

MANDATARIA:



STUDIO D' INGEGNERIA ASSOCIATO  
ISOLA-BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.

MANDANTI:



ETATEC STUDIO PAOLETTI



C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI  
ASSOCIATI SRL Socio Unico

CIG: 896704821A

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi  
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:

-



**ACQUA**  
**NOVARA.VCO**  
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321/413111 - Fax. 0321/413196



## PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO COMMESSA

# ADEGUAMENTO DEL DEPURATORE DI GRAVELLONA TOCE ALLE DIRETTIVE COMUNITARIE

Via Trattati di Roma in Comune di  
Gravellona Toce (VB)

Rif. N° Commessa: W01M - 10030635  
CUP: D49E17000030002  
RUP: Dott. Ing Barbara Dell'Edera

Data: Maggio 2022

Rif. archivio: 002.19

Scala

ELABORATO: ST.01.002

Rev.	AGGIORNAMENTI	DATA

OGGETTO

## RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

Il Responsabile  
Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

\* Riservato all'Amministrazione

## Sommario

<b>1</b>	<b> Oggetto della relazione e criteri di progettazione .....</b>	<b>2</b>
1.1	Opere strutturali .....	2
1.2	Inquadramento normativo .....	4
<b>2</b>	<b> Inquadramento geologico e geotecnico .....</b>	<b>5</b>
2.1	Soggiacenza della falda .....	5
2.2	Indagini geognostiche .....	5
2.3	Caratterizzazione geotecnica .....	6
2.4	Categoria di sottosuolo .....	6
2.5	Condizioni topografiche .....	7
<b>3</b>	<b> Classificazione sismica .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b> Verifiche geotecniche delle fondazioni dirette .....</b>	<b>7</b>
4.1	Verifiche di resistenza Capacità portante e scorrimento SLU .....	8
4.1.1	Verifica al carico limite .....	8
4.1.2	Condizioni e combinazioni di carico .....	9
4.1.3	Manufatto di grigliatura fine e dissabbiatura .....	10
4.1.4	Edificio di ispessimento .....	14
4.1.5	Manufatto biologico .....	18
4.1.6	Manufatto partitore al biologico .....	19
4.1.7	Manufatto partitore ai sedimentatori .....	20
4.1.8	Manufatto di grigliatura grossolana e pompaggio .....	21
4.1.9	Manufatto di sollevamento fanghi .....	22
4.1.10	Manufatto di filtrazione terziaria .....	24
4.1.11	Manufatto di disinfezione .....	25
4.2	Verifiche di cedimento a SLE .....	26
4.2.1	Calcolo delle tensioni indotte .....	26
4.2.2	Verifiche manufatto di grigliatura fine e dissabbiatura .....	26
4.2.3	Verifiche edificio di ispessimento .....	28
<b>5</b>	<b> Calcolo delle opere provvisionali .....</b>	<b>30</b>
5.1	Diaframma per manufatto grigliatura grossolana e pompaggio .....	30
5.2	Berlinese per manufatto grigliatura grossolana e pompaggio .....	39
5.2.1	Opera nella porzione di scavo senza diaframma .....	39
5.2.2	Opera nella porzione di scavo con diaframma .....	49
5.3	Berlinese per pompaggio fanghi .....	61
5.3.1	Opera relativa ai lati senza sedimentatore .....	61
5.3.2	Opera relativa al lato con presenza del sedimentatore .....	71
<b>6</b>	<b> Verifiche di galleggiamento .....</b>	<b>80</b>
<b>7</b>	<b> Dichiarazione secondo NTC 2018 .....</b>	<b>81</b>

# 1 Oggetto della relazione e criteri di progettazione

## 1.1 Opere strutturali

Il presente elaborato costituisce la relazione geotecnica e sulle fondazioni del Progetto Esecutivo relativo ai lavori di "Ampliamento del depuratore di Gravelлона Toce", situato in via Trattati di Roma.

Il progetto di adeguamento risulta un primo lotto attuativo e funzionale di una serie di interventi relativi ad ulteriori sviluppi futuri del depuratore, a seguito degli interventi di riassetto fognario previsti a medio-lungo termine verso la Valle del Toce fino a Villadossola.

Nell'ambito del presente progetto si prevede:

- Il riutilizzo di una parte dei manufatti esistenti, con esecuzione di alcune modifiche per l'adattamento;
- La realizzazione di nuovi manufatti ed edifici con strutture in calcestruzzo armato gettato in opera e carpenteria metallica.

Nel dettaglio le opere strutturali previste nel progetto di primo lotto sono le seguenti:

- Manufatto di grigliatura grossolana e sollevamento iniziale, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 7.20 m x 17.00 m; l'opera è completamente interrata con profondità di 5.20 m per la grigliatura e 7.50 m per il pompaggio. La platea ha spessore pari a 50 cm.
- Manufatto di grigliatura fine e dissabbiatura, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 24.80 m x 11.70 m; l'opera presenta una parte fuori terra di altezza 6.00 m ed una parte interrata di altezza 2.10 m. La platea ha spessore pari a 50 cm.
- Manufatto dedicato allo sfioro della portata superiore a 3 Qm, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 7.80 m x 13.10 m; l'opera presenta una parte fuori terra di altezza 3.80 m ed una parte interrata di altezza circa 3.15 m. La platea ha uno spessore di 40 cm
- Manufatto per comparto biologico a cicli alternati, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 13.90 m x 47.20 m; l'opera è quasi completamente interrata, con un'altezza complessiva di circa 6.90 m di cui soltanto 1.35 m fuori terra. La platea ha uno spessore pari a 70 cm.
- Nuova porzione di edificio soffianti, in ampliamento di quello esistente, costituito da una platea in cls armato gettato in opera, di dimensioni 6.90 m x 6.45 m e spessore 30 cm, e da una parte in elevazione con struttura costituita da profilati in carpenteria metallica d'acciaio.
- Manufatto di ripartizione a monte dei sedimentatori, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 5.90 m x 3.60 m; l'opera è quasi completamente interrata, con un'altezza complessiva di circa 3.30 m di cui soltanto 0.60 m fuori terra. La platea e le pareti esterne hanno uno spessore pari a 30 cm mentre quelle interne sono spesse 20 cm.
- Manufatto di sollevamento fanghi, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 10.00 m x 7.60 m; l'opera è completamente interrata e prevede una camera di

accumulo e pompaggio dei fanghi con profondità di 5.90 m ed una camera valvole con profondità di 2.70 m. Le platee hanno uno spessore pari a 40 cm.

- Manufatto di filtrazione terziaria, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 11.00 m x 7.20 m; l'opera è completamente interrata e prevede diverse parti con differenti profondità, da un minimo di 3.30 m ad un massimo di 4.65 m. Le platee hanno uno spessore pari a 40 cm.
- Nuova vasca di disinfezione, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 13.30 m x 9.30 m. L'opera risulta completamente interrata, con profondità di circa 4.10 m; La platea ha uno spessore pari a 40 cm. A lato della vasca è prevista anche un'unità di stoccaggio del PAA che verrà alloggiata sotto una pensilina in carpenteria metallica, avente platea di fondazione in cls gettato in opera, di dimensioni 5.40 m x 6.30 m x 0.30 m.
- Nuovo locale elettrico, con fondazione a platea in c.a. di dimensioni 9.10 m x 4.10 m e spessore pari a 30 cm.
- Nuovo edificio per ispessimento meccanico dei fanghi, costituito da una struttura in carpenteria metallica di acciaio a due piani, di dimensioni in pianta pari a 10.55 m x 6.55 m ed altezza di circa 6m. Il sistema fondale è costituito da un graticcio di travi di fondazione, in cls armato gettato in opera, di sezione a T rovescio di larghezze 80 e 100 cm, altezza 100 cm e spessore 40 cm..
- Letti di essiccazione dei fanghi, in cls armato gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta pari a 10.00 m x 8.00 m. La struttura è tutta fuori terra, con altezza 110 cm e presenta platea e pareti di spessore 25 cm.
- Manufatti interrati per installazione ed ispezione dei misuratori di portata, su tubazione singola o doppia, realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera. I manufatti su tubazione singola hanno dimensioni esterne in pianta pari a 2.60 x 2.60 m, con spessori strutturali di 30 cm per platea e pareti, mentre quelli su tubazione doppia hanno dimensioni esterne in pianta pari a 3.40 x 2.70 m, con spessori strutturali di 35 cm per platea e pareti.
- Platea di fondazione per l'unità di trattamento dei bottini, in cls armato gettato in opera, di spessore 30 cm.

Nell'area del depuratore, al fine di realizzare le nuove opere, occorre effettuare degli scavi di sbancamento e a sezione obbligata di notevoli dimensioni, che talvolta si trovano nelle vicinanze di alcuni edifici esistenti del depuratore.

Sia al fine di evitare di indurre fenomeni di dissesto in tali edifici, per scarichi tensionali del terreno di fondazione dovuti alle operazioni di scavo, che per evitare di realizzare scarpe di terreno che porterebbero via prezioso spazio alla circolazione di cantiere, sono state previste una serie di opere provvisoriale, che nella fattispecie sono le seguenti:

- Una berlinese di micropali in corrispondenza di tre lati del nuovo manufatto di grigliatura grossolana e sollevamento, con le seguenti caratteristiche:
  - Perforazioni verticali diametro 300 mm, di lunghezza 10 m, ad interasse 45 cm;
  - Armatura in tubolari di acciaio S235 di sezione 193.7 mm sp. 6.3 mm, lunghezza 10 m;
  - Malta strutturale Rck 30 N/mm<sup>2</sup>

- Unico ordine di tiranti a quota -2.50 m, costituito da perforazioni diametro 220 mm e lunghezza 15 m (lunghezza bulbo 9 m e lunghezza libera 6 m), poste ad interasse di 2.00 metri; iniezioni IGU con malta Rck 30 N/mm<sup>2</sup>; precarico 200 kN a tirante;
- Travi di ripartizioni in profilati HeB240.
- Trave di coronamento di sezione 60x50 cm in cls C25/30, armata con 8 barre longitudinali  $\phi$ 20 correnti e staffe  $\phi$ 10/20.
- Una berlinese di micropali in corrispondenza di tre lati del perimetro del manufatto di pompaggio fanghi, di altezza 6 m a protezione dei sedimentatori esistenti e dello scavo a pareti verticali, con le seguenti caratteristiche:
  - Perforazioni verticali diametro 300 mm, di lunghezza 12 m, ad interasse 45 cm;
  - Armature in tubolari di acciaio S235 di sezione 193.7 mm sp. 8 mm, lunghezza 12 m;
  - Malta strutturale Rck 30 N/mm<sup>2</sup>
  - Un ordine di tiranti a quota -3.00m, costituito da perforazioni diametro 220 mm e lunghezza 15 m (lunghezza bulbo 10 m e lunghezza libera 5 m), inclinate 10° sull'orizzontale e poste ad interasse di 1.5 metri; iniezioni IGU con malta Rck 30 N/mm<sup>2</sup>; precarico 200 kN a tirante;
  - Travi di ripartizioni in profilati HeB240.
  - Trave di coronamento di sezione 60x50 cm in cls C25/30, armata con 8 barre longitudinali  $\phi$ 20 correnti e staffe  $\phi$ 10/20.

La parte più profonda del manufatto di grigliatura grossolana e sollevamento fanghi, che prevede uno scavo fino a quota -7.50 dal piano campagna e quindi quasi 3 metri sotto al livello medio della falda, che si trova a -4.80 m, verrà realizzato con dei diaframmi in c.a. di spessore 50 cm e lunghezza 4.50 m, ed un tappo di fondo in jet grouting, al fine di poter operare in condizioni di asciutto nella realizzazione dell'opera.

Tutti i manufatti sono stati anche sottoposti a verifiche di galleggiamento, nell'ipotesi più che cautelativa di un innalzamento della falda fino a quota di -1.50 m dal piano campagna del depuratore; le verifiche sono riportate nel presente elaborato, unitamente alle verifiche delle opere provvisionali.

## 1.2 Inquadramento normativo

Il calcolo delle strutture viene eseguito con riferimento al metodo degli stati limite, nel rispetto delle norme vigenti, in particolare il D.Min. Infrastrutture del 17/1/2018 "Aggiornamento delle norme Tecniche per le Costruzioni". Come tipo di intervento si tratterà di "Nuove costruzioni", rientranti nelle tipologie del cap. 4 "Costruzioni civili ed industriali", cap. 4.1 "Costruzioni in calcestruzzo" e 4.2 "Costruzioni in acciaio".

Le opere citate sono tutte comprese nel Tipo di costruzione 2 "Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari", con Vita Nominale  $V_n \geq 50$  anni; la Classe d'Uso è la III, comprendente "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. ...".

Viene quindi adottato, secondo la tabella 2.4.II della norma, un coefficiente d'uso  $C_u$  pari a 1.5, che porta ad una vita di riferimento  $VR = V_n * C_u = 75$  anni.

Le altre normative di riferimento a cui ci si attiene nella realizzazione delle opere sono le seguenti:

- Legge 1086 del 05 Novembre 1971;

- Circolare C.S.LL.PP. n°7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17/01/2018;

- UNI EN 1992-1-1:2015, UNI EN 1998-1:2013

## 2 Inquadramento geologico e geotecnico

L'inquadramento geologico e geotecnico fa parte della relazione geologica redatta dalla dott.ssa Anna Maria Ferrari, contenente anche i risultati delle prove geognostiche eseguite e della caratterizzazione sismica. Per i dettagli si rimanda a tale documento e nel presente paragrafo vengono riassunti i parametri, le stratigrafie e gli altri dati assunti per il dimensionamento strutturale.

L'area di intervento è caratterizzata da depositi alluvionali recenti legati alla dinamica evolutiva del Fiume Toce – Torrente Strona, costituiti da sabbie, sabbie ghiaiose, limi, limi sabbiosi. Tutta la piana alluvionale è costituita da alternanze di depositi sabbiosi e ghiaiosi e di depositi fini di tipo limoso-argilloso.

La formazione dell'ampia piana alluvionale è stata condizionata dalla presenza del Montorfano e della soglia rocciosa su cui si trova Mergozzo.

Questo ha impedito che il fiume Toce potesse sfociare direttamente nel Lago Maggiore, determinando l'avanzamento e l'accrescimento della piana alluvionale che ha portato alla separazione tra Lago Maggiore e Lago di Mergozzo.

Tutta la zona alluvionale risulta caratterizzata da associazione di sedimenti di ambiente fluviale, di conoide e di piana alluvionale, con elevata variabilità granulometrica.

### 2.1 Soggiacenza della falda

La zona è caratterizzata da una falda superficiale a connotazione freatica, alimentata prevalentemente dal fiume Toce.

La quota della falda, in fase di indagine, è stata individuata a circa -4,80 m (29 luglio 2019). Risulta pertanto direttamente interferente con la realizzazione delle strutture ed è comunque soggetta ad oscillazioni nel corso dell'anno.

Da dati bibliografici (caratterizzazione geologica di PRGC) la soggiacenza risulta limitata e mediamente pari a -1.50 / -2.00 m da piano campagna originale, risultando soggetta ad oscillazioni stagionali. A livello locale occorre considerare il riporto messo in posto di spessore valutabile in 1.50 / 2.00 m che porta localmente ad un pari incremento delle quote di soggiacenza a circa -3.50 / - 4.00 m.

Vista la variabilità del livello di falda e gli episodi di esondazione occorsi in passato, a scopo cautelativo il dimensionamento dei manufatti e le verifiche di galleggiamento sono stati effettuati assumendo un innalzamento della falda fino a -1.50 m dall'attuale piano di campagna.

### 2.2 Indagini geognostiche

La ricostruzione del modello geologico del terreno è stata realizzata mediante l'esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, protratto fino alla profondità di 18 m e successivamente allestito a piezometro e sulla base di 3 prove penetrometriche dinamiche (SCPT). Sono state inoltre eseguite 12 SPT in foro di sondaggio, a partire dalla quota di -3,70 m, per la parametrizzazione geotecnica. Sono stati inoltre raccolti due campioni di sabbie sciolte: C1 (9.00- 9.30 m) e C2 (14.00-14.30 m) inviate a laboratorio specializzato per determinazione delle curve granulometriche.

Delle tre prove SCPT eseguite, due sono andate a rifiuto nei primi strati, a causa della presenza di ciottoli, quindi si è preferito fare riferimento ai risultati delle prove SPT eseguite nel foro di sondaggio.

La ricostruzione stratigrafica evidenzia la presenza di un deposito superficiale costituito da uno strato di riporto grossolano (blocchi in matrice sabbiosa), seguito da deposito sabbioso - ghiaioso fino a circa 7.60 m. Da tale quota sino a fondo foro i depositi sono prevalentemente sabbiosi e limoso-sabbiosi.

Nella seguente tabella viene riassunta la stratigrafia del terreno indagato:

Profondità	Tipologia di terreno
Da 0.00 a - 2.10 m	terreno di riporto vegetale seguito da riporto costituito da blocchi abbondanti in matrice sabbiosa
Da -2.10 m a -3.20 m	Sabbia fine con ghiaia
Da -3.20 m a -7.60 m	Ghiaia eterometrica con ciottoli in abbondante matrice sabbiosa, a tratti limosa
Da -7.60 m a -13.60 m	Alternanze di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi e limi sabbiosi
Da -13.60 m a -18.00 m	Sabbia fine prevalente con passante di limo sabbioso fine

## 2.3 Caratterizzazione geotecnica

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove SPT in foro è stata ricavata la seguente parametrizzazione geotecnica:

Caratteristiche	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi'_k$ (°)	E (kg/cm <sup>2</sup> )
Riporto ghiaioso (da 0.00 a - 2.10 m)	20.0	30	240-660
Sabbia con ghiaia (da -2.10 a -3.20 m)	18.00	23	63-73
Ghiaia con ciottoli (da -3.20 a -7.60 m)	21.00	30	290-780
Sabbie fini, sabbie limose poco addensate (da -7.60 a -18.00 m)	18.00	23	95-120

## 2.4 Categoria di sottosuolo

Per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata effettuata una prova MASW.

Il valore ottenuto,  $V_{s,eq} = 307$  m/s, si traduce in una categoria di sottosuolo C.

## 2.5 Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche sono invece valutabili attraverso l'utilizzo della tabella 3.2.IV, valida per configurazioni superficiali semplici. L'area di intervento può essere interamente inclusa nella categoria topografica T1.

## 3 Classificazione sismica

Le azioni sismiche di progetto sono definite come pericolosità sismica di base dal paragrafo 3.2 delle NTC 2018, e sono funzione della coordinata geografica del sito e dai parametri relativi a Vita Nominale VN e Classe d'Uso; gli spettri di risposta sono inoltre dipendenti dalle caratteristiche del terreno di fondazione, in questo caso di "Tipo C", e dalle condizioni topografiche, in questo caso relative alla situazione in categoria T1 con coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.0.

### Comune di Gravello Toce:

Longitudine (WGS84) : 8.432488 ° Est  
Latitudine (WGS84) : 45.936688 ° Nord  
Vita nominale :  $V_N \geq 50$  anni

Classe d'uso : III ( $C_u = 1,5$ )  
Vita di riferimento :  $V_R \geq 75$  anni

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,021	2,537	0,178
SLD	75	0,02714	2,5427	0,2044
SLV	712	0,05509	2,6833	0,2953
SLC	1462	0,066	2,771	0,314

## 4 Verifiche geotecniche delle fondazioni dirette

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le verifiche geotecniche per le fondazioni dei manufatti in progetto che presentano un incremento di carico sul terreno rispetto alle condizioni iniziali, vale a dire il manufatto in c.a. per grigliatura fine e dissabbiatura e l'edificio per l'ispessimento in acciaio.

Il manufatto per grigliatura fine e dissabbiatura presenta una fondazione a platea di dimensioni 24,90x12,30 m ad una profondità di circa 2,20 m dal piano campagna.

L'edificio di ispessimento presenta delle fondazioni a graticcio con sezione a T rovescia avente larghezza alla base pari a 90 cm ed un piano di appoggio a profondità pari a circa 80 cm.



## 4.1 Verifiche di resistenza Capacità portante e scorrimento SLU

### 4.1.1 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- $c$  coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- $B$  larghezza della fondazione;
- $D$  profondità del piano di posa;
- $q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:  $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

#### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 (D / B) \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 (D / B) \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = [1 - (\theta^\circ / \phi^\circ)]^2 \quad \text{per } \phi > 0 \quad i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

#### 4.1.2 Condizioni e combinazioni di carico

##### Calcolo secondo: N.T.C. 2018

###### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

##### Coefficienti parziali combinazioni statiche

###### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00

##### Coefficienti parziali combinazioni sismiche

###### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche geotecniche.**

		R1	R2	R3
Capacità portante	$\gamma_r$	1.00	1.80	2.30
Scorrimento	$\gamma_r$	1.00	1.10	1.10
Coefficienti di combinazione	$\Psi_0= 0.70$	$\Psi_1= 0.50$	$\Psi_2= 0.20$	

**4.1.3 Manufatto di grigliatura fine e dissabbiatura**

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
<b>SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT</b>							
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
	SLU 1	-9.556622	2569.881600	26639.822883			
	SLU 2	-8.529362	-0.000000	31007.014075			
	SLU 3	-123.413995	-0.000000	30970.726075			
	SLU 4	-8.529362	-214.272000	30970.726075			
	SLU 5	109.774168	-0.000000	30970.726075			
	SLU 6	-8.529362	214.272000	30970.726075			
	SLU 7	-123.413995	-0.000000	31007.014075			
	SLU 8	-8.529362	-214.272000	31007.014075			
	SLU 9	109.774168	-0.000000	31007.014075			
	SLU 10	-8.529362	214.272000	31007.014075			
	SLU 11	-200.003751	-0.000000	30903.334075			
	SLU 12	-8.529362	-357.120000	30903.334075			
	SLU 13	188.643188	-0.000000	30903.334075			
	SLU 14	-8.529362	357.120000	30903.334075			
	SLU 15	106.355272	-0.000000	30970.726075			
	SLU 16	-8.529362	214.272000	30970.726075			
	SLU 17	-126.832891	-0.000000	30970.726075			
	SLU 18	-8.529362	-214.272000	30970.726075			
	SLU 19	106.355272	-0.000000	31007.014075			
	SLU 20	-8.529362	214.272000	31007.014075			
	SLU 21	-126.832891	-0.000000	31007.014075			
	SLU 22	-8.529362	-214.272000	31007.014075			
	SLU 23	182.945028	-0.000000	30903.334075			
	SLU 24	-8.529362	357.120000	30903.334075			
	SLU 25	-205.701911	-0.000000	30903.334075			
	SLU 26	-8.529362	-357.120000	30903.334075			
	SLU 27	15.445221	-0.000000	28910.374075			

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
	SLV 1	-824.784037	-968.309209	23236.154949			
	SLV 2	-1094.785487	68.304377	23158.836114			
	SLV 3	157.474254	-1862.690034	23593.267179			
	SLV 4	729.408483	-1592.688584	23822.044541			
	SLV 5	811.661943	968.309209	23921.427320			
	SLV 6	1081.663392	-68.304377	23998.746155			
	SLV 7	-170.596349	1862.690034	23564.315090			
	SLV 8	-742.530578	1592.688584	23335.537728			
	SLE R1	-6.561047	-0.000000	23775.783134			
	SLE R2	-6.561047	-0.000000	23799.975134			
	SLE R3	-83.150803	-0.000000	23775.783134			
	SLE R4	-6.561047	-142.848000	23775.783134			
	SLE R5	72.307972	-0.000000	23775.783134			
Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
	SLE R6	-6.561047	142.848000	23775.783134			
	SLE R7	-83.150803	-0.000000	23799.975134			
	SLE R8	-6.561047	-142.848000	23799.975134			
	SLE R9	72.307972	-0.000000	23799.975134			
	SLE R10	-6.561047	142.848000	23799.975134			
	SLE R11	70.028708	-0.000000	23775.783134			
	SLE R12	-6.561047	142.848000	23775.783134			
	SLE R13	-85.430067	-0.000000	23775.783134			
	SLE R14	-6.561047	-142.848000	23775.783134			
	SLE R15	70.028708	-0.000000	23799.975134			
	SLE R16	-6.561047	142.848000	23799.975134			
	SLE R17	-85.430067	-0.000000	23799.975134			
	SLE R18	-6.561047	-142.848000	23799.975134			
	SLE R19	-134.210640	-0.000000	23730.855134			
	SLE R20	-6.561047	-238.080000	23730.855134			
	SLE R21	124.887319	-0.000000	23730.855134			
	SLE R22	-6.561047	238.080000	23730.855134			
	SLE R23	121.088545	-0.000000	23730.855134			
	SLE R24	-6.561047	238.080000	23730.855134			
	SLE R25	-138.009414	-0.000000	23730.855134			
	SLE R26	-6.561047	-238.080000	23730.855134			
	SLE R27	11.880939	-0.000000	22187.175134			
	SLE R28	-7.351248	1976.832000	20468.511141			
	SLE F1	-6.561047	-0.000000	23608.743134			
	SLE F2	-6.561047	-0.000000	23624.871134			
	SLE F3	-32.090966	-0.000000	23578.791134			
	SLE F4	-6.561047	-47.616000	23578.791134			
	SLE F5	19.728626	-0.000000	23578.791134			
	SLE F6	-6.561047	47.616000	23578.791134			
	SLE F7	18.968871	-0.000000	23578.791134			
	SLE F8	-6.561047	47.616000	23578.791134			
	SLE F9	-32.850721	-0.000000	23578.791134			
	SLE F10	-6.561047	-47.616000	23578.791134			
	SLE F11	-7.351248	1976.832000	20247.327141			
	SLE F12	11.880939	-0.000000	21965.991134			
	SLE Qp	-6.561047	-0.000000	23578.791134			

Le reazioni vincolari globali, per le combinazioni di carico più gravose, sono state utilizzate nel software Carl per effettuare le verifiche di capacità portante, che vengono di seguito riportate:

**Verifica della portanza per carichi verticali**

*Simbologia adottata*

- Cmb Indice della combinazione
- Fnd Indice della fondazione
- PF Rottura per punzonamento in presenza di falda
- q<sub>u</sub> Portanza ultima, espressa in [kg/cmq]
- q<sub>d</sub> Portanza di progetto, espressa in [kg/cmq]
- P<sub>u</sub> Portanza ultima, espressa in [kg]
- P<sub>d</sub> Portanza di progetto, espressa in [kg]
- V Carico ortogonale al piano di posa, espresso in [kg]
- η Fattore di sicurezza a carico limite (η=P<sub>d</sub>/V)

Cmb	Fnd	PF	q <sub>u</sub> [kg/cmq]	q <sub>d</sub> [kg/cmq]	P <sub>u</sub> [kg]	P <sub>d</sub> [kg]	V [kg]	η
1	1	NO	11,69	5,08	31876968	13859551	3100700	4.47
2	1	NO	8,61	3,74	22448847	9760368	2663982	3.66
3	1	NO	9,87	4,29	26238770	11408161	2323615	4.91
4	1	NO	10,18	4,43	27467583	11942427	2315883	5.16
5	1	NO	11,48	4,99	31229631	13578100	2380000	5.71
6	1	NO	11,69	5,08	31874925	13858663	2362887	5.87
7	1	NO	11,68	5,08	31874867	13858638	2357879	5.88

*Caratteristiche terreno e fondazione di progetto*

*Simbologia adottata*

- Cmb Indice della combinazione
- Fnd Indice della fondazione
- H Altezza del cuneo di rottura, espressa in [m]
- γ Peso di volume, espressa in [kg/mc]
- φ Angolo di attrito, espressa in [°]
- c Coesione, espressa in [kg/cmq]
- G Modulo di taglio, espresso in [kg/cmq]
- B' Base ridotta per effetto dell'eccentricità del carico (B'=B-2e<sub>x</sub>), espressa in [m]
- L' Lunghezza ridotta per effetto dell'eccentricità del carico (L'=L-2e<sub>y</sub>), espressa in [m]
- R<sub>ex</sub> Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo X
- R<sub>ey</sub> Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo Y
- I<sub>R</sub> Indice di rigidezza
- I<sub>RC</sub> Indice di rigidezza critico

Cmb	Fnd	H [m]	γ [kg/mc]	φ [°]	c [kg/cmq]	G [kg/cmq]	B' [m]	L' [m]	R <sub>ex</sub>	R <sub>ey</sub>	I <sub>c</sub>	I <sub>RC</sub>
1	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	11,00	24,80	--	--	1.00	74.97
2	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	10,52	24,80	--	--	0.88	74.97
3	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	10,79	24,62	--	--	0.93	74.97
4	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	10,99	24,56	--	--	0.94	74.97
5	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	10,97	24,80	--	--	0.99	74.97
6	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	11,00	24,80	--	--	1.00	74.97
7	1	8,89	1500,00	26.50	0,00	0,00	11,00	24,80	--	--	1.00	74.97

*Fattori correttivi verifica capacità portante*

**Combinazione n° 1**

**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	N <sub>c</sub> = 23.08	N <sub>q</sub> = 12.51	N <sub>γ</sub> = 8.70
Fattori di forma	S <sub>c</sub> = 1.00	S <sub>q</sub> = 1.00	S <sub>γ</sub> = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	Ψ <sub>c</sub> = 1.00	Ψ <sub>q</sub> = 1.00	Ψ <sub>γ</sub> = 1.00
Fattori di inclinazione del carico	I <sub>c</sub> = 1.00	I <sub>q</sub> = 1.00	I <sub>γ</sub> = 1.00
Fattori di profondità	D <sub>c</sub> = 1.06	D <sub>q</sub> = 1.03	Q <sub>γ</sub> = 1.03

**Combinazione n° 2**

**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	N <sub>c</sub> = 23.08	N <sub>q</sub> = 12.51	N <sub>γ</sub> = 8.70
------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 0.88	Iq = 0.88	I $\gamma$ = 0.63
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Combinazione n° 3**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	Nc = 23.08	Nq = 12.51	N $\gamma$ = 8.70
Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 0.93	Iq = 0.93	I $\gamma$ = 0.78
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Combinazione n° 4**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	Nc = 23.08	Nq = 12.51	N $\gamma$ = 8.70
Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 0.94	Iq = 0.94	I $\gamma$ = 0.81
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Combinazione n° 5**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	Nc = 23.08	Nq = 12.51	N $\gamma$ = 8.70
Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 0.99	Iq = 0.99	I $\gamma$ = 0.97
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Combinazione n° 6**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	Nc = 23.08	Nq = 12.51	N $\gamma$ = 8.70
Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 1.00	Iq = 1.00	I $\gamma$ = 1.00
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Combinazione n° 7**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	Nc = 23.08	Nq = 12.51	N $\gamma$ = 8.70
Fattori di forma	Sc = 1.00	Sq = 1.00	Sy = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	Ic = 1.00	Iq = 1.00	I $\gamma$ = 1.00
Fattori di profondità	Dc = 1.06	Dq = 1.03	Q $\gamma$ = 1.03

**Verifica allo scorrimento**
**Simbologia adottata**

<i>Cmb</i>	Identificativo della combinazione
<i>R<sub>ult1</sub></i>	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
<i>R<sub>ult2</sub></i>	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
<i>R<sub>ult3</sub></i>	Resistenza offerta dalle superfici laterali espressa in [kg]
<i>R</i>	Somma di <i>R<sub>ult1</sub></i> e <i>R<sub>ult2</sub></i>
<i>R<sub>d</sub></i>	Resistenza di progetto allo scorrimento espressa in [kg]
<i>H</i>	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
$\eta$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento ( $\eta = R_d/H$ )

Cmb	Fnd	R <sub>ult1</sub> [kg]	R <sub>ult2</sub> [kg]	R <sub>ult3</sub> [kg]	R [kg]	R <sub>amm</sub> [kg]	H [kg]	$\eta$
1	1	889111	0	0	889111	808283	852	948.69
2	1	763885	0	0	763885	694440	256988	2.70
3	1	666286	0	0	666286	605714	127195	4.76
4	1	664069	0	0	664069	603699	109691	5.50

Cmb	Fnd	Rult1 [kg]	Rult2 [kg]	Rult3 [kg]	R [kg]	Ramm [kg]	H [kg]	$\eta$
5	1	682454	0	0	682454	620413	14263	43.50
6	1	677547	0	0	677547	615952	656	938.95
7	1	676111	0	0	676111	614646	656	936.96

#### 4.1.4 Edificio di ispessimento

##### Geometria della fondazione

###### Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione della fondazione
<i>Forma</i>	Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>B</i>	Base/Diametro della fondazione espressa in [m]
<i>L</i>	Lunghezza della fondazione espressa in [m]
<i>D</i>	Profondità del piano di posa in [m]
<i><math>\alpha</math></i>	Inclinazione del piano di posa espressa in [°]
<i><math>\omega</math></i>	Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X [m]	Y [m]	B [m]	L [m]	D [m]	$\alpha$ [°]	$\omega$ [°]
Ispessimento B=80	(R)	5,00	0,00	0,80	10,00	1,00	0,00	0,00
Ispessimento B=100	(R)	0,00	0,00	1,00	10,00	1,00	0,00	0,00

##### Descrizione terreni e falda

##### Caratteristiche fisico-meccaniche

###### Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

Descr	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	<i>c</i> [kg/cm <sup>q</sup> ]	<i>ca</i> [kg/cm <sup>q</sup> ]
Ripporto Ghiaioso	2000,0	2100,0	30,00	20,00	0,000	0,000
Sabbia Fine con ghiaia	1800,0	2000,0	23,00	16,00	0,000	0,000
Ghiaia con ciottoli	2100,0	2200,0	30,00	20,00	0,000	0,000
Sabbie limose	1800,0	1900,0	23,00	16,00	0,000	0,000

##### Falda

Profondità dal piano campagna 4,80 [m]

##### Caratteristiche di deformabilità

###### Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione terreno
<i>E</i>	Modulo di Young espresso in [kg/cm <sup>q</sup> ]

Descrizione	E [kg/cm <sup>q</sup> ]	$\nu$
Ripporto Ghiaioso	240,00	0.400
Sabbia Fine con ghiaia	73,00	0.400
Ghiaia con ciottoli	290,00	0.400
Sabbie limose	120,00	0.400

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kgm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espressa in [kgm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

### Condizione n° 1 - SLU - PERMANENTE

Fondazione	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	ex [m]	ey [m]	β	T [kg]
Ispessimento B=80	33600,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	2000,0
Ispessimento B=100	60000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	3090,0

### Condizione n° 2 - SLV - PERMANENTE

Fondazione	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	ex [m]	ey [m]	β	T [kg]
Ispessimento B=80	28000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	2000,0
Ispessimento B=100	45000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	4200,0

### Condizione n° 3 - SLE Qp - PERMANENTE

Fondazione	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	ex [m]	ey [m]	β	T [kg]
Ispessimento B=80	22800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0
Ispessimento B=100	40000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 A1-M1-R3

Nome	$\gamma$	$\psi$
SLU	1.00	1.00

### Combinazione n° 2 A1-M1-R3

Nome	$\gamma$	$\psi$
SLV	1.00	1.00

### Combinazione n° 3 A1-M1-R3

Nome	$\gamma$	$\psi$
SLE Qp	1.00	1.00

## Opzioni di calcolo

### Analisi in condizioni drenate

#### Verifica al carico limite

Metodo di calcolo della portanza:  
Altezza del cuneo di rottura:  
Criterio per il calcolo del macrostrato equivalente:  
Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:  
Riduzione sismica:

Meyerhof  
AUTOMATICA  
MEDIA ARITMETICA  
  
SANO [7,00(%)]



Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00  
Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF  
Riduzione per comportamento a piastra.

### Verifica allo scorrimento

Partecipazione spinta passiva terreno di rinfiaccio: 0.00 (%)

### Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il **metodo Elastico**.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.  
In particolare la percentuale impostata è: 0,05 (%)  
E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

### Verifica della portanza per carichi verticali

#### Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>PF</i>	Rottura per punzonamento in presenza di falda
$q_u$	Portanza ultima, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$q_d$	Portanza di progetto, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$P_u$	Portanza ultima, espressa in [kg]
$P_d$	Portanza di progetto, espressa in [kg]
<i>V</i>	Carico ortogonale al piano di posa, espresso in [kg]
$\eta$	Fattore di sicurezza a carico limite ( $\eta = P_d/V$ )

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>PF</i>	$q_u$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$q_d$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$P_u$ [kg]	$P_d$ [kg]	<i>V</i> [kg]	$\eta$
1	1	NO	5,46	2,37	436954	189980	33600	5.65
1	2	NO	5,65	2,46	564656	245503	60000	4.09
2	1	NO	5,33	2,32	426459	185417	28000	6.62
2	2	NO	5,16	2,24	515756	224242	45000	4.98
3	1	NO	4,36	1,90	348834	151667	22800	6.65
3	2	NO	4,46	1,94	446188	193995	40000	4.85

### Caratteristiche terreno e fondazione di progetto

#### Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>H</i>	Altezza del cono di rottura, espressa in [m]
$\gamma$	Peso di volume, espressa in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito, espressa in [°]
<i>c</i>	Coesione, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>G</i>	Modulo di taglio, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$B'$	Base ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ( $B' = B - 2e_x$ ), espressa in [m]
$L'$	Lunghezza ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ( $L' = L - 2e_y$ ), espressa in [m]
$R_{ex}$	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo X
$R_{ey}$	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo Y
$I_R$	Indice di rigidezza
$I_{RC}$	Indice di rigidezza critico

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>H</i> [m]	$\gamma$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	<i>c</i> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<i>G</i> [kg/cm <sup>2</sup> ]	$B'$ [m]	$L'$ [m]	$R_{ex}$	$R_{ey}$	$I_C$	$I_{RC}$
1	1	0,69	2000,00	30,00	0,00	0,00	0,80	10,00	--	--	0.93	142.63
1	2	0,87	2000,00	30,00	0,00	0,00	1,00	10,00	--	--	0.94	140.43
2	1	0,69	2000,00	30,00	0,00	0,00	0,80	10,00	--	--	0.91	142.63
2	2	0,87	2000,00	30,00	0,00	0,00	1,00	10,00	--	--	0.89	140.43
3	1	0,69	2000,00	27.17	0,00	0,00	0,80	10,00	--	--	1.00	142.63
3	2	0,87	2000,00	27.17	0,00	0,00	1,00	10,00	--	--	1.00	140.43

### Fattori correttivi verifica capacità portante

#### Combinazione n° 1

#### Fondazione n° 1

Fattori di capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori di forma	$S_c = 1.00$	$S_q = 1.00$	$S_\gamma = 1.00$

Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 0.93$	$I_q = 0.93$	$I_\gamma = 0.79$
Fattori di profondità	$D_c = 1.43$	$D_q = 1.22$	$Q_\gamma = 1.22$

**Fondazione n° 2**

Fattori di capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori di forma	$S_c = 1.00$	$S_q = 1.00$	$S_\gamma = 1.00$
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 0.94$	$I_q = 0.94$	$I_\gamma = 0.81$
Fattori di profondità	$D_c = 1.35$	$D_q = 1.17$	$Q_\gamma = 1.17$

**Combinazione n° 2**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori di forma	$S_c = 1.00$	$S_q = 1.00$	$S_\gamma = 1.00$
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 0.91$	$I_q = 0.91$	$I_\gamma = 0.75$
Fattori di profondità	$D_c = 1.43$	$D_q = 1.22$	$Q_\gamma = 1.22$

**Fondazione n° 2**

Fattori di capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori di forma	$S_c = 1.00$	$S_q = 1.00$	$S_\gamma = 1.00$
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 0.89$	$I_q = 0.89$	$I_\gamma = 0.68$
Fattori di profondità	$D_c = 1.35$	$D_q = 1.17$	$Q_\gamma = 1.17$

**Combinazione n° 3**
**Fondazione n° 1**

Fattori di capacità portante	$N_c = 24.24$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 9.73$
Fattori di forma	$S_c = 1.04$	$S_q = 1.02$	$S_\gamma = 1.02$
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 1.00$	$I_q = 1.00$	$I_\gamma = 1.00$
Fattori di profondità	$D_c = 1.41$	$D_q = 1.20$	$Q_\gamma = 1.20$

**Fondazione n° 2**

Fattori di capacità portante	$N_c = 24.24$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 9.73$
Fattori di forma	$S_c = 1.05$	$S_q = 1.03$	$S_\gamma = 1.03$
Fattori per effetto del punzonamento	$\Psi_c = 1.00$	$\Psi_q = 1.00$	$\Psi_\gamma = 1.00$
Fattori di inclinazione del carico	$I_c = 1.00$	$I_q = 1.00$	$I_\gamma = 1.00$
Fattori di profondità	$D_c = 1.33$	$D_q = 1.16$	$Q_\gamma = 1.16$

**Verifica allo scorrimento**
**Simbologia adottata**

$Cmb$	Identificativo della combinazione
$R_{ult1}$	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
$R_{ult2}$	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
$R_{ult3}$	Resistenza offerta dalle superfici laterali espressa in [kg]
$R$	Somma di $R_{ult1}$ e $R_{ult2}$
$R_d$	Resistenza di progetto allo scorrimento espressa in [kg]
$H$	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
$\eta$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento ( $\eta = R_d/H$ )

Cmb	Fnd	$R_{ult1}$ [kg]	$R_{ult2}$ [kg]	$R_{ult3}$ [kg]	$R$ [kg]	$R_{amm}$ [kg]	$H$ [kg]	$\eta$
1	1	12229	0	0	12229	11118	2000	5.56
2	1	10191	0	0	10191	9265	2000	4.63
3	1	8299	0	0	8299	7544	0	100.00

Cmb	Fnd	$R_{ult1}$ [kg]	$R_{ult2}$ [kg]	$R_{ult3}$ [kg]	$R$ [kg]	$R_{amm}$ [kg]	$H$ [kg]	$\eta$
1	2	21838	0	0	21838	19853	3090	6.42
2	2	16379	0	0	16379	14890	4200	3.55
3	2	14559	0	0	14559	13235	0	100.00

#### 4.1.5 Manufatto biologico

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLU 1	-652.711494	1440.009900	94488.297000	SLV 15	-343.462068	1972.698275	72078.785500
SLU 2	-652.711494	9754.491868	94488.297000	SLV 16	-660.709462	1972.698275	72109.014500
SLU 3	-652.711494	2057.157000	94080.876000	SLV 17	-502.085765	995.238600	72235.590000
SLU 4	-652.711494	10371.638968	94080.876000	SLV 18	-502.085765	-172.375800	72235.590000
SLU 5	-652.711494	1440.009900	94488.297000	SLV 19	-502.085765	2357.455400	72235.590000
SLU 6	-652.711494	13459.513890	94488.297000	SLV 20	-502.085765	2357.455400	72235.590000
SLU 7	-652.711494	2057.157000	94080.876000	SLV 21	-502.085765	-172.375800	72235.590000
SLU 8	-652.711494	14076.660990	94080.876000	SLV 22	-502.085765	995.238600	72235.590000
SLU 9	0.000000	1440.009900	46883.740000	SLV 23	-502.085765	-1534.592600	72235.590000
SLU 10	0.000000	9754.491868	46883.740000	SLV 24	-502.085765	-1534.592600	72235.590000
SLU 11	0.000000	2057.157000	46476.319000	SLV 25	-1030.831421	526.858538	72328.478667
SLU 12	0.000000	10371.638968	46476.319000	SLV 26	-1030.831421	296.004263	72243.464667
SLU 13	0.000000	1440.009900	46883.740000	SLV 27	-660.709462	796.188525	72392.394500
SLU 14	0.000000	13459.513890	46883.740000	SLV 28	-343.462068	796.188525	72362.165500
SLU 15	0.000000	2057.157000	46476.319000	SLV 29	26.659892	296.004263	72142.701333
SLU 16	0.000000	14076.660990	46476.319000	SLV 30	26.659892	526.858538	72227.715333
SLU 17	0.000000	-0.000000	10403.855000	SLV 31	-343.462068	26.674275	72078.785500
SLU 18	0.000000	12019.503990	10403.855000	SLV 32	-660.709462	26.674275	72109.014500
SLU 19	0.000000	0.000000	35060.545000	SLE R1	-502.085765	960.006600	72623.610000
SLV 1	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R2	-502.085765	7355.761960	72623.610000
SLV 2	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R3	-502.085765	1371.438000	72351.996000
SLV 3	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R4	-502.085765	7767.193360	72351.996000
SLV 4	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R5	-502.085765	960.006600	72623.610000
SLV 5	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R6	-502.085765	10205.778900	72623.610000
SLV 6	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R7	-502.085765	1371.438000	72351.996000
SLV 7	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R8	-502.085765	13390.941990	72351.996000
SLV 8	-502.085765	411.431400	72235.590000	SLE R9	0.000000	960.006600	36004.720000
SLV 9	-1030.831421	-56.948662	72328.478667	SLE R10	0.000000	7355.761960	36004.720000
SLV 10	-1030.831421	879.811463	72243.464667	SLE R11	0.000000	1371.438000	35733.106000
SLV 11	-660.709462	-1149.835475	72392.394500	SLE R12	0.000000	7767.193360	35733.106000
SLV 12	-343.462068	-1149.835475	72362.165500	SLE R13	0.000000	960.006600	36004.720000
SLV 13	26.659892	879.811463	72142.701333	SLE R14	0.000000	10205.778900	36004.720000
SLV 14	26.659892	-56.948662	72227.715333	SLE R15	0.000000	1371.438000	35733.106000
SLV 15	-343.462068	1972.698275	72078.785500	SLE R16	0.000000	10617.210300	35733.106000
SLV 16	-660.709462	1972.698275	72109.014500	SLE F	-502.085765	685.719000	72235.590000
				SLE Qp	-502.085765	0.000000	72235.590000

#### Reazioni vincolari

Il manufatto biologico è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità pari a -5,60 m dal piano campagna. Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -5,60 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} * 2,40 \text{ m} = 50,40 \text{ kN/mq}$

$$P_{\text{Terreno}} = 112,20 \text{ kN/mq}$$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 94489 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLU} = N_{TOT, SLU} / A_p = 94489 / (49.60 \cdot 15.10) = 126,16 \text{ kN/mq}$   
 MAX SLV:  $R_v = 73362 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLV} = N_{TOT, SLV} / A_p = 73362 / (49.60 \cdot 15.10) = 97,95 \text{ kN/mq}$   
 SLE Qp:  $R_v = 72235 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLEq} = N_{TOT, SLEq} / A_p = 72235 / (49.60 \cdot 15.10) = 96,44 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, sia in combinazione di carico quasi permanente che sismica è inferiore alla pressione del carico litostatico; per quanto riguarda la pressione media a SLU, essa è invece di poco superiore al carico litostatico.

Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.

#### 4.1.6 Manufatto partitore al biologico

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
<b>SUMMATION OF REACTION FORCES</b>				
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
	SLU 1	-37.912418	-582.744877	10064.770950
	SLU 2	364.136073	60.388783	6061.185000
	SLU 3	-4.395677	-620.291100	10064.770950
	SLU 4	372.352528	-574.030717	10345.623450
	SLU 5	-325.273740	-570.296077	10064.770950
	SLU 6	-320.878063	49.995023	6061.185000
	SLU 7	-46.128873	51.674623	2930.460000
	SLV V1	-943.342884	-144.635809	4711.685932
	SLV V2	-991.977142	46.597705	4655.510652
	SLV V3	-615.556834	-311.468211	4762.419955
	SLV V4	-383.231620	-263.233898	4749.730979
	SLV V5	-217.559762	207.378749	4613.214068
	SLV V6	-168.925504	16.145235	4669.389348
	SLV V7	-545.345812	374.211151	4562.480045
	SLV V8	-777.671026	325.976838	4575.169021
	SLV F1	-1386.292922	-717.397369	7791.367432
	SLV F2	-1434.927180	-334.934735	7735.192152
	SLV F3	-750.808748	-1107.330411	7842.101455
	SLV F4	-254.742286	-1059.096098	7829.412479
	SLV F5	218.627696	-174.153691	7692.895568
	SLV F6	267.261954	-556.616325	7749.070848
	SLV F7	-416.856477	215.779351	7642.161545
	SLV F8	-912.922940	167.545038	7654.850521
	SLO 1	-848.135248	-542.171679	7760.340695
	SLO 2	-865.826643	-407.757908	7739.443484
	SLO 3	-640.734644	-667.857953	7779.288361
	SLO 4	-467.959265	-650.344395	7774.632007
	SLO 5	-319.529978	-349.379381	7723.922305
	SLO 6	-301.838583	-483.793152	7744.819516
	SLO 7	-526.930582	-223.693107	7704.974639
	SLO 8	-698.755921	-241.206665	7709.630993
	SLE R1	-310.322649	-439.966090	7742.131500
	SLE R2	-427.541205	-442.455850	7929.366500
	SLE R3	-437.242845	-431.587850	7929.366500
	SLE R4	-320.024289	-429.098090	7742.131500
	SLE R5	-35.483748	39.749710	2254.200000
	SLE F	-541.170657	-404.365980	7742.131500
	SLE Qp	-619.316361	-406.025820	7742.131500

#### Reazioni vincolari

Il manufatto è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità pari a -3,35 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} \cdot 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} \cdot 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -3,35 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} \cdot 0,15 \text{ m} = 3,15 \text{ kN/mq}$

$$P_{\text{Terreno}} = 64,95 \text{ kN/mq}$$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 10345 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLU} = N_{TOT, SLU} / A_p = 10345 / (13,10 \cdot 7,90) = 99,96 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 7842 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLV} = N_{TOT, SLV} / A_p = 7842 / (13,10 \cdot 7,90) = 75,77 \text{ kN/mq}$

SLE Qp:  $R_v = 7742 \text{ kN} \Rightarrow P_{MAN, SLEqp} = N_{TOT, SLEqp} / A_p = 7742 / (13,10 \cdot 7,90) = 74,80 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, sia in combinazione di carico quasi permanente che sismica è idi poco superiore alla pressione del carico litostatico, pertanto non sono attesi cedimenti; per quanto riguarda la pressione media massima a SLU, essa è comunque trascurabile, anche in riferimento al fatto che il manufatto ha un interrimento pari a oltre 3 metri.

#### 4.1.7 Manufatto partitore ai sedimentatori

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT				
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	
SLU 1	-10.253568	2.957760	1319.756000	
SLU 2	-14.926080	4.305600	1086.796000	
SLU 3	59.852182	-7.338240	1527.964000	
SLU 4	-19.853568	5.357760	1249.196000	
SLU 5	53.132182	-5.658240	1527.964000	
SLU 6	55.179670	-5.990400	1527.964000	
SLU 7	48.459670	-4.310400	1527.964000	
SLU 8	45.579670	-3.590400	1506.796000	
SLV 1	-10.389760	2.462880	960.920000	
SLV 2	-10.389760	2.087520	960.920000	
SLV 3	-5.384960	2.462880	960.920000	
SLV 4	-5.384960	2.087520	960.920000	
SLV 5	-8.638080	2.900800	960.920000	
SLV 6	-8.638080	1.649600	960.920000	
SLV 7	-7.136640	2.900800	960.920000	
SLV 8	-7.136640	1.649600	960.920000	
SLV 9	66.272240	-7.376970	1281.240000	
SLV 10	66.272240	1.367370	1281.240000	
SLV 11	127.679040	-7.376970	1281.240000	
SLV 12	127.679040	1.367370	1281.240000	
SLV 13	87.764620	-17.578700	1281.240000	
SLV 14	87.764620	11.569100	1281.240000	
SLV 15	106.186660	-17.578700	1281.240000	
SLV 16	106.186660	11.569100	1281.240000	
SLE R1	-7.887360	2.275200	1007.960000	
SLE R2	-11.481600	3.312000	828.760000	
SLE R3	46.040140	-5.644800	1168.120000	
SLE R4	-14.287360	3.875200	960.920000	
SLE R5	41.560140	-4.524800	1168.120000	
SLE R6	42.445900	-4.608000	1168.120000	
SLE R7	37.965900	-3.488000	1168.120000	
SLE R8	36.045900	-3.008000	1144.600000	
SLE F1	-7.887360	2.275200	984.440000	
SLE F2	-9.807360	2.755200	984.440000	
SLE F3	96.975640	-3.004800	1304.760000	
SLE F4	95.055640	-2.524800	1304.760000	
SLE Qp	96.975640	-3.004800	1281.240000	

#### Reazioni vincolari

Il manufatto è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità pari a -2,70 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -2,70 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 0,60 \text{ m} = 10,80 \text{ kN/mq}$

$$P_{\text{Terreno}} = 52,80 \text{ kN/mq}$$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 1528 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLU}} = N_{\text{TOT, SLU}} / A_p = 1528 / (4.00 * 6.30) = 60,63 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 961 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLV}} = N_{\text{TOT, SLV}} / A_p = 961 / (4.00 * 6.30) = 38,13 \text{ kN/mq}$

SLE Qp:  $R_v = 1282 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLEqp}} = N_{\text{TOT, SLEqp}} / A_p = 1282 / (4.00 * 6.30) = 50,87 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, sia in combinazione di carico quasi permanente che sismica è inferiore alla pressione del carico litostatico; per quanto riguarda la pressione media a SLU, essa è invece di poco superiore al carico litostatico.

Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.

#### 4.1.8 Manufatto di grigliatura grossolana e pompaggio

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
<b>SUMMATION OF REACTION FORCES</b>			
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLU1	1445.080000	-0.000000	9229.531042
SLU 2	1445.080000	-0.000000	10839.321042
SLU 3	1101.100000	-0.000000	10839.321042
SLU 4	1193.920000	0.000000	5824.181042
SLU 5	1445.080000	-0.000000	13627.226226
SLU 6	1445.080000	-0.000000	11990.762768
SLU 7	1445.080000	-0.000000	11844.963899
SLU 8	1445.080000	-0.000000	11982.894816
SLU 9	1193.920000	-0.000000	9229.531042
SLV 1	971.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 2	1251.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 3	971.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 4	1251.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 5	1069.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 6	1153.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 7	1069.600000	-0.000000	7099.639263
SLV 8	1153.600000	-0.000000	7099.639263
SLE R1	882.280000	-0.000000	8337.939263
SLE R2	689.080000	-0.000000	8337.939263
SLE R3	1111.600000	-0.000000	10196.542719
SLE R4	1111.600000	-0.000000	9105.567081
SLE R5	1111.600000	-0.000000	9008.367835
SLE R6	1111.600000	-0.000000	8337.939263
SLE F1	996.940000	-0.000000	8337.939263
SLE F2	1111.600000	-0.000000	9267.240991
SLE F3	1111.600000	-0.000000	8721.753172
SLE F4	1111.600000	-0.000000	8673.153549
SLE F5	1111.600000	-0.000000	8719.130521
SLE QP1	1042.804000	-0.000000	8337.939263
SLE QP2	1111.600000	-0.000000	8895.520300
SLE QP3	1111.600000	-0.000000	8568.227608
SLE QP4	1111.600000	-0.000000	8539.067835
SLE QP5	1111.600000	-0.000000	8566.654018

Il manufatto di grigliatura grossolana e pompaggio iniziale è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità minima pari a -5,30 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:



Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -5,30 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 44,10 \text{ kN/mq}$

$P_{\text{Terreno}} = 105,90 \text{ kN/mq}$

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 13627 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLU}} = N_{\text{TOT, SLU}} / A_p = 13627 / (17,20 * 9,00) = 88,00 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 7099 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLV}} = N_{\text{TOT, SLV}} / A_p = 7099 / (17,20 * 9,00) = 45,85 \text{ kN/mq}$

SLE Qp:  $R_v = 8895 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLEqp}} = N_{\text{TOT, SLEqp}} / A_p = 8895 / (17,20 * 9,00) = 57,46 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, per tutte le combinazioni di carico SLU e SLE risulta inferiore alla pressione dovuta al carico litostatico.

Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.

#### 4.1.9 Manufatto di sollevamento fanghi

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLU 1	0.052049	0.000000	6005.027014	SLU 26	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 2	0.000000	-0.000000	-23.768844	SLU 27	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 3	-0.000000	0.000000	4838.147014	SLU 28	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 4	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 29	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 5	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 30	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 6	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 31	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 7	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 32	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 8	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 33	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 9	0.052049	0.000000	7070.669656	SLU 34	-0.000000	0.000000	8025.656806
SLU 10	0.052049	0.000000	7070.669656	SLV 1	-123.738118	-171.761702	5661.113449
SLU 11	0.052049	0.000000	7070.669656	SLV 2	-123.738118	171.761702	5661.113449
SLU 12	0.052049	0.000000	7070.669656	SLV 3	-37.121435	-572.539008	5661.113449
SLU 13	0.052049	0.000000	7070.669656	SLV 4	37.121435	-572.539008	5661.113449
SLU 14	-0.000000	0.000000	8237.549656	SLV 5	123.738118	171.761702	5661.113449
SLU 15	-0.000000	0.000000	8237.549656	SLV 6	123.738118	-171.761702	5661.113449
SLU 16	-0.000000	0.000000	8237.549656	SLV 7	37.121435	572.539008	5661.113449
SLU 17	-0.000000	0.000000	8237.549656	SLV 8	-37.121435	572.539008	5661.113449
SLU 19	-0.000000	0.000000	8237.549656	SLV 9	-0.904750	-119.736000	5661.113449
SLU 20	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 10	-0.904750	119.736000	5661.113449
SLU 21	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 11	-0.271425	-399.120000	5661.113449
SLU 22	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 12	0.271425	-399.120000	5661.113449
SLU 23	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 13	0.904750	119.736000	5661.113449
SLU 24	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 14	0.904750	-119.736000	5661.113449
SLU 25	-0.000000	0.000000	8025.656806	SLV 15	0.271425	399.120000	5661.113449
				SLV 16	-0.271425	399.120000	5661.113449

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)				
SLE R1	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R21	-0.000000	0.000000	4432.079977
SLE R2	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R22	-0.000000	0.000000	6019.251449
SLE R3	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R23	-0.000000	0.000000	6019.251449
SLE R4	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R24	-0.000000	0.000000	6019.251449
SLE R5	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R25	-0.000000	0.000000	6019.251449
SLE R6	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R26	-0.000000	0.000000	6019.251449
SLE R7	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R27	0.040038	0.000000	5121.651449
SLE R8	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R28	0.040038	0.000000	5121.651449
SLE R9	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R29	0.040038	0.000000	5121.651449
SLE R10	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R30	0.040038	0.000000	5121.651449
SLE R11	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R31	0.040038	0.000000	5121.651449
SLE R12	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE R32	0.000000	0.000000	-52.523023
SLE R13	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE F1	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R14	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE F2	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R15	-0.000000	0.000000	4224.051449	SLE F3	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R16	-0.000000	0.000000	4368.313349	SLE F4	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R17	-0.000000	0.000000	4368.313349	SLE F5	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R18	-0.000000	0.000000	4368.313349	SLE F6	-0.000000	0.000000	5730.880077
SLE R19	-0.000000	0.000000	4432.079977	SLE F7	-0.000000	0.000000	5827.054677
SLE R20	-0.000000	0.000000	4432.079977	SLE F8	-0.000000	0.000000	5827.054677
				SLE F9	-0.000000	0.000000	5827.054677
				SLE F10	0.040038	0.000000	4929.454677
				SLE F11	0.040038	0.000000	4929.454677
				SLE F12	0.040038	0.000000	4929.454677
				SLE QP	-0.000000	0.000000	5516.851549

**Reazioni vincolari**

Considerando che il manufatto di sollevamento fanghi è composto da due parti a quote diverse, consideriamo una profondità media di interramento media pari a circa -5,00 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -5,00 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} * 1,80 \text{ m} = 37,80 \text{ kN/mq}$

$P_{\text{Terreno}} = 99,60 \text{ kN/mq}$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità significative delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 8237 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLU}} = N_{\text{TOT, SLU}} / A_p = 8237 / (10,60 * 8,20) = 94,74 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 5661 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLV}} = N_{\text{TOT, SLV}} / A_p = 5661 / (10,60 * 8,20) = 65,13 \text{ kN/mq}$

SLE Qp:  $R_v = 5516 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLEqp}} = N_{\text{TOT, SLEqp}} / A_p = 5516 / (10,60 * 8,20) = 63,46 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, per tutte le combinazioni di carico SLU e SLE risulta inferiore alla pressione dovuta al carico litostatico.

Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.



#### 4.1.10 Manufatto di filtrazione terziaria

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT				
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	
SLU 1	914.348857	-173.059016	6774.871142	
SLU 2	725.958870	-153.190954	5971.603986	
SLU 3	571.854026	-215.327135	5368.059486	
SLU 4	-212.024183	-221.809833	816.554736	
SLU 5	-212.024183	-221.809833	4732.603236	
SLU 6	704.054227	-159.694301	6990.818642	
SLU 7	515.664240	-139.826239	6187.551486	
SLU 8	361.559396	-201.962420	5584.006986	
SLU 9	278.663287	-252.994168	4948.550736	
SLV 1	-23.943274	-185.988984	5211.439340	
SLV 2	-23.943274	-29.538277	5211.439340	
SLV 3	205.844304	-368.514808	5211.439340	
SLV 4	402.805086	-368.514808	5211.439340	
SLV 5	632.592664	-29.538277	5211.439340	
SLV 6	632.592664	-185.988984	5211.439340	
SLV 7	402.805086	152.987547	5211.439340	
SLV 8	205.844304	152.987547	5211.439340	
SLE R1	631.449675	-128.553187	5254.628840	
SLE R2	491.253255	-119.643377	5355.404340	
SLE R3	367.992112	-161.067125	4172.466028	
SLE R4	486.534300	-113.270062	4636.731028	
SLE R5	227.795692	-152.157315	4273.241528	
SLE R6	346.337880	-104.360252	4737.506528	
SLE R7	252.873600	-98.420379	4593.541528	
SLE R8	252.873600	-98.420379	4593.541528	
SLE F1	397.788975	-113.703504	5211.439340	
SLE F2	304.324695	-107.763630	5211.439340	
SLE F3	252.873600	-98.420379	4593.541528	
SLE F4	159.409320	-92.480505	4593.541528	
SLE F5	134.331412	-146.217441	4129.276528	
SLE F6	40.867132	-140.277568	4129.276528	
SLE Qp	164.128275	-98.853820	5211.439340	

#### Reazioni vincolari

Il manufatto è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità pari a -3,70 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -3,70 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} * 0,50 \text{ m} = 10,50 \text{ kN/mq}$

$$P_{\text{Terreno}} = 72,30 \text{ kN/mq}$$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 6991 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLU}} = N_{\text{TOT, SLU}} / A_p = 6991 / (10.60 * 7.80) = 84,55 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 5212 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLV}} = N_{\text{TOT, SLV}} / A_p = 5212 / (10.60 * 7.80) = 63,05 \text{ kN/mq}$

SLE Qp:  $R_v = 5212 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLEqp}} = N_{\text{TOT, SLEqp}} / A_p = 5212 / (10.60 * 7.80) = 63,05 \text{ kN/mq}$

Dalle calcolazioni sopra espone si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, sia in combinazione di carico quasi permanente che sismica è inferiore alla

pressione del carico litostatico; per quanto riguarda la pressione media a SLU, essa è invece di poco superiore al carico litostatico.

Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.

#### 4.1.11 Manufatto di disinfezione

Si riportano di seguito le reazioni vincolari desunte dal modello di calcolo elaborato con Midas gen utilizzato per il dimensionamento strutturale, suddivise per le varie combinazioni di carico:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT				
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	
SLU 1	-2143.301460	0.000000	4267.250000	
SLU 2	-2736.590520	0.000000	4267.250000	
SLU 3	-1319.765460	0.000000	6319.478750	
SLU 4	-1913.054520	0.000000	535.925000	
SLU 5	0.000000	0.000000	6319.478750	
SLV 1	-2710.649304	-20.010931	1986.963707	
SLV 2	-2710.649304	20.010931	1990.049293	
SLV 3	-2669.239051	-66.703104	1985.030557	
SLV 4	-2633.744549	-66.703104	1986.459157	
SLV 5	-2592.334296	20.010931	1994.811293	
SLV 6	-2592.334296	-20.010931	1991.725707	
SLV 7	-2633.744549	66.703104	1996.744443	
SLV 8	-2669.239051	66.703104	1995.315843	
SLE R1	-1564.228200	0.000000	3282.500000	
SLE R2	-2020.604400	0.000000	3282.500000	
SLE R3	-1015.204200	0.000000	4861.137500	
SLE R4	-1471.580400	0.000000	412.250000	
SLE R5	0.000000	0.000000	4861.137500	
SLE F	-1289.716200	0.000000	4861.137500	
SLE Qp	-1179.911400	0.000000	4861.137500	

#### Reazioni vincolari

Il manufatto è posto con l'intradosso della platea di fondazione ad una profondità pari a -4,05 m dal piano campagna.

Considerando tale profondità, il volume di terreno rimosso presenta alla base del piano di imposta della fondazione una pressione media pari a:

Pressione del terreno da 0,00 m a -2,10 m:  $P_1 = 20,0 \text{ kN/mc} * 2,10 \text{ m} = 42,00 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -2,10 m a -3,20 m:  $P_2 = 18,0 \text{ kN/mc} * 1,10 \text{ m} = 19,80 \text{ kN/mq}$

Pressione del terreno da -3,20 m a -4,05 m:  $P_3 = 21,0 \text{ kN/mc} * 0,85 \text{ m} = 17,85 \text{ kN/mq}$

$$P_{\text{Terreno}} = 79,65 \text{ kN/mq}$$

Il manufatto, per geometria e schema di carico, non presenta eccentricità delle azioni sul piano di fondazione, per cui si ritiene di poter ragionare su valori medi delle pressioni sul terreno.

Procediamo con il calcolo della pressione media del manufatto alla base della fondazione, per le varie combinazioni di carico:

MAX SLU:  $R_v = 6320 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLU}} = N_{\text{TOT, SLU}} / A_p = 6320 / (14.30 * 10.30) = 42.90 \text{ kN/mq}$

MAX SLV:  $R_v = 1997 \text{ kN} \Rightarrow P_{\text{MAN, SLV}} = N_{\text{TOT, SLV}} / A_p = 1997 / (14.30 * 10.30) = 13.55 \text{ kN/mq}$

$$\text{SLE Qp:} \quad R_v = 4862 \text{ kN} \quad \Rightarrow P_{\text{MAN, SLEqp}} = N_{\text{TOT, SLEqp}} / A_p = 4862 / (14.30 * 10.30) = 33.00 \text{ kN/mq}$$

Dalle calcolazioni sopra esposte si evince chiaramente che la pressione media scaricata dal manufatto all'interfaccia della fondazione, per tutte le combinazioni di carico SLU e SLE risulta inferiore alla pressione dovuta al carico litostatico. Per quanto sopra esposto non sono attesi cedimenti e le verifiche geotecniche di capacità portante non sono ritenute necessarie.

## 4.2 Verifiche di cedimento a SLE

### 4.2.1 Calcolo delle tensioni indotte

#### Metodo di Boussinesq

Il metodo di Boussinesq considera il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. Dato un carico concentrato  $Q$ , applicato in superficie, la relazione di Boussinesq fornisce la seguente espressione della tensione verticale indotta in un punto  $P(x,y,z)$  posto alla profondità  $z$ :

$$q_v = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

dove:  $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$ ;

Per ottenere la pressione indotta da un carico distribuito occorre integrare tale espressione su tutta l'area di carico, considerando il carico  $Q$  come un carico infinitesimo agente su una areola  $dA$ . L'integrazione analitica di questa espressione si presenta estremamente complessa specialmente nel caso di carichi distribuiti in modo non uniforme. Pertanto si ricorre a metodi di soluzione numerica. Dato il carico agente sulla fondazione, si calcola il diagramma delle pressioni indotte sul piano di posa della fondazione. Si divide l'area di carico in un elevato numero di areole rettangolari a ciascuna delle quali compete un carico  $dQ$ : la tensione indotta in un punto  $P(x,y,z)$ , posto alla profondità  $z$ , si otterrà sommando i contributi di tutte le areole di carico calcolati come nella formula di Boussinesq.

### 4.2.2 Verifiche manufatto di grigliatura fine e dissabbiatura

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico. Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale. In particolare la percentuale impostata è: 0.05 (%). E' stato richiesto di tenere conto della fondazione compensata.

#### Simbologia adottata

Comb	Identificativo della combinazione
$w_i$	Cedimento elastico espresso in [cm]
$w_{imp}$	Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]
$H$	Spessore strato compressibile espresso in [m]
$X$	coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]
$Y$	coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Con riferimento alle reazioni vincolari globali, riportate al paragrafo 4.1.3 anche per gli SLE, sono state effettuate le verifiche di cedimento della fondazione del manufatto.

In particolare, il calcolo dei cedimenti è stato svolto per le condizioni di esercizio più gravose, vale a dire SLE R8, SLE F2, SLE Qp. Si riportano di seguito i risultati:

**Combinazione 5 (SLE R8)**

Risultati cedimenti \*\* A1-M1-R3

Elastico

Hcompr = 20,20 m      Nstrati = 4      Nstrisce = 60

n°	z [m]	DH [cm]	Dsv [kg/cmq]	E [kg/cmq]	Dw [cm]
1	-2,23	6,67	0,435	73,000	-0,002
2	-2,30	6,67	0,435	73,000	-0,005
3	-2,37	6,67	0,435	73,000	-0,008
4	-2,43	6,67	0,434	73,000	-0,011
5	-2,50	6,67	0,434	73,000	-0,013
6	-2,57	6,67	0,434	73,000	-0,014
7	-2,63	6,67	0,434	73,000	-0,015
8	-2,70	6,67	0,434	73,000	-0,015
9	-2,77	6,67	0,434	73,000	-0,015

$W_{imp} = 1,61 \text{ cm}$      $W_i = 2,186 \text{ cm}$

**W = 2,186 cm**

Pretrattamenti      Comb. n° 5

**Combinazione 6 (SLE F2)**

Risultati cedimenti \*\* A1-M1-R3

Elastico

Hcompr = 20,00 m      Nstrati = 4      Nstrisce = 60

n°	z [m]	DH [cm]	Dsv [kg/cmq]	E [kg/cmq]	Dw [cm]
1	-2,23	6,67	0,428	73,000	-0,002
2	-2,30	6,67	0,428	73,000	-0,005
3	-2,37	6,67	0,428	73,000	-0,008
4	-2,43	6,67	0,428	73,000	-0,010
5	-2,50	6,67	0,428	73,000	-0,012
6	-2,57	6,67	0,428	73,000	-0,014
7	-2,63	6,67	0,428	73,000	-0,015
8	-2,70	6,67	0,428	73,000	-0,015
9	-2,77	6,67	0,428	73,000	-0,015

$W_{imp} = 1,58 \text{ cm}$      $W_i = 2,135 \text{ cm}$

**W = 2,135 cm**

Pretrattamenti      Comb. n° 6

**Combinazione 7 (SLE Qp)**

Resultati cedimenti \*\* A1-M1-R3

Elastico

Hcompr = 20,00 m      Nstrati = 4      Nstrisce = 60

n°	z [m]	DH [cm]	Dsv [kg/cmq]	E [kg/cmq]	Dw [cm]
1	-2,23	6,67	0,426	73,000	-0,002
2	-2,30	6,67	0,426	73,000	-0,005
3	-2,37	6,67	0,426	73,000	-0,008
4	-2,43	6,67	0,426	73,000	-0,010
5	-2,50	6,67	0,426	73,000	-0,012
6	-2,57	6,67	0,426	73,000	-0,014
7	-2,63	6,67	0,426	73,000	-0,015
8	-2,70	6,67	0,426	73,000	-0,015
9	-2,77	6,67	0,426	73,000	-0,015

$W_{imp} = 1,58 \text{ cm}$      $W_i = 2,126 \text{ cm}$

$W = 2,126 \text{ cm}$

Pretrattamenti    Comb. n° 7

Cedimento stimato: 22 mm, totale, di cui il 90% per pesi propri, al 50% assorbiti in fase di costruzione : il cedimento netto per dimensionamento impianti risulta pari a :  $22 * (1-0.90*0.50) = 12 \text{ mm}$

#### 4.2.3 Verifiche edificio di ispessimento

##### Calcolo del cedimento

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico. Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale. In particolare la percentuale impostata è: 0.05 (%). E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

##### Simbologia adottata

- Comb    Identificativo della combinazione
- $w_i$     Cedimento elastico espresso in [cm]
- $w_{imp}$     Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]
- H    Spessore strato compressibile espresso in [m]
- X    coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]
- Y    coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Risultati cedimenti \*\* A1-M1-R3

Elastico

Hcompr = 2,70 m

Nstrati = 2

Nstrisce = 30

n°	z [m]	DH [cm]	Dsv [kg/cm <sup>2</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	Dw [cm]
1	-1,04	7,33	0,085	240,000	0,000
2	-1,11	7,33	0,084	240,000	0,000
3	-1,18	7,33	0,082	240,000	0,000
4	-1,26	7,33	0,079	240,000	0,000
5	-1,33	7,33	0,074	240,000	0,000
6	-1,40	7,33	0,069	240,000	0,000
7	-1,48	7,33	0,064	240,000	0,000
8	-1,55	7,33	0,060	240,000	0,001
9	-1,62	7,33	0,056	240,000	0,001

$W_{imp} = 0,02 \text{ cm}$     $W_i = 0,025 \text{ cm}$

$W = 0,025 \text{ cm}$



Ispessimento B=80



Comb. n° 3



Risultati cedimenti \*\* A1-M1-R3

Elastico

Hcompr = 4,10 m

Nstrati = 3

Nstrisce = 45

n°	z [m]	DH [cm]	Dsv [kg/cm <sup>2</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	Dw [cm]
1	-1,04	7,33	0,200	240,000	0,000
2	-1,11	7,33	0,199	240,000	-0,001
3	-1,18	7,33	0,196	240,000	-0,001
4	-1,26	7,33	0,191	240,000	-0,001
5	-1,33	7,33	0,184	240,000	0,000
6	-1,40	7,33	0,176	240,000	0,001
7	-1,48	7,33	0,167	240,000	0,001
8	-1,55	7,33	0,157	240,000	0,002
9	-1,62	7,33	0,148	240,000	0,002

$W_{imp} = 0,09 \text{ cm}$     $W_i = 0,123 \text{ cm}$

$W = 0,123 \text{ cm}$



Ispessimento B=100



Comb. n° 3



Cedimenti differenziali >>

Chiudi

Help

Cedimento stimato, per entrambe le fondazioni, è inferiore ad 1 cm, quindi ampiamente trascurabile.

## 5 Calcolo delle opere provvisionali

Nel presente paragrafo vengono esplicitati i calcoli delle opere provvisionali che sarà necessario realizzare al fine di assicurare la stabilità dei fronti di scavo in corrispondenza di alcuni manufatti esistenti.

In particolare, le opere provvisionali in progetto sono le seguenti:

- Berlinese tirantata su tre lati del nuovo manufatto di grigliatura grossolana e pompaggio, per lo scavo fino a quota -5.00 m da p.c.;
- Diaframma in c.a. per la realizzazione dello scavo della parte del pompaggio iniziale del manufatto pretrattamenti, dalla profondità -5.00 m a -7.50 m;
- Berlinese tirantata su tre lati del nuovo manufatto di pompaggio fanghi, per lo scavo fino a quota -6.00 m da p.c.

### 5.1 Diaframma per manufatto grigliatura grossolana e pompaggio

#### DESCRIZIONE DELL'OPERA

La parte più bassa del manufatto di pretrattamenti, corrispondente al pompaggio a valle della grigliatura grossolana, prevede un tappo di fondo in jet grouting e un perimetro di diaframmi da quota -7.50 a quota -5.00 m, corrispondenti al livello di falda tenuto sotto controllo con l'impianto di wellpoint.

Il diaframma presenta le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 6.50 m;
- Spessore 50 cm;
- Armatura longitudinale costituita da barre  $\phi 18/20$  su ambo i lati;
- Armatura a taglio costituita da staffe  $\phi 10/20$ ;
- Getto in calcestruzzo C25/30;
- Trave di coronamento di sezione 60x50 cm in cls C25/30, armata con 12 barre longitudinali  $\phi 20$  correnti e staffe  $\phi 12/20$ .

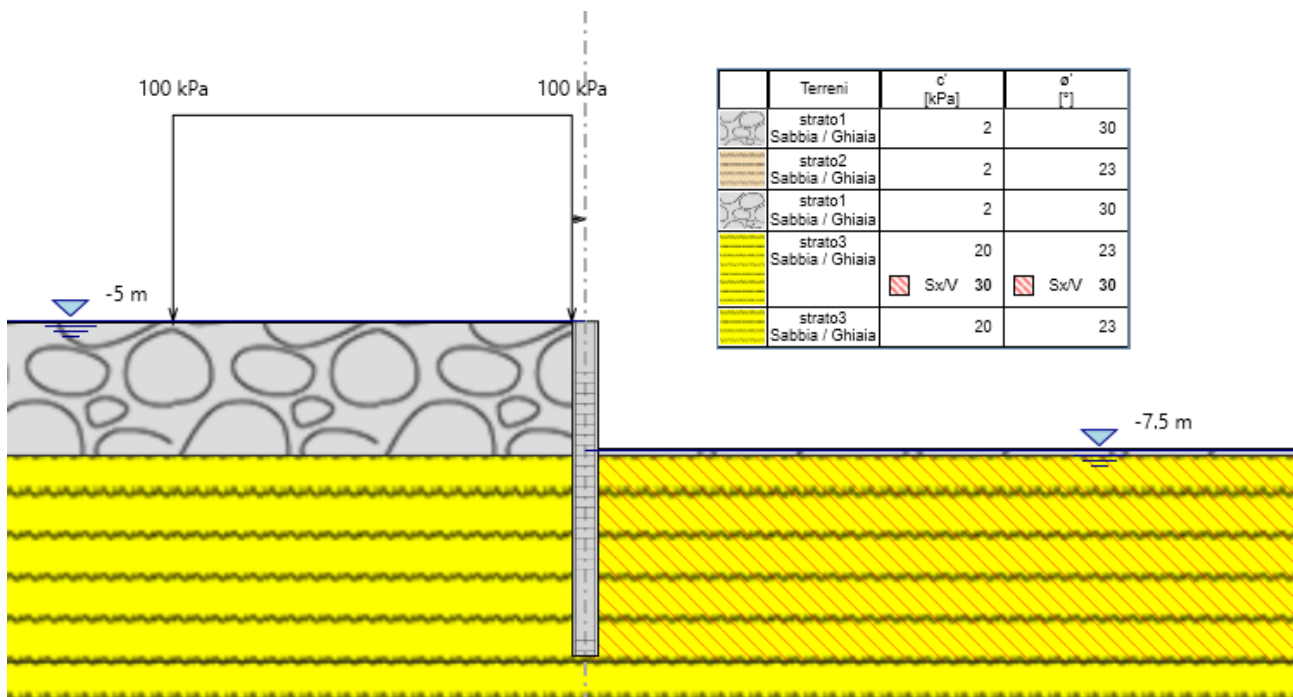
#### MODELLO DI CALCOLO

Per il dimensionamento dell'opera è stato utilizzato il software Paratie Plus, con il quale è stato realizzato un modello monodimensionale non lineare, in cui il terreno è modellato con delle molle elastoplastiche non lineari le cui caratteristiche sono ricavate in funzione delle proprietà meccaniche del terreno.

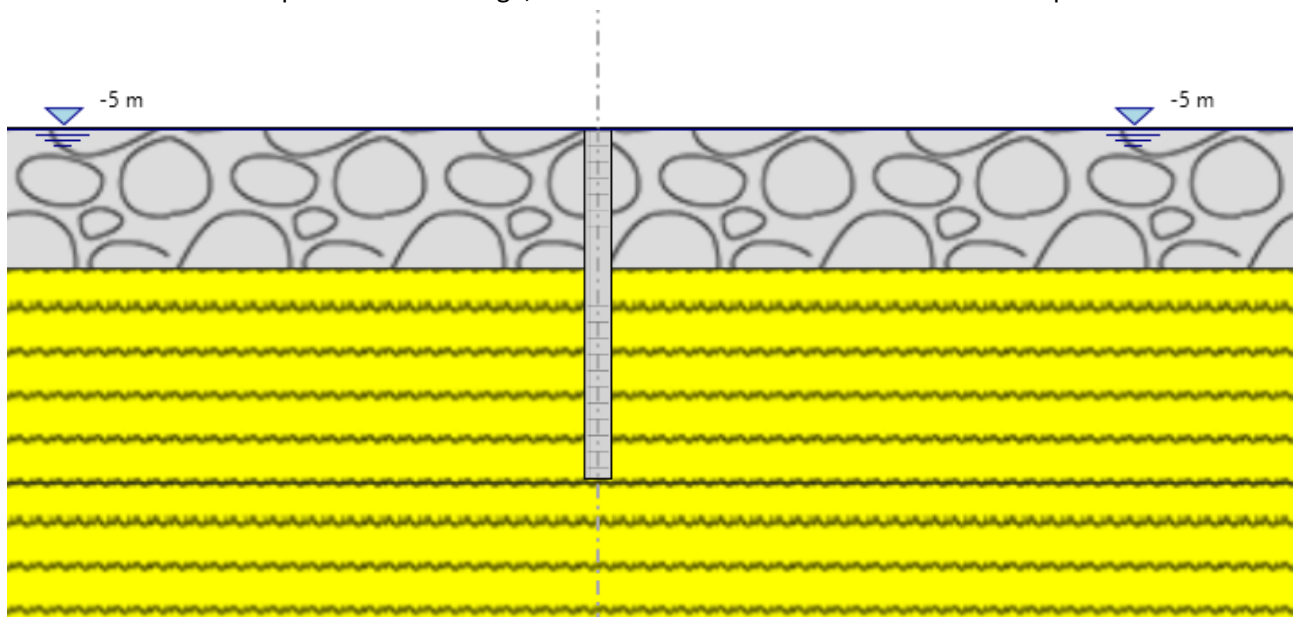
Le proprietà meccaniche del terreno sono quelle contenute nella dichiarazione del modello geotecnico di riferimento.

Nel modello è stata anche inserita la presenza del tappo di fondo in Jet Grouting, mediante attribuzione di miglioramento delle caratteristiche geotecniche del terreno.

La presenza del terreno a tergo, per un'altezza di 5 m sopra il filo superiore del diaframma, è stata modellata con un carico di 100 kPa.

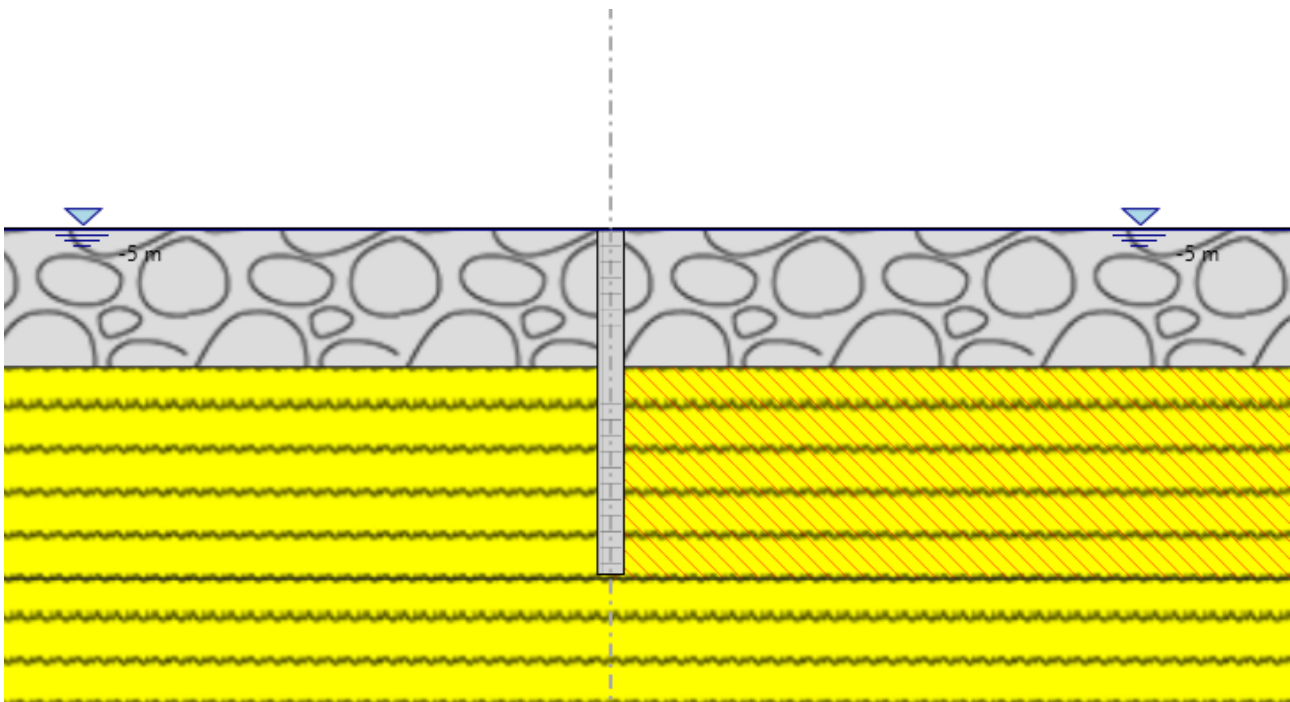


Nel modello sono stati previsti diversi stage, relative alle varie fasi di realizzazione dell'opera:

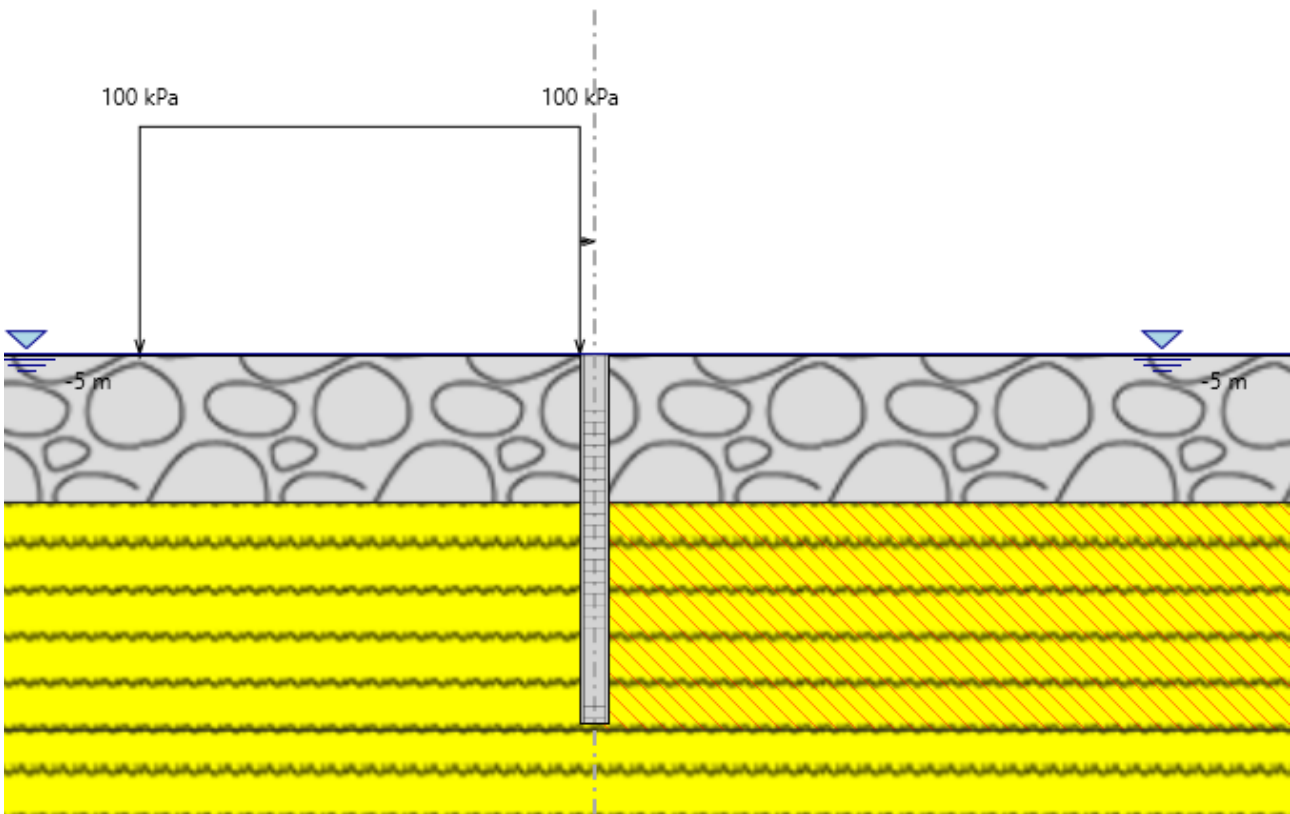


Stage 1 – Realizzazione del diaframma

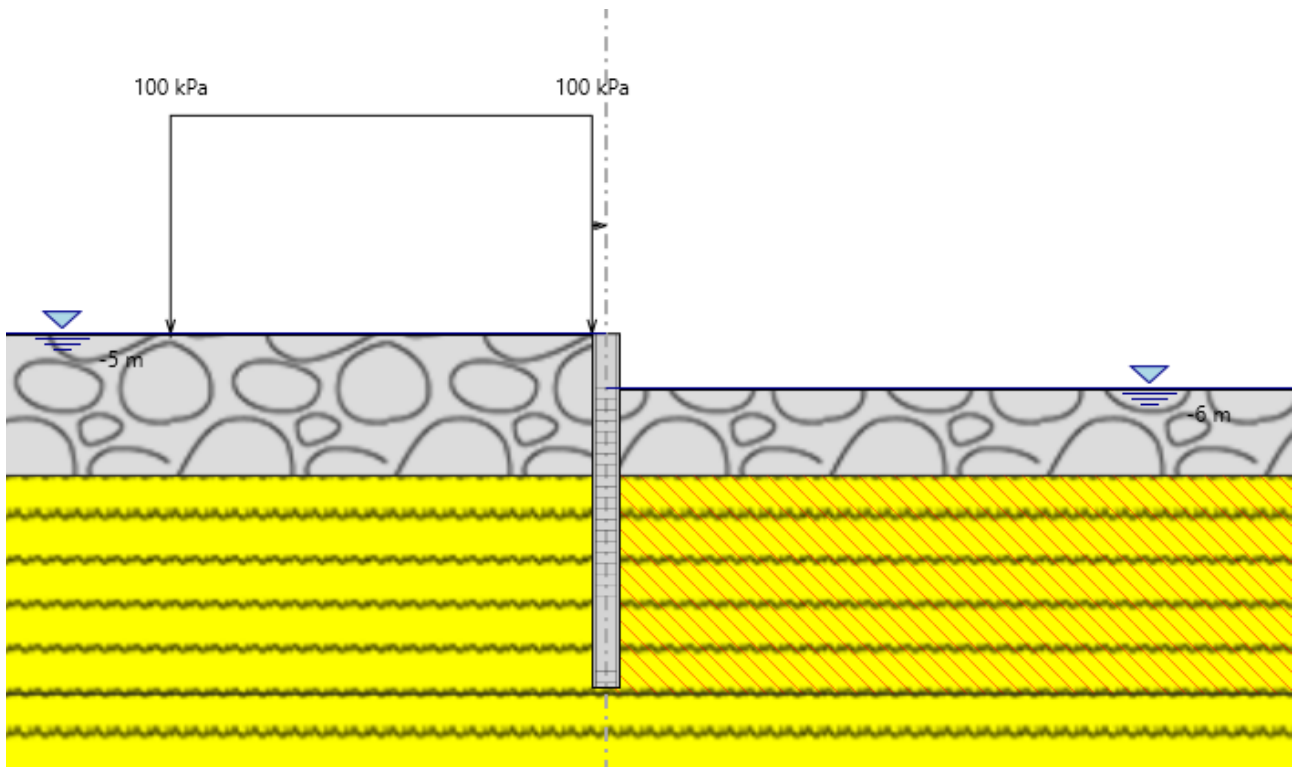




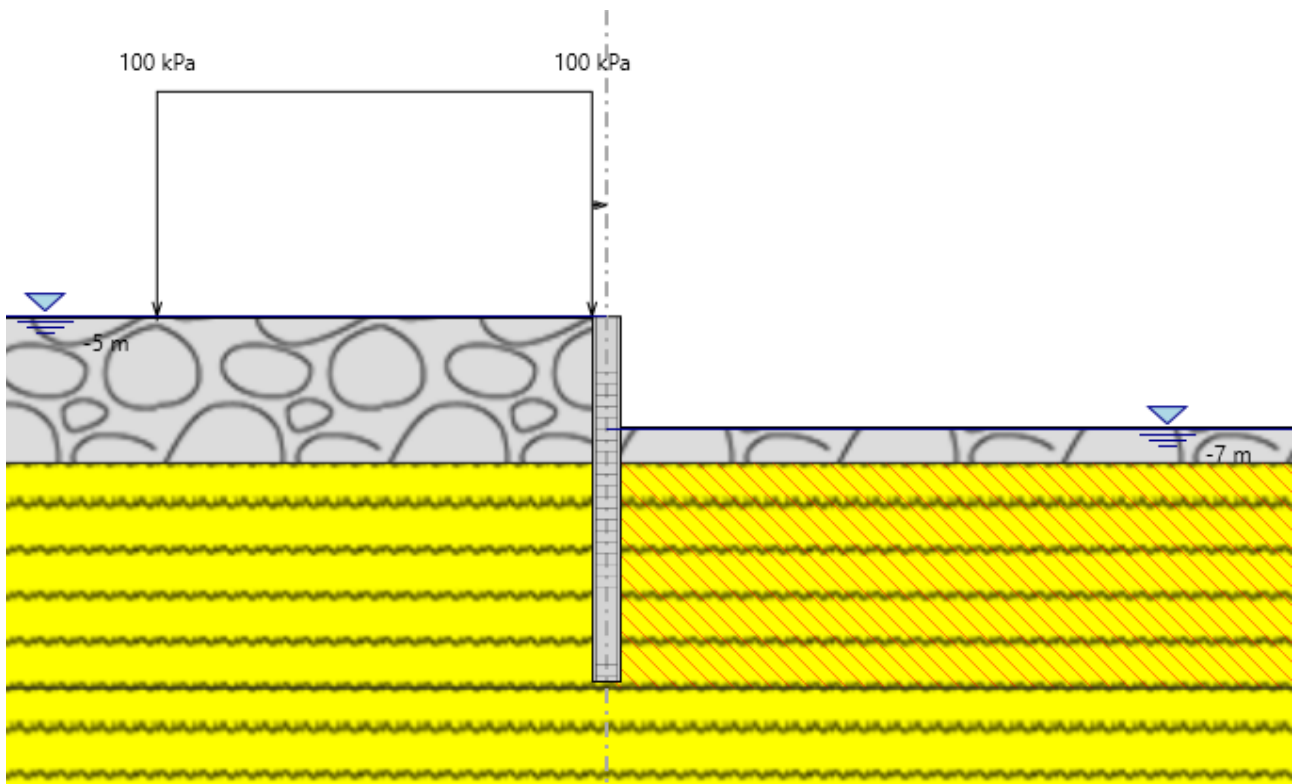
Stage 2 – Realizzazione del tappo di fondo in Jet Grouting



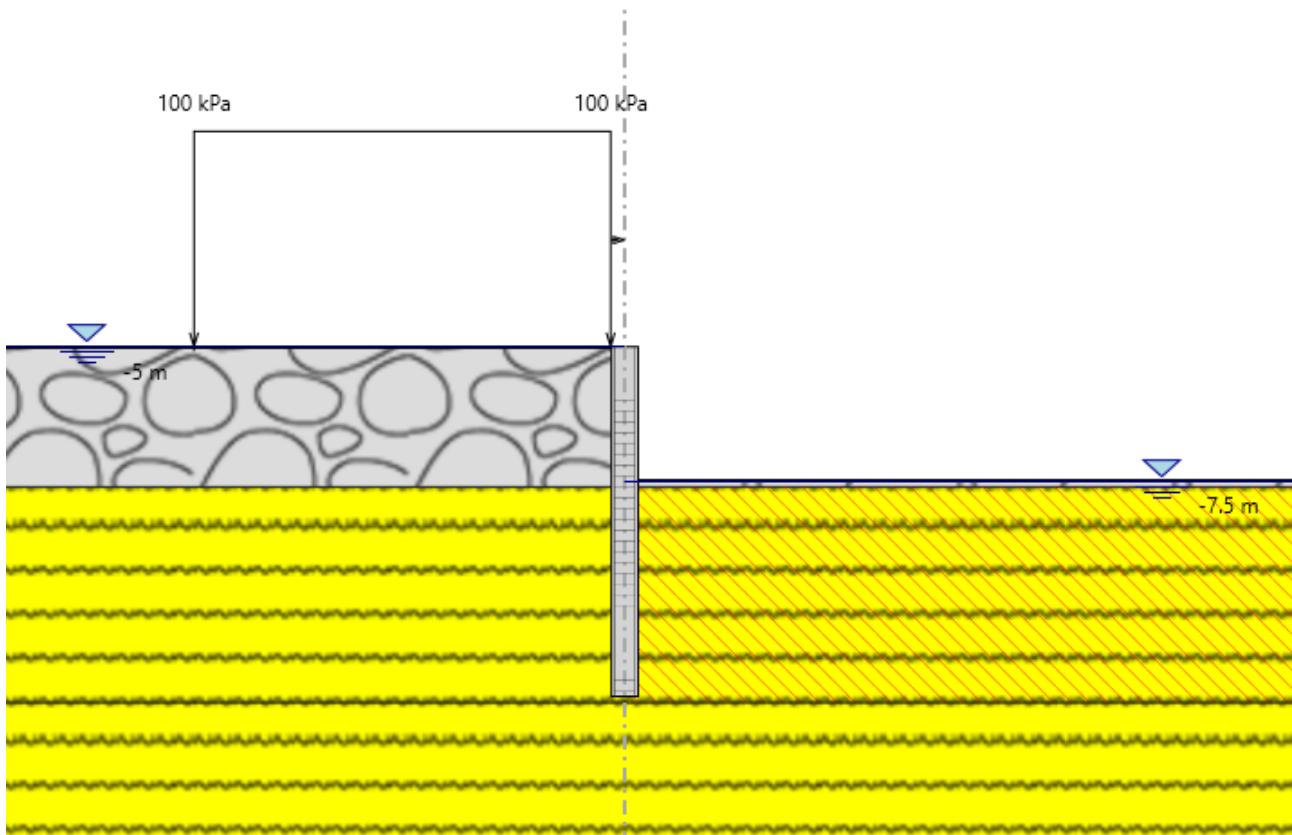
Stage 3 – Attribuzione del carico



Stage 4 – Avanzamento Scavo



Stage 5 – Avanzamento Scavo

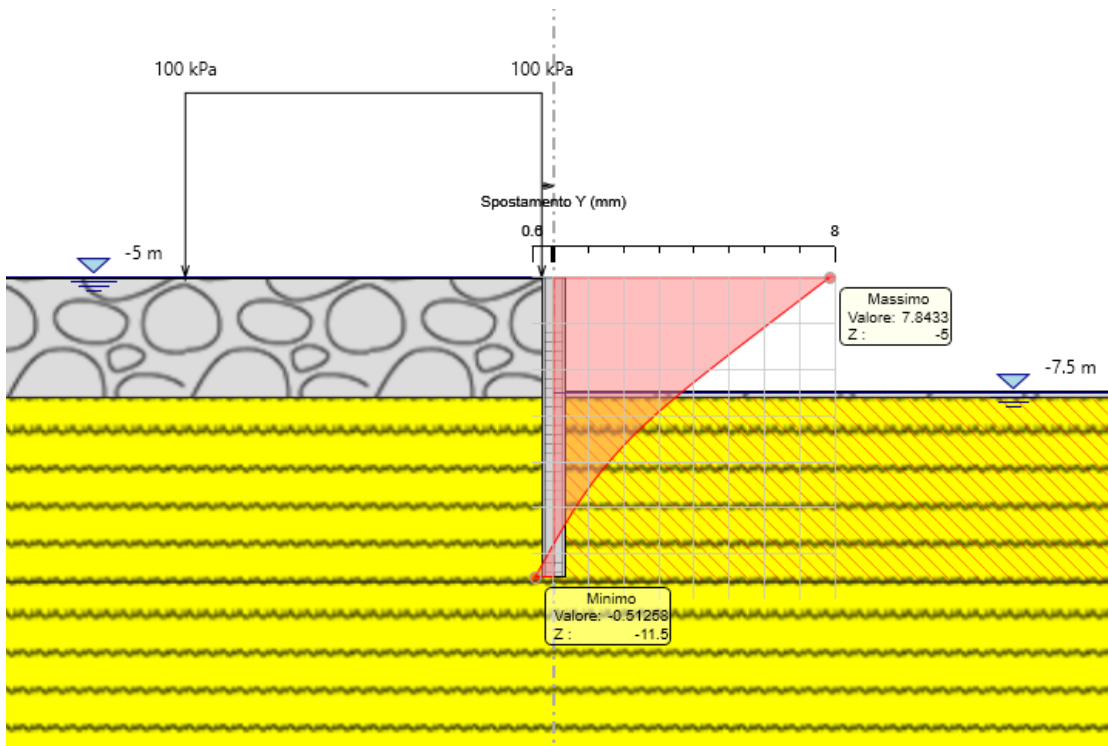


Stage 6 – Termine scavo

## RISULTATI GRAFICI DEL CALCOLO

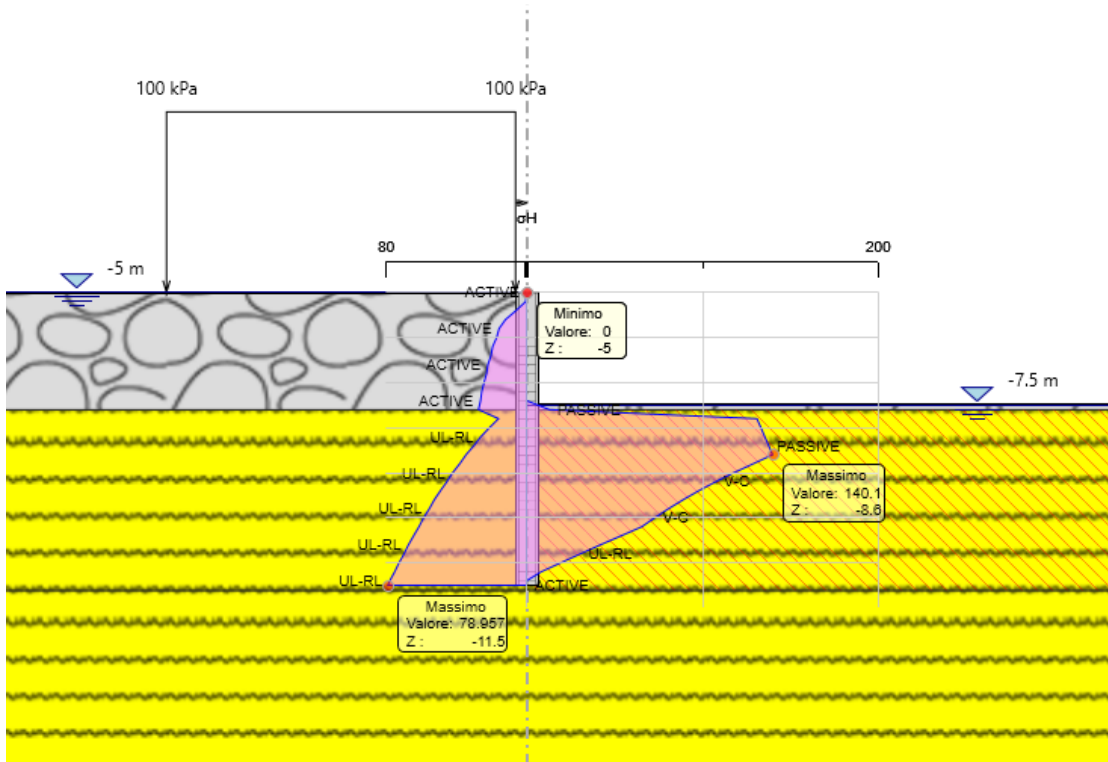
### Spostamenti

Si rappresentano gli spostamenti massimi in fase finale, in mm:



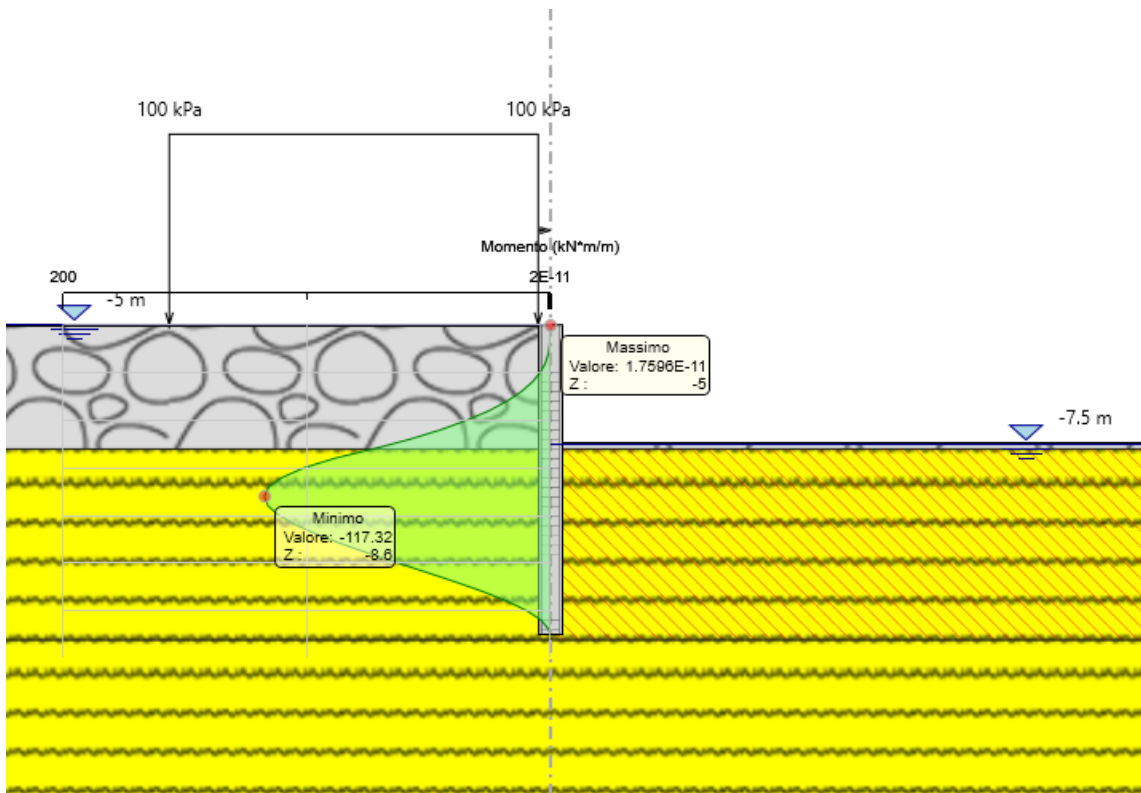
### Spinte

Si rappresentano le spinte orizzontali in fase finale, in kN:



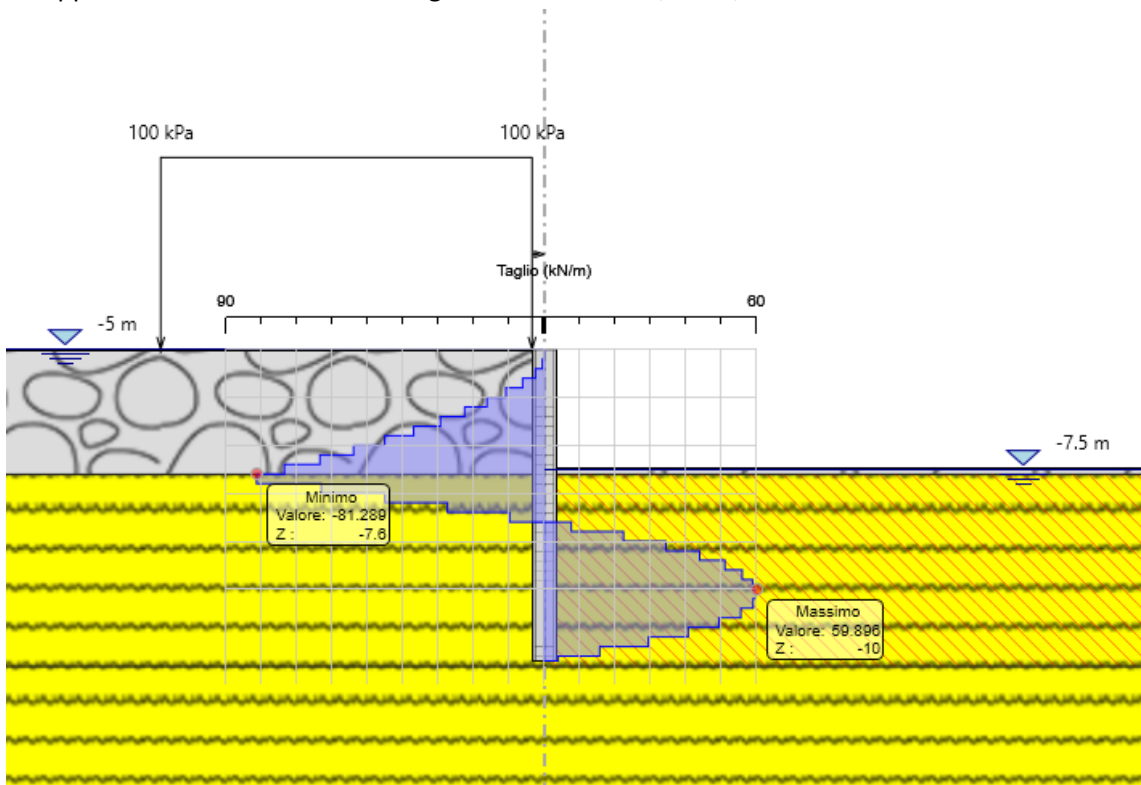
### Momenti Flettenti

Si rappresentano i momenti flettenti in fase finale, in kN\*m/m:



### Sollecitazioni taglianti

Si rappresentano le sollecitazioni taglianti in fase finale, in kN/m:



### RISULTATI ANALITICI DEL CALCOLO

DESIGN SECTION <Base Design Section>

Summary will be issued for the following Design assumptions

<Nominal>

TYPE: <n.a>

<NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

TYPE: <SERVICE>

<NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

TYPE: <ULTIMATE>

<NTC2018: A2+M2+R1>

TYPE: <ULTIMATE>

### Riepilogo per la DA <Nominal>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	-0.51	Z = -11.5 m	D.A.	Nominal
(Stage 6)				
Max. spostamento laterale [mm]	7.84	Z = -5 m	D.A.	Nominal (Stage 6)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.13	D.A.		Nominal
(Stage 2)				
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.56	D.A.		Nominal
(Stage 6)				

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	117.32	Z = -8.6 m
D.A. Nominal (Stage 6)		
Max. taglio [kN/m]	81.29	Z = -7.8 m D.A. Nominal
(Stage 6)		

### Riepilogo per la DA <NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	-0.51	Z = -11.5 m	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
Max. spostamento laterale [mm]	7.84	Z = -5 m	D.A.	NTC2018: SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.13	D.A.		NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 2)				
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.56	D.A.		NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	117.32	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
Max. taglio [kN/m]	81.29	Z = -7.8 m D.A. NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
Caver: max. sfruttamento a flessione (SLU)	0	Z = -10.8 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
Caver: max. sfruttamento a taglio (SLU)	0	Z = -10.8 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
SLS Max. sfruttamento calcestruzzo (SLS)	0.507	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
SLS Max. sfruttamento barre acciaio (SLS)	0.634	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		



Caver: massima ampiezza fessure [mm] 0.375 Z = -8.6 m  
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)

### Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.13 D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 2)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.56 D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 152.52 Z = -8.6 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
Max. taglio [kN/m] 105.68 Z = -7.8 m D.A.  
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
Caver: max. sfruttamento a flessione (SLU) 0.726 Z = -8.6  
m D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
Caver: max. sfruttamento a taglio (SLU) 0.889 Z = -7.8 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
SLS Max. sfruttamento calcestruzzo (SLS) 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
SLS Max. sfruttamento barre acciaio (SLS) 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
Caver: massima ampiezza fessure [mm] 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.17 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 2)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.58 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 146.26 Z = -8.8 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
Max. taglio [kN/m] 94.98 Z = -7.8 m D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 6)  
Caver: max. sfruttamento a flessione (SLU) 0.696 Z = -8.8  
m D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
Caver: max. sfruttamento a taglio (SLU) 0.799 Z = -7.8 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
SLS Max. sfruttamento calcestruzzo (SLS) 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
SLS Max. sfruttamento barre acciaio (SLS) 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
Caver: massima ampiezza fessure [mm] 0 Z = -10.8 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)

## Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm]	-0.51	Z = -11.5 m	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
Max. spostamento laterale [mm]	7.84	Z = -5 m	D.A.	NTC2018: SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.17		D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 2)				
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.58		D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 6)				

### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	152.52	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)		
Max. taglio [kN/m]	105.68	Z = -7.8 m D.A.
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)		
Caver: max. sfruttamento a flessione (SLU)	0.726	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)		
Caver: max. sfruttamento a taglio (SLU)	0.889	Z = -7.8 m
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)		
SLS Max. sfruttamento calcestruzzo (SLS)	0.507	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
SLS Max. sfruttamento barre acciaio (SLS)	0.634	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		
Caver: massima ampiezza fessure [mm]	0.375	Z = -8.6 m
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)		

## 5.2 Berlinese per manufatto grigliatura grossolana e pompaggio

### 5.2.1 Opera nella porzione di scavo senza diaframma

#### DESCRIZIONE DELL'OPERA

La porzione di berlinese da realizzare nella zona del della grigliatura fine dei pretrattamenti, nella quale si prevede di realizzare uno scavo di profondità pari a 5.00 m, è prevista con le seguenti caratteristiche:

- Perforazioni verticali diametro 300 mm, di lunghezza 10 m, ad interasse 45 cm;
- Armatura in tubolari di acciaio S235 di sezione 193.7 mm sp. 6.3 mm, lunghezza 10 m;
- Malta strutturale Rck 30 N/mm<sup>2</sup>
- Unico ordine di tiranti a quota -2.50 m, costituito da perforazioni diametro 220 mm e lunghezza 15 m (lunghezza bulbo 9 m e lunghezza libera 6 m), inclinazione 10° dall'orizzontale, poste ad interasse di 2.00 metri; iniezioni IGU con malta Rck 30 N/mm<sup>2</sup>; tiranti a 4 trefoli diam. 0.6 pollici acciaio armonico con precarico 200 kN/cad;
- Travi di ripartizioni in profilati HeB240.
- Trave di coronamento di sezione 60x50 cm in cls C25/30, armata con 8 barre longitudinali  $\phi$ 20 correnti e staffe  $\phi$ 10/20.

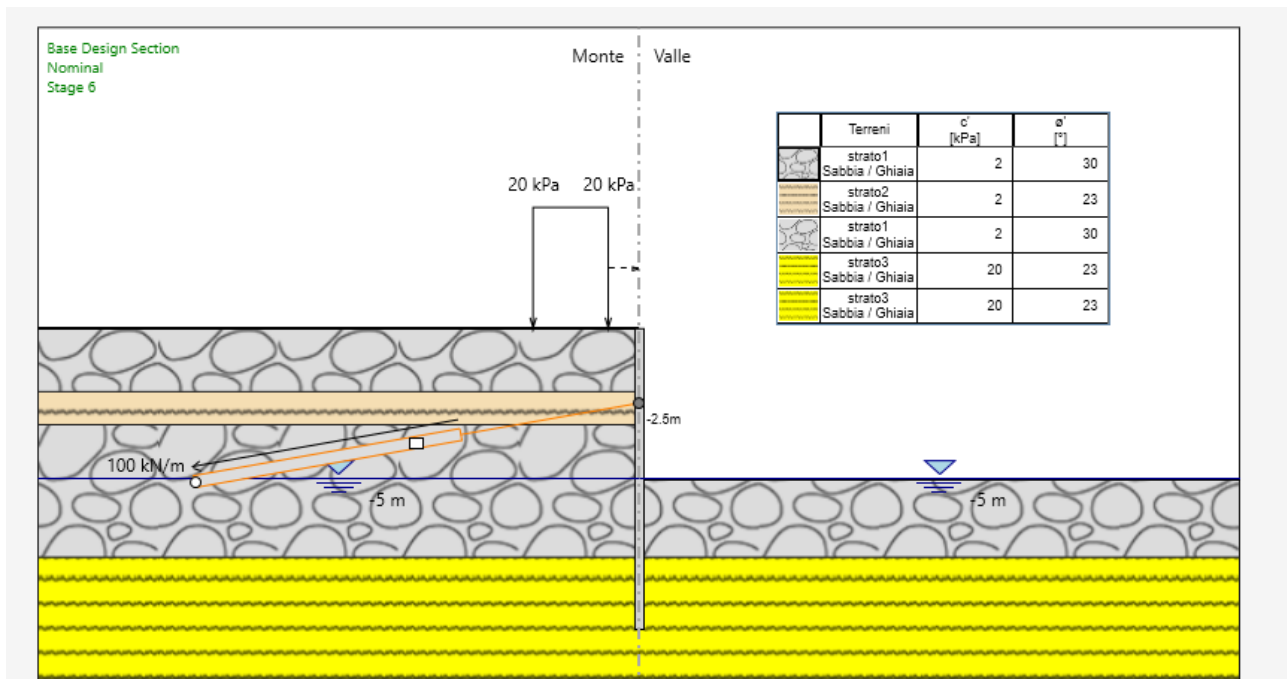


A tergo dell'opera di sostegno, ad una distanza di 1 m da essa, è stato considerato un carico variabile pari a 20 kN/mq uniforme, per il passaggio di mezzi d'opera.

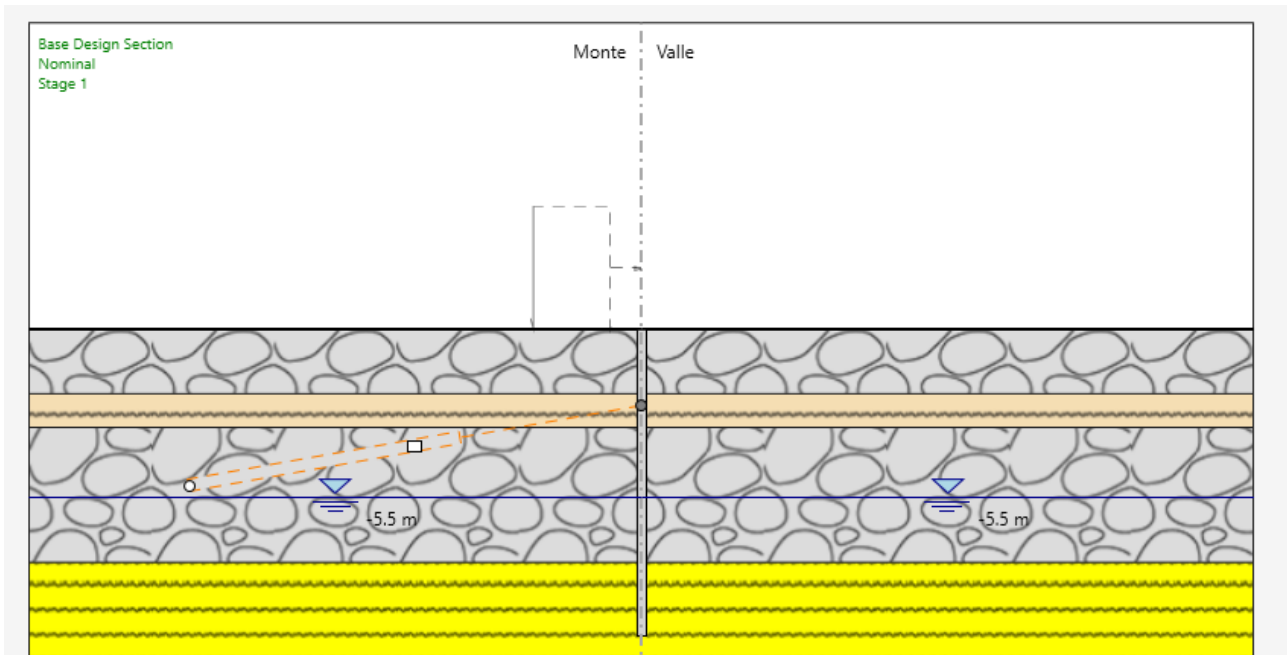
### MODELLO DI CALCOLO

Per il dimensionamento dell'opera è stato utilizzato il software Paratie Plus, con il quale è stato realizzato un modello monodimensionale non lineare, in cui il terreno è modellato con delle molle elastoplastiche non lineari le cui caratteristiche sono ricavate in funzione delle proprietà meccaniche del terreno.

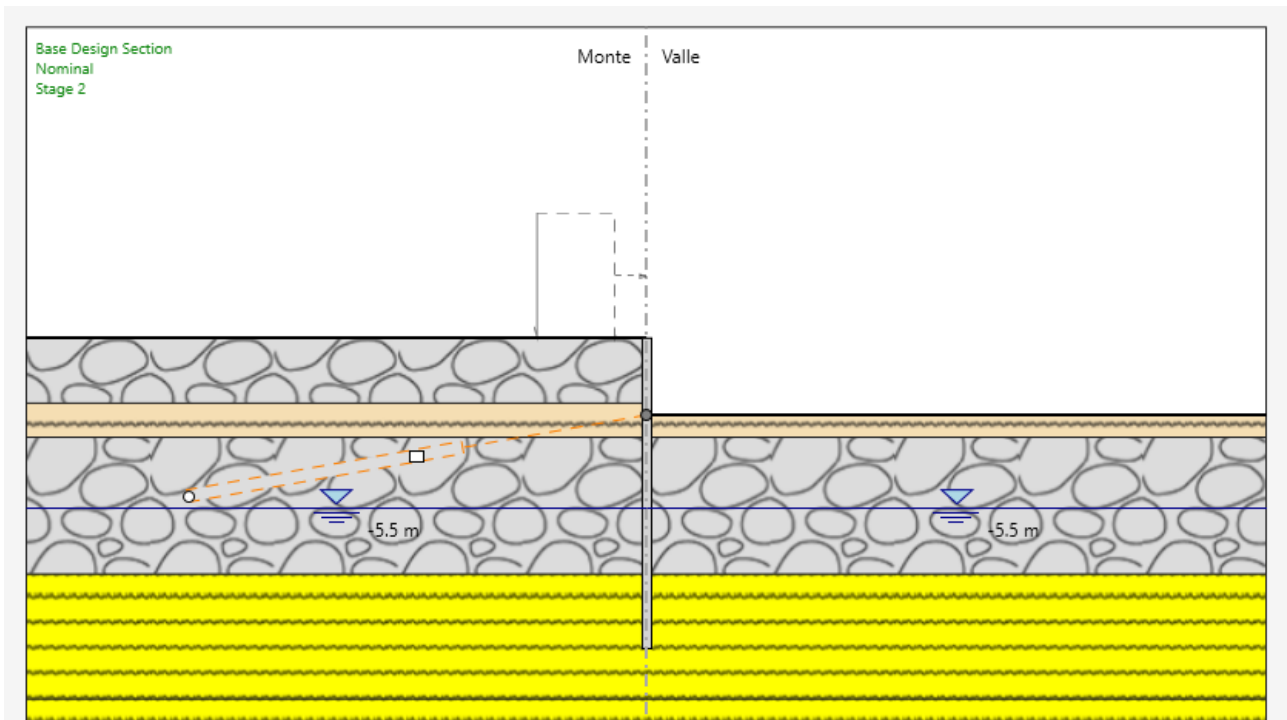
Le proprietà meccaniche del terreno sono quelle contenute nella dichiarazione del modello geotecnico di riferimento.



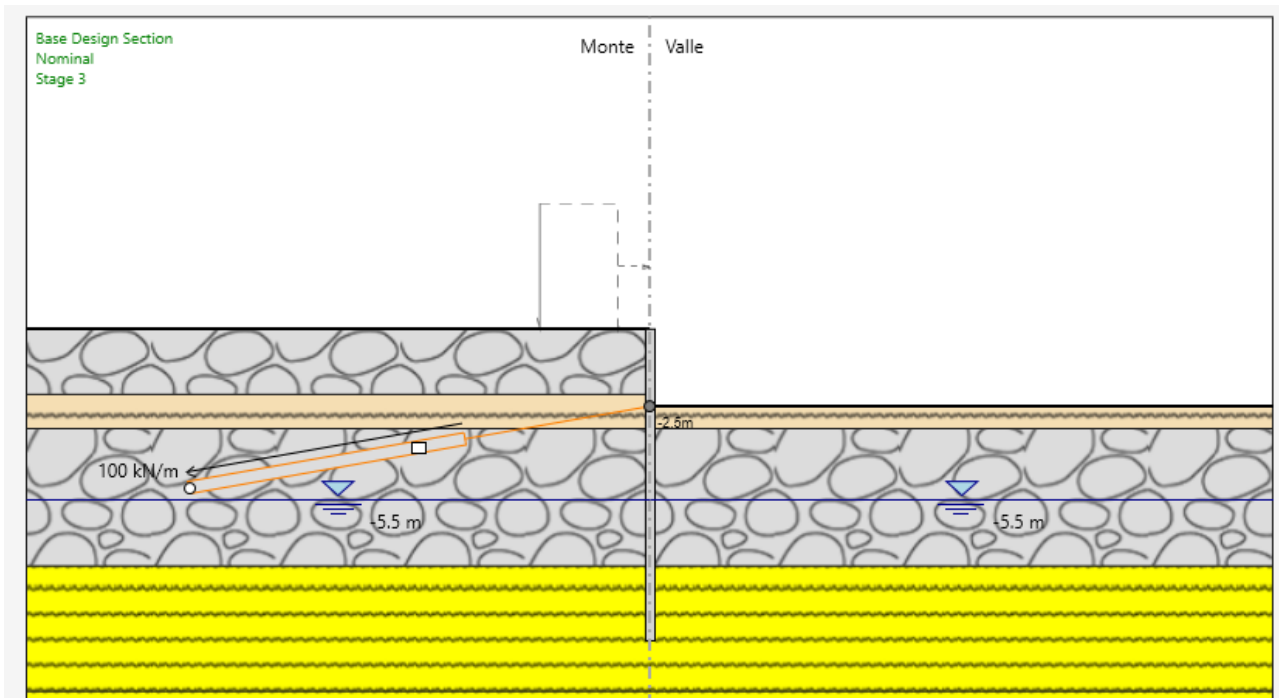
Il calcolo è stato svolto solamente in ambito statico, in quanto l'opera di sostegno ha carattere provvisorio. Nel modello sono stati previsti diversi stage, relative alle varie fasi di realizzazione dell'opera:



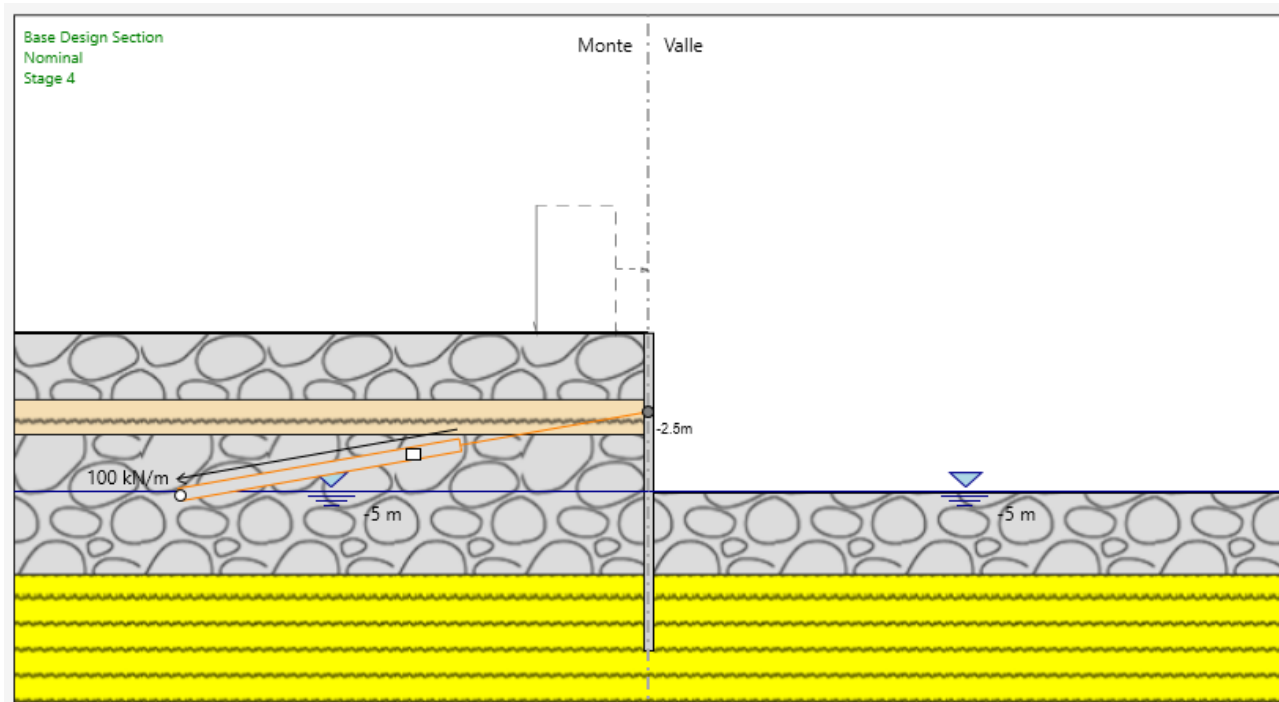
Stage 1 – Perforazioni per realizzazione berlinese



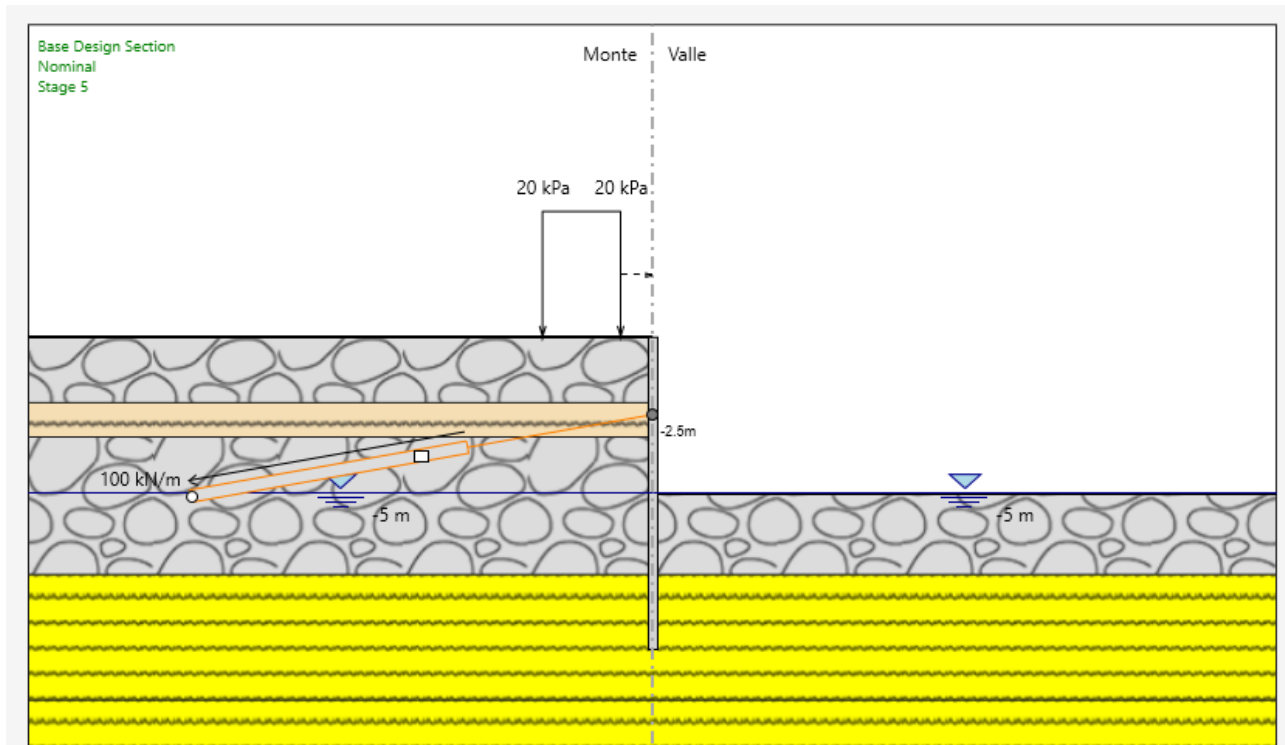
Stage 2 – Realizzazione scavo a quota -2.50



Stage 3 – Realizzazione tirante a quota -2.50 m e tesatura



Stage 4 – Realizzazione scavo fino a quota -5.00 m

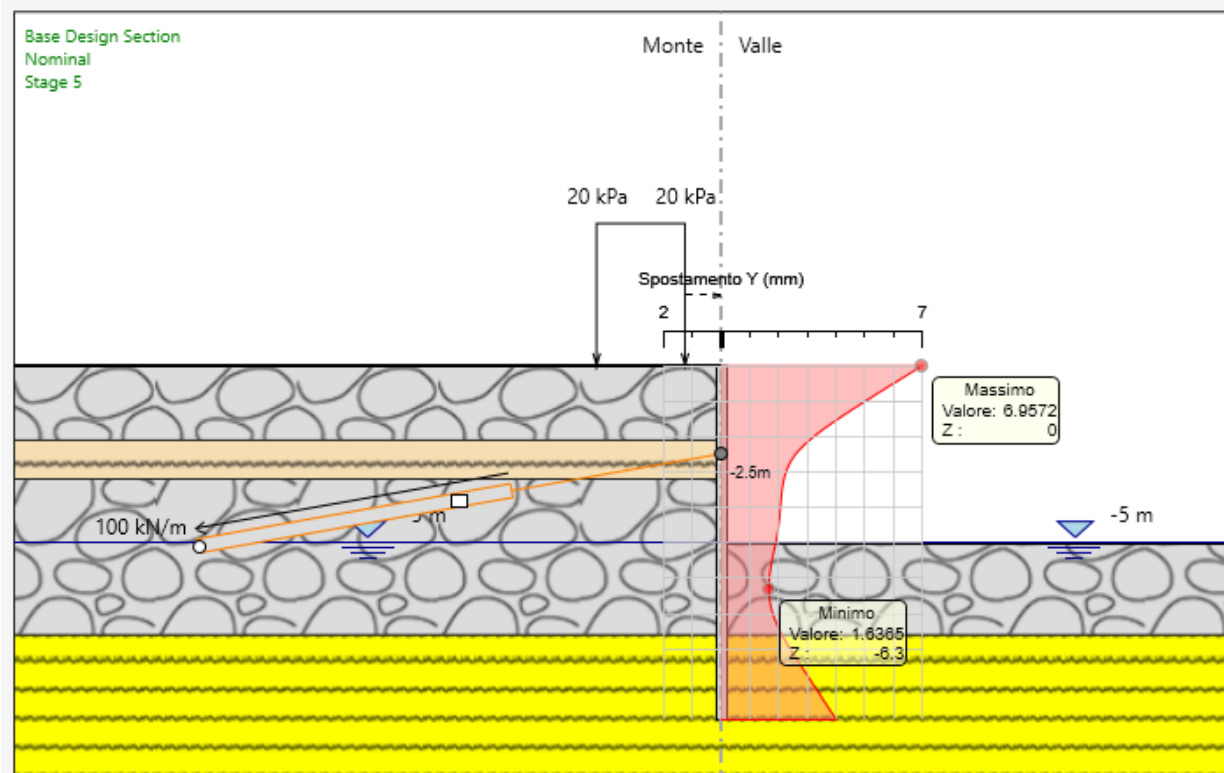


Stage 5 – Attribuzione del carico per passaggio di mezzi d'opera

**RISULTATI GRAFICI DEL CALCOLO**

**Spostamenti**

Si rappresentano gli spostamenti massimi in fase finale, in mm:

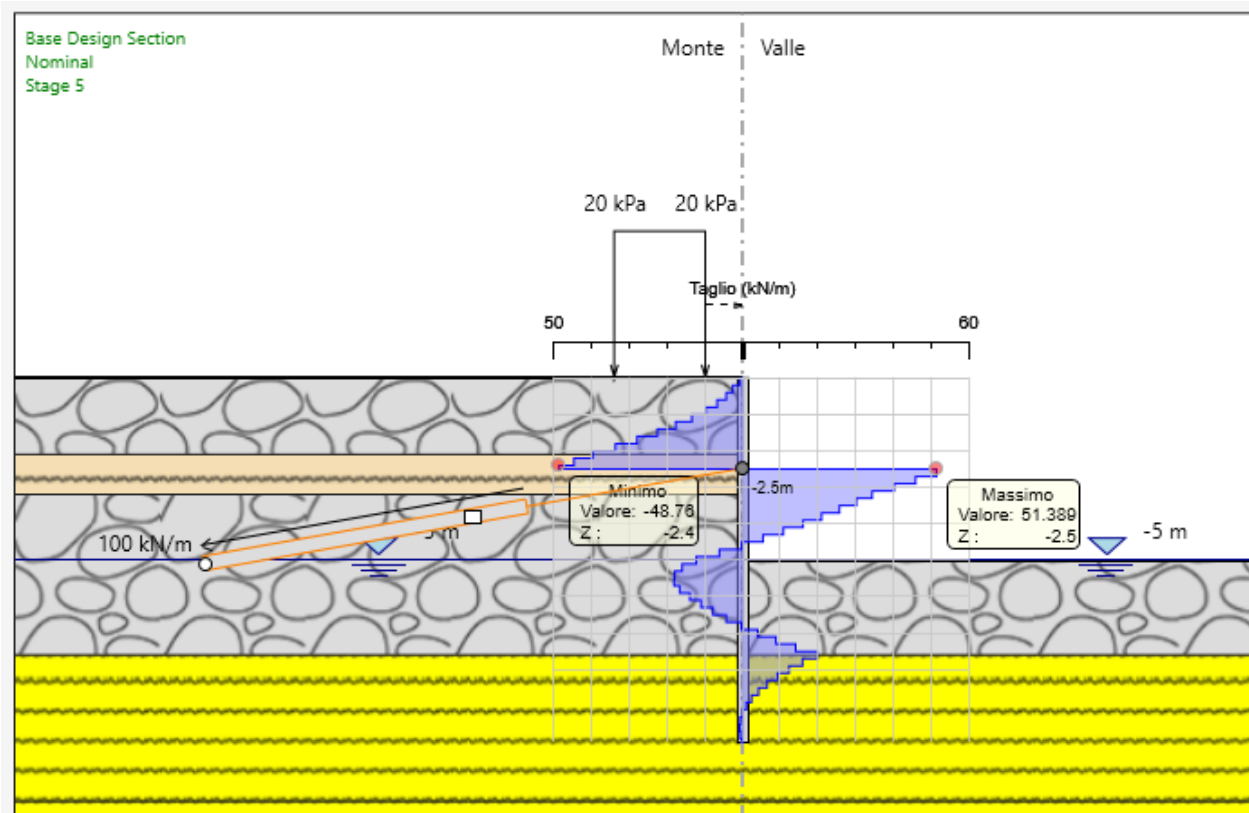


**Spinte**

Si rappresentano le spinte orizzontali in fase finale, in kN:



Si rappresentano le sollecitazioni taglianti in fase finale, in kN/m:



### RISULTATI ANALITICI DEL CALCOLO

DESIGN SECTION <Base Design Section>

Summary will be issued for the following Design assumptions

<Nominal>

TYPE: <n.a>

<NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

TYPE: <SERVICE>

<NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

TYPE: <ULTIMATE>

<NTC2018: A2+M2+R1>

TYPE: <ULTIMATE>

### Riepilogo per la DA <Nominal>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -10 m	D.A. Nominal (Stage 1)
Max. spostamento laterale [mm]	7.38	Z = 0 m	D.A. Nominal (Stage 3)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.14		D.A. Nominal (Stage 1)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.43		D.A. Nominal (Stage 5)

### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	52.67	Z = -2.5 m	D.A. Nominal (Stage 3)
Max. taglio [kN/m]	57.9	Z = -2.5 m	D.A. Nominal (Stage 3)

### Risultati tiranti



Tieback ( 1 / 2 m) (Stage 5)	Max. forza (ass.) [kN]	211.64	D.A.	Nominal
(Stage 5)	Max. sfruttamento (GEO)	0.36	D.A.	Nominal
(Stage 5)	Max. sfruttamento (STR)	0.26	D.A.	Nominal

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>**

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm] (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)	0	Z = -10 m	D.A.	NTC2018:	SLE
Max. spostamento laterale [mm] (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)	7.38	Z = 0 m	D.A.	NTC2018:	SLE
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)	0.14		D.A.	NTC2018:	
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)	0.43		D.A.	NTC2018:	

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)	52.67	Z = -2.5 m	D.A.		
Max. taglio [kN/m] SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)	57.9	Z = -2.5 m	D.A.	NTC2018:	
SteelWord: massimo struttamento in flessione m D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)	0.479	Z = -2.5			
SteelWord: massimo struttamento a taglio D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)	0.085	Z = -2.4 m			

**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 2 m) SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)	Max. forza (ass.) [kN]	211.64	D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)	Max. sfruttamento (GEO)	0.36	D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)	Max. sfruttamento (STR)	0.26	D.A.	NTC2018:	

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>**

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 1)	0.14		D.A.	NTC2018:	
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)	0.44		D.A.	NTC2018:	

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)	68.48	Z = -2.5 m	D.A.		
Max. taglio [kN/m] A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)	75.26	Z = -2.5 m	D.A.	NTC2018:	



SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.622 Z = -2.5  
m D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)  
SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.111 Z = -2.4 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	275.91	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (GEO)	0.94	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (STR)	0.34	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				

#### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.19	D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 3)			
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.61	D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 5)			

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	59.01	Z = -2.5 m	D.A.
NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 4)			
Max. taglio [kN/m]	71.19	Z = -2.7 m	D.A. NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 5)			
SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.536	Z = -2.5	
m D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 4)			
SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.105	Z = -2.5	m
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)			

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	241.73	D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (GEO)	0.82	D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (STR)	0.3	D.A.	NTC2018:
A2+M2+R1 (Stage 5)				

#### Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -10 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)					
Max. spostamento laterale [mm]	7.38	Z = 0 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.19	D.A.	NTC2018:		
A2+M2+R1 (Stage 3)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.61	D.A.	NTC2018:		
A2+M2+R1 (Stage 5)					

### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	68.48	Z = -2.5 m D.A.	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)				
	Max. taglio [kN/m]	75.26	Z = -2.5 m D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)				
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.622	Z = -2.5 m D.A.	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.111	Z = -2.4 m D.A.	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)

### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	275.91	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (GEO)	0.94	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				
	Max. sfruttamento (STR)	0.34	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)				

## 5.2.2 Opera nella porzione di scavo con diaframma

### DESCRIZIONE DELL'OPERA

La porzione di berlinese da realizzare nella zona del pompaggio iniziale, prevede le medesime caratteristiche di quella da realizzare nella zona della grigliatura. Vi è uno scavo maggiore ma a tergo di questa berlinese verranno realizzati un diaframma di spessore 50 cm ed un tappo di fondo in Jet Grouting, che porteranno una notevole rigidezza in grado di compensare lo scavo aggiuntivo di 2.5 m previsto.

### MODELLO DI CALCOLO

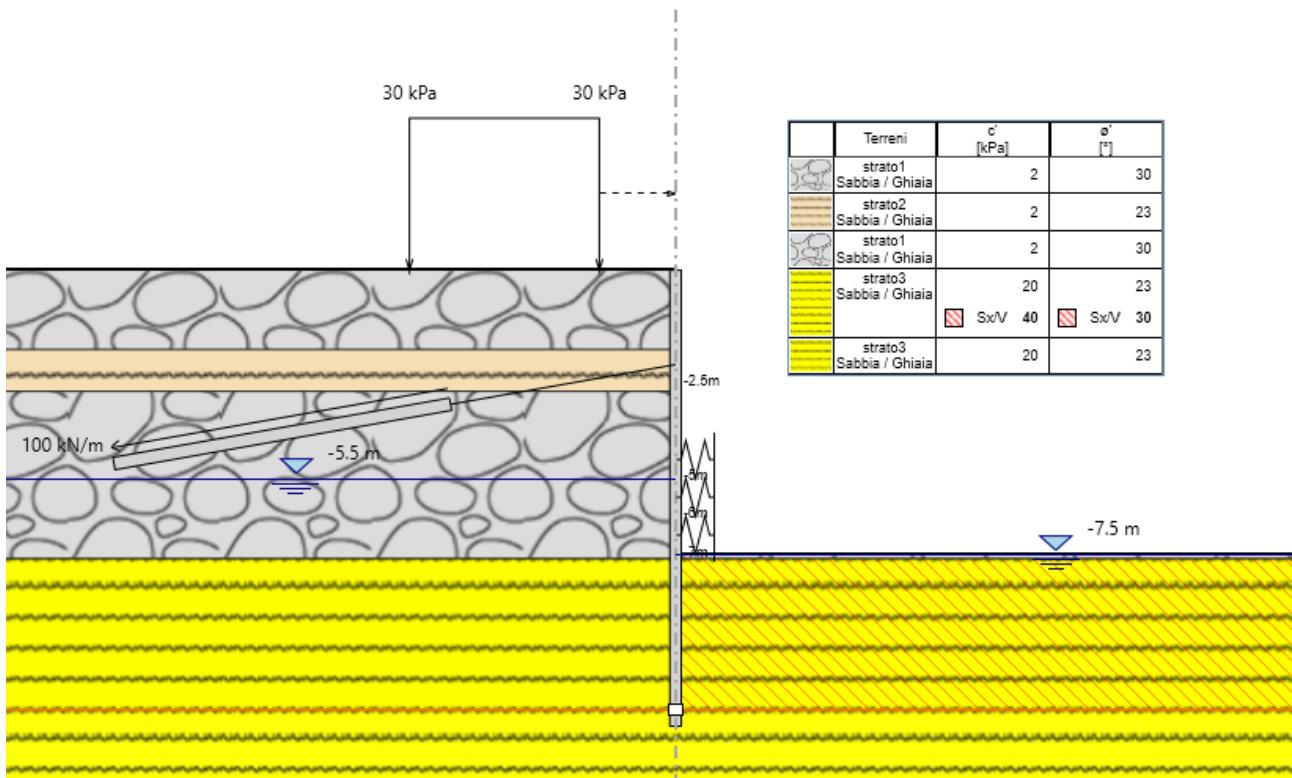
Per il dimensionamento dell'opera è stato utilizzato il software Paratie Plus, con il quale è stato realizzato un modello monodimensionale non lineare, in cui il terreno è modellato con delle molle elastoplastiche non lineari le cui caratteristiche sono ricavate in funzione delle proprietà meccaniche del terreno.

Le proprietà meccaniche del terreno sono quelle contenute nella dichiarazione del modello geotecnico di riferimento.

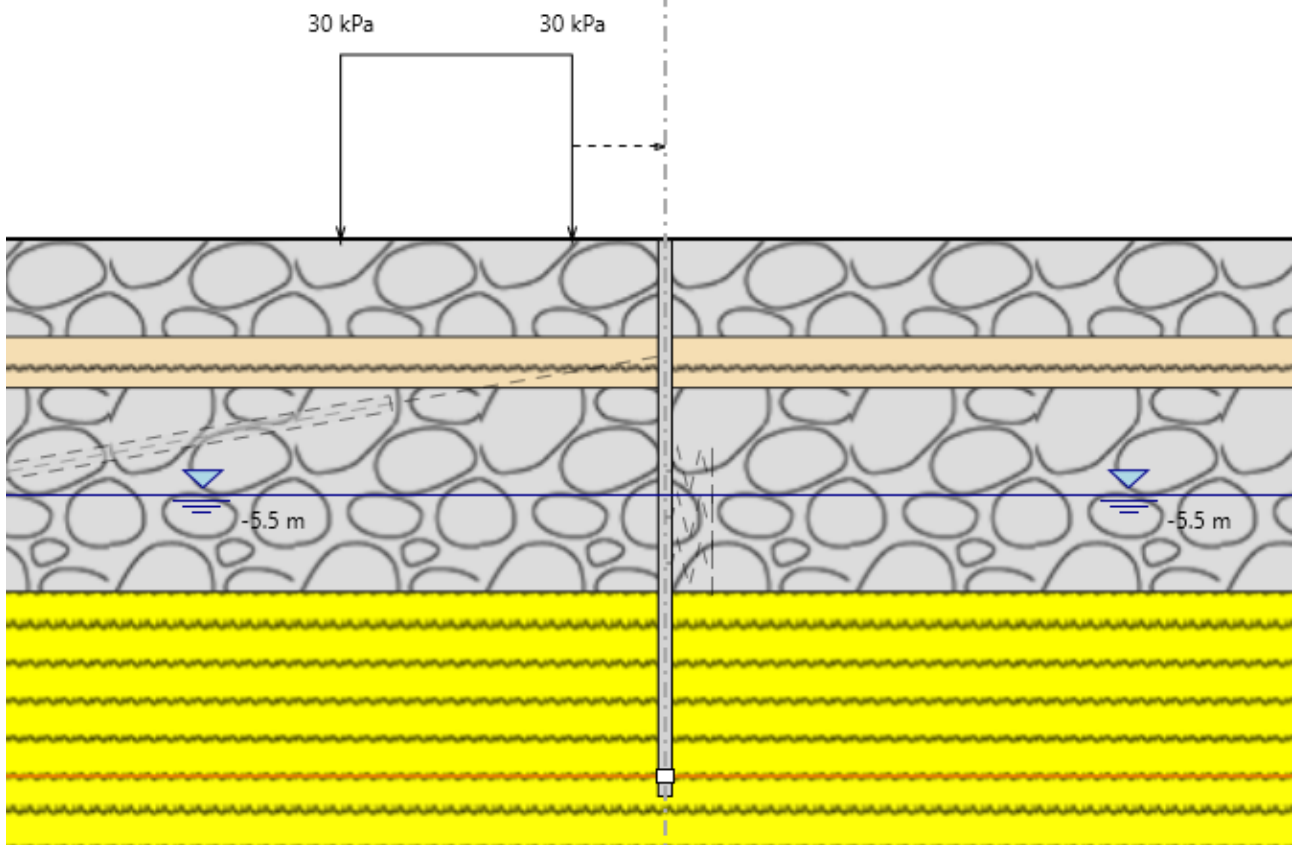
Per la parte di terreno a valle, da -7.50 a -11.50 m, è stata considerata la presenza del tappo in jet grouting, come miglioramento delle caratteristiche del terreno.

La presenza del diaframma a valle della berlinese è stata modellata mediante inserimento di vincoli elasto plastici aventi rigidezza adeguata a simulare il massimo spostamento del diaframma, e quindi ha permesso di valutare correttamente la distribuzione delle forze e delle deformazioni nell'opera di sostegno.

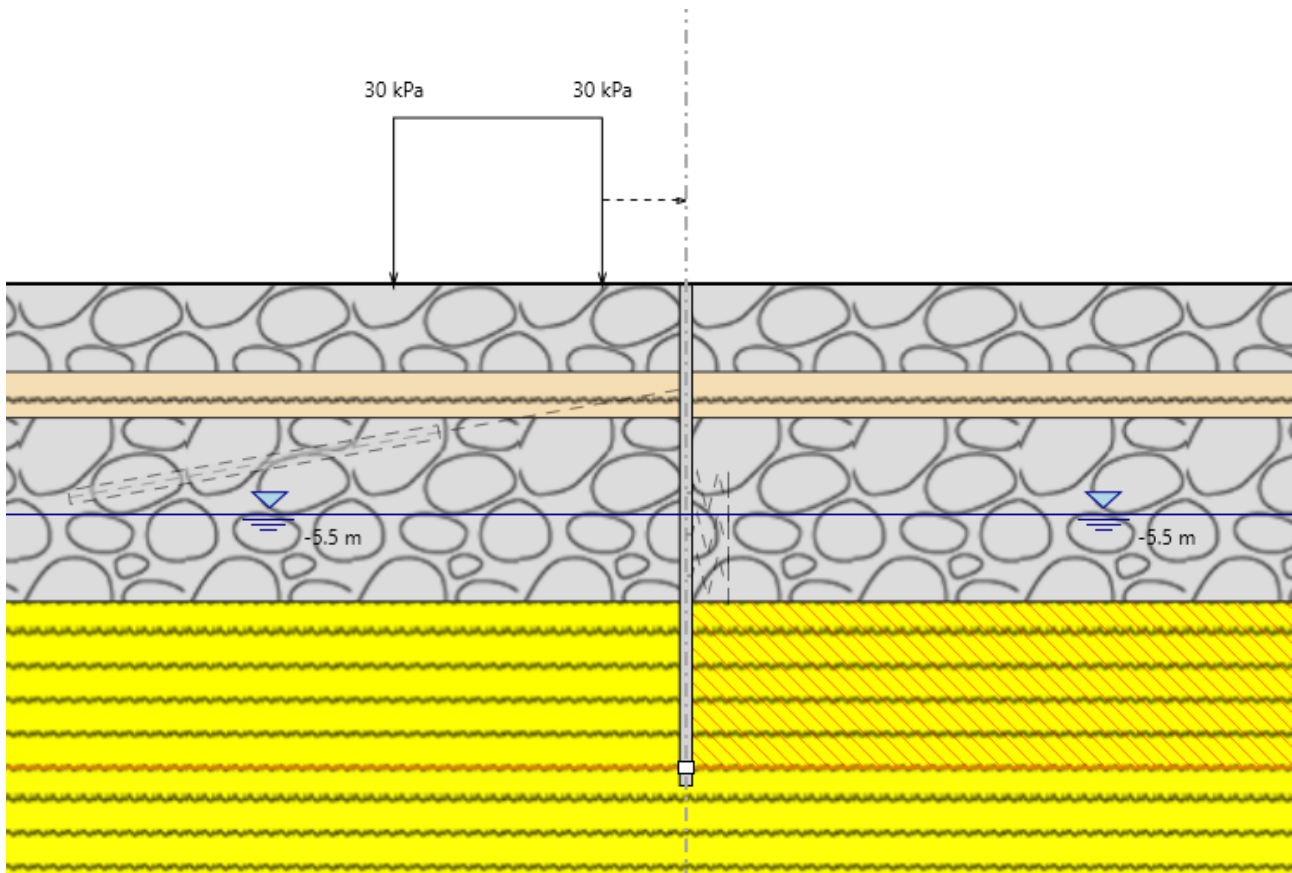
Si è provveduto ad inserire il carico dovuto alla presenza di un ricovero mezzi a circa 2.5 m dall'opera, assunto cautelativamente pari a 30 kPa



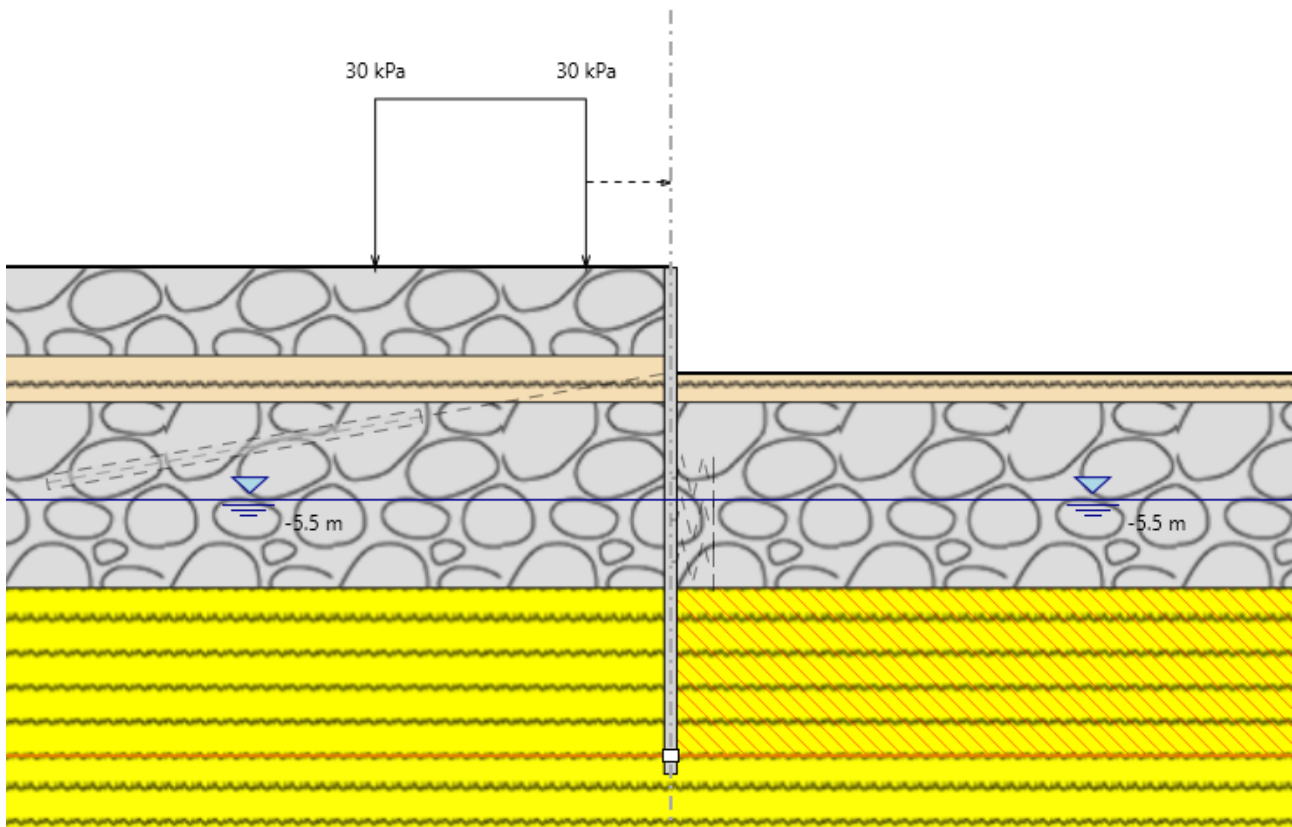
Nel modello sono stati previsti diversi stage, relative alle varie fasi di realizzazione dell'opera:



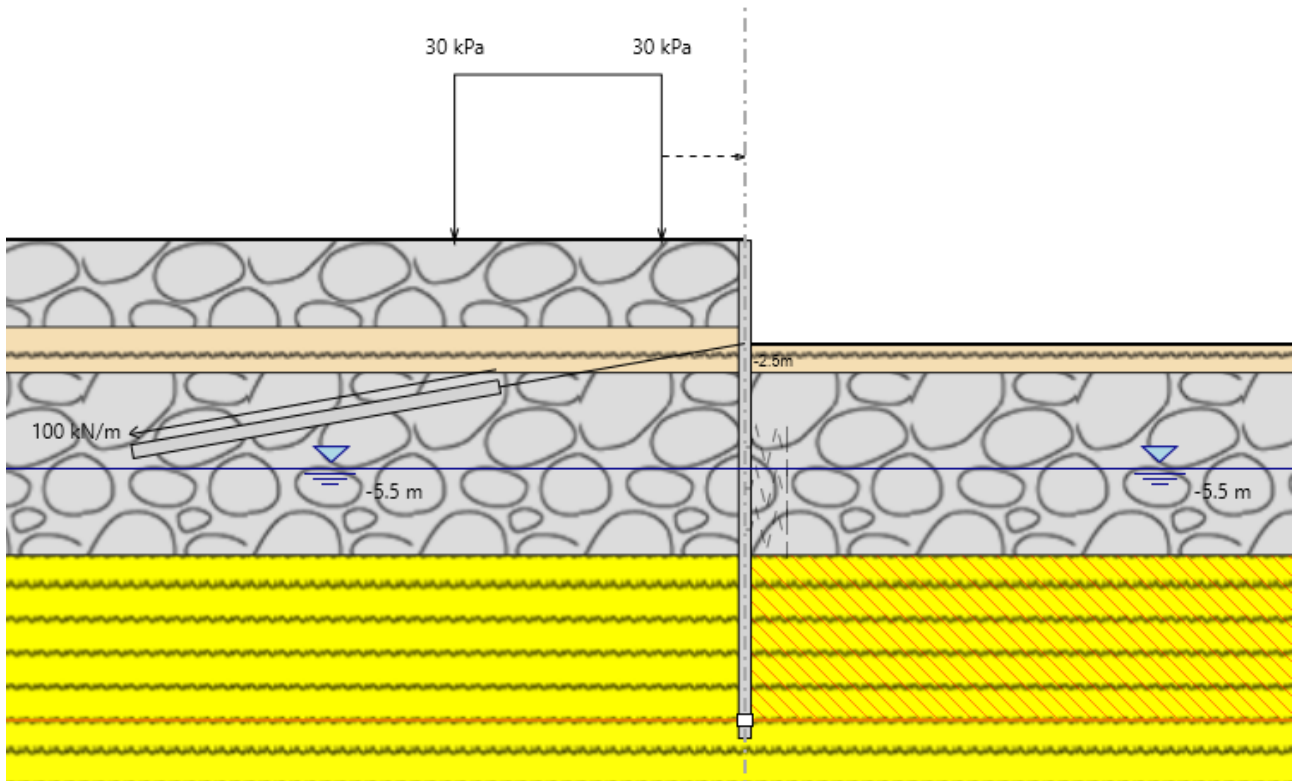
Stage 1 – Perforazioni per realizzazione berlinese



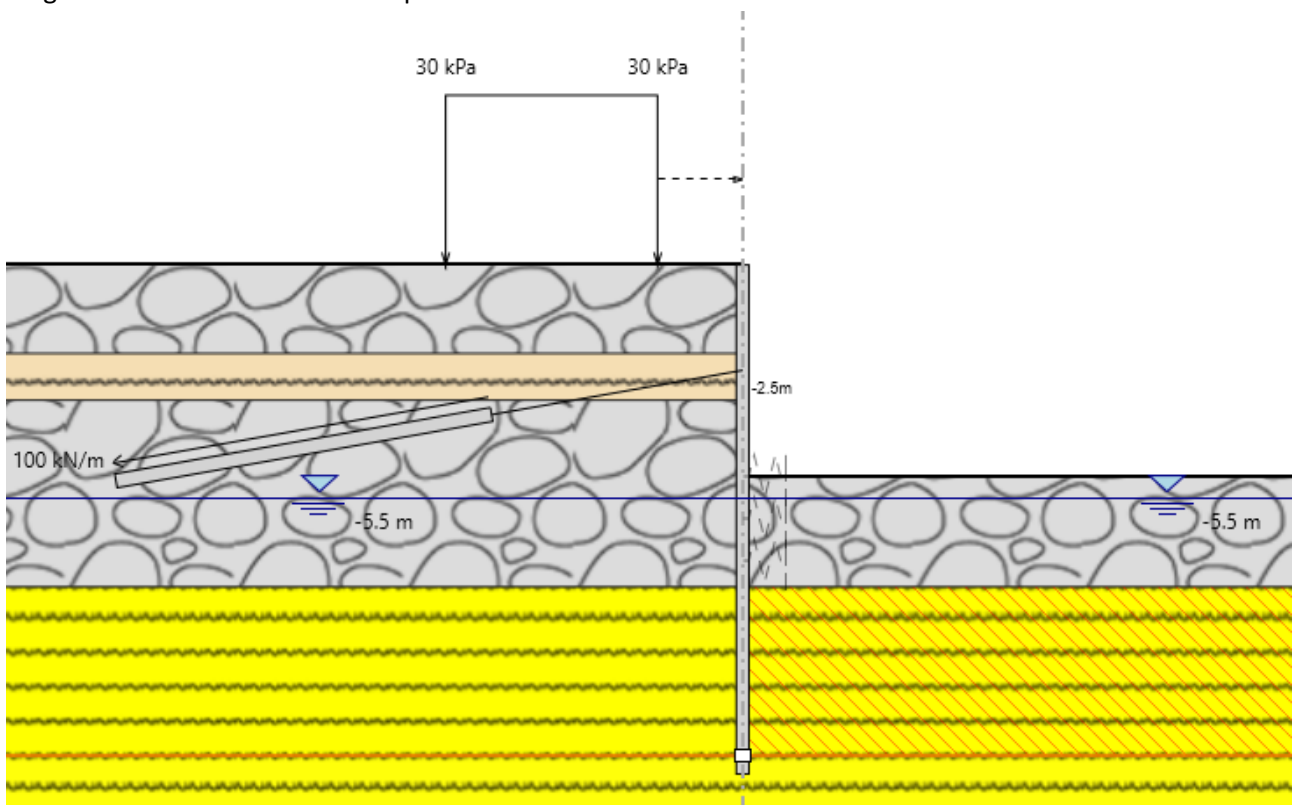
Stage 2 – realizzazione di tappo di fondo in Jet Grouting



Stage 3 – Realizzazione scavo a quota -2.50

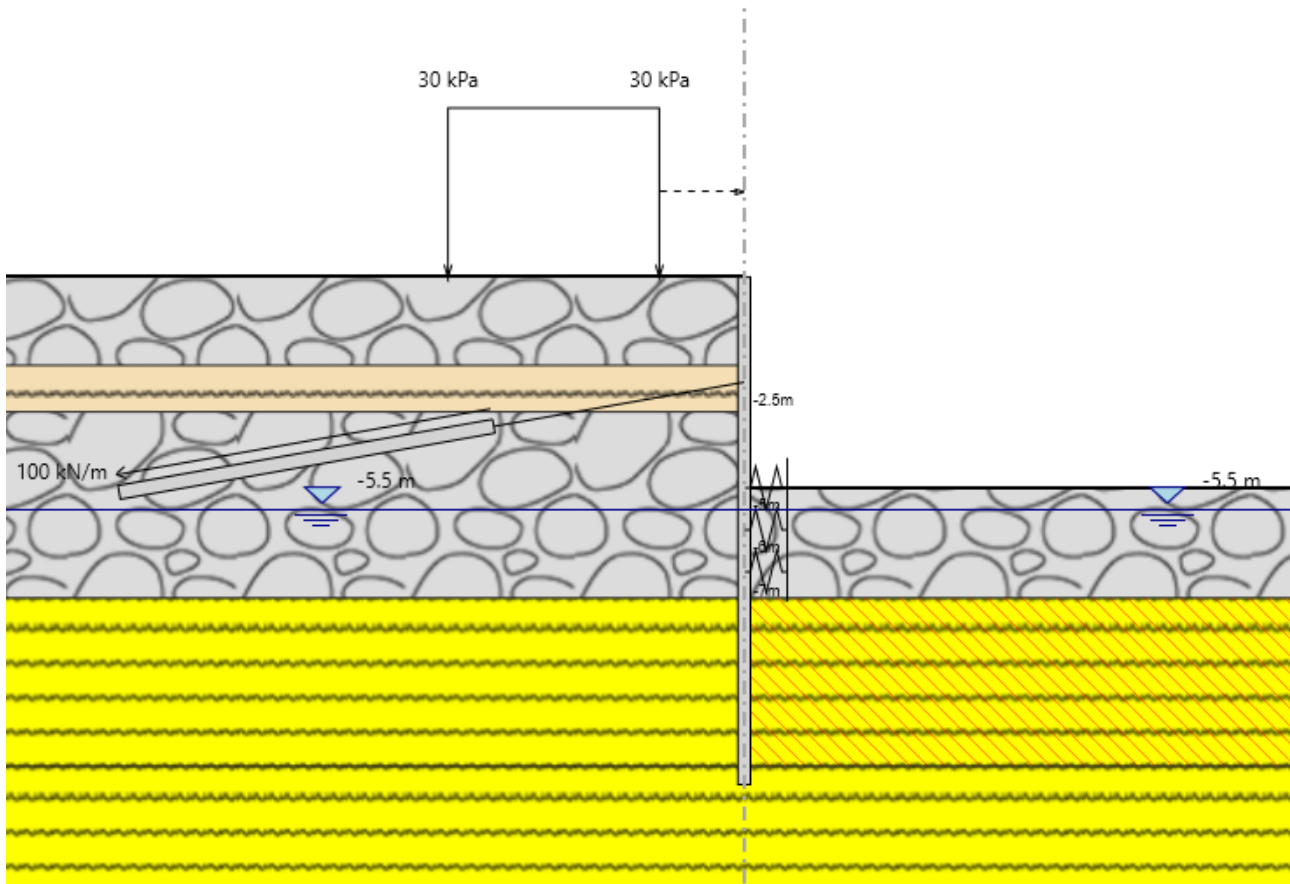


Stage 4 – Realizzazione tirante a quota -2.50 m e tesatura

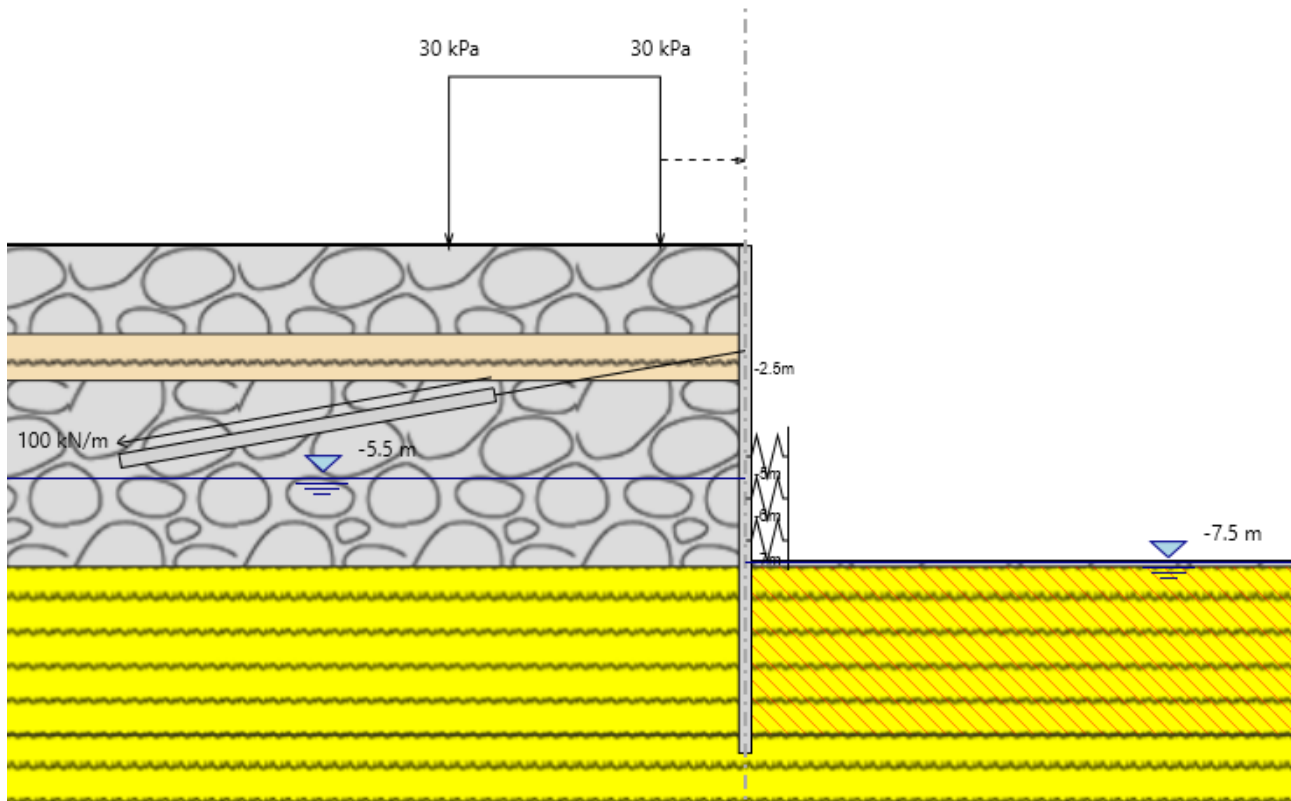


Stage 5 – Realizzazione scavo fino a quota -5.00 m





Stage 6 – Attribuzione dei vincoli che simulano la realizzazione diaframma

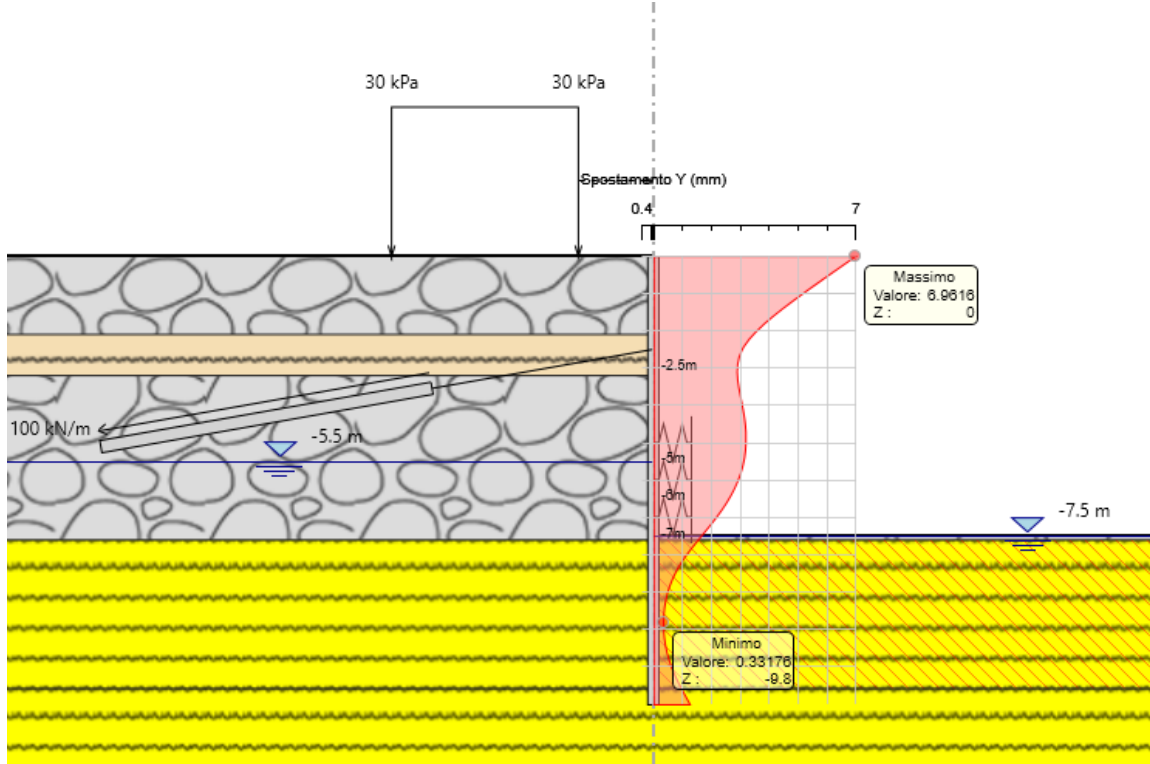


Stage 7-8-9 – Realizzazione scavo fino a quota -7.50 m

## RISULTATI GRAFICI DEL CALCOLO

### Spostamenti

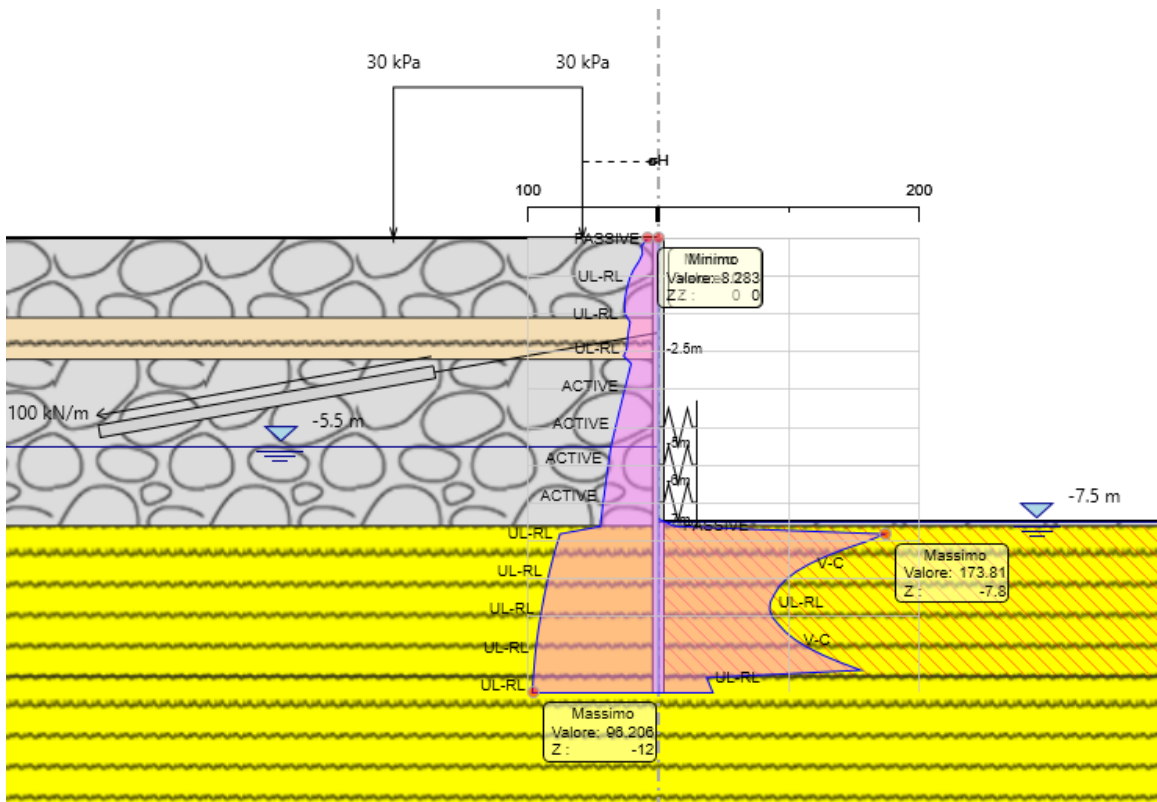
Si rappresentano gli spostamenti massimi in fase finale, in mm:



### Spinte

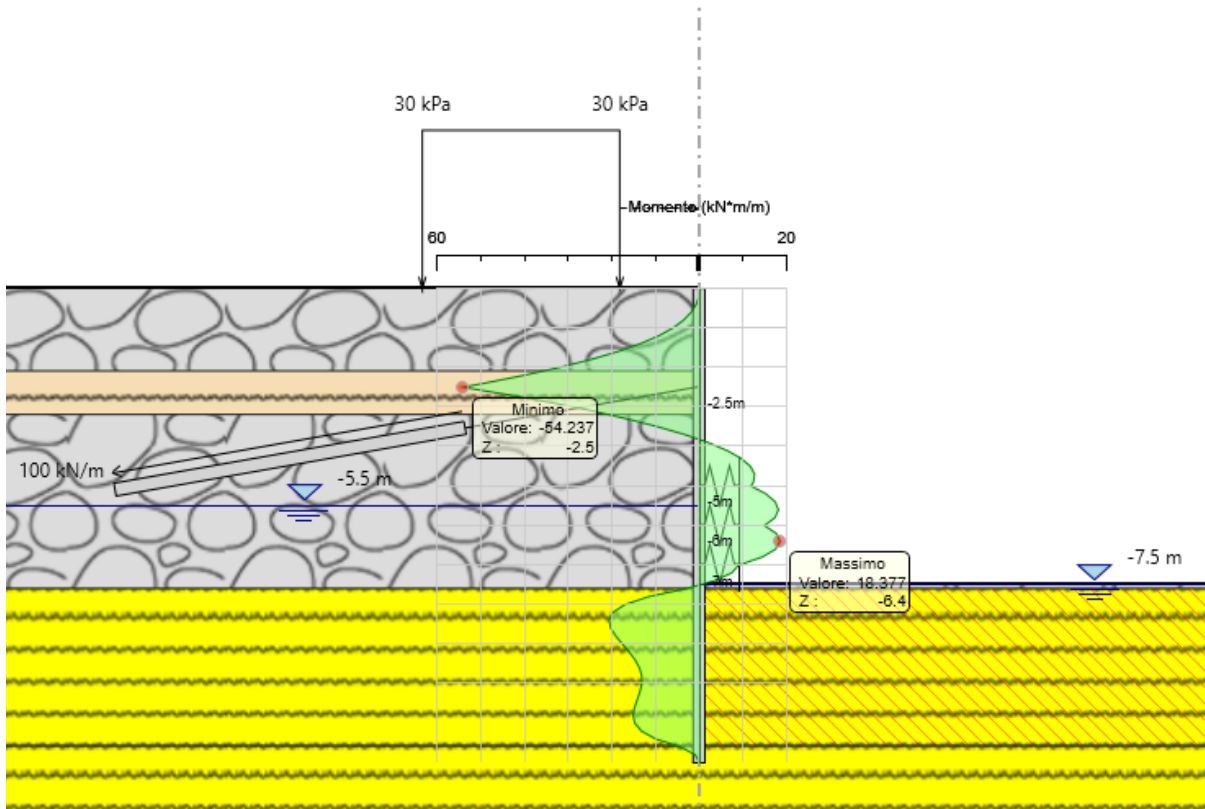
Si rappresentano le spinte orizzontali in fase finale, in kN:





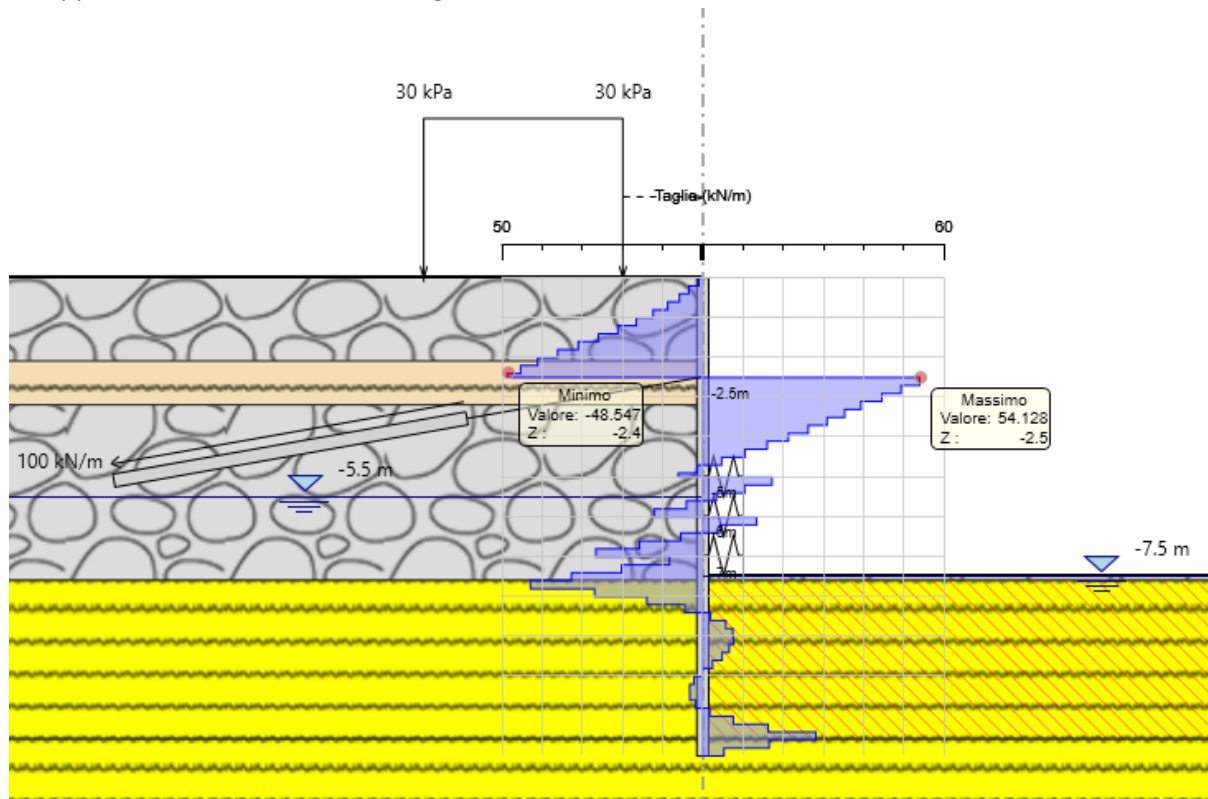
### Momenti Flettenti

Si rappresentano i momenti flettenti in fase finale, in kN\*m/m:



### Sollecitazioni taglienti

Si rappresentano le sollecitazioni taglianti in fase finale, in kN/m:



### RISULTATI ANALITICI DEL CALCOLO

DESIGN SECTION <Base Design Section>

Summary will be issued for the following Design assumptions

<Nominal>

<NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

<NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

<NTC2018: A2+M2+R1>

TYPE: <n.a>

TYPE: <SERVICE>

TYPE: <ULTIMATE>

TYPE: <ULTIMATE>

### Riepilogo per la DA <Nominal>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A. Nominal (Stage 2)
Max. spostamento laterale [mm]	7.75	Z = 0 m	D.A. Nominal (Stage 4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.15		D.A. Nominal (Stage 2)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.55		D.A. Nominal (Stage 9)

### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	54.24	Z = -2.5 m	D.A. Nominal (Stage 9)
Max. taglio [kN/m]	59.46	Z = -2.5 m	D.A. Nominal (Stage 4)

### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	215.5	D.A. Nominal (Stage 8)
--------------------	------------------------	-------	------------------------

(Stage 8)	Max. sfruttamento (GEO)	0.37	D.A.	Nominal
(Stage 9)	Max. sfruttamento (STR)	0.27	D.A.	Nominal

**Risultati elementi mono-dimensionali (Spring)**

Spring	Max. forza (ass.) [kN/m]	28.23	D.A.	Nominal (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	Nominal (Stage 9)
Spring_New	Max. forza (ass.) [kN/m]	34.13	D.A.	Nominal (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	Nominal (Stage 9)
Spring_New_New	Max. forza (ass.) [kN/m]	29.73	D.A.	Nominal (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	Nominal (Stage 9)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>**

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 2)					
Max. spostamento laterale [mm]	7.75	Z = 0 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 4)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.15		D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 2)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.55		D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	54.24	Z = -2.5 m	D.A.	
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)				
Max. taglio [kN/m]	59.46	Z = -2.5 m	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 4)				
SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.493	Z = -2.5		
m D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)				
SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.088	Z = -2.4		
m D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 4)				

**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	215.5	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 8)					
	Max. sfruttamento (GEO)	0.37	D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 8)					
	Max. sfruttamento (STR)	0.27	D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					

**Risultati elementi mono-dimensionali (Spring)**

Spring	Max. forza (ass.) [kN/m]	28.23	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					
Spring_New	Max. forza (ass.) [kN/m]	34.13	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)					

Spring_New_New (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 9)	Max. forza (ass.) [kN/m]	29.73	D.A.	NTC2018:	SLE
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	SLE

### Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 2)	0.15	D.A.	NTC2018:
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	0.55	D.A.	NTC2018:

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	70.51	Z = -2.5 m	D.A.
Max. taglio [kN/m] A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 4)	77.29	Z = -2.5 m	NTC2018:
SteelWord: massimo struttamento in flessione m D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	0.641	Z = -2.5	
SteelWord: massimo struttamento a taglio D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 4)	0.114	Z = -2.4	m

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 8)	Max. forza (ass.) [kN]	280.15	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 8)	Max. sfruttamento (GEO)	0.95	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	Max. sfruttamento (STR)	0.35	D.A.	NTC2018:

#### Risultati elementi mono-dimensionali (Spring)

Spring per tiranti) (Stage 9)	Max. forza (ass.) [kN/m]	36.7	D.A.	NTC2018:	A1+M1+R1 (R3
per tiranti) (Stage 9)	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	A1+M1+R1 (R3
Spring_New per tiranti) (Stage 9)	Max. forza (ass.) [kN/m]	44.36	D.A.	NTC2018:	A1+M1+R1 (R3
per tiranti) (Stage 9)	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	A1+M1+R1 (R3
Spring_New_New A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	Max. forza (ass.) [kN/m]	38.64	D.A.	NTC2018:	
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018:	

### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) A2+M2+R1 (Stage 4)	0.19	D.A.	NTC2018:
---	------	------	----------

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.57 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 58.34 Z = -2.5 m D.A.  
NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 9)  
Max. taglio [kN/m] 65.69 Z = -2.7 m D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 7)  
SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.53 Z = -2.5  
m D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 9)  
SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.097 Z = -2.5 m  
D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 7)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m) Max. forza (ass.) [kN] 231.3 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 8)  
Max. sfruttamento (GEO) 0.79 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)  
Max. sfruttamento (STR) 0.29 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)

#### Risultati elementi mono-dimensionali (Spring)

Spring Max. forza (ass.) [kN/m] 31.95 D.A. NTC2018: A2+M2+R1  
(Stage 9)  
Max. momento (ass.) [kNm/m] 0 D.A. NTC2018: A2+M2+R1  
(Stage 9)  
Spring\_New Max. forza (ass.) [kN/m] 40.81 D.A. NTC2018: A2+M2+R1  
(Stage 9)  
Max. momento (ass.) [kNm/m] 0 D.A. NTC2018: A2+M2+R1  
(Stage 9)  
Spring\_New\_New Max. forza (ass.) [kN/m] 37.92 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)  
Max. momento (ass.) [kNm/m] 0 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)

#### Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm] 0 Z = -12 m D.A. NTC2018: SLE  
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 2)  
Max. spostamento laterale [mm] 7.75 Z = 0 m D.A. NTC2018: SLE  
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 4)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.19 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 4)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.57 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 9)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 70.51 Z = -2.5 m D.A.  
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)  
Max. taglio [kN/m] 77.29 Z = -2.5 m D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 4)

SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.641 Z = -2.5  
m D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)  
SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.114 Z = -2.4 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 4)

### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	280.15	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 8)	Max. sfruttamento (GEO)	0.95	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 8)	Max. sfruttamento (STR)	0.35	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)				

### Risultati elementi mono-dimensionali (Spring)

Spring	Max. forza (ass.) [kN/m]	36.7	D.A.	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 9)
Spring_New	Max. forza (ass.) [kN/m]	44.36	D.A.	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 9)
Spring_New_New	Max. forza (ass.) [kN/m]	38.64	D.A.	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 9)
	Max. momento (ass.) [kNm/m]	0	D.A.	NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 9)

## 5.3 Berlinese per pompaggio fanghi

### 5.3.1 Opera relativa ai lati senza sedimentatore

#### DESCRIZIONE DELL'OPERA

La porzione di berlinese da realizzare nella zona del manufatto di pompaggio fanghi, nella quale si prevede di realizzare uno scavo di profondità pari a 6.00 m, è prevista con le seguenti caratteristiche:

- Perforazioni verticali diametro 300 mm, di lunghezza 12 m, ad interasse 45 cm;
- Armature in tubolari di acciaio S235 di sezione 193.7 mm sp. 8 mm, lunghezza 12 m;
- Malta strutturale Rck 30 N/mm<sup>2</sup>
- Un ordine di tiranti a quota -3.00m, costituito da perforazioni diametro 220 mm e lunghezza 15 m (lunghezza bulbo 10 m e lunghezza libera 5 m), inclinate 10° sull'orizzontale e poste ad interasse di 1.5 metri; iniezioni IGU con malta Rck 30 N/mm<sup>2</sup>; tiranti a 4 trefoli diam. 0.6 pollici acciaio armonico con precarico 200 kN/cad;
- Travi di ripartizioni in profilati HeB240.
- Trave di coronamento di sezione 60x50 cm in cls C25/30, armata con 8 barre longitudinali  $\phi$ 20 correnti e staffe  $\phi$ 10/20.

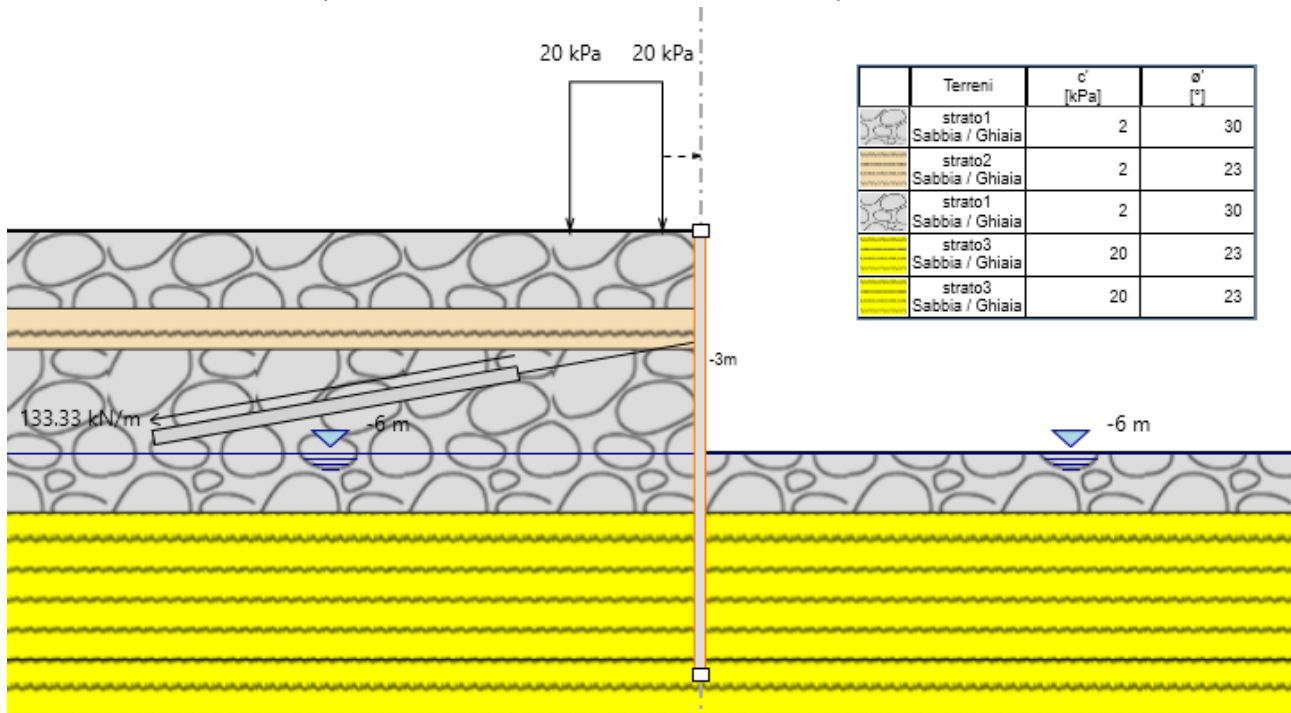
#### MODELLO DI CALCOLO



Per il dimensionamento dell'opera è stato utilizzato il software Paratie Plus, con il quale è stato realizzato un modello monodimensionale non lineare, in cui il terreno è modellato con delle molle elastoplastiche non lineari le cui caratteristiche sono ricavate in funzione delle proprietà meccaniche del terreno.

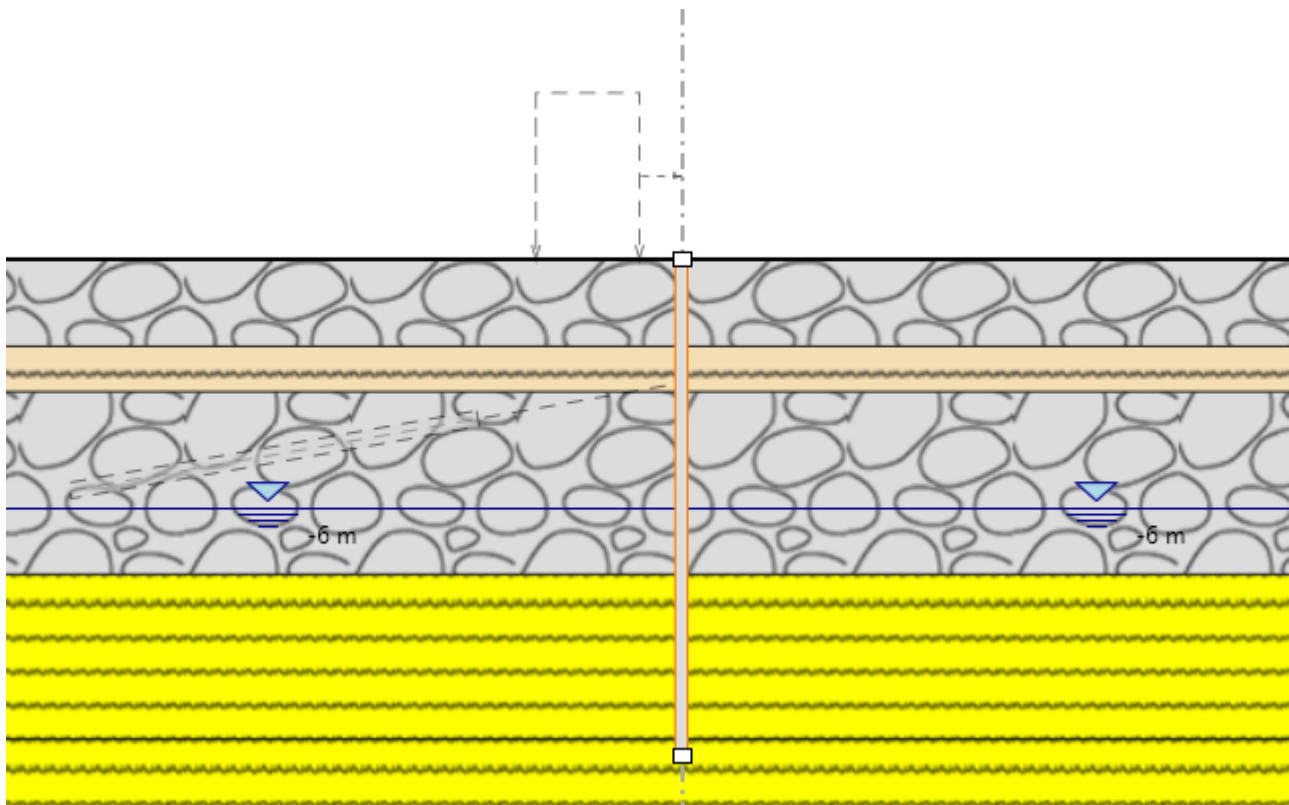
Le proprietà meccaniche del terreno sono quelle contenute nella dichiarazione del modello geotecnico di riferimento.

Si è provveduto ad inserire il carico dovuto alla presenza di mezzi d'opera in transito a tergo della berlinese, assunto cautelativamente pari a 20 kPa ad un metro di distanza dall'opera

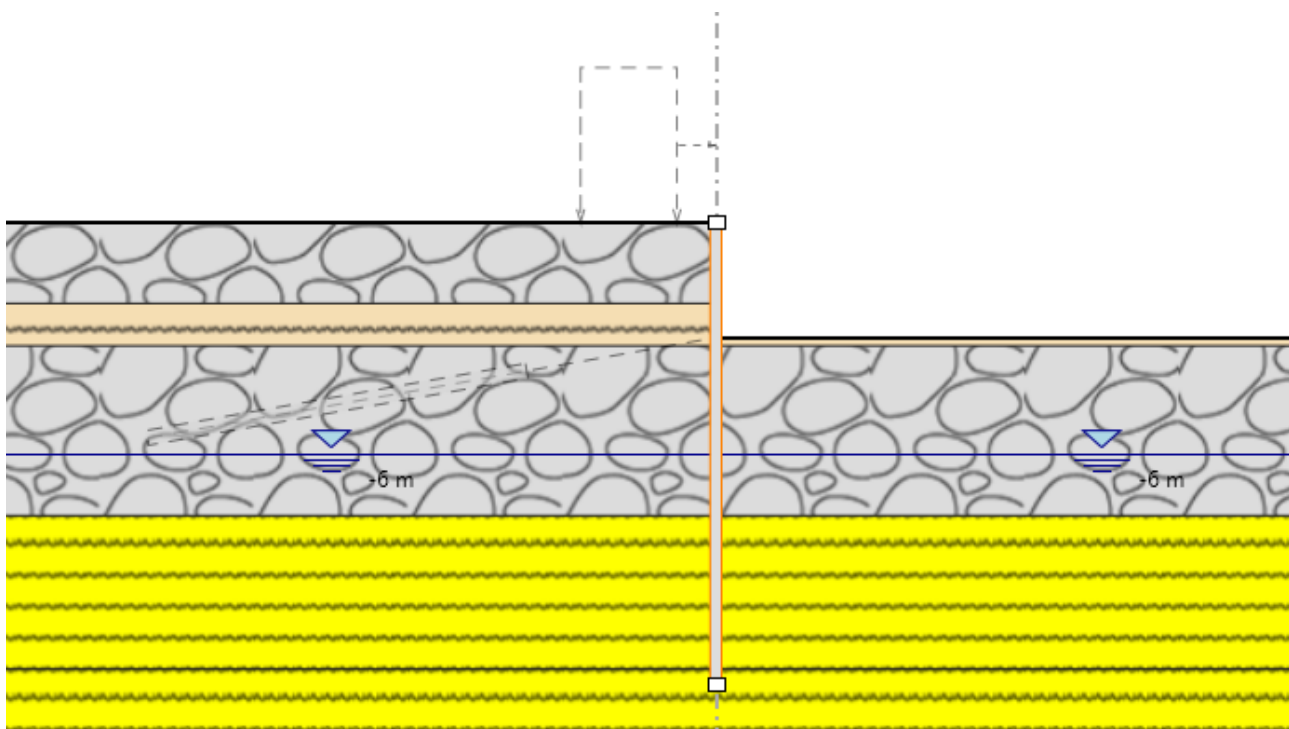


Nel modello sono stati previsti diversi stage, relative alle varie fasi di realizzazione dell'opera:

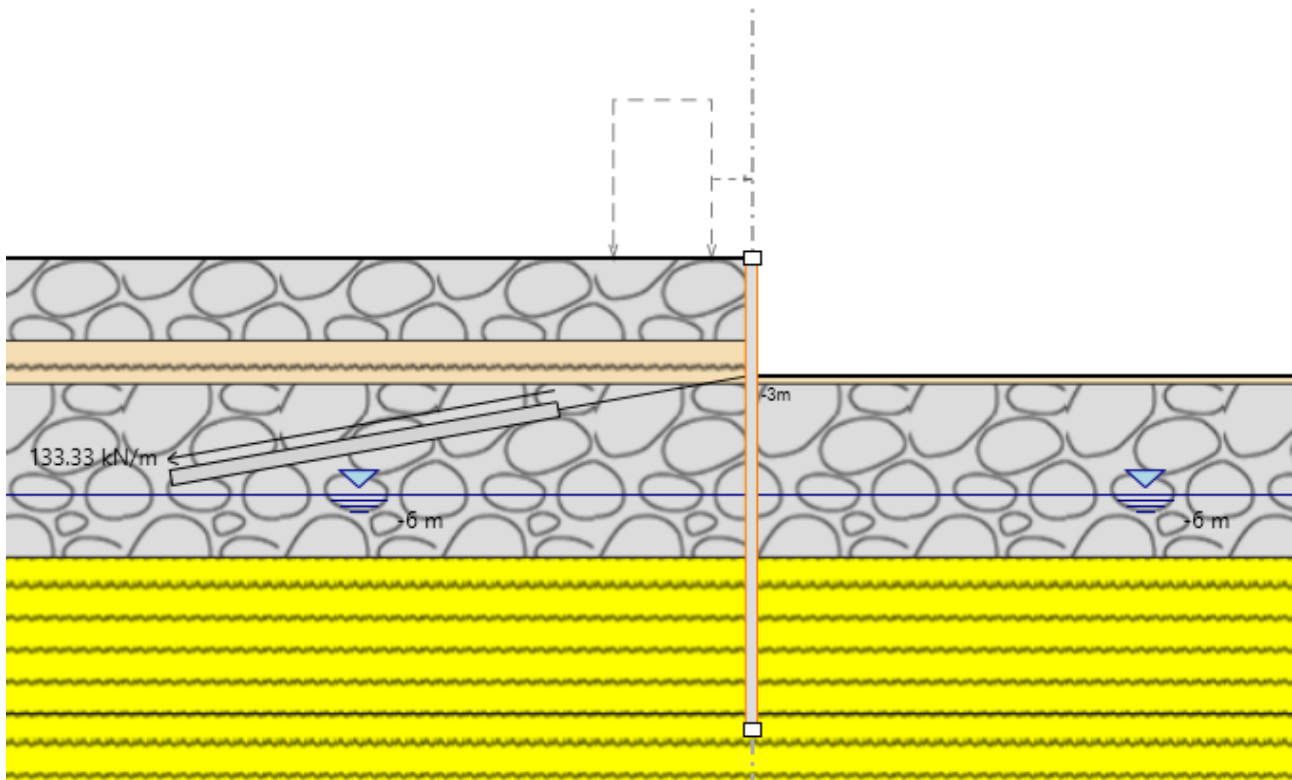




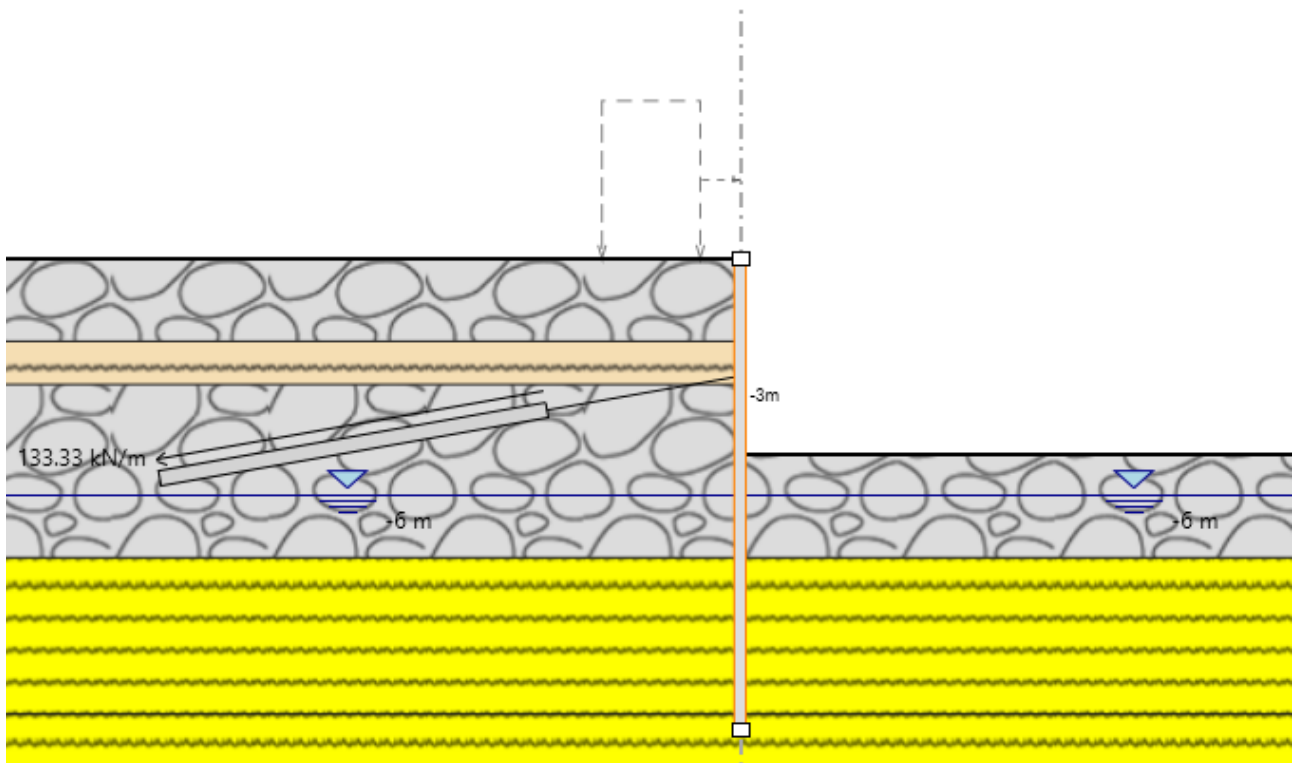
Stage 1 – Perforazioni per realizzazione berlinese



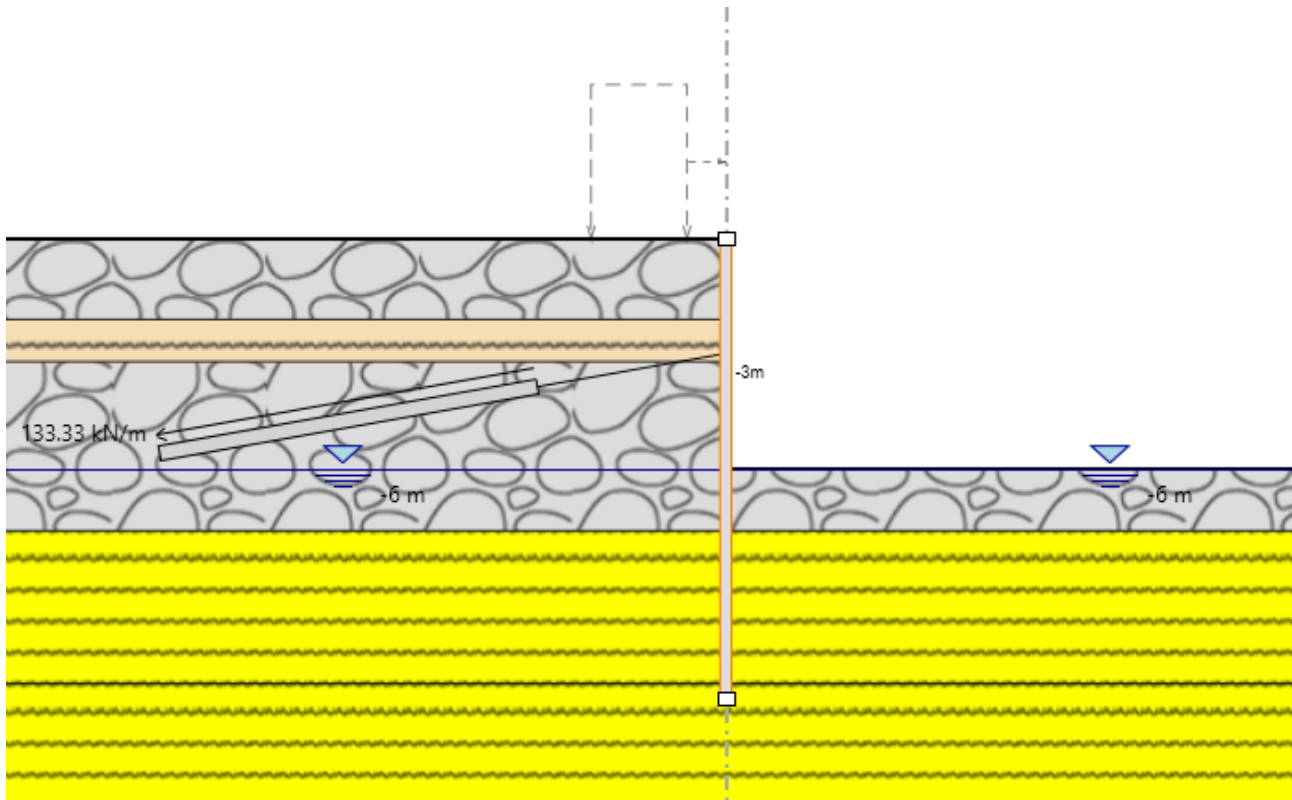
Stage 2 – Realizzazione scavo a quota -3.00



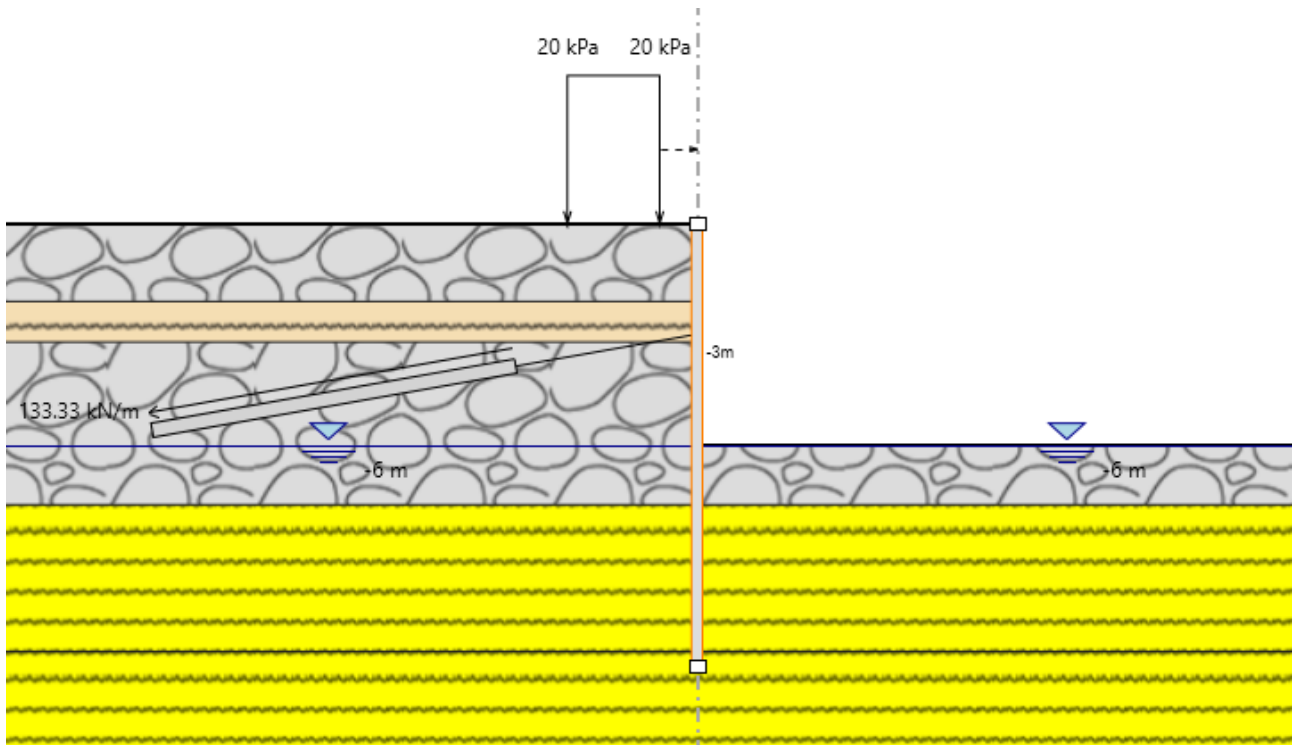
Stage 3 – Realizzazione tiranti a quota -3.00 m e tesatura



Stage 4 – Realizzazione scavo fino a quota -5.00 m



Stage 5 – Realizzazione scavo fino a quota -6.00 m

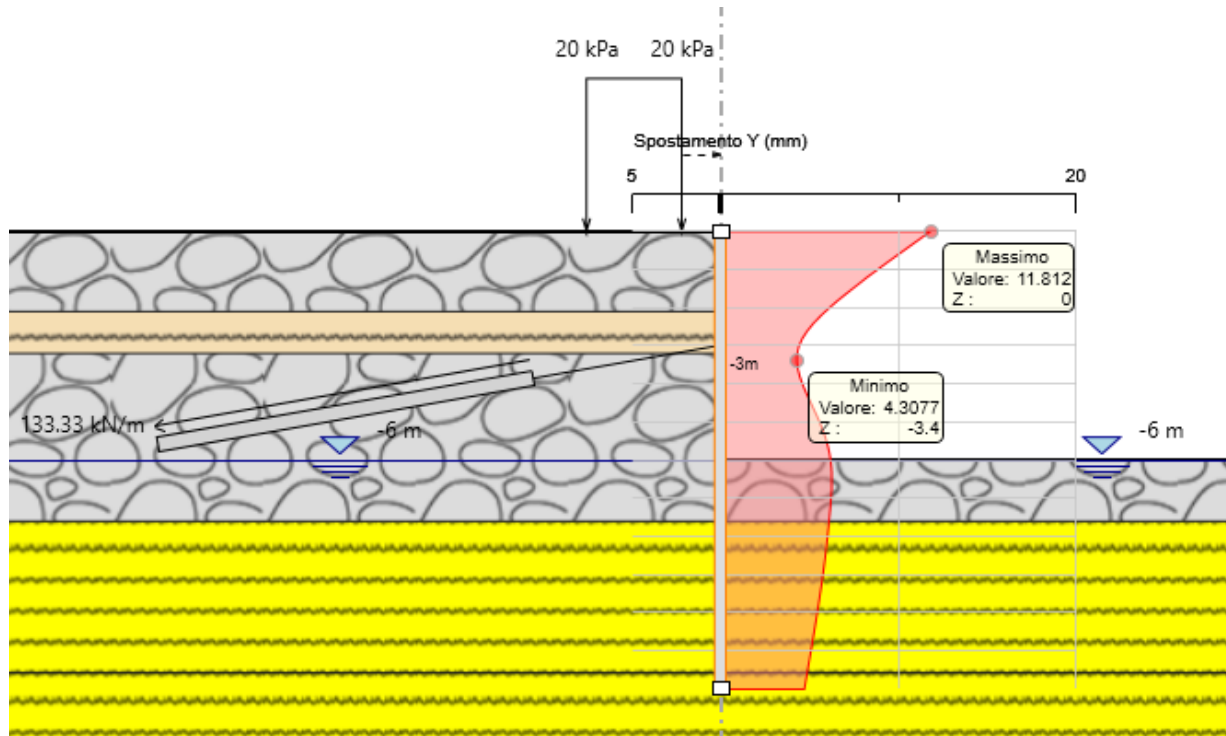


Stage 6 – Attribuzione del carico variabile a tergo dell'opera

**RISULTATI GRAFICI DEL CALCOLO**

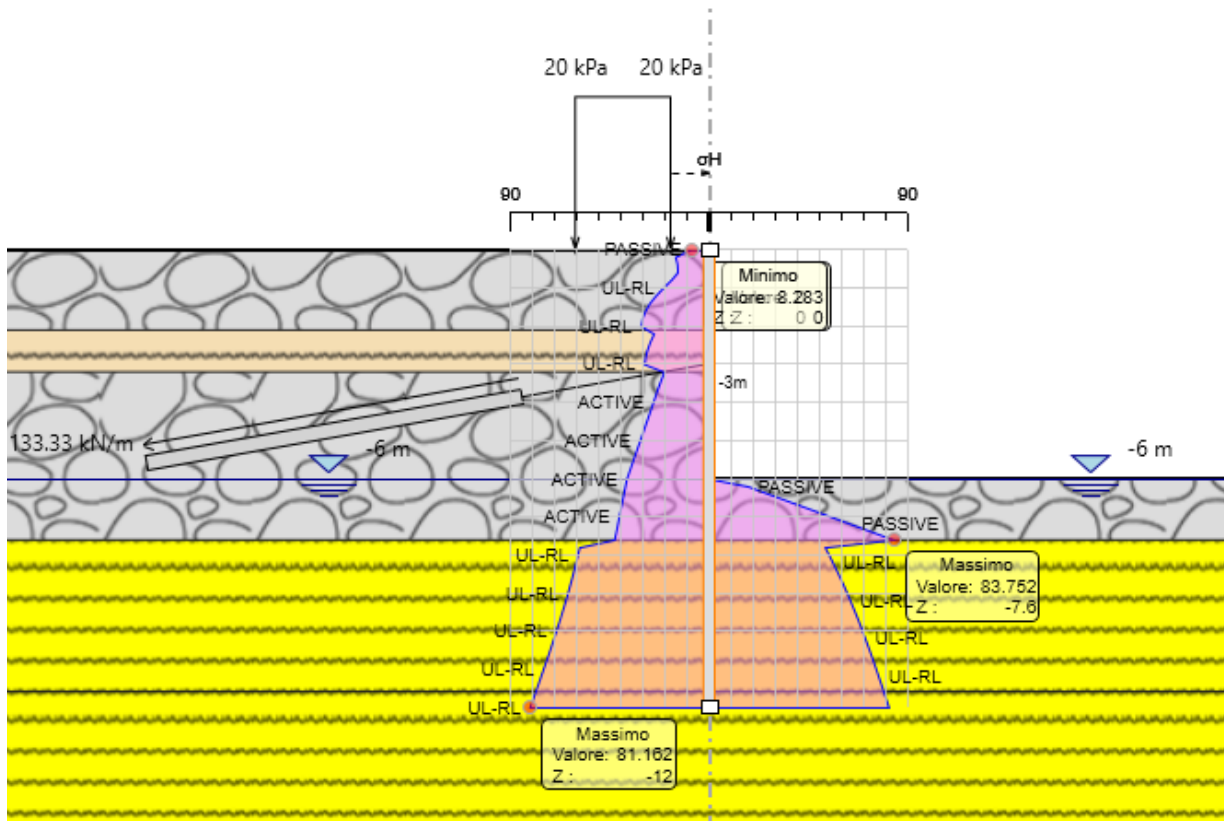
**Spostamenti**

Si rappresentano gli spostamenti massimi in fase finale, in mm:



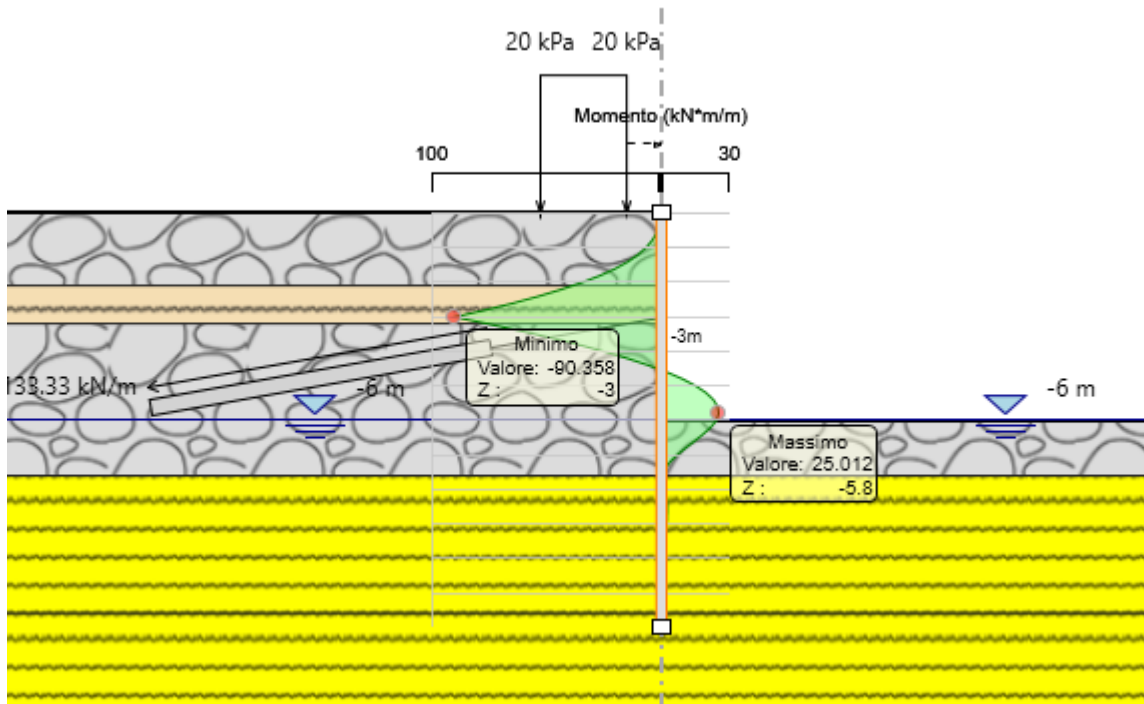
**Spinte**

Si rappresentano le spinte orizzontali in fase finale, in kN:



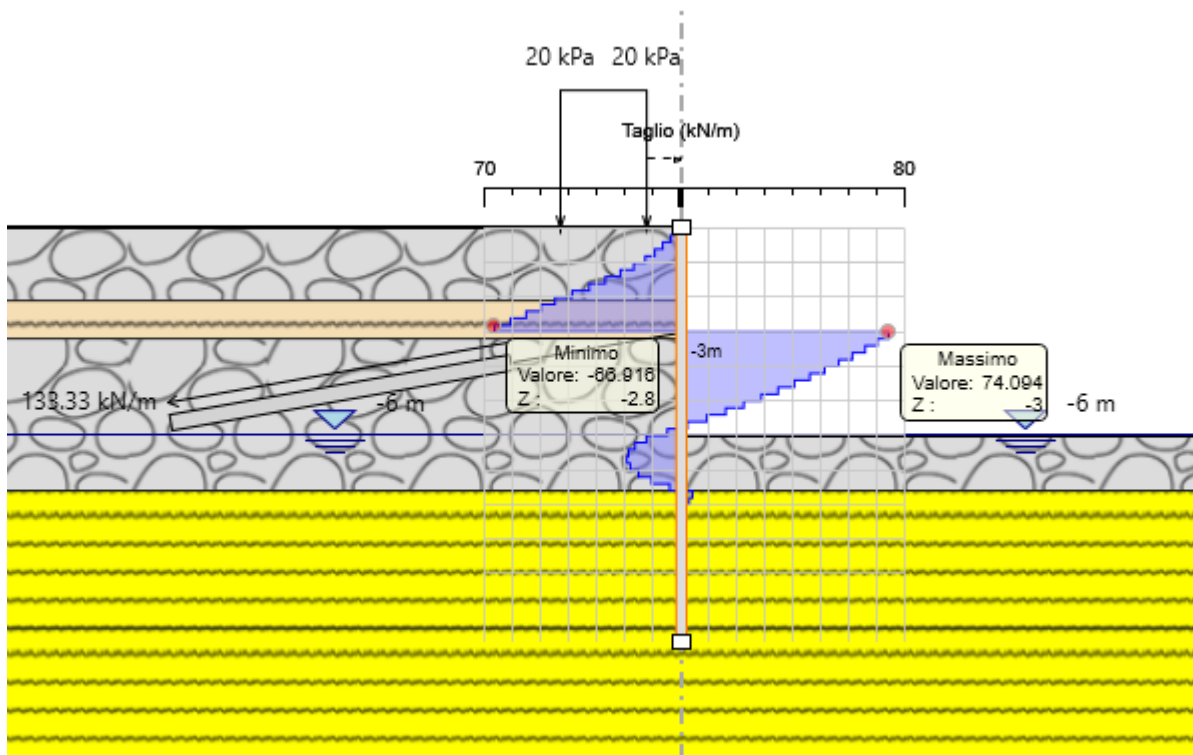
### Momenti Flettenti

Si rappresentano i momenti flettenti in fase finale, in kN\*m/m:



### Sollecitazioni taglianti

Si rappresentano le sollecitazioni taglianti in fase finale, in kN/m:



## RISULTATI ANALITICI DEL CALCOLO

DESIGN SECTION <Base Design Section>

Summary will be issued for the following Design assumptions

<Nominal>

<NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

<NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

<NTC2018: A2+M2+R1>

TYPE: <n.a>

TYPE: <SERVICE>

TYPE: <ULTIMATE>

TYPE: <ULTIMATE>

## Riepilogo per la DA <Nominal>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A. Nominal (Stage 1)
Max. spostamento laterale [mm]	12.87	Z = 0 m	D.A. Nominal (Stage 3)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.15		D.A. Nominal (Stage 1)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.44		D.A. Nominal (Stage 6)

### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	90.37	Z = -3 m	D.A. Nominal (Stage 5)
Max. taglio [kN/m]	74.09	Z = -3.2 m	D.A. Nominal (Stage 6)



**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 1.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	223.67	D.A.	Nominal
(Stage 6)				
	Max. sfruttamento (GEO)	0.35	D.A.	Nominal
(Stage 6)				
	Max. sfruttamento (STR)	0.28	D.A.	Nominal
(Stage 6)				

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>**
**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)					
Max. spostamento laterale [mm]	12.87	Z = 0 m	D.A.	NTC2018:	SLE
(Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.15		D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)					
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.44		D.A.	NTC2018:	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)					

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	90.37	Z = -3 m	D.A.	
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)				
Max. taglio [kN/m]	74.09	Z = -3.2 m	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.658	Z = -3 m		
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)				
SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.087	Z = -3 m		
D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				

**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 1.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	223.67	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
	Max. sfruttamento (GEO)	0.35	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				
	Max. sfruttamento (STR)	0.28	D.A.	NTC2018:
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 6)				

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>**
**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.15	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 1)			
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.44	D.A.	NTC2018:
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)			

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	117.48	Z = -3 m	
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)			



Max. taglio [kN/m] 97.48 Z = -3.2 m D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.856 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.114 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 292.48 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.9 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.36 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

#### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.2 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 3)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.59 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 108.27 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)  
 Max. taglio [kN/m] 100.88 Z = -3.2 m D.A.  
 NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.789 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.118 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 268.47 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 6)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.82 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 6)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.33 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm] 0 Z = -12 m D.A. NTC2018: SLE  
 (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)  
 Max. spostamento laterale [mm] 12.87 Z = 0 m D.A. NTC2018: SLE  
 (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.2 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 3)

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.59 D.A. NTC2018:  
A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 117.48 Z = -3 m  
D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

Max. taglio [kN/m] 100.88 Z = -3.2 m D.A.

NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)

SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.856 Z = -3 m

D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.118 Z = -3 m

D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 292.48 D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

Max. sfruttamento (GEO) 0.9 D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

Max. sfruttamento (STR) 0.36 D.A. NTC2018:  
A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 6)

### 5.3.2 Opera relativa al lato con presenza del sedimentatore

#### DESCRIZIONE DELL'OPERA

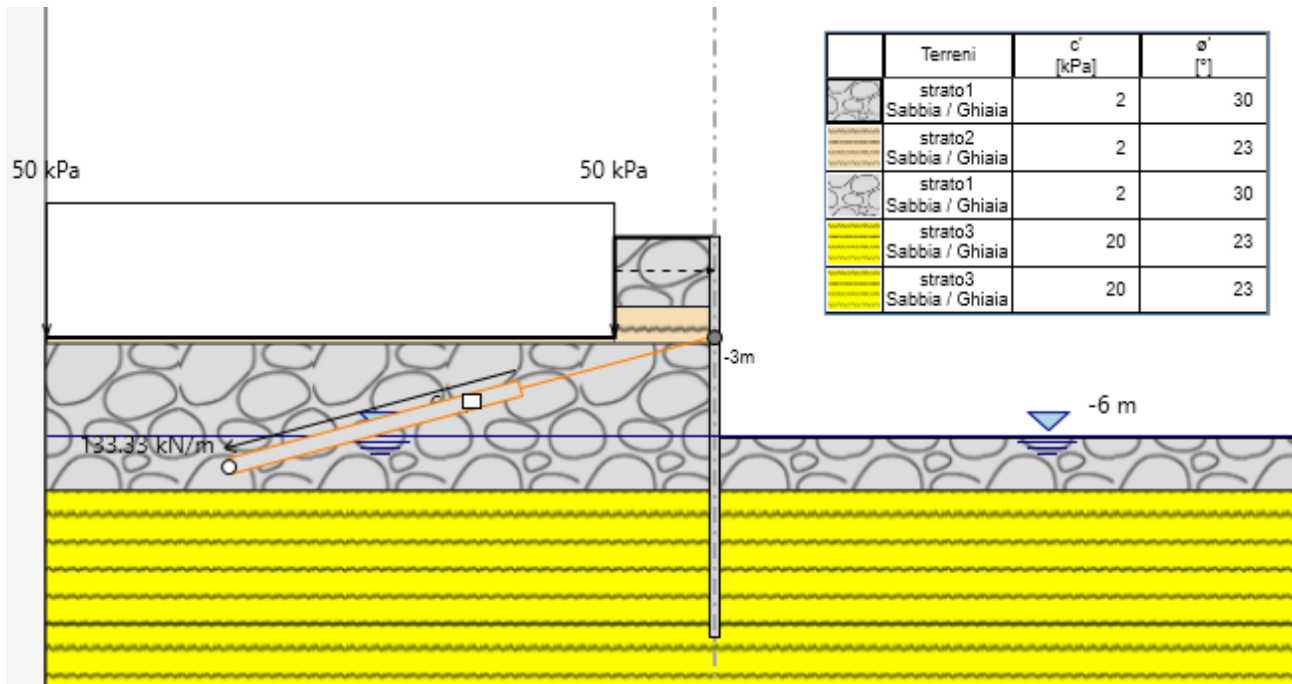
La porzione di berlinese da realizzare sul lato con la presenza del sedimentatore, prevede le medesime caratteristiche di quella da realizzare sugli altri due lati, con l'accortezza che l'inclinazione delle perforazioni dovrà essere maggiore e pari a 15°, per evitare interferenze con il manufatto.

#### MODELLO DI CALCOLO

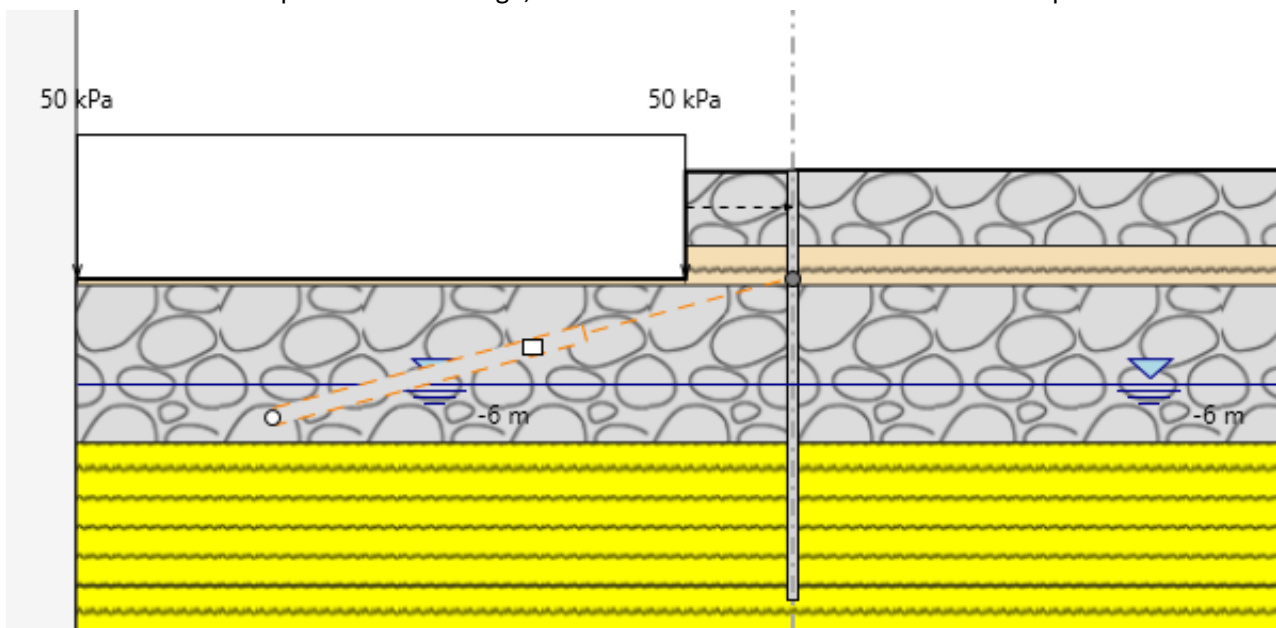
Per il dimensionamento dell'opera è stato utilizzato il software Paratie Plus, con il quale è stato realizzato un modello monodimensionale non lineare, in cui il terreno è modellato con delle molle elastoplastiche non lineari le cui caratteristiche sono ricavate in funzione delle proprietà meccaniche del terreno.

Le proprietà meccaniche del terreno sono quelle contenute nella dichiarazione del modello geotecnico di riferimento.

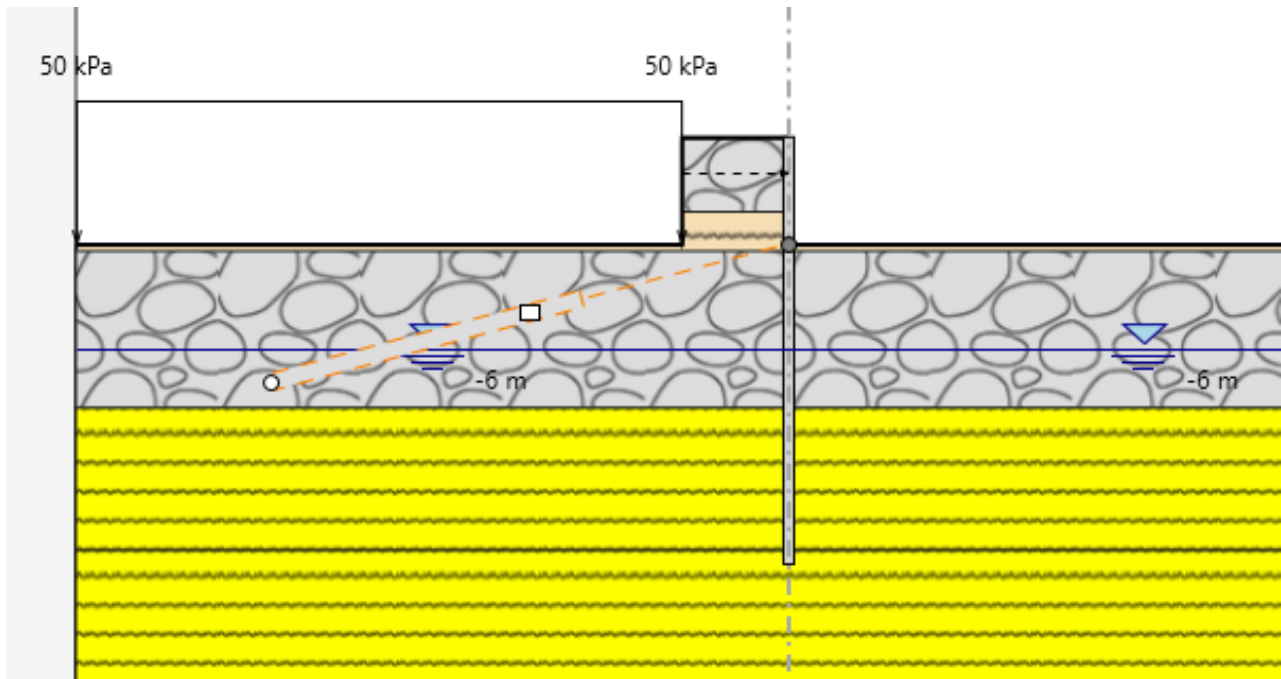
Il carico del sedimentatore, stimato in 50 kPa, è posto a distanza di circa 3 m e alla profondità di 3 m.



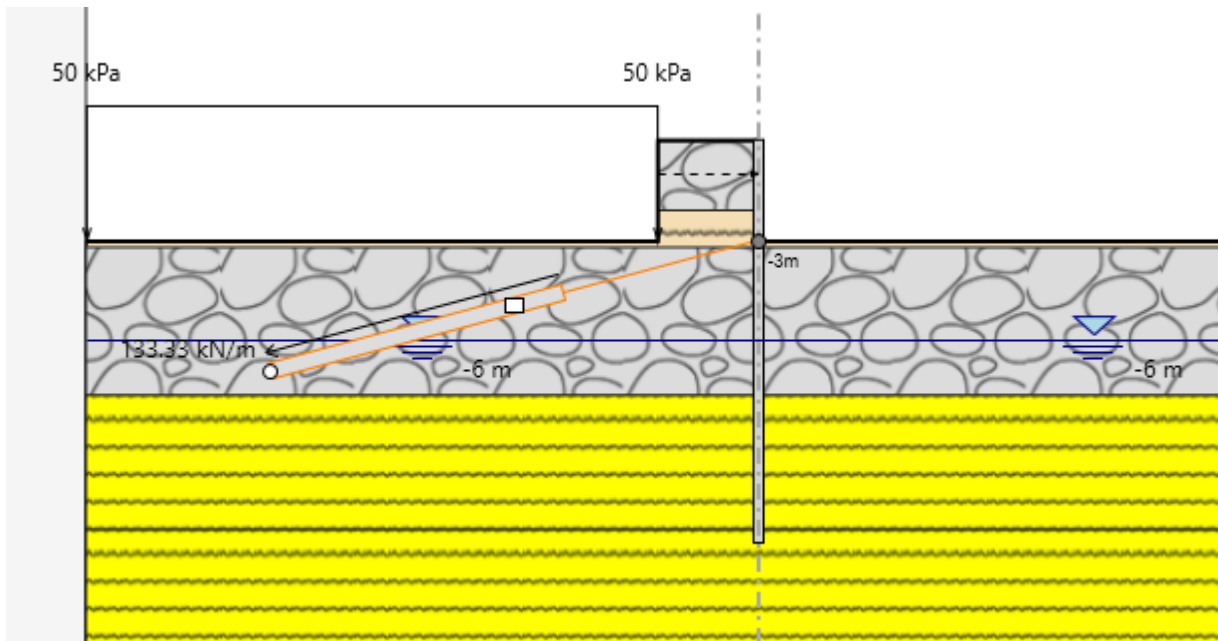
Nel modello sono stati previsti diversi stage, relative alle varie fasi di realizzazione dell'opera:



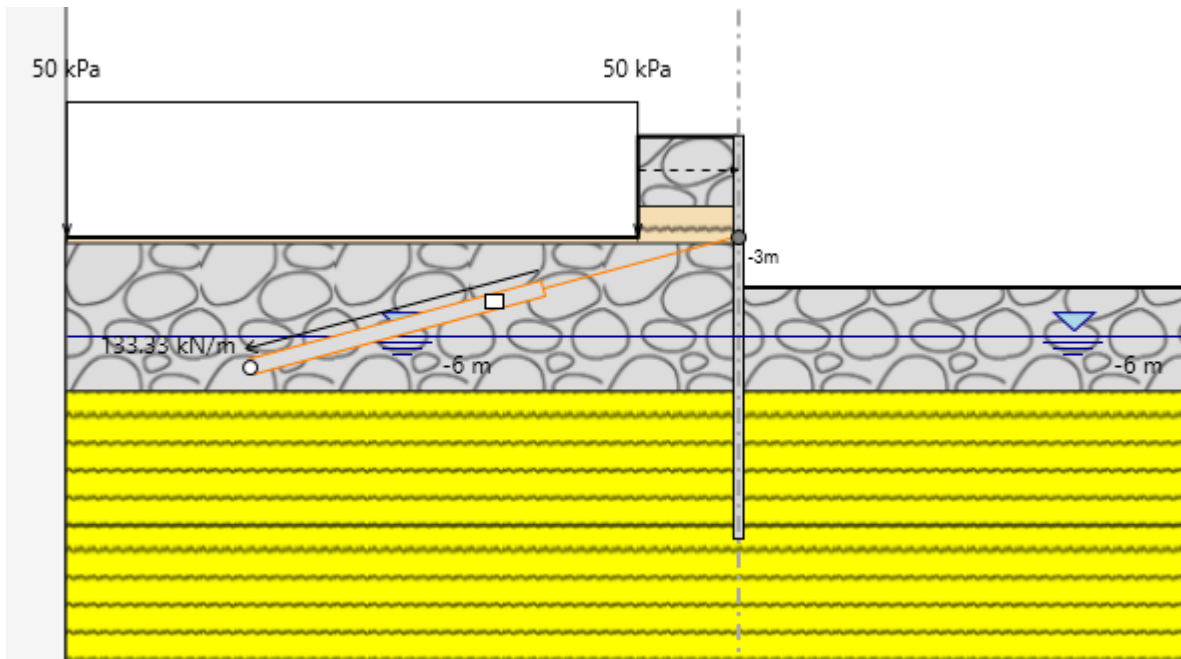
Stage 1 – Perforazioni per realizzazione berlinese



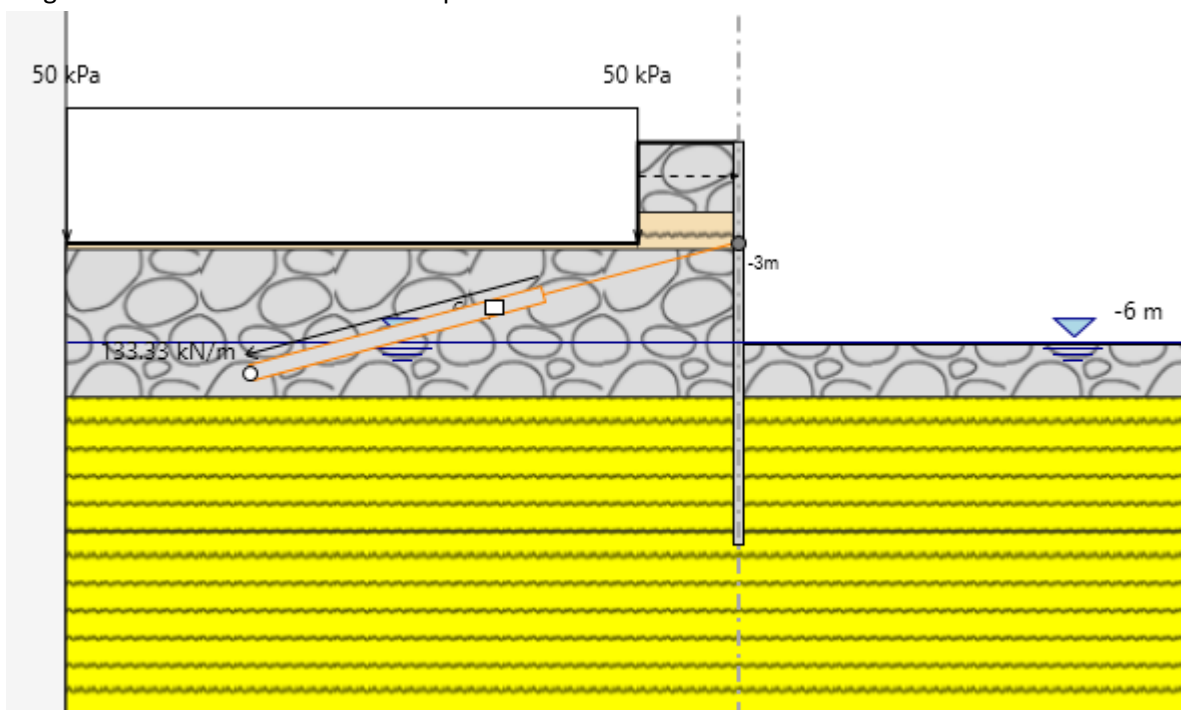
Stage 2 – Realizzazione scavo a quota -3.00



Stage 3 – Realizzazione tiranti a quota -3.00 m e tesatura



Stage 4 – Realizzazione scavo fino a quota -4.50 m

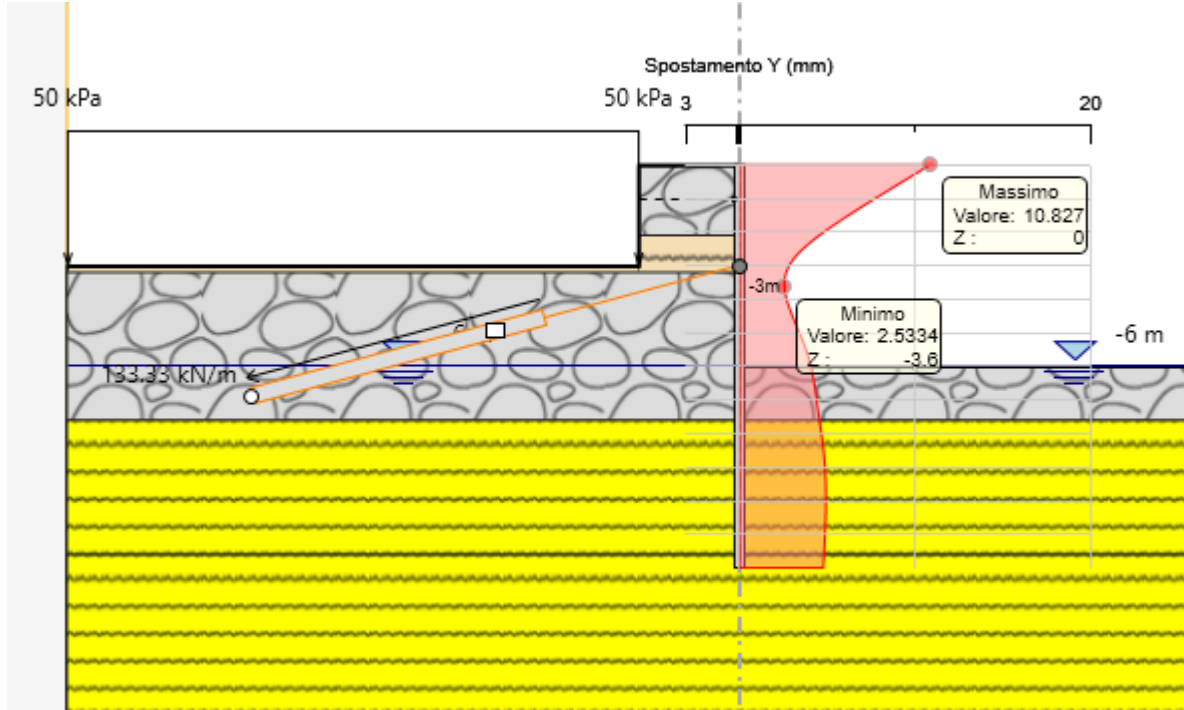


Stage 5 – Realizzazione scavo fino a quota -6.00 m

**RISULTATI GRAFICI DEL CALCOLO**

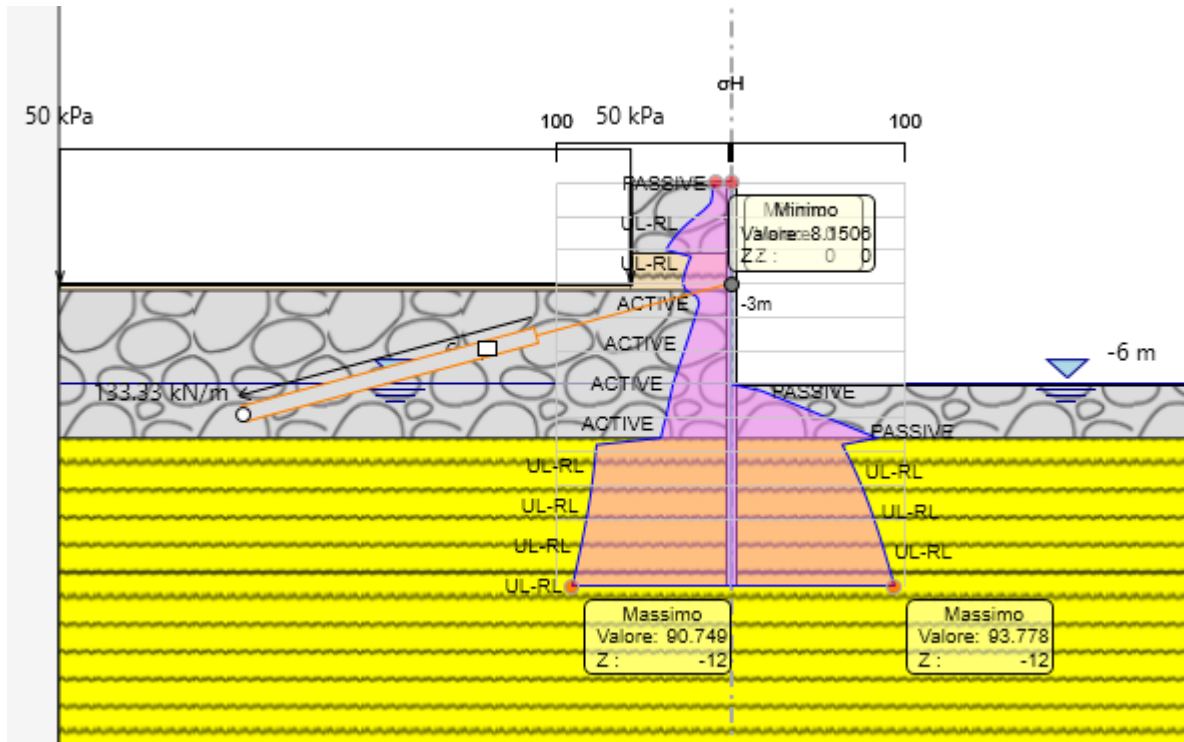
**Spostamenti**

Si rappresentano gli spostamenti massimi in fase finale, in mm:



**Spinte**

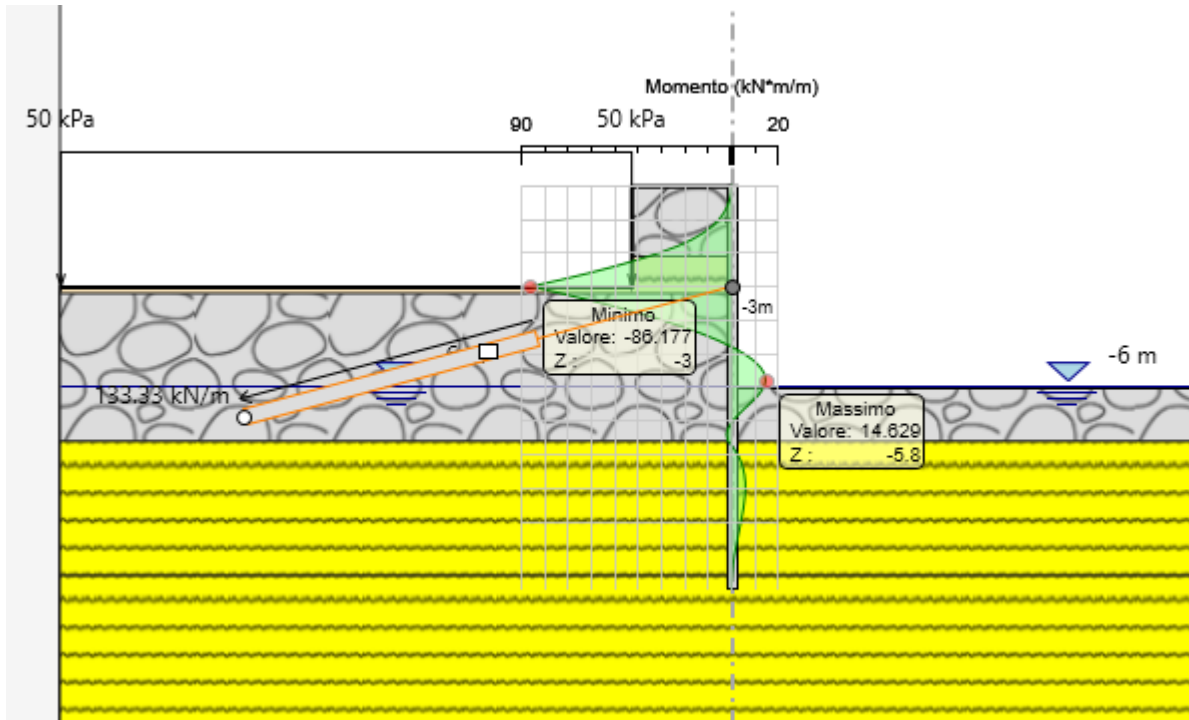
Si rappresentano le spinte orizzontali in fase finale, in kN:





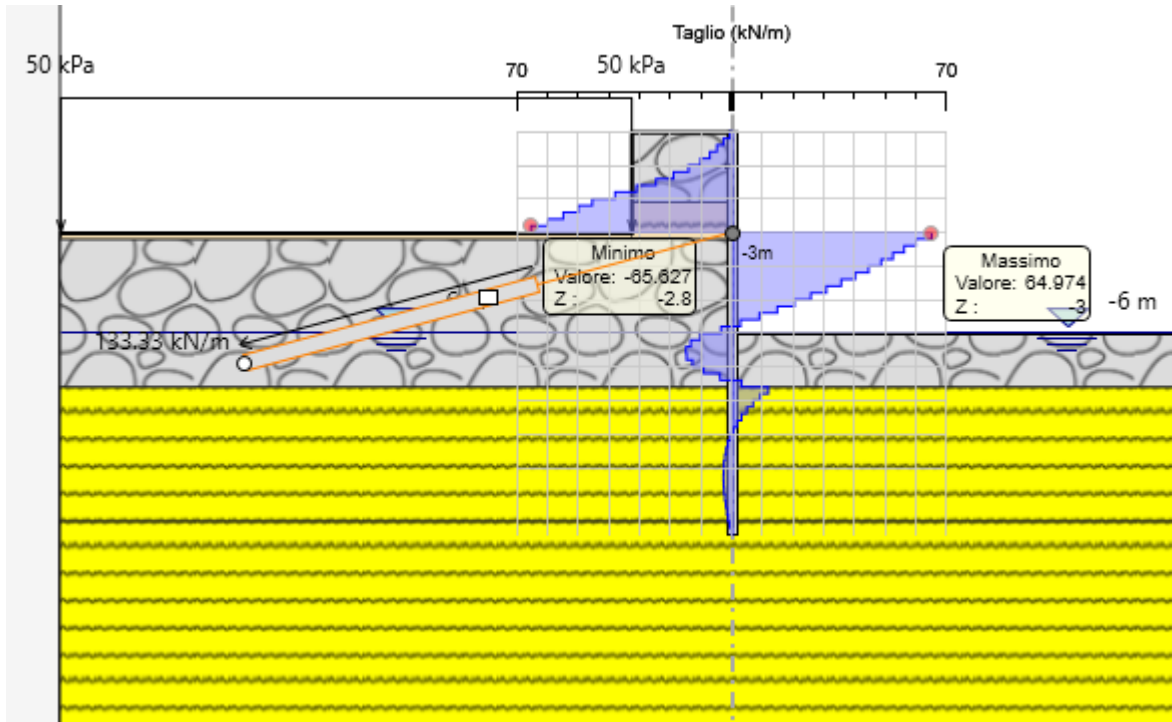
### Momenti Flettenti

Si rappresentano i momenti flettenti in fase finale, in kN\*m/m:



### Sollecitazioni taglianti

Si rappresentano le sollecitazioni taglianti in fase finale, in kN/m:





## RISULTATI ANALITICI DEL CALCOLO

DESIGN SECTION <Base Design Section>

Summary will be issued for the following Design assumptions

<Nominal>	TYPE: <n.a>
<NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>	TYPE: <SERVICE>
<NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A2+M2+R1>	TYPE: <ULTIMATE>

### Riepilogo per la DA <Nominal>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A.	Nominal (Stage 1)
Max. spostamento laterale [mm]	11.45	Z = 0 m	D.A.	Nominal (Stage 3)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.41		D.A.	Nominal (Stage 1)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.5		D.A.	Nominal (Stage 5)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	86.18	Z = -3 m	D.A.	Nominal (Stage 5)
Max. taglio [kN/m]	65.63	Z = -3 m	D.A.	Nominal (Stage 5)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	211.36	D.A.	Nominal (Stage 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.36	D.A.	Nominal (Stage 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.26	D.A.	Nominal (Stage 5)

### Riepilogo per la DA <NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)>

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -12 m	D.A.	NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)
Max. spostamento laterale [mm]	11.45	Z = 0 m	D.A.	NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.41		D.A.	NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.5		D.A.	NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m]	86.18	Z = -3 m	D.A.	NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)
---	-------	----------	------	--

Max. taglio [kN/m] 65.63 Z = -3 m D.A. NTC2018:  
 SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.628 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.077 Z = -2.8 m  
 D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 211.36 D.A. NTC2018:  
 SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.36 D.A. NTC2018:  
 SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.26 D.A. NTC2018:  
 SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 5)

#### Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.41 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 1)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.5 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 112.03 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. taglio [kN/m] 85.32 Z = -3 m D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.816 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.1 Z = -2.8 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

#### Risultati tiranti

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 274.77 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.94 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.34 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

#### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

#### Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.53 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 1)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.66 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 103.53 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)  
 Max. taglio [kN/m] 84.67 Z = -3.2 m D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.754 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.099 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5)

**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 243.1 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.83 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.3 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)

**Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive**

**Parete <Left Wall> \*\*\* Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm] 0 Z = -12 m D.A. NTC2018: SLE  
 (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 1)  
 Max. spostamento laterale [mm] 11.45 Z = 0 m D.A. NTC2018: SLE  
 (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Stage 3)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.53 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 1)  
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.66 D.A. NTC2018:  
 A2+M2+R1 (Stage 5)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

WallElement Max. momento (assoluto) [kNm/m] 112.03 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. taglio [kN/m] 85.32 Z = -3 m D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento in flessione 0.816 Z = -3 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 SteelWord: massimo struttamento a taglio 0.1 Z = -2.8 m  
 D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

**Risultati tiranti**

Tieback ( 1 / 1.5 m) Max. forza (ass.) [kN] 274.77 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (GEO) 0.94 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)  
 Max. sfruttamento (STR) 0.34 D.A. NTC2018:  
 A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 5)

## 6 Verifiche di galleggiamento

Nel presente paragrafo vengono esplicitate le verifiche di galleggiamento per i principali manufatti, ad esclusione di quelli che non hanno degli interramenti tali da richiedere considerazioni in merito.

La profondità della falda è stata considerata pari a -1.50 m dal piano di campagna e si è tenuto conto del peso del terreno agente da zavorra sugli sbalzi esterni delle platee di fondazione.

Le verifiche sono state eseguite per lo stato limite di equilibrio come corpo rigido EQU, adottando i coefficienti  $\gamma_{G,stab}$  pari a 0,9 per i carichi stabilizzanti (Peso terreno e terreno di zavorra) e  $\gamma_{G,instab}$  pari a 1,1 per i carichi instabilizzanti (Spinta del volume di liquido spostato).

Dalle tabelle seguenti si può vedere come le verifiche siano in tutti i casi superati in quanto i fattori di sicurezza sono superiori a 1.

Unità	Area gallegg. liv.1 [mq]	Area gallegg. liv.2 [mq]	Area zavorra ext. Liv.1[mq]	Area zavorra ext. Liv.2 [mq]	Altezza zavorra Liv.1 [m]	Altezza zavorra Liv.2 [m]	Vol. cls principale [mc]	Vol. cls zavorra [mc]	Profondità imposta liv.1 [m]	Profondità imposta liv.2 [m]
Reattore biologico	628.28	27.80	73.00	16.00	4.90	2.35	888.00	53.40	-5.50	-2.95
Clorazione	123.70	0.00	23.00	0.00	3.08	0.00	130.70	9.20	-4.10	0.00
Filtrazione	35.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	0.00	-4.50	-3.30
Sollev. Fanghi	23.40	24.70	6.00	0.00	5.60	0.00	68.46	1.80	-5.90	-2.70
Scolmatore iniziale	14.40	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00	0.00	-5.00	-3.20
Grigliatura pretratt.	32.40	120.00	7.50	20.00	7.00	4.70	223.30	13.75	-7.50	-5.20

Unità	$G_{stab\ cls}$ [daN]	$G_{stab\ zavorra}$ [daN]	$\gamma_{G,stab}$	$G_{stab,d}$ [daN]	$G_{instab}$ [daN]	$\gamma_{G,instab}$	$G_{instab,d}$ [daN]	Ed [daN]	Rd [daN]	Fs = Rd/Ed
Reattore biologico	2 353 500	790 600	0.90	2 829 690	2 553 430	1.10	2 808 773	2 808 773	2 829 690	1.01
Clorazione	349 750	141 680	0.90	442 287	321 620	1.10	353 782	353 782	442 287	1.25
Filtrazione	240 000	0.00	0.90	216 000	177 000	1.10	194 700	194 700	216 000	1.11
Sollev. Fanghi	175 650	67200.00	0.90	218 565	132 600	1.10	145 860	145 860	218 565	1.50
Scolmatore iniziale	115 000	0.00	0.90	103 500	76 580	1.10	84 238	84 238	103 500	1.23
Grigliatura pretratt.	592 625	293000.00	0.90	797 063	638 400	1.10	702 240	702 240	797 063	1.14

## 7 Dichiarazione secondo NTC 2018

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

La verifica a carico limite viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle caratteristiche del terreno equivalente di progetto;
- Calcolo della fondazione di progetto;
- Calcolo del carico limite.

Il calcolo dei cedimenti viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della distribuzione dei carichi al piano di posa;
- Calcolo delle pressioni indotte nel terreno dal carico applicato;
- Calcolo dei cedimenti.

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti - Versione 16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	STUDIO DI INGEGNERIA ISOLA BOASSO & ASSOCIATI S.R.L. - Licenza AIU6328E4

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.