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{max} = q \cdot l/2 = 288,4 \text{ kN}$$

Verifica a flessione Cordolo



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	180	180	1	35,34	6
			2	35,34	174

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 80,75 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C32/40

ε _{su} 67,5 ‰	ε _{c2} 2 ‰	σ _c -18,13 N/mm²
f _{yd} 391,3 N/mm²	ε _{cu} 3,5 ‰	σ _s 391,3 N/mm²
E _s 200.000 N/mm²	f _{cd} 18,13	ε _{cs} 2,377 ‰
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0,8	ε _{ss} 67,5 ‰
ε _{syd} 1,957 ‰	σ _{c,adm} 12,25	d 174 cm
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0,7333	x 5,919 x/d 0,03402
	τ _{c1} 2,114	δ 0,7

M_{xRd} -2,374 kN m

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Verifica a taglio Cordolo

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMATURA TRASVERSALE																	
Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	mm ²	N _{ed} (KN)	V _{ed} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ctd} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Rd} (KN)	F.S.
CORDOLO	1800	1800	60	1740	5	30	3533	0	288,4	0	0,001	1,34	32	0,31	960,84	771,96	2,68

VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI ARMATURA TRASVERSALE																
Elemento	Armature trasversali					Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati		
	n _b	Ø	p (mm)	A _{sv} (mm ²)	α°	θ°	ctg θ	σ _{cp} (Mpa)	α _c	f _{ctd} (Mpa)	V _{Rd} (KN)	V _{Rd} (KN)	V _{rd} (KN)		F.S.	
CORDOLO	2	10	200	157	90		2,5	0	1	18,13	8812,80	1202,57	1202,57	4,17		

7.2.4.1 Verifiche strutturali pali della paratia

La verifica strutturale del palo è stata eseguita direttamente dal programma PARATIE PLUS 20 con le armature precedentemente indicate (armatura longitudinale: 30Ø30mm, armatura a taglio: Spirale 2 bracci Ø14mm a passo 15cm) e le massime sollecitazioni derivanti dal calcolo. Di seguito, sono riportate le verifiche allo SLV: la verifica è soddisfatta in quanto i tassi di sfruttamento sono inferiori ad 1.

Si riportano, inoltre, le verifiche delle tensioni di esercizio sul calcestruzzo e sull'acciaio agli SLE, che risultano soddisfatte, essendo anche in questo caso il tasso di sfruttamento in termini tensionali minore di 1.

Infine si riporta la verifica a fessurazione agli SLE, la quale è soddisfatta in quanto l'ampiezza delle fessure è inferiore a 0.3 mm.

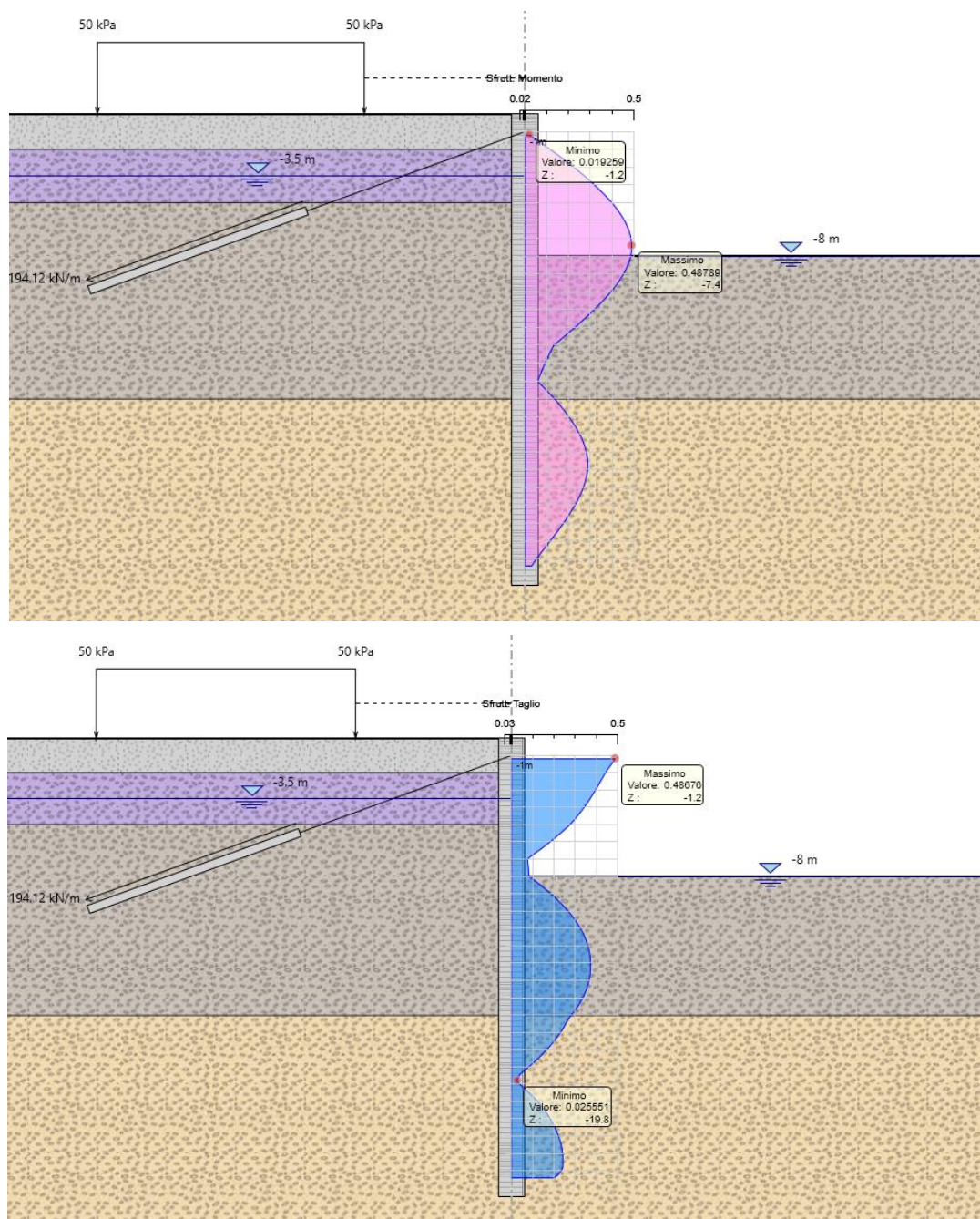


Figura 31 - Verifica strutturale palo SLU

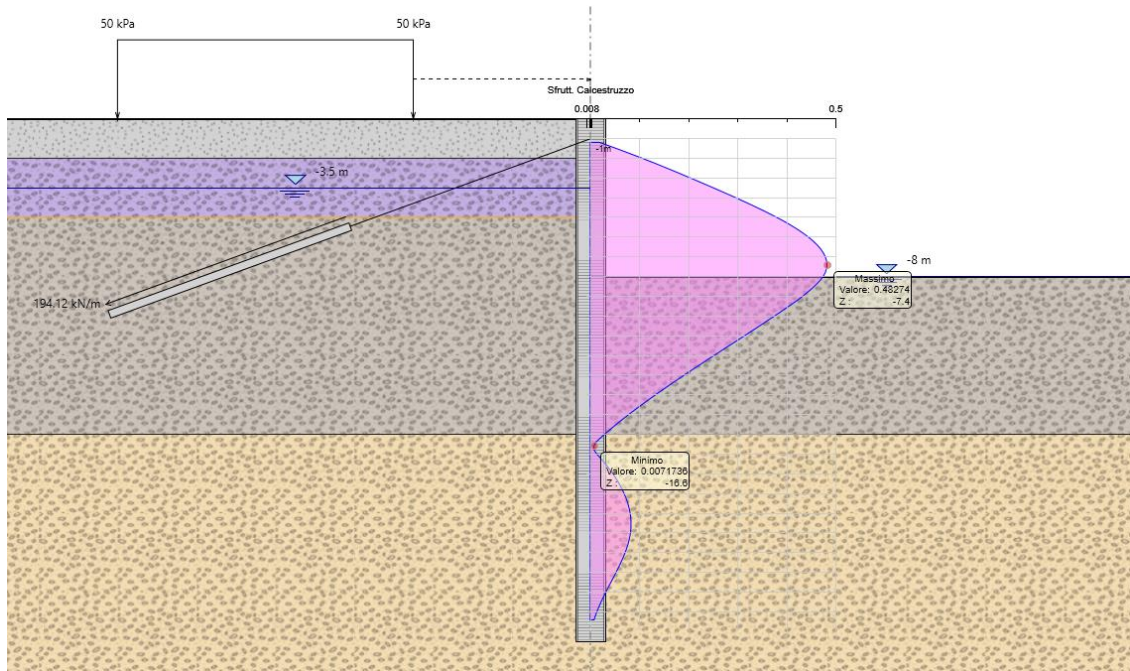


Figura 32 - Verifica tensioni di esercizio nel calcestruzzo

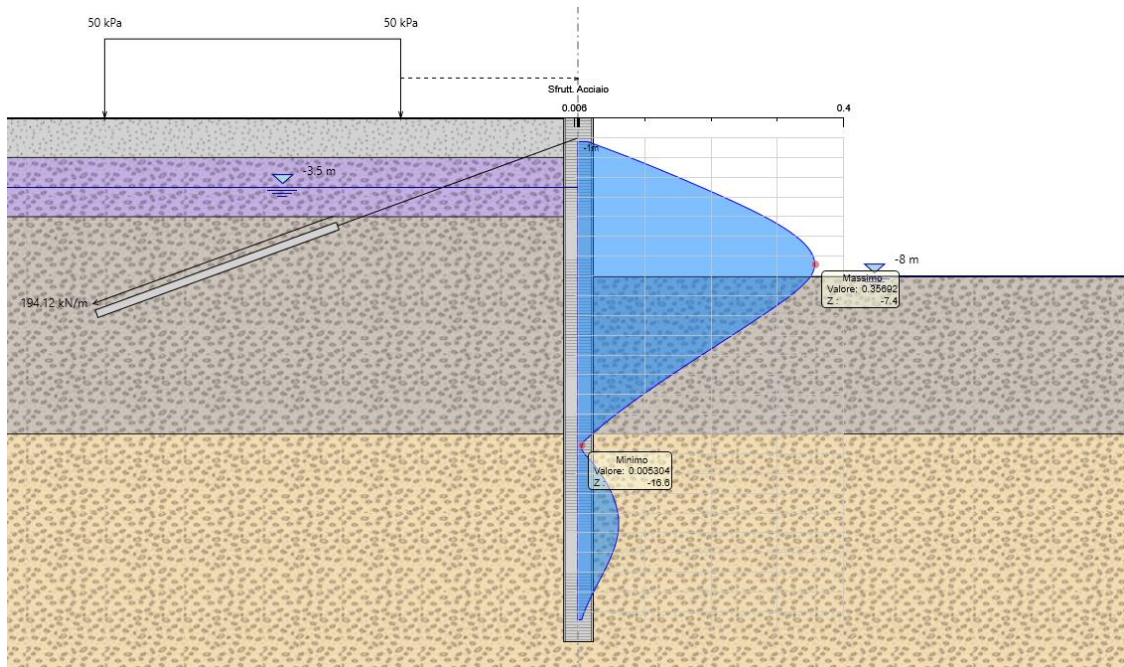


Figura 33 - Verifica tensioni di esercizio nell'acciaio

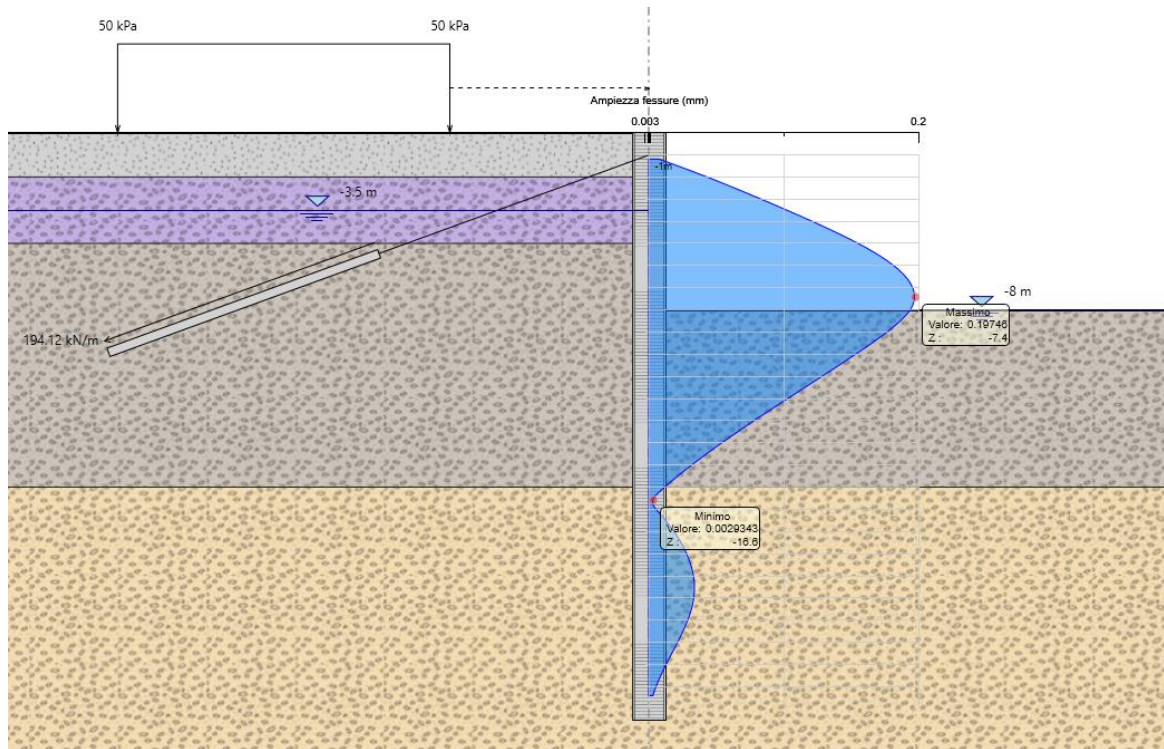


Figura 34 - Verifica a fessurazione SLE

8 APPENDICE A: ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE

8.1 Tipologico 1

The logo for PARATIE plus, with 'PARATIE' in blue uppercase letters and 'plus' in red lowercase letters, followed by a small 'TM' trademark symbol.

Report di Calcolo

Nome Progetto: New Project

Autore: Ingegnere

Jobname: C:\Users\m.piccolo\Desktop\2400- AQ DG26-17 A90 SVINC TIBURTINA A24 (COMM 1504)\MARCO\MODELLI MARCO PARATIE\COMPLETI\MU16\mu16_1500_L25_h11_tiranti.pplus

Data: 24/06/2021 17:52:36

Design Section: Base Design Section

Sommario

Contenuto Sommario

8.1.1 Descrizione del Software

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

8.1.3 Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 26.5 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : 0 m

Barre 1

Numero di barre : 48

Diametro : 0.03 m

Distanza dal bordo : 0.089 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 26.5 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Pali D1500

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m⁴/m

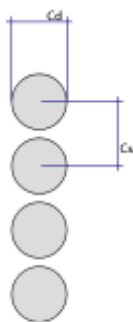
Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

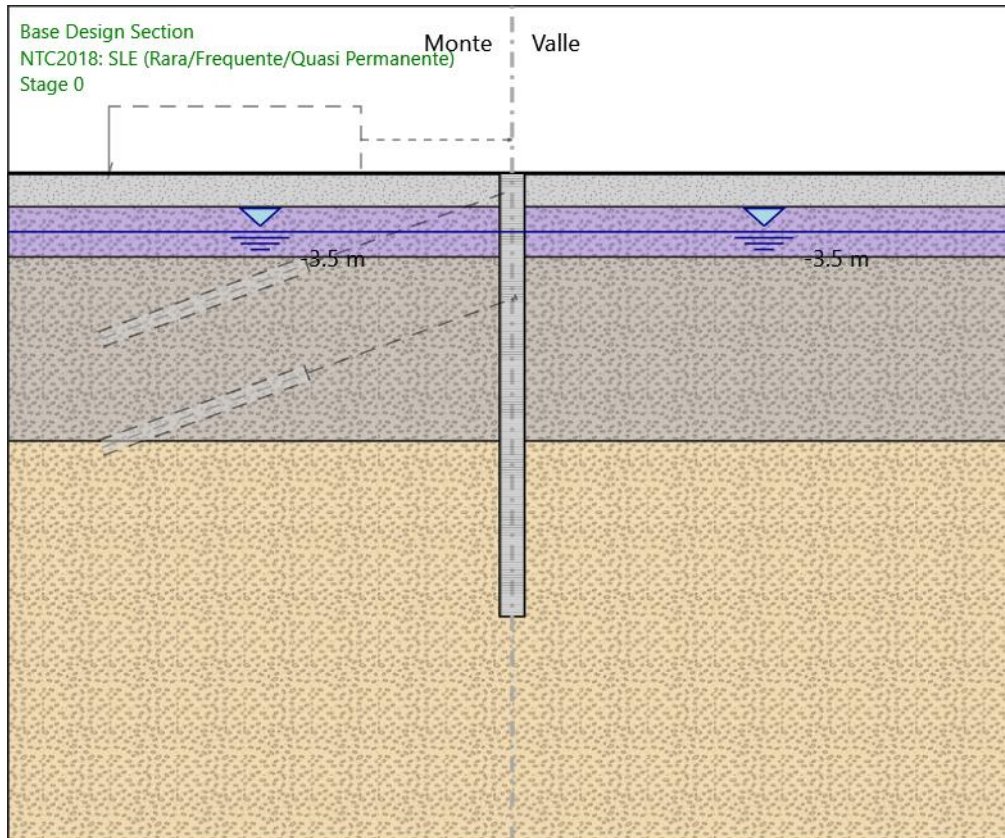
Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1



8.1.4 Fasi di Calcolo

8.1.4.1 Stage 0



Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

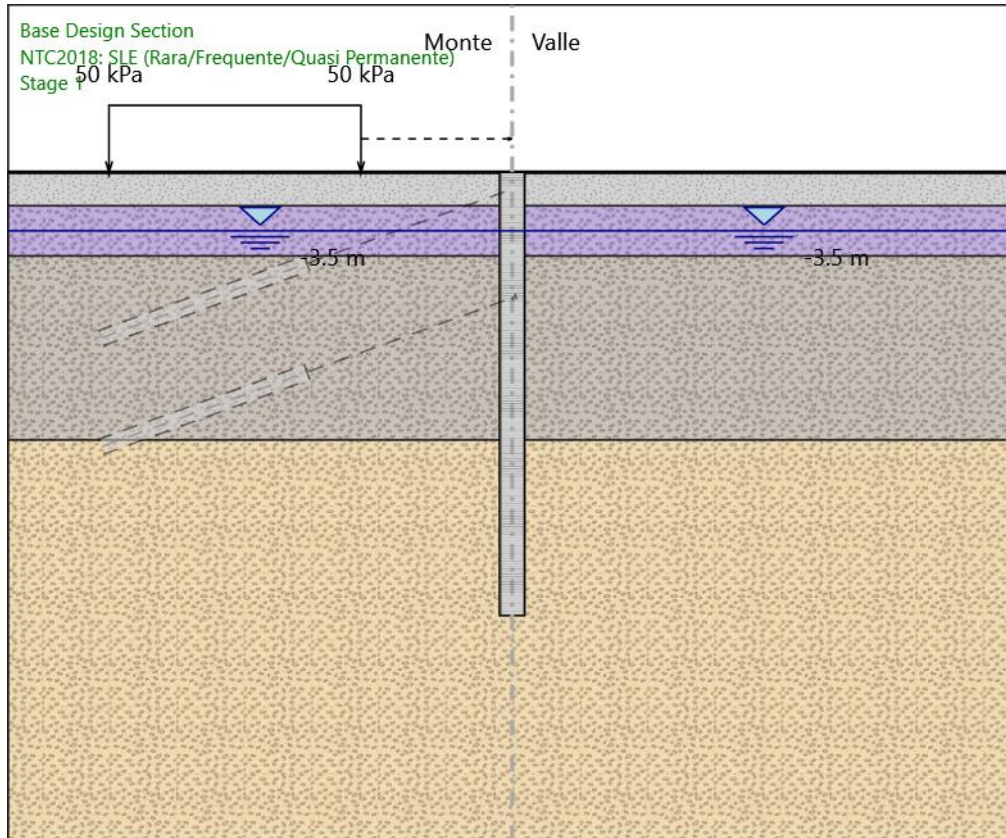
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

8.1.4.2 Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m

X finale : -9 m

Pressione iniziale : 50 kPa

Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

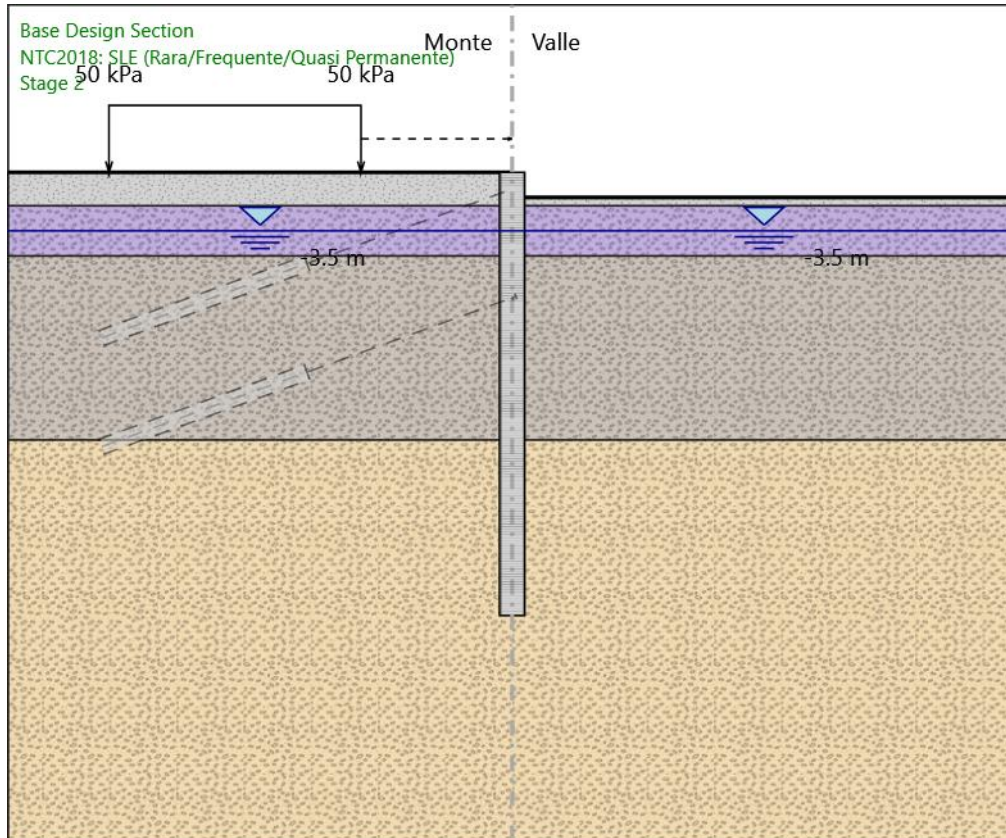
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

8.1.4.3 Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m

X finale : -9 m

Pressione iniziale : 50 kPa

Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

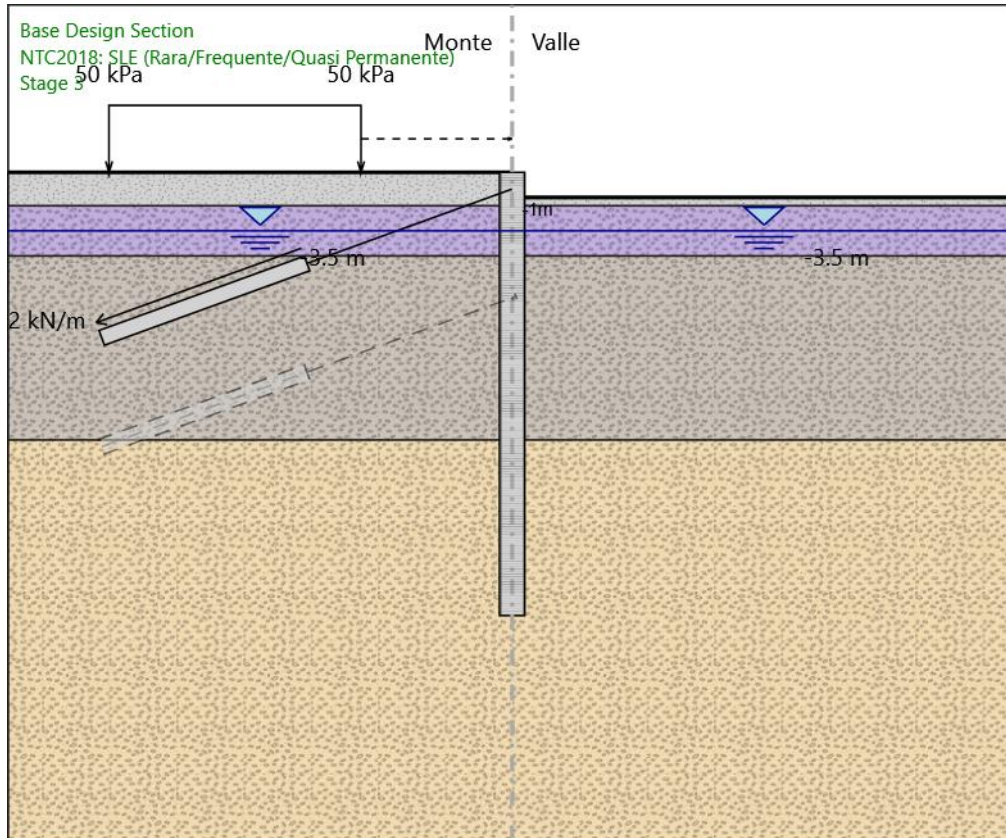
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

8.1.4.4 Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

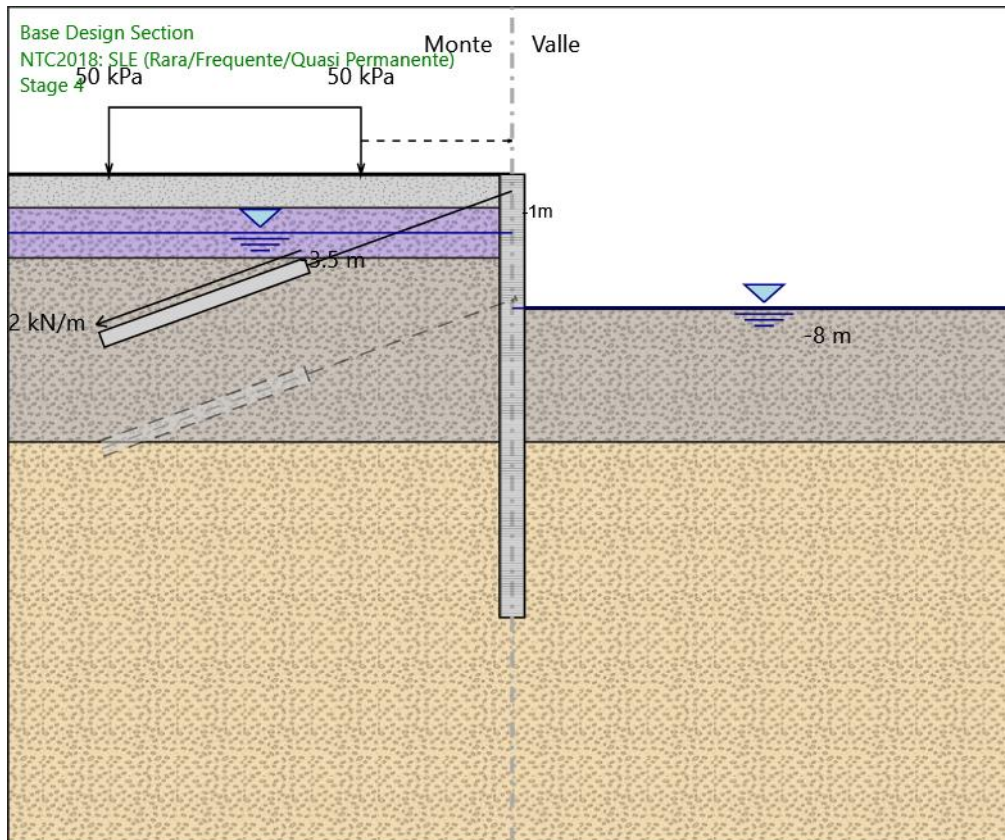
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

8.1.4.5 Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -8 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

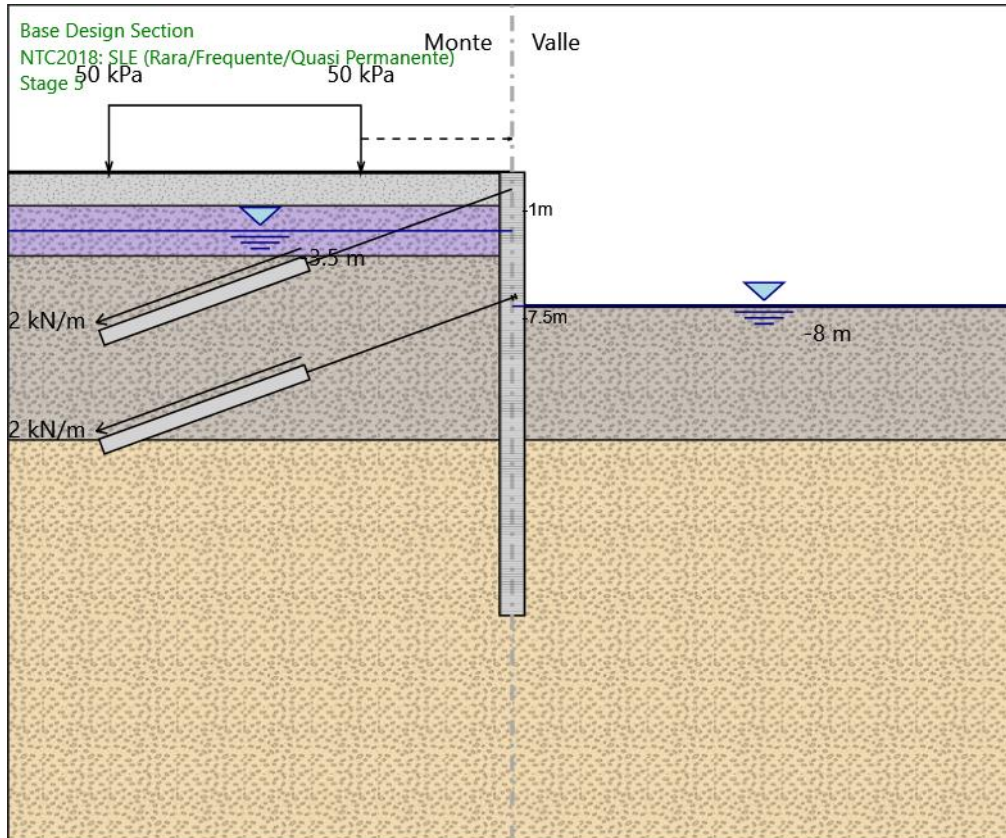
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

8.1.4.6 Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -8 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -26.5 m
Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m
Z : -1 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

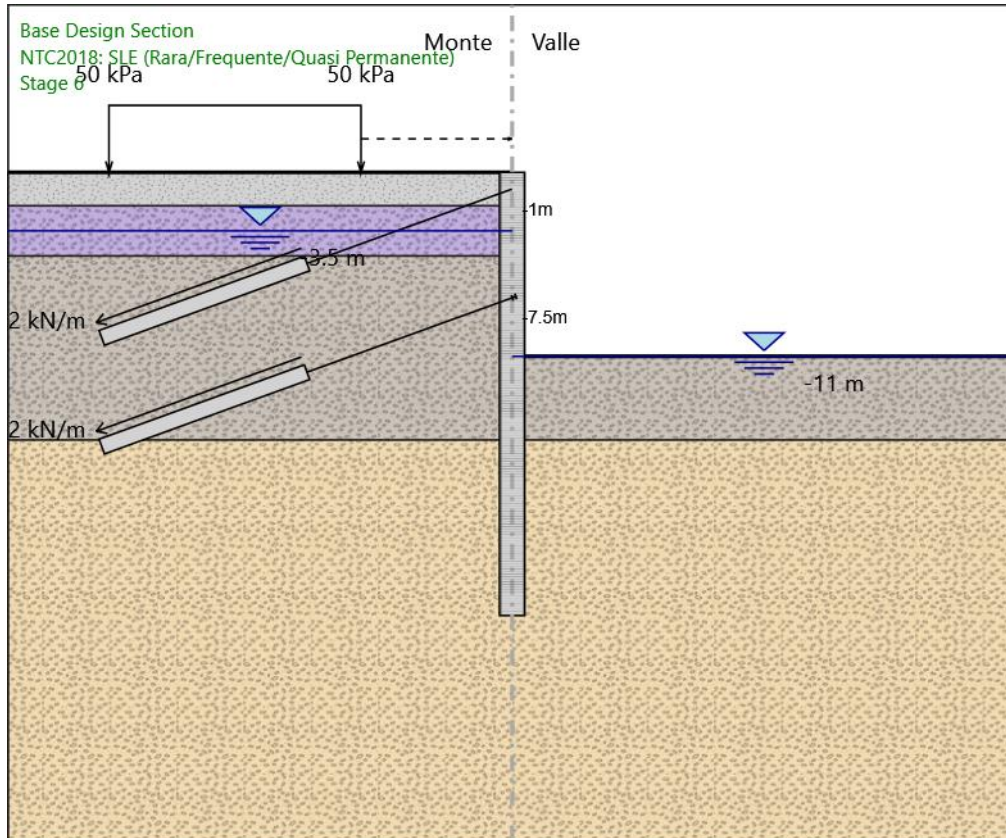
Tirante : Tieback_New

X : 0 m
Z : -7.5 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel
HE 240B
Materiale : S275

8.1.4.7 Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -11 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-11 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -11 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

Tirante : Tieback_New

X : 0 m

Z : -7.5 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

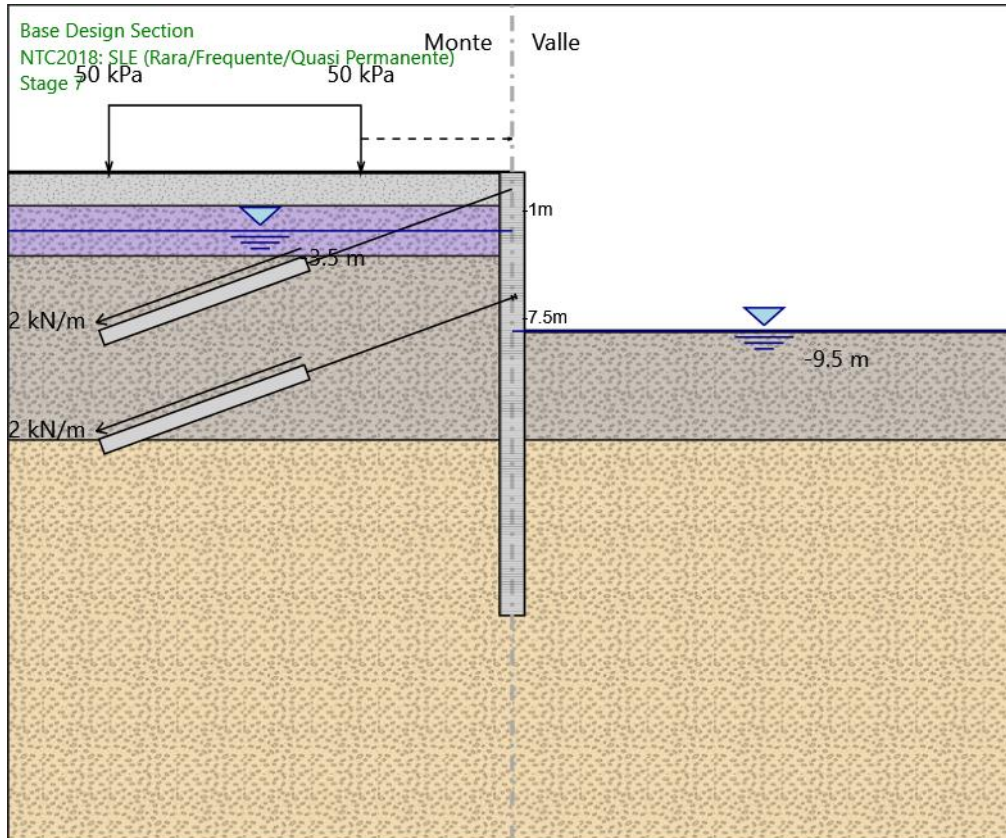
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 240B

Materiale : S275

8.1.4.8 Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -9.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -26.5 m
Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m
Z : -1 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

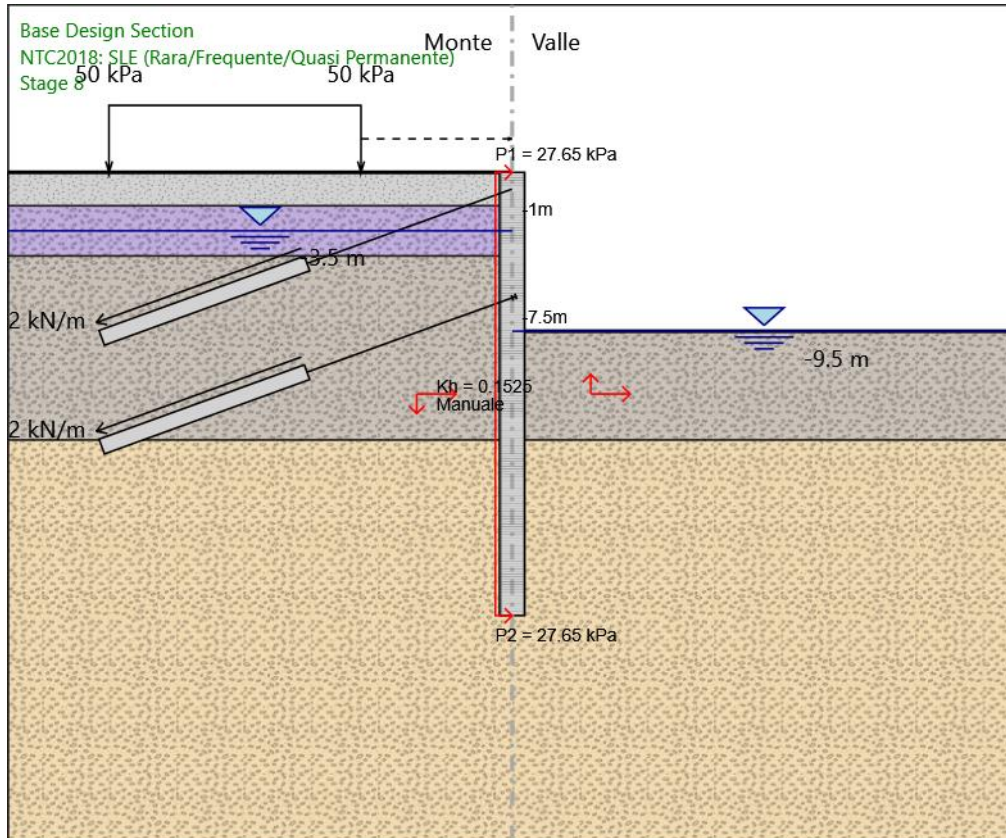
Tirante : Tieback_New

X : 0 m
Z : -7.5 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel
HE 240B
Materiale : S275

8.1.4.9 Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -9.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -26.5 m
Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m
Z : -1 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 4
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000556 m²

Tirante : Tieback_New

X : 0 m
Z : -7.5 m
Lunghezza bulbo : 13 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 1.7 m
Precarico : 330 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 4 strands

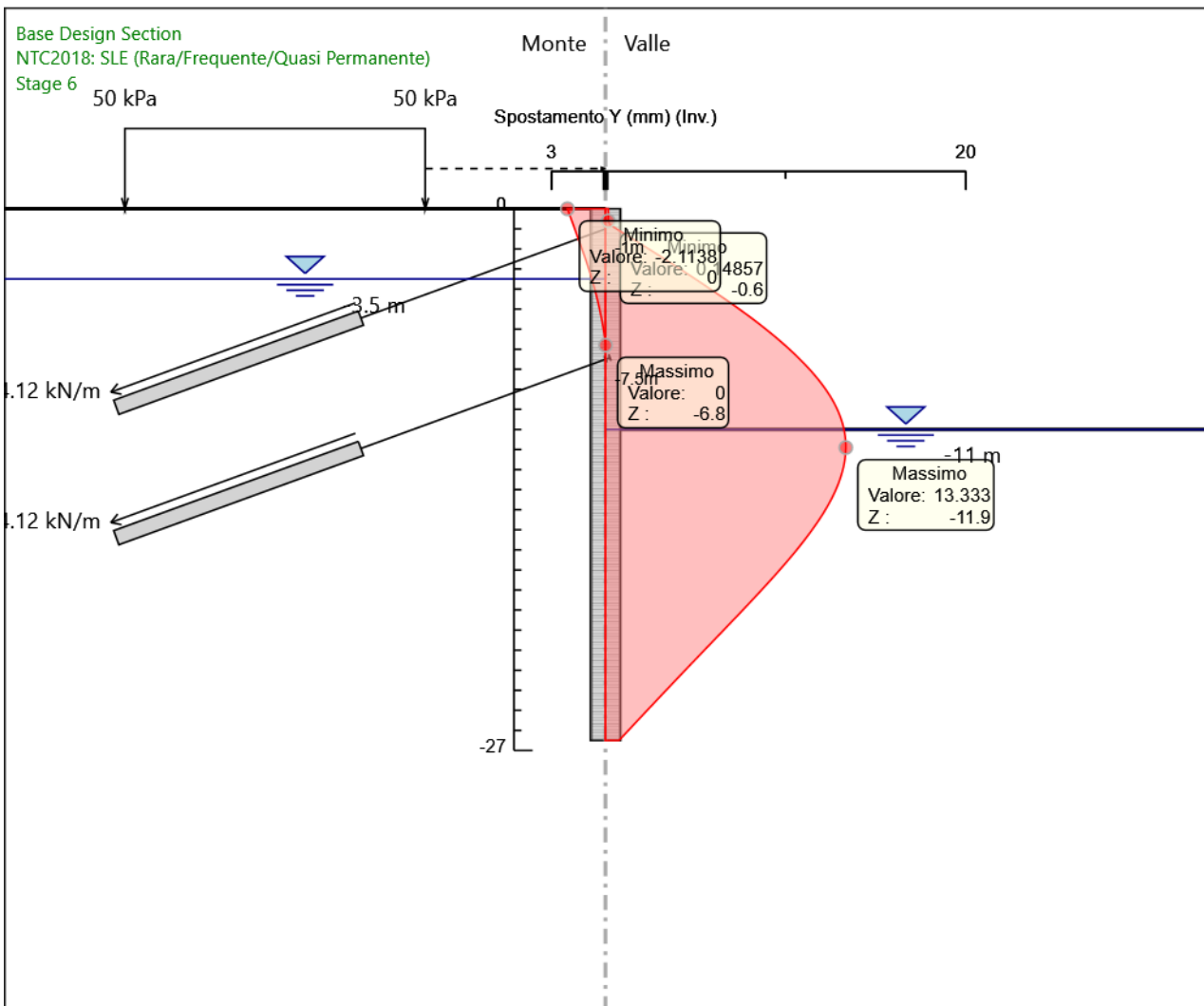
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 4
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000556 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel
HE 240B
Materiale : S275

8.1.6 Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

8.1.6.1 Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

8.1.6.2 *Tabella Inviluppi Momento WallElement*

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: WallElement	
	Inviluppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.632	0
-0.4	2.577	0
-0.6	5.883	0
-0.8	10.598	0
-1	16.77	0
-1.2	2.193	49.273
-1.4	3.509	109.203
-1.6	5.265	169.81
-1.8	7.145	228.767
-2	8.969	286.024
-2.2	10.662	342.017
-2.4	12.218	396.718
-2.6	13.634	450.091
-2.8	14.908	502.102
-3	16.041	552.717
-3.2	17.035	601.9
-3.4	17.892	649.618
-3.6	18.615	695.834
-3.8	19.209	740.489
-4	19.68	783.498
-4.2	20.032	824.776
-4.4	20.271	864.239
-4.6	20.401	901.8
-4.8	20.427	937.376
-5	20.351	970.88
-5.2	20.111	1001.924
-5.4	19.709	1030.417
-5.6	19.147	1056.265
-5.8	18.438	1081.212
-6	17.598	1113.778
-6.2	16.652	1144.324
-6.4	15.613	1172.735
-6.6	14.528	1198.897
-6.8	13.463	1222.689
-7	12.354	1244
-7.2	11.211	1262.716
-7.4	10.045	1278.719
-7.5	9.456	1285.661
-7.7	8.269	1349.334
-7.9	7.075	1410.648
-8.1	5.884	1469.055
-8.3	4.699	1524.455
-8.5	3.525	1576.749
-8.7	2.369	1625.833
-8.9	1.234	1671.607
-9.1	0.123	1713.971
-9.3	0	1752.823
-9.5	0	1788.063
-9.7	0	1819.594
-9.9	0	1847.313
-10.1	0	1871.122
-10.3	0	1890.921
-10.5	0	1906.614
-10.7	0	1918.098
-10.9	0	1925.276
-11.1	0	1928.049
-11.3	0	1926.998
-11.5	0	1922.266
-11.7	0	1913.998
-11.9	0	1902.338
-12.1	0	1887.43
-12.3	0	1869.421
-12.5	0	1848.452

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.7	0	1824.67
-12.9	0	1798.222
-13.1	0	1769.251
-13.3	0	1737.902
-13.5	0	1704.321
-13.7	0	1668.653
-13.9	0	1631.042
-14.1	0	1591.638
-14.3	0	1550.59
-14.5	0	1508.05
-14.7	0	1464.169
-14.9	0	1419.096
-15.1	0	1372.983
-15.3	1.394	1325.98
-15.5	3.304	1278.239
-15.7	5.133	1229.909
-15.9	6.894	1181.141
-16.1	8.6	1132.085
-16.3	10.073	1082.507
-16.5	11.331	1032.544
-16.7	12.388	982.334
-16.9	22.035	932.019
-17.1	35.679	881.735
-17.3	48.647	831.622
-17.5	60.927	781.818
-17.7	72.507	732.46
-17.9	83.375	683.688
-18.1	93.517	635.64
-18.3	102.921	588.454
-18.5	111.575	542.269
-18.7	119.464	497.223
-18.9	126.575	453.454
-19.1	132.896	411.101
-19.3	138.412	370.301
-19.5	143.108	331.191
-19.7	146.971	293.913
-19.9	149.985	258.603
-20.1	152.136	225.4
-20.3	153.408	194.44
-20.5	153.785	165.864
-20.7	153.251	139.634
-20.9	151.791	115.666
-21.1	149.389	93.87
-21.3	146.107	74.162
-21.5	155.803	56.452
-21.7	165.792	40.656
-21.9	173.36	26.684
-22.1	178.634	14.449
-22.3	181.742	3.865
-22.5	182.81	0
-22.7	181.965	0
-22.9	179.332	0
-23.1	175.036	0
-23.3	169.205	0
-23.5	161.962	0
-23.7	153.433	0
-23.9	143.742	0
-24.1	133.014	0
-24.3	121.372	0
-24.5	108.942	0
-24.7	95.925	0
-24.9	82.561	0
-25.1	69.017	0
-25.3	55.418	0
-25.5	41.888	0
-25.7	28.833	0
-25.9	17.261	0

Selected Design Assumptions	Involupi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-26.1	8.171	0
-26.3	2.203	0
-26.5	0	0

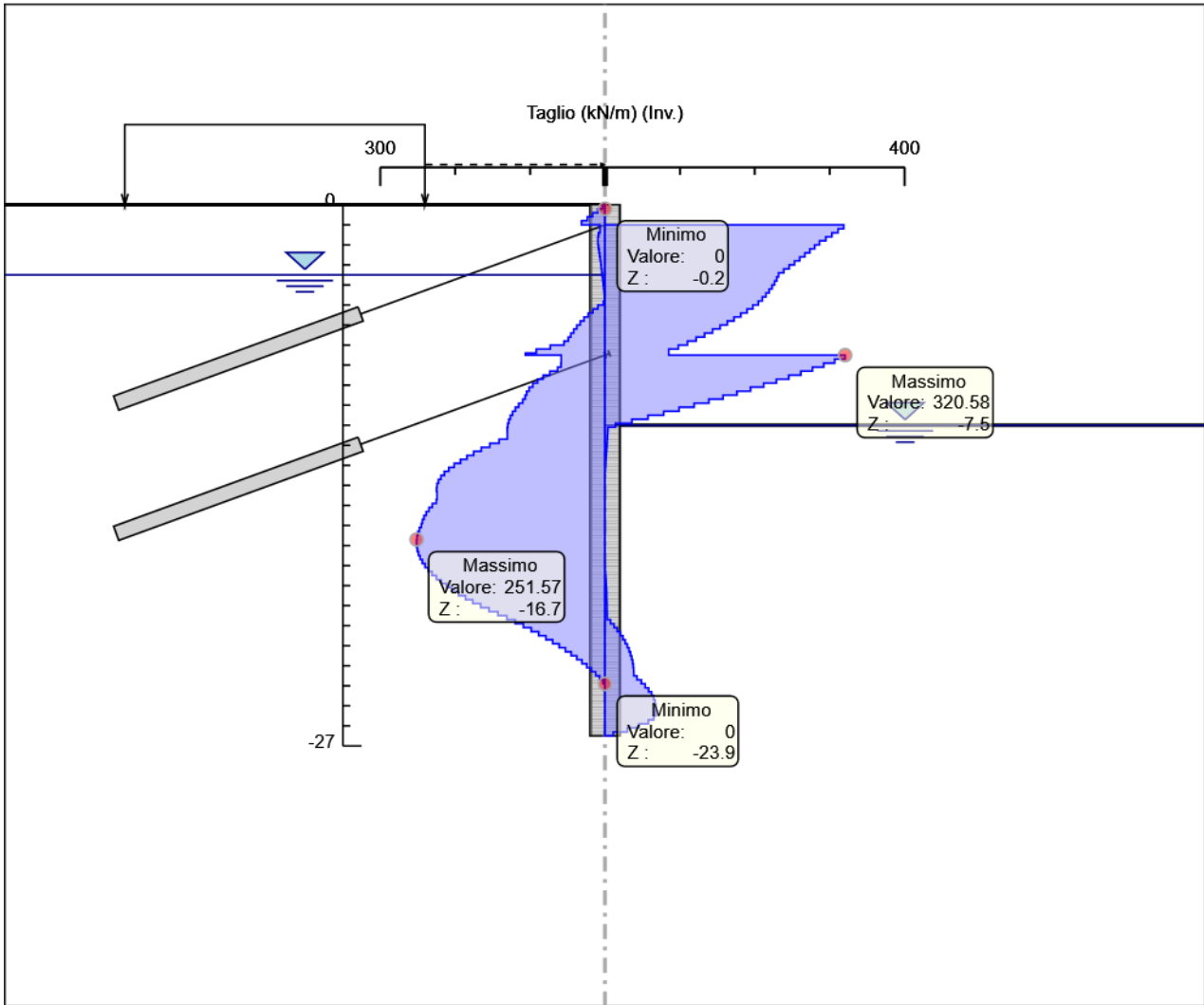
8.1.6.4 *Tabella Inviluppi Taglio WallElement*

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	3.161	0
-0.2	9.725	0
-0.4	16.529	0
-0.6	23.575	0
-0.8	31.379	0
-1	31.379	318.818
-1.2	6.581	318.818
-1.4	8.776	311.048
-1.6	9.552	303.037
-1.8	9.558	294.783
-2	9.558	286.288
-2.2	8.764	279.965
-2.4	7.958	273.502
-2.6	7.158	266.866
-2.8	6.37	260.057
-3	5.665	253.074
-3.2	4.968	245.917
-3.4	4.285	238.586
-3.6	3.617	231.78
-3.8	2.971	229.366
-4	2.353	226.47
-4.2	1.762	223.09
-4.4	1.195	219.224
-4.6	0.651	214.872
-4.8	1.914	210.032
-5	9.427	204.706
-5.2	16.238	197.421
-5.4	22.387	189.602
-5.6	27.958	181.247
-5.8	33.018	172.353
-6	37.643	163.319
-6.2	41.819	153.739
-6.4	45.574	143.605
-6.6	48.983	132.954
-6.8	54.809	121.764
-7	72.972	110.062
-7.2	91.8	97.85
-7.4	106.394	85.106
-7.5	106.394	320.575
-7.7	58.441	320.575
-7.9	58.694	306.568
-8.1	63.311	292.036
-8.3	73.662	277.003
-8.5	82.641	261.47
-8.7	90.225	245.418
-8.9	96.414	228.868
-9.1	101.225	211.821
-9.3	104.639	194.26
-9.5	106.655	176.204
-9.7	109.906	157.654
-9.9	115.165	138.594
-10.1	119.653	119.042
-10.3	123.371	98.997
-10.5	126.332	78.462
-10.7	128.521	57.42
-10.9	129.937	35.889
-11.1	130.593	13.869
-11.3	130.593	3.8
-11.5	130.476	3.512
-11.7	141.529	3.22
-11.9	153.901	2.899
-12.1	165.181	2.572
-12.3	175.358	2.239
-12.5	184.398	1.874

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio Muro: WallElement	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.7	192.898	1.501
-12.9	201.387	1.117
-13.1	208.586	0.738
-13.3	214.48	0.377
-13.5	219.07	0.006
-13.7	222.368	0
-13.9	224.347	0
-14.1	224.998	0
-14.3	224.998	0
-14.5	224.318	0
-14.7	225.363	0
-14.9	230.564	0
-15.1	235.013	0
-15.3	238.708	0
-15.5	241.65	0
-15.7	243.84	0
-15.9	245.278	0
-16.1	247.892	0
-16.3	249.813	0
-16.5	251.04	0
-16.7	251.575	0
-16.9	251.575	0
-17.1	251.417	0
-17.3	250.566	0
-17.5	249.023	0
-17.7	246.787	0
-17.9	243.86	0
-18.1	240.24	0.261
-18.3	235.929	0.691
-18.5	230.926	1.072
-18.7	225.231	1.407
-18.9	218.845	1.701
-19.1	211.768	1.954
-19.3	203.999	2.17
-19.5	195.54	2.352
-19.7	186.39	2.503
-19.9	176.549	2.624
-20.1	166.017	2.718
-20.3	154.795	2.788
-20.5	142.883	2.835
-20.7	131.147	7.302
-20.9	119.845	12.012
-21.1	108.976	16.406
-21.3	98.543	20.369
-21.5	88.546	23.91
-21.7	78.984	27.041
-21.9	69.859	29.772
-22.1	61.171	32.112
-22.3	52.92	34.071
-22.5	45.105	35.656
-22.7	37.727	36.877
-22.9	30.786	37.74
-23.1	24.282	38.254
-23.3	18.213	38.424
-23.5	12.581	42.646
-23.7	7.384	48.455
-23.9	2.622	53.641
-24.1	0	58.207
-24.3	0	62.152
-24.5	0	65.082
-24.7	0	66.818
-24.9	0	67.72
-25.1	0	67.997
-25.3	0	67.997
-25.5	0	67.649
-25.7	0	65.277
-25.9	0	57.856

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-26.1	0	45.453
-26.3	0	29.839
-26.5	0	11.016

8.1.6.5 Grafico Involuppi Taglio



Taglio

8.1.6.6 *Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva*

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 0	Left Wall	LEFT	17.24
NTC2018: SISMICA STR	Stage 8	Left Wall	RIGHT	82.57

8.1.6.7 *Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva*

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 6 Left Wall		LEFT		100.57
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 0 Left Wall		RIGHT		141.12

8.1.7 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

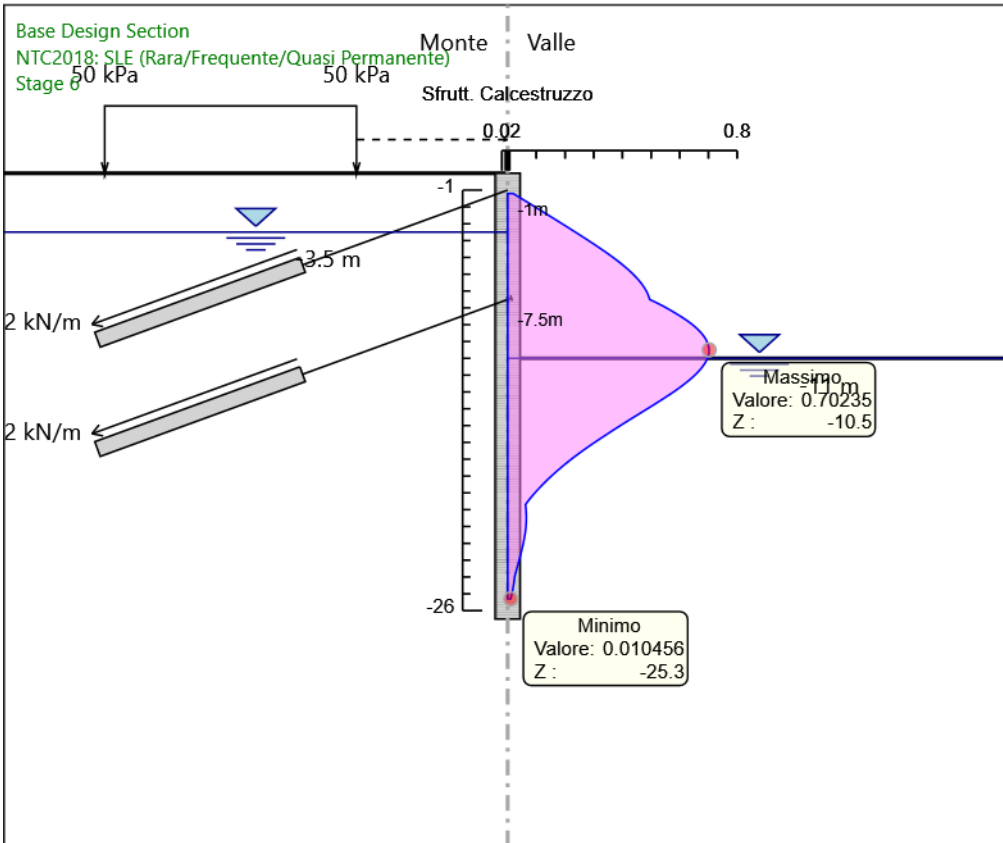
8.1.7.2 *Risultati Caver*

8.1.7.2.1 *Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT*

Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
-1.2		0.018
-1.4		0.038
-1.6		0.057
-1.8		0.076
-2		0.095
-2.2		0.114
-2.4		0.133
-2.6		0.152
-2.8		0.171
-3		0.19
-3.2		0.208
-3.4		0.227
-3.6		0.245
-3.8		0.264
-4		0.282
-4.2		0.3
-4.4		0.317
-4.6		0.334
-4.8		0.351
-5		0.367
-5.2		0.383
-5.4		0.398
-5.6		0.412
-5.8		0.425
-6		0.437
-6.2		0.449
-6.4		0.459
-6.6		0.468
-6.8		0.477
-7		0.483
-7.2		0.489
-7.4		0.493
-7.5		0.495
-7.7		0.519
-7.9		0.542
-8.1		0.564
-8.3		0.584
-8.5		0.603
-8.7		0.621
-8.9		0.637
-9.1		0.651
-9.3		0.664
-9.5		0.675
-9.7		0.685
-9.9		0.692
-10.1		0.697
-10.3		0.701
-10.5		0.702
-10.7		0.702
-10.9		0.699
-11.1		0.694
-11.3		0.688
-11.5		0.679
-11.7		0.67
-11.9		0.659
-12.1		0.646
-12.3		0.633
-12.5		0.618
-12.7		0.603
-12.9		0.586
-13.1		0.569
-13.3		0.552

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-13.5	0.534
-13.7	0.515
-13.9	0.496
-14.1	0.477
-14.3	0.458
-14.5	0.439
-14.7	0.421
-14.9	0.402
-15.1	0.384
-15.3	0.365
-15.5	0.347
-15.7	0.329
-15.9	0.312
-16.1	0.294
-16.3	0.277
-16.5	0.261
-16.7	0.245
-16.9	0.229
-17.1	0.214
-17.3	0.2
-17.5	0.186
-17.7	0.172
-17.9	0.159
-18.1	0.146
-18.3	0.134
-18.5	0.122
-18.7	0.111
-18.9	0.1
-19.1	0.09
-19.3	0.08
-19.5	0.07
-19.7	0.062
-19.9	0.063
-20.1	0.064
-20.3	0.065
-20.5	0.065
-20.7	0.065
-20.9	0.064
-21.1	0.063
-21.3	0.062
-21.5	0.06
-21.7	0.058
-21.9	0.056
-22.1	0.053
-22.3	0.05
-22.5	0.048
-22.7	0.045
-22.9	0.041
-23.1	0.038
-23.3	0.035
-23.5	0.032
-23.7	0.029
-23.9	0.025
-24.1	0.023
-24.3	0.022
-24.5	0.02
-24.7	0.018
-24.9	0.016
-25.1	0.013
-25.3	0.01

8.1.7.2.2 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



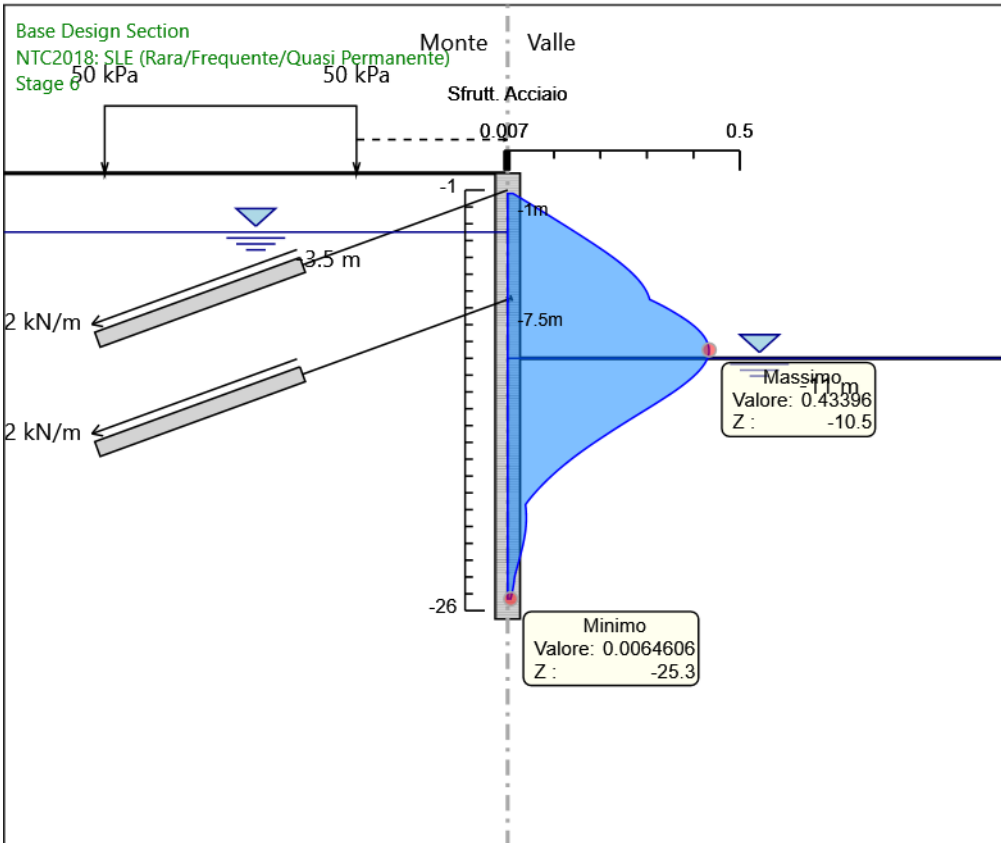
Involuppi
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

8.1.7.2.3 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-1.2	0.011
-1.4	0.023
-1.6	0.035
-1.8	0.047
-2	0.059
-2.2	0.071
-2.4	0.082
-2.6	0.094
-2.8	0.106
-3	0.117
-3.2	0.129
-3.4	0.14
-3.6	0.152
-3.8	0.163
-4	0.174
-4.2	0.185
-4.4	0.196
-4.6	0.207
-4.8	0.217
-5	0.227
-5.2	0.237
-5.4	0.246
-5.6	0.254
-5.8	0.263
-6	0.27
-6.2	0.277
-6.4	0.284
-6.6	0.289
-6.8	0.294
-7	0.299
-7.2	0.302
-7.4	0.305
-7.5	0.306
-7.7	0.321
-7.9	0.335
-8.1	0.348
-8.3	0.361
-8.5	0.372
-8.7	0.383
-8.9	0.393
-9.1	0.402
-9.3	0.41
-9.5	0.417
-9.7	0.423
-9.9	0.428
-10.1	0.431
-10.3	0.433
-10.5	0.434
-10.7	0.434
-10.9	0.432
-11.1	0.429
-11.3	0.425
-11.5	0.42
-11.7	0.414
-11.9	0.407
-12.1	0.399
-12.3	0.391
-12.5	0.382
-12.7	0.372
-12.9	0.362
-13.1	0.352
-13.3	0.341
-13.5	0.33
-13.7	0.318

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-13.9	0.307
-14.1	0.295
-14.3	0.283
-14.5	0.272
-14.7	0.26
-14.9	0.248
-15.1	0.237
-15.3	0.226
-15.5	0.215
-15.7	0.203
-15.9	0.193
-16.1	0.182
-16.3	0.171
-16.5	0.161
-16.7	0.151
-16.9	0.142
-17.1	0.132
-17.3	0.123
-17.5	0.115
-17.7	0.106
-17.9	0.098
-18.1	0.09
-18.3	0.083
-18.5	0.075
-18.7	0.068
-18.9	0.062
-19.1	0.055
-19.3	0.049
-19.5	0.044
-19.7	0.038
-19.9	0.039
-20.1	0.04
-20.3	0.04
-20.5	0.04
-20.7	0.04
-20.9	0.04
-21.1	0.039
-21.3	0.038
-21.5	0.037
-21.7	0.036
-21.9	0.034
-22.1	0.033
-22.3	0.031
-22.5	0.029
-22.7	0.028
-22.9	0.026
-23.1	0.024
-23.3	0.022
-23.5	0.02
-23.7	0.018
-23.9	0.016
-24.1	0.014
-24.3	0.014
-24.5	0.013
-24.7	0.011
-24.9	0.01
-25.1	0.008
-25.3	0.006

8.1.7.2.4 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover



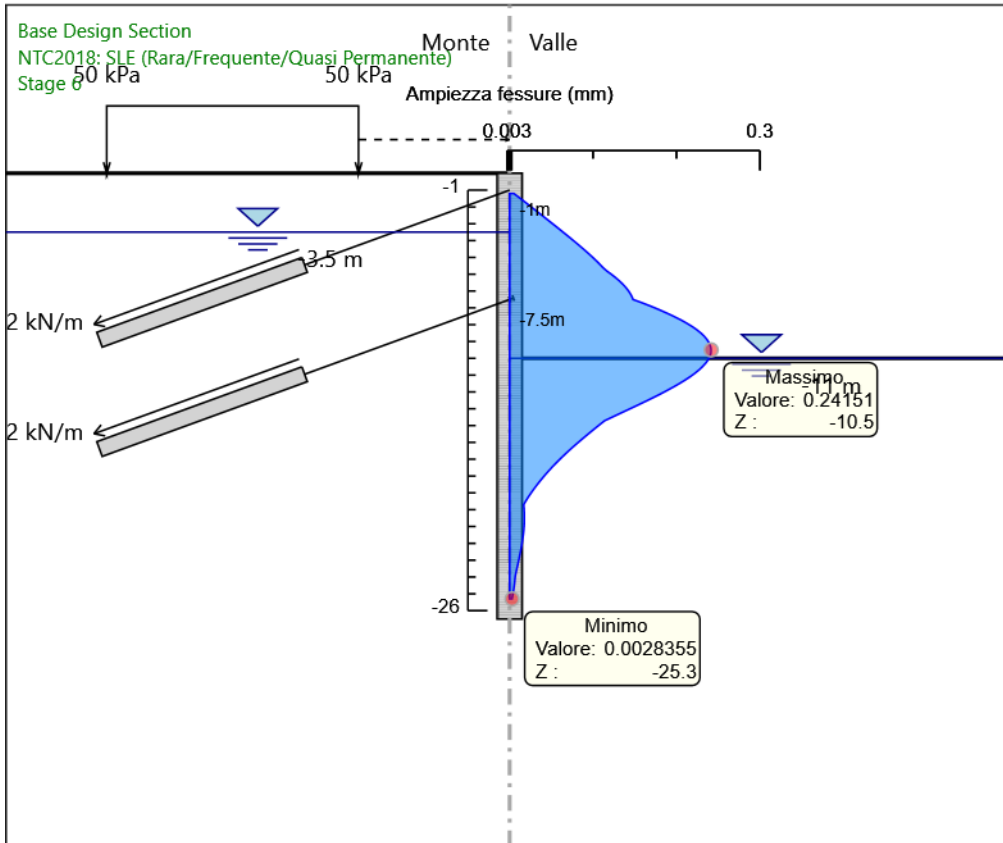
Involuppi
Tasso di Sfruttamento Armature - Cover

8.1.7.2.5 Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Apertura Fessure - Caver (mm)
-1.2	0.005
-1.4	0.01
-1.6	0.016
-1.8	0.021
-2	0.026
-2.2	0.031
-2.4	0.036
-2.6	0.041
-2.8	0.046
-3	0.051
-3.2	0.057
-3.4	0.062
-3.6	0.067
-3.8	0.072
-4	0.076
-4.2	0.081
-4.4	0.086
-4.6	0.091
-4.8	0.095
-5	0.1
-5.2	0.104
-5.4	0.108
-5.6	0.112
-5.8	0.116
-6	0.122
-6.2	0.127
-6.4	0.132
-6.6	0.136
-6.8	0.139
-7	0.143
-7.2	0.145
-7.4	0.147
-7.5	0.148
-7.7	0.159
-7.9	0.169
-8.1	0.179
-8.3	0.188
-8.5	0.196
-8.7	0.205
-8.9	0.212
-9.1	0.218
-9.3	0.224
-9.5	0.229
-9.7	0.233
-9.9	0.237
-10.1	0.239
-10.3	0.241
-10.5	0.242
-10.7	0.241
-10.9	0.24
-11.1	0.238
-11.3	0.235
-11.5	0.231
-11.7	0.227
-11.9	0.222
-12.1	0.216
-12.3	0.21
-12.5	0.203
-12.7	0.196
-12.9	0.189
-13.1	0.181
-13.3	0.173
-13.5	0.165
-13.7	0.157

Z (m)	LEFT Apertura Fessure - Caver (mm)
-13.9	0.148
-14.1	0.14
-14.3	0.131
-14.5	0.123
-14.7	0.114
-14.9	0.109
-15.1	0.104
-15.3	0.099
-15.5	0.094
-15.7	0.089
-15.9	0.085
-16.1	0.08
-16.3	0.075
-16.5	0.071
-16.7	0.066
-16.9	0.062
-17.1	0.058
-17.3	0.054
-17.5	0.05
-17.7	0.047
-17.9	0.043
-18.1	0.04
-18.3	0.036
-18.5	0.033
-18.7	0.03
-18.9	0.027
-19.1	0.024
-19.3	0.022
-19.5	0.019
-19.7	0.017
-19.9	0.017
-20.1	0.017
-20.3	0.018
-20.5	0.018
-20.7	0.018
-20.9	0.017
-21.1	0.017
-21.3	0.017
-21.5	0.016
-21.7	0.016
-21.9	0.015
-22.1	0.014
-22.3	0.014
-22.5	0.013
-22.7	0.012
-22.9	0.011
-23.1	0.01
-23.3	0.01
-23.5	0.009
-23.7	0.008
-23.9	0.007
-24.1	0.006
-24.3	0.006
-24.5	0.006
-24.7	0.005
-24.9	0.004
-25.1	0.004
-25.3	0.003

8.1.7.2.6 Grafico Involuppi Apertura Fessure - Caver



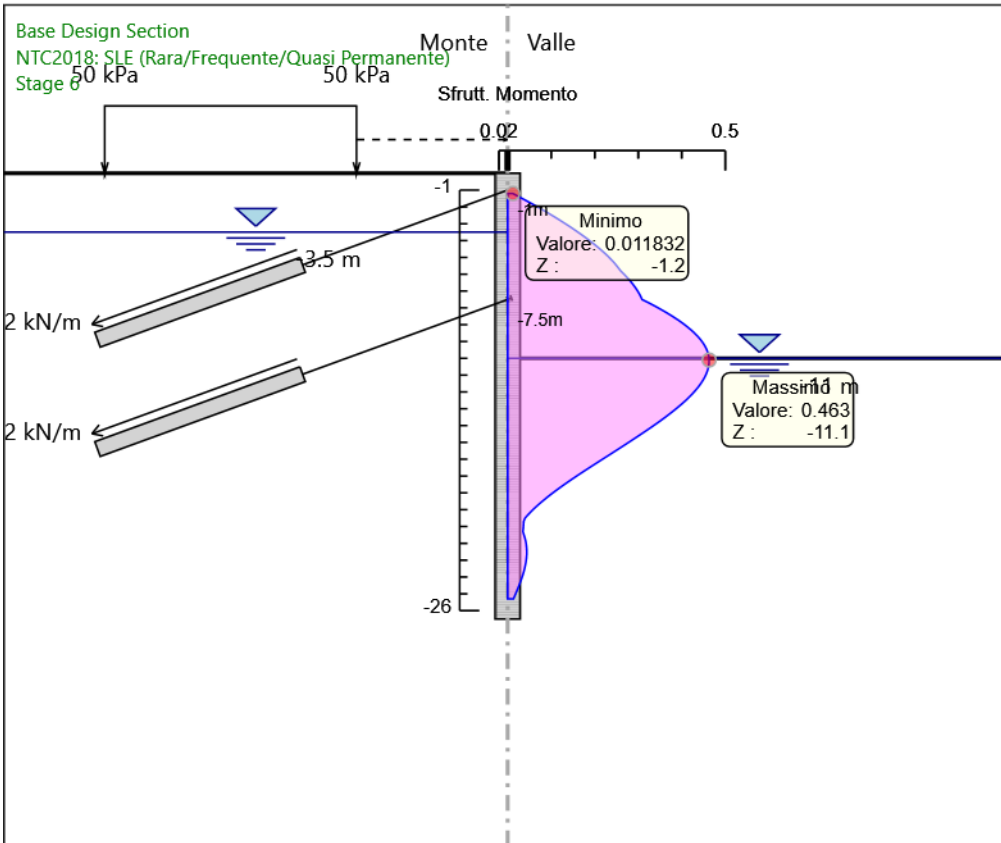
Involuppi
Apertura Fessure - Caver

8.1.7.2.7 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-1.2	0.012
-1.4	0.026
-1.6	0.041
-1.8	0.055
-2	0.069
-2.2	0.082
-2.4	0.095
-2.6	0.108
-2.8	0.121
-3	0.133
-3.2	0.145
-3.4	0.156
-3.6	0.167
-3.8	0.178
-4	0.188
-4.2	0.198
-4.4	0.208
-4.6	0.217
-4.8	0.225
-5	0.233
-5.2	0.241
-5.4	0.247
-5.6	0.254
-5.8	0.26
-6	0.267
-6.2	0.275
-6.4	0.282
-6.6	0.288
-6.8	0.294
-7	0.299
-7.2	0.303
-7.4	0.307
-7.5	0.309
-7.7	0.324
-7.9	0.339
-8.1	0.353
-8.3	0.366
-8.5	0.379
-8.7	0.39
-8.9	0.401
-9.1	0.412
-9.3	0.421
-9.5	0.429
-9.7	0.437
-9.9	0.444
-10.1	0.449
-10.3	0.454
-10.5	0.458
-10.7	0.461
-10.9	0.462
-11.1	0.463
-11.3	0.463
-11.5	0.462
-11.7	0.46
-11.9	0.457
-12.1	0.453
-12.3	0.449
-12.5	0.444
-12.7	0.438
-12.9	0.432
-13.1	0.425
-13.3	0.417
-13.5	0.409
-13.7	0.401

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-13.9	0.392
-14.1	0.382
-14.3	0.372
-14.5	0.362
-14.7	0.352
-14.9	0.341
-15.1	0.33
-15.3	0.318
-15.5	0.307
-15.7	0.295
-15.9	0.284
-16.1	0.272
-16.3	0.26
-16.5	0.248
-16.7	0.236
-16.9	0.224
-17.1	0.212
-17.3	0.2
-17.5	0.188
-17.7	0.176
-17.9	0.164
-18.1	0.153
-18.3	0.141
-18.5	0.13
-18.7	0.119
-18.9	0.109
-19.1	0.099
-19.3	0.089
-19.5	0.08
-19.7	0.071
-19.9	0.062
-20.1	0.054
-20.3	0.047
-20.5	0.04
-20.7	0.037
-20.9	0.036
-21.1	0.036
-21.3	0.035
-21.5	0.037
-21.7	0.04
-21.9	0.042
-22.1	0.043
-22.3	0.044
-22.5	0.044
-22.7	0.044
-22.9	0.043
-23.1	0.042
-23.3	0.041
-23.5	0.039
-23.7	0.037
-23.9	0.035
-24.1	0.032
-24.3	0.029
-24.5	0.026
-24.7	0.023
-24.9	0.02
-25.1	0.017
-25.3	0.013

8.1.7.2.8 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver



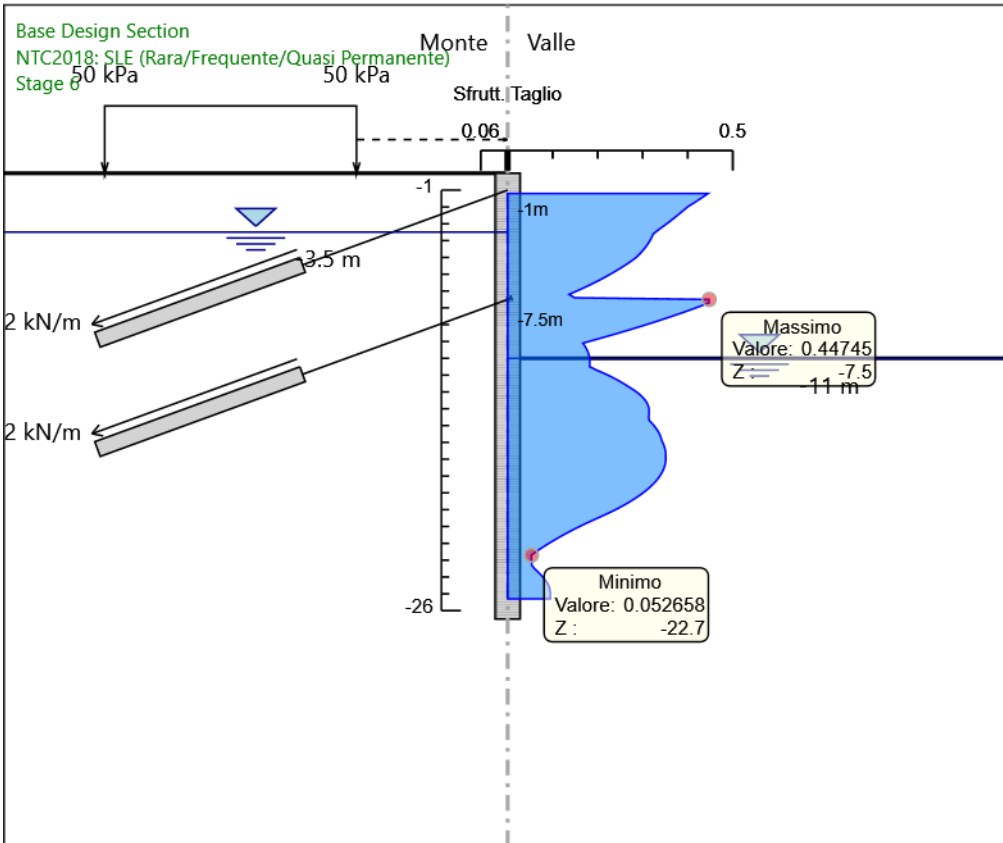
Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver

8.1.7.2.9 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-1.2	0.445
-1.4	0.434
-1.6	0.423
-1.8	0.411
-2	0.4
-2.2	0.391
-2.4	0.382
-2.6	0.372
-2.8	0.363
-3	0.353
-3.2	0.343
-3.4	0.333
-3.6	0.324
-3.8	0.32
-4	0.316
-4.2	0.311
-4.4	0.306
-4.6	0.3
-4.8	0.293
-5	0.286
-5.2	0.276
-5.4	0.265
-5.6	0.253
-5.8	0.241
-6	0.228
-6.2	0.215
-6.4	0.2
-6.6	0.186
-6.8	0.17
-7	0.154
-7.2	0.137
-7.4	0.148
-7.5	0.447
-7.7	0.447
-7.9	0.428
-8.1	0.408
-8.3	0.387
-8.5	0.365
-8.7	0.343
-8.9	0.319
-9.1	0.296
-9.3	0.271
-9.5	0.246
-9.7	0.22
-9.9	0.193
-10.1	0.167
-10.3	0.172
-10.5	0.176
-10.7	0.179
-10.9	0.181
-11.1	0.182
-11.3	0.182
-11.5	0.182
-11.7	0.198
-11.9	0.215
-12.1	0.231
-12.3	0.245
-12.5	0.257
-12.7	0.269
-12.9	0.281
-13.1	0.291
-13.3	0.299
-13.5	0.306
-13.7	0.31

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-13.9	0.313
-14.1	0.314
-14.3	0.314
-14.5	0.313
-14.7	0.315
-14.9	0.322
-15.1	0.328
-15.3	0.333
-15.5	0.337
-15.7	0.34
-15.9	0.342
-16.1	0.346
-16.3	0.349
-16.5	0.35
-16.7	0.351
-16.9	0.351
-17.1	0.351
-17.3	0.35
-17.5	0.348
-17.7	0.344
-17.9	0.34
-18.1	0.335
-18.3	0.329
-18.5	0.322
-18.7	0.314
-18.9	0.305
-19.1	0.296
-19.3	0.285
-19.5	0.273
-19.7	0.26
-19.9	0.246
-20.1	0.232
-20.3	0.216
-20.5	0.199
-20.7	0.183
-20.9	0.167
-21.1	0.152
-21.3	0.138
-21.5	0.124
-21.7	0.11
-21.9	0.098
-22.1	0.085
-22.3	0.074
-22.5	0.063
-22.7	0.053
-22.9	0.053
-23.1	0.053
-23.3	0.054
-23.5	0.06
-23.7	0.068
-23.9	0.075
-24.1	0.081
-24.3	0.087
-24.5	0.091
-24.7	0.093
-24.9	0.095
-25.1	0.095
-25.3	0.095

8.1.7.2.10 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	329.97	2144.137	807.409	0.154	0.409		NO
Tieback	Stage 4	334.256	2144.137	807.409	0.156	0.414		NO
Tieback	Stage 5	332.555	2144.137	807.409	0.155	0.412		NO
Tieback	Stage 6	340.142	2144.137	807.409	0.159	0.421		NO
Tieback	Stage 7	340.953	2144.137	807.409	0.159	0.422		NO
Tieback	Stage 8	340.953	2144.137	807.409	0.159	0.422		NO
Tieback_New	Stage 5	329.97	2144.137	807.409	0.154	0.409		NO
Tieback_New	Stage 6	365.452	2144.137	807.409	0.17	0.453		NO
Tieback_New	Stage 7	364.447	2144.137	807.409	0.17	0.451		NO
Tieback_New	Stage 8	364.447	2144.137	807.409	0.17	0.451		NO

8.1.7.2.12 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
Tieback	Stage 3	428.961	992.656	807.409	0.432	0.531		NO
Tieback	Stage 4	434.533	992.656	807.409	0.438	0.538		NO
Tieback	Stage 5	432.321	992.656	807.409	0.436	0.535		NO
Tieback	Stage 6	442.185	992.656	807.409	0.445	0.548		NO
Tieback	Stage 7	443.238	992.656	807.409	0.447	0.549		NO
Tieback	Stage 8	443.238	992.656	807.409	0.447	0.549		NO
Tieback_New	Stage 5	428.961	992.656	807.409	0.432	0.531		NO
Tieback_New	Stage 6	475.088	992.656	807.409	0.479	0.588		NO
Tieback_New	Stage 7	473.782	992.656	807.409	0.477	0.587		NO
Tieback_New	Stage 8	473.782	992.656	807.409	0.477	0.587		NO

8.1.7.2.13 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
Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
Tieback	Stage 4	355.384	992.656	807.409	0.358	0.44		NO
Tieback	Stage 5	353.399	992.656	807.409	0.356	0.438		NO
Tieback	Stage 6	463.2	992.656	807.409	0.467	0.574		NO
Tieback	Stage 7	464.327	992.656	807.409	0.468	0.575		NO
Tieback	Stage 8	464.428	992.656	807.409	0.468	0.575		NO
Tieback_New	Stage 5	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
Tieback_New	Stage 6	462.287	992.656	807.409	0.466	0.573		NO
Tieback_New	Stage 7	461.26	992.656	807.409	0.465	0.571		NO
Tieback_New	Stage 8	461.29	992.656	807.409	0.465	0.571		NO

8.1.7.2.14 Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage	NTC2018 (ITA)						
			Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
	Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
	Tieback	Stage 4	334.256	992.656	807.409	0.337	0.414		NO
	Tieback	Stage 5	332.555	992.656	807.409	0.335	0.412		NO
	Tieback	Stage 6	340.142	992.656	807.409	0.343	0.421		NO
	Tieback	Stage 7	340.953	992.656	807.409	0.343	0.422		NO
	Tieback	Stage 8	646.224	992.656	807.409	0.651	0.8		NO
	Tieback_New	Stage 5	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
	Tieback_New	Stage 6	365.452	992.656	807.409	0.368	0.453		NO
	Tieback_New	Stage 7	364.447	992.656	807.409	0.367	0.451		NO
	Tieback_New	Stage 8	604.961	992.656	807.409	0.609	0.749		NO

8.1.7.2.15 Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
					(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
Tieback	Stage 4	334.256	992.656	807.409	0.337	0.414		NO
Tieback	Stage 5	332.555	992.656	807.409	0.335	0.412		NO
Tieback	Stage 6	340.142	992.656	807.409	0.343	0.421		NO
Tieback	Stage 7	340.953	992.656	807.409	0.343	0.422		NO
Tieback	Stage 8	646.224	992.656	807.409	0.651	0.8		NO
Tieback_New	Stage 5	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
Tieback_New	Stage 6	365.452	992.656	807.409	0.368	0.453		NO
Tieback_New	Stage 7	364.447	992.656	807.409	0.367	0.451		NO
Tieback_New	Stage 8	604.961	992.656	807.409	0.609	0.749		NO

8.1.7.2.16 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

8.1.7.2.17 Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Tipo Risultato: Verifiche Travi di									
Nominal	Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback_New	HE	S275	Stage	194.1	0	0	0	0
		240B		5					
Default Waler	Tieback_New	HE	S275	Stage	214.972	0	0	0	0
		240B		6					
Default Waler	Tieback_New	HE	S275	Stage	214.381	0	0	0	0
		240B		7					
Default Waler	Tieback_New	HE	S275	Stage	355.86	0	0	0	0
		240B		8					

8.1.7.2.18 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	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 5	194.1	0	0.176	0.441	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 6	214.972	0	0.195	0.489	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 7	214.381	0	0.194	0.487	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 8	214.381	0	0.194	0.487	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)										
Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA) Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 5	252.33	0	0.229	0.574	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 6	279.463	0	0.256	0.635	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 7	278.695	0	0.255	0.634	0	
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 8	278.695	0	0.255	0.634	0	

8.1.7.2.20 Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)							
		Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 5	194.1	0	0.176	0.441	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 6	271.934	0	0.248	0.618	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 7	271.329	0	0.248	0.617	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 8	271.347	0	0.248	0.617	0

8.1.7.2.21 Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 5	194.1	0	0.176	0.441	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 6	214.972	0	0.195	0.489	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 7	214.381	0	0.194	0.487	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 8	355.86	0	0.341	0.809	0

8.1.7.2.22 Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 5	194.1	0	0.176	0.441	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 6	214.972	0	0.195	0.489	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 7	214.381	0	0.194	0.487	0
Default Waler	Tieback_New	HE 240B	S275	Stage 8	355.86	0	0.341	0.809	0

8.2 Tipologico 2

PARATIE plus™

Report di Calcolo

Nome Progetto: New Project

Autore: Ingegnere

Jobname: C:\Users\m.piccolo\Desktop\2400- AQ DG26-17 A90 SVINC TIBURTINA A24 (COMM 1504)\MARCO\MODELLI MARCO PARATIE\COMPLETI\MU16\mu16_1500_L25_h8_tiranti.pplus

Data: 24/06/2021 17:50:38

Design Section: Base Design Section

Sommario
Contenuto Sommario

8.2.1 Descrizione del Software

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

8.2.3 Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 26.5 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : 0 m

Barre 1

Numero di barre : 30

Diametro : 0.03 m

Distanza dal bordo : 0.089 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 26.5 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Pali D1500

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m⁴/m

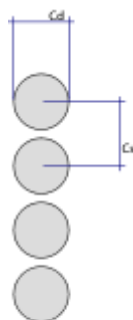
Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

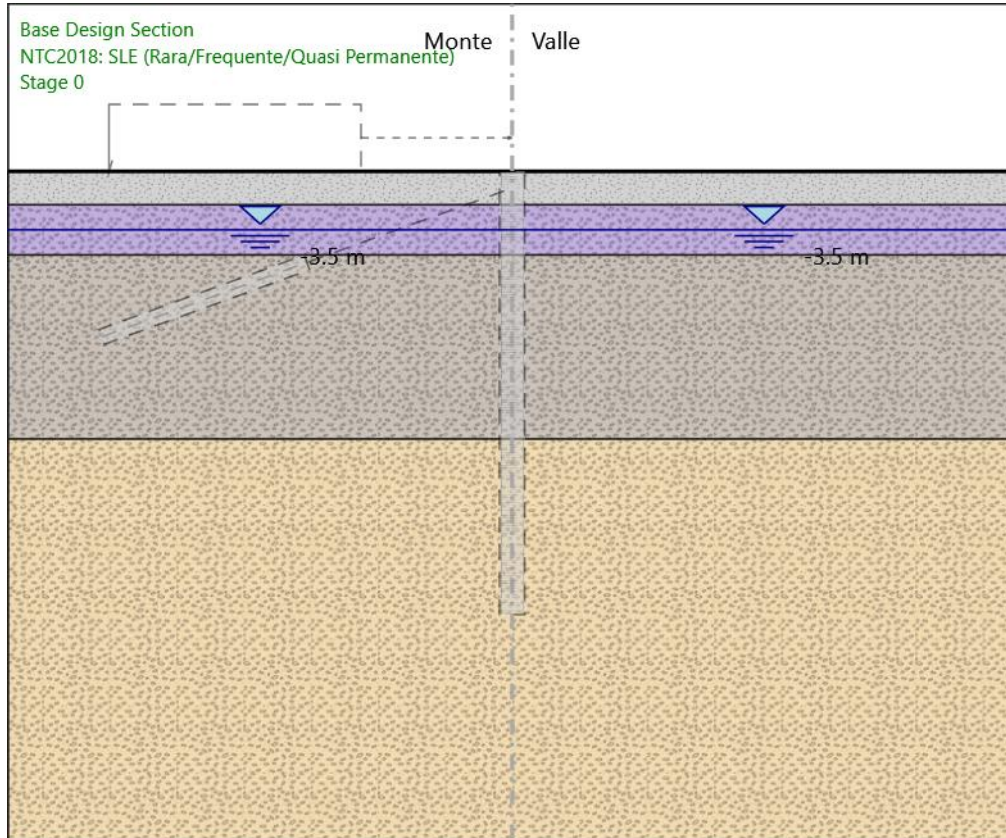
Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1



8.2.4 Fasi di Calcolo

8.2.4.1 Stage 0



Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

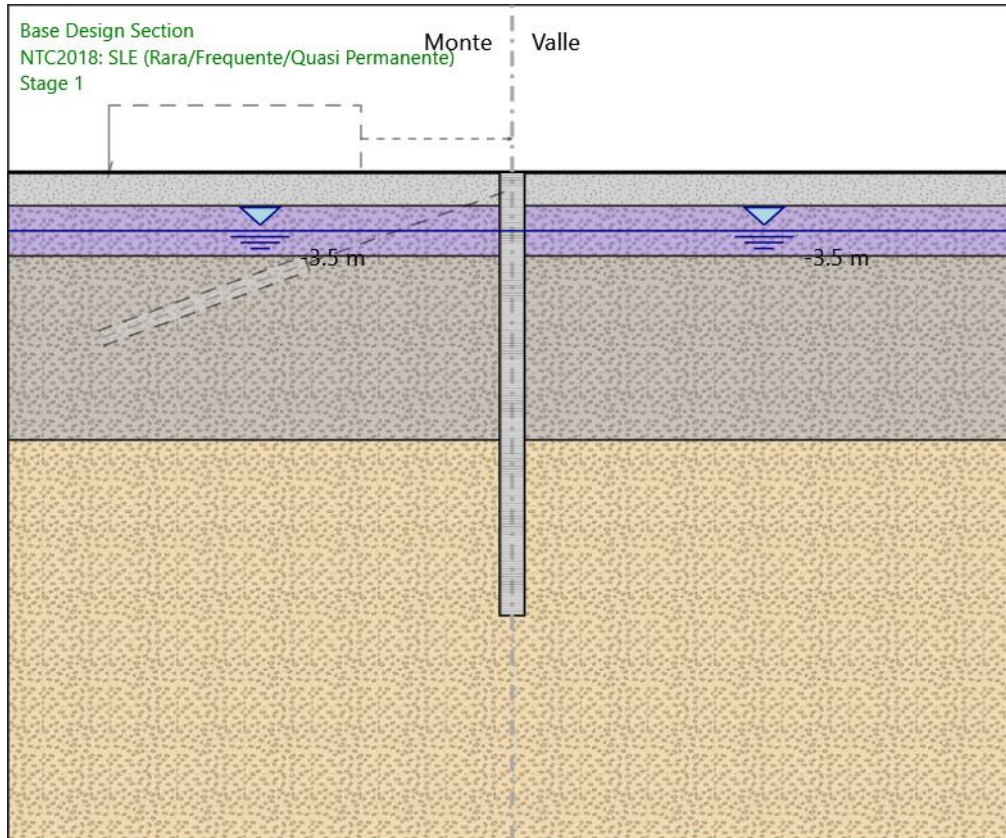
0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

8.2.4.2 Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

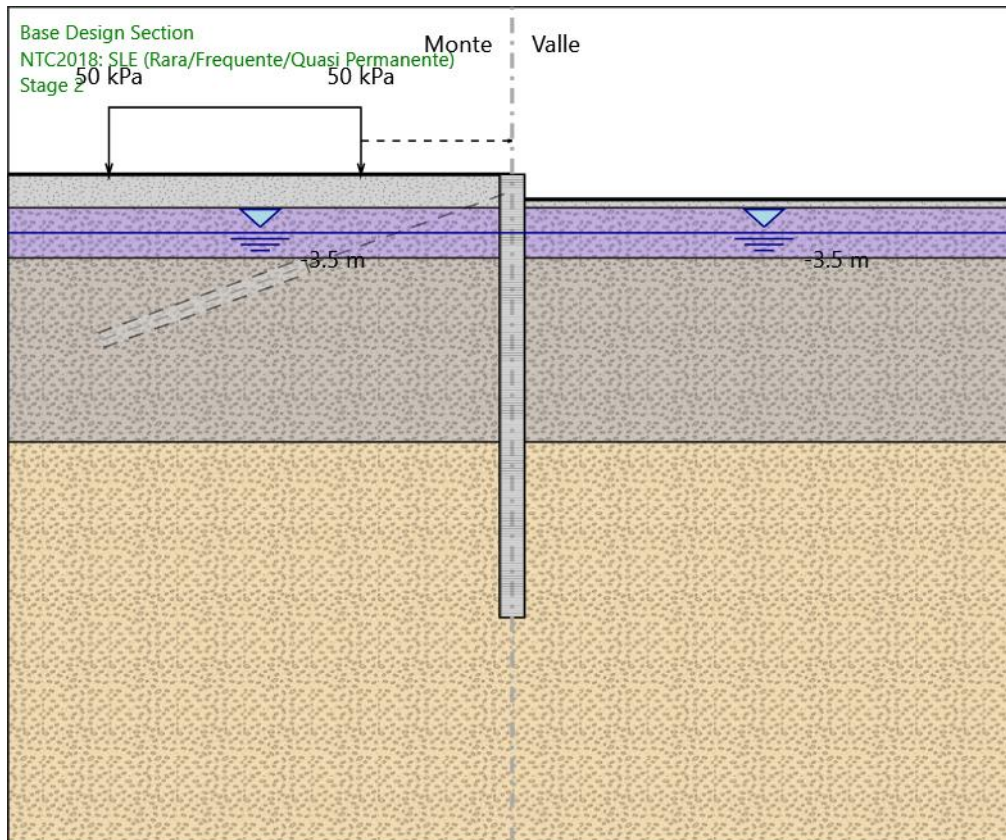
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

8.2.4.3 Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m

X finale : -9 m

Pressione iniziale : 50 kPa

Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

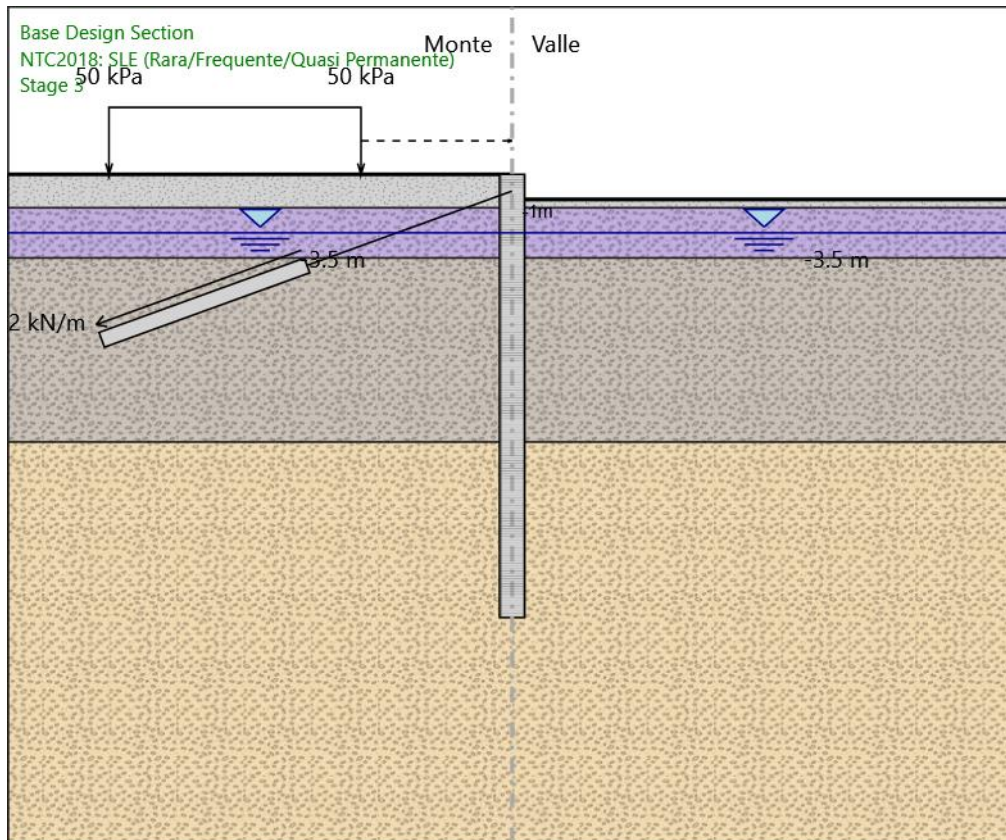
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

8.2.4.4 Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

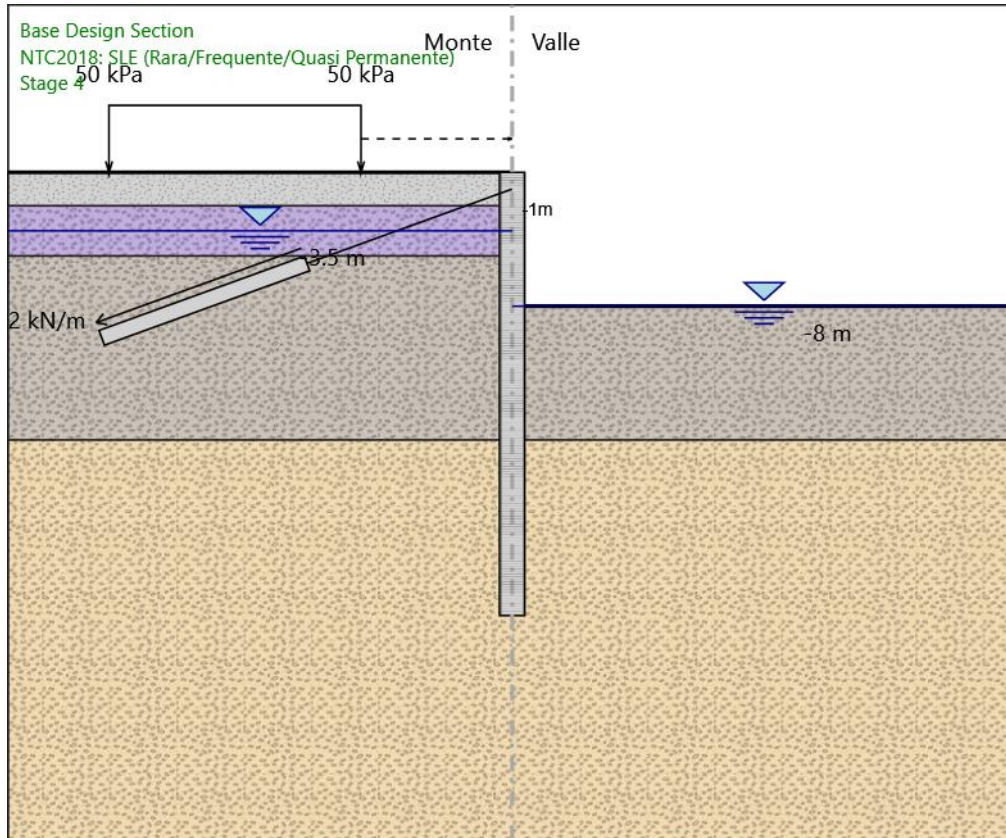
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

8.2.4.5 Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -8 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

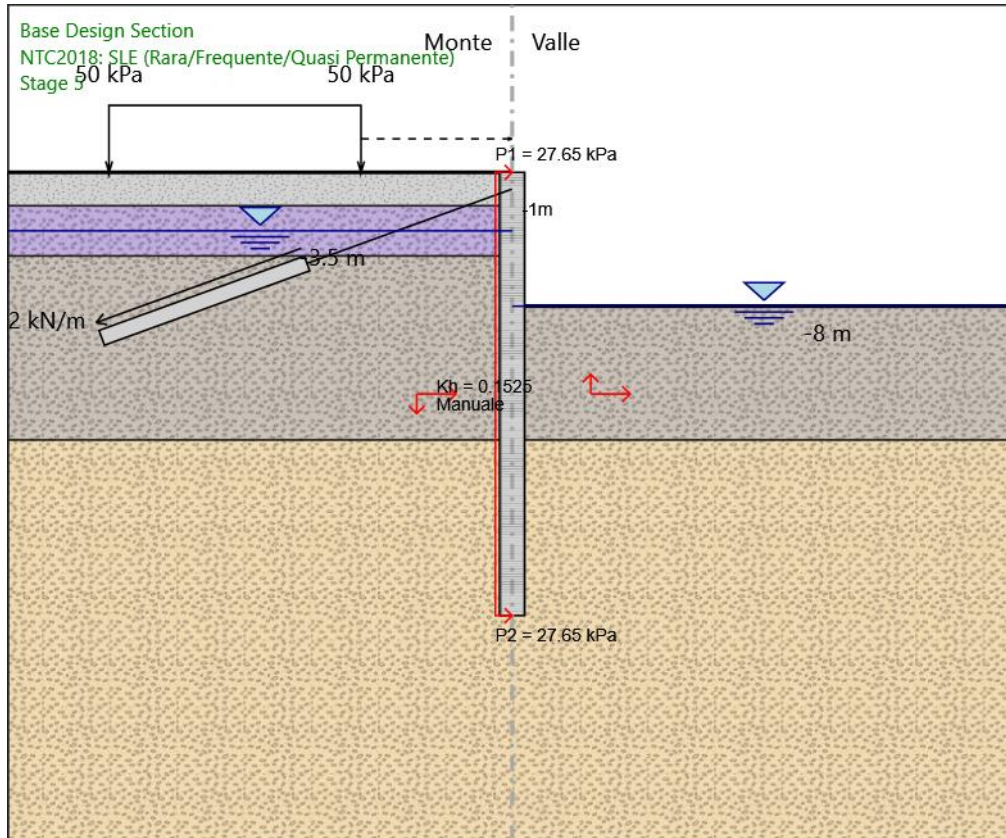
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

8.2.4.6 Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3.5 m

Falda di destra : -8 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24 m
X finale : -9 m
Pressione iniziale : 50 kPa
Pressione finale : 50 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -26.5 m

Sezione : Pali D1500

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.7 m

Precarico : 330 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m²

8.2.5 Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_d_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_d_favour)	Carico Sismico (F_seis)	Pressioni Monte (F_Wa terDR)	Pressioni Valle (F_Wat erRes)	Carichi Permanenti Destabili (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabili (F_UPL_QDStab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Destabili (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabili (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	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: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

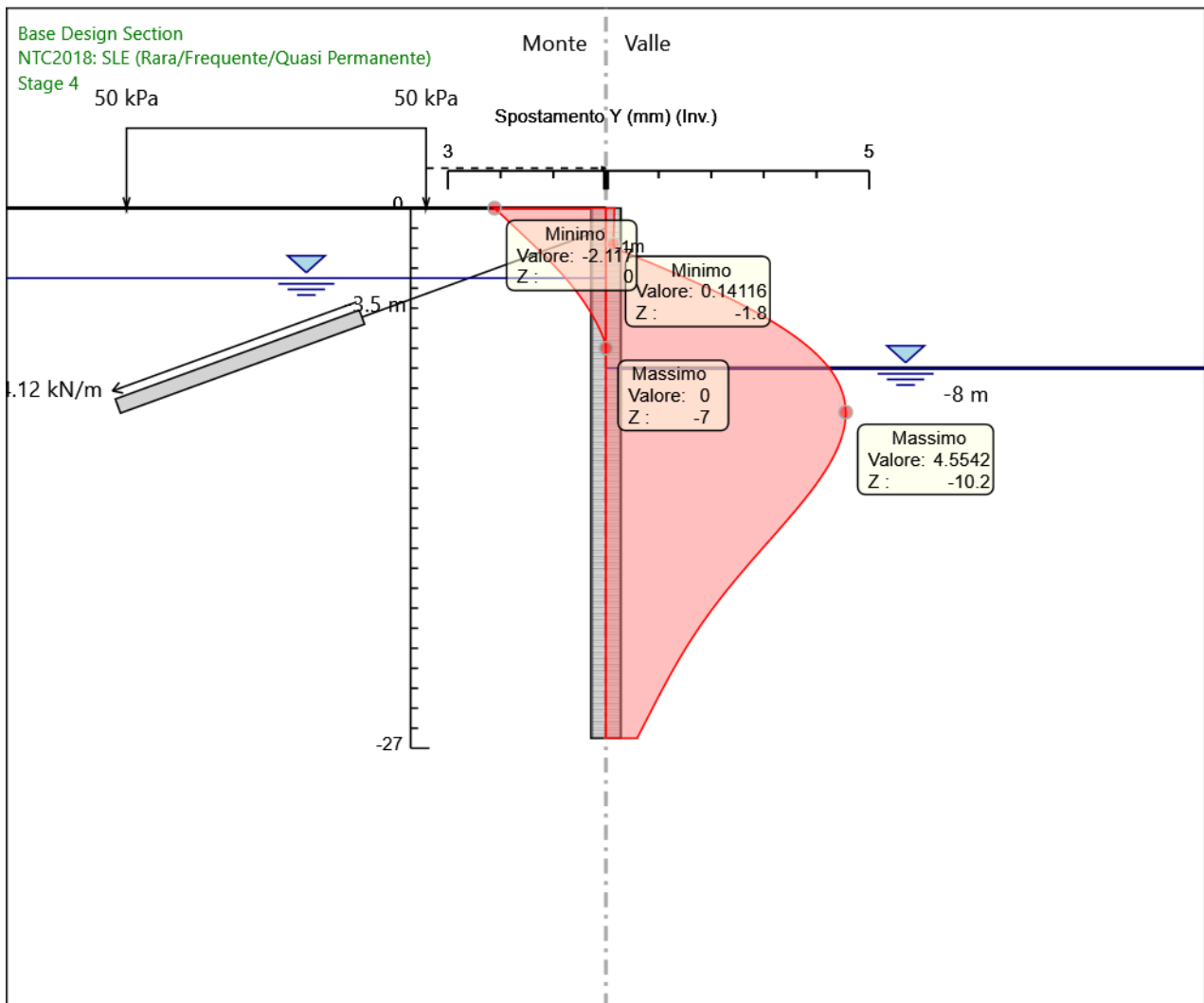
8.2.5.1 Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V

Design Assumption	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR	V	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA GEO						

8.2.6 Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

8.2.6.1 Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

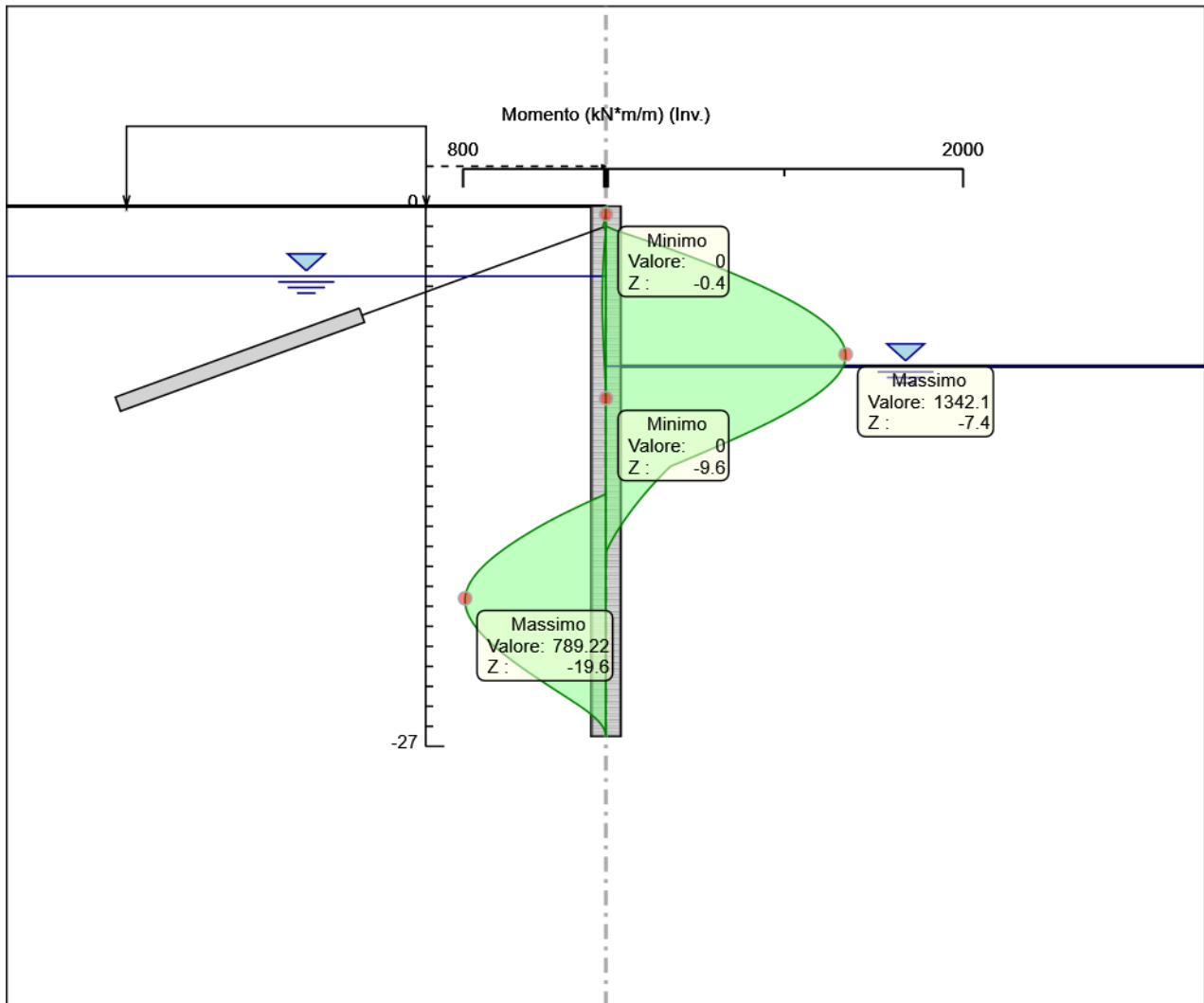
8.2.6.2 Tabella Inviluppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: WallElement	
	Inviluppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.632	0
-0.4	2.577	0
-0.6	5.883	0
-0.8	10.598	0
-1	16.77	0
-1.2	2.193	52.979
-1.4	3.509	121.174
-1.6	5.265	187.767
-1.8	7.145	252.709
-2	8.966	315.952
-2.2	10.657	377.931
-2.4	12.211	438.617
-2.6	13.625	497.976
-2.8	14.898	555.972
-3	16.031	612.573
-3.2	17.028	667.742
-3.4	17.89	721.445
-3.6	18.622	773.646
-3.8	19.229	824.286
-4	19.717	873.276
-4.2	20.091	920.529
-4.4	20.357	965.957
-4.6	20.521	1009.474
-4.8	20.585	1050.991
-5	20.555	1090.421
-5.2	20.364	1127.374
-5.4	20.017	1161.755
-5.6	19.514	1193.47
-5.8	18.869	1222.419
-6	18.096	1248.499
-6.2	17.222	1271.605
-6.4	16.259	1291.635
-6.6	15.288	1308.49
-6.8	14.307	1322.064
-7	13.286	1332.257
-7.2	12.232	1338.969
-7.4	11.159	1342.098
-7.6	10.072	1341.544
-7.8	8.977	1337.209
-8	7.883	1328.99
-8.2	6.795	1316.788
-8.4	5.716	1301.392
-8.6	4.648	1282.93
-8.8	3.599	1261.529
-9	2.571	1237.318
-9.2	1.566	1210.427
-9.4	0.588	1180.983
-9.6	0	1149.115
-9.8	0	1114.954
-10	0	1078.627
-10.2	0	1040.264
-10.4	0	1000
-10.6	0	957.956
-10.8	0	914.267
-11	0	869.063
-11.2	0	822.472
-11.4	0	774.625
-11.6	0	725.654
-11.8	0	675.69
-12	0	624.861
-12.2	0	573.3
-12.4	0	521.136
-12.6	0	468.501

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.8	0	415.526
-13	0	362.341
-13.2	0	337.954
-13.4	0	316.114
-13.6	0	294.804
-13.8	0	274.021
-14	0	253.764
-14.2	0	234.033
-14.4	4.792	214.832
-14.6	54.906	196.159
-14.8	104.031	178.017
-15	152.031	160.405
-15.2	198.771	143.323
-15.4	244.116	126.77
-15.6	287.929	110.744
-15.8	330.076	95.246
-16	370.421	80.273
-16.2	408.828	65.823
-16.4	446.06	52.122
-16.6	482.004	39.156
-16.8	516.546	26.91
-17	549.572	15.371
-17.2	580.968	4.524
-17.4	610.62	1.222
-17.6	638.415	0.72
-17.8	664.24	0.259
-18	687.98	0
-18.2	709.521	0
-18.4	728.75	0
-18.6	745.554	0
-18.8	759.819	0
-19	771.432	0
-19.2	780.278	0
-19.4	786.245	0
-19.6	789.22	0
-19.8	789.122	0
-20	786.094	0
-20.2	780.277	0
-20.4	771.808	0
-20.6	760.827	0
-20.8	747.467	0
-21	731.862	0
-21.2	714.146	0
-21.4	694.448	0
-21.6	672.898	0
-21.8	649.625	0
-22	624.754	0
-22.2	598.41	0
-22.4	570.718	0
-22.6	541.8	0
-22.8	511.777	0
-23	480.769	0
-23.2	448.897	0
-23.4	416.279	0
-23.6	383.032	0
-23.8	349.271	0
-24	315.114	0
-24.2	280.674	0
-24.4	246.067	0
-24.6	211.405	0
-24.8	176.946	0
-25	143.461	0
-25.2	111.858	0
-25.4	83.023	0
-25.6	57.541	0
-25.8	35.999	0
-26	18.983	0

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-26.2	7.06	0
-26.4	0.797	0
-26.5	0	0

8.2.6.3 Grafico Involuppi Momento



Momento

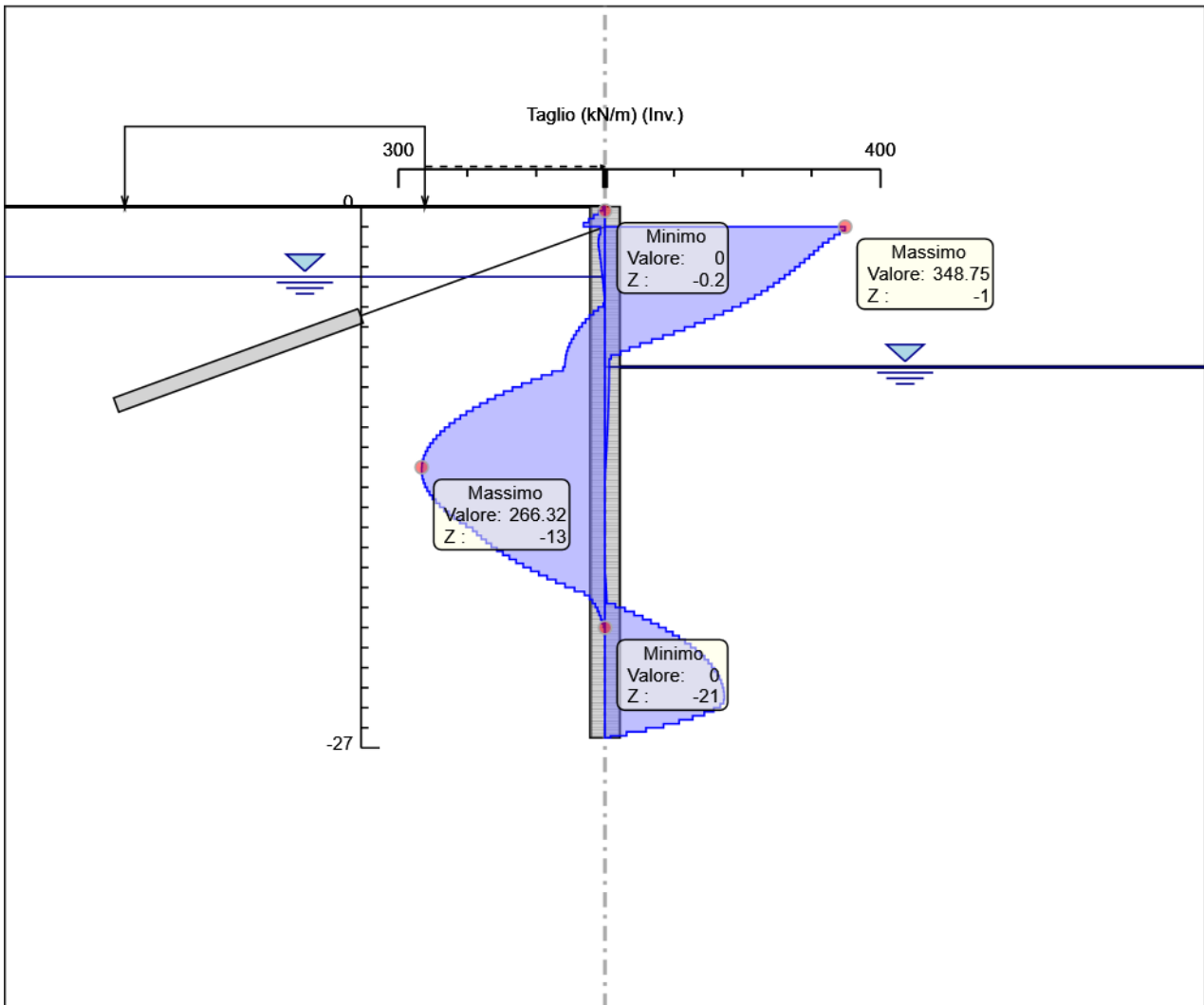
8.2.6.4 Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio Muro: WallElement	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	3.161	0
-0.2	9.725	0
-0.4	16.529	0
-0.6	23.575	0
-0.8	31.373	0
-1	31.373	348.746
-1.2	6.581	348.746
-1.4	8.776	340.976
-1.6	9.552	332.965
-1.8	9.552	324.711
-2	9.546	316.216
-2.2	8.756	309.893
-2.4	7.954	303.43
-2.6	7.158	296.794
-2.8	6.377	289.985
-3	5.668	283.002
-3.2	4.982	275.845
-3.4	4.312	268.514
-3.6	3.661	261.009
-3.8	3.035	253.197
-4	2.439	244.95
-4.2	1.872	236.265
-4.4	1.331	227.143
-4.6	0.815	217.583
-4.8	2.403	207.586
-5	9.891	197.15
-5.2	16.665	184.766
-5.4	22.765	171.907
-5.6	28.275	158.573
-5.8	33.26	144.743
-6	37.798	130.402
-6.2	41.873	115.53
-6.4	45.514	100.153
-6.6	48.794	84.272
-6.8	51.699	67.869
-7	54.012	50.965
-7.2	55.797	35.597
-7.4	57.061	22.454
-7.6	57.848	8.782
-7.8	58.234	6.166
-8	61.007	6.162
-8.2	76.981	6.137
-8.4	92.309	6.094
-8.6	107.006	6.037
-8.8	121.055	5.936
-9	134.456	5.824
-9.2	147.223	5.706
-9.4	159.339	5.551
-9.6	170.805	5.392
-9.8	181.633	5.229
-10	191.81	5.036
-10.2	201.333	4.842
-10.4	210.217	4.647
-10.6	218.446	4.424
-10.8	226.022	4.2
-11	232.955	3.975
-11.2	239.233	3.724
-11.4	244.855	3.471
-11.6	249.822	3.215
-11.8	254.143	2.956
-12	257.808	2.669
-12.2	260.815	2.375
-12.4	263.176	2.075
-12.6	264.878	1.744

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.8	265.923	1.402
-13	266.319	1.088
-13.2	266.319	0.782
-13.4	266.057	0.467
-13.6	265.135	0.141
-13.8	263.564	0
-14	261.333	0
-14.2	258.423	0
-14.4	254.835	0
-14.6	250.569	0
-14.8	245.624	0
-15	240.002	0
-15.2	233.701	0
-15.4	226.723	0
-15.6	219.067	0
-15.8	210.734	0
-16	201.723	0
-16.2	192.036	0
-16.4	186.162	0
-16.6	179.72	0
-16.8	172.709	0
-17	165.128	0
-17.2	156.979	0
-17.4	148.261	0
-17.6	138.975	0
-17.8	129.12	0
-18	118.697	0
-18.2	107.706	0.173
-18.4	96.147	0.647
-18.6	84.02	1.084
-18.8	71.325	1.487
-19	58.063	1.849
-19.2	44.233	2.163
-19.4	29.835	2.432
-19.6	22.462	2.66
-19.8	18.307	15.138
-20	14.079	29.086
-20.2	10.889	42.34
-20.4	8.539	54.909
-20.6	6.252	66.8
-20.8	4.026	78.022
-21	1.861	88.582
-21.2	0	98.489
-21.4	0	107.748
-21.6	0	116.368
-21.8	0	124.356
-22	0	131.718
-22.2	0	138.461
-22.4	0	144.59
-22.6	0	150.113
-22.8	0	155.034
-23	0	159.358
-23.2	0	163.091
-23.4	0	166.238
-23.6	0	168.802
-23.8	0	170.788
-24	0	172.198
-24.2	0	173.037
-24.4	0	173.307
-24.6	0	173.307
-24.8	0	172.297
-25	0	167.425
-25.2	0	158.013
-25.4	0	144.176
-25.6	0	127.406
-25.8	0	107.707
-26	0	85.081

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-26.2	0	59.613
-26.4	0	31.317
-26.5	0	7.973

8.2.6.5 Grafico Involuppi Taglio



Taglio

8.2.6.6 *Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva*

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 0	Left Wall	LEFT	17.23
NTC2018: SISMICA STR	Stage 5	Left Wall	RIGHT	73.91

8.2.6.7 *Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva*

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 4 Left Wall		LEFT		101.29
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 0 Left Wall		RIGHT		141.16

8.2.7 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

8.2.7.1 *Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo*

Design Assumption	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR	V	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA GEO						

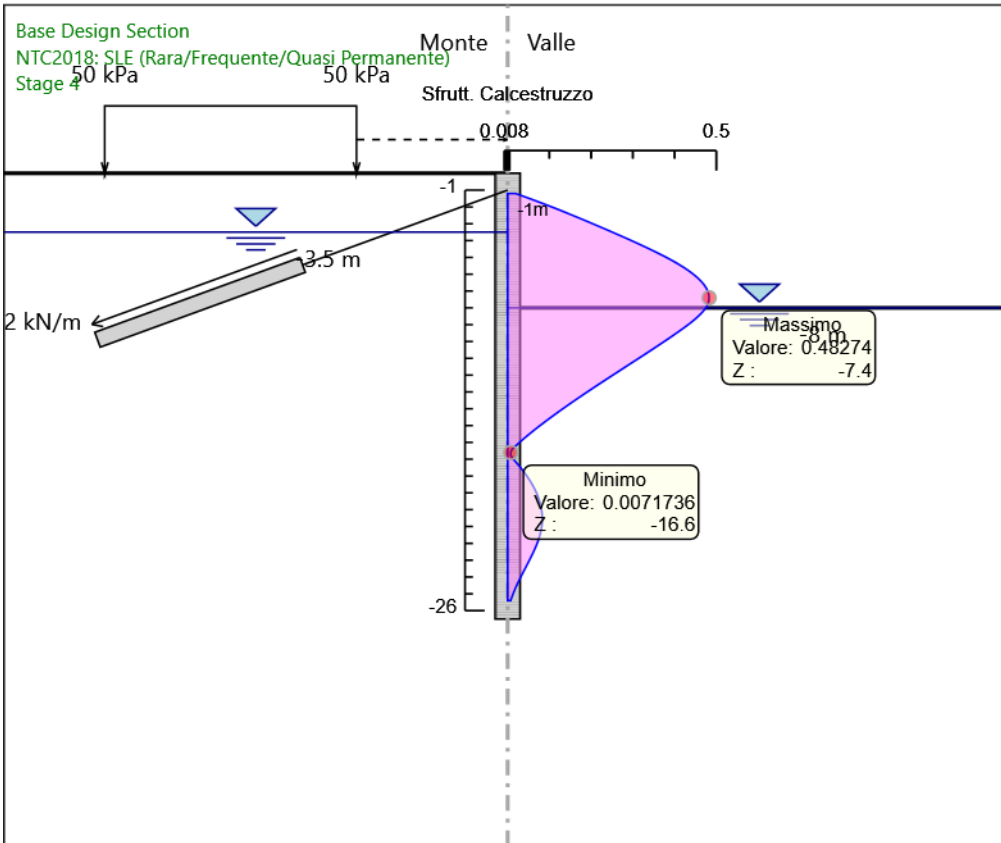
8.2.7.2 *Risultati Caver*

8.2.7.2.1 *Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT*

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-1.2	0.019
-1.4	0.041
-1.6	0.063
-1.8	0.084
-2	0.105
-2.2	0.126
-2.4	0.146
-2.6	0.165
-2.8	0.185
-3	0.204
-3.2	0.223
-3.4	0.241
-3.6	0.26
-3.8	0.278
-4	0.296
-4.2	0.314
-4.4	0.331
-4.6	0.348
-4.8	0.365
-5	0.38
-5.2	0.395
-5.4	0.409
-5.6	0.422
-5.8	0.434
-6	0.445
-6.2	0.454
-6.4	0.463
-6.6	0.47
-6.8	0.475
-7	0.479
-7.2	0.482
-7.4	0.483
-7.6	0.482
-7.8	0.479
-8	0.475
-8.2	0.468
-8.4	0.461
-8.6	0.452
-8.8	0.443
-9	0.433
-9.2	0.422
-9.4	0.41
-9.6	0.399
-9.8	0.387
-10	0.375
-10.2	0.363
-10.4	0.351
-10.6	0.339
-10.8	0.326
-11	0.314
-11.2	0.302
-11.4	0.289
-11.6	0.277
-11.8	0.264
-12	0.252
-12.2	0.239
-12.4	0.227
-12.6	0.215
-12.8	0.203
-13	0.191
-13.2	0.179
-13.4	0.167

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-13.6	0.155
-13.8	0.143
-14	0.132
-14.2	0.121
-14.4	0.11
-14.6	0.099
-14.8	0.088
-15	0.077
-15.2	0.067
-15.4	0.057
-15.6	0.047
-15.8	0.038
-16	0.028
-16.2	0.019
-16.4	0.011
-16.6	0.007
-16.8	0.008
-17	0.013
-17.2	0.021
-17.4	0.028
-17.6	0.034
-17.8	0.04
-18	0.046
-18.2	0.052
-18.4	0.057
-18.6	0.061
-18.8	0.065
-19	0.069
-19.2	0.072
-19.4	0.075
-19.6	0.078
-19.8	0.08
-20	0.081
-20.2	0.082
-20.4	0.083
-20.6	0.083
-20.8	0.082
-21	0.082
-21.2	0.08
-21.4	0.078
-21.6	0.076
-21.8	0.074
-22	0.071
-22.2	0.067
-22.4	0.064
-22.6	0.06
-22.8	0.056
-23	0.052
-23.2	0.048
-23.4	0.044
-23.6	0.04
-23.8	0.035
-24	0.031
-24.2	0.027
-24.4	0.023
-24.6	0.02
-24.8	0.016
-25	0.013
-25.2	0.01
-25.4	0.007

8.2.7.2.2 Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



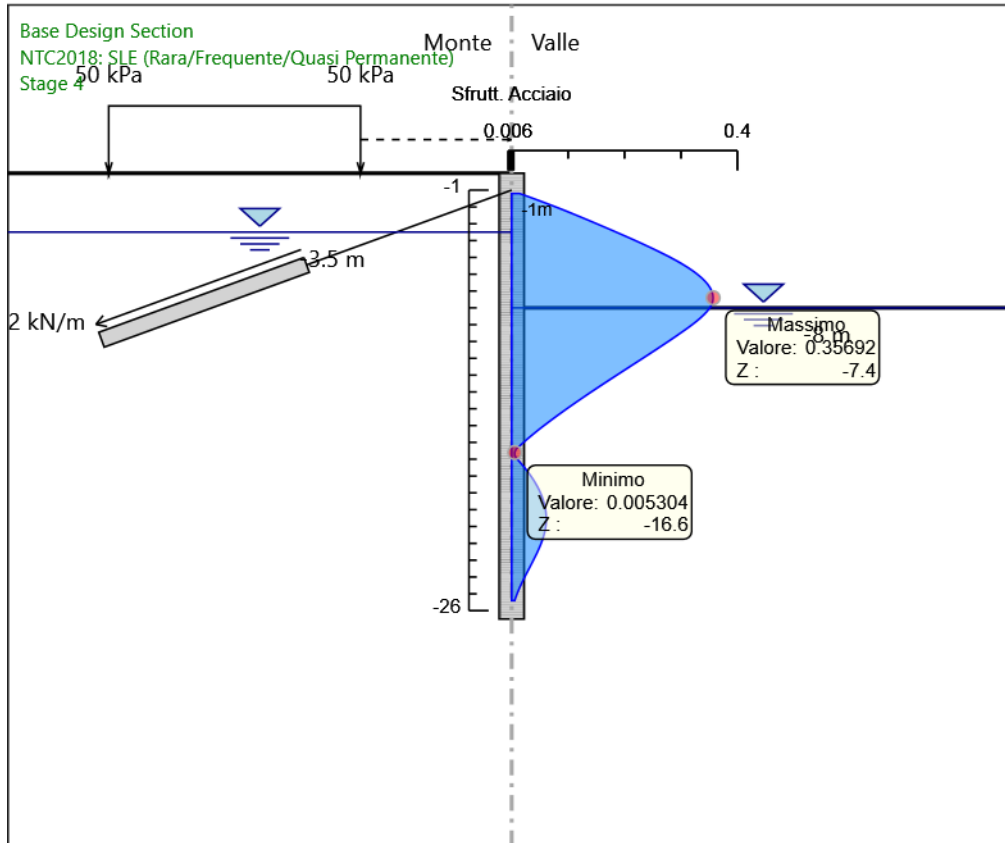
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

8.2.7.2.3 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
-1.2		0.014
-1.4		0.03
-1.6		0.047
-1.8		0.062
-2		0.078
-2.2		0.093
-2.4		0.108
-2.6		0.122
-2.8		0.137
-3		0.151
-3.2		0.165
-3.4		0.179
-3.6		0.192
-3.8		0.206
-4		0.219
-4.2		0.232
-4.4		0.245
-4.6		0.257
-4.8		0.27
-5		0.281
-5.2		0.292
-5.4		0.303
-5.6		0.312
-5.8		0.321
-6		0.329
-6.2		0.336
-6.4		0.342
-6.6		0.347
-6.8		0.351
-7		0.354
-7.2		0.356
-7.4		0.357
-7.6		0.356
-7.8		0.354
-8		0.351
-8.2		0.346
-8.4		0.341
-8.6		0.334
-8.8		0.327
-9		0.32
-9.2		0.312
-9.4		0.303
-9.6		0.295
-9.8		0.286
-10		0.277
-10.2		0.268
-10.4		0.259
-10.6		0.25
-10.8		0.241
-11		0.232
-11.2		0.223
-11.4		0.214
-11.6		0.205
-11.8		0.195
-12		0.186
-12.2		0.177
-12.4		0.168
-12.6		0.159
-12.8		0.15
-13		0.141
-13.2		0.132
-13.4		0.123
-13.6		0.115
-13.8		0.106

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-14	0.098
-14.2	0.089
-14.4	0.081
-14.6	0.073
-14.8	0.065
-15	0.057
-15.2	0.05
-15.4	0.042
-15.6	0.035
-15.8	0.028
-16	0.021
-16.2	0.014
-16.4	0.008
-16.6	0.005
-16.8	0.006
-17	0.01
-17.2	0.015
-17.4	0.02
-17.6	0.025
-17.8	0.03
-18	0.034
-18.2	0.038
-18.4	0.042
-18.6	0.045
-18.8	0.048
-19	0.051
-19.2	0.053
-19.4	0.056
-19.6	0.057
-19.8	0.059
-20	0.06
-20.2	0.061
-20.4	0.061
-20.6	0.061
-20.8	0.061
-21	0.06
-21.2	0.059
-21.4	0.058
-21.6	0.056
-21.8	0.054
-22	0.052
-22.2	0.05
-22.4	0.047
-22.6	0.044
-22.8	0.042
-23	0.039
-23.2	0.035
-23.4	0.032
-23.6	0.029
-23.8	0.026
-24	0.023
-24.2	0.02
-24.4	0.017
-24.6	0.015
-24.8	0.012
-25	0.01
-25.2	0.007
-25.4	0.005

8.2.7.2.4 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover



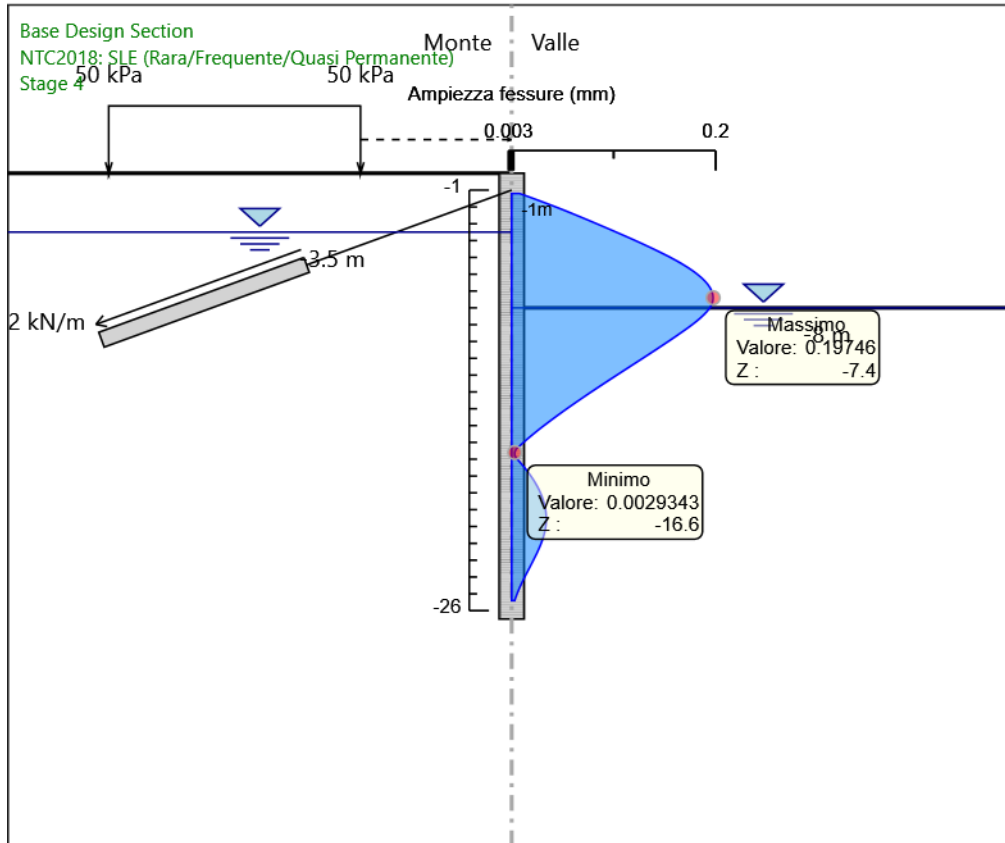
Involuppi
Tasso di Sfruttamento Armature - Cover

8.2.7.2.5 Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-1.2	0.008
-1.4	0.017
-1.6	0.026
-1.8	0.035
-2	0.043
-2.2	0.051
-2.4	0.06
-2.6	0.068
-2.8	0.076
-3	0.083
-3.2	0.091
-3.4	0.099
-3.6	0.106
-3.8	0.114
-4	0.121
-4.2	0.128
-4.4	0.136
-4.6	0.142
-4.8	0.149
-5	0.156
-5.2	0.162
-5.4	0.167
-5.6	0.173
-5.8	0.178
-6	0.182
-6.2	0.186
-6.4	0.189
-6.6	0.192
-6.8	0.194
-7	0.196
-7.2	0.197
-7.4	0.197
-7.6	0.197
-7.8	0.196
-8	0.194
-8.2	0.192
-8.4	0.189
-8.6	0.185
-8.8	0.181
-9	0.177
-9.2	0.172
-9.4	0.168
-9.6	0.163
-9.8	0.158
-10	0.153
-10.2	0.149
-10.4	0.144
-10.6	0.139
-10.8	0.133
-11	0.128
-11.2	0.123
-11.4	0.118
-11.6	0.113
-11.8	0.108
-12	0.103
-12.2	0.098
-12.4	0.093
-12.6	0.088
-12.8	0.083
-13	0.078
-13.2	0.073
-13.4	0.068
-13.6	0.063
-13.8	0.059

Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-14	0.054
-14.2	0.049
-14.4	0.045
-14.6	0.04
-14.8	0.036
-15	0.032
-15.2	0.027
-15.4	0.023
-15.6	0.019
-15.8	0.015
-16	0.012
-16.2	0.008
-16.4	0.004
-16.6	0.003
-16.8	0.003
-17	0.006
-17.2	0.008
-17.4	0.011
-17.6	0.014
-17.8	0.017
-18	0.019
-18.2	0.021
-18.4	0.023
-18.6	0.025
-18.8	0.027
-19	0.028
-19.2	0.03
-19.4	0.031
-19.6	0.032
-19.8	0.033
-20	0.033
-20.2	0.034
-20.4	0.034
-20.6	0.034
-20.8	0.034
-21	0.033
-21.2	0.033
-21.4	0.032
-21.6	0.031
-21.8	0.03
-22	0.029
-22.2	0.028
-22.4	0.026
-22.6	0.025
-22.8	0.023
-23	0.021
-23.2	0.02
-23.4	0.018
-23.6	0.016
-23.8	0.014
-24	0.013
-24.2	0.011
-24.4	0.01
-24.6	0.008
-24.8	0.007
-25	0.005
-25.2	0.004
-25.4	0.003

8.2.7.2.6 Grafico Involuppi Apertura Fessure - Caver



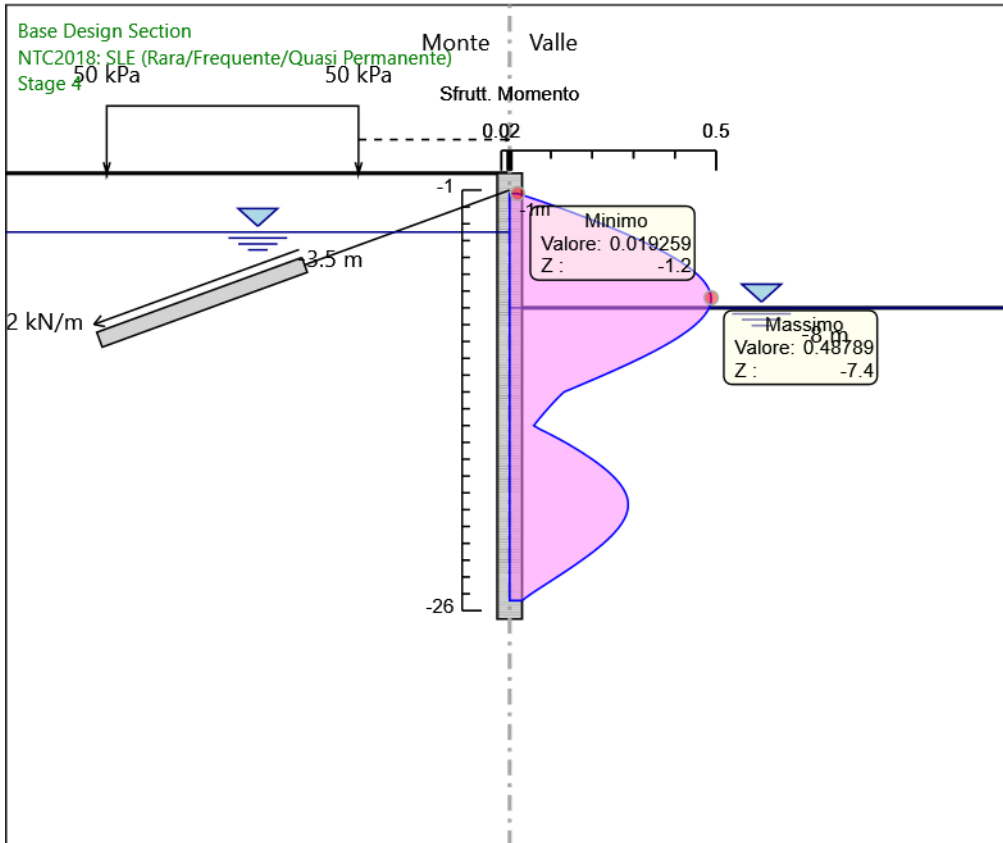
Involuppi
Apertura Fessure - Caver

8.2.7.2.7 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-1.2	0.019
-1.4	0.044
-1.6	0.068
-1.8	0.092
-2	0.115
-2.2	0.137
-2.4	0.159
-2.6	0.181
-2.8	0.202
-3	0.223
-3.2	0.243
-3.4	0.262
-3.6	0.281
-3.8	0.3
-4	0.317
-4.2	0.335
-4.4	0.351
-4.6	0.367
-4.8	0.382
-5	0.396
-5.2	0.41
-5.4	0.422
-5.6	0.434
-5.8	0.444
-6	0.454
-6.2	0.462
-6.4	0.47
-6.6	0.476
-6.8	0.481
-7	0.484
-7.2	0.487
-7.4	0.488
-7.6	0.488
-7.8	0.486
-8	0.483
-8.2	0.479
-8.4	0.473
-8.6	0.466
-8.8	0.459
-9	0.45
-9.2	0.44
-9.4	0.429
-9.6	0.418
-9.8	0.405
-10	0.392
-10.2	0.378
-10.4	0.364
-10.6	0.348
-10.8	0.332
-11	0.316
-11.2	0.299
-11.4	0.282
-11.6	0.264
-11.8	0.246
-12	0.227
-12.2	0.208
-12.4	0.189
-12.6	0.17
-12.8	0.151
-13	0.132
-13.2	0.123
-13.4	0.115
-13.6	0.107
-13.8	0.1

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-14	0.092
-14.2	0.085
-14.4	0.078
-14.6	0.071
-14.8	0.065
-15	0.058
-15.2	0.072
-15.4	0.089
-15.6	0.105
-15.8	0.12
-16	0.135
-16.2	0.149
-16.4	0.162
-16.6	0.175
-16.8	0.188
-17	0.2
-17.2	0.211
-17.4	0.222
-17.6	0.232
-17.8	0.241
-18	0.25
-18.2	0.258
-18.4	0.265
-18.6	0.271
-18.8	0.276
-19	0.28
-19.2	0.284
-19.4	0.286
-19.6	0.287
-19.8	0.287
-20	0.286
-20.2	0.284
-20.4	0.281
-20.6	0.277
-20.8	0.272
-21	0.266
-21.2	0.26
-21.4	0.252
-21.6	0.245
-21.8	0.236
-22	0.227
-22.2	0.218
-22.4	0.207
-22.6	0.197
-22.8	0.186
-23	0.175
-23.2	0.163
-23.4	0.151
-23.6	0.139
-23.8	0.127
-24	0.115
-24.2	0.102
-24.4	0.089
-24.6	0.077
-24.8	0.064
-25	0.052
-25.2	0.041
-25.4	0.03

8.2.7.2.8 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver



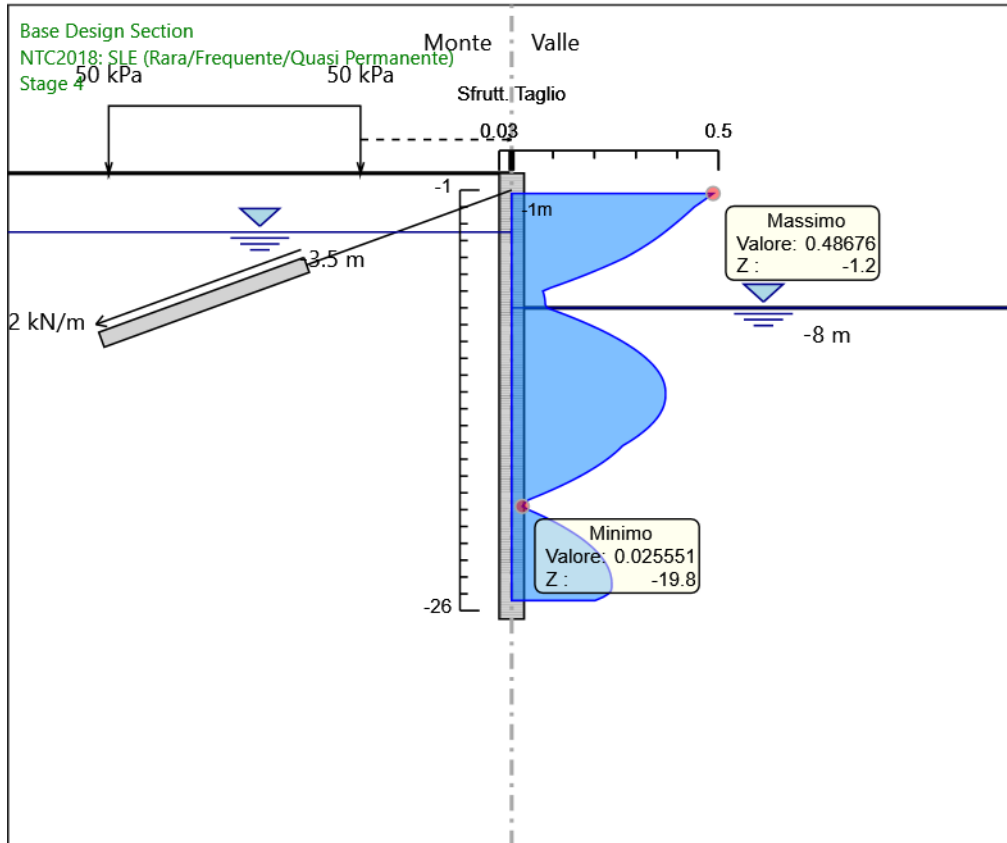
Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver

8.2.7.2.9 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-1.2	0.487
-1.4	0.476
-1.6	0.465
-1.8	0.453
-2	0.441
-2.2	0.433
-2.4	0.424
-2.6	0.414
-2.8	0.405
-3	0.395
-3.2	0.385
-3.4	0.375
-3.6	0.364
-3.8	0.353
-4	0.342
-4.2	0.33
-4.4	0.317
-4.6	0.304
-4.8	0.29
-5	0.275
-5.2	0.258
-5.4	0.24
-5.6	0.221
-5.8	0.202
-6	0.182
-6.2	0.161
-6.4	0.14
-6.6	0.118
-6.8	0.095
-7	0.075
-7.2	0.078
-7.4	0.08
-7.6	0.081
-7.8	0.081
-8	0.085
-8.2	0.107
-8.4	0.129
-8.6	0.149
-8.8	0.169
-9	0.188
-9.2	0.205
-9.4	0.222
-9.6	0.238
-9.8	0.254
-10	0.268
-10.2	0.281
-10.4	0.293
-10.6	0.305
-10.8	0.315
-11	0.325
-11.2	0.334
-11.4	0.342
-11.6	0.349
-11.8	0.355
-12	0.36
-12.2	0.364
-12.4	0.367
-12.6	0.37
-12.8	0.371
-13	0.372
-13.2	0.372
-13.4	0.371
-13.6	0.37
-13.8	0.368

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-14			0.365
-14.2			0.361
-14.4			0.356
-14.6			0.35
-14.8			0.343
-15			0.335
-15.2			0.326
-15.4			0.316
-15.6			0.306
-15.8			0.294
-16			0.282
-16.2			0.268
-16.4			0.26
-16.6			0.251
-16.8			0.241
-17			0.23
-17.2			0.219
-17.4			0.207
-17.6			0.194
-17.8			0.18
-18			0.166
-18.2			0.15
-18.4			0.134
-18.6			0.117
-18.8			0.1
-19			0.081
-19.2			0.062
-19.4			0.042
-19.6			0.031
-19.8			0.026
-20			0.041
-20.2			0.059
-20.4			0.077
-20.6			0.093
-20.8			0.109
-21			0.124
-21.2			0.137
-21.4			0.15
-21.6			0.162
-21.8			0.174
-22			0.184
-22.2			0.193
-22.4			0.202
-22.6			0.21
-22.8			0.216
-23			0.222
-23.2			0.228
-23.4			0.232
-23.6			0.236
-23.8			0.238
-24			0.24
-24.2			0.242
-24.4			0.242
-24.6			0.242
-24.8			0.24
-25			0.234
-25.2			0.221
-25.4			0.201

8.2.7.2.10 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

8.2.7.2.11 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	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	329.97	2144.137	807.409	0.154	0.409		NO
Tieback	Stage 4	334.352	2144.137	807.409	0.156	0.414		NO
Tieback	Stage 5	334.352	2144.137	807.409	0.156	0.414		NO

8.2.7.2.12 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
Tieback	Stage 3	428.961	992.656	807.409	0.432	0.531		NO
Tieback	Stage 4	434.657	992.656	807.409	0.438	0.538		NO
Tieback	Stage 5	434.657	992.656	807.409	0.438	0.538		NO

8.2.7.2.13 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 Resistenza STR	Gerarchia delle Resistenze
		Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409	NO
		Tieback	Stage 4	356.452	992.656	807.409	0.359	0.441	NO
		Tieback	Stage 5	356.452	992.656	807.409	0.359	0.441	NO

8.2.7.2.14 Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)							
		Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	Gerarchia delle Resistenze
		Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409	NO
		Tieback	Stage 4	334.352	992.656	807.409	0.337	0.414	NO
		Tieback	Stage 5	700.367	992.656	807.409	0.706	0.867	NO

8.2.7.2.15 Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	329.97	992.656	807.409	0.332	0.409		NO
Tieback	Stage 4	334.352	992.656	807.409	0.337	0.414		NO
Tieback	Stage 5	700.367	992.656	807.409	0.706	0.867		NO

8.2.7.2.16 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