

**E78 GROSSETO - FANO**  
**Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)**  
**Adeguamento a quattro corsie del tratto**  
**San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FI 508**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i>          Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Sidi</i>          Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 settore a-b-c          (Mandatario)</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i>          Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657          (Mandante)</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i>          Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A          (Mandante)</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i>          Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b></p> <p><b>GP INGENGERIA</b>          GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b>          Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i>          ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i>          Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>		
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>		
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**04.OPERE D'ARTE MAGGIORI**

Asse Principale

04.01 – Gallerie – Elaborati generali

Relazione tecnica e di calcolo opere di imbocco Galleria Torino

<p><b>CODICE PROGETTO</b></p> <p>PROGETTO      LIV.PROG    ANNO</p>	<p><b>NOME FILE</b></p> <p align="center">P01GA00OSTRE01_B</p>	<p><b>REVISIONE</b></p>	<p><b>SCALA</b></p>		
<p><b>DPFI508</b>    <b>D</b>    <b>23</b></p>	<p><b>CODICE ELAB.</b>    <b>P01GA00OSTRE01</b></p>	<p><b>B</b></p>	<p align="center">-</p>		
<p><b>D</b></p> <p><b>C</b></p>					
<p><b>B</b></p>	<p>Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024</p>	<p>Gennaio '24</p>	<p>Amoruso</p>	<p>Signorelli</p>	<p>Guiducci</p>
<p><b>A</b></p>	<p>Emissione</p>	<p>Agosto '23</p>	<p>Amoruso</p>	<p>Signorelli</p>	<p>Guiducci</p>
<p><b>REV.</b></p>	<p><b>DESCRIZIONE</b></p>	<p><b>DATA</b></p>	<p><b>REDATTO</b></p>	<p><b>VERIFICATO</b></p>	<p><b>APPROVATO</b></p>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>4</b>
3.1	CALCESTRUZZO DEL CORDOLO UNIFORME UNI EN 206-1.....	4
3.2	MALTA CEMENTIZIA PER INIEZIONE DEI TIRANTI.....	4
3.3	SPRITZ BETON CONFORME UNI EN 206-1 .....	4
3.4	CALCESTRUZZO MAGRO .....	4
3.5	MALTA CEMENTIZIA PER GETTO DEI MICROPALI.....	4
3.6	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C.....	5
3.7	ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE S355 JR.....	5
3.8	ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI IN TREFOLI DA 0.6” .....	5
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL’OPERA .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>METODO DI ANALISI .....</b>	<b>16</b>
7.1	METODO DI CALCOLO .....	16
7.2	FASI DI CALCOLO .....	17
7.3	AZIONI E CARICHI AGENTI.....	17
7.3.1	<i>Carichi permanenti</i> .....	17
7.3.1.1	Peso proprio.....	17
7.3.1.2	Spinta del terreno.....	17
7.3.2	<i>Carichi sismici</i> .....	17
7.4	ELEMENTI STRUTTURALI .....	18
7.4.1	<i>Rigidezza equivalente delle paratie</i> .....	18
7.4.2	<i>Tiranti di ancoraggio</i> .....	19
7.5	VERIFICHE .....	22
7.5.1	<i>Micropali</i> .....	22
7.5.2	<i>Ancoraggi</i> .....	22
7.5.2.1	Verifica di resistenza .....	22
7.5.2.2	Verifica di sfilamento .....	23
7.5.3	<i>Verifica della trave di ripartizione</i> .....	26
<b>8</b>	<b>ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>27</b>
8.1	PARATIA GA02 .....	27
8.1.1	<i>Verifiche strutturali</i> .....	27
8.1.1.1	Verifica a flessione dei micropali.....	27
8.1.1.2	Verifica a taglio dei micropali.....	28
8.1.1.3	Verifica di resistenza degli ancoraggi.....	29
8.1.1.4	Verifica di sfilamento degli ancoraggi.....	30
8.1.1.5	Gerarchia delle resistenze degli ancoraggi .....	30
8.1.1.6	Verifiche delle travi di ripartizione.....	30
8.1.2	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	31
8.2	PARATIA GA03 .....	32
8.2.1	<i>Verifiche strutturali</i> .....	32
8.2.1.1	Verifica a flessione dei micropali .....	33
8.2.1.2	Verifica a taglio dei micropali.....	33

PROGETTAZIONE ATI:

8.2.1.3	Verifica di resistenza degli ancoraggi.....	34
8.2.1.4	Verifica di sfilamento degli ancoraggi.....	35
8.2.1.5	Gerarchia delle resistenze degli ancoraggi .....	35
8.2.1.6	Verifiche delle travi di ripartizione.....	35
8.2.2	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	36
<b>9</b>	<b>ALLEGATI</b> .....	<b>38</b>
9.1	PARATIA GA02 – PARATIEPLUS.....	38
9.2	PARATIA GA03- PARATIE PLUS.....	42

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo riporta le analisi e le verifiche relative alle paratie di imbocco della GN01; in particolare, sarà riportato il calcolo della GA02, presso l'imbocco ovest della galleria naturale Torrino, la quale è inserita nel peggiore contesto geomeccanico, nell'ambito del progetto definitivo "S.G.C. E78 Grosseto – Fano, Tratto Selci – Lama (E45), Adeguamento a quattro corsie del Tratto San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, Completamento", identificato all'interno del Contratto di Programma ANAS-MIT con il codice FI508.

## 2 NORMATIVA

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alle leggi e ai decreti di carattere generale, assunti come riferimento:

- *Decreto 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- *Circolare 21 gennaio 2019 – n.7 C.S.LL.PP. – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;*
- *Raccomandazioni AGI-AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" Ed. AGI, 2012;*
- *Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici. ENV 1992-1-1.*

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO DEL CORDOLO UNIFORME UNI EN 206-1

Si utilizzerà un calcestruzzo con classe di resistenza a compressione C28/35, confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste per le classi di esposizione XC2 (come definite dalla Norma ENV 206-1 UNI 11104/04). Il rapporto acqua-cemento è  $A/C \leq 0.55$  e la classe di consistenza è S4. Lo spessore minimo del copriferro è stato determinato in accordo alle indicazioni fornite dall'EUROCODICE 2-UNI ENV 1992 in funzione delle classi di esposizione ambientali.

- $f_{ck} = 28 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica caratteristica
- $\gamma_c = 1.5$	coefficiente parziale per SLU
- $\alpha_{cc} = 0.85$	effetto dei carichi a lunga durata
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 15.87 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica di calcolo
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica media
- $f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione
- $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
- $f_{ctm} = 1.2 f_{ctm} = 3.32 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a trazione
- $E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} = 32 \text{ 300 MPa}$	modulo elastico istantaneo
- $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume

#### 3.2 MALTA CEMENTIZIA PER INIEZIONE DEI TIRANTI

- Classe di resistenza minima: C20/25	
- Rapporto acqua-cemento: $A/C \leq 0.50$	
- Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa	
- $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica caratteristica
- $\gamma_c = 1.5$	coefficiente parziale per SLU
- $f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} = 2.21 \text{ MPa}$	resistenza a trazione media
- $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.55 \text{ MPa}$	resistenza a trazione caratteristica

#### 3.3 SPRITZ BETON CONFORME UNI EN 206-1

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2

#### 3.4 CALCESTRUZZO MAGRO

- Calcestruzzo confezionato con dosaggio cemento  $150 \text{ kg/m}^3$

#### 3.5 MALTA CEMENTIZIA PER GETTO DEI MICROPALI

PROGETTAZIONE ATI:

- Classe di resistenza minima: C20/25
- Rapporto acqua-cemento: A/C = 0.50÷0.70
- Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa

### 3.6 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

Si utilizzeranno barre in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C saldabile controllato in stabilimento, pertanto nei calcoli statici saranno assunti i seguenti parametri:

- |  |  |
|--|--|
| - $f_{yk} = 450$ MPa                           | tensione caratteristica di snervamento |
| - $f_{tk} = 540$ MPa                           | tensione caratteristica di rottura     |
| - $\gamma_s = 1.15$                            | coefficiente parziale per SLU          |
| - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ MPa     | tensione di calcolo di snervamento     |
| - $E_s = 210\,000$ MPa                         | modulo elastico                        |
| - $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 1.863\%$     | deformazione ultima di snervamento     |
| - $\epsilon_{uk} = 7.5\%$                      | deformazione caratteristica uniforme   |
| - $\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk} = 6.75\%$ | deformazione ultima uniforme           |
| - $\gamma_{steel} = 78.5$ kN/m <sup>3</sup>    | peso per unità di volume               |

### 3.7 ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE S355 JR

- |  |  |
|--|--|
| - $\gamma_M = 1.05$                      | coefficiente parziale per SLU          |
| - $f_{tk} = 510$ MPa                     | tensione caratteristica di rottura     |
| - $f_{yk} = 355$ MPa                     | tensione caratteristica di snervamento |
| - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M = 338$ MPa | tensione di calcolo di snervamento     |
| - $E_s = 210\,000$ MPa                   | modulo elastico                        |

### 3.8 ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI IN TREFOLI DA 0.6”

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| - $f_{ptk} \geq 1860$ MPa   | tensione caratteristica di rottura                    |
| - $f_{p(1)k} \geq 1670$ MPa | tensione caratteristica all'1% di deformazione totale |
| - $\gamma_s = 1.15$         | coefficiente parziale per SLU                         |
| - $E_s = 210\,000$ MPa      | modulo elastico                                       |

#### 4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione descrive il dimensionamento e le verifiche delle opere di sostegno realizzate in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie artificiali GA02 e GA03; in particolare, si esegue la progettazione per l'opera di sostegno che si trova presso l'imbocco ovest GA02 della galleria naturale Torino tra la p.k. 5+820 km e la p.k. 5+878 km e la progettazione per l'opera di sostegno che si trova presso l'imbocco est GA03 della galleria naturale Torino tra la p.k. 6+056km e la p.k. 6+086km.

L'opera in corrispondenza della GA02, di lunghezza complessiva pari a 90.3 m, sarà realizzata come paratia di micropali accostati di lunghezza variabile tra 6 m e 26 m in base alla profondità dello scavo. L'altezza di scavo massima è pari a circa 15 m. I micropali accostati ad interasse 0.5 m sono realizzati con diametro di perforazione 300 mm e con tubolare in acciaio di diametro 177.8 mm e spessore 12.5 mm. L'esecuzione della paratia è preceduta da un prescavo di pochi metri finalizzato a ridurre la lunghezza dei micropali e le altezze libere di scavo. La paratia è sormontata da un cordolo in c.a. per tutto il suo sviluppo, avente dimensioni 60x60 cm.

La paratia è contrastata da sistemi di ancoraggio costituiti da uno a tre ordini di tiranti in funzione delle diverse altezze di scavo. I tiranti, di lunghezza totale tra 26 m e 29 m, sono posti ad un interasse longitudinale variabile tra 2.0 m e 2.5 m e ad un interasse verticale variabile tra 2.0 m e 3.0 m, con inclinazioni sull'orizzontale di 0°. Tutti i tiranti, con precarico tra 300 kN e 500 kN, sono composti da gruppi di tre, quattro o cinque trefoli in acciaio armonico per c.a.p. da 0.6". I tiranti saranno iniettati con tecnologia IGU. Tramite apposite piastre di ripartizione, l'azione concentrata di contrasto dei tiranti è distribuita sui pali dalle travi di collegamento, costituite da un doppio profilato in acciaio S355 JR della serie HE160B.

L'opera in corrispondenza della GA03, di lunghezza complessiva pari a 53.25 m, sarà realizzata come paratia di micropali accostati di lunghezza variabile tra 10 m e 22 m in base alla profondità dello scavo. L'altezza di scavo massima è pari a circa 17 m. I micropali accostati ad interasse 0.5 m sono realizzati con diametro di perforazione 300 mm e con tubolare in acciaio di diametro 177.8 mm e spessore 12.5 mm. L'esecuzione della paratia è preceduta da un prescavo di pochi metri finalizzato a ridurre la lunghezza dei micropali e le altezze libere di scavo. La paratia è sormontata da un cordolo in c.a. per tutto il suo sviluppo, avente dimensioni 60x160 cm (bxh).

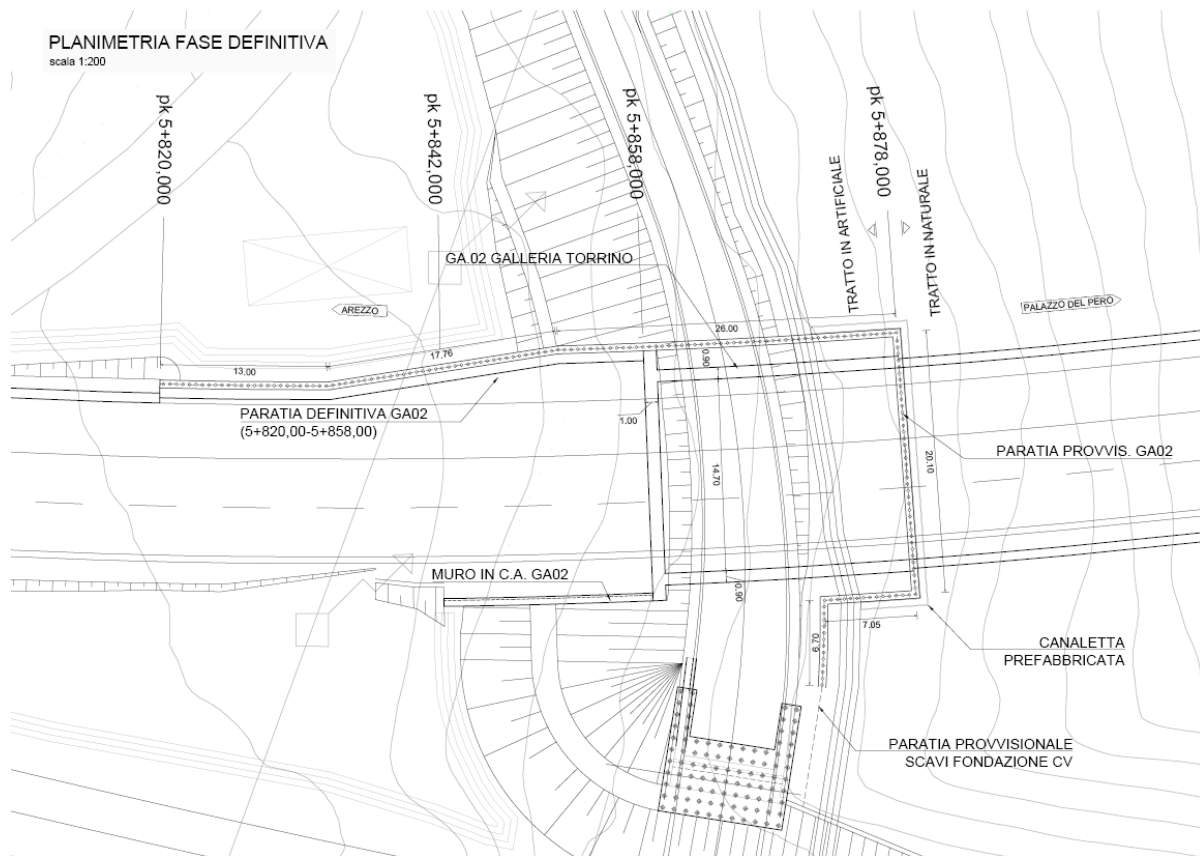
La paratia è contrastata da sistemi di ancoraggio costituiti da uno a cinque ordini di tiranti in funzione delle diverse altezze di scavo. I tiranti, di lunghezza totale tra 24 m e 29 m, sono posti ad un interasse longitudinale variabile tra 2.0 m e 2.5 m e ad un interasse verticale variabile tra

PROGETTAZIONE ATI:



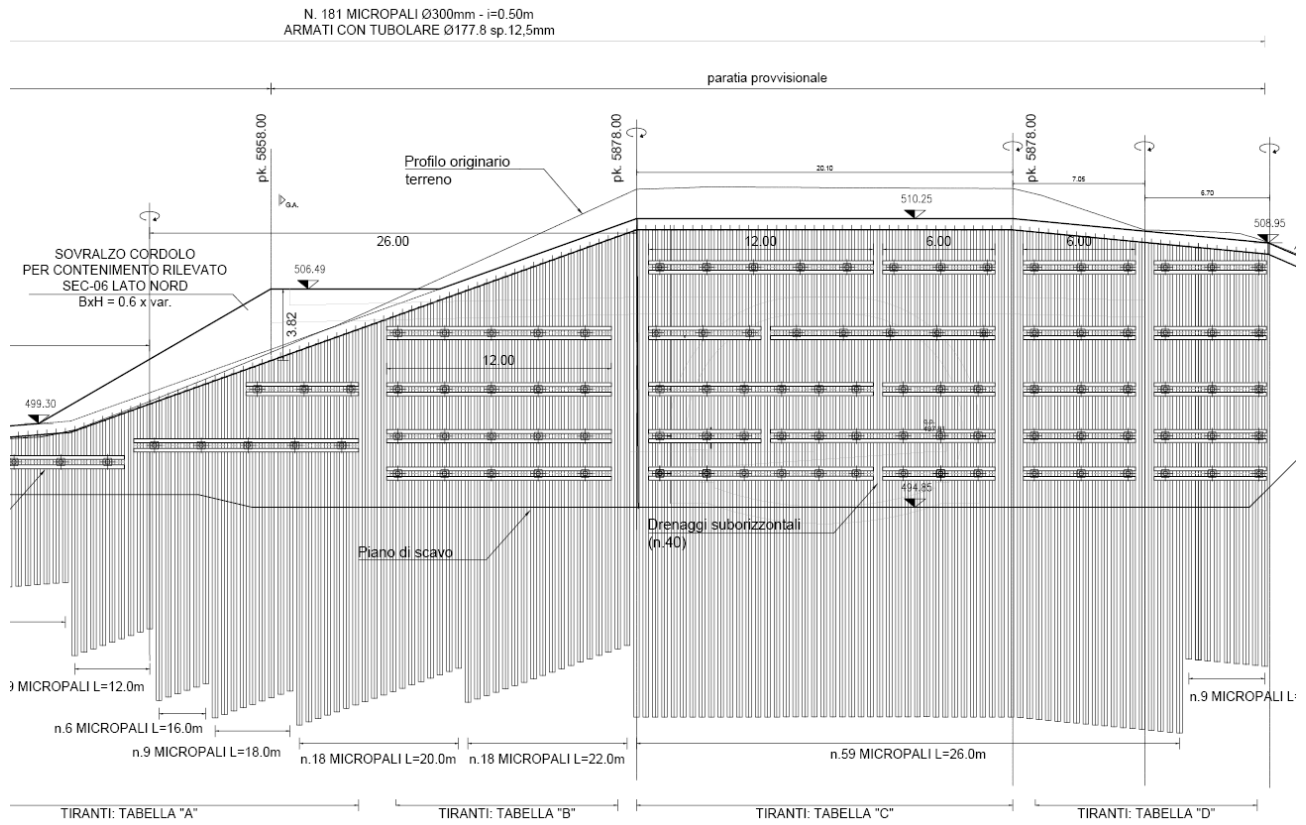
2.0 m e 3.5 m, con inclinazioni sull'orizzontale di 0° e 10°. Tutti i tiranti, con precarico tra 300 kN e 500 kN, sono composti da gruppi di tre, quattro o cinque trefoli in acciaio armonico per c.a.p. da 0.6". I tiranti saranno iniettati con tecnologia IGU. Tramite apposite piastre di ripartizione, l'azione concentrata di contrasto dei tiranti è distribuita sui pali dalle travi di collegamento, costituite da un doppio profilato in acciaio S355 JR della serie HE160B.

Nelle figure seguenti sono riportati stralci di planimetria, profilo longitudinale e sezione tipologica delle opere in oggetto.

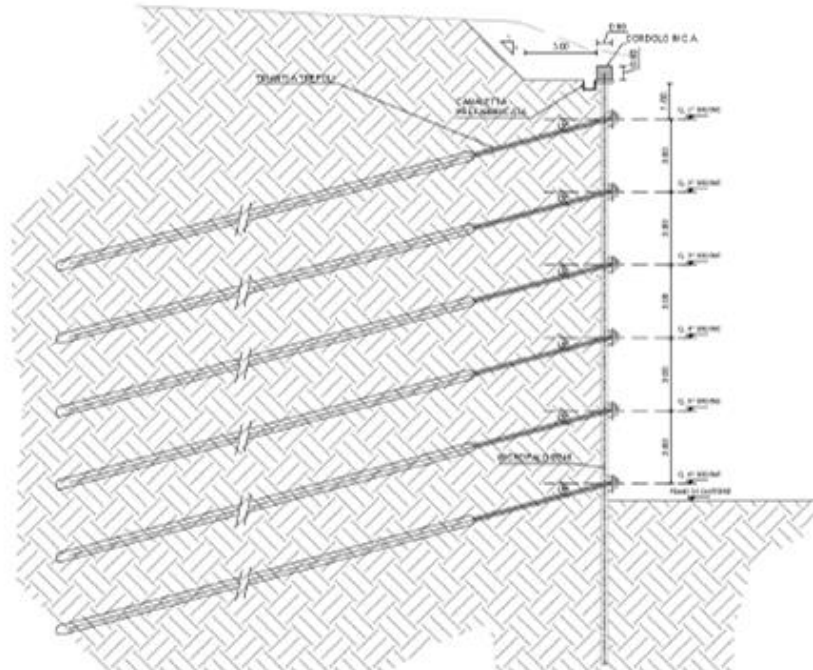


**Figura 4-1: GA02 - Stralcio di planimetria della paratia d'imbocco**





**Figura 4-2: GA02 - Stralcio di sviluppata della paratia d'imbocco**



**Figura 4-3: GA02 - Sezione tipologica della paratia d'imbocco**

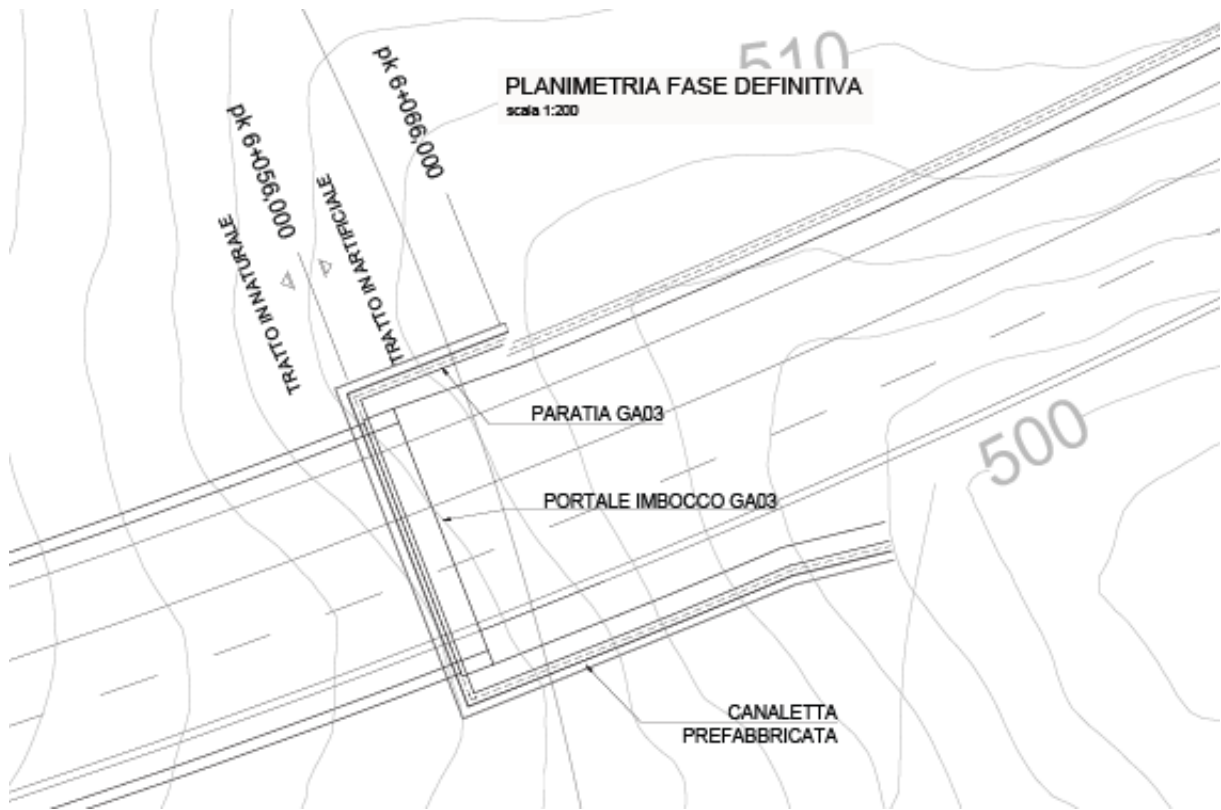


Figura 4-4: GA03 - Stralcio di planimetria della paratia d'imbocco

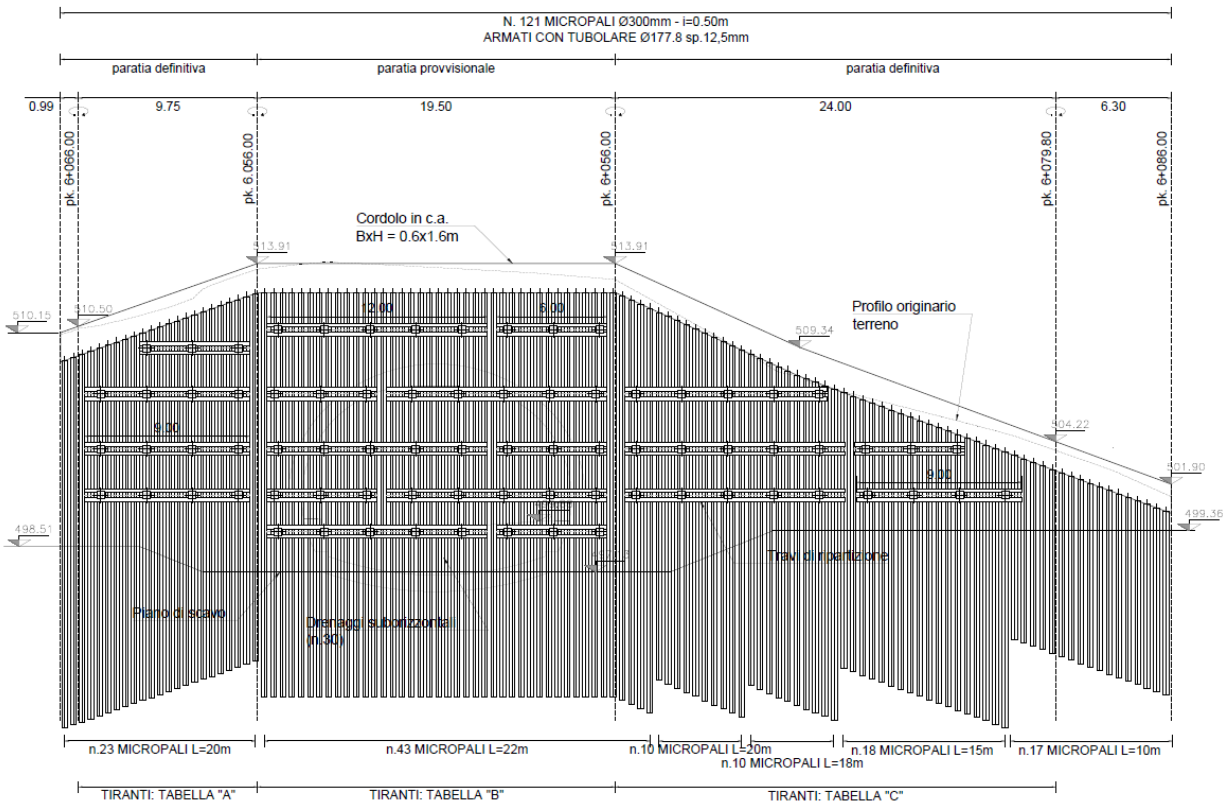
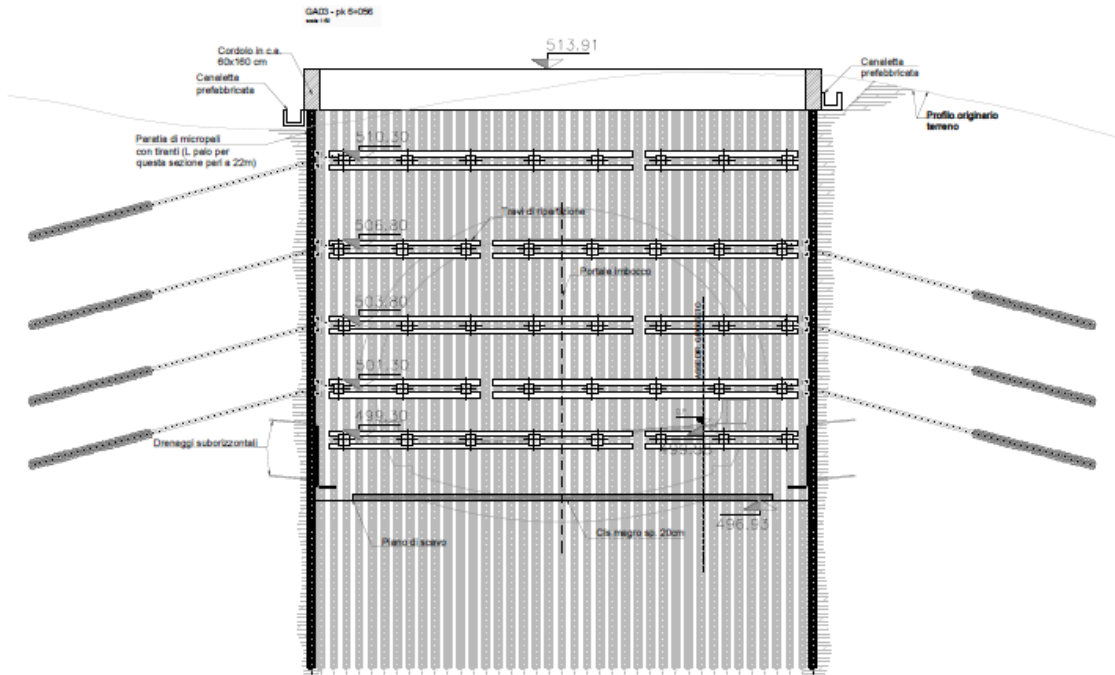


Figura 4-5: GA03 - Stralcio di sviluppata della paratia d'imbocco



**Figura 4-6: GA03 - Sezione degli scavi della paratia d'imbocco**

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### Paratia GA02

Per il dettaglio dell'inquadramento geologico-geotecnico della paratia in corrispondenza dell'imbocco GA02 si rimanda alla Relazione di calcolo della galleria naturale, in cui è valutata l'unità AC tettonizzata. Le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri geotecnici, sono riassunti nella successiva tabella.

**Tabella 5.1: GA02 - Parametri di calcolo del modello geotecnico considerato**

UG	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	E [MPa]
AC-Tett1	19.5	20	33	80
AC-Tett2	19.5	30	29	200

Si rileva la presenza di falda, pertanto ne sono stati considerati gli effetti all'interno delle analisi e delle verifiche. Considerato il drenaggio previsto per la costruzione della galleria, il livello di falda è stato posto cautelativamente in corrispondenza dell'altezza di fondo scavo dell'opera.

### Paratia GA03

Per il dettaglio dell'inquadramento geologico-geotecnico della paratia in corrispondenza dell'imbocco GA03 si rimanda alla Relazione geotecnica, in cui sono valutate le unità AC alterata e AC. Le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri geotecnici, sono riassunti nella successiva tabella.

**Tabella 5.2: GA03 - Parametri di calcolo del modello geotecnico considerato**

UG	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	E [MPa]
AC-ALT	19.5	30	25	20
AC	19.5	100	27	100

Nel modello di calcolo delle opere di sostegno sono state considerate le stratigrafie mostrate nelle figure seguenti:



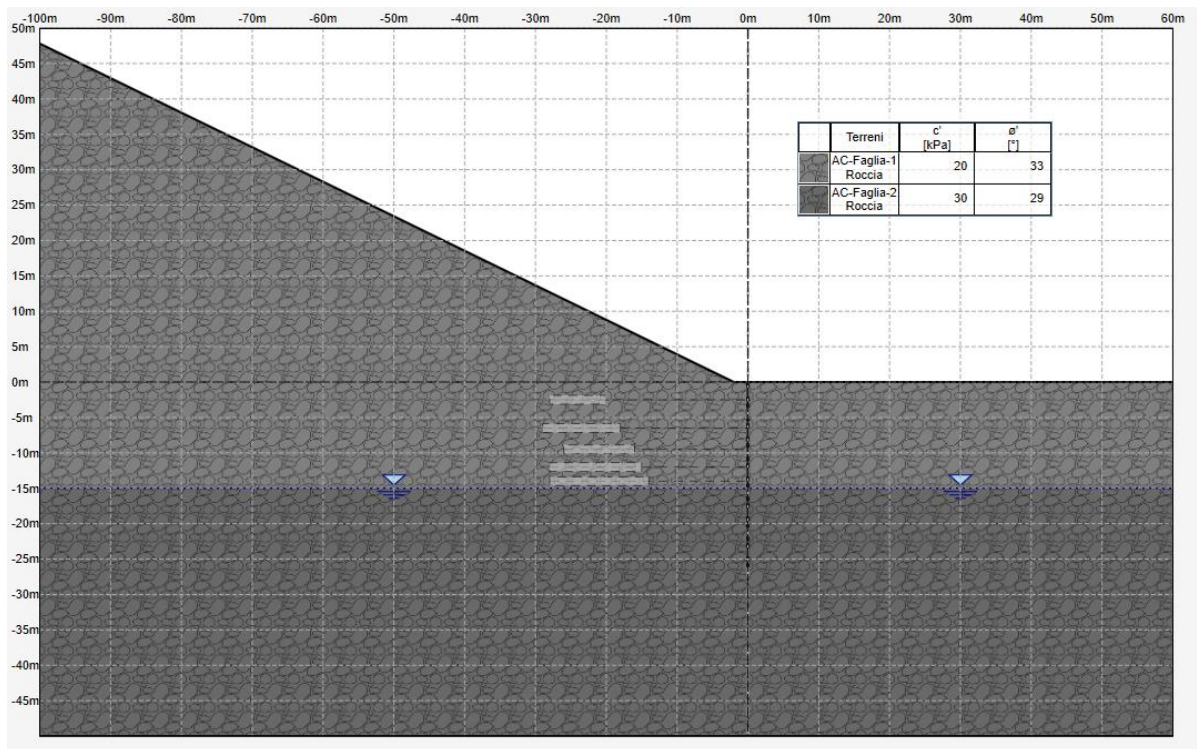


Figura 5-1: Stratigrafia di calcolo della paratia GA02

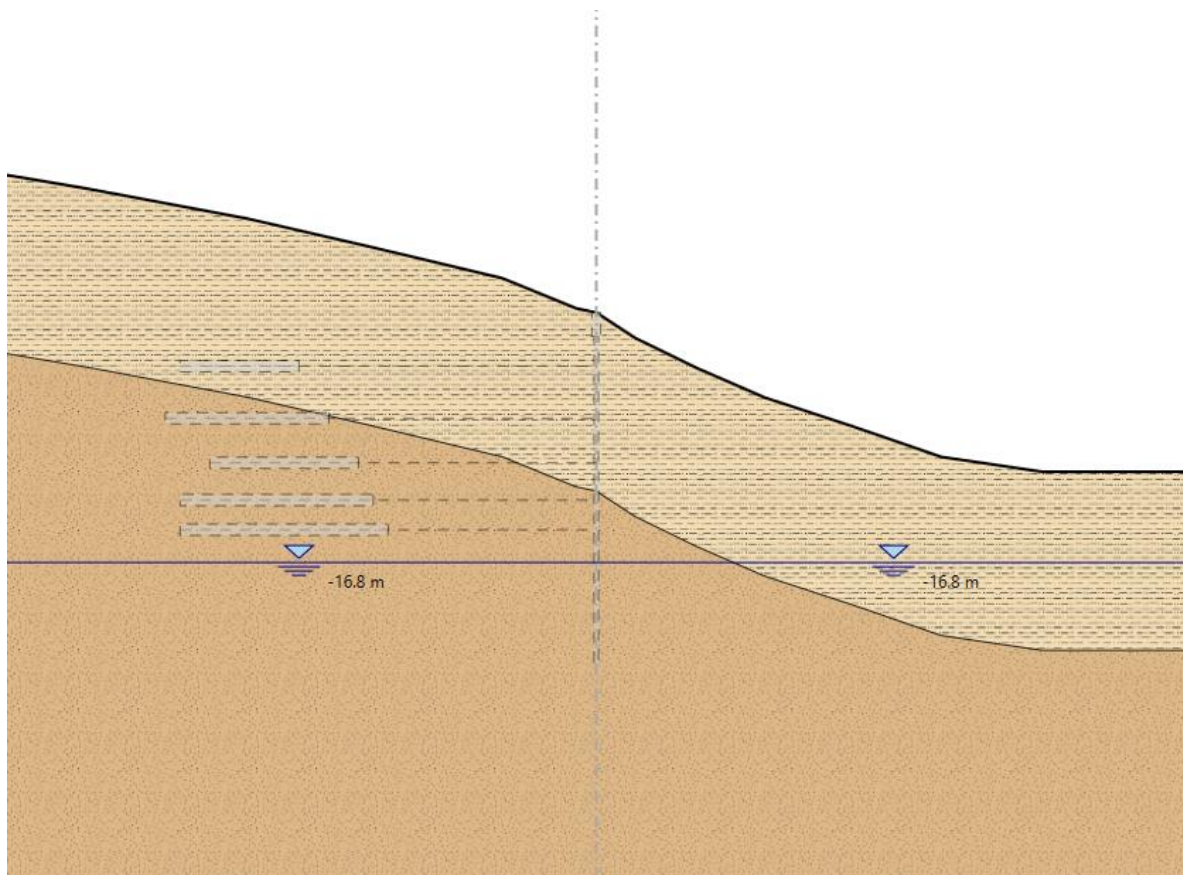


Figura 5-2: Stratigrafia di calcolo della paratia GA03

PROGETTAZIONE ATI:

## 6 CRITERI DI VERIFICA

Ai fini del dimensionamento geotecnico e strutturale ai sensi del D.M. 2018 sono stati considerati i seguenti stati limite:

### *SLU di tipo geotecnico (GEO)*

- collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- sfilamento di uno o più ancoraggi;

### *SLU di tipo strutturale (STR)*

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

Le verifiche sono effettuate secondo le seguenti combinazioni di coefficienti:

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

Al paragrafo 7.11.6.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018 si specifica che per le paratie devono essere soddisfatte le condizioni di sicurezza nei confronti dei possibili stati limiti ultimi (SLV) verificando il rispetto della condizione [6.2.1] con i coefficienti di sicurezza parziali prescritti al paragrafo 7.11.1. Quindi, le verifiche agli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e con i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R1 pari all'unità. Le prescrizioni relative alle verifiche in condizioni sismiche corrispondono agli approcci indicati con:

- EQK (GEO)
- EQK (STR)

Nel presente caso, così come previsto dalla Circolare 21 gennaio 2019 al paragrafo C6.5.3.1.2, il collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera, inteso come uno stato limite in cui si raggiungano le condizioni di equilibrio limite del terreno interagente con l'opera e che sia cinematicamente possibile un atto di moto rigido intorno alla paratia, non può verificarsi in quanto presenti più livelli di vincolo.

PROGETTAZIONE ATI:

Dunque saranno verificati esclusivamente gli stati limite riguardanti lo sfilamento degli ancoraggi e la stabilità globale dell'insieme terreno-opera, valutata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1.

In accordo con il § 6.5.2.2 delle NTC2018, in fase di calcolo, la quota di fondo scavo è stata ulteriormente diminuita di una quantità pari almeno al minore dei seguenti valori:

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

Le verifiche SLU sono state eseguite considerando le combinazioni di coefficienti parziali riportati nelle tabelle seguenti.

**Tabella 6.1: Coefficienti moltiplicativi maggiorativi delle azioni, utilizzati nelle verifiche allo SLU**

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale	Combinazioni statiche	
			A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	Favorevole	$\gamma_G$	1.00	1.00
	Sfavorevole		1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_Q$	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.50	1.30

**Tabella 6.2: Coefficienti moltiplicativi riduttivi dei parametri geotecnici del terreno, utilizzati nelle verifiche allo SLU**

Parametro		Coefficiente parziale	Combinazioni statiche	
			M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$c'$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza a taglio non drenata	$c_u$	$\gamma_{c_u}$	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00



Le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

Secondo il paragrafo 6.6.2 delle NTC2018 tabella 6.6.I, in riferimento alla combinazione A1+M1+R3, specifica per i tiranti, la verifica può essere effettuata tenendo conto dei coefficienti parziali riduttivi della resistenza degli ancoraggi riportati nella tabella seguente.

**Tabella 6.3: Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi**

<b>Tipo di ancoraggio</b>	<b>Coefficiente parziale</b>
Temporaneo	$\gamma_R = 1.10$
Permanente	$\gamma_R = 1.20$

## 7 METODO DI ANALISI

### 7.1 METODO DI CALCOLO

Il calcolo tenso-deformativo delle paratie viene effettuato tramite modelli che simulano l'interazione tra terreno e struttura di sostegno e sono implementati con il codice di calcolo ParatiePlus 23.0.4 (Harpaceas s.r.l. Milano). Il codice di calcolo permette di valutare l'evoluzione tenso-deformativa delle varie fasi di realizzazione dell'opera e che si basa sulle seguenti ipotesi:

- paratia di lunghezza infinita, ovvero stato di deformazioni piane;
- terreno modellato come una serie di molle con legame costitutivo elasto-plastico perfettamente plastico che seguono il criterio di rottura Mohr-Coulomb;
- struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici;
- ancoraggi modellati per mezzo di molle di opportuna rigidità;
- eventuali sovraccarichi a monte e a valle della paratia trasformati in spinte sul paramento in accordo a quanto previsto dalla teoria dell'elasticità.

I coefficienti di spinta attiva e passiva,  $k_a$  e  $k_p$  rispettivamente, dipendono dall'angolo di resistenza al taglio, dall'angolo di attrito  $\delta$  fra terreno e struttura nonché dall'inclinazione del terreno a monte  $\beta$ . Il programma impiega le formule di Coulomb per il calcolo del  $k_a$  ed un algoritmo riportato nell'Eurocodice 7 che fornisce valori paragonabili a quelli di Caquot e Kerisel per il calcolo del  $k_p$ .

Nella valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva, l'angolo d'attrito considerato tra paratia e terreno è assunto pari a  $\phi'/2$ . Il codice di calcolo Paratie fornisce la percentuale di spinta passiva mobilitata al fine di effettuare la verifica geotecnica d'infissione delle paratie.

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite all'interno del medesimo codice di calcolo impiegando il metodo all'equilibrio limite di Bishop.

## 7.2 FASI DI CALCOLO

Le analisi effettuate con il codice ParatiePlus sono state condotte in considerazione delle fasi riportate di seguito:

1. condizione iniziale geostatica;
2. fase di prescavo;
3. realizzazione della paratia;
4. ripetizione delle fasi A e B fino all'applicazione dell'ultimo ordine di tiranti;
  - A. scavo fino a 0.5 m al di sotto dell'ordine di tiranti da installare
  - B. applicazione dell'ordine di tiranti
5. raggiungimento del fondo scavo;
6. analisi di stabilità.

## 7.3 AZIONI E CARICHI AGENTI

### 7.3.1 Carichi permanenti

#### 7.3.1.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali si ottiene moltiplicando i singoli spessori per il peso specifico del cemento armato, pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

#### 7.3.1.2 Spinta del terreno

La spinta del terreno è stata calcolata in condizioni di spinta limite attiva.

### 7.3.2 Carichi sismici

L'azione sismica è trascurata in caso di opere di carattere provvisoria, la cui vita nominale è minore di due anni.

## 7.4 ELEMENTI STRUTTURALI

### 7.4.1 Rigidezza equivalente delle paratie

Nei modelli di calcolo la paratia in micropali di calcestruzzo con tubolare metallico è schematizzata mediante elementi *beam* aventi rigidezza equivalente a quella dei micropali accostati.

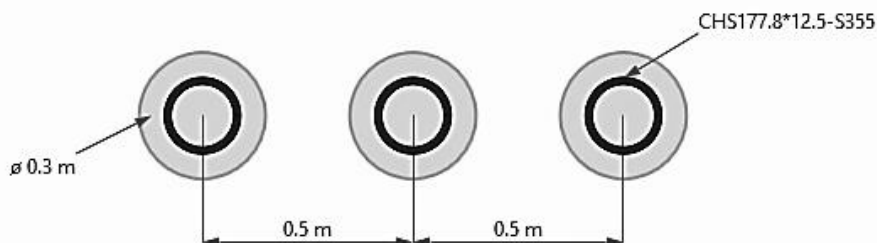


Figura 7-1: Sezione trasversale della paratia di micropali armati con tubolare metallico

La rigidezza flessionale della palificata prevista dal progetto è stata valutata riconducendosi ad una sezione rettangolare equivalente di larghezza unitaria, omogeneizzata rispetto all'acciaio. Il contributo del calcestruzzo è invece trascurato in fase di calcolo della resistenza.

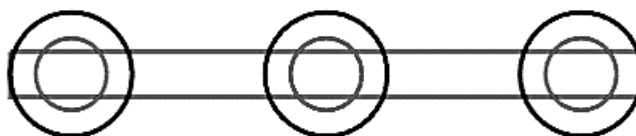


Figura 7-2: Schema esemplificativo di sezione rettangolare equivalente

In riferimento alla sezione trasversale del palo si considera quindi

$$A_p = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$J_p = \frac{\pi}{64} D^4$$

dove

- $A_p$  = area della sezione del palo;
- $J_p$  = momento di inerzia della sezione del palo;
- $D$  = diametro di perforazione del palo.

Per la sezione trasversale del tubolare in acciaio si considera invece

$$A_s = \frac{\pi}{4} (d^2 - (d - 2t)^2)$$

$$J_s = \frac{\pi}{64} (d^4 - (d - 2t)^4)$$

dove

- $A_s$  = area della sezione del tubolare;
- $J_s$  = momento di inerzia della sezione del tubolare;
- $d$  = diametro esterno del tubolare;
- $t$  = spessore del tubolare.

L'area e il momento di inerzia equivalenti saranno dunque pari all'area e al momento di inerzia dei micropali presenti in 1 m di paratia, omogeneizzati rispetto all'acciaio, e sono calcolati come

$$A_{eq} = \frac{E_c(A_p - A_s) + E_s A_s}{E_s \cdot i}$$

$$J_{eq} = \frac{E_c(J_p - J_s) + E_s J_s}{E_s \cdot i}$$

dove

- $A_{eq}$  = area equivalente della paratia per metro lineare;
- $J_{eq}$  = momento di inerzia equivalente della paratia per metro lineare;
- $i$  = interasse tra i baricentri dei micropali.

È quindi possibile calcolare lo spessore equivalente  $S_{eq}$  della paratia, schematizzata come struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria, secondo la relazione

$$S_{eq} = \sqrt[3]{12 \cdot J_{eq}}$$

#### 7.4.2 Tiranti di ancoraggio

Nel modello di calcolo i tiranti di ancoraggio sono stati schematizzati con elementi *anchors* aventi un'inclinazione rispetto all'orizzontale e un valore di rigidità assiale data dalla seguente relazione

$$K = \frac{EA}{L}$$

dove

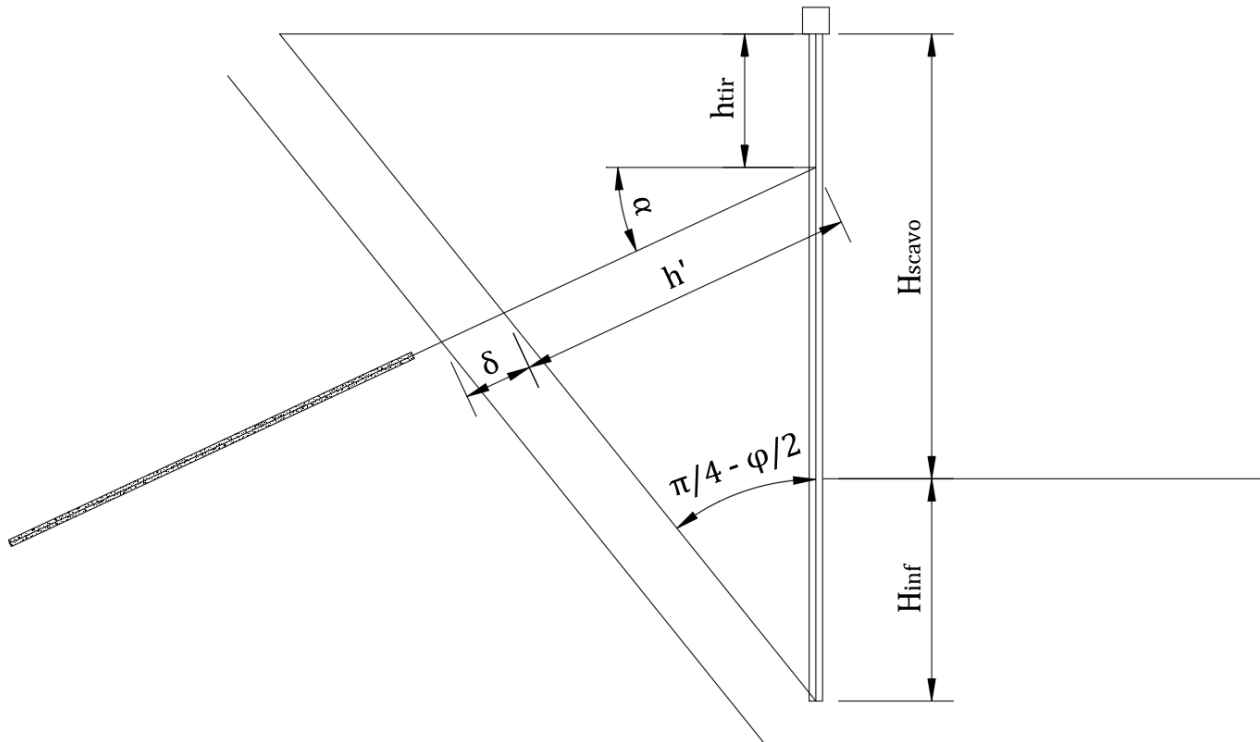
$E$  = modulo elastico del tirante;

$A$  = area per unità di larghezza dell'ordine di tiranti nel tratto deformabile;

$L$  = lunghezza libera, tratto deformabile del tirante.

Per evitare che la formazione di un cuneo di rottura del sistema terreno-paratia possa includere il sistema di ancoraggi, si prescrive una lunghezza libera minima per ogni tirante a garanzia del

fatto che il relativo bulbo di fondazione sia ancorato esternamente a suddetto meccanismo di rottura.



**Figura 7-3: Schema esemplificativo per la determinazione della lunghezza libera minima di un tirante**

La lunghezza libera minima è quindi definita dall'intersezione del tirante con un piano inclinato sulla verticale di un angolo pari a  $45^\circ - 0.5 \varphi$ , parallelo al piano passante per il piede della paratia e a una distanza, rispetto ad esso, pari al 20% dell'altezza fuori scavo della paratia.

Dunque la lunghezza libera del tirante deve rispettare la condizione

$$L \geq h' + \delta$$

con

$$\delta = \frac{0.2 \cdot H_{\text{scavo}}}{\cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} - \alpha\right)}$$

$$h' = (H_{\text{scavo}} + H_{\text{inf}} - h_{\text{tir}}) \frac{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)}$$

dove

$\alpha$  = inclinazione del tirante;

$\varphi$  = angolo di attrito del terreno;

$H_{\text{scavo}}$  = altezza fuori scavo della paratia;

PROGETTAZIONE ATI:

$H_{inf}$  = profondità di infissione della paratia;

$h_{tir}$  = profondità del tirante.



## 7.5 VERIFICHE

### 7.5.1 Micropali

Le verifiche sono state condotte, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite. Le sollecitazioni di output del codice di calcolo per le paratie sono fornite per metro lineare, quindi nelle verifiche tensionali è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei micropali.

Vengono effettuate le seguenti verifiche, sia in condizioni statiche che sismiche:

- Verifica allo S.L.U. per flessione;
- Verifica allo S.L.U. per taglio.

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale  $\gamma_M$  specifico del materiale considerato. Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente parziale.

**Tabella 7.1: Tensione di snervamento di calcolo**

Acciaio	$f_{yk}$ [MPa]	$\gamma_M$	$f_{yd}$ [MPa]
S355	355	1.05	338

Si premette che per tutti i tubi commerciali comunemente impiegati per l'armatura dei micropali si può assumere che la sezione sia di classe 1, ovvero che valga

$$d/t \leq 50 \cdot \varepsilon^2$$

$$\varepsilon^2 = 235/f_{yk}$$

dove

- $f_{yk}$  = tensione di snervamento caratteristica;
- $d$  = diametro esterno del tubolare metallico;
- $t$  = spessore del tubolare metallico.

### 7.5.2 Ancoraggi

#### 7.5.2.1 Verifica di resistenza

Nel caso di ancoraggi in trefoli il carico assiale agente deve rispettare la condizione seguente

$$N_{Rd} > \gamma_{Rd} \cdot N_{max}$$

dove

- $N_{max}$  = valore massimo del tiro a cui è sottoposto il tirante;
- $\gamma_{Rd}$  = coefficiente di sovra-resistenza a sfilamento dell'ancoraggio, posto unitario nel caso in esame;
- $N_{Rd}$  = resistenza di progetto del materiale che costituisce l'armatura dell'ancoraggio.

La resistenza di progetto è calcolata secondo la seguente espressione

$$N_{Rd} = A_T \cdot f_{p(1)k} / \gamma_s$$

dove

- $f_{p(1)k}$  = tensione caratteristica all'1% di deformazione totale, pari a 1670 MPa;
- $A_T$  = l'area della sezione del tirante;
- $\gamma_s$  = coefficiente di sicurezza per la resistenza dell'acciaio, pari a 1.15 secondo il paragrafo 4.3.3 delle NTC2018.

### 7.5.2.2 Verifica di sfilamento

Per valutare la resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio si analizzano separatamente

- la resistenza di adesione tra malta e terreno;
- la resistenza di adesione tra acciaio e malta.

In entrambi i casi la resistenza di calcolo viene definita mediante la relazione

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

con  $\gamma_R$  definito nella tabella seguente.

**Tabella 7.2: Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi (Tab. 6.6.I del D.M. 2018)**

Tipologia di vincolo	$\gamma_R$
Temporaneo	1.1
Permanente	1.2

Per ogni tirante, la lunghezza di ancoraggio  $L_b$  necessaria è quindi definita in modo da soddisfare la più restrittiva tra la verifica di sfilamento malta-terreno e la verifica di sfilamento acciaio-malta.

### Resistenza di adesione malta-terreno

Per il calcolo della resistenza ultima allo sfilamento del bulbo dal terreno si ricorre a quanto indicato da Bustamante e Doix (1985, riportati da Tanzini 2004) sulla base di una serie di prove sperimentali. In questo caso la resistenza ultima calcolata può essere definita sulla base dei grafici forniti dagli autori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati e al tipo di iniezione (semplice o multipla) secondo la relazione

$$R_{a,c} = \pi \cdot \alpha \cdot D_p \cdot L_b \cdot q_a$$

dove

- $D_p$  = diametro di perforazione;
- $\alpha$  = fattore di sbulbamento;
- $L_b$  = lunghezza del bulbo;
- $q_a$  = aderenza limite bulbo-terreno.

Sulla base di quanto descritto nel paragrafo 6.6.2 del D.M. 2018, in assenza di prove dirette (caso b), il calcolo del valore di resistenza caratteristica deriva dalla seguente espressione

$$R_{ak,1} = \min \left[ \frac{(R_{a,c})_{medio}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_{a,c})_{min}}{\xi_{a4}} \right]$$

dove i valori medio e minimo della resistenza  $R_{a,c}$  ottenuta dal calcolo sono diminuiti attraverso i fattori di correlazione  $\xi_a$  che dipendono dalla conoscenza del modello geotecnico di riferimento, in funzione del numero dei profili di indagine eseguiti (cfr. tabella seguente).

**Tabella 7.3: Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica delle prove geotecniche, in funzione del numero di verticali di indagine (Tab. 6.6.III del D.M. 2018)**

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Nella tabella seguente si riportano i valori di sbulbamento e di tensione di aderenza adottati per le diverse unità geotecniche, presenti in sito:

**Tabella 7.4: Valori di progetto per le verifiche allo sfilamento**

Unità geotecnica	$D_p$ [mm]	$\alpha$	$q_a$ [kPa]
AC-Faglia1	180	1.1	200
AC-Faglia2	180	1.1	200

AC_ALT	180	1.1	200
AC	180	1.1	200

### *Resistenza di adesione acciaio-malta*

La tensione limite di ancoraggio, che resiste allo sfilamento dell'acciaio dal bulbo, viene valutata con la seguente formula

$$R_{ak,2} = \pi \cdot D_{eq} \cdot L_b \cdot f_{bd}$$

$$f_{bd} = 2.25 \cdot n \cdot f_{ctk} / \gamma_c$$

dove

- $D_{eq}$  = diametro equivalente del tirante;
- $f_{ctk}$  = resistenza a trazione caratteristica della malta (cfr. capitolo 3);
- $\gamma_c$  = coefficiente parziale della malta (cfr. capitolo 3);
- $n = 1$ , per  $D_{eq} \leq 32$  mm;
- $n = (132 - D_{eq})/100$ , per  $D_{eq} > 32$  mm.

### 7.5.3 Verifica della trave di ripartizione

Il calcolo e le verifiche strutturali relative alle travi di ripartizione considerano uno schema di trave appoggio-appoggio, soggetta a un carico per unità di lunghezza pari al tiro massimo sui tiranti  $N_{max}$ , diviso per il loro interasse  $S$  come

$$q = N_{max} / S$$

Le massime sollecitazioni di taglio e momento flettente sono

$$V_{Sd} = q \cdot S / 2$$

$$M_{Sd} = q \cdot S^2 / 8$$

a cui viene associata una sollecitazione di sforzo normale nulla.

Ai sensi del paragrafo 4.2.4.1.1 delle NTC2018, la tensione di snervamento dell'acciaio S355 JR viene divisa per il coefficiente parziale al fine di determinare il valore della resistenza di calcolo (cfr. capitolo 3).

Perché la trave di ripartizione sia verificata, devono essere soddisfatte le seguenti relazioni

$$M_{Sd} < M_{Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$V_{Sd} < V_{Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

dove

- $M_{Rd}$  = momento resistente plastico;
- $V_{Rd}$  = taglio resistente;
- $W_{pl,y}$  = modulo di resistenza plastico della sezione del profilato considerato;
- $A_{v,z}$  = area di taglio della sezione del profilato considerato.

## 8 ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche statiche della sezione analizzata. Si prevede, inoltre, l'armatura del cordolo di testa in c.a. con incidenza pari a 100 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 8.1: Caratteristiche statiche delle sezioni analizzate**

Opera	Interasse micropali [m]	Diametro micropali [mm]	Diametro tubolare [mm]	Spessore tubolare [mm]	Materiale tubolare	Modulo elastico tubolare [GPa]
Paratia GA02	0.5	300	177.8	12.5	S355	210
Paratia GA03	0.5	300	177.8	12.5	S355	210

Trattandosi di un'opera di sostegno multi-ancorata, lo scavo ulteriore da considerare, in accordo con il § 6.5.2.2 delle NTC2018, deve essere pari almeno al 10% della differenza di quota tra il fondo scavo e il livello di contrasto inferiore.

**Tabella 8.2: Caratteristiche geometriche delle sezioni analizzate**

Opera	Quota fondo scavo [m]	Quota tirante inferiore [m]	Extra-scavo minimo [m]	Altezza di calcolo fuori terra [m]	Lunghezza dei micropali [m]
Paratia GA02	14.80	14.00	0.08	15.00	26.00
Paratia GA03	15.20	13.00	0.22	15.50	22.00

### 8.1 PARATIA GA02

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi che costituiscono la paratia in riferimento alla sezione più sollecitata dei micropali, ai tiranti e alle travi di ripartizione per le combinazioni di carico più gravose.

#### 8.1.1 Verifiche strutturali

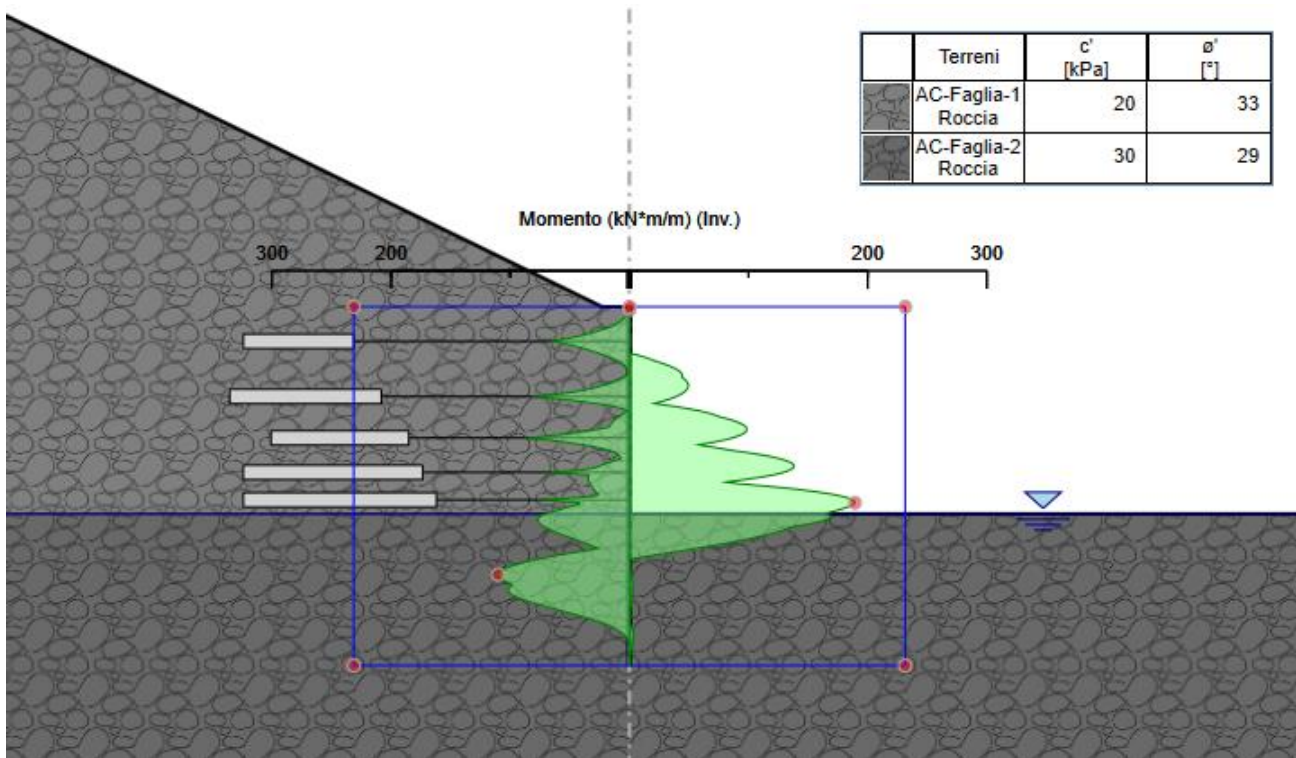
Cautelativamente per le verifiche di resistenza viene considerato il solo contributo del tubolare in acciaio trascurando quello della malta cementizia.

##### 8.1.1.1 Verifica a flessione dei micropali

Di seguito si riportano le verifiche a flessione del singolo micropalo con riferimento alla sezione più sollecitata in condizioni statiche.

**Tabella 8.3: SLU/STR – Riepilogo verifiche a flessione – Condizioni statiche**

Opera	Interasse [m]	$M_{Ed}$		$W_{pl,y}$ [cm <sup>3</sup> ]	$M_{Rd}$	
		[kNm/m]	[kNm]		[kNm/m]	[kNm]
Paratia GA02	0.5	189	94.5	342	231	115.5



**Figura 8-1: SLU/STR – Paratia GA02 – Involuppo momento flettente (kNm/m) – Condizioni statiche**

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.1.1.2 Verifica a taglio dei micropali

Di seguito si riportano le verifiche a taglio con riferimento alla sezione più sollecitata in condizioni statiche e alla sezione più sollecitata in condizioni sismiche.

**Tabella 8.4: SLU/STR – Riepilogo verifiche a taglio – Condizioni statiche**

Opera	Interasse [m]	$V_{Ed}$		$A_{pl,z}$ [cm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd}$	
		[kN/m]	[kN]		[kN/m]	[kN]
Paratia GA02	0.5	211.2	105.6	41.32	1613	806.5



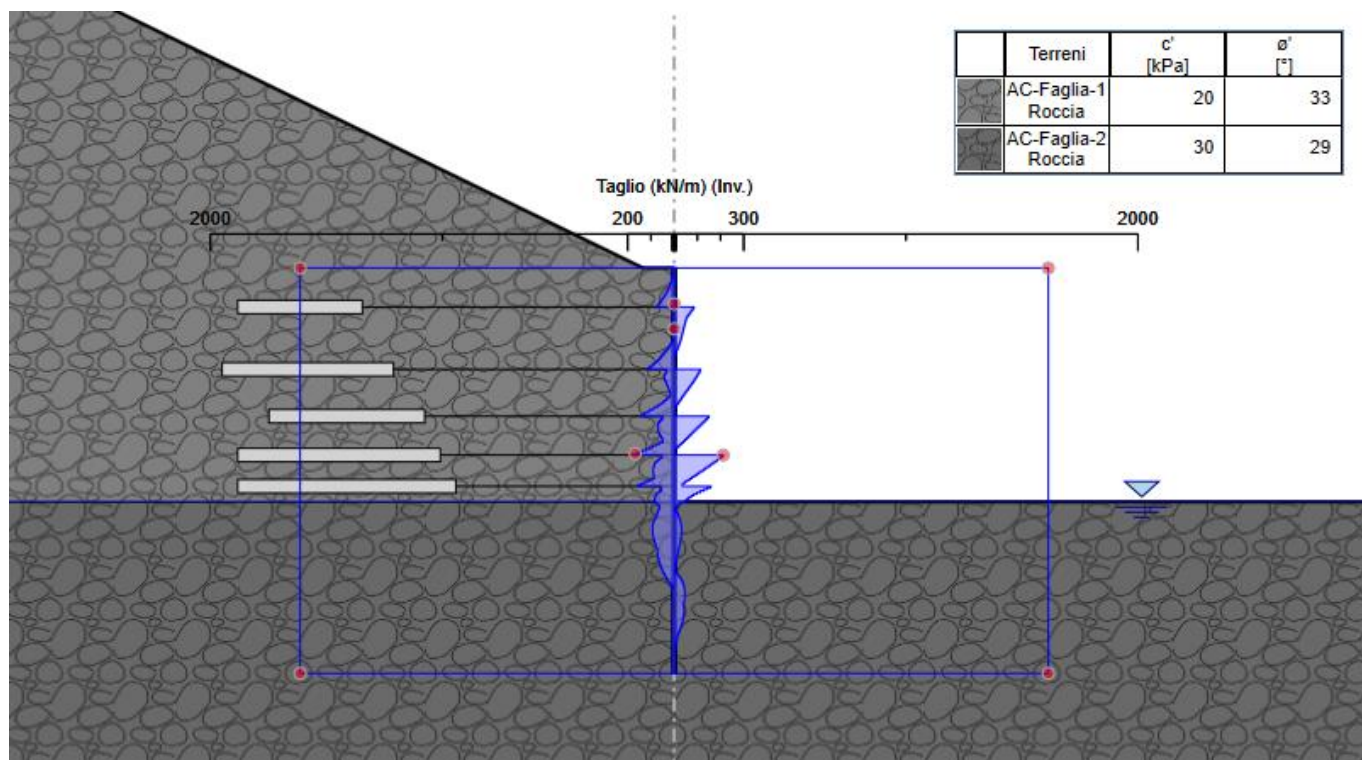


Figura 8-2: SLU/STR – Paratia GA02 – Inviluppo taglio (kN/m) – Condizioni statiche

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.1.1.3 Verifica di resistenza degli ancoraggi

Con riferimento all'inviluppo delle reazioni vincolari in condizioni statiche si riportano le verifiche di resistenza di ogni tirante considerando la sollecitazione più gravosa.

Tabella 8.5: Verifiche di resistenza tiranti – Condizioni statiche

Opera	Ordine di tiranti	Quota [m]	Numero di trefoli	Interasse [m]	Pretir o [kN]	Inclinazione [°]	N <sub>max</sub> [kN]	N <sub>Rd</sub> [kN]
Paratia GA02	1°	2.5	3	2.5	300	0	391.4	605.5
Paratia GA02	2°	6.5	4	2.5	400	0	530.5	807.4
Paratia GA02	3°	9.5	4	2.0	400	0	540.6	807.4
Paratia GA02	4°	12.0	5	2.0	500	0	667.3	1009.3
Paratia GA02	5°	14.0	5	2.0	500	0	652.7	1009.3

Le verifiche sono soddisfatte.

#### 8.1.1.4 Verifica di sfilamento degli ancoraggi

Con riferimento all'involuppo delle reazioni vincolari, in condizioni statiche, si riportano le verifiche di sfilamento di ogni tirante considerando come resistenza di adesione la più bassa tra l'adesione malta-terreno e l'adesione acciaio-malta.

**Tabella 8.6: Verifiche di sfilamento tiranti – Condizioni statiche**

Opera	Ordine di tiranti	Quota [m]	Numero di trefoli	Lunghezza libera [m]	Lunghezza bulbo [m]	Lunghezza tirante [m]	N <sub>max</sub> [kN]	R <sub>ad</sub> [kN]
Paratia GA02	1°	2.5	3	20	8	28	391.4	502.6
Paratia GA02	2°	6.5	4	18	11	29	530.5	691.1
Paratia GA02	3°	9.5	4	16	10	26	540.6	628.3
Paratia GA02	4°	12.0	5	15	13	28	667.3	816.8
Paratia GA02	5°	14.0	5	14	14	28	652.7	879.6

Le verifiche sono soddisfatte.

#### 8.1.1.5 Gerarchia delle resistenze degli ancoraggi

Confrontando la resistenza allo sfilamento della fondazione dal terreno R<sub>ad</sub> e la resistenza strutturale del tirante N<sub>Rd</sub> la gerarchia delle resistenze risulta garantita, in quanto per ogni tirante è rispettato che

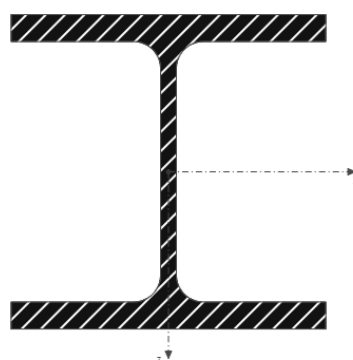
$$R_{ad} < N_{Rd}$$

#### 8.1.1.6 Verifiche delle travi di ripartizione

Si riportano di seguito le caratteristiche di resistenza dei profilati adottati per le travi di ripartizione.

**Tabella 8.7: Caratteristiche meccaniche trave di ripartizione**

Tipo di profilato	HE 160 B		
Numero profilati	2		
Tensione di snervamento	f <sub>yk</sub>	355	MPa
Coefficiente parziale del materiale	γ <sub>M</sub>	1.05	
Tensione di snervamento di progetto	f <sub>yd</sub>	338	MPa
Area resistente a taglio	A <sub>v,z</sub>	11.62	cm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza plastico	W <sub>pl,y</sub>	354.04	cm <sup>3</sup>



**Figura 8-3: Sezione esempio di profilato per trave di ripartizione**

Allo scopo di eseguire le verifiche strutturali della trave di ripartizione, le sollecitazioni di calcolo agenti sono equamente distribuite tra i due singoli profilati che la compongono.

$$V'_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$$

$$M'_{Sd} = 0.5 M_{Sd}$$

**Tabella 8.8: Verifiche di resistenza della trave di ripartizione riferite al singolo profilato**

Opera	Ordine tiranti	S [m]	N <sub>max</sub> [kN]	q [kN/m]	V <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V' <sub>Sd</sub> [kN]	M' <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]
Paratia GA02	1°	2.5	391.4	157	196	122	98	61	227	120
Paratia GA02	2°	2.5	530.5	212	265	166	133	83	227	120
Paratia GA02	3°	2.0	540.6	270	270	135	135	68	227	120
Paratia GA02	4°	2.0	667.3	334	334	167	167	83	227	120
Paratia GA02	5°	2.0	652.7	326	326	163	163	82	227	120

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.1.2 Verifiche geotecniche

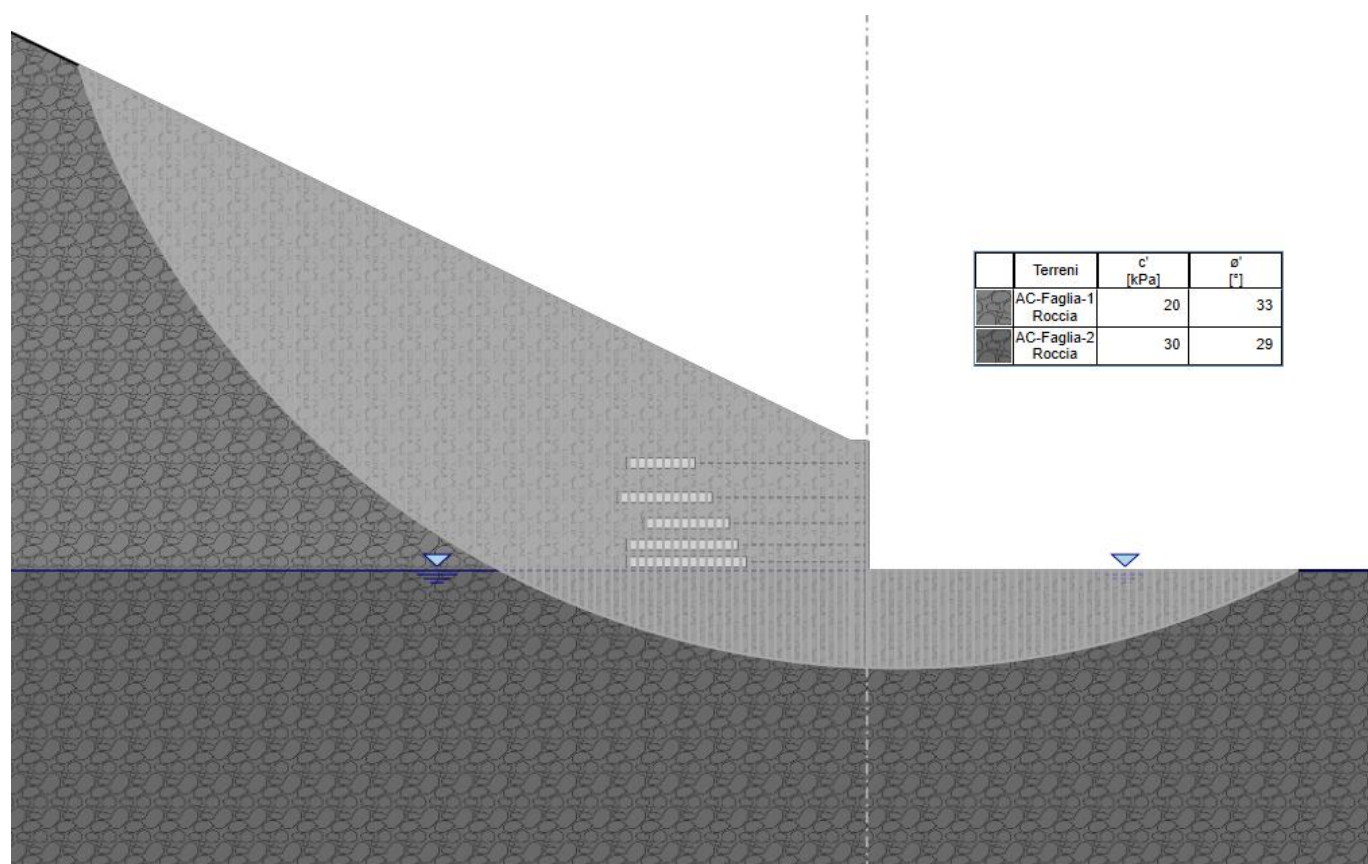
Le verifiche di stabilità sono state svolte, con il metodo dell'equilibrio limite di Bishop analizzando le combinazioni di carico statica.

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite considerando la Combinazione 2 dell'Approccio 1 del D.M. 17 gennaio 2018 (A2+M2+R2). Considerando che il fattore di sicurezza in condizioni statiche deve pertanto essere ridotto di  $\gamma_R = 1.1$ , nella tabella seguente sono riportati i fattori di sicurezza relativi alle configurazioni in esame.

**Tabella 8.9: Verifiche di stabilità globale**

Opera	Fattore di sicurezza	FS/ $\gamma_R$
Paratia GA02	1.266	1.151

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle verifiche riferite alle sezioni di analisi.



**Figura 8-4: Paratia GA02 – Verifica di stabilità globale – FS/ $\gamma_R$  = 1.151 (Bishop)**

## 8.2 PARATIA GA03

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi che costituiscono la paratia in riferimento alla sezione più sollecitata dei micropali, ai tiranti e alle travi di ripartizione per le combinazioni di carico più gravose.

### 8.2.1 Verifiche strutturali

Cautelativamente per le verifiche di resistenza viene considerato il solo contributo del tubolare in acciaio trascurando quello della malta cementizia.

PROGETTAZIONE ATI:



8.2.1.1 Verifica a flessione dei micropali

Di seguito si riportano le verifiche a flessione del singolo micropalo con riferimento alla sezione più sollecitata in condizioni statiche.

Tabella 8.10: SLU/STR – Riepilogo verifiche a flessione – Condizioni statiche

Opera	Interasse	$M_{Ed}$	$W_{pl,y}$	$M_{Rd}$		
	[m]	[kNm/m]	[kNm]	[kNm/m]		
		[kNm]	[cm <sup>3</sup> ]	[kNm]		
Paratia GA03	0.5	186.3	93.2	342	231.4	115.7

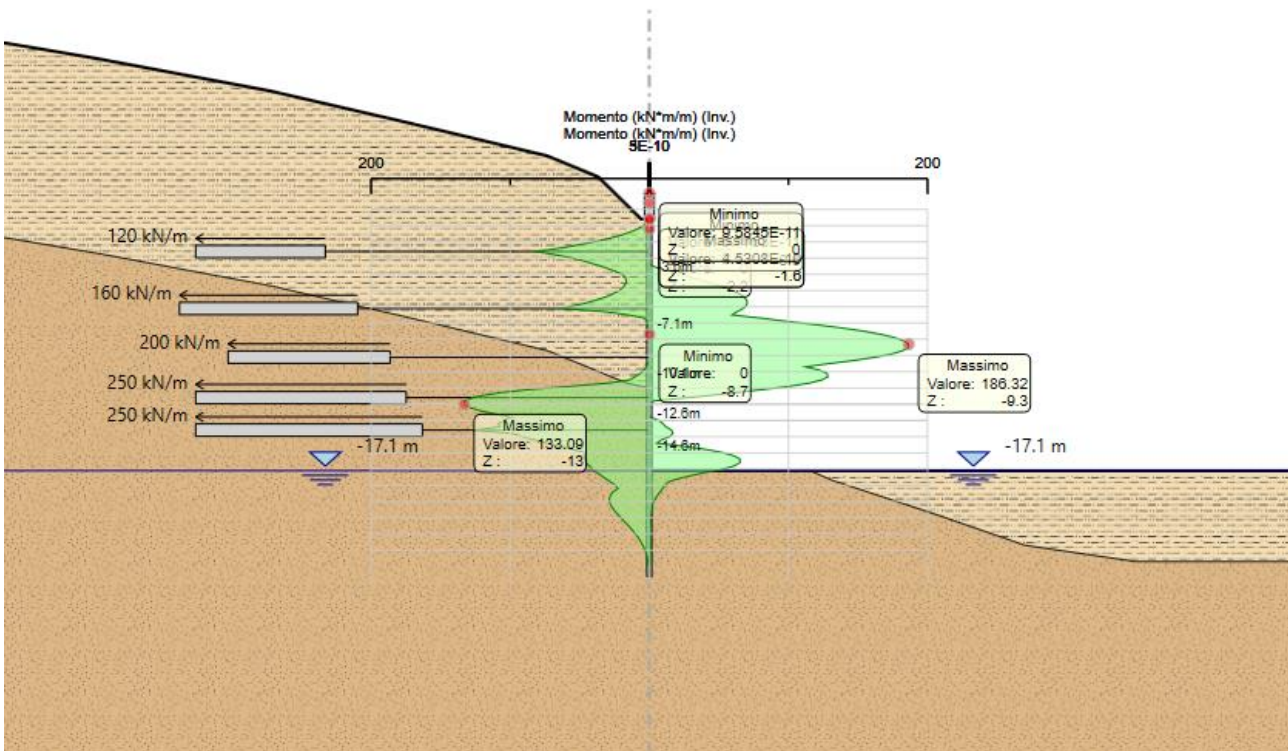


Figura 8-5: SLU/STR – Paratia GA03 – Inviluppo momento flettente (kNm/m) – Condizioni statiche

Le verifiche sono soddisfatte.

8.2.1.2 Verifica a taglio dei micropali

Di seguito si riportano le verifiche a taglio con riferimento alla sezione più sollecitata in condizioni statiche e alla sezione più sollecitata in condizioni sismiche.

Tabella 8.11: SLU/STR – Riepilogo verifiche a taglio – Condizioni statiche

Opera	Interasse	$V_{Ed}$	$A_{pl,z}$	$V_{Rd}$		
	[m]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]		
		[kN]	[cm <sup>2</sup> ]	[kN]		
Paratia GA03	0.5	224.7	112.35	41.32	1612.6	806.3

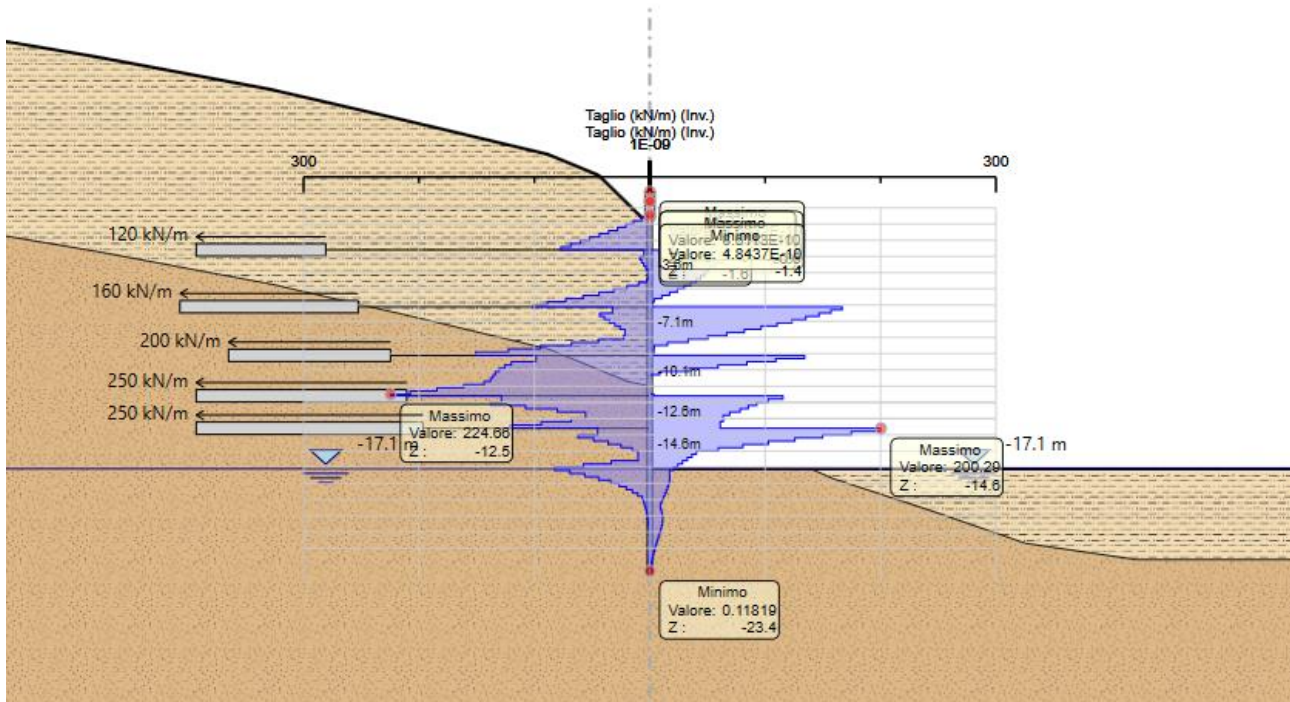


Figura 8-6: SLU/STR – Paratia GA03 – Involuppo taglio (kN/m) – Condizioni statiche

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.2.1.3 Verifica di resistenza degli ancoraggi

Con riferimento all'involuppo delle reazioni vincolari in condizioni statiche si riportano le verifiche di resistenza di ogni tirante considerando la sollecitazione più gravosa.

Tabella 8.12: Verifiche di resistenza tiranti – Condizioni statiche

Opera	Ordine di tiranti	Quota [m]	Numero di trefoli	Interasse [m]	Pretiro [kN]	Inclinazione [°]	N <sub>max</sub> [kN]	N <sub>Rd</sub> [kN]
Paratia GA03	1°	2.0	3	2.5	300	0	397.9	609.9
Paratia GA03	2°	5.5	4	2.5	400	0	574.4	813.2
Paratia GA03	3°	8.0	4	2.0	400	0	557.7	813.2
Paratia GA03	4°	11.0	5	2.0	500	0	664.6	1016.5
Paratia GA03	5°	13.0	5	2.0	500	0	662.1	1016.5

Le verifiche sono soddisfatte.

#### 8.2.1.4 Verifica di sfilamento degli ancoraggi

Con riferimento all'involuppo delle reazioni vincolari, in condizioni statiche, si riportano le verifiche di sfilamento di ogni tirante considerando come resistenza di adesione la più bassa tra l'adesione malta-terreno e l'adesione acciaio-malta.

**Tabella 8.13: Verifiche di sfilamento tiranti – Condizioni statiche**

Opera	Ordine di tiranti	Quota [m]	Numero di trefoli	Lunghezza libera [m]	Lunghezza bulbo [m]	Lunghezza tirante [m]	N <sub>max</sub> [kN]	R <sub>ad</sub> [kN]
Paratia GA03	1°	2.0	3	20	8	28	397.8	502.6
Paratia GA03	2°	5.5	4	18	11	29	574.4	691.1
Paratia GA03	3°	8.0	4	16	10	26	557.7	628.3
Paratia GA03	4°	11.0	5	15	13	28	664.6	816.8
Paratia GA03	5°	13.0	5	14	14	28	662.1	879.6

Le verifiche sono soddisfatte.

#### 8.2.1.5 Gerarchia delle resistenze degli ancoraggi

Confrontando la resistenza allo sfilamento della fondazione dal terreno R<sub>ad</sub> e la resistenza strutturale del tirante N<sub>Rd</sub> la gerarchia delle resistenze risulta garantita, in quanto per ogni tirante è rispettato che

$$R_{ad} < N_{Rd}$$

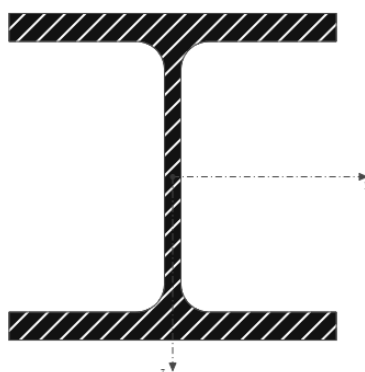
#### 8.2.1.6 Verifiche delle travi di ripartizione

Si riportano di seguito le caratteristiche di resistenza dei profilati adottati per le travi di ripartizione.

**Tabella 8.14: Caratteristiche meccaniche trave di ripartizione**

Tipo di profilato	HE 160 B		
Numero profilati	2		
Tensione di snervamento	f <sub>yk</sub>	355	MPa
Coefficiente parziale del materiale	γ <sub>M</sub>	1.05	
Tensione di snervamento di progetto	f <sub>yd</sub>	338	MPa
Area resistente a taglio	A <sub>v,z</sub>	11.62	cm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza plastico	W <sub>pl,y</sub>	354.04	cm <sup>3</sup>





**Figura 8-7: Sezione esempio di profilato per trave di ripartizione**

Allo scopo di eseguire le verifiche strutturali della trave di ripartizione, le sollecitazioni di calcolo agenti sono equamente distribuite tra i due singoli profilati che la compongono.

$$V'_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$$

$$M'_{Sd} = 0.5 M_{Sd}$$

**Tabella 8.15: Verifiche di resistenza della trave di ripartizione riferite al singolo profilato**

Opera	Ordine tiranti	S [m]	N <sub>max</sub> [kN]	q [kN/m]	V <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V' <sub>Sd</sub> [kN]	M' <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]
Paratia GA03	1°	2.5	397.8	159.1	198.9	124.3	99.4	62.1	227	120
Paratia GA03	2°	2.5	574.4	229.8	287.2	179.5	143.6	89.8	227	120
Paratia GA03	3°	2.0	557.7	278.9	278.9	139.4	139.4	69.7	227	120
Paratia GA03	4°	2.0	664.6	332.3	332.3	166.1	166.1	83.0	227	120
Paratia GA03	5°	2.0	662.1	331.0	331.0	165.5	165.5	82.8	227	120

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.2.2 Verifiche geotecniche

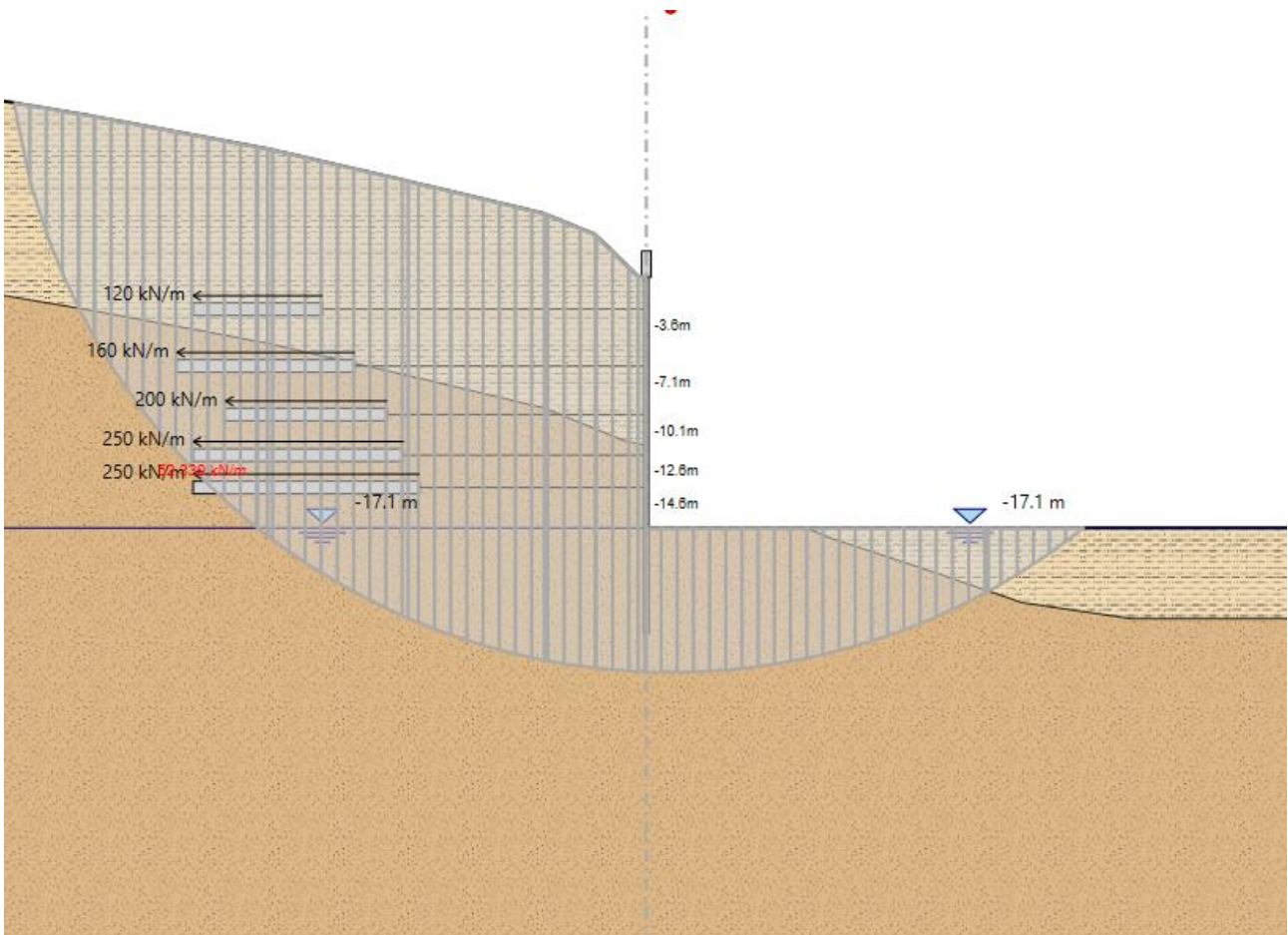
Le verifiche di stabilità sono state svolte, con il metodo dell'equilibrio limite di Bishop analizzando le combinazioni di carico statica.

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite considerando la Combinazione 2 dell'Approccio 1 del D.M. 17 gennaio 2018 (A2+M2+R2). Considerando che il fattore di sicurezza in condizioni statiche deve pertanto essere ridotto di  $\gamma_R = 1.1$ , nella tabella seguente sono riportati i fattori di sicurezza relativi alle configurazioni in esame.

**Tabella 8.16: Verifiche di stabilità globale**

Opera	Fattore di sicurezza	FS/ $\gamma_R$
Paratia GA03	1.875	1.705

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle verifiche riferite alle sezioni di analisi.



**Figura 8-8: Paratia GA03 – Verifica di stabilità globale – FS/ $\gamma_R$  = 1.151 (Bishop)**

## 9 ALLEGATI

### 9.1 PARATIA GA02 – PARATIEPLUS

#### Summary for all Active Design assumptions

lunedì 25 settembre 2023 11:14:40

New Project

By Ingegnere

DESIGN SECTION <Stratigrafia>

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>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A1+M1+R3>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A2+M2+R1>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A2+M2+R2>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: SISMICA STR>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: SISMICA GEO>	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]	-0.56	Z = -2.5 m	D.A. Nominal (Ordine 1)
Max. spostamento laterale [mm]	9.1	Z = -11.7 m	D.A. Nominal (Scavo 4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)		0.06	D.A. Nominal (Prescavo)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)		0.38	D.A. Nominal (Fondo scavo)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	70.35	Z = -11.7 m	D.A. Nominal (Scavo 4)
	Max. taglio [kN/m]	135.06	Z = -12.1 m	D.A. Nominal (Scavo 5)

#### Risultati tiranti

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	301.18	D.A. Nominal (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.3	D.A. Nominal (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. Nominal (Fondo scavo)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	408.09	D.A. Nominal (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.3	D.A. Nominal (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. Nominal (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	415.83	D.A. Nominal (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.33	D.A. Nominal (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.52	D.A. Nominal (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	513.32	D.A. Nominal (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.32	D.A. Nominal (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.51	D.A. Nominal (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	502.07	D.A. Nominal (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.29	D.A. Nominal (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. Nominal (Fondo scavo)

#### 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

(Ordine 1)	Min. spostamento laterale [mm]	-0.56	Z = -2.5 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Scavo 4)	Max. spostamento laterale [mm]	9.1	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Prescavo)	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)		0.06	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Fondo scavo)	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)		0.38	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

#### Risultati Elementi parete (Beam)

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	70.35	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 4)
---------	---------------------------------	-------	-------------	---

PROGETTAZIONE ATI:

**PARATIE IMBOCCO GALLERIA TORRINO – RELAZIONE DI CALCOLO**

(Scavo 5)	Max. taglio [kN/m]	135.06	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
Permanente) (Scavo 4)	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.304	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
Permanente) (Scavo 5)	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.084	Z = -12 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	301.18	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.3	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Fondo scavo)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	408.09	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.3	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	415.83	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.33	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.52	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	513.32	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.32	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.51	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	502.07	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.29	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Fondo scavo)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.06	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Prescavo)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.38	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	91.46	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 4)
	Max. taglio [kN/m]	175.58	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.395	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.109	Z = -12 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	391.53	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.71	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Ordine 2)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	530.52	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.7	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	540.58	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.78	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	667.32	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.74	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	652.69	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.68	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Fondo scavo)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R3>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.06	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Prescavo)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.38	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	91.46	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	Max. taglio [kN/m]	175.58	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.395	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.109	Z = -12 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	391.53	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.78	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)

PROGETTAZIONE ATI:



Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	530.52	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.77	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	540.58	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.86	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	667.32	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.82	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	652.69	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.74	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)

**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)	0.1	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Ordine 5)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.76	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia Max. momento (assoluto) [kNm/m]	189.12	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
Max. taglio [kN/m]	211.17	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.817	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.131	Z = -12 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	303.14	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.6	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Ordine 2)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	431.07	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.62	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.53	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	453.01	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.72	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.56	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	611.26	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.75	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.61	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	505.72	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.57	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Fondo scavo)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R2>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.1	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Ordine 5)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.76	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia Max. momento (assoluto) [kNm/m]	189.12	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
Max. taglio [kN/m]	211.17	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.817	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.131	Z = -12 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	303.14	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.6	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Ordine 2)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	431.07	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.62	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.53	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	453.01	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.72	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.56	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	611.26	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.75	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.61	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	505.72	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.57	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)

PROGETTAZIONE ATI:

Max. sfruttamento (STR)    0.5    D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SISMICA STR>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)    0.06    D.A. NTC2018: SISMICA STR (Prescavo)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)    0.38    D.A. NTC2018: SISMICA STR (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	70.35	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 4)
	Max. taglio [kN/m]	135.06	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.304	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.084	Z = -12 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	301.18	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.6	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Fondo scavo)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	408.09	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.59	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	415.83	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.66	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.52	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	513.32	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.63	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.51	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	502.07	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.57	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Fondo scavo)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SISMICA GEO>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)    0.06    D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Prescavo)  
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)    0.38    D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	70.35	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 4)
	Max. taglio [kN/m]	135.06	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.304	Z = -11.7 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.084	Z = -12 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	301.18	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.6	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Fondo scavo)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	408.09	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.59	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	415.83	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.66	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.52	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	513.32	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.63	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.51	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	502.07	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.57	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.5	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Fondo scavo)

**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]    -0.56    Z = -2.5 m    D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)  
(Ordine 1)  
Max. spostamento laterale [mm]    9.1    Z = -11.7 m    D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)  
(Scavo 4)

PROGETTAZIONE ATI:

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.1	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Ordine 5)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.76	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Fondo scavo)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Paratia	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	189.12	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
	Max. taglio [kN/m]	211.17	Z = -12.1 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.817	Z = -14.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.131	Z = -12 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo 5)

**Risultati tiranti**

Ordine1 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	391.53	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.78	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Ordine 2)
Ordine2 ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	530.52	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.77	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 3)
Ordine3 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	540.58	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.86	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
	Max. sfruttamento (STR)	0.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 4)
Ordine4 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	667.32	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.82	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
	Max. sfruttamento (STR)	0.66	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo 5)
Ordine5 ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	652.69	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.74	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.65	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Fondo scavo)

## 9.2 PARATIA GA03- PARATIE PLUS

**Summary for all Active Design assumptions**

martedì 16 gennaio 2024 12:47:55  
New Project  
By Ingegnere

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>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A1+M1+R3>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A2+M2+R1>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: A2+M2+R2>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: SISMICA STR>	TYPE: <ULTIMATE>
<NTC2018: SISMICA GEO>	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]	-1.92	Z = 0 m	D.A. Nominal (Scavo a -10.6m)
Max. spostamento laterale [mm]	18.87	Z = -9.3 m	D.A. Nominal (Scavo a -10.6m)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.09		D.A. Nominal (Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.36		D.A. Nominal (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	133.5	Z = -9.5 m	D.A. Nominal (Scavo a -10.6m)
	Max. taglio [kN/m]	172.81	Z = -12.6 m	D.A. Nominal (4° tiranti)
Cordolo	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. Nominal (2° tiranti)
	Max. taglio [kN/m]	0	Z = -1 m	D.A. Nominal (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	306.04	D.A. Nominal (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	441.87	D.A. Nominal (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	428.98	D.A. Nominal (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	511.26	D.A. Nominal (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	509.32	D.A. Nominal (Analisi di stabilità)

**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**

PROGETTAZIONE ATI:

10.6m)	Min. spostamento laterale [mm]	-1.92	Z = 0 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo a -10.6m)
	Max. spostamento laterale [mm]	18.87	Z = -9.3 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo a -10.6m)
	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) (Geostatica)	0.09		D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Geostatica)
	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) (Geostatica)	0.36		D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Permanenti)	Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	133.5	Z = -9.5 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo a -10.6m)
tiranti)	Max. taglio [kN/m]	172.81	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (4° tiranti)
Permanenti) (2° tiranti)	Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (2° tiranti)
	Max. taglio [kN/m]	0	Z = -1 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

(Scavo a -7.6m)	1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	306.04	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Scavo a -10.6m)	2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	441.87	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Scavo a -13.1m)	3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	428.98	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Scavo a -15.1m)	4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	511.26	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
(Analisi di stabilità)	5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	509.32	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.09	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.36	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	173.55	Z = -9.5 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	224.66	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (2° tiranti)
Max. taglio [kN/m]	0	Z = -1 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	397.85	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	574.43	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	557.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	664.64	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	662.11	D.A. NTC2018: A1+M1+R1 (Analisi di stabilità)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R3>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.09	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.36	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	173.55	Z = -9.5 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	224.66	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (2° tiranti)
Max. taglio [kN/m]	0	Z = -1 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	397.85	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	574.43	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	557.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	664.64	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	662.11	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Analisi di stabilità)

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

PROGETTAZIONE ATI:



**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: A2+M2+R1 (Cordolo e pali)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.46	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Analisi di stabilità)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	186.32	Z = -9.3 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	207.39	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -0.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -17.1m)
Max. taglio [kN/m]	0	Z = -0.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -13.1m)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	309.99	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	480.13	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	458.61	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	530.77	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	525.97	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Analisi di stabilità)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R2>**

**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: A2+M2+R2 (Cordolo e pali)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.46	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Analisi di stabilità)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	186.32	Z = -9.3 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	207.39	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -0.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -17.1m)
Max. taglio [kN/m]	0	Z = -0.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -13.1m)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	309.99	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	480.13	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	458.61	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	530.77	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	525.97	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Analisi di stabilità)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SISMICA STR>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.09	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.36	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	133.5	Z = -9.5 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	172.81	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (2° tiranti)
Max. taglio [kN/m]	0	Z = -1 m	D.A. NTC2018: SISMICA STR (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	306.04	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	441.87	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	428.98	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	511.26	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	509.32	D.A. NTC2018: SISMICA STR (Analisi di stabilità)

**Riepilogo per la DA <NTC2018: SISMICA GEO>**

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

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.09	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.36	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Geostatica)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali Max. momento (assoluto) [kNm/m]	133.5	Z = -9.5 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo a -10.6m)
Max. taglio [kN/m]	172.81	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (4° tiranti)
Cordolo Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (2° tiranti)

PROGETTAZIONE ATI:

Max. taglio [kN/m]                      0                      Z = -1 m D.A. NTC2018: SISMICA GEO (2° tiranti)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	306.04	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	441.87	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	428.98	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	511.26	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	509.32	D.A. NTC2018: SISMICA GEO (Analisi di stabilità)

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

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

10.6m)	Min. spostamento laterale [mm]	-1.92	Z = 0 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (Scavo a -
(Scavo a -10.6m)	Max. spostamento laterale [mm]	18.87	Z = -9.3 m	D.A. NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.13		D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Cordolo e pali)
	Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.46		D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Analisi di stabilità)

**Risultati Elementi parete (Beam)**

Micropali	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	186.32	Z = -9.3 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -10.6m)
	Max. taglio [kN/m]	224.66	Z = -12.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (4° tiranti)
Cordolo	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	0	Z = -1.6 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (2° tiranti)
	Max. taglio [kN/m]	0	Z = -0.2 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R2 (Scavo a -13.1m)

**Risultati tiranti**

1° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	397.85	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -7.6m)
2° ordine tiranti ( 1 / 2.5 m)	Max. forza (ass.) [kN]	574.43	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -10.6m)
3° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	557.67	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -13.1m)
4° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	664.64	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Scavo a -15.1m)
5° ordine di tiranti ( 1 / 2 m)	Max. forza (ass.) [kN]	662.11	D.A. NTC2018: A1+M1+R3 (Analisi di stabilità)