

**S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
**TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA**  
**1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PG143**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



Dott.Ing. N.Granieri  
 Dott.Arch. N.Kamenicky  
 Dott.Ing. V.Truffini  
 Dott.Arch. A.Bracchini  
 Dott.Ing. F.Durastanti  
 Dott.Ing. E.Bartolucci  
 Dott.Geol. G.Cerquiglini  
 Geom. S.Scopetta  
 Dott.Ing. L.Sbrenna  
 Dott.Ing. E.Sellari  
 Dott.Ing. L.Dinelli  
 Dott.Ing. L.Nani  
 Dott.Ing. F.Pambianco  
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini  
 Dott. Ing. S.Sacconi  
 Dott. Ing. C.Consorti  
 Dott. Ing. E.Loffredo  
 Dott. Ing. C.Chierichini

Dott. Ing. V.Rotisciani  
 Dott. Ing. F.Macchioni  
 Geom. C.Vischini  
 Dott. Ing. V.Piunno  
 Dott. Ing. G.Pulli  
 Geom. C.Sugaroni

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Federico Durastanti  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**Il Responsabile di Progetto**

Arch. Pianificatore Marco Colazza

**Il Responsabile del Procedimento**

Dott. Ing. Alessandro Micheli

**PROTOCOLLO**

**DATA**



**08.VIADOTTI E PONTI**  
**08.01 VIADOTTO MARROGGIA**

**Relazione di calcolo Opere Provvisorie**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	<i>T00VIO1STRRE06B</i>		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00VIO1STRRE06	B	-
B	Rev. A seguito istr. ANAS		Set 2023	P.Manni	F.Durastanti N.Granieri
A	Emissione		Ago 2023	P.Manni	F.Durastanti N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO E SCOPO .....	3
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	10
1.2.1	Paratia tipo 1.....	11
1.2.2	Paratia tipo 2.....	12
1.2.3	Paratia tipo 3.....	13
1.2.4	Paratia tipo 4.....	14
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>16</b>
3.1	CALCESTRUZZO MAGRONE.....	16
3.2	CALCESTRUZZO CORDOLI .....	16
3.3	ACCIAIO TUBI PER MICROPALI E CAVALLETTI.....	16
3.4	MISCELE CEMENTIZIE PER CEMENTAZIONE MICROPALI, CAVALLETTI E INIEZIONE TIRANTI .....	16
3.5	TIRANTI DI ANCORAGGIO .....	16
<b>4</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>18</b>
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	18
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE .....	18
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>20</b>
6.1	PARATIA TIPO 1.....	20
6.2	PARATIA TIPO 2.....	25
6.3	PARATIA TIPO 3.....	29
6.4	PARATIA TIPO 4.....	33
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>37</b>
7.1	PARATIA TIPO 1.....	40
7.2	PARATIA TIPO 2.....	46
7.3	PARATIA TIPO 3.....	52
7.4	PARATIA TIPO 4.....	57
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>61</b>
8.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA .....	61
8.2	SPINTA DELLE TERRE .....	61
8.3	ALTRI CARICHI PERMANENTI .....	61
8.4	CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO .....	61
8.5	AZIONI SISMICHE.....	61
<b>9</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>63</b>
<b>10</b>	<b>SINTESI RISULTATI.....</b>	<b>64</b>
10.1	PARATIA TIPO 1.....	64
10.1.1	Condizioni non drenate.....	64
10.1.2	Condizioni drenate.....	69

10.2	PARATIA TIPO 2.....	74
10.2.1	Condizioni non drenate.....	74
10.2.2	Condizioni drenate.....	79
10.3	PARATIA TIPO 3.....	84
10.4	PARATIA TIPO 4.....	89
<b>11</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>94</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>96</b>
12.1	PARATIA TIPO 1.....	96
12.1.1	Condizioni non drenate.....	96
12.1.1.1	Micropali in acciaio.....	96
12.1.1.2	Tiranti di ancoraggio.....	100
12.1.1.3	Trave di ripartizione.....	103
12.1.2	Condizioni drenate.....	103
12.1.2.1	Micropali in acciaio.....	103
12.1.2.2	Tiranti di ancoraggio.....	108
12.1.2.3	Trave di ripartizione.....	111
12.2	PARATIA TIPO 2.....	112
12.2.1	Condizioni non drenate.....	112
12.2.1.1	Micropali in acciaio.....	112
12.2.1.2	Tiranti di ancoraggio.....	116
12.2.1.3	Trave di ripartizione.....	119
12.2.2	Condizioni drenate.....	119
12.2.2.1	Micropali in acciaio.....	119
12.2.2.2	Tiranti di ancoraggio.....	124
12.2.2.3	Trave di ripartizione.....	127
12.3	PARATIA TIPO 3.....	128
12.3.1	Micropali in acciaio.....	128
12.3.2	Cavalletti.....	132
12.4	PARATIA TIPO 4.....	133
12.4.1	Micropali in acciaio.....	133
<b>13</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>137</b>
13.1	PARATIA TIPO 1.....	137
13.1.1	Condizioni non drenate.....	137
13.1.2	Condizioni drenate.....	137
13.2	PARATIA TIPO 2.....	138
13.2.1	Condizioni non drenate.....	138
13.2.2	Condizioni drenate.....	138
13.3	PARATIA TIPO 3.....	139
13.4	PARATIA TIPO 4.....	140
<b>14</b>	<b>TABULATI PARATIE PLUS.....</b>	<b>141</b>
14.1	PARATIA TIPO 1.....	141
14.1.1	Condizioni non drenate.....	141
14.1.2	Condizioni drenate.....	189
14.2	PARATIA TIPO 2.....	238
14.2.1	Condizioni non drenate.....	238
14.2.2	Condizioni drenate.....	284
14.3	PARATIA TIPO 3.....	329
14.4	PARATIA TIPO 4.....	364

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Oggetto e scopo

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle opere provvisionali delle pile del viadotto Marroggia. L'opera stradale servita è denominata "Strada delle tre valli umbre" e si snoda fra lo svincolo di progetto della S.G.C. E45 in località Acquasparta e lo svincolo della nuova Flaminia (SS.3) in località Eggi per una lunghezza di 20+885 km. L'opera è ubicata nell'area del comune di Spoleto (PG) in prossimità della frazione Madonna di Baiano.

Si riportano le immagini del sito di ubicazione delle opere e delle planimetrie di progetto:

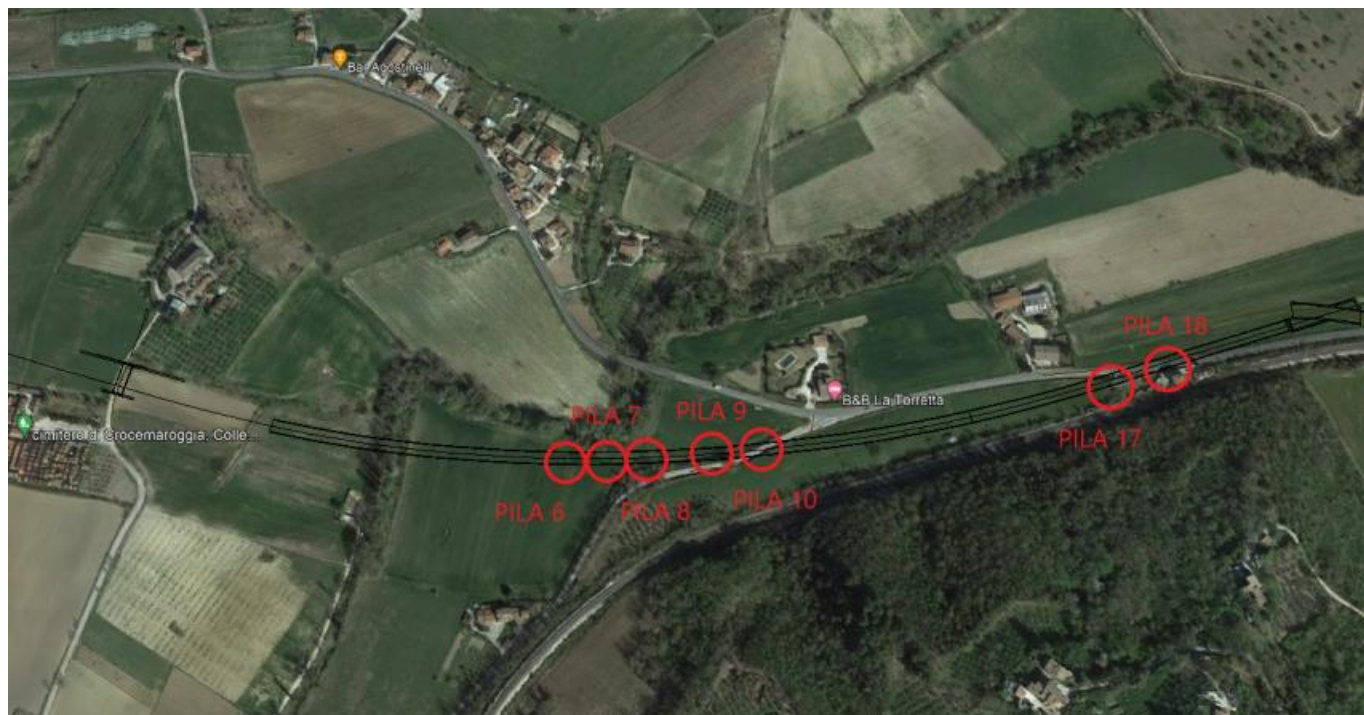


Figura 1-1. Localizzazione geografica dell'opera



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

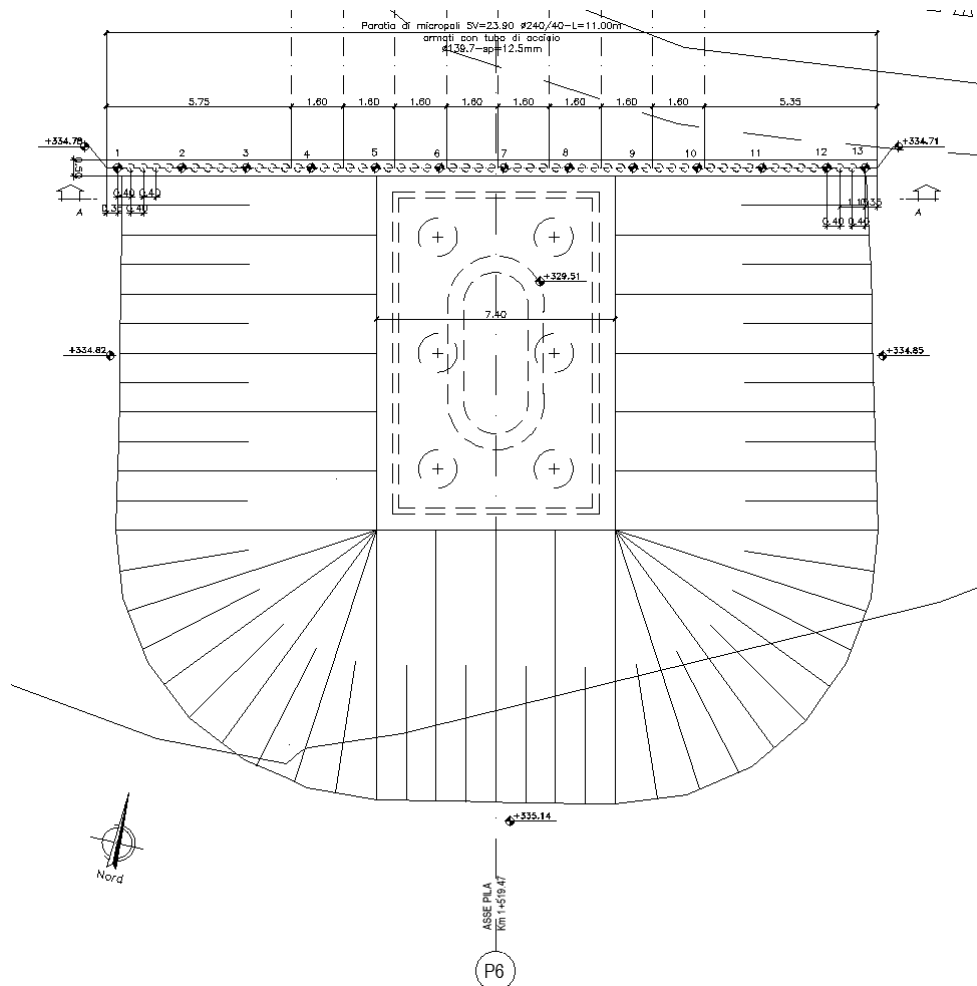


Figura 1-2. Planimetria opera provvisoria Pila 6

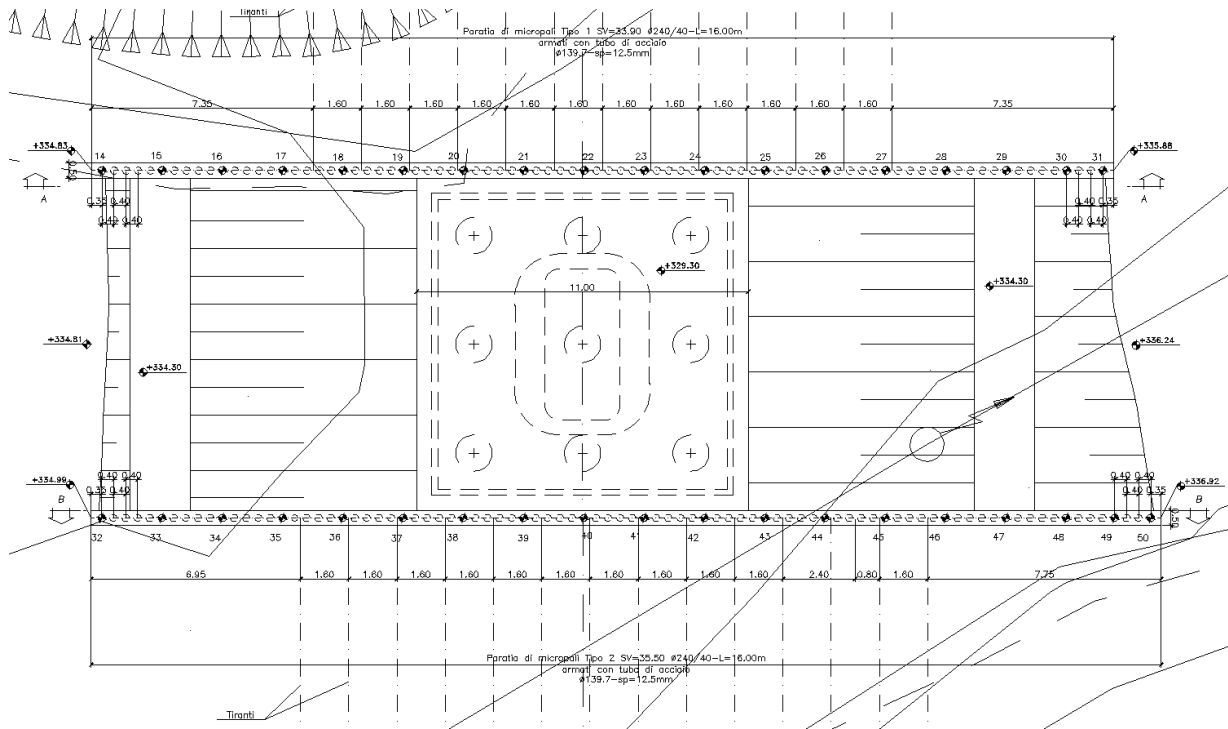


Figura 1-3. Planimetria opera provvisoria Pila 7

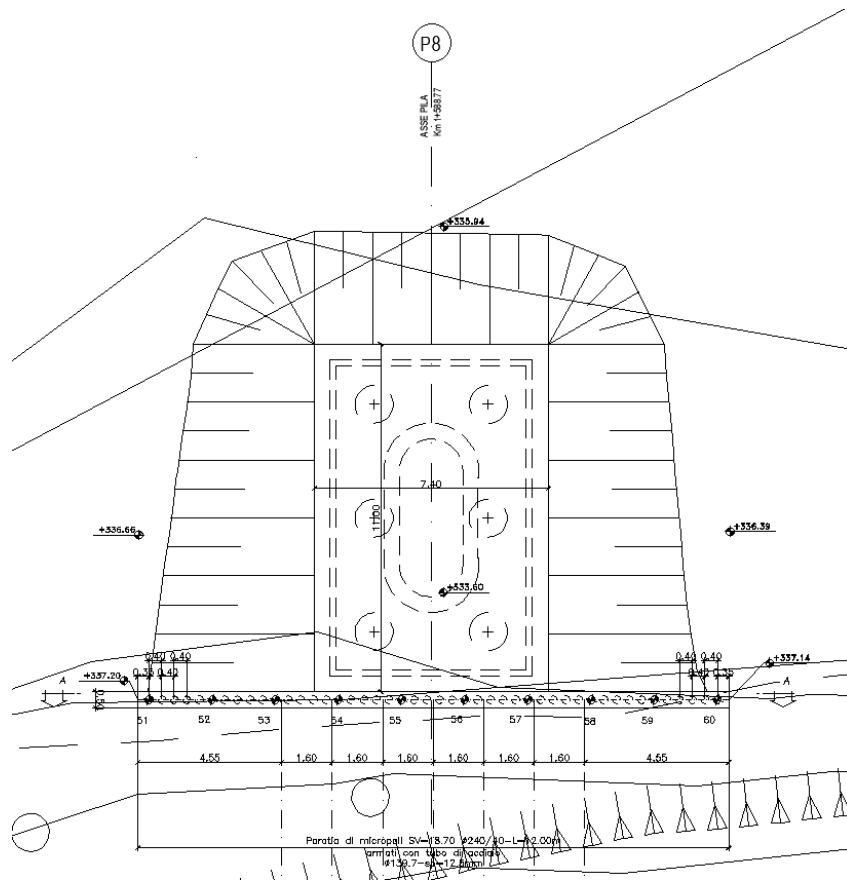


Figura 1-4. Planimetria opera provvisoria Pila 8

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

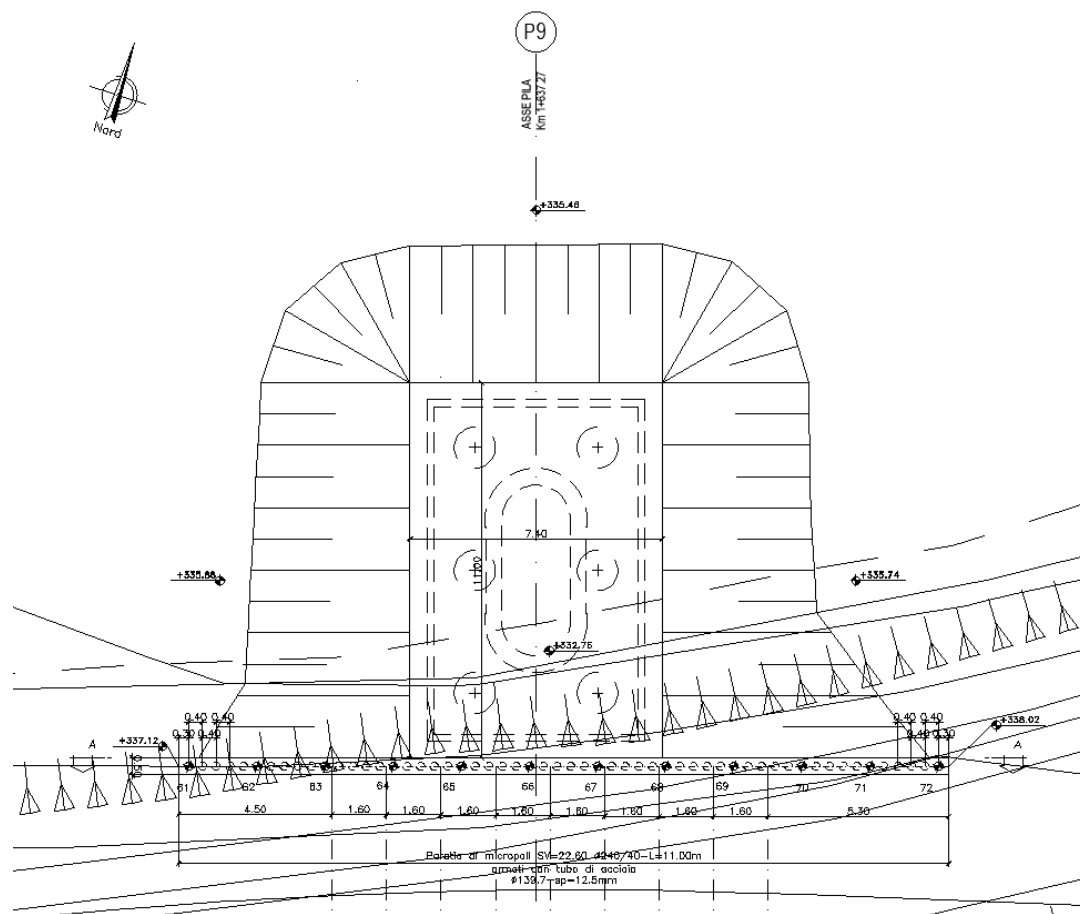


Figura 1-5. Planimetria opera provvisoria Pila 9

VIADOTTO MARROGGIA - Relazione di calcolo opere provvisionali

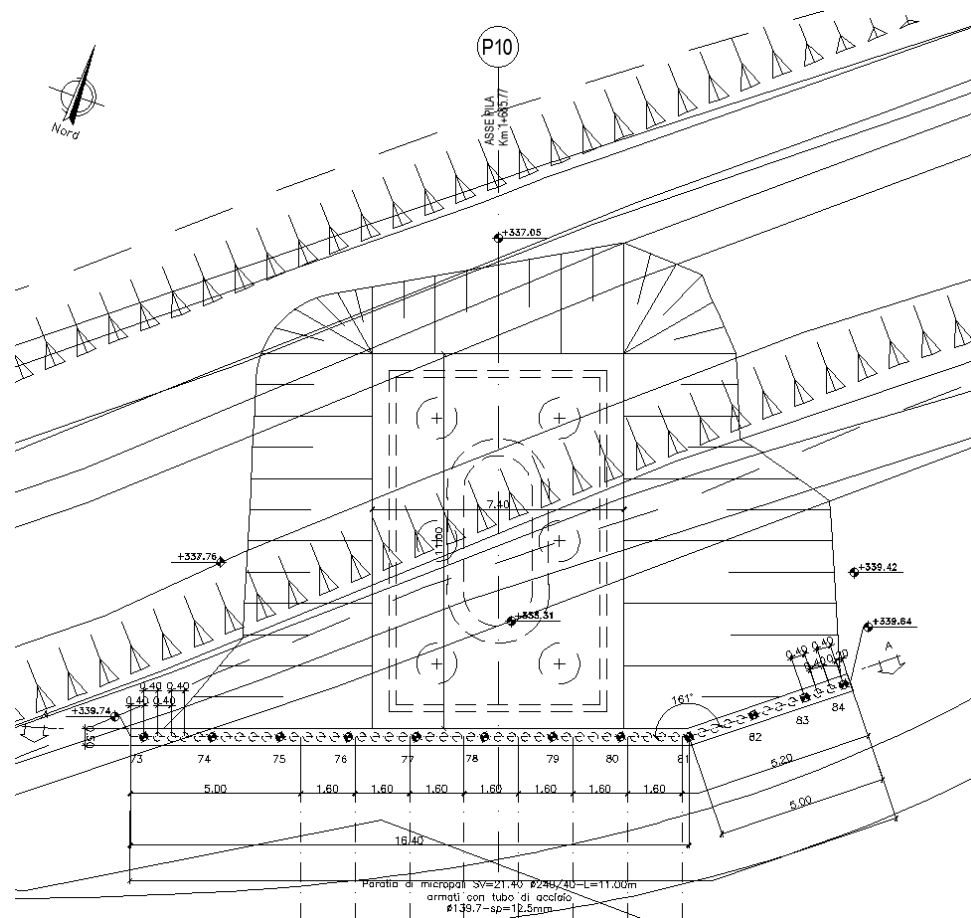


Figura 1-6. Planimetria opera provvisoria Pila 10

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

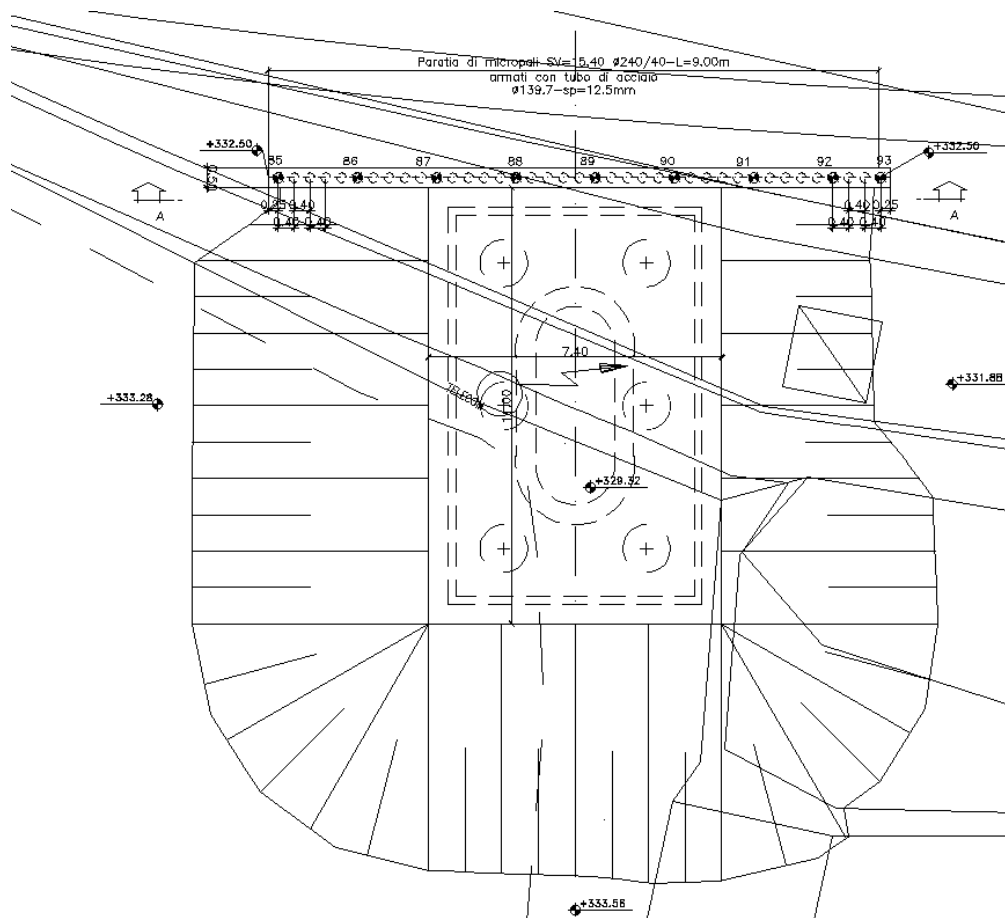


Figura 1-7. Planimetria opera provvisoria Pila 17



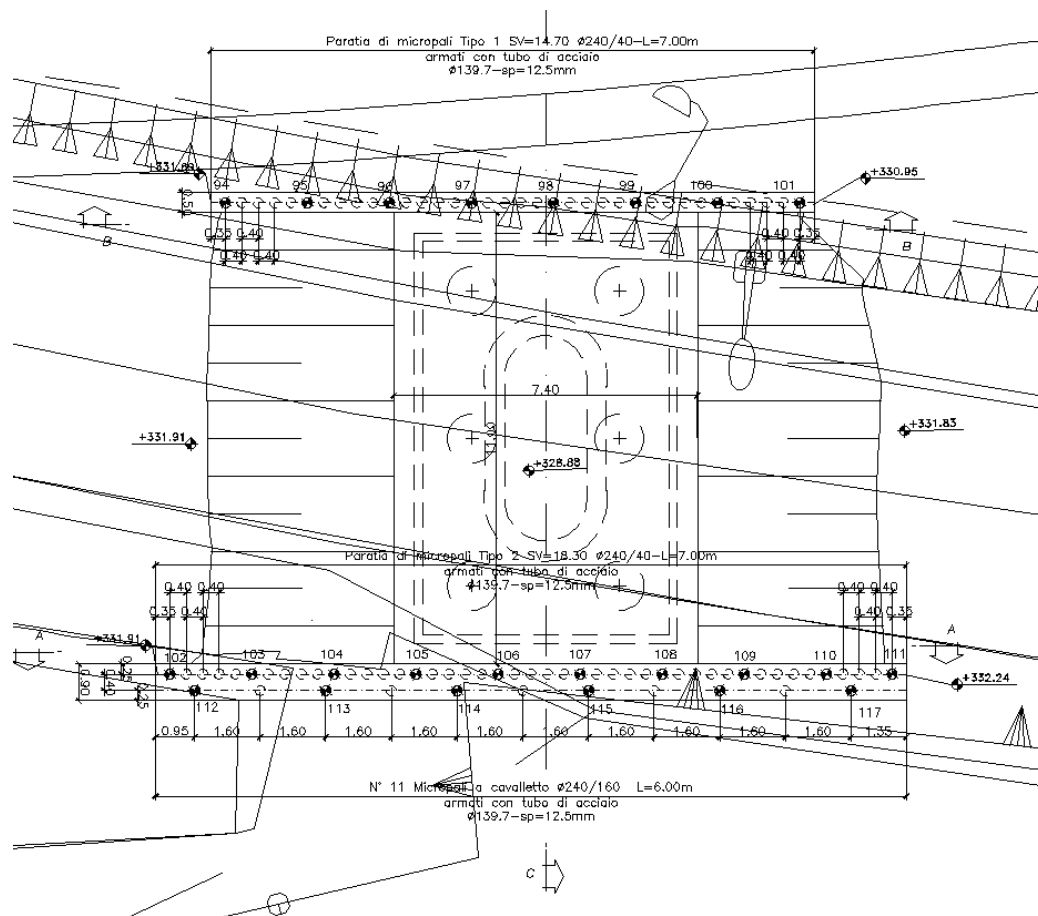


Figura 1-8. Planimetria opera provvisoria Pila 18

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

## 1.2 Descrizione dell'opera

Le opere provvisionali oggetto della presente relazione di calcolo si trovano in corrispondenza delle pile 6,7,8,9,10,17 e 18 del viadotto Marroggia.

Nella presente relazione si studieranno quattro sezioni tipologiche.

- Con la sezione tipologica 1 (da qui in poi denominata “Paratia tipo 1”) si analizzano le paratie tirantate in corrispondenza delle quali non si ha una distanza rilevante della viabilità stradale. La sezione di calcolo ha l'altezza di scavo massima delle paratie in oggetto (Pila 7 – Lato Sud).
- Con la sezione tipologica 2 (da qui in poi denominata “Paratia tipo 2”) si analizzano le paratie tirantate in corrispondenza delle quali si ha la minima distanza della viabilità stradale. La sezione di calcolo ha l'altezza di scavo massima delle paratie in oggetto (Pila 9).
- La sezione tipologica 3 (da qui in poi denominata “Paratia tipo 3”) riguarda solamente la paratia in corrispondenza della Pila 18 - Lato Sud. In questo caso risulta necessario l'inserimento di un cavalletto, a causa della vicinanza di un fabbricato, il quale non permette l'utilizzo di tiranti di ancoraggio come negli altri casi.
- Con la sezione tipologica 4 (da qui in poi denominata “Paratia tipo 4”) si analizzano le paratie la cui altezza di scavo non richiede la necessità di inserire un ordine di tiranti. La sezione di calcolo ha l'altezza di scavo massima delle paratie in oggetto (Pila 17).

La “Paratia tipo 1” è assimilabile alle opere provvisionali in corrispondenza della Pila 7 (Lato Nord e Lato Sud).

La “Paratia tipo 2” è assimilabile alle opere provvisionali in corrispondenza della Pila 6,8,9 e 10.

La “Paratia tipo 3” è assimilabile all'opera provvisoria in corrispondenza della Pila 18 (Lato Sud).

La “Paratia tipo 4” è assimilabile alle opere provvisionali in corrispondenza della Pila 17 e 18 (Lato Nord).

### 1.2.1 Paratia tipo 1

L'opera consiste in una paratia di micropali  $\Phi 240$  passo 0.40m e lunghezza  $L=16.00$ m, armati con tubolare CHS 139.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 8.10m, avendo sommato all'altezza effettiva di scavo 0.50m, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018. È previsto l'inserimento di un ordine di tiranti di lunghezza  $L=12.00$ m (lunghezza libera  $L_l=4.00$ m e lunghezza bulbo  $L_b=8.00$ m) e interasse  $i=1.60$ m, inclinati di  $20^\circ$  rispetto all'orizzontale. I tiranti sono costituiti da 3 trefoli da 0.6" in acciaio armonico.

Di seguito si riporta un prospetto dell'opera:

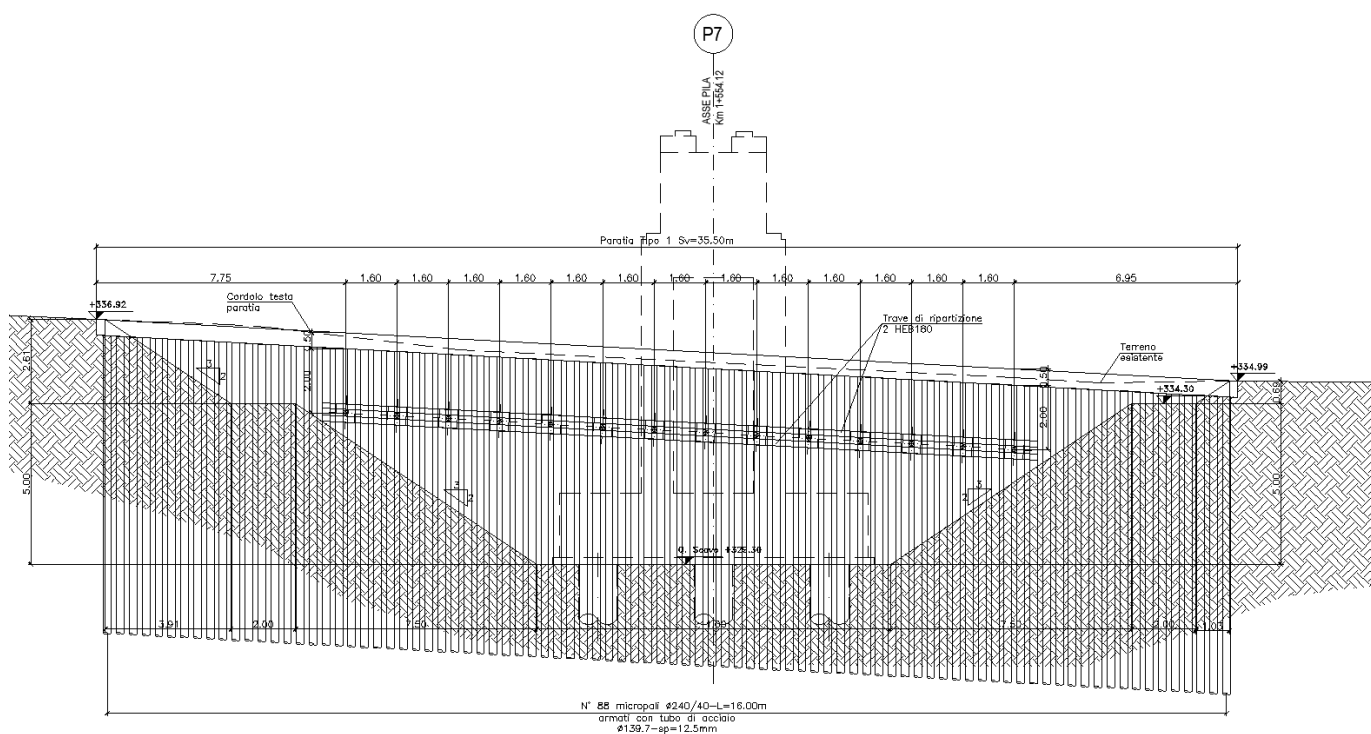


Figura 1-9. Prospetto della Paratia tipo 1

### 1.2.2 Paratia tipo 2

L'opera consiste in una paratia di micropali  $\Phi 240$  passo 0.40m e lunghezza  $L=11.0m$ , armati con tubolare CHS 139.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 5.80m, avendo sommato all'altezza effettiva di scavo 0.50m, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018. È previsto l'inserimento di un ordine di tiranti di lunghezza  $L=11.0m$  (lunghezza libera  $L_l=3.0m$  e lunghezza bulbo  $L_b=8.0m$ ) e interasse  $i=1.6m$ , inclinati di  $20^\circ$  rispetto all'orizzontale. I tiranti sono costituiti da 3 trefoli da 0.6" in acciaio armonico.

Di seguito si riporta un prospetto dell'opera:

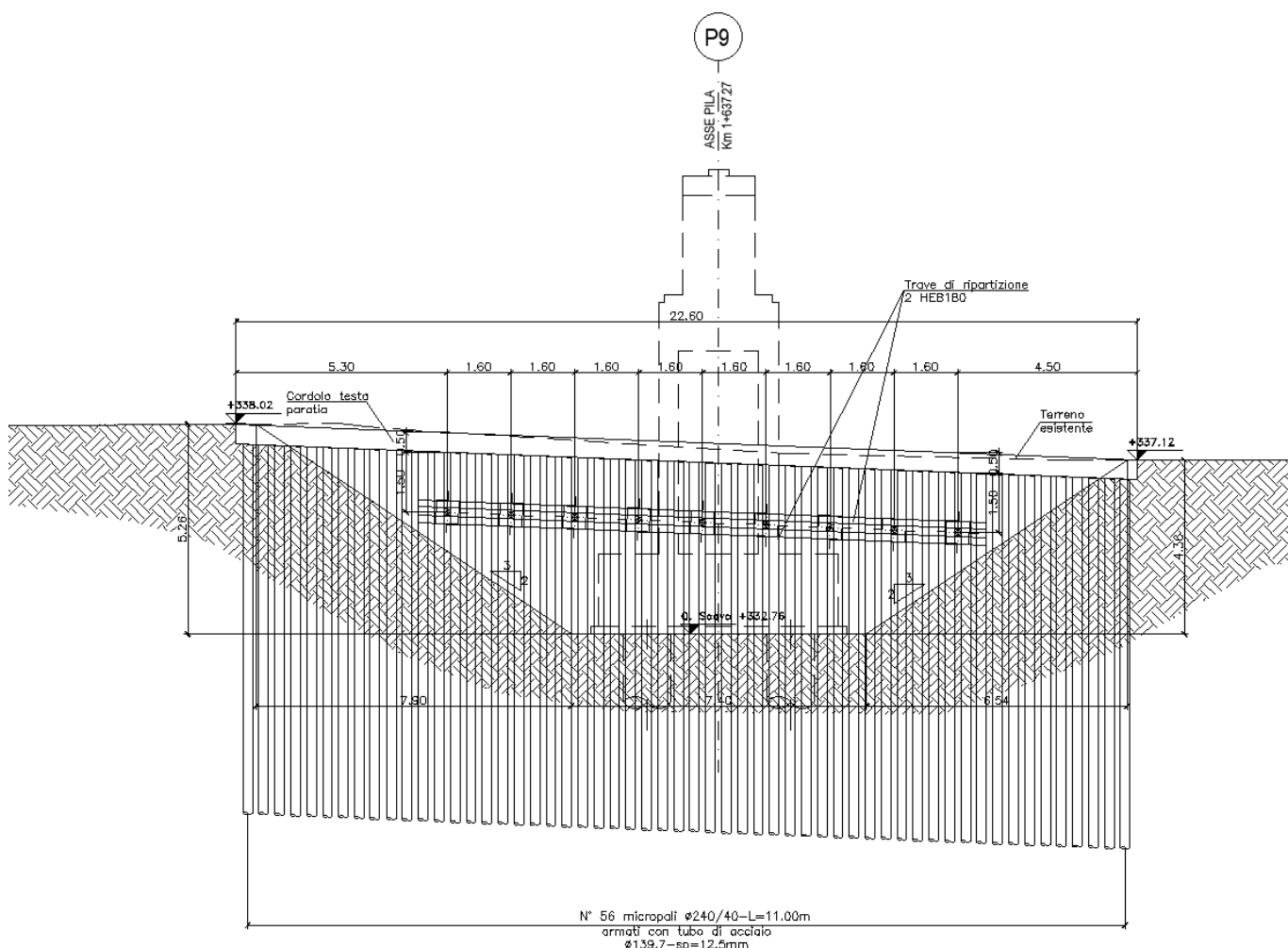


Figura 1-10. Prospetto della Paratia tipo 2

### 1.2.3 Paratia tipo 3

L'opera consiste in una paratia di micropali  $\Phi 240$  passo 0.40m e lunghezza  $L=7.0\text{m}$ , armati con tubolare CHS 139.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 3.60m, avendo incrementato l'altezza effettiva di scavo di un'aliquota pari al suo 10%, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018. È previsto l'inserimento di un ordine di cavalletti di lunghezza  $L_c=6.0\text{m}$   $\Phi 240$  armati con tubolare CHS 139.7x12.5mm in acciaio ad interasse  $i=1.6\text{m}$  inclinati di  $20^\circ$  rispetto alla verticale.

Di seguito si riporta una sezione trasversale dell'opera:

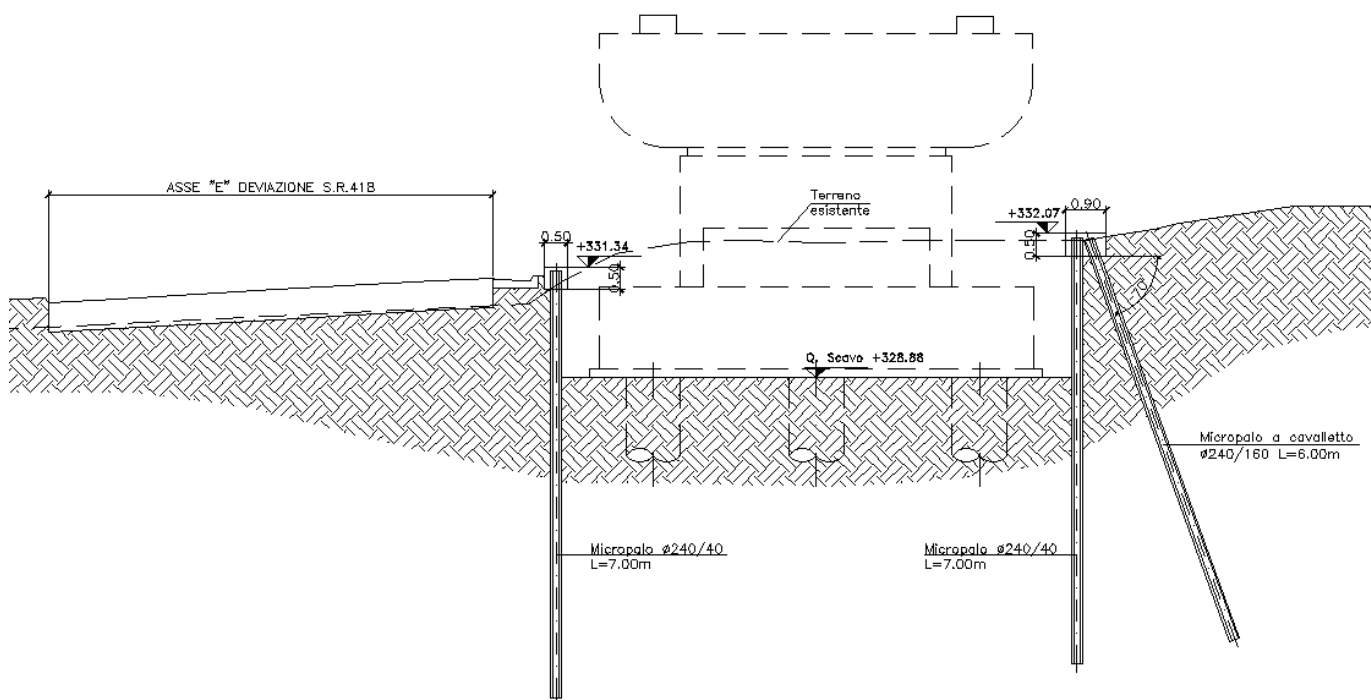


Figura 1-11. Sezione trasversale della Paratia tipo 3



#### 1.2.4 Paratia tipo 4

L'opera consiste in una paratia di micropali  $\Phi 240$  passo 0.40m e lunghezza  $L=9.0m$ , armati con tubolare CHS 139.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 3.50m, avendo incrementato l'altezza effettiva di scavo di un'aliquota pari al suo 10%, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018.

Di seguito si riporta un prospetto dell'opera:

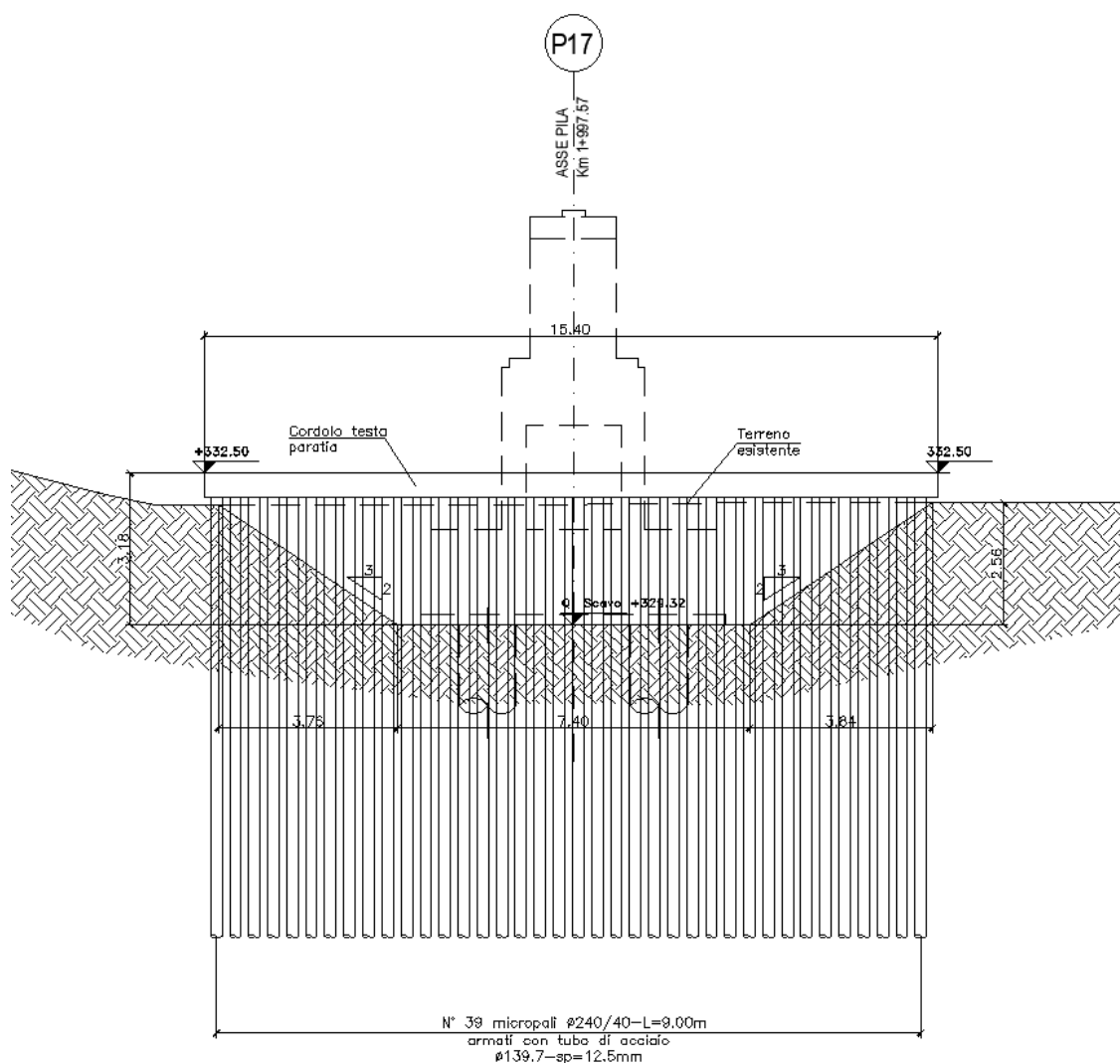


Figura 1-12. Prospetto della Paratia tipo 4

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;

### 3 MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo magrone

##### **Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$

#### 3.2 Calcestruzzo cordoli

##### **Conglomerato classe di resistenza C28/35 – Rck 35MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC2

Classe di consistenza slump: S4

Copriferro armatura principale 50 mm

#### 3.3 Acciaio tubi per micropali e cavalletti

##### **Acciaio S355**

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$

#### 3.4 Miscele cementizie per cementazione micropali, cavalletti e iniezione tiranti

##### **Conglomerato classe di resistenza C25/30 – Rck 30MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

#### 3.5 Tiranti di ancoraggio

##### **Tiranti a trefoli da 0.6" in acciaio armonico**

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica all'1%  
di deformazione totale  $f(1)_{tk} = 1670 \text{ MPa}$

#### 4 SOFTWARE DI CALCOLO

Si è utilizzato il software di calcolo PARATIE PLUS versione 21 [Ce.A.S. s.r.l. - Milano] per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali e per le verifiche dei pali.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento/rinterro sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

DATI GEOTECNICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
angolo di attrito	$\phi$	35	°
peso di volume ricoprimento	$\gamma_r$	20	kN/m <sup>3</sup>
coesione	$c'$	0	kPa

### 5.2 Terreno di fondazione

Il terreno di fondazione che compete alle paratie oggetto della presente relazione è costituito (partendo dal p.c.) dalle unità geologiche denominate ALL e BI1.

Di seguito, si riporta la stratigrafia di calcolo utilizzata per ciascuna sezione studiata:

- In corrispondenza della paratia di tipo 1 (Pila 7 – lato Sud), la profondità della discontinuità stratigrafica si trova a circa 7.5m dal p.c. e la falda a circa 7.1m dal p.c.
- In corrispondenza della paratia di tipo 2 (Pila 9), la profondità della discontinuità stratigrafica si trova a circa 8.0m dal p.c. e la falda a circa 8.0m dal p.c.
- In corrispondenza della paratia di tipo 3 (Pila 18 – lato Sud), la profondità della discontinuità stratigrafica si trova a circa 9.4m dal p.c. e la falda a circa 9.4m dal p.c.
- In corrispondenza della paratia di tipo 4 (Pila 17), la profondità della discontinuità stratigrafica si trova a circa 10.0m dal p.c. e la falda a circa 9.3m dal p.c.

#### Unità ALL

$$\gamma_k = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$$

$$c_k' = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi_k' = 38^\circ - 42^\circ$$

$$E_k = 25 - 50 \text{ MPa}$$

#### Unità BI1

$$\gamma_k = 19 - 21 \text{ kN/m}^3$$

$$c_k' = 5 - 25 \text{ kPa}$$

$$\phi_k' = 22 - 32^\circ$$

$$c_{uk} = 100 - 250 \text{ kPa}$$

$$E'_k = 100 - 300 \text{ MPa}$$



Ai fini delle verifiche si adotteranno i seguenti parametri:

Unità ALL:

$$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 40^\circ$$

$$E = 37.5 \text{ MPa}$$

Unità BI1:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 27^\circ$$

$$c_u = 175 \text{ kPa}$$

$$E' = 200 \text{ MPa}$$

Per il calcolo in condizioni non drenate si utilizza il modulo elastico non drenato calcolato come:

$$E_u = 3 \times E' / 2 \times (1 + \nu) = 230 \text{ MPa, avendo considerato } \nu = 0.3$$

Dalle indagini condotte si evince una categoria stratigrafica di suolo pari a 'C'.

## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17gennaio 2018.

Sulla base delle indicazioni delle NTC2018 si assumono i seguenti valori per determinare l'azione sismica di riferimento.

### 6.1 Paratia tipo 1

L'ubicazione delle sezioni in oggetto è la seguente: Long. 12.645107°; Lat. 42.719714°

- Classe d'uso:	IV
- Coefficiente d'uso:	$C_u (IV) = 2.0$
- Categoria topografica:	T1
- Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T=1$
- Categoria di sottosuolo	C
- Vita nominale:	$V_N = 10$ anni
- Vita di riferimento	$V_R = 35$ anni
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s = 1.463$

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO


Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 12.64511      LATITUDINE: 42.71971

Ricerca per comune      REGIONE: Umbria      PROVINCIA: Perugia      COMUNE: Spoleto

Elaborazioni grafiche  
Grafici spettri di risposta  
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione  
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$       10      info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$       2      info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$       35      info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$       info

Stati limite di esercizio - SLE  
 SLO -  $P_{VR} = 81\%$       30  
 SLD -  $P_{VR} = 63\%$       35

Stati limite ultimi - SLU  
 SLV -  $P_{VR} = 10\%$       332  
 SLC -  $P_{VR} = 5\%$       682

Elaborazioni  
Grafici parametri azione  
Grafici spettri di risposta  
Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO  
 ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie  
 -.-□-.- Strategia scelta

INTRO      FASE 1      **FASE 2**      FASE 3

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info       $S_s = 1.463$        $C_c = 1.539$  info  
 Categoria topografica: **T1** info       $h/H = 1.000$        $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%): **5**       $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_o$ : **1**      Regol. in altezza: **si** info

---

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$ : **1**       $\eta = 1.000$  info

---

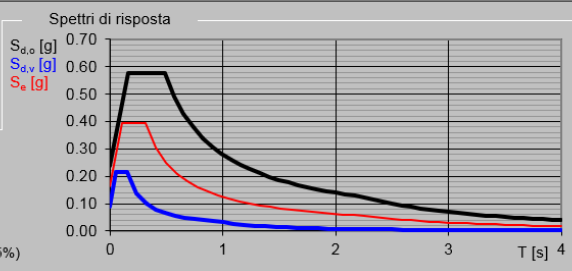
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta →  
 Parametri e punti spettri di risposta →

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**



---

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.062	2.478	0.270
SLD	35	0.067	2.476	0.273
SLV	332	0.163	2.428	0.314
SLC	682	0.207	2.455	0.325

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.163 g
$F_o$	2.428
$T_c$	0.314 s
$S_s$	1.463
$C_c$	1.539
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.463
$\eta$	1.000
$T_B$	0.161 s
$T_C$	0.483 s
$T_D$	2.250 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.238
$T_B$	0.161	0.577
$T_C$	0.483	0.577
	0.568	0.492
	0.652	0.428
	0.736	0.379
	0.820	0.340
	0.904	0.309
	0.988	0.282
	1.072	0.260
	1.156	0.241
	1.241	0.225
	1.325	0.211
	1.409	0.198
	1.493	0.187
	1.577	0.177
	1.661	0.168
	1.745	0.160
	1.829	0.153
	1.914	0.146
	1.998	0.140
	2.082	0.134
	2.166	0.129
$T_D$	2.250	0.124
	2.333	0.115
	2.417	0.108
	2.500	0.100
	2.583	0.094
	2.667	0.088
	2.750	0.083
	2.833	0.078
	2.917	0.074
	3.000	0.070
	3.083	0.066
	3.167	0.063
	3.250	0.059
	3.333	0.057
	3.417	0.054
	3.500	0.051
	3.583	0.049
	3.667	0.047
	3.750	0.045
	3.833	0.043
	3.917	0.041
	4.000	0.039



**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV**

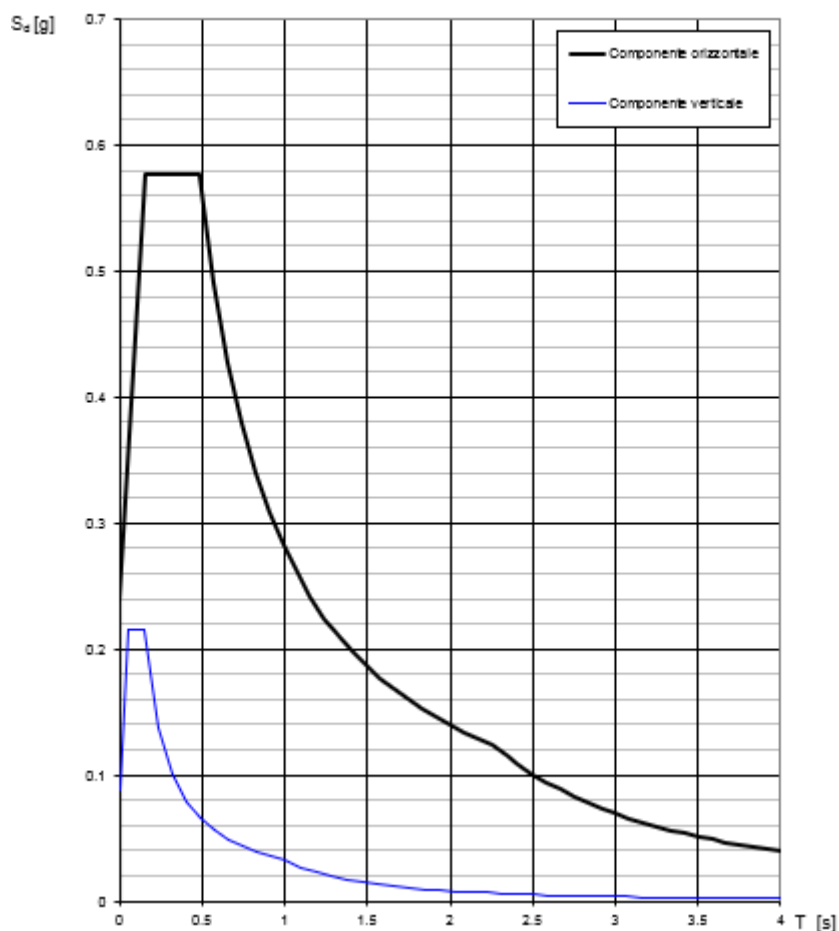


Figura 6.1. Spettro di Risposta SLV. Componenti orizzontali e orizzontali del sisma

## 6.2 Paratia tipo 2

L'ubicazione delle sezioni in oggetto è la seguente: Long. 12.646354°; Lat. 42.719979°

- Classe d'uso:	IV
- Coefficiente d'uso:	Cu (IV) = 2.0
- Categoria topografica:	T1
- Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T=1$
- Categoria di sottosuolo	C
- Vita nominale:	VN = 10 anni
- Vita di riferimento	VR = 35 anni
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica	Ss = 1.463

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$

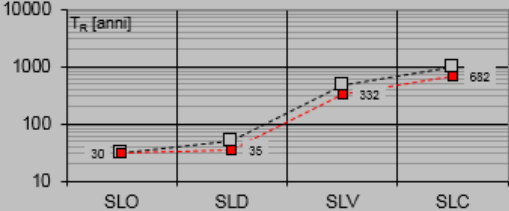
Stati limite ultimi - SLU {

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- ...-□... Strategia scelta

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_B = 1.463$      $C_C = 1.539$  info

$h/H = 1.000$      $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)    Smorzamento  $\xi$  (%)      $\eta_1 = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)    Fattore  $q_d$      Regol. in altezza  info

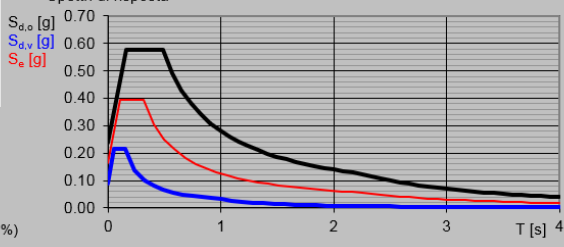
Compon. verticale

Spettro di progetto    Fattore  $q$       $\eta_1 = 1.000$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.063	2.478	0.270
SLD	35	0.067	2.475	0.273
SLV	332	0.163	2.427	0.314
SLC	682	0.207	2.454	0.325

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.163 g
$F_0$	2.427
$T_C$	0.314 s
$S_S$	1.463
$C_C$	1.539
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.463
$\eta$	1.000
$T_B$	0.161 s
$T_C$	0.483 s
$T_D$	2.251 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.238
$T_B$ ←	0.161	0.578
$T_C$ ←	0.483	0.578
	0.568	0.492
	0.652	0.429
	0.736	0.380
	0.820	0.341
	0.904	0.309
	0.989	0.283
	1.073	0.261
	1.157	0.242
	1.241	0.225
	1.325	0.211
	1.409	0.198
	1.494	0.187
	1.578	0.177
	1.662	0.168
	1.746	0.160
	1.830	0.153
	1.915	0.146
	1.999	0.140
	2.083	0.134
	2.167	0.129
$T_D$ ←	2.251	0.124
	2.335	0.115
	2.418	0.108
	2.501	0.101
	2.584	0.094
	2.668	0.088
	2.751	0.083
	2.834	0.078
	2.918	0.074
	3.001	0.070
	3.084	0.066
	3.167	0.063
	3.251	0.060
	3.334	0.057
	3.417	0.054
	3.500	0.051
	3.584	0.049
	3.667	0.047
	3.750	0.045
	3.833	0.043
	3.917	0.041
	4.000	0.039

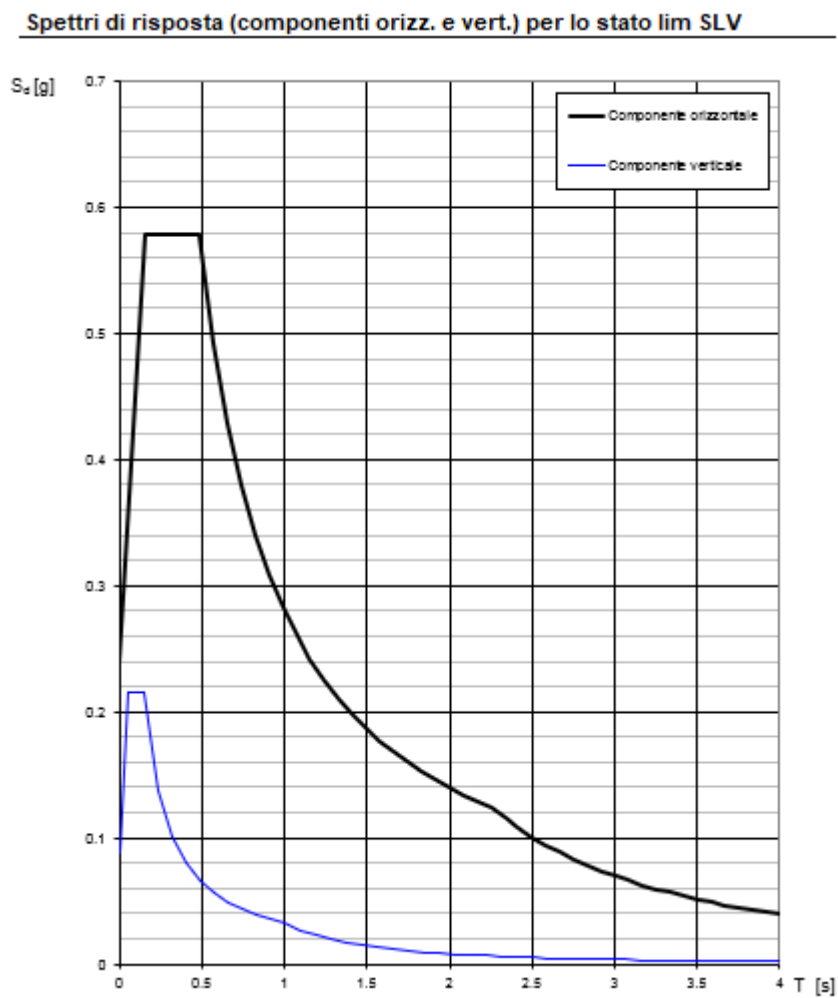


Figura 6.2. Spettro di Risposta SLV. Componenti orizzontali e orizzontali del sisma

### 6.3 Paratia tipo 3

L'ubicazione delle sezioni in oggetto è la seguente: Long. 12.651287°; Lat. 42.721700°

- Classe d'uso:	IV
- Coefficiente d'uso:	$C_u (IV) = 2.0$
- Categoria topografica:	T1
- Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T=1$
- Categoria di sottosuolo	C
- Vita nominale:	VN = 10 anni
- Vita di riferimento	VR = 35 anni
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s = 1.461$

#### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche

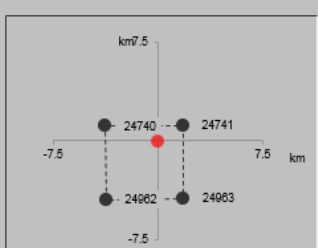
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri


Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO -  $P_{VR} = 81\%$   info  
SLD -  $P_{VR} = 63\%$   info

Stati limite ultimi - SLU { SLV -  $P_{VR} = 10\%$   info  
SLC -  $P_{VR} = 5\%$   info

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

---

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_s = 1.461$   $C_c = 1.539$  info

$h/H = 1.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$   Regol. in altezza  info

---

Compon. verticale

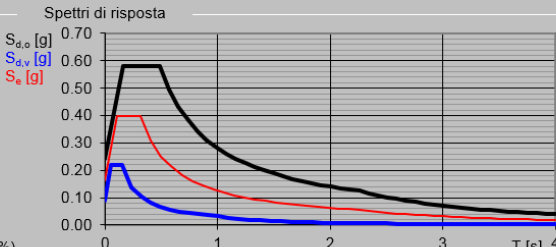
Spettro di progetto Fattore  $q$    $\eta = 1.000$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.063	2.475	0.270
SLD	35	0.067	2.473	0.273
SLV	332	0.164	2.424	0.314
SLC	682	0.209	2.452	0.325

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.164 g
$F_o$	2.424
$T_C^*$	0.314 s
$S_s$	1.461
$C_c$	1.539
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.461
$\eta$	1.000
$T_B$	0.161 s
$T_C$	0.483 s
$T_D$	2.257 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.240
$T_B$	0.161	0.582
$T_C$	0.483	0.582
	0.568	0.495
	0.652	0.431
	0.737	0.382
	0.821	0.342
	0.906	0.310
	0.990	0.284
	1.074	0.262
	1.159	0.243
	1.243	0.226
	1.328	0.212
	1.412	0.199
	1.497	0.188
	1.581	0.178
	1.666	0.169
	1.750	0.161
	1.834	0.153
	1.919	0.146
	2.003	0.140
	2.088	0.135
	2.172	0.129
$T_D$	2.257	0.125
	2.340	0.116
	2.423	0.108
	2.506	0.101
	2.589	0.095
	2.672	0.089
	2.755	0.084
	2.838	0.079
	2.921	0.074
	3.004	0.070
	3.087	0.067
	3.170	0.063
	3.253	0.060
	3.336	0.057
	3.419	0.054
	3.502	0.052
	3.585	0.049
	3.668	0.047
	3.751	0.045
	3.834	0.043
	3.917	0.041
	4.000	0.040



**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**

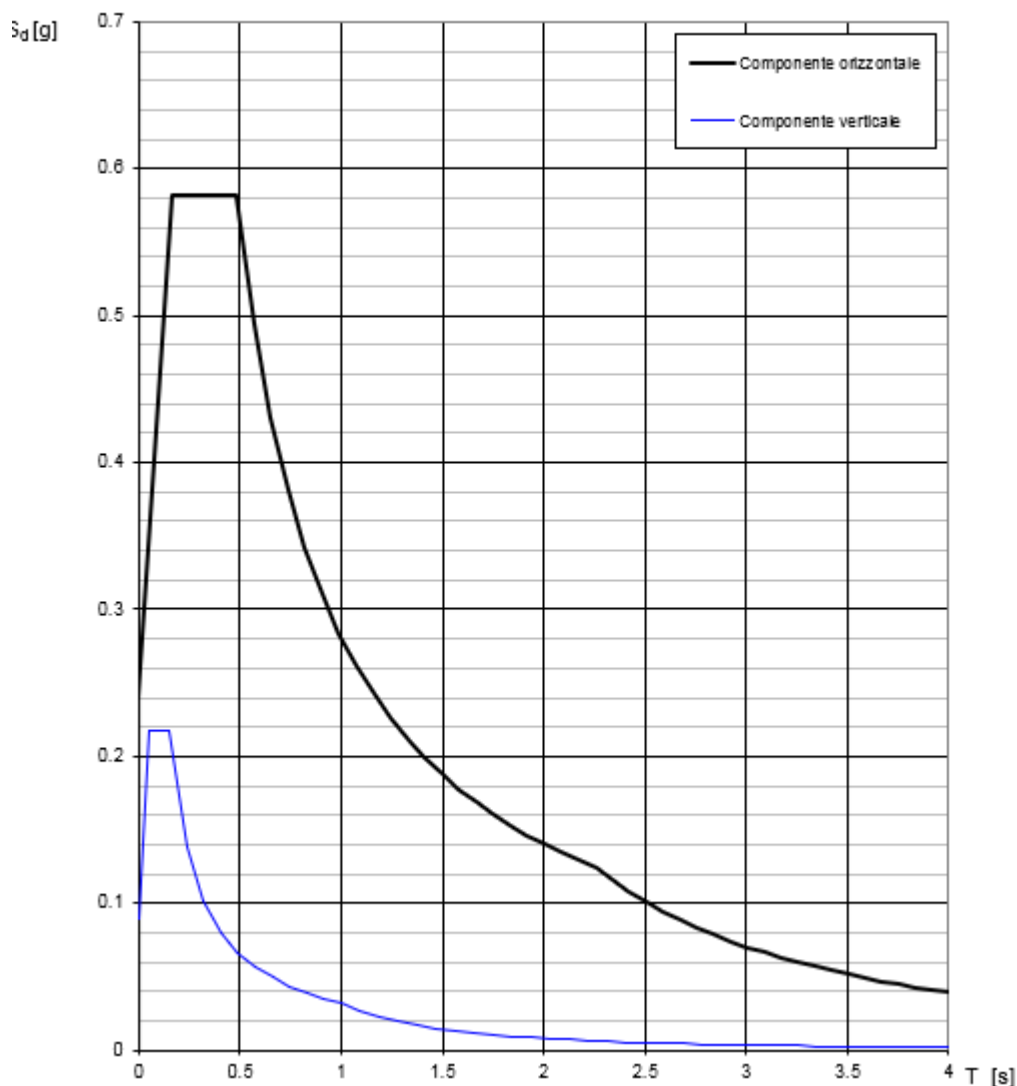


Figura 6.3. Spettro di Risposta SLV. Componenti orizzontali e orizzontali del sisma

## 6.4 Paratia tipo 4

L'ubicazione delle sezioni in oggetto è la seguente: Long. 12.65061°; Lat. 42.72137°

- Classe d'uso:	IV
- Coefficiente d'uso:	Cu (IV) = 2.0
- Categoria topografica:	T1
- Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T=1$
- Categoria di sottosuolo	C
- Vita nominale:	VN = 10 anni
- Vita di riferimento	VR = 35 anni
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica	Ss = 1.461

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

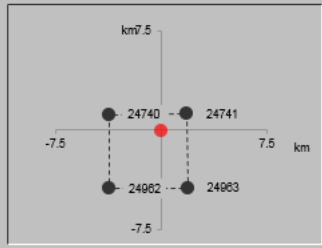
Grafici spettri di risposta


Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito





La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$

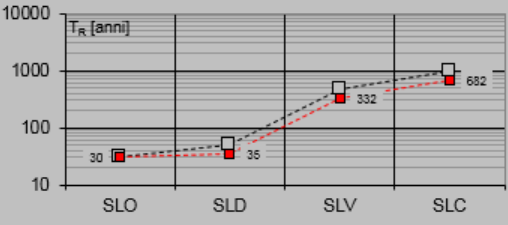
Stati limite ultimi - SLU {

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- ... Strategia scelta

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_S = 1.461$      $C_C = 1.539$  info

$h/H = 1.000$      $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)    Smorzamento  $\xi$  (%)      $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)    Fattore  $q_o$      Regol. in altezza  info

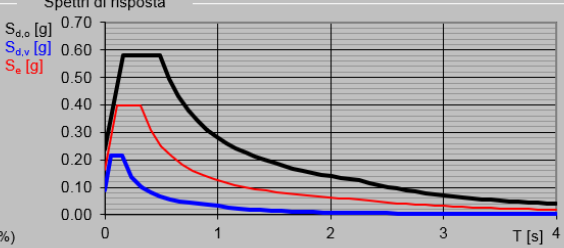
Compon. verticale

Spettro di progetto    Fattore  $q$       $\eta = 1.000$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.063	2.475	0.270
SLD	35	0.067	2.473	0.273
SLV	332	0.164	2.424	0.314
SLC	682	0.208	2.453	0.325

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.164 g
$F_0$	2.424
$T_C^*$	0.314 s
$S_s$	1.461
$C_c$	1.539
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Parametri dipendenti

$S$	1.461
$\eta$	1.000
$T_B$	0.161 s
$T_C$	0.483 s
$T_D$	2.256 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C^* / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.240
$T_B$	0.161	0.581
$T_C$	0.483	0.581
	0.568	0.495
	0.652	0.431
	0.737	0.381
	0.821	0.342
	0.905	0.310
	0.990	0.284
	1.074	0.261
	1.159	0.242
	1.243	0.226
	1.327	0.212
	1.412	0.199
	1.496	0.188
	1.581	0.178
	1.665	0.169
	1.749	0.161
	1.834	0.153
	1.918	0.146
	2.003	0.140
	2.087	0.135
	2.171	0.129
$T_D$	2.256	0.124
	2.339	0.116
	2.422	0.108
	2.505	0.101
	2.588	0.095
	2.671	0.089
	2.754	0.084
	2.837	0.079
	2.920	0.074
	3.003	0.070
	3.086	0.067
	3.169	0.063
	3.253	0.060
	3.336	0.057
	3.419	0.054
	3.502	0.052
	3.585	0.049
	3.668	0.047
	3.751	0.045
	3.834	0.043
	3.917	0.041
	4.000	0.040

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV**

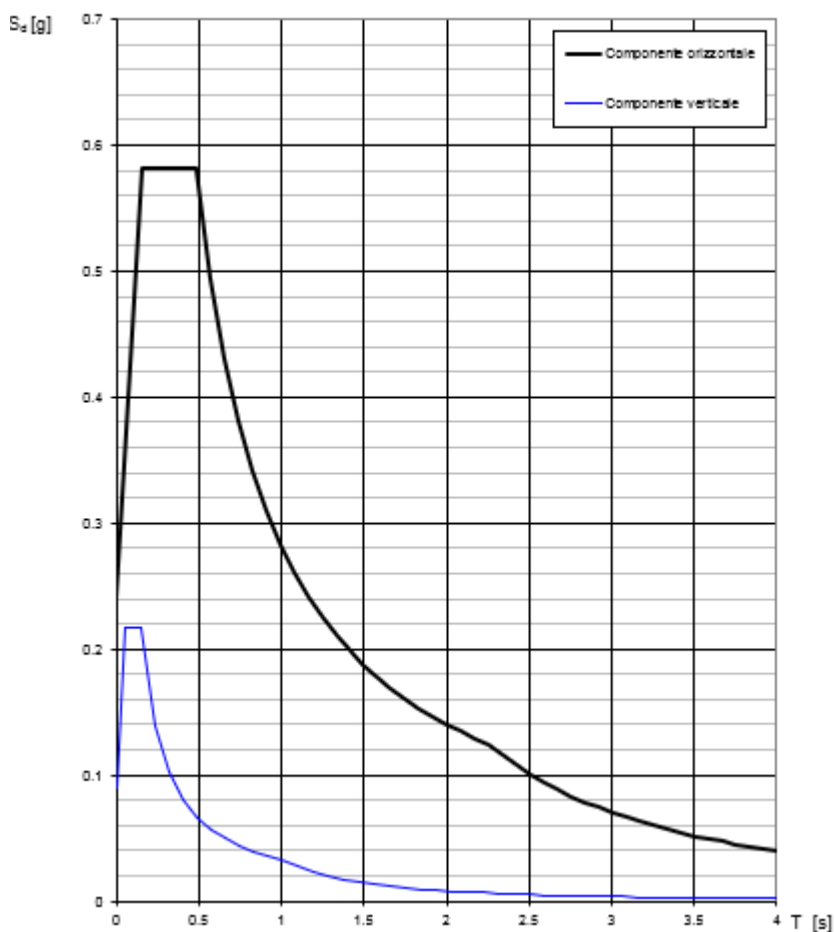


Figura 6.4. Spettro di Risposta SLV. Componenti orizzontali e orizzontali del sisma

## 7 DESCRIZIONE MODELLO DI CALCOLO

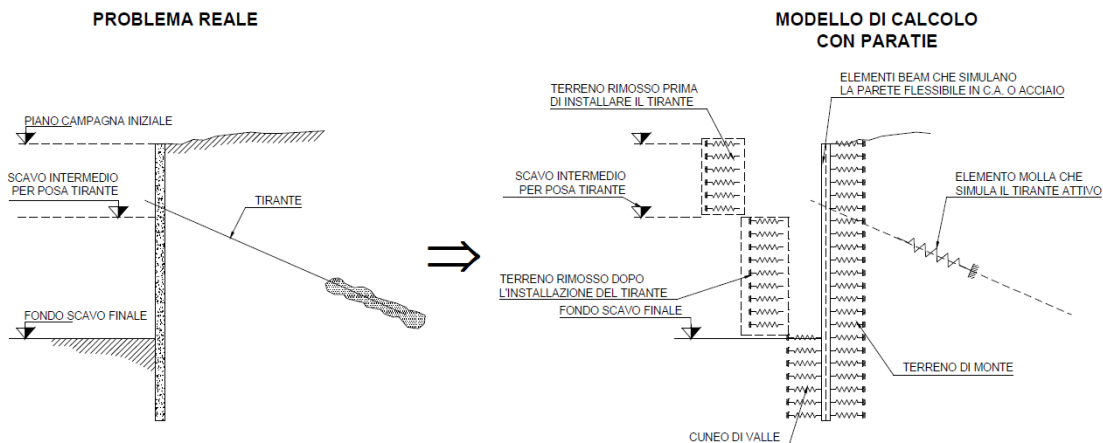
Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o eventuale inserimento degli elementi di contrasto), è necessario l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti sono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno.

Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidità.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{12E_m J_p}$$

dove:

- $E_m$ : modulo elastico del materiale costituente la paratia
- $J_p$ : inerzia della sezione della paratia

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace ( $\sigma'h$ ) e la tensione verticale efficace ( $\sigma'v$ ) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo ( $k_a$ ) e passivo ( $k_p$ ), mentre quando il rapporto è pari a  $k_a$  o a  $k_p$  il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, sono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse,  $k$ , è data da:

$$k = E / L$$

dove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:

$$k = E\Delta / L$$

dove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa

a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto:

in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$$

in zona passiva (downhill):

$$L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$$

con:

I = altezza totale della paratia

H = altezza corrente dello scavo.

La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il programma consente di seguire le fasi evolutive degli scavi a valle dell'opera, determinando, per ciascuna fase di scavo prevista, la deformata dell'opera e le sollecitazioni e gli stati tensionali nel terreno con essa interagente. Il software consente di tener conto anche della presenza di vincoli lungo la paratia, sia di tipo elastico (molle /tiranti) che di tipo rigido.

La presenza dei tiranti viene infine schematizzata dal software come dei vincoli elastici, la cui deformabilità dipende dalle caratteristiche della sezione resistente in acciaio dei tiranti e dalla lunghezza libera degli stessi, eventualmente incrementata di una quantità funzione dell'efficienza ( $\leq 1$ ) associata al bulbo di ancoraggio. Il software utilizzato, consente di modellare l'interazione con il terreno della struttura, in particolare le spinte statiche e dinamiche delle terre, durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale, in modo da valutare l'evoluzione dello stato deformativo e sollecitativo. La sezione di calcolo considerata è quella parallela al tracciato ferroviario.



## 7.1 Paratia tipo 1

Di seguito si riportano le fasi di calcolo modellate per ciascuna sezione di calcolo:

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali e applicazione carico accidentale;
- **FASE 3:** scavo preliminare per la realizzazione dei tiranti di ancoraggio;
- **FASE 4:** realizzazione dei tiranti di ancoraggio;
- **FASE 5:** scavo finale;
- **FASE 6:** applicazione dell'azione sismica allo SLV:

### FASE 1

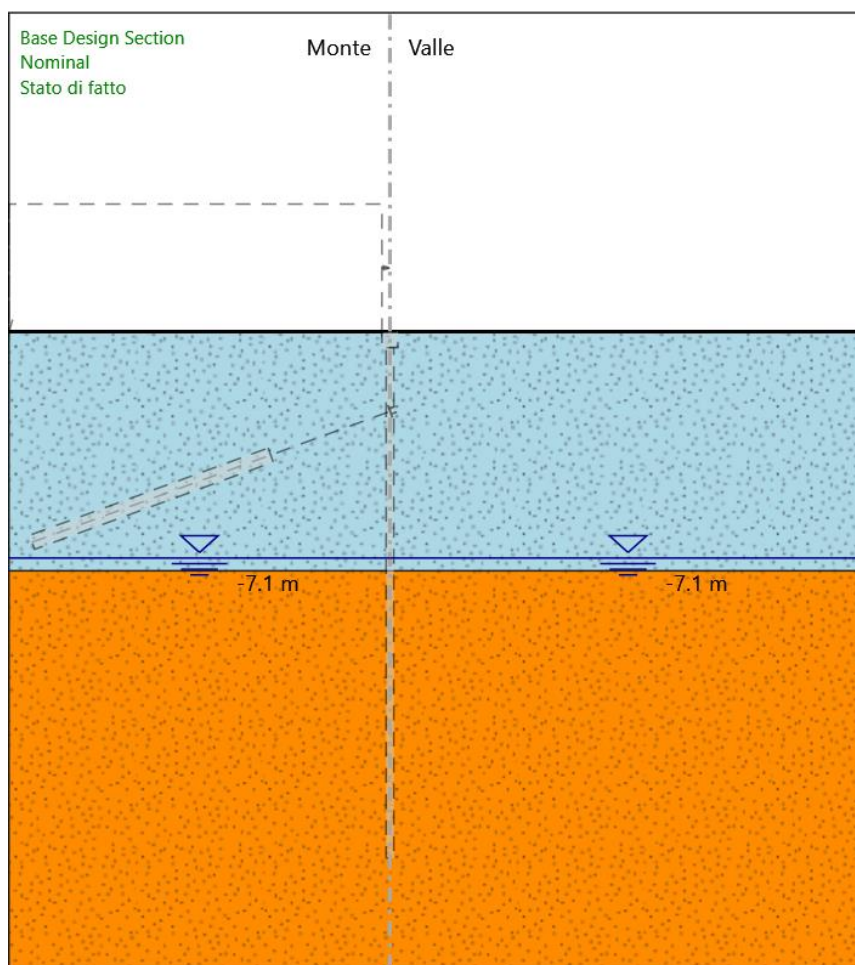


Figura 7-1. Fase 1 – Stato di fatto

FASE 2

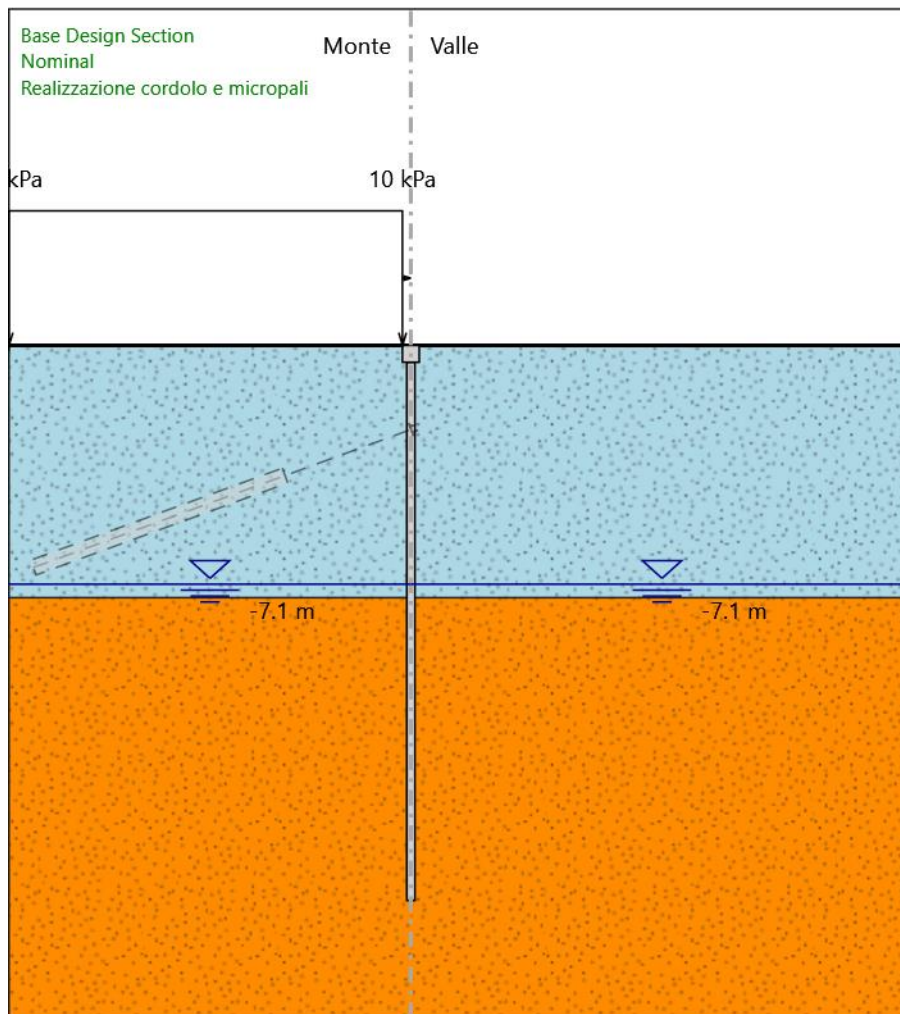


Figura 7-2. Fase 2 - Esecuzione cordolo e micropali e applicazione del carico accidentale

FASE 3

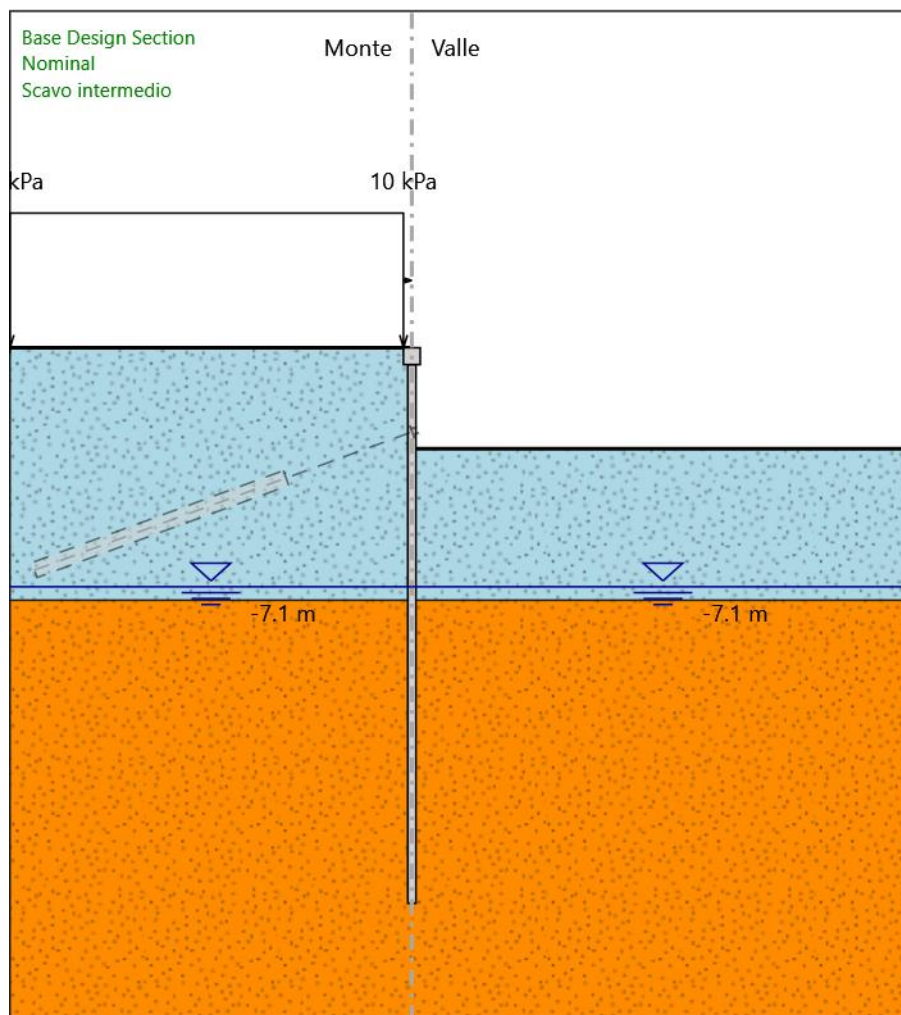


Figura 7-3. Fase 3 -Scavo preliminare per la realizzazione dei tiranti di ancoraggio

FASE 4

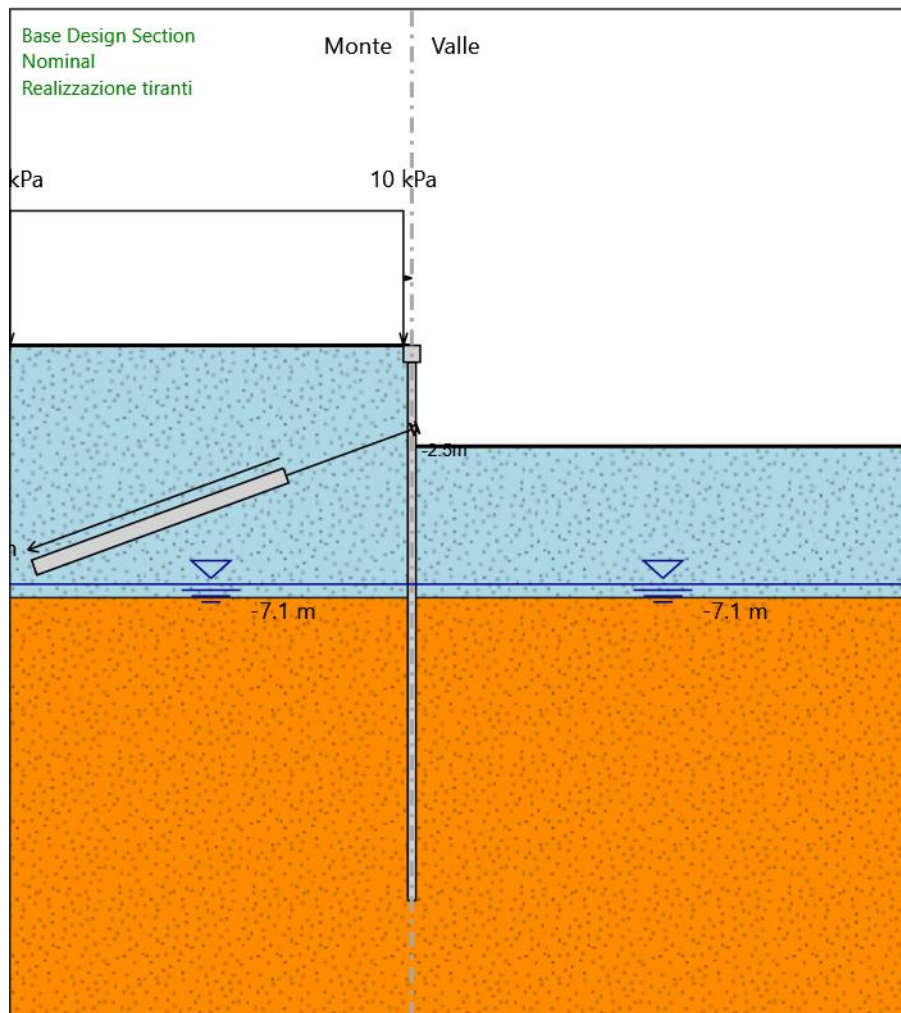


Figura 7-4. Fase 4 – Realizzazione dei tiranti di ancoraggio



FASE 5

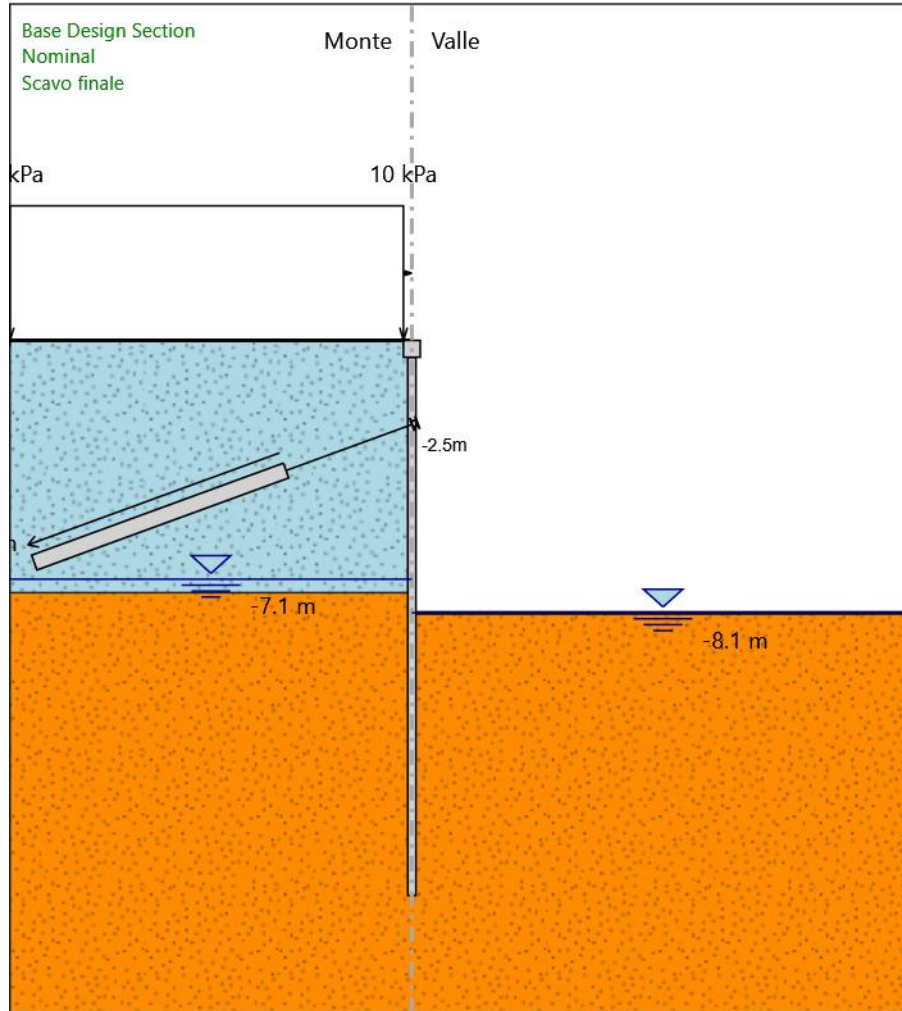


Figura 7-5. Fase 5 – Scavo finale

FASE 6

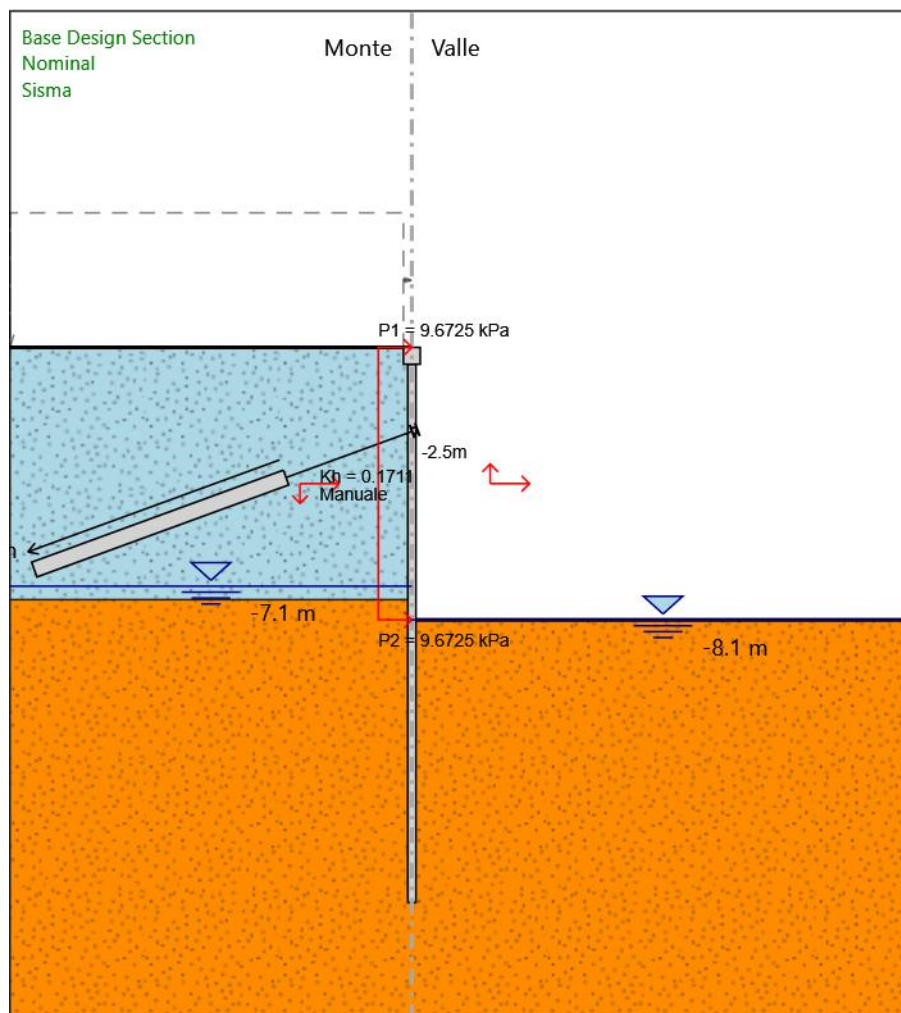


Figura 7-6. Fase 6 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV

## 7.2 Paratia tipo 2

Di seguito si riportano le fasi di calcolo modellate per ciascuna sezione di calcolo:

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali;
- **FASE 3:** scavo preliminare per la realizzazione dei tiranti di ancoraggio;
- **FASE 4:** realizzazione dei tiranti di ancoraggio;
- **FASE 5:** scavo finale;
- **FASE 6:** applicazione dell'azione sismica allo SLV.

### FASE 1

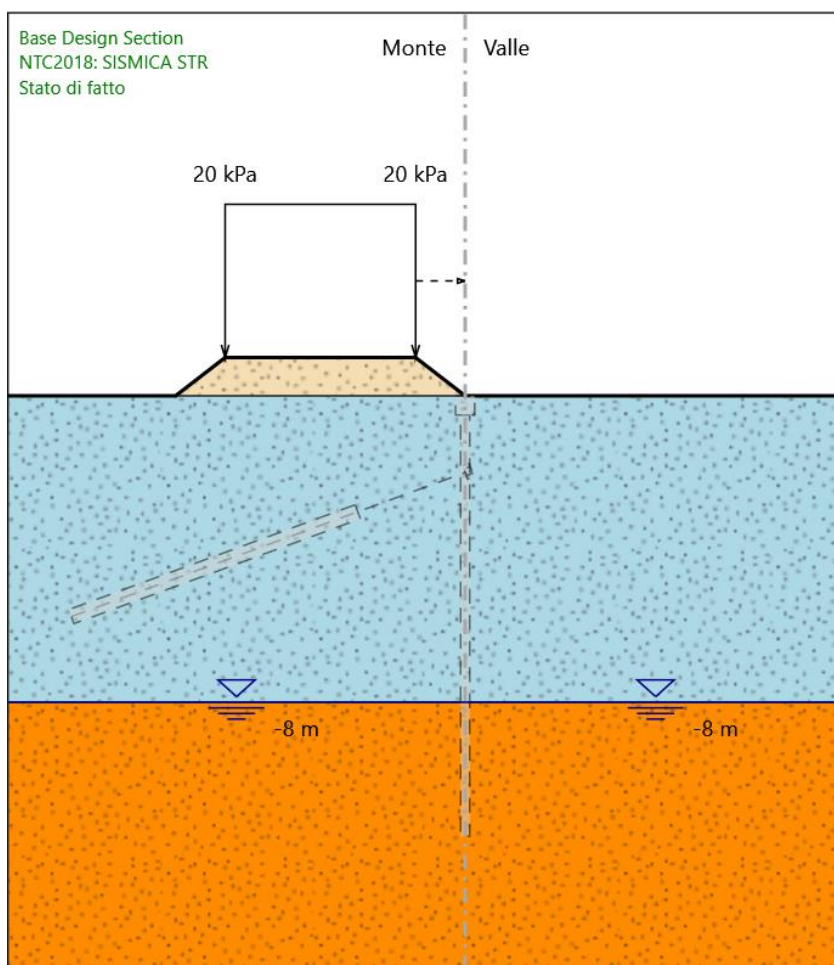


Figura 7-7. Fase 1 – Stato di fatto

FASE 2

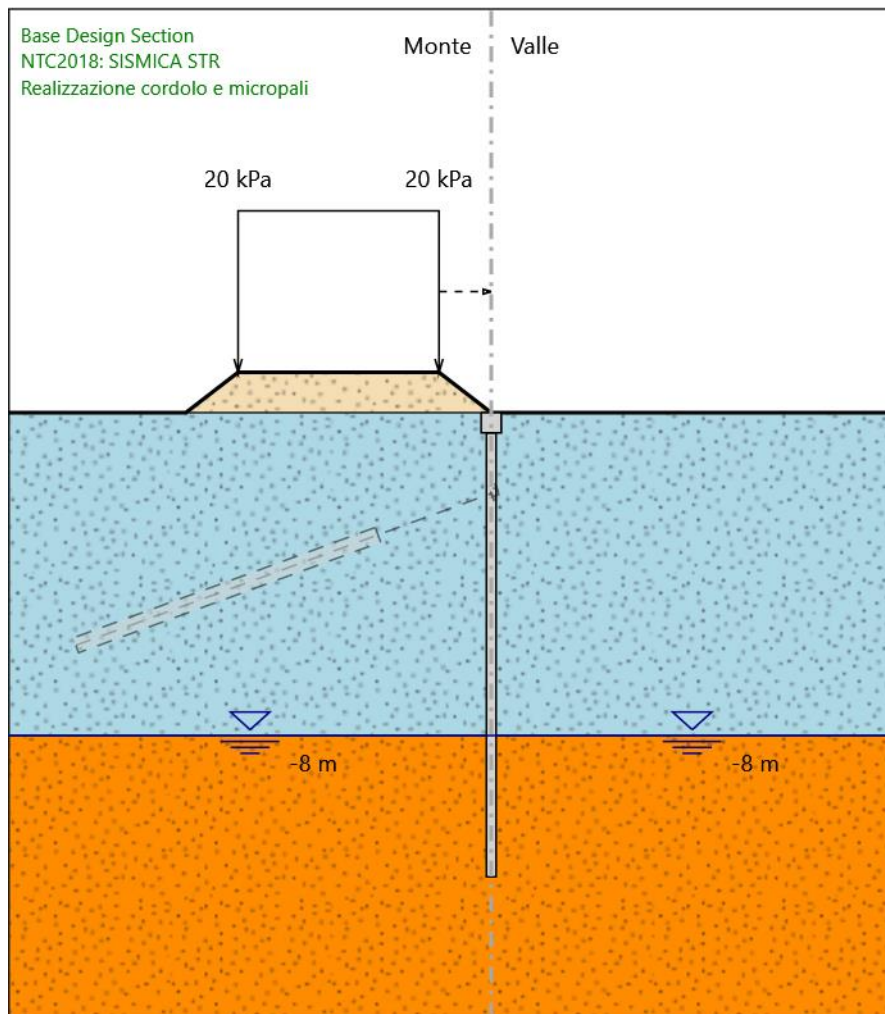


Figura 7-8. Fase 2 - Esecuzione cordolo e micropali



FASE 3

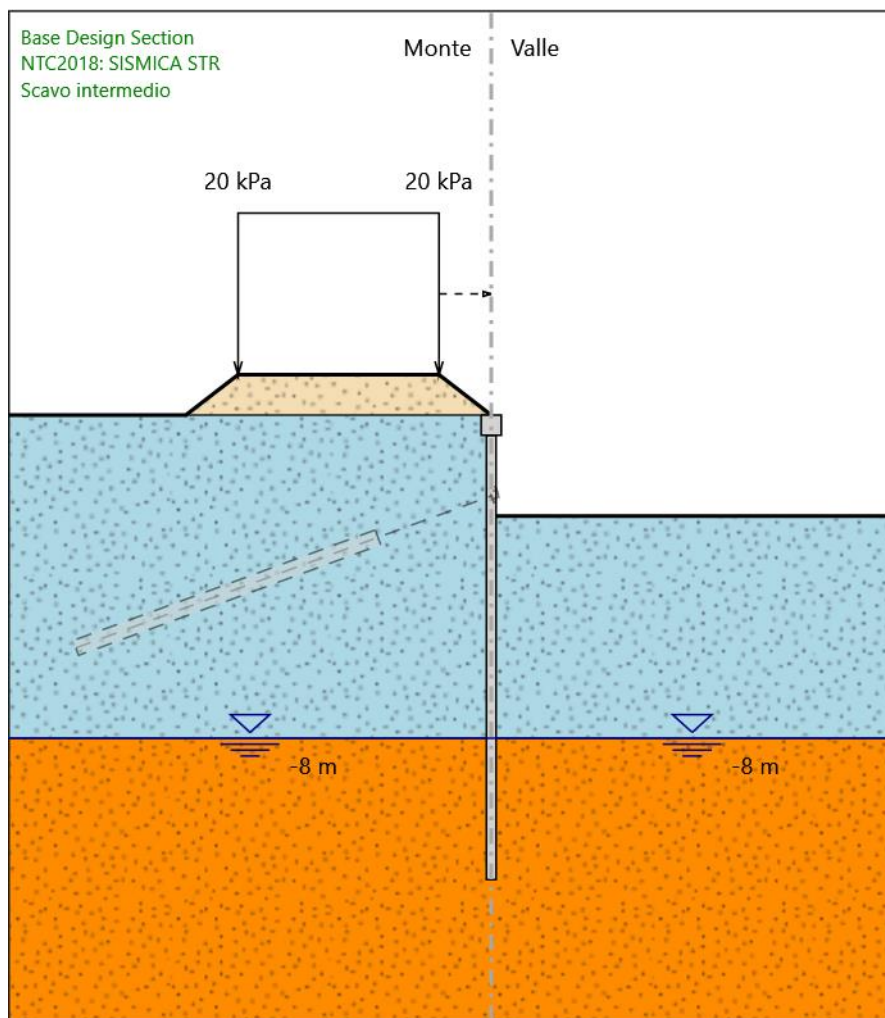


Figura 7-9. Fase 3 -Scavo preliminare per la realizzazione dei tiranti di ancoraggio

FASE 4

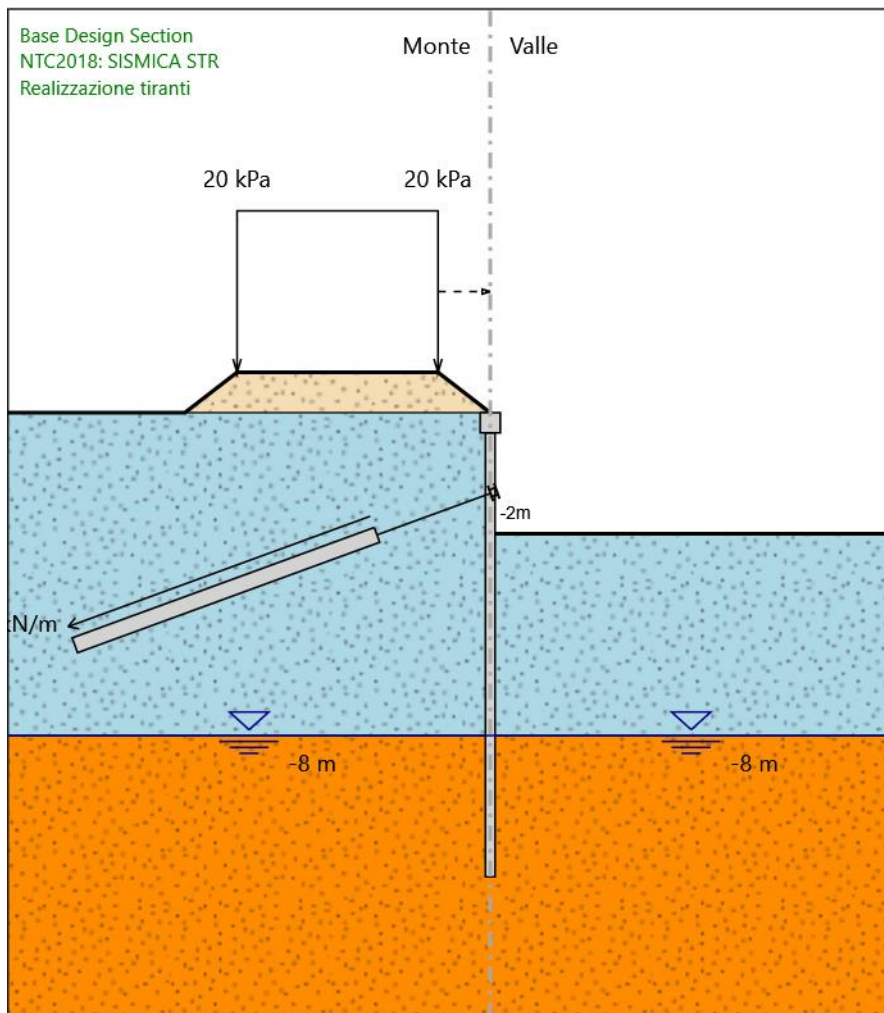


Figura 7-10. Fase 4 – Realizzazione dei tiranti di ancoraggio

FASE 5

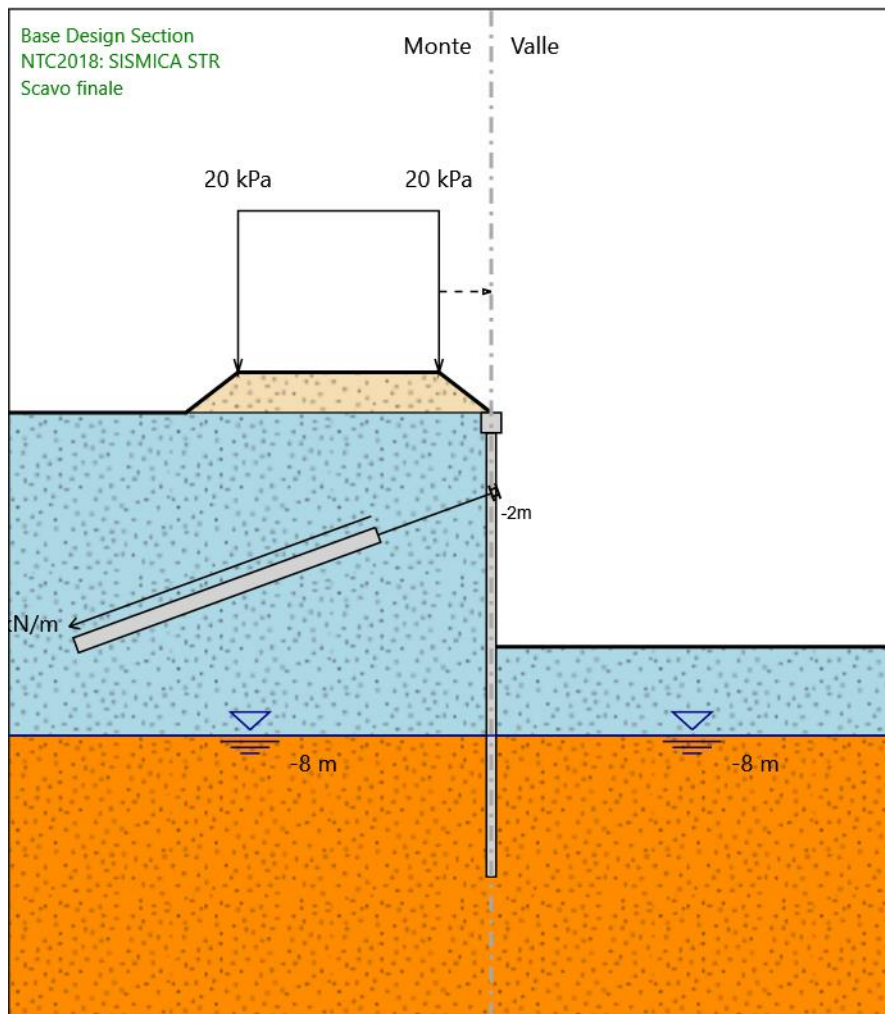


Figura 7-11. Fase 5 – Scavo finale

FASE 6

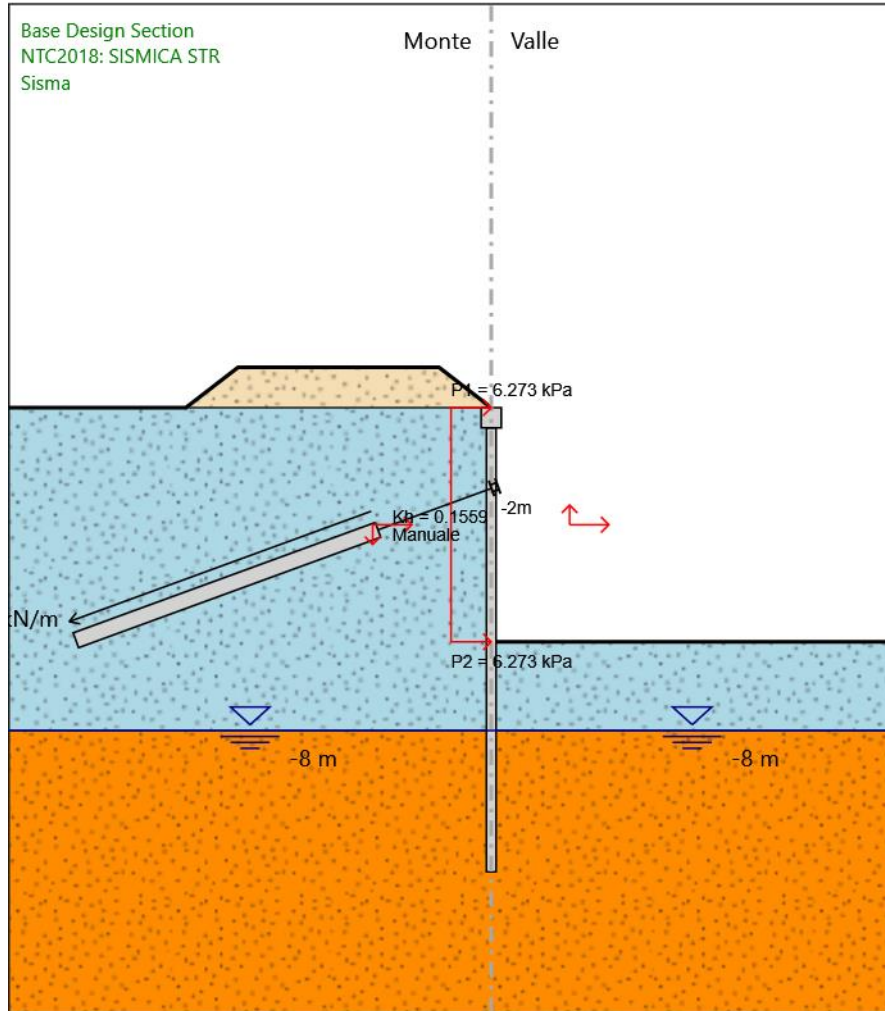


Figura 7-12. Fase 6 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV

### 7.3 Paratia tipo 3

Di seguito si riportano le fasi di calcolo modellate per ciascuna sezione di calcolo:

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali e applicazione carico accidentale;
- **FASE 3:** esecuzione cavalletti;
- **FASE 4:** scavo;
- **FASE 5:** applicazione dell'azione sismica allo SLV.

#### FASE 1

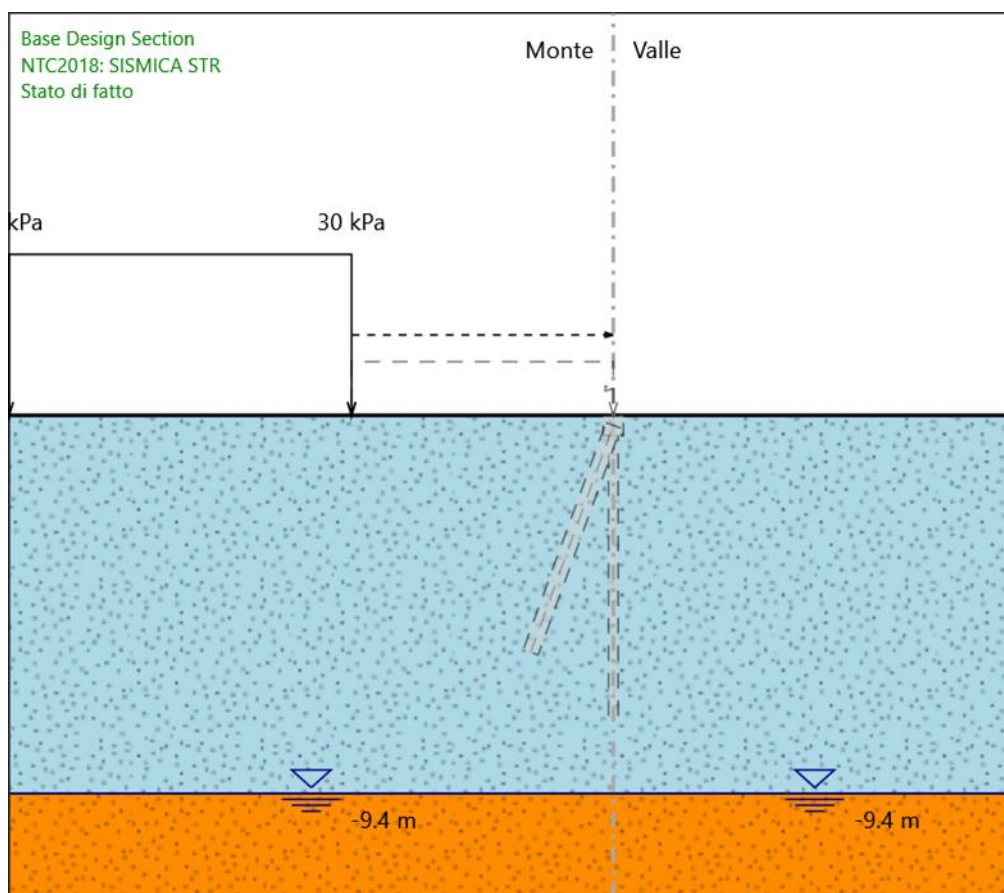


Figura 7-13. Fase 1 – Stato di fatto



FASE 2

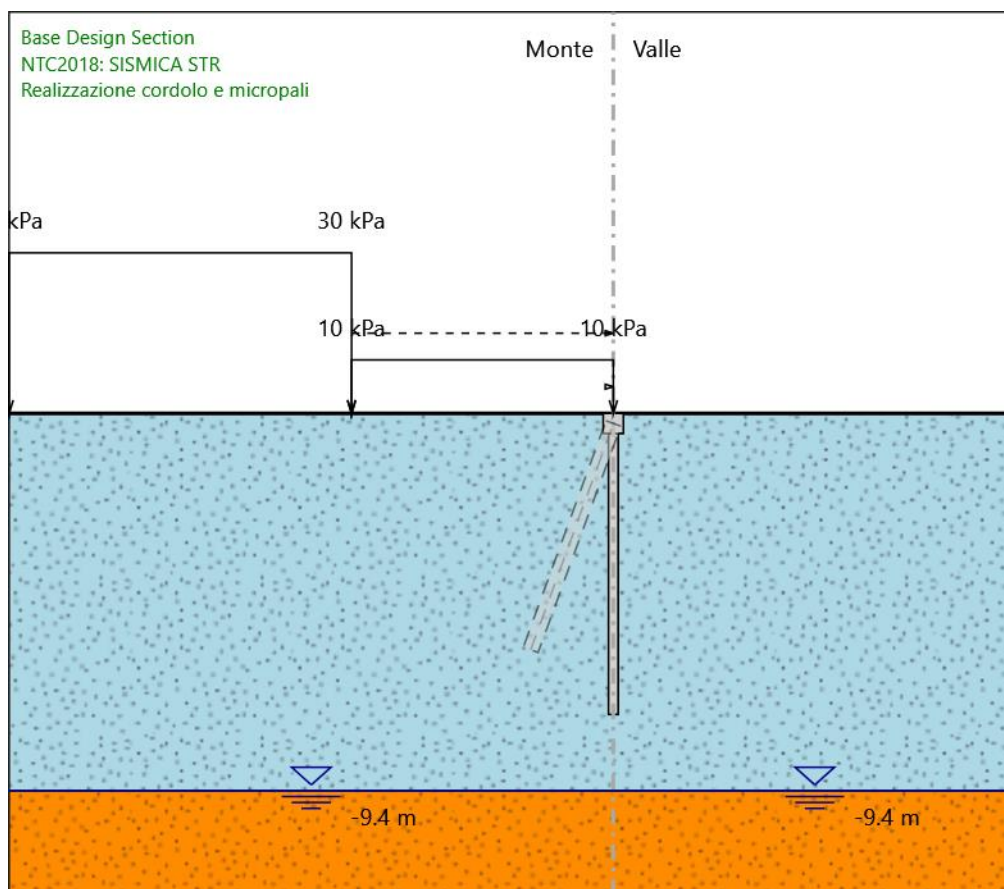


Figura 7-14. Fase 2 - Esecuzione cordolo e micropali e applicazione carico accidentale

FASE 3

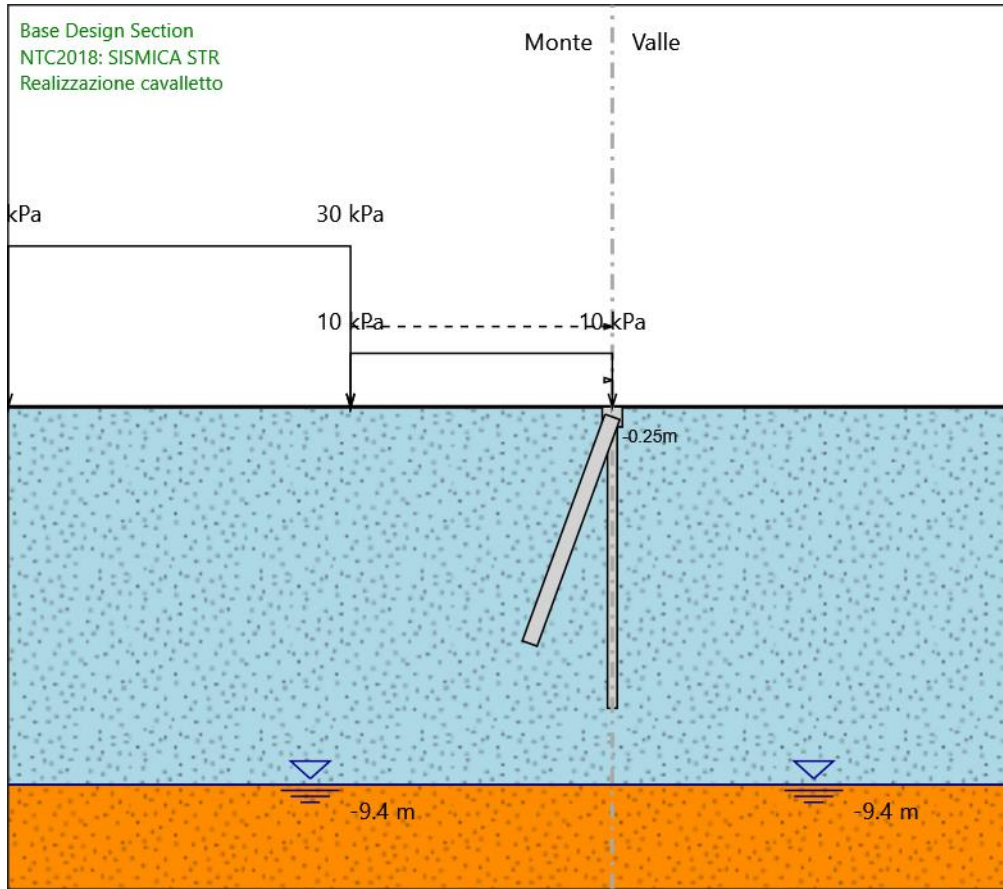


Figura 7-15. Fase 3 – Esecuzione cavalletti

FASE 4

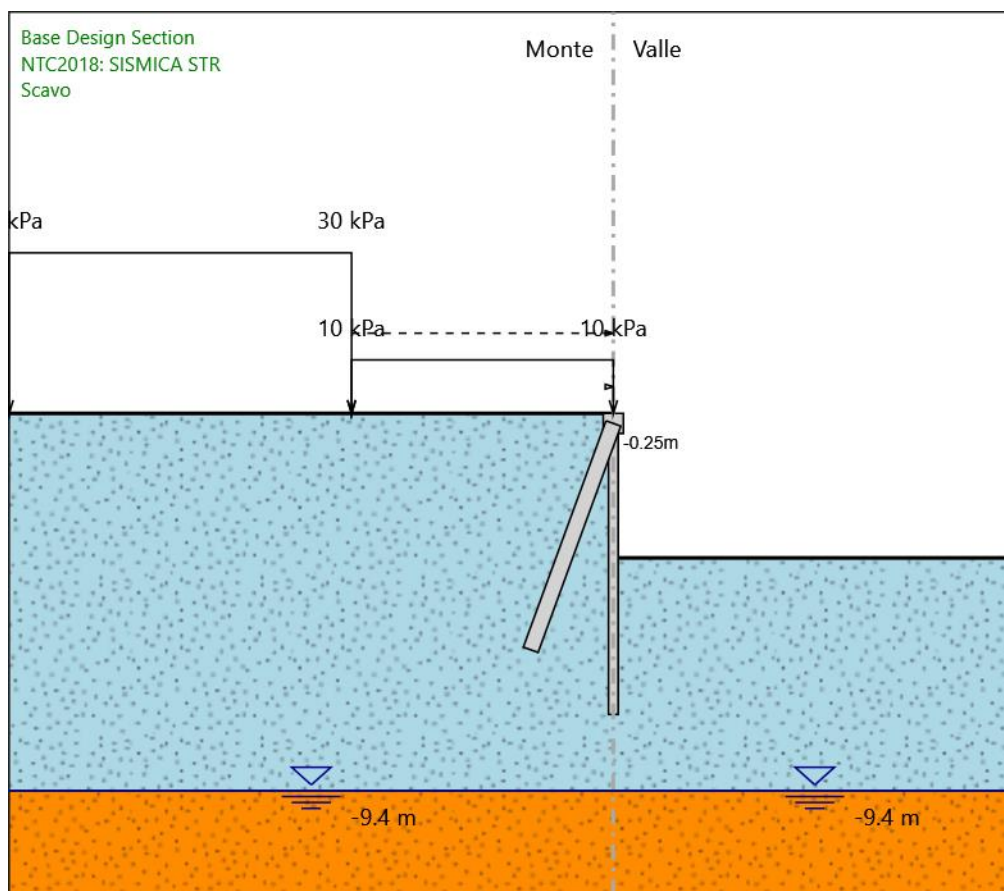


Figura 7-16. Fase 4 – Scavo



FASE 5

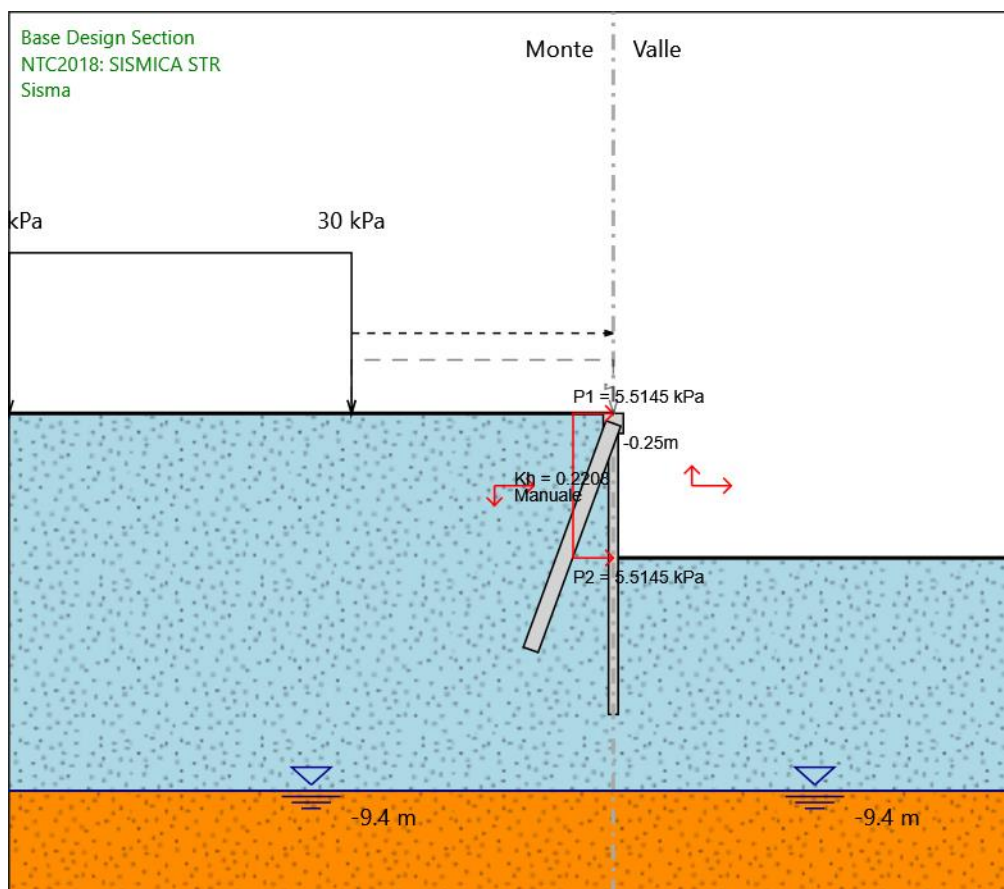


Figura 7-17. Fase 5 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV

## 7.4 Paratia tipo 4

Di seguito si riportano le fasi di calcolo modellate per ciascuna sezione di calcolo:

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali;
- **FASE 3:** scavo;
- **FASE 4:** applicazione dell'azione sismica allo SLV.

### FASE 1

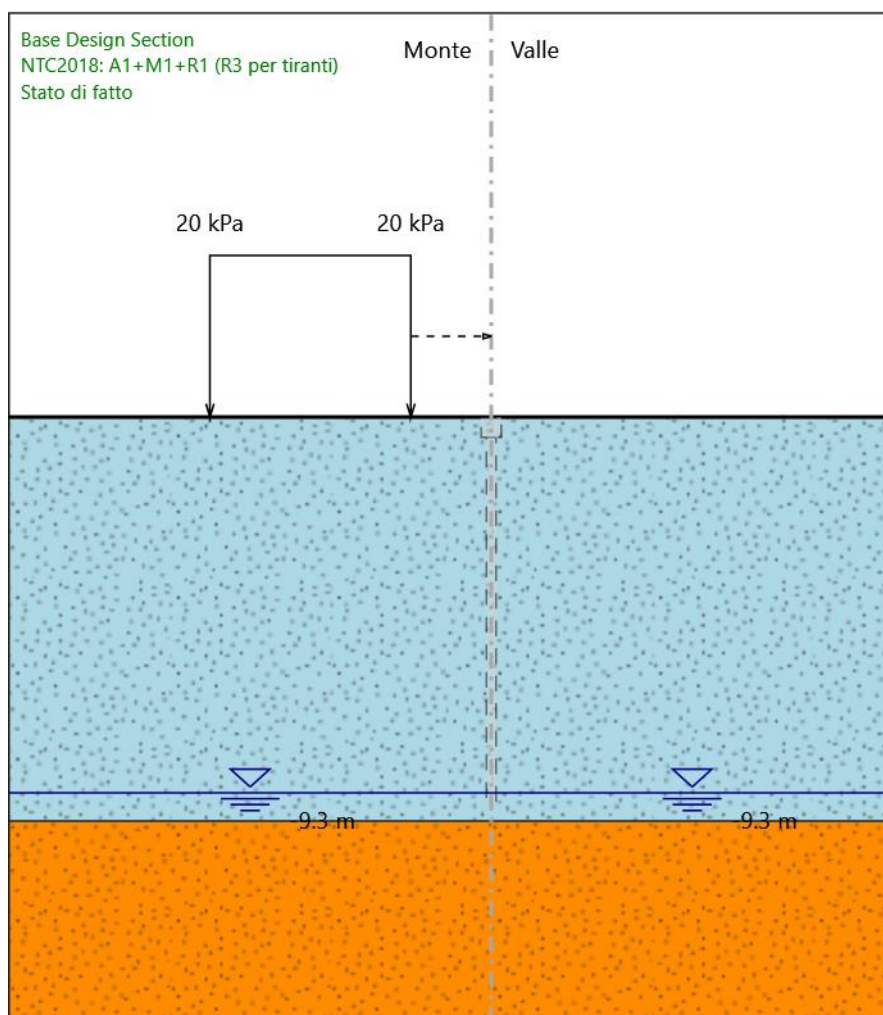


Figura 7-18. Fase 1 – Stato di fatto

FASE 2

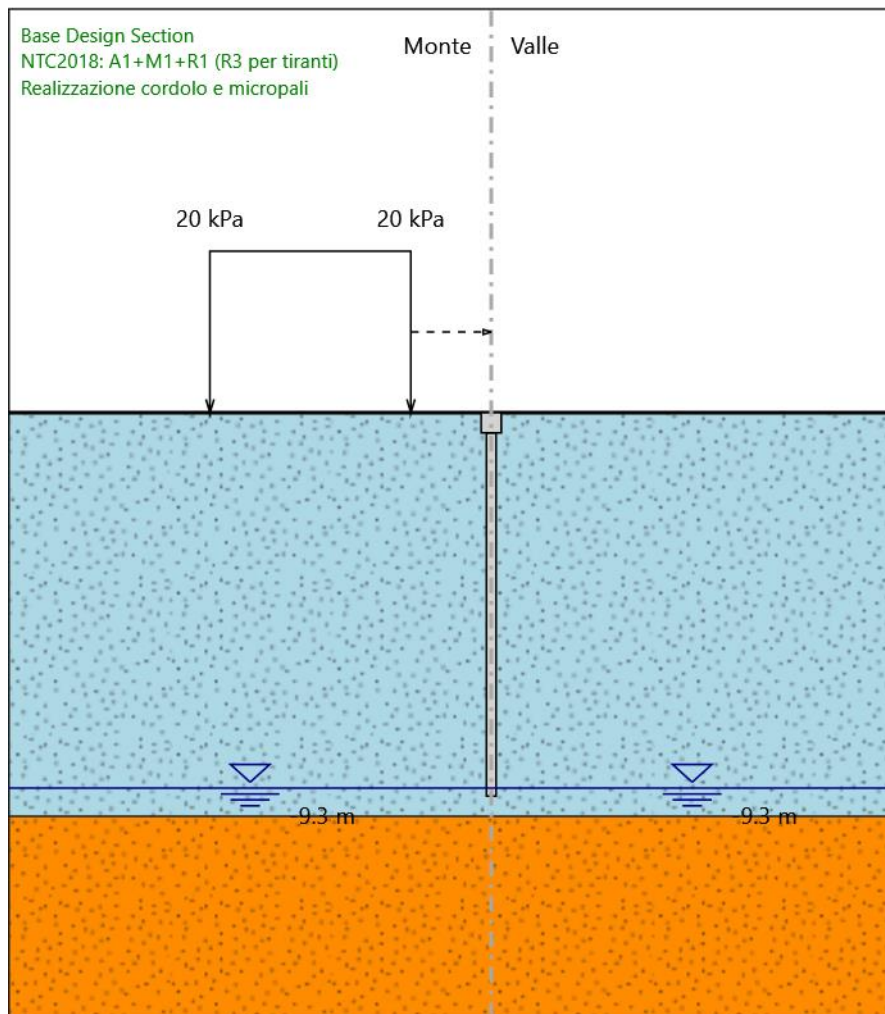


Figura 7-19. Fase 2 - Esecuzione cordolo e micropali

FASE 3

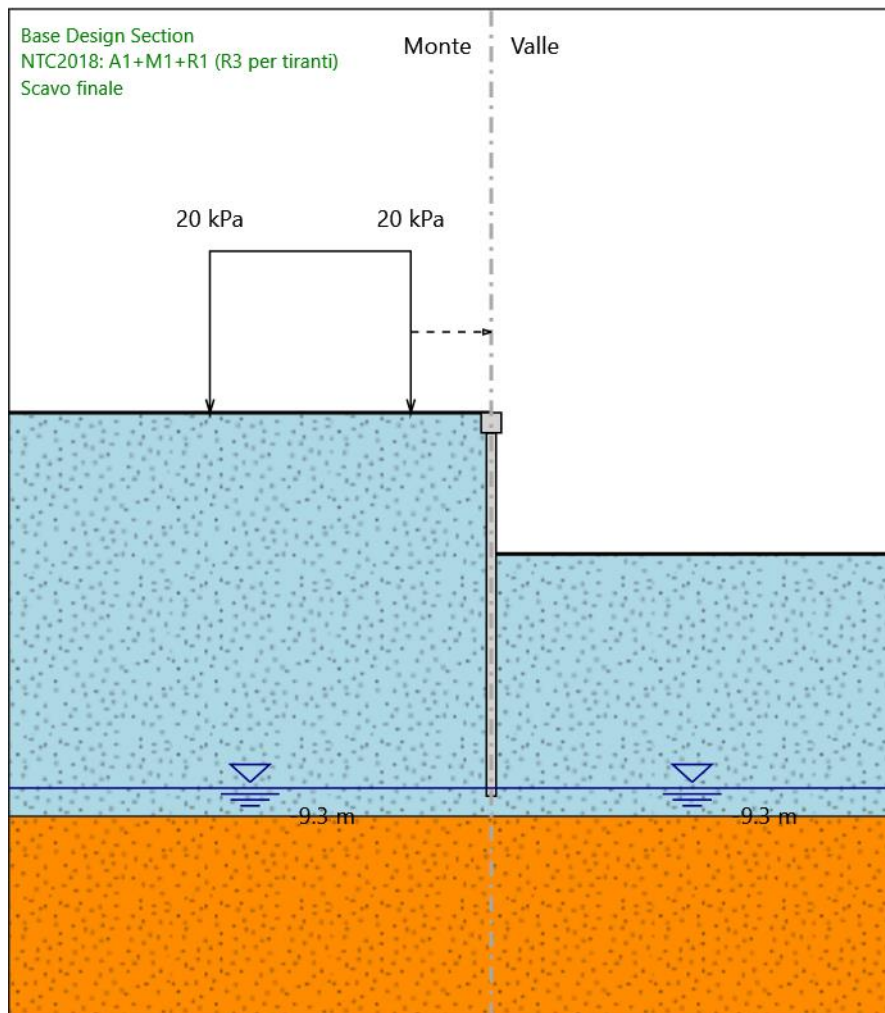


Figura 7-20. Fase 3 – Scavo

FASE 4

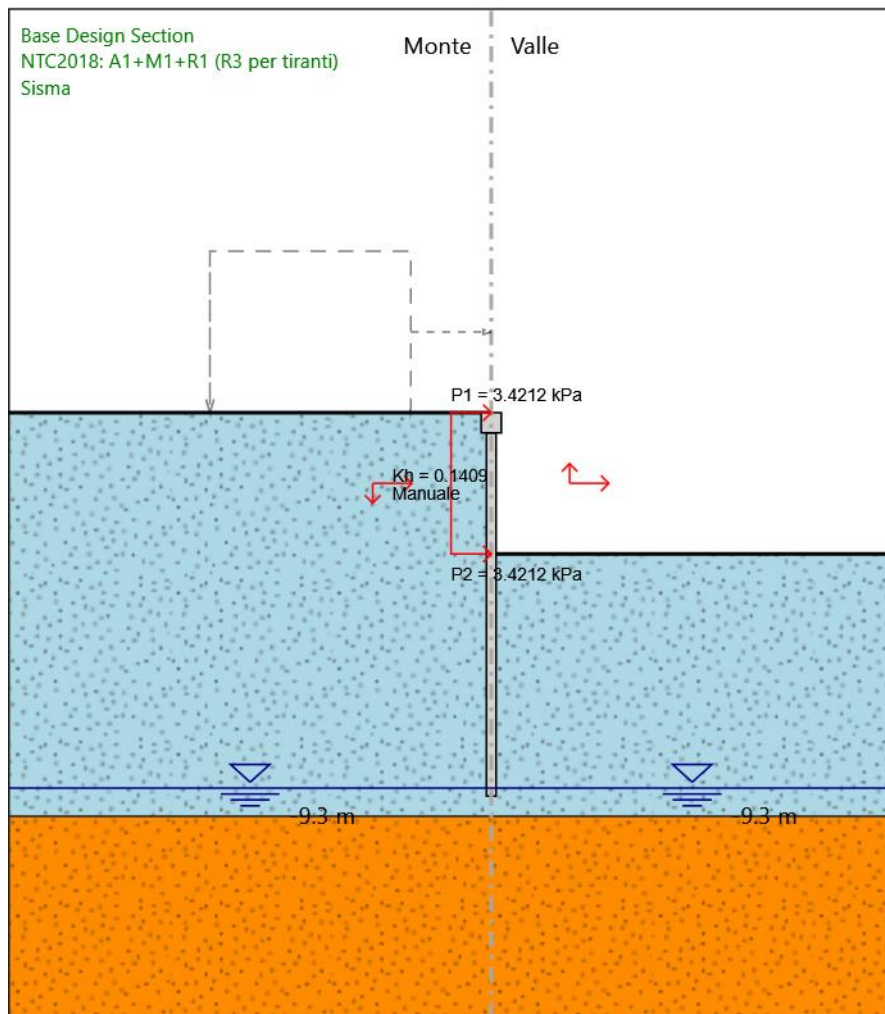


Figura 7-21. Fase 4 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV



## 8 ANALISI DEI CARICHI

### 8.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio degli elementi strutturali viene calcolato considerando per il c.a.  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ . Il peso proprio viene automaticamente calcolato dai software di calcolo in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

### 8.2 Spinta delle terre

L'entità della spinta delle terre sull'opera è determinata fase per fase dal software di calcolo, a partire da condizioni iniziali di spinta a riposo.

### 8.3 Altri carichi permanenti

Per la parati tipo 3 è stato applicato sul terreno a monte della paratia un carico distribuito di  $30 \text{ kN/m}^2$  per considerare la presenza del fabbricato adiacente all'opera.

### 8.4 Carichi accidentali da traffico

Per le paratie tipo 1 e 3, è stato assunto un carico da traffico di  $10 \text{ kN/m}^2$  dovuto ai mezzi di cantiere, mentre per le paratie tipo 2 e 4 è stato considerato un carico da traffico di  $20 \text{ kN/m}^2$  dovuto alla viabilità adiacente.

### 8.5 Azioni sismiche

L'azione sismica è stata individuata in accordo con le normative vigenti sulla base dei seguenti parametri riportati al Capitolo 6 della presente relazione.

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

In base alle accelerazioni massime attese sul sito in esame si valutano, alla luce dei parametri valutati sopra nella condizione di SLV., i coefficienti di intensità sismica da utilizzarsi nelle analisi pseudo statiche, con le espressioni che seguono.

$$k_h = a_g / g \cdot S_s \cdot S_T \cdot \alpha \cdot \beta \qquad k_v = 0.5 \cdot k_h$$

Nella precedente espressione, i coefficienti  $\beta$  e  $\alpha$  assumono i valori desunti dalle Figg. 7.11.2 e 7.11.3 delle NTC.

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

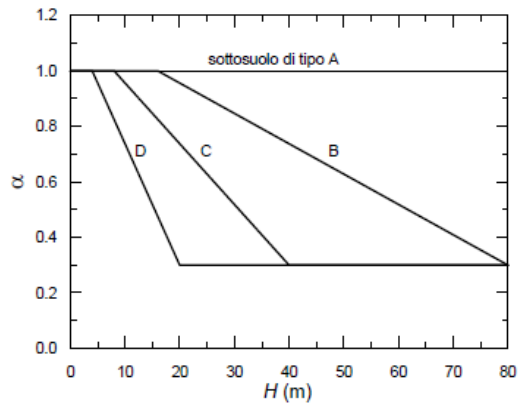


Fig. 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

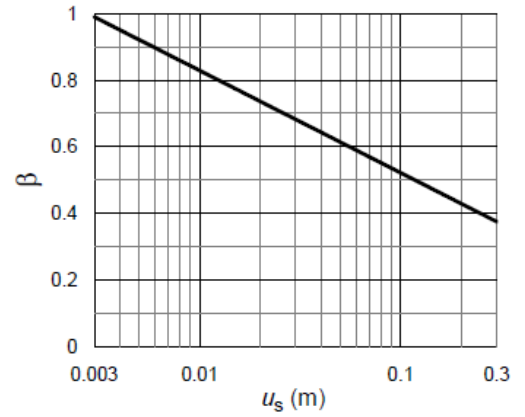


Fig. 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$

## 9 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche strutturali e geotecniche dei micropali e dei tiranti sono eseguite tramite PARATIE PLUS. Per le paratie tipo 1 e 2, le verifiche sono effettuate in condizioni drenate e non drenate in quanto l'opera intercetta il terreno a grana fine denominato "unità Bi1".



## 10 SINTESI RISULTATI

### 10.1 Paratia tipo 1

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo.

#### 10.1.1 Condizioni non drenate

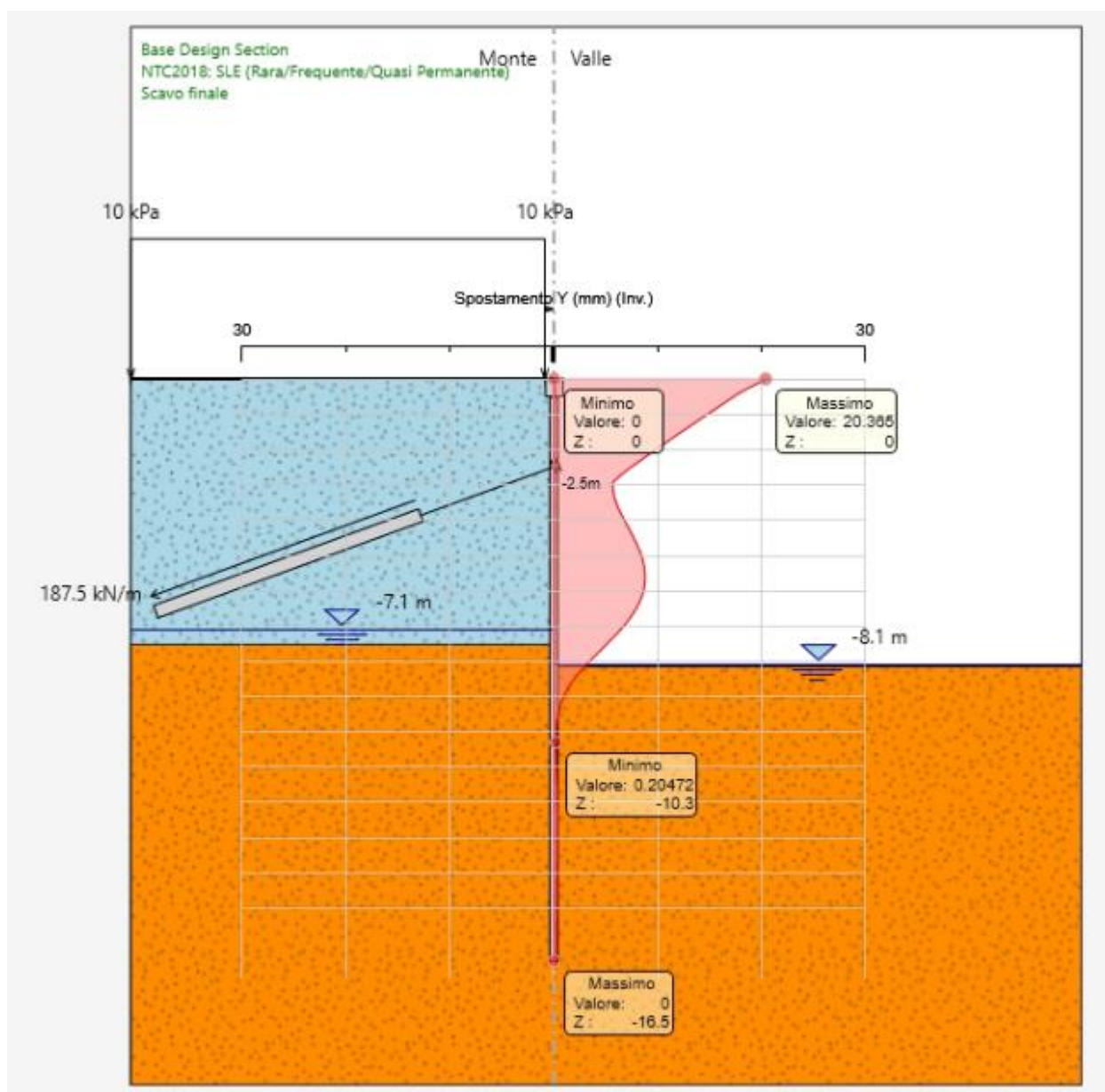


Figura 10-1. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 20.37 mm)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

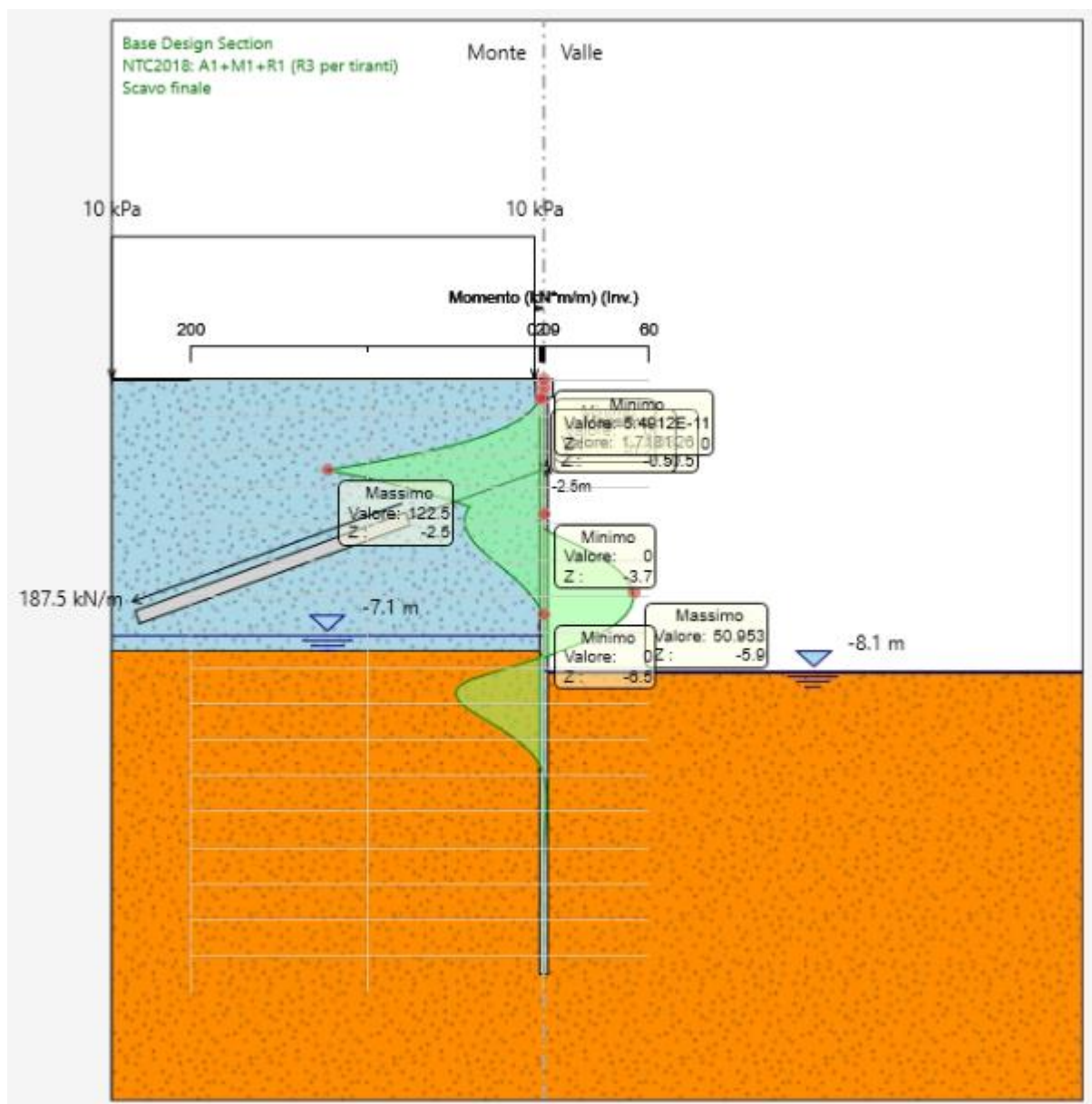


Figura 10-2. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 122.50 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

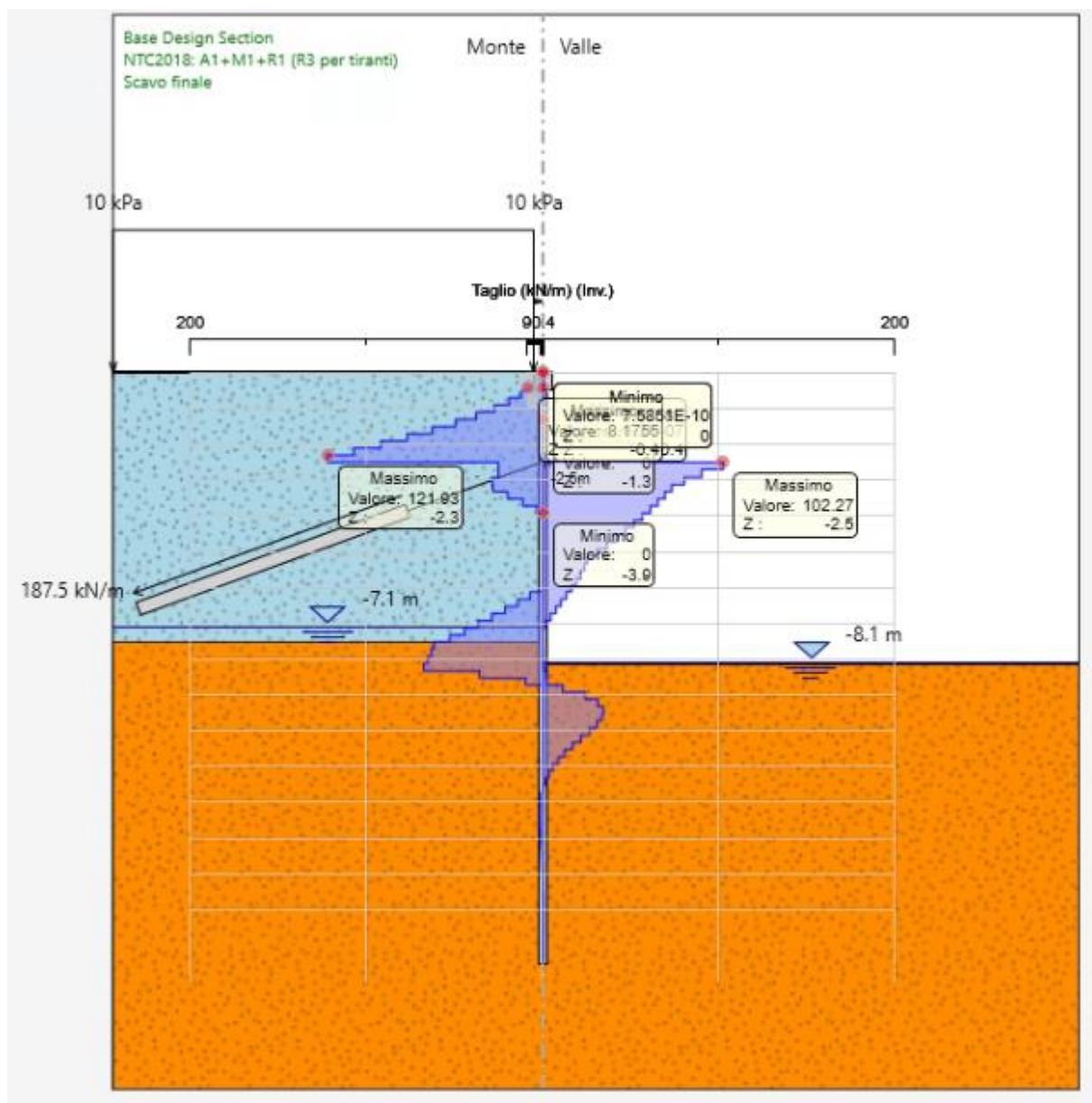


Figura 10-3. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 121.93 kN/m)



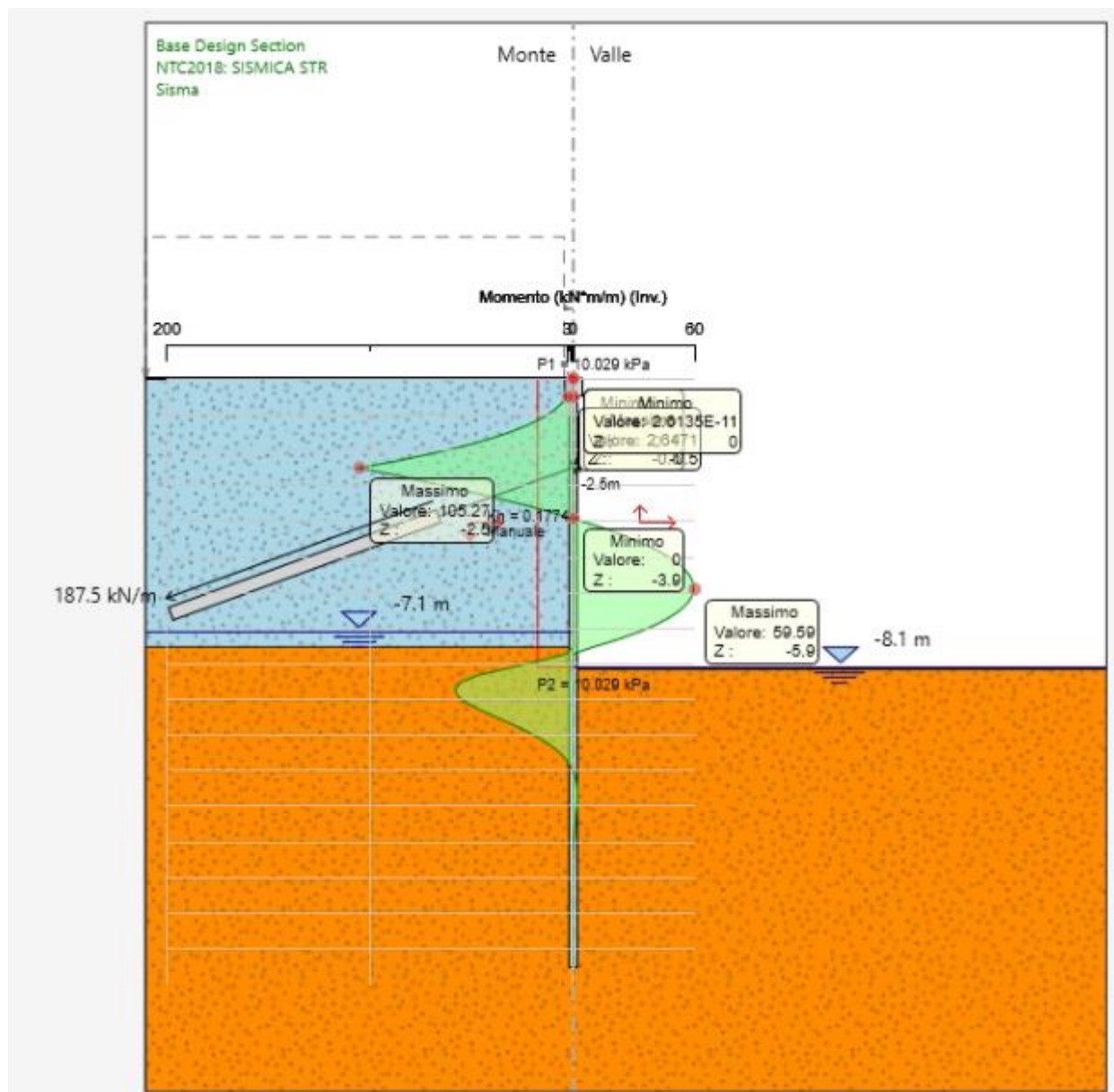


Figura 10-4. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 105.23 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

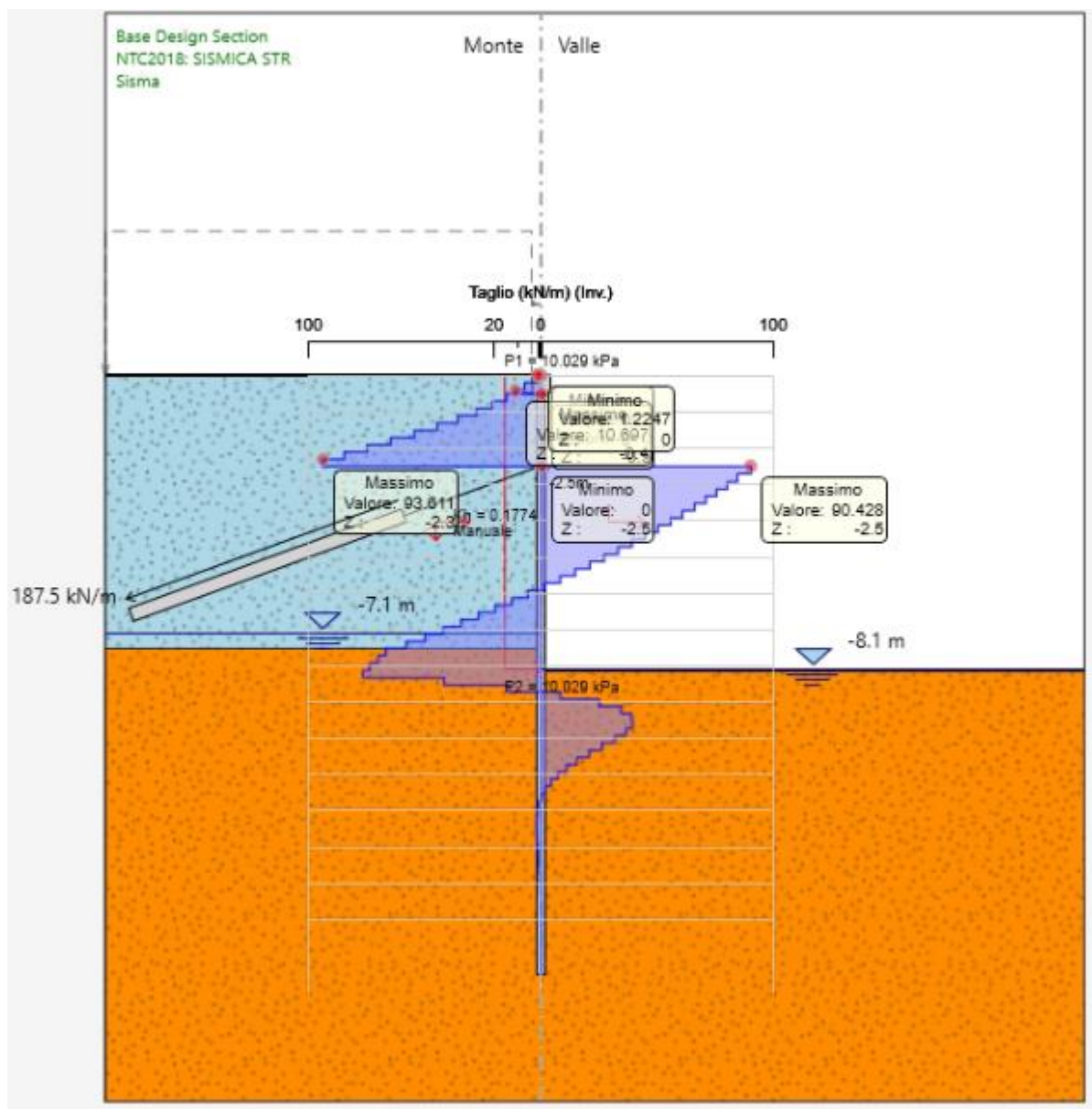


Figura 10-5. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 92.81 kN/m)

10.1.2 Condizioni drenate

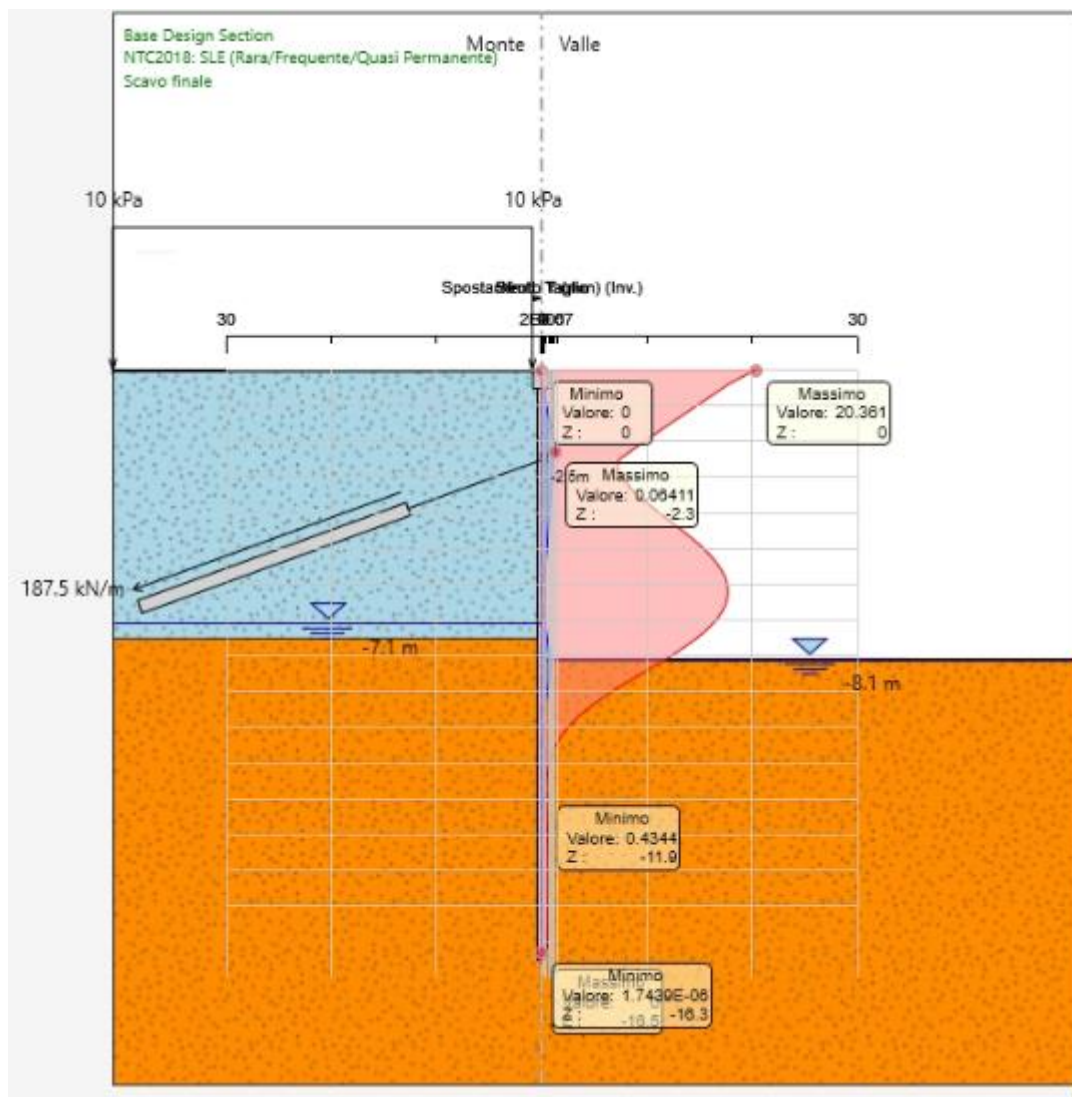


Figura 10-6. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 20.36 mm)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

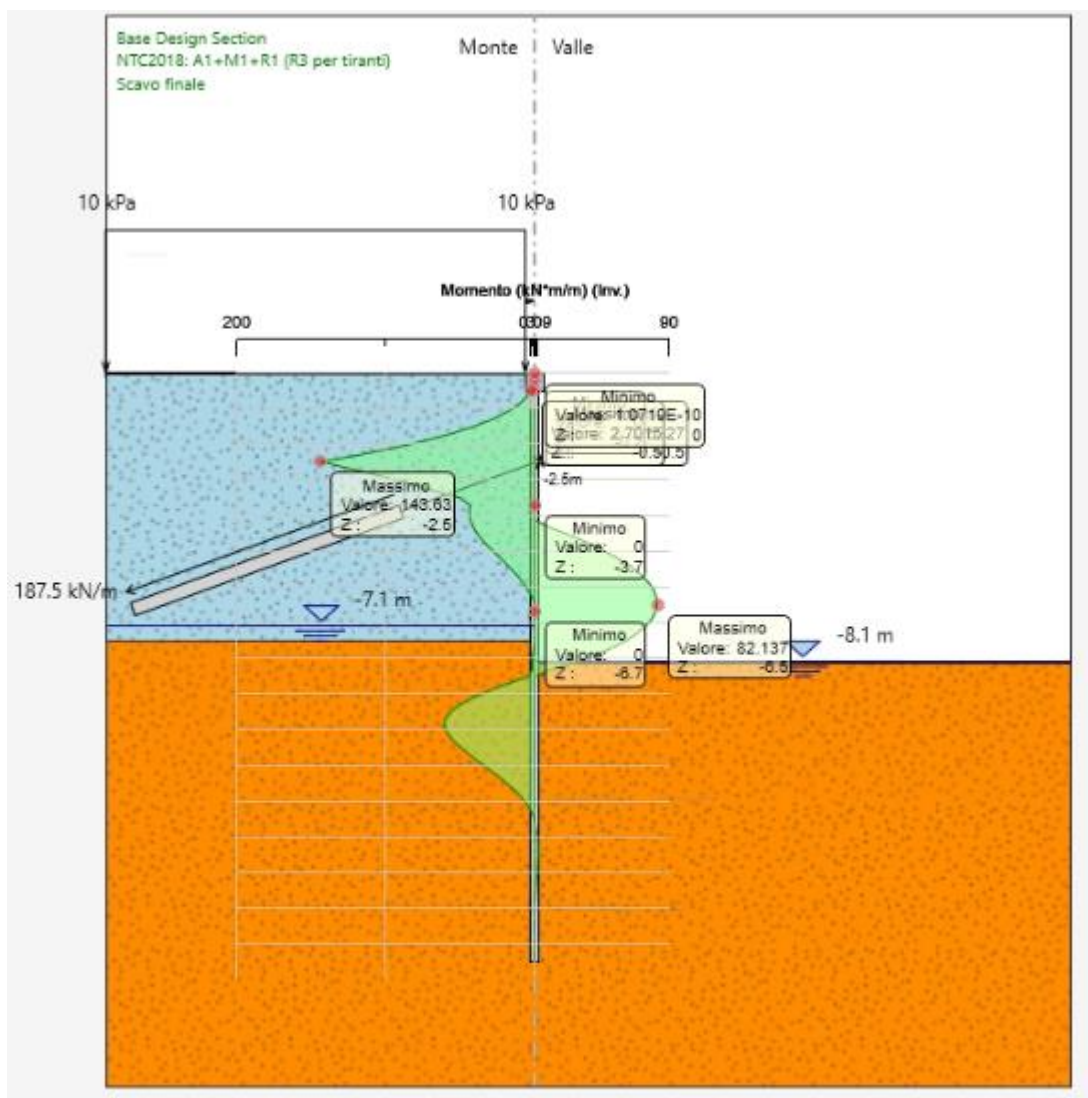


Figura 10-7. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 143.63 kNm/m)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

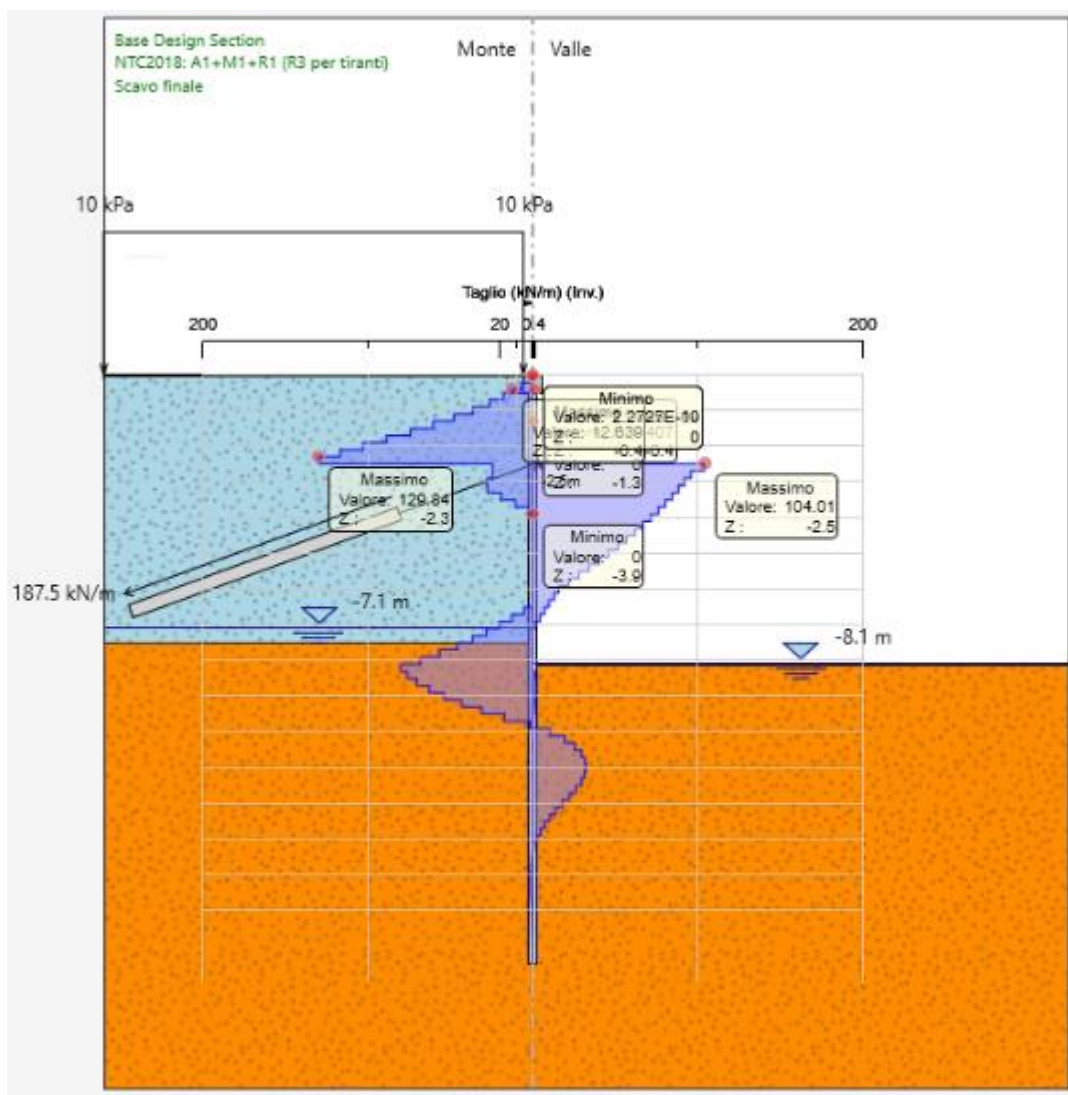


Figura 10-8. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 129.84 kN/m)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

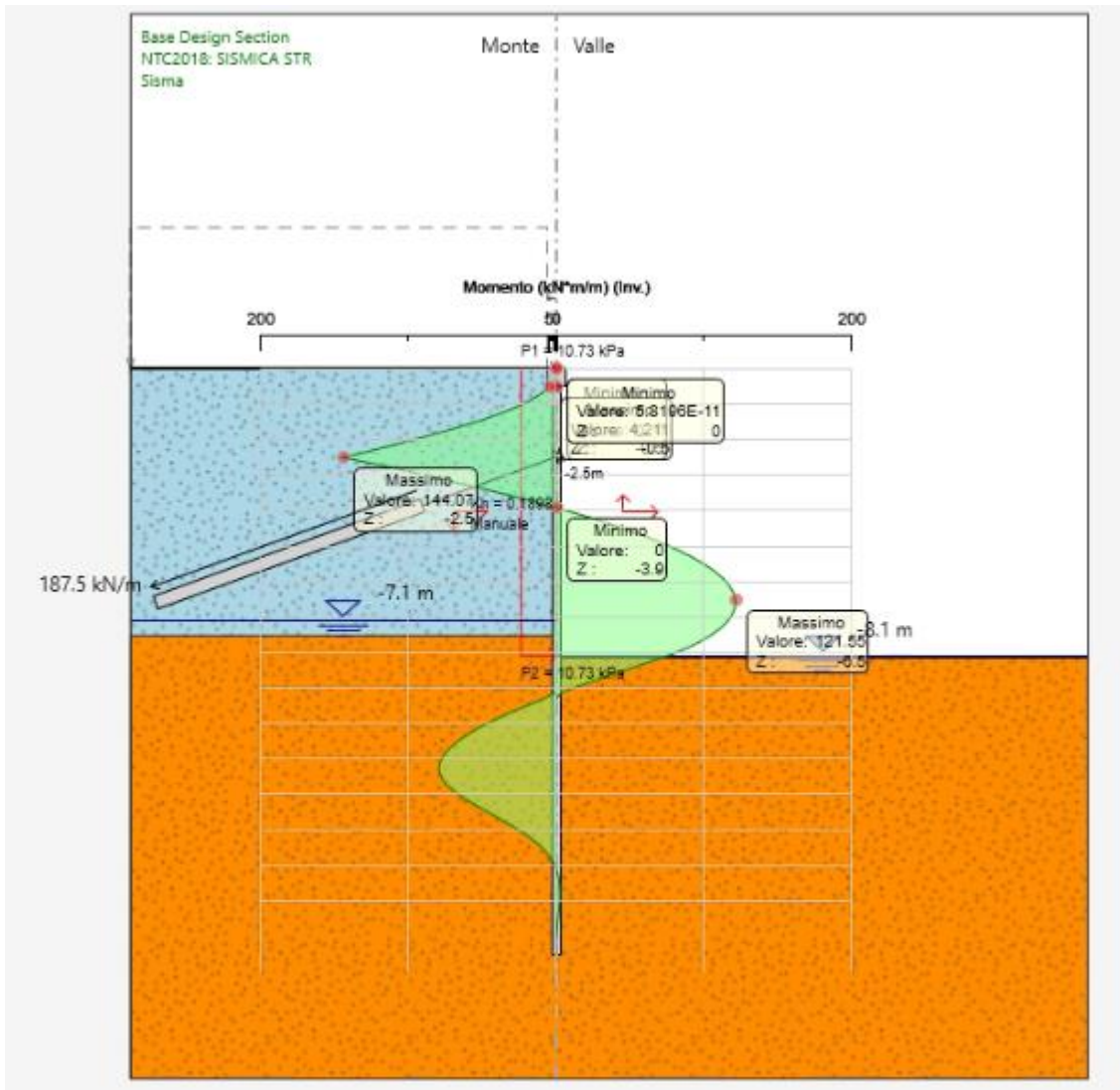


Figura 10-9. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 144.03 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

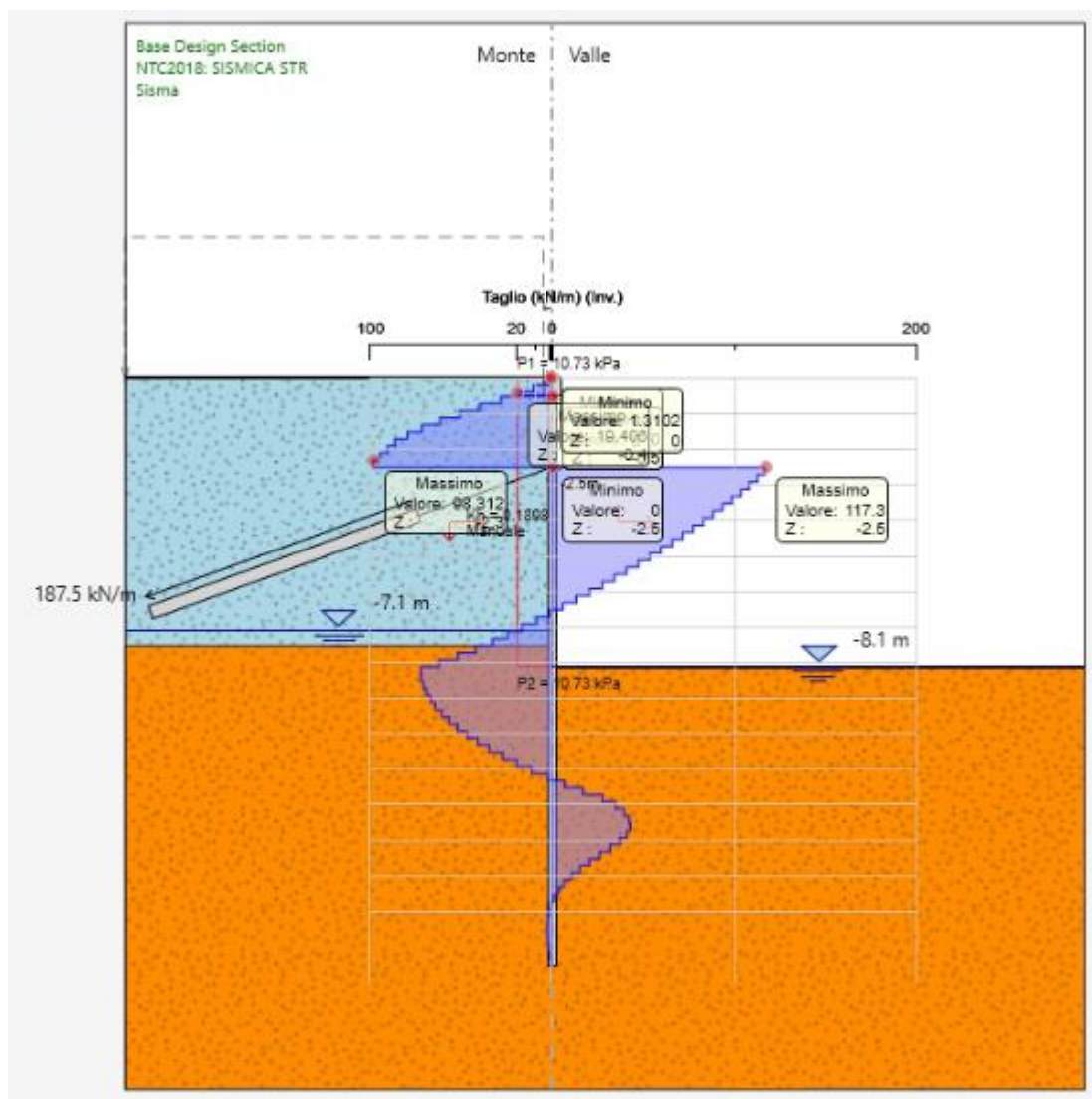


Figura 10-10. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 117.30 kN/m)

## 10.2 Paratia tipo 2

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo.

### 10.2.1 Condizioni non drenate

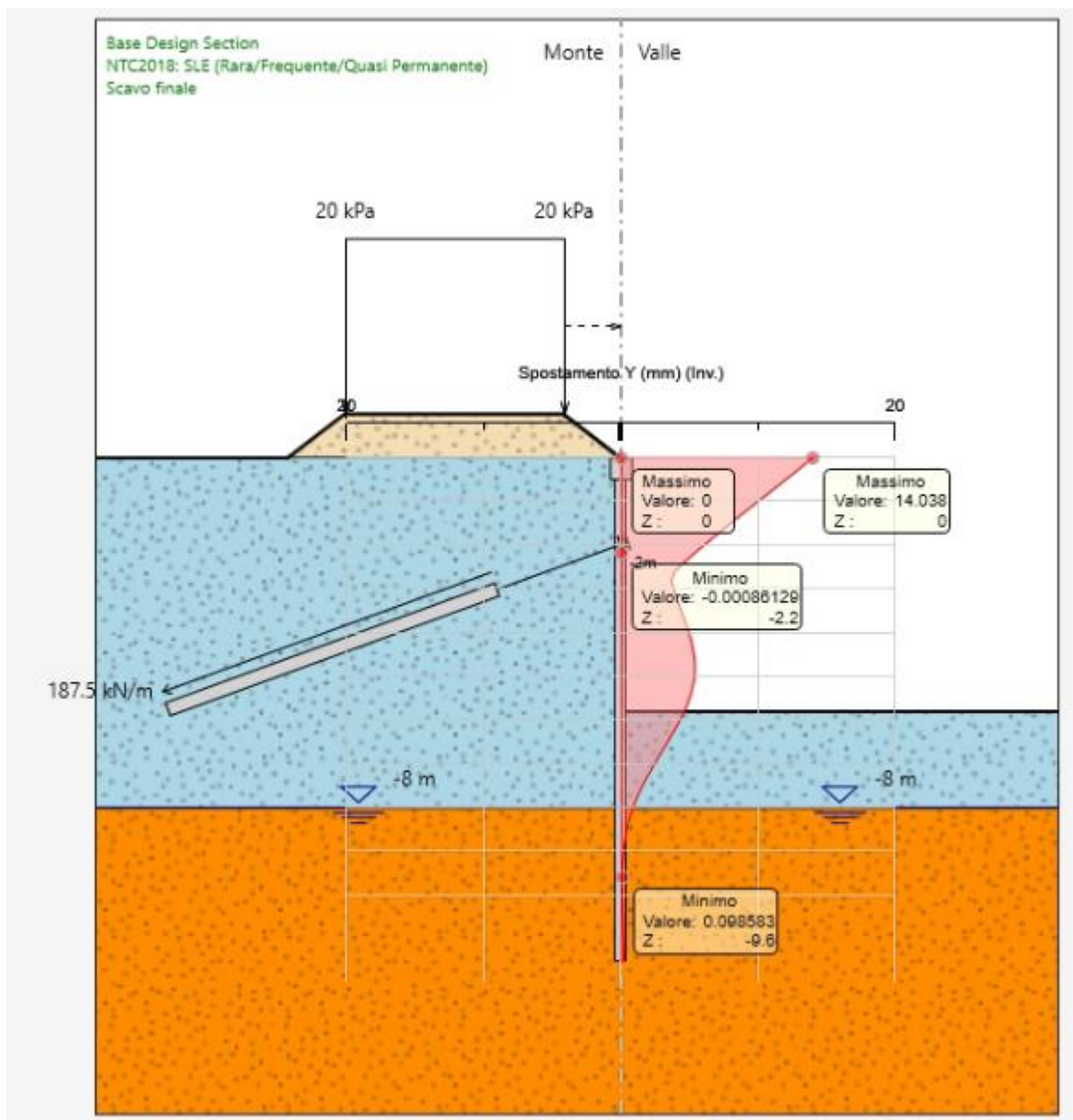


Figura 10-11. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 14.04 mm)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

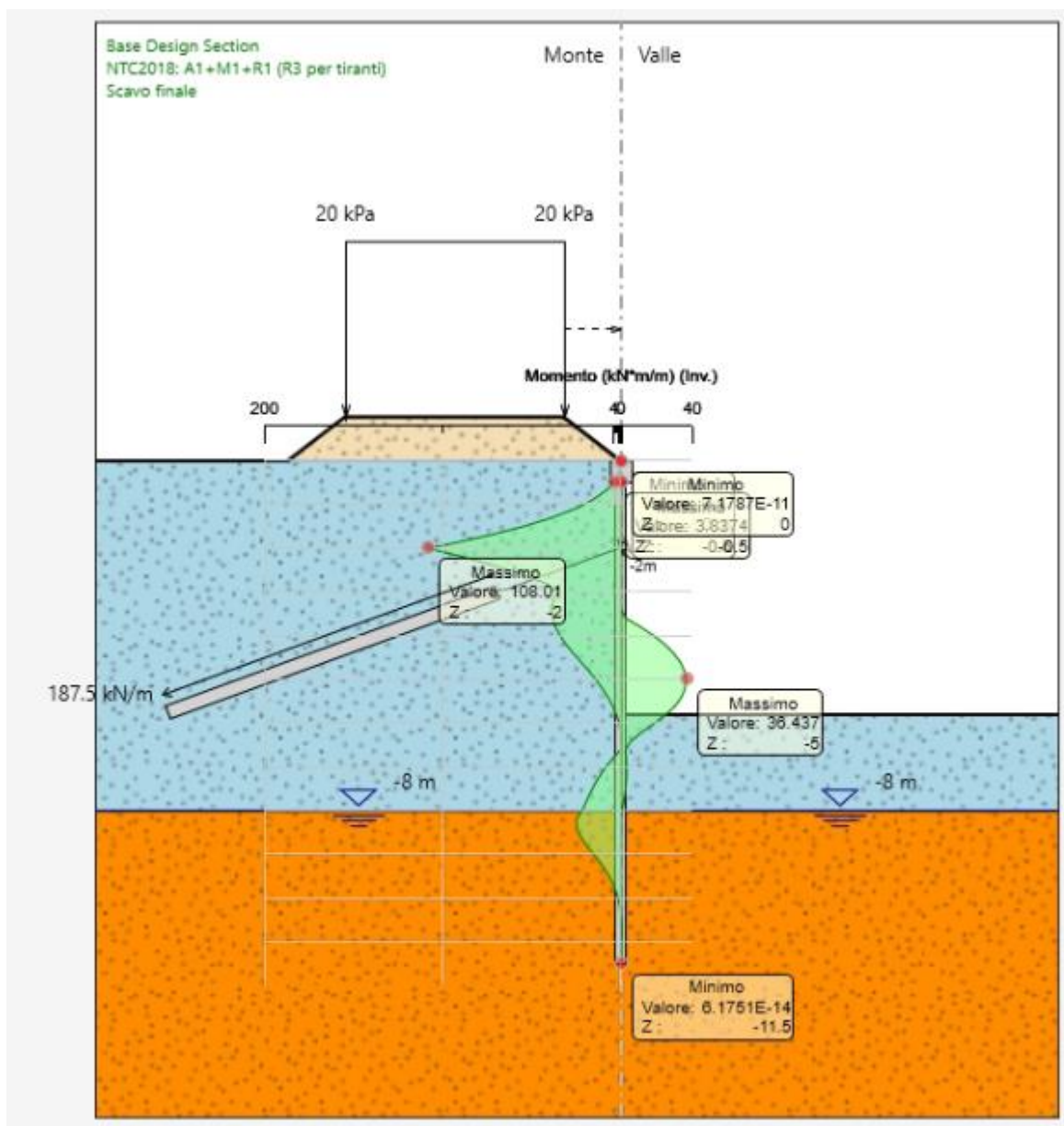


Figura 10-12. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 108.01 kNm/m)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

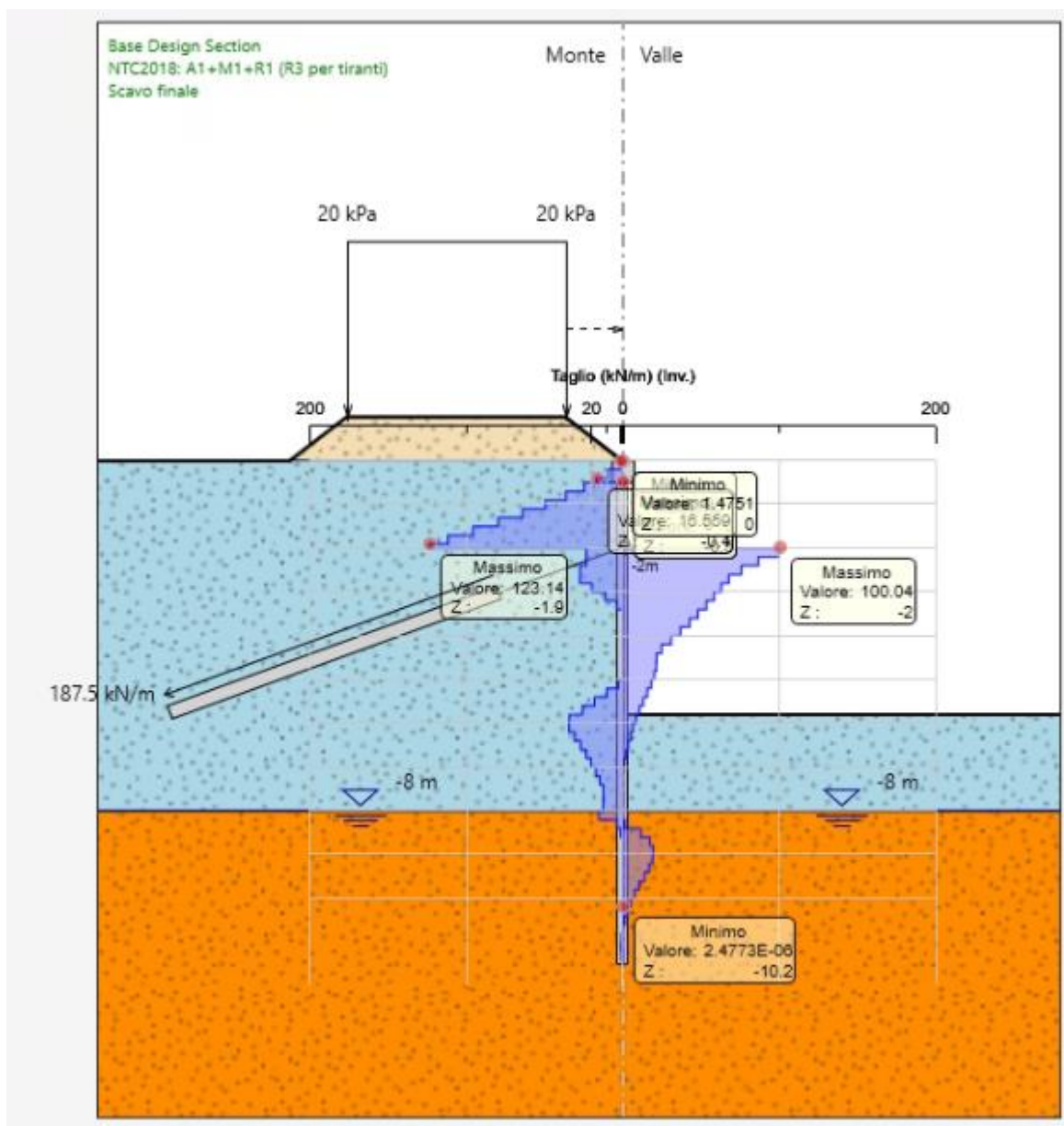


Figura 10-13. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 123.14 kN/m)

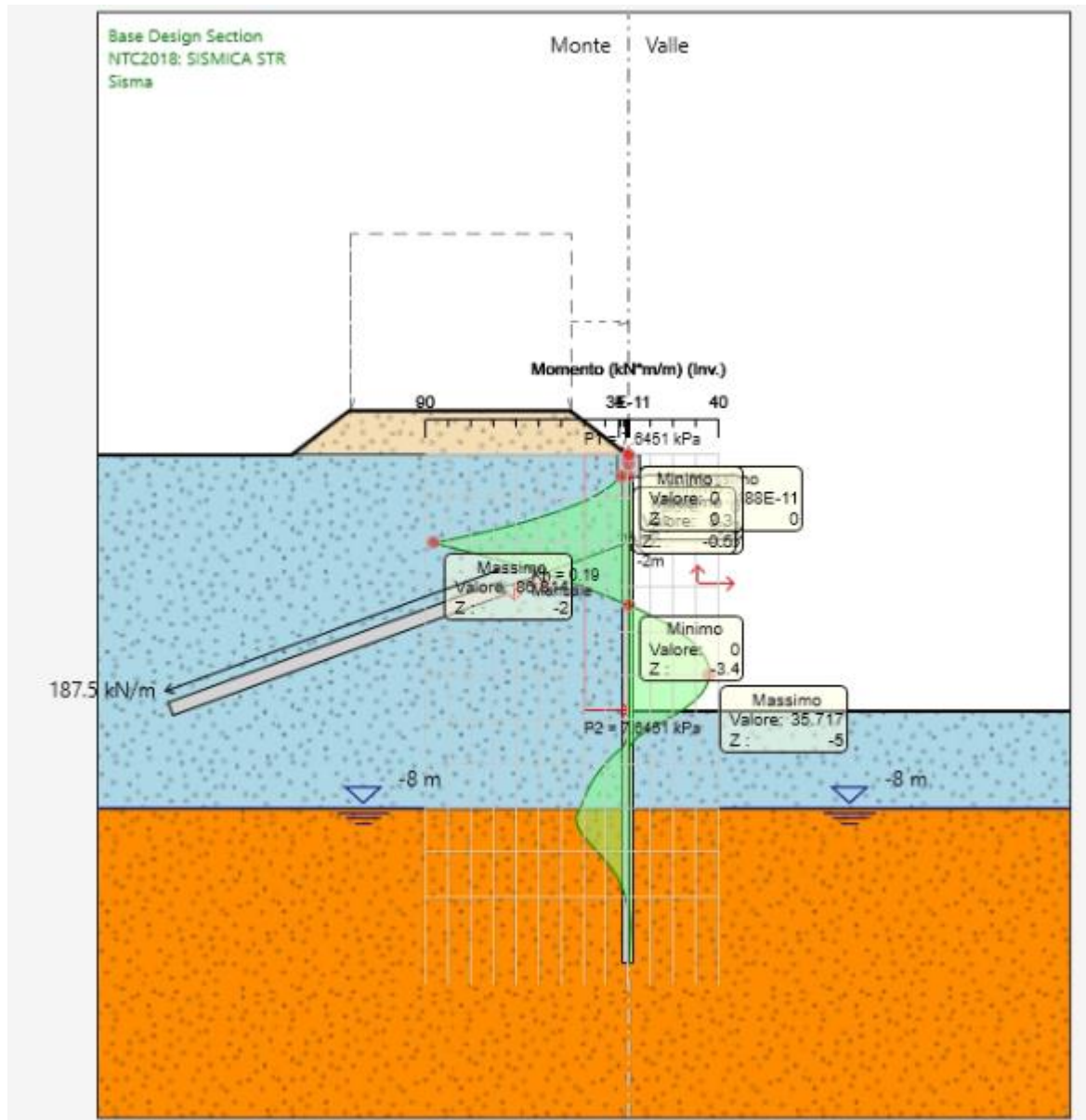


Figura 10-14. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 86.31 kNm/m)

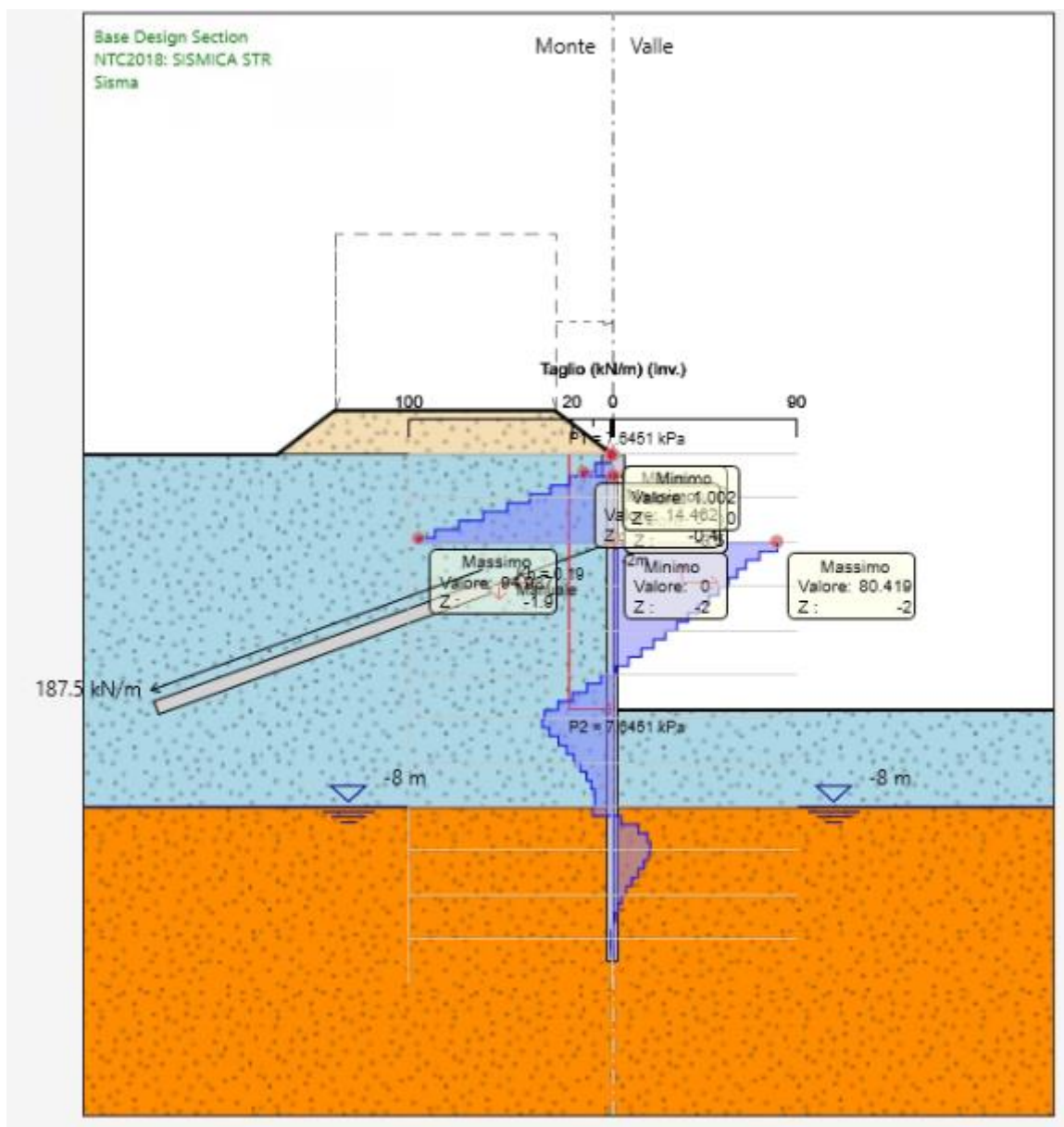


Figura 10-15. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 94.99 kN/m)

10.2.2 Condizioni drenate

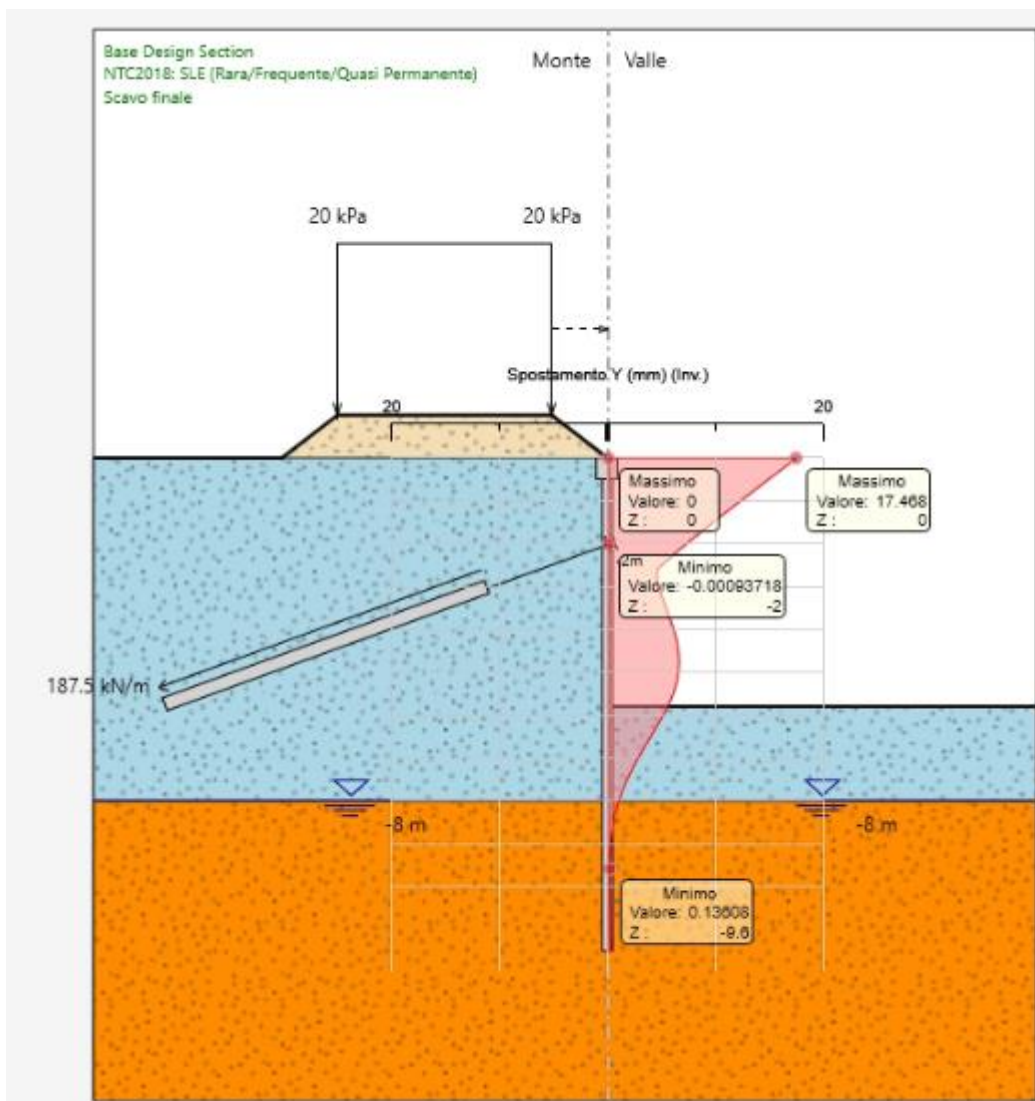


Figura 10-16. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 17.41 mm)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

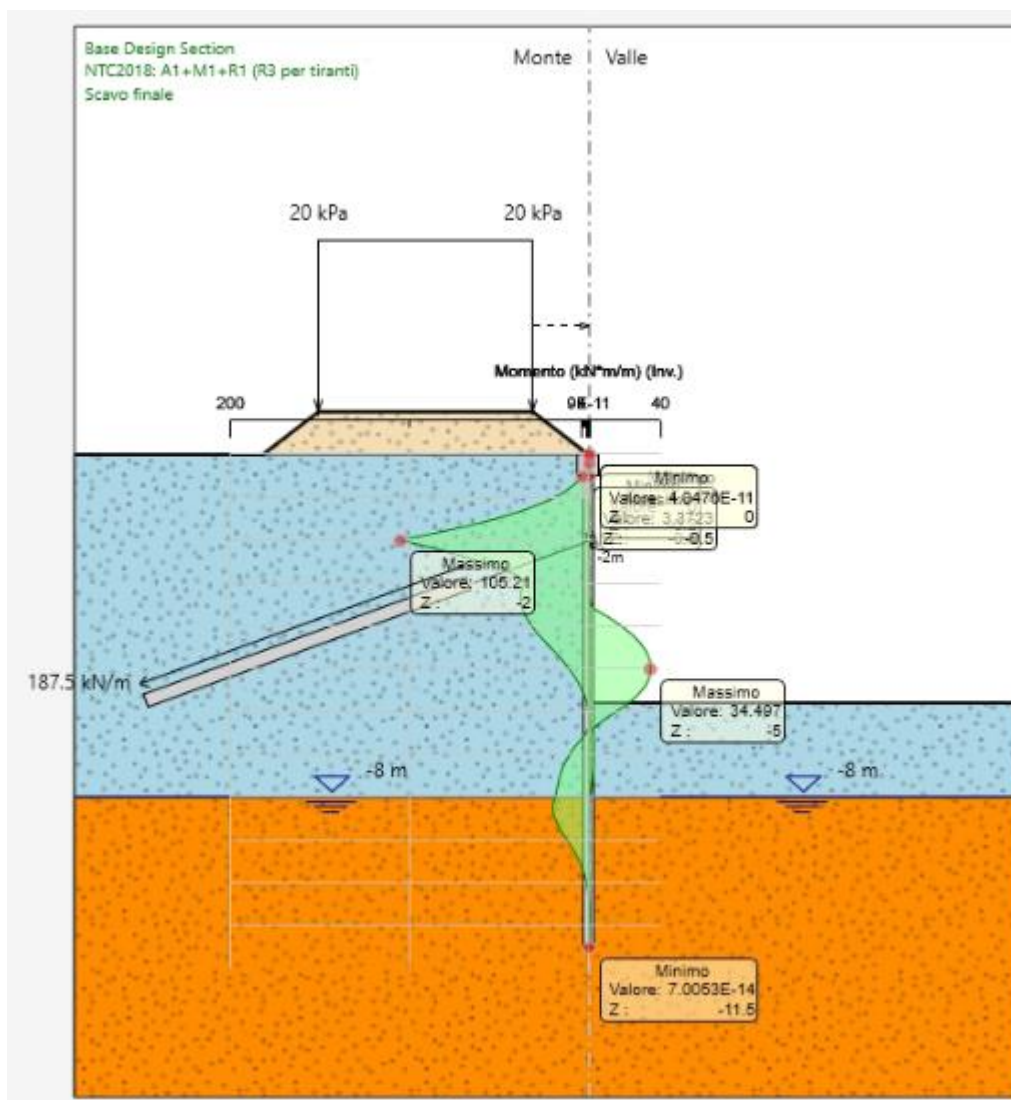


Figura 10-17. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 105.21 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

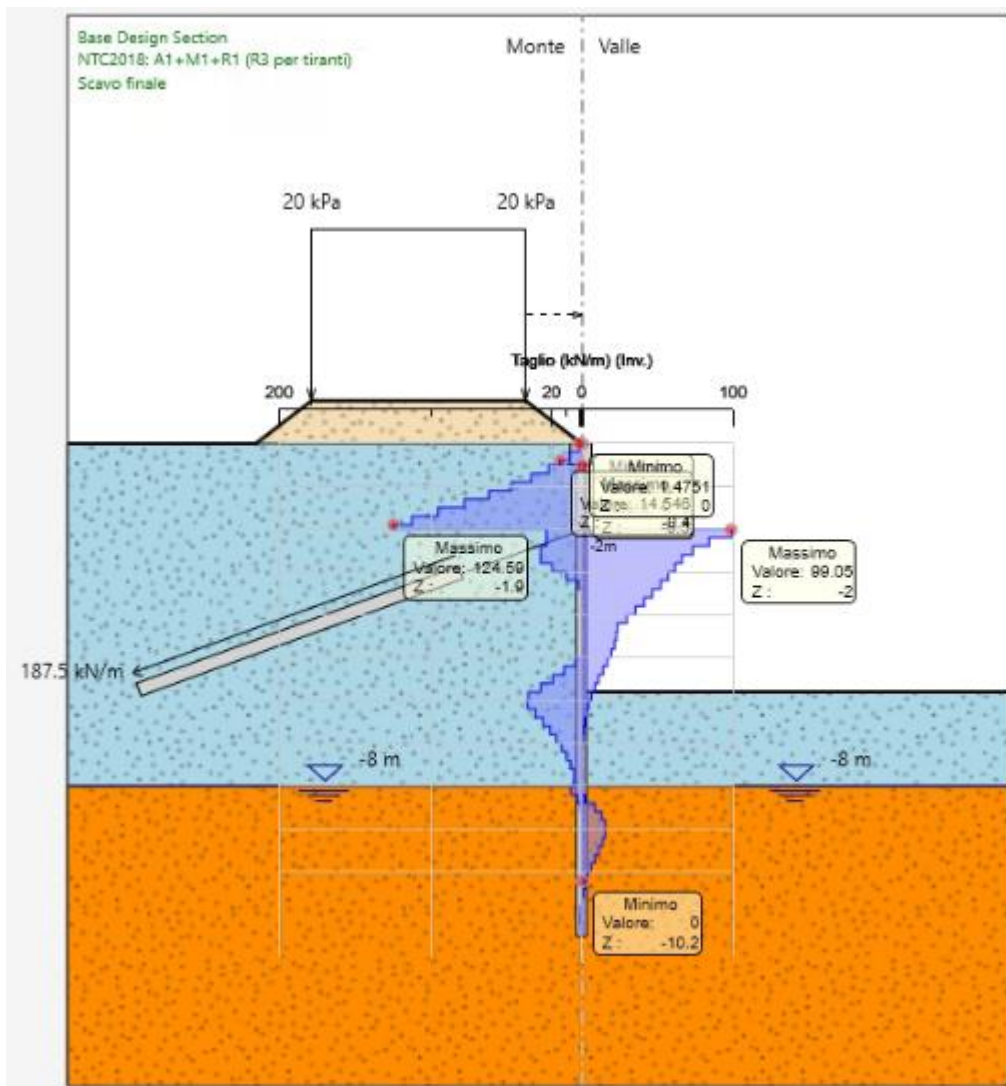


Figura 10-18. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 124.59 kN/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

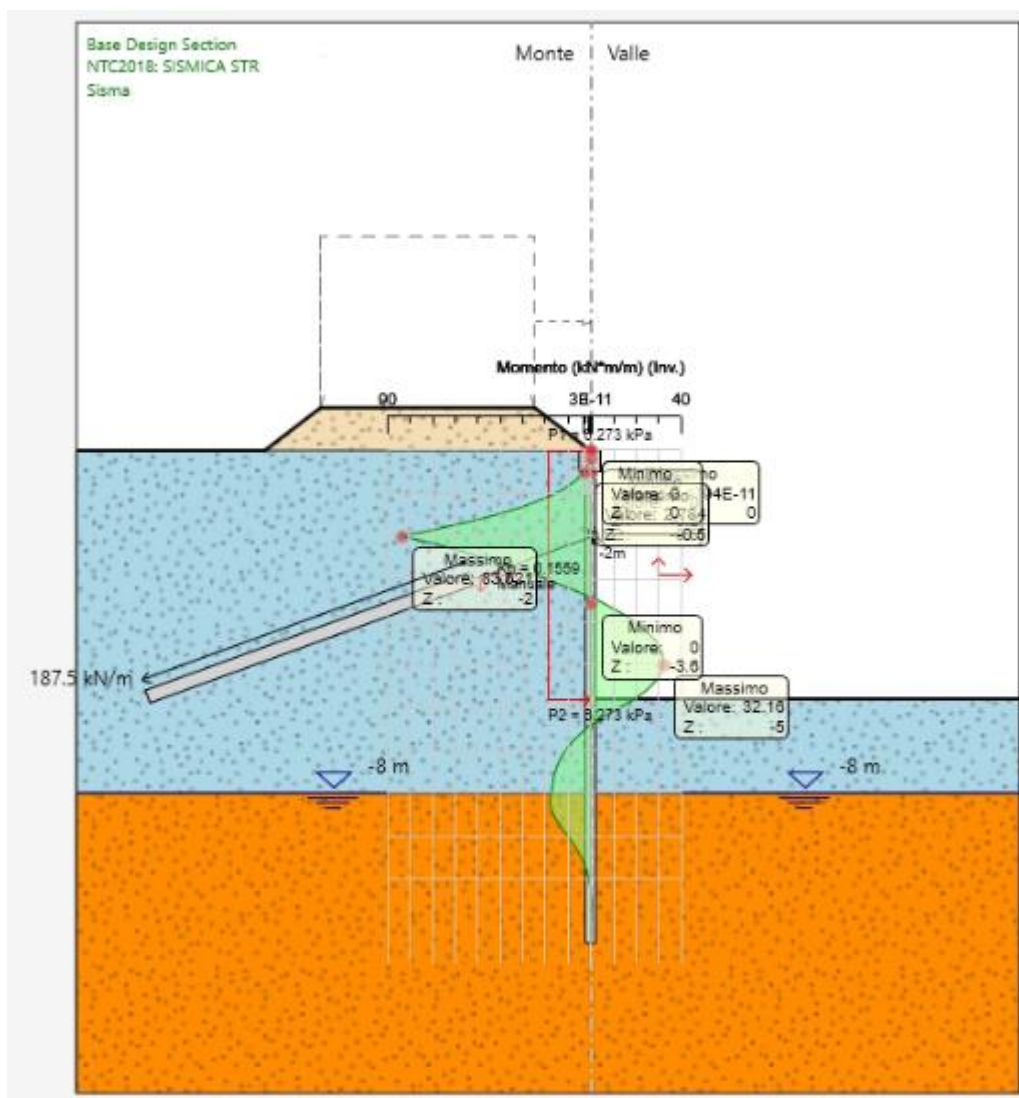


Figura 10-19. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 83.60 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

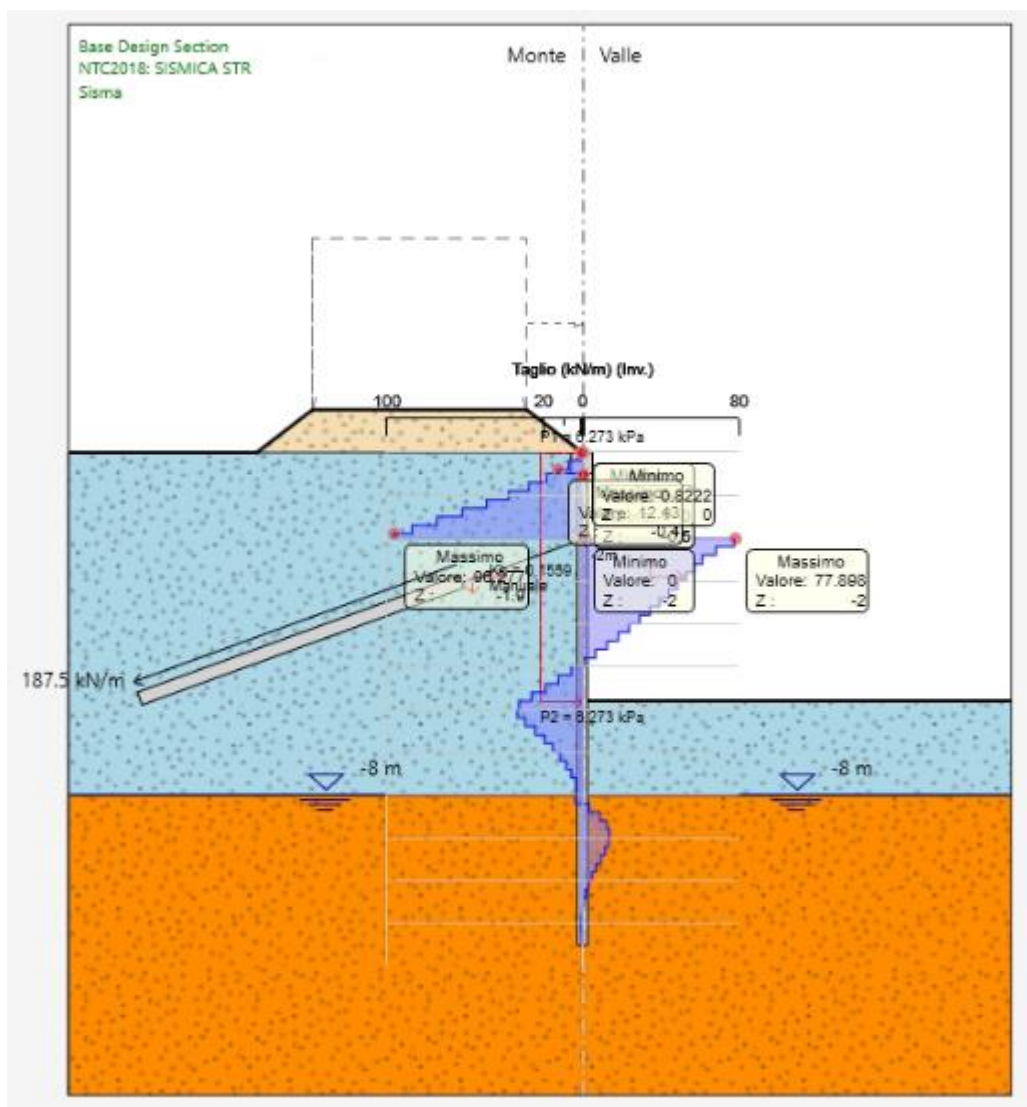


Figura 10-20. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 96.28 kN/m)



### 10.3 Paratia tipo 3

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo.

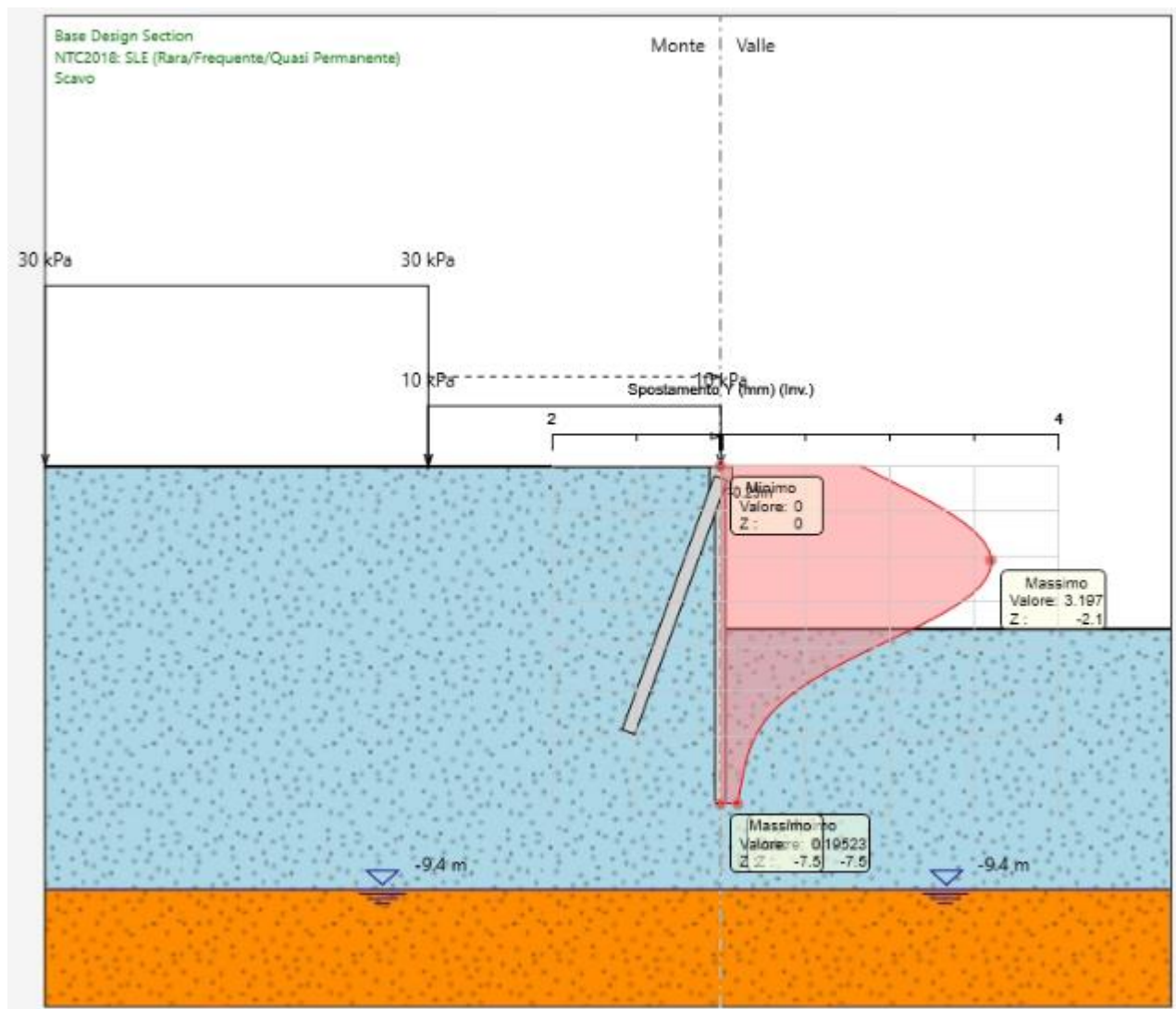


Figura 10-21. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 3.20 mm)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

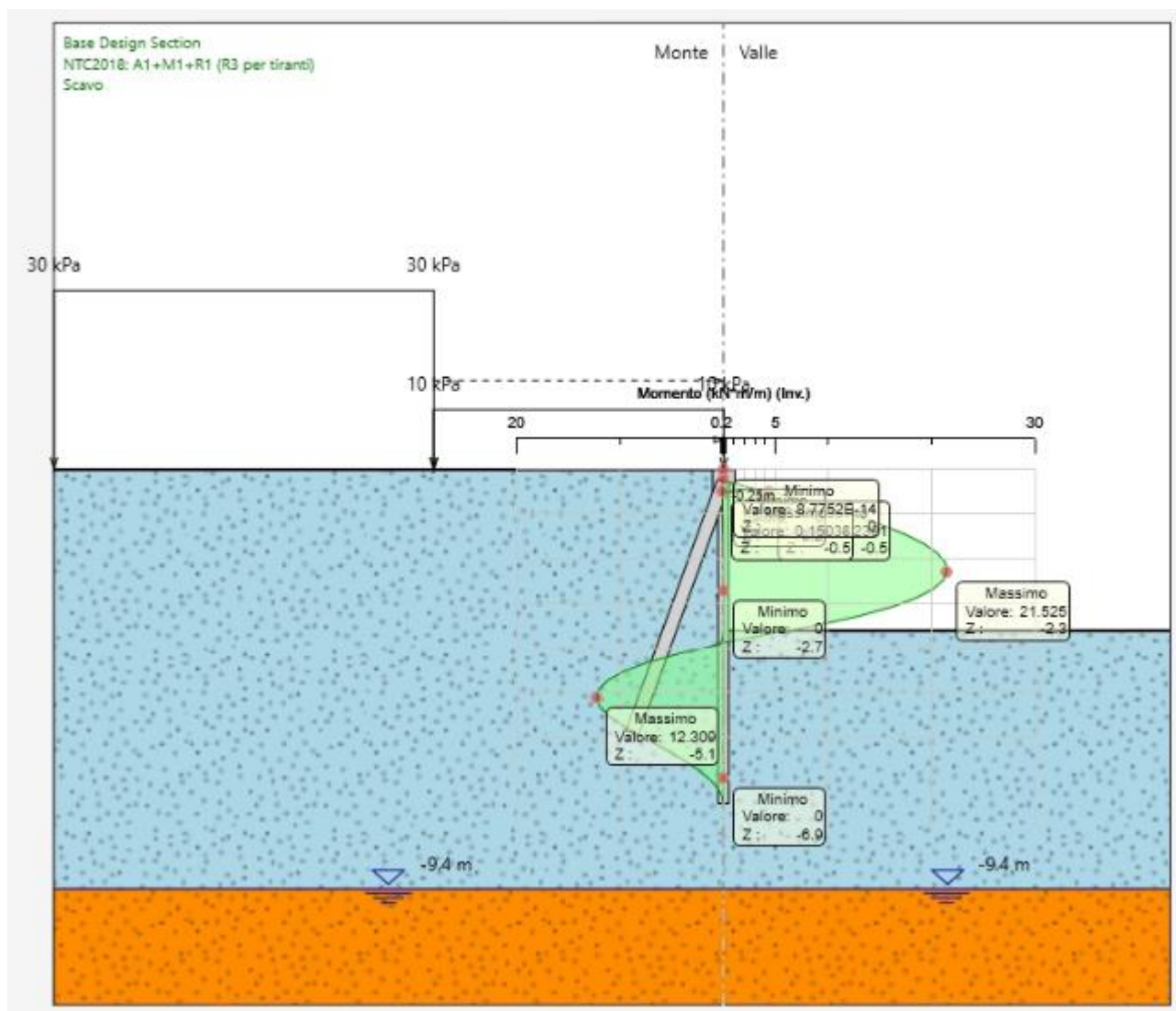


Figura 10-22. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 21.53 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

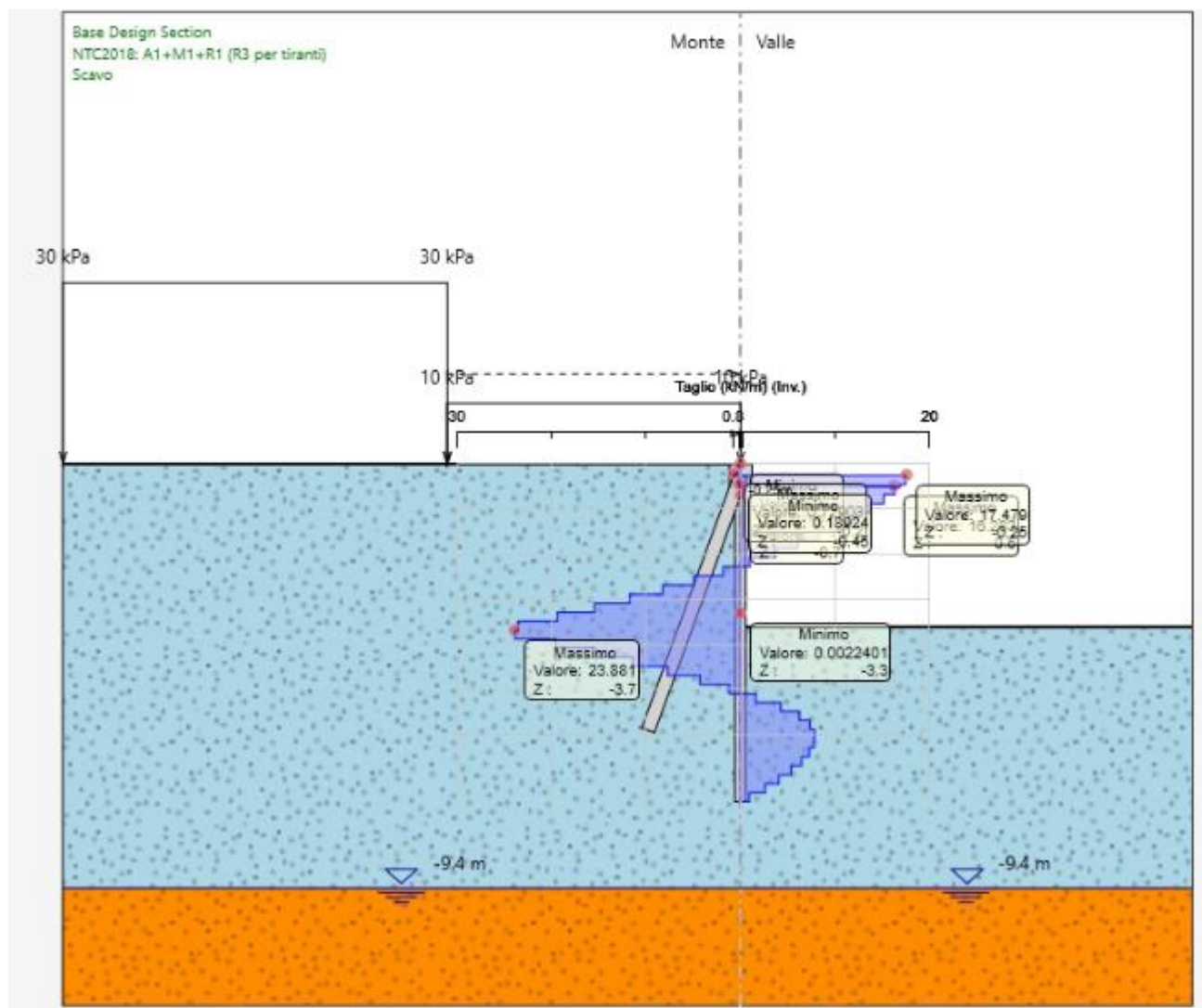


Figura 10-23. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 23.88 kN/m)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

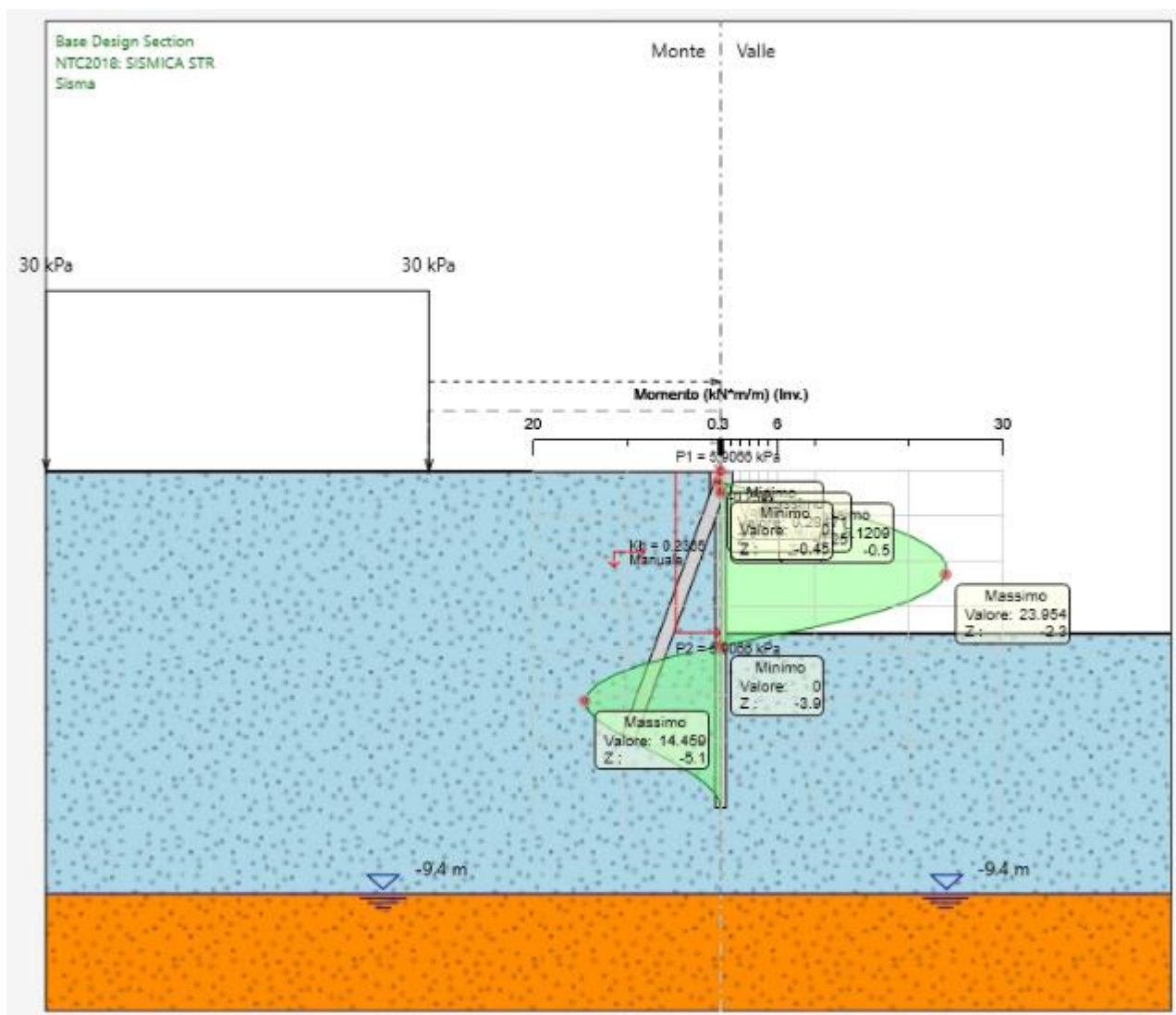


Figura 10-24. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 23.95 kNm/m)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

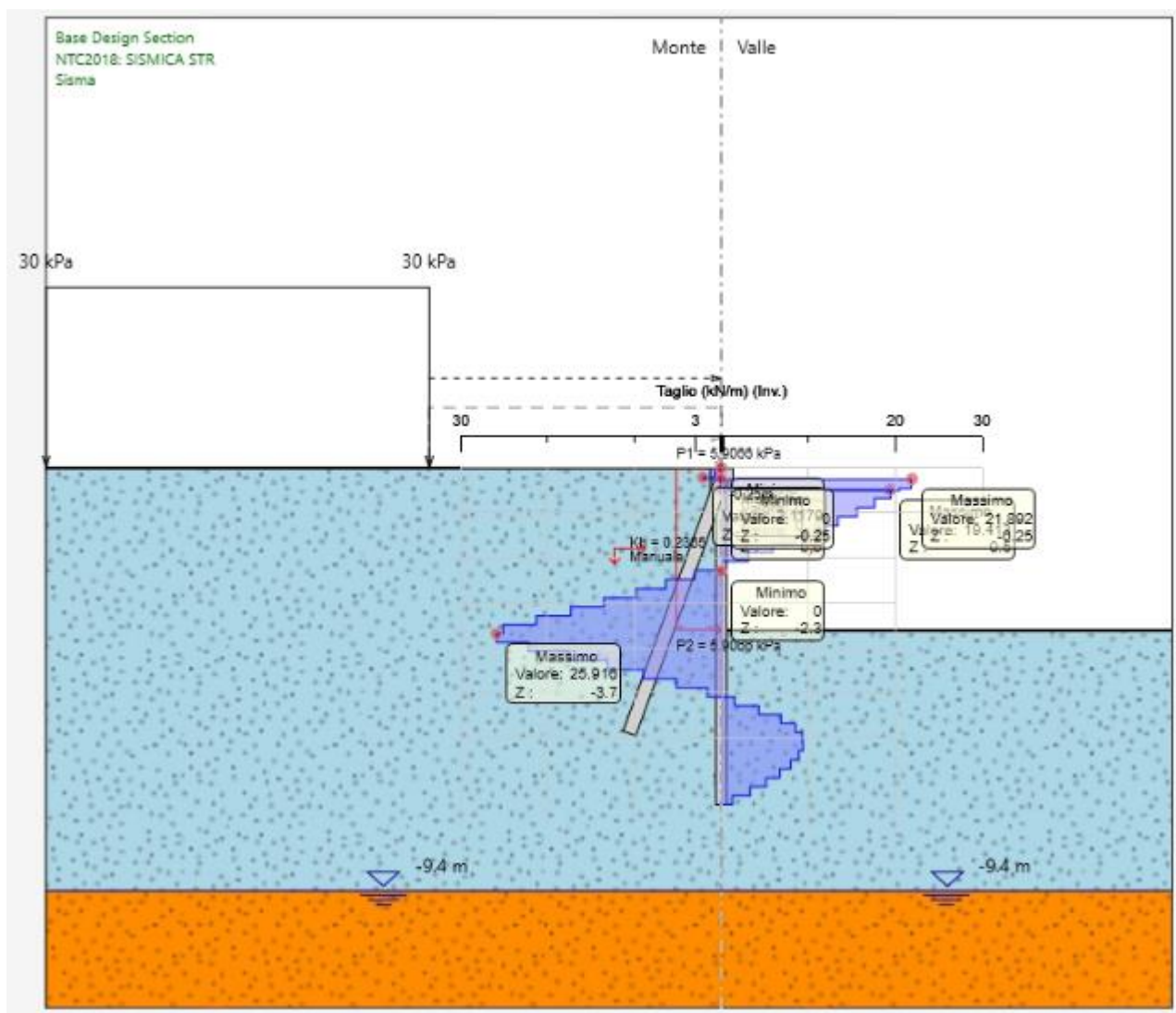


Figura 10-25. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 25.91 kN/m)

## 10.4 Paratia tipo 4

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo.

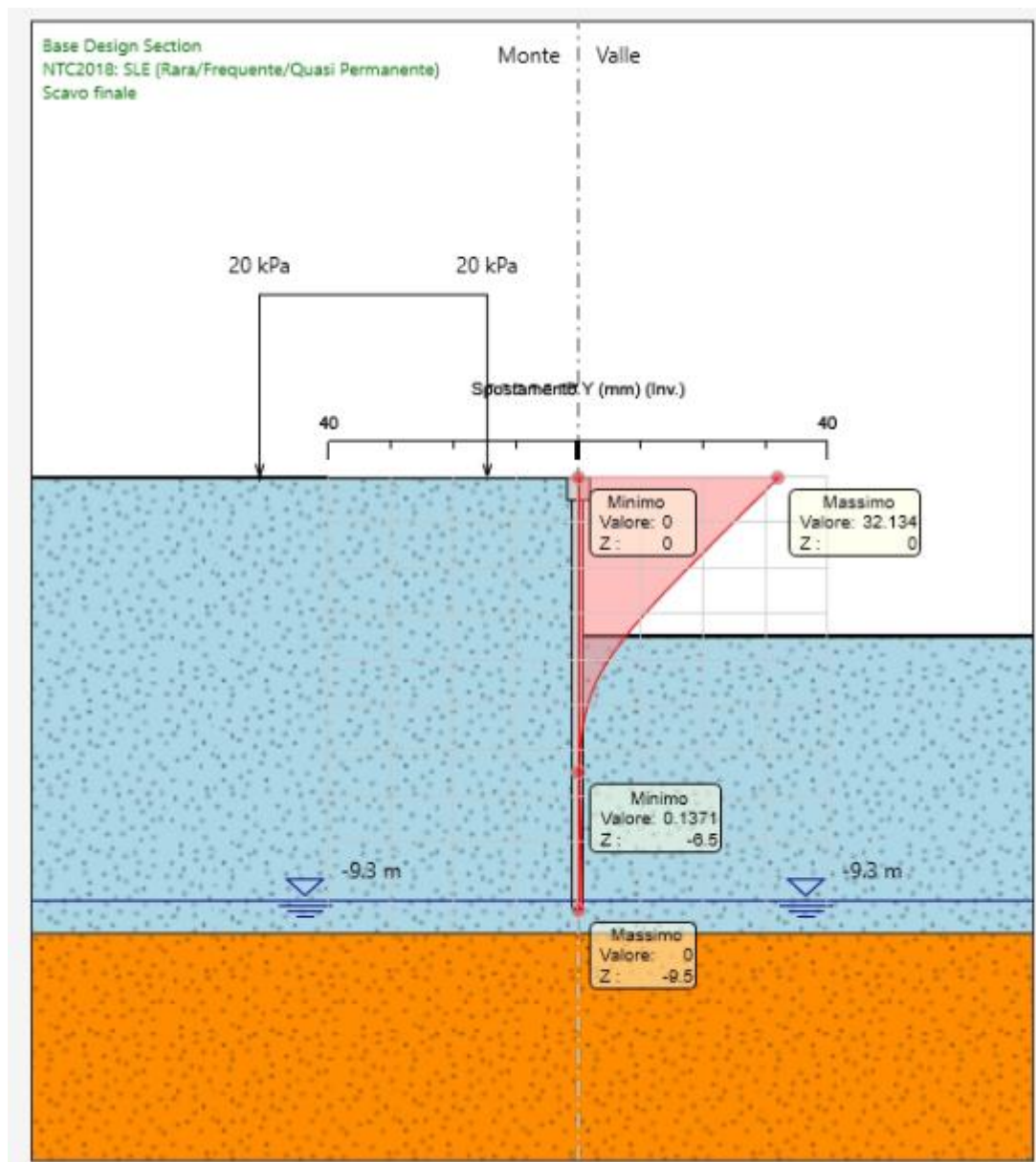


Figura 10-26. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 32.13 mm)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

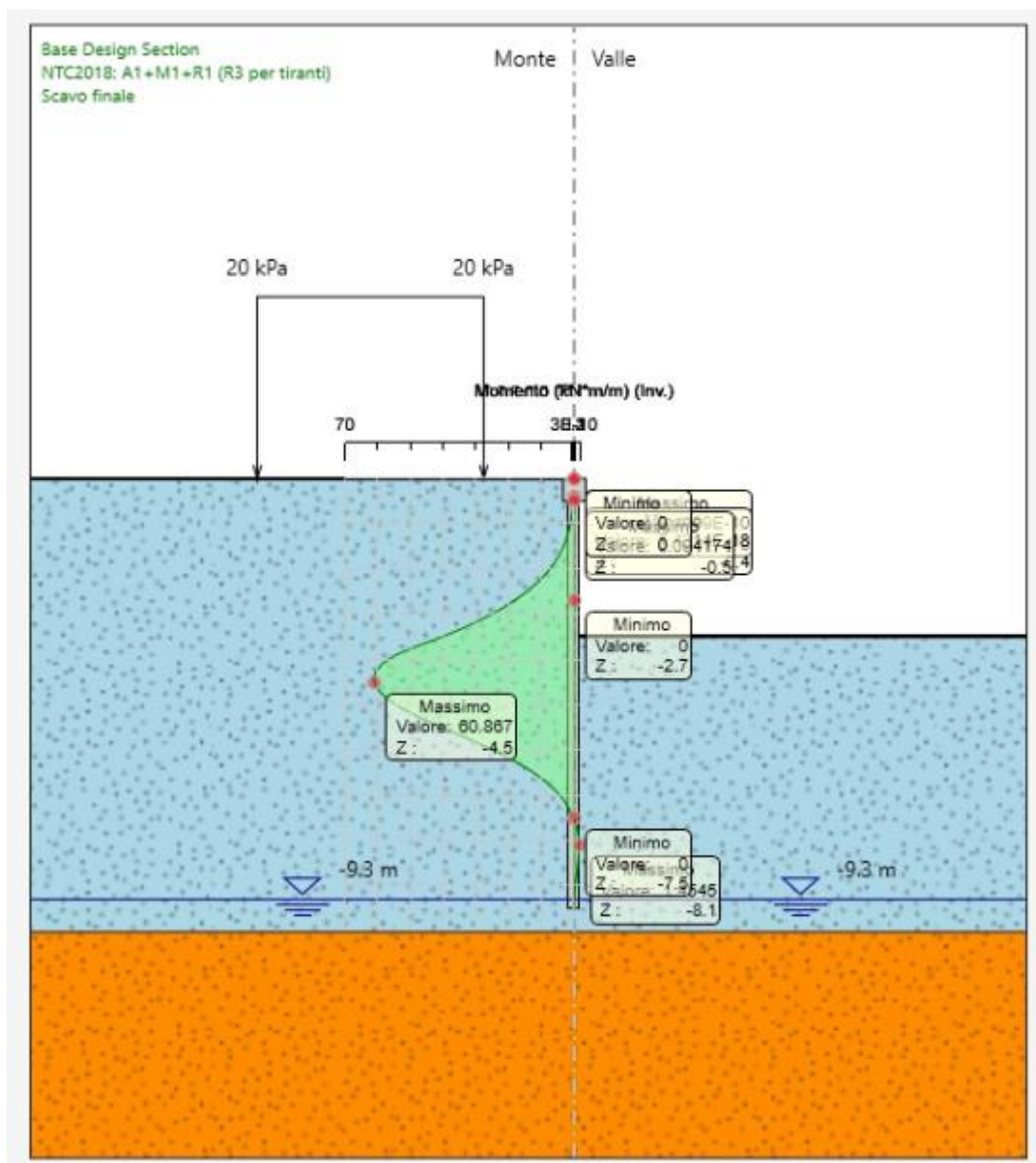


Figura 10-27. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 60.87 kNm/m)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

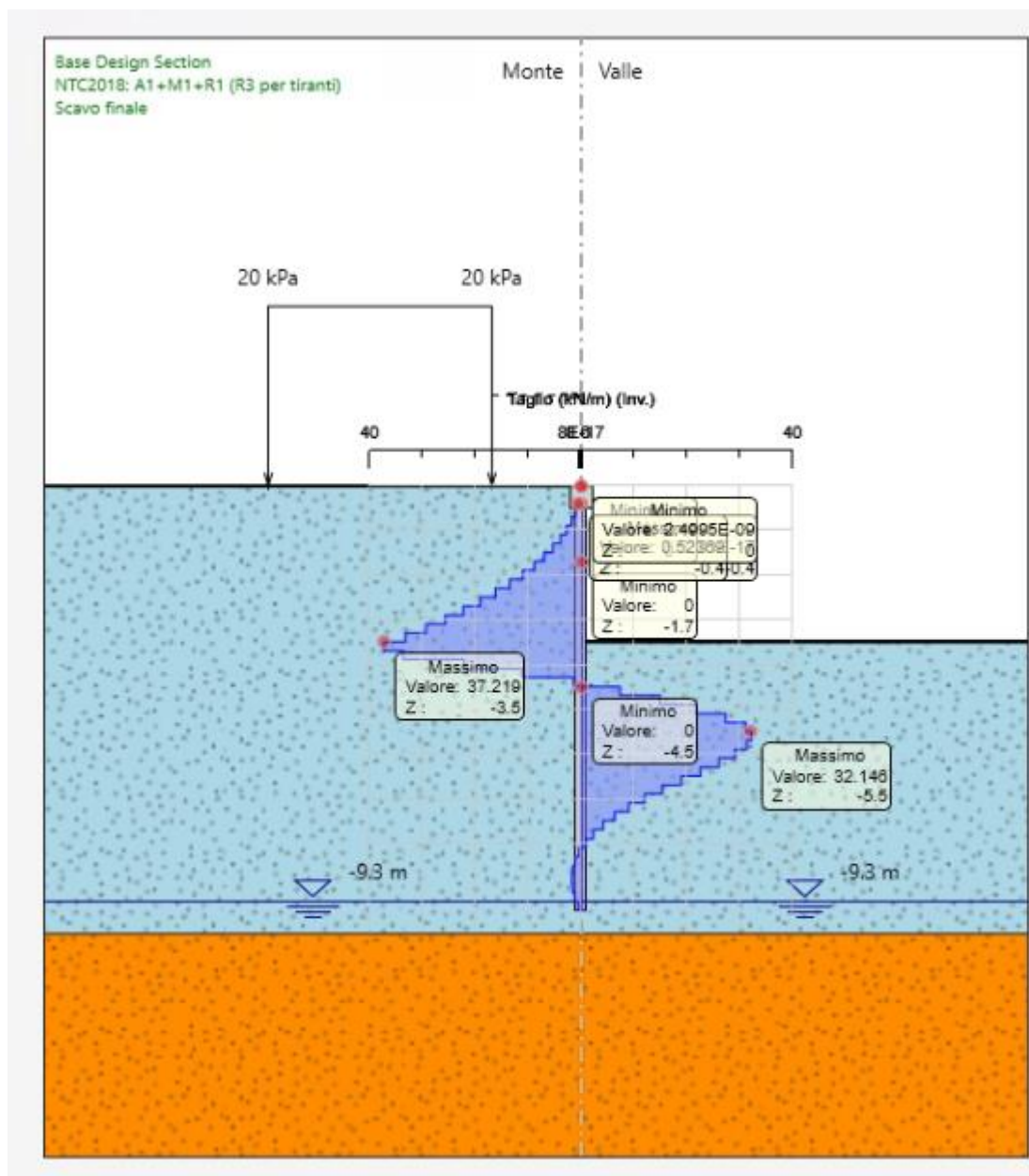


Figura 10-28. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 37.22 kN/m)

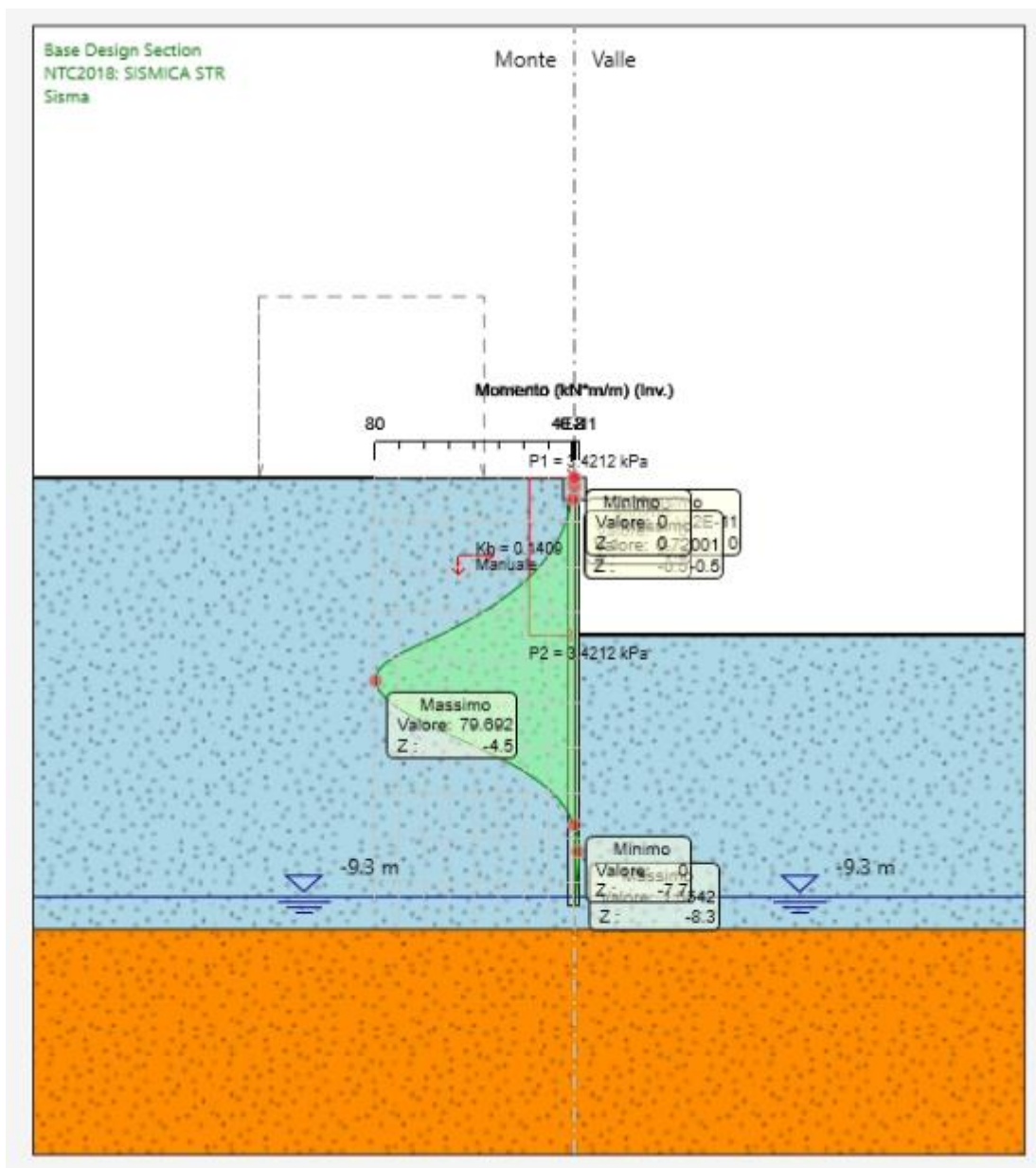


Figura 10-29. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 79.69 kNm/m)

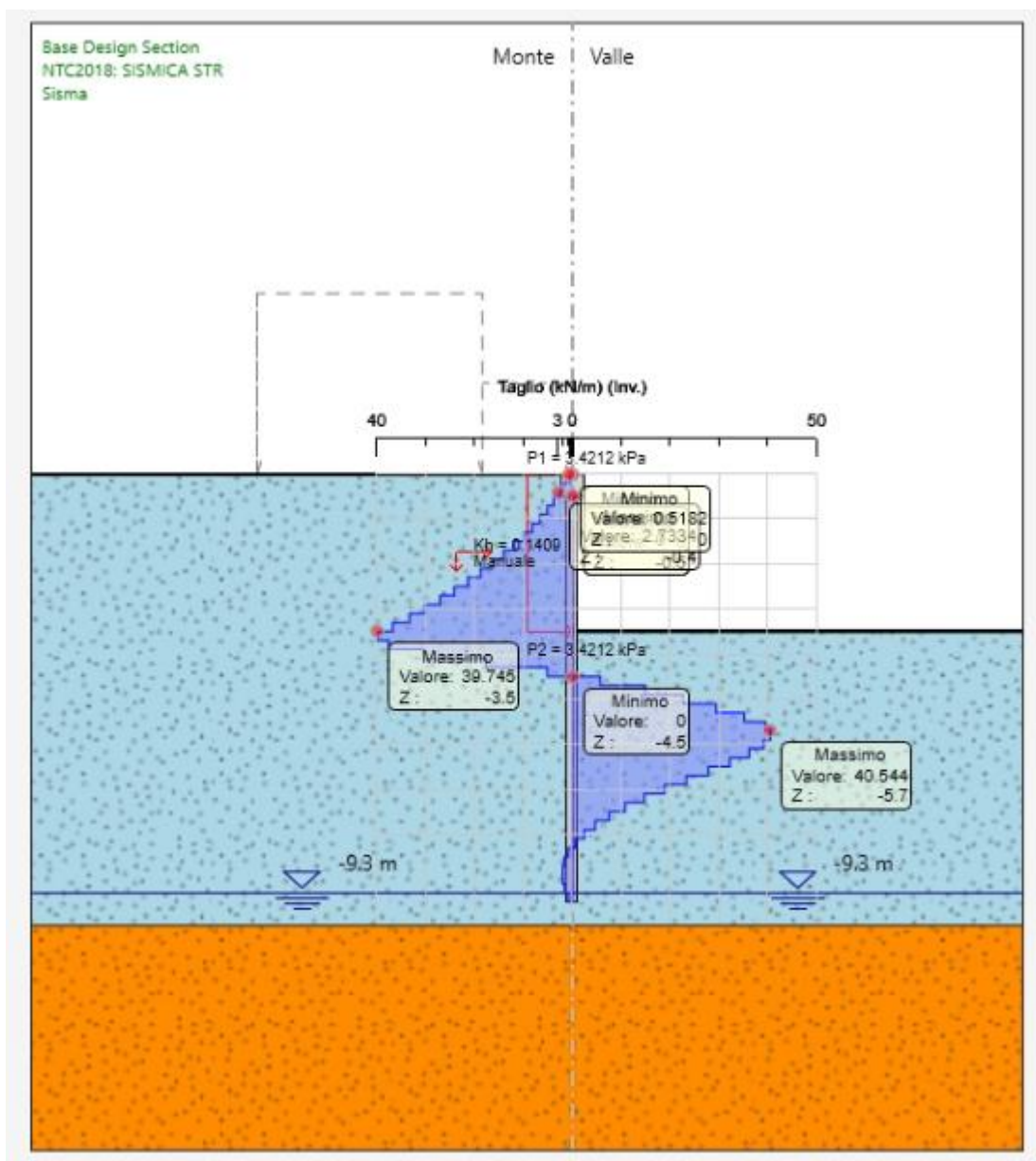


Figura 10-30. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 29.75 kN/m)



## 11 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

Combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Per le verifiche SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali riportati nella seguente tabella.

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

## 12 VERIFICHE STRUTTURALI

### 12.1 Paratia tipo 1

Di seguito si descrivono le verifiche strutturali svolte su ciascuno degli elementi.

#### 12.1.1 Condizioni non drenate

##### 12.1.1.1 Micropali in acciaio

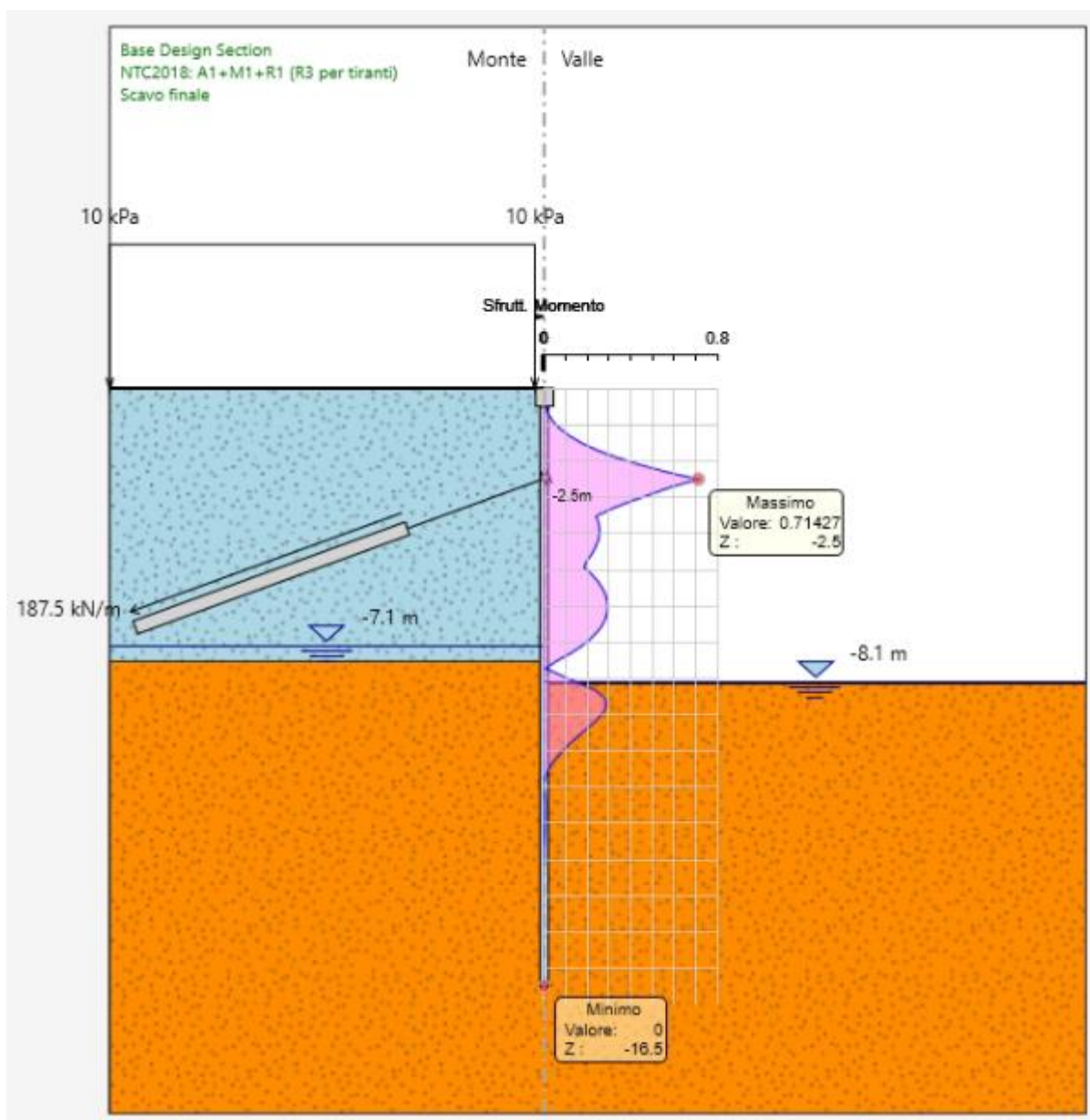


Figura 12-1. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.71)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

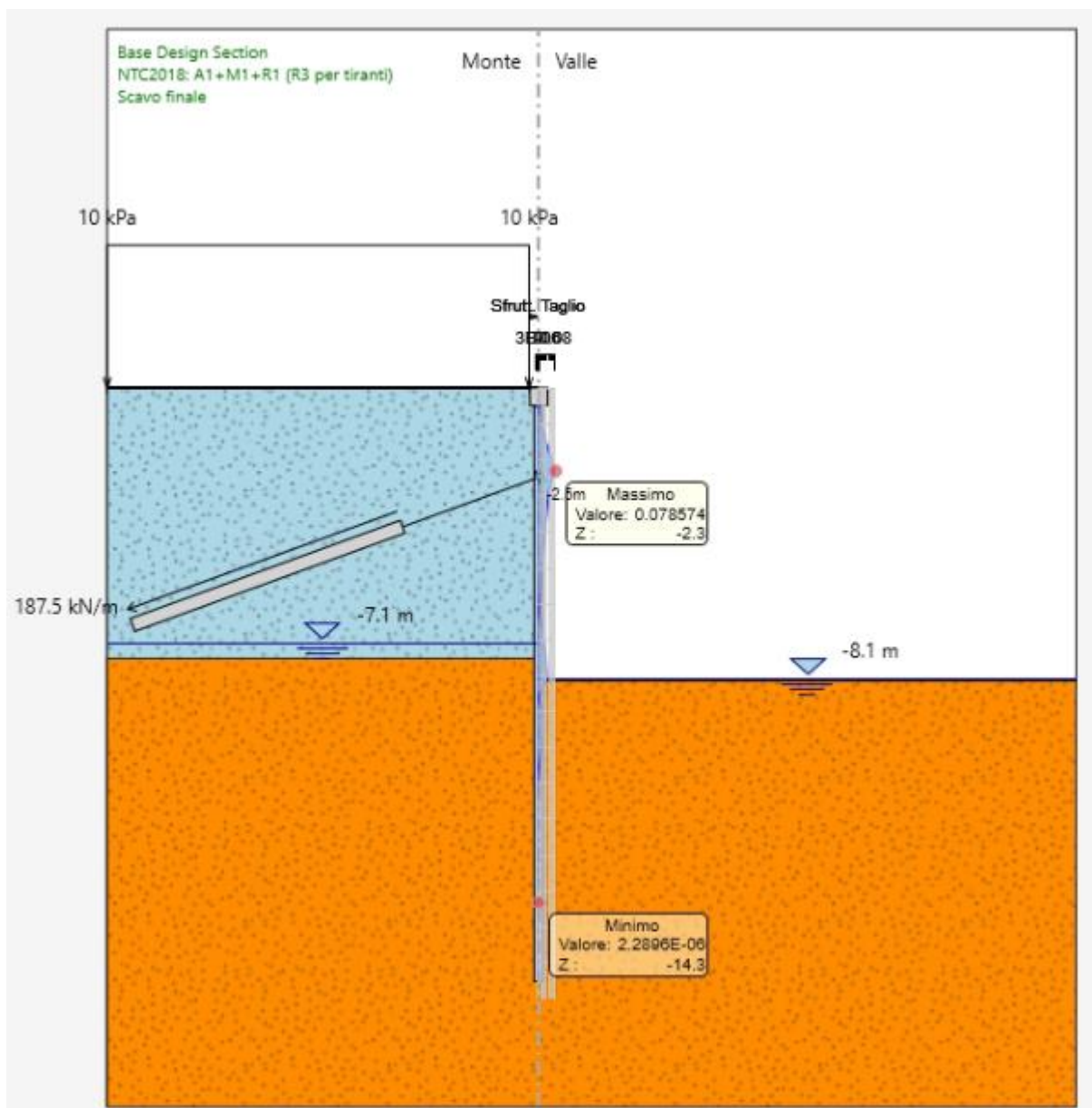


Figura 12-2. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore massimo = 0.08)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

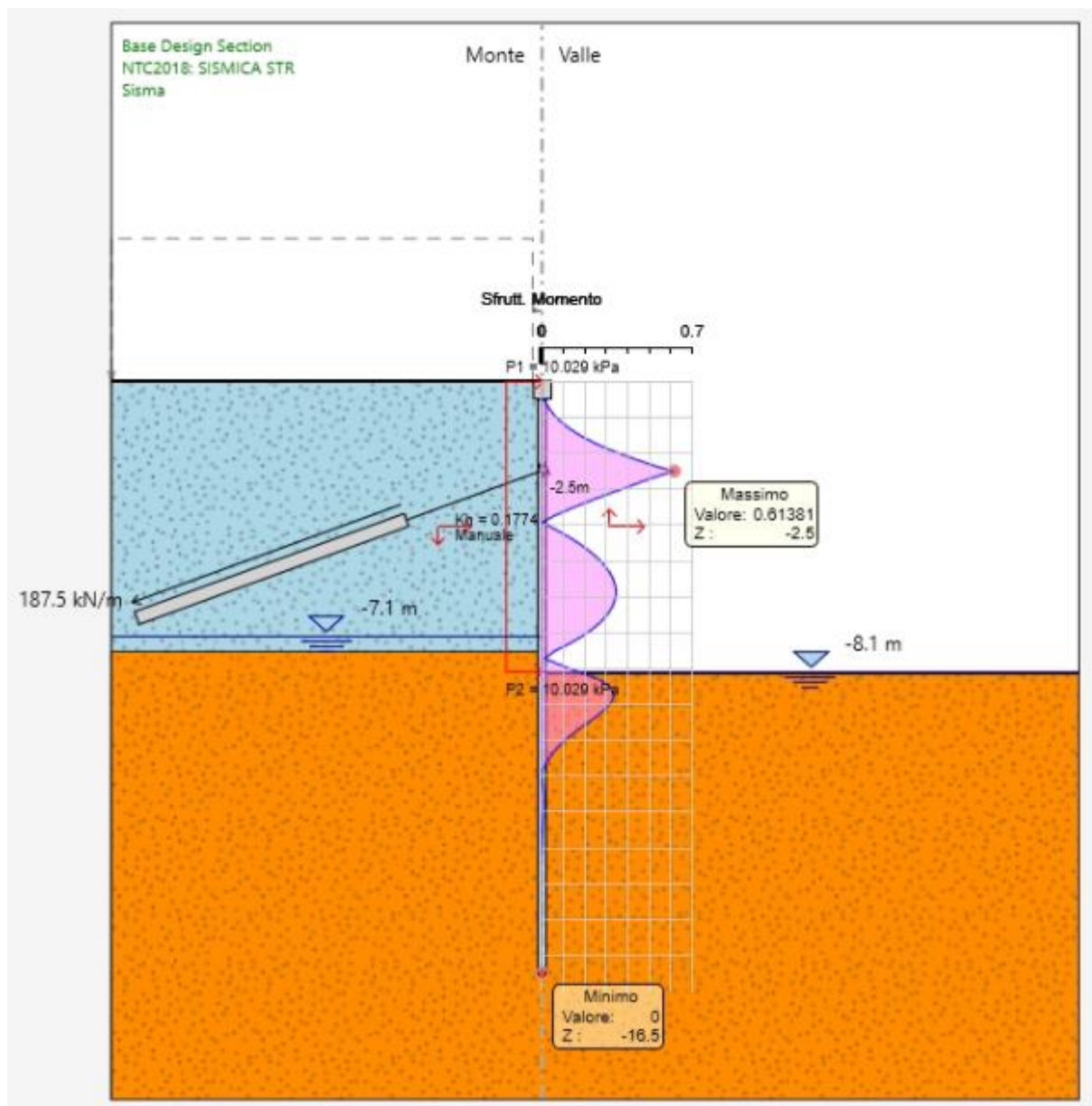


Figura 12-3. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.61)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

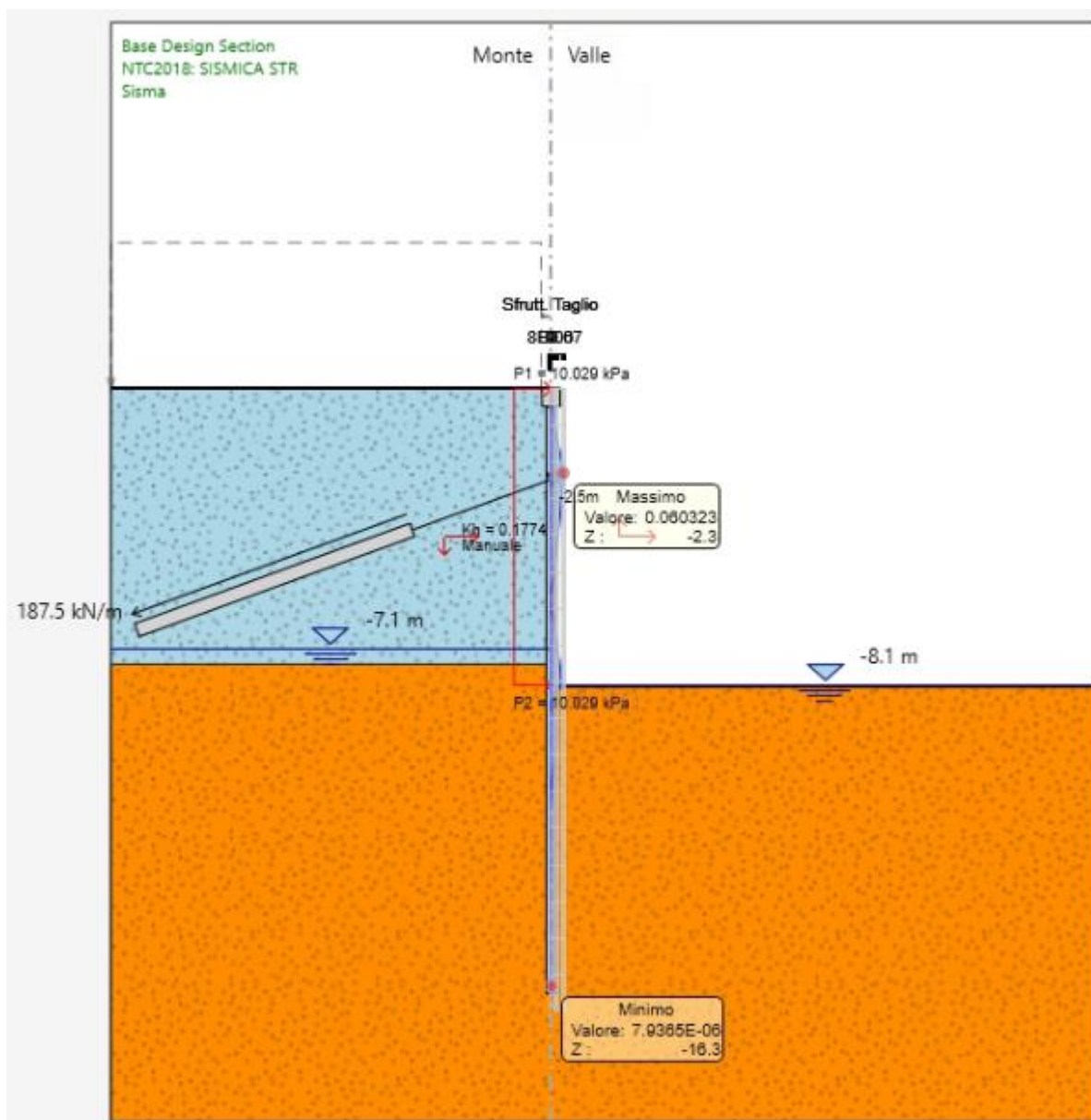


Figura 12-4. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.07)

In figura 10.1 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 20.37 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.08	80		m	mm	mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.081	81		0.08	80	> 20.37	ok



### 12.1.1.2 Tiranti di ancoraggio

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

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

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.96	605.56	0.853	0.644	✓	✓
Tieback	Scavo finale	405.73	456.96	605.56	0.888	0.67	✓	✓
Tieback	Sisma	404.5	456.96	605.56	0.885	0.668	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.96	605.56	0.657	0.495	✓	✓
Tieback	Scavo finale	311.72	456.96	605.56	0.682	0.515	✓	✓
Tieback	Sisma	326.8	456.96	605.56	0.715	0.54	✓	✓

#### 12.1.1.2.1 Verifica a trazione dell'armatura

La resistenza caratteristica della sezione in acciaio è calcolata secondo la relazione:

$$R_{a,k} = f_{p(1)k} \cdot A_s$$

dove:

- $A_s = n \cdot A_t$  area della sezione di armatura;
- $A_t$  area del singolo trefolo;
- $n$  numero di trefoli;
- $f_{p(1)k}$  tensione caratteristica all'1% di deformazione totale.

La resistenza di progetto risulterà quindi:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_s$$

con  $\gamma_s = 1.15$ , coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio.

Pertanto:

$$R_{a,k} = 1670 \text{ N/mm}^2 \times 3 \times 139 \text{ mm}^2 = 696.39 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 696.39 \text{ kN} / 1.15 = 605.56 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 405.73 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.49.

### 12.1.1.2.2 Verifica a sfilamento del bulbo di ancoraggio

La resistenza di calcolo allo sfilamento dell'ancoraggio è stata valutata attraverso la formulazione di Bustamante e Doix (1985):

$$R_{cal} = \pi \cdot D_s \cdot L_s \cdot \tau$$

in cui:

- $D_s = \alpha D$  dove  $D$  è il diametro di perforazione e  $\alpha$  un coefficiente maggiorativo che tiene conto della tipologia di terreno e del metodo di iniezione;
- $L_s$  è la lunghezza del bulbo;
- $\tau$  è la resistenza tangenziale.

Si assume per l'unità geologica ALL, cautelativamente, un valore di  $\alpha$  pari a 1.2 e un valore di  $\tau$  pari a 150 kPa.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alla resistenza calcolata  $R_{cal}$  i fattori di correlazione  $\xi_a$  riportati nella Tabella 6.6. Il delle *NTC2018*, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagine. È stato assunto un fattore  $\chi_{a3}$  pari a 1.8:

$$R_{a,k} = \min \left[ (R_{a,c})_{media} / \xi_{a3}; (R_{a,c})_{min} / \xi_{a4} \right]$$

numero di verticali indagate	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Il valore di progetto  $R_{a,d}$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico applicando il coefficiente parziale  $\gamma_{Ra} = 1.1$ , previsto per ancoraggi provvisionali, come indicato nella Tabella 6.6.I delle *NTC2018*.

	simbolo $\gamma_R$	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Pertanto:

$$R_{cal} = \pi (1.2 \times 0.20\text{m}) \times 8.0\text{m} \times 150\text{kPa} = 904.32 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 904.32 \text{ kN} / 1.8 = 502.40 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 502.40 \text{ kN} / 1.1 = 456.73 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 405.73 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.13.

### 12.1.1.2.3 Verifica aderenza malta

Per eseguire la verifica in questione, è stato utilizzato l'applicativo della "Geostru".

Di seguito, si riportano i dati di input e l'esito della verifica.

## DATI GENERALI

vers 3.1 (27/11/2017)

Metodo di calcolo

Schneebeli  Bustamante Doix

Descrizione

Gli ancoraggi sono elementi strutturali opportunamente collegati al terreno, in grado di sostenere forze di trazione.

## NORMATIVA

NTC (A1+M1+R3)

Ancoraggi temporanei

1.10

Ancoraggi permanenti

1.20

Lunghezza della zona ancorata

$L_a$  8 m

### Resistenza di aderenza della malta al foro

Tensione di aderenza (valori indicativi riportati in tabella)

$\tau$  0.6 MPa

TERRENO	Tensione di aderenza unitaria malta-terreno [Mpa]	
	min	max
<b>ROCCIA</b>		
✓ Basalto	5.50	6.00
✓ Calcare	2.80	4.80
✓ Arenaria	1.50	1.70
✓ Dolomite	1.70	1.90
✓ Scisti	0.50	0.70
✓ Scisti alterati	0.30	0.50
✓ Gesso	0.60	0.80
✓ Ardesia	1.60	1.80
<b>SCIOLTO</b>		
✓ Limi argillosi	0.06	0.09
✓ Argilla satura	0.05	0.08
✓ Argilla sabbiosa compatta	0.20	0.40
✓ Sabbia medio fine compatta	0.20	0.60
✓ Argilla medio plastica dura	0.20	0.50
✓ Argilla medio plastica media	0.16	0.29
✓ Sabbia grossa e ghiaia compatta	0.29	0.60

E. Segre, "Proposta di metodo di prove semplici per tiranti di ancoraggio" (Industria Italiana del Cemento 6/88)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Verifica dell'aderenza acciaio-malta d'iniezione

La = 800.00 >= 1.31 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza malta-guaina corrugata

La = 800.00 >= 1.27 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza della malta al foro

La = 800.00 >= 11.14 (cm) - Soddisfatta

### 12.1.1.3 Trave di ripartizione

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche strutturali della trave di ripartizione:

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

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio		Travi di Ripartizione in Calcestruzzo								
Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Realizzazione ti	243.75	0	0.195	0.342	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Scavo finale	253.58	0	0.202	0.356	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Sisma	252.81	0	0.202	0.355	0	

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio		Travi di Ripartizione in Calcestruzzo								
Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Realizzazione ti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Scavo finale	194.82	0	0.156	0.274	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Sisma	204.25	0	0.163	0.287	0	

### 12.1.2 Condizioni drenate

#### 12.1.2.1 Micropali in acciaio

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

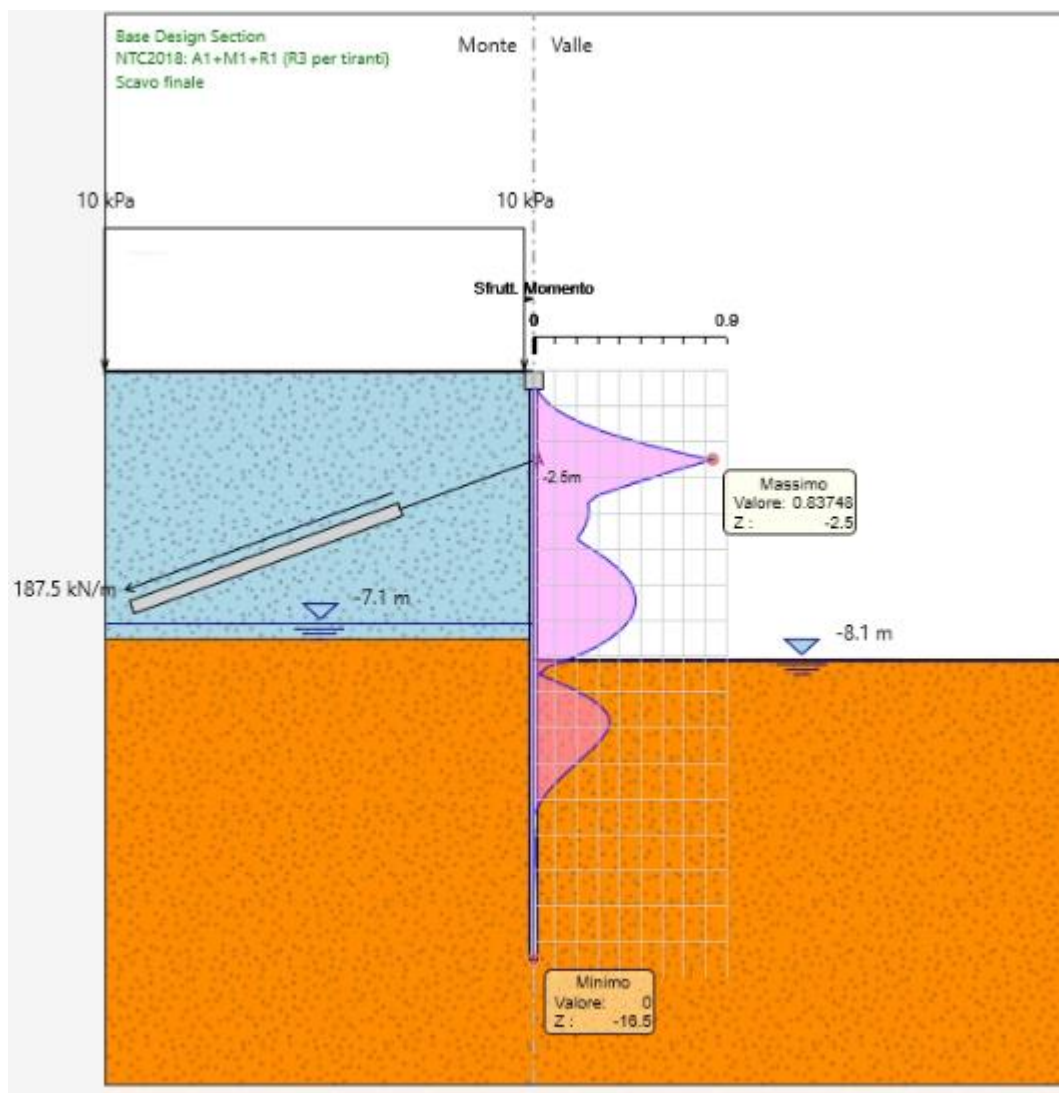


Figura 12-5. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.84)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

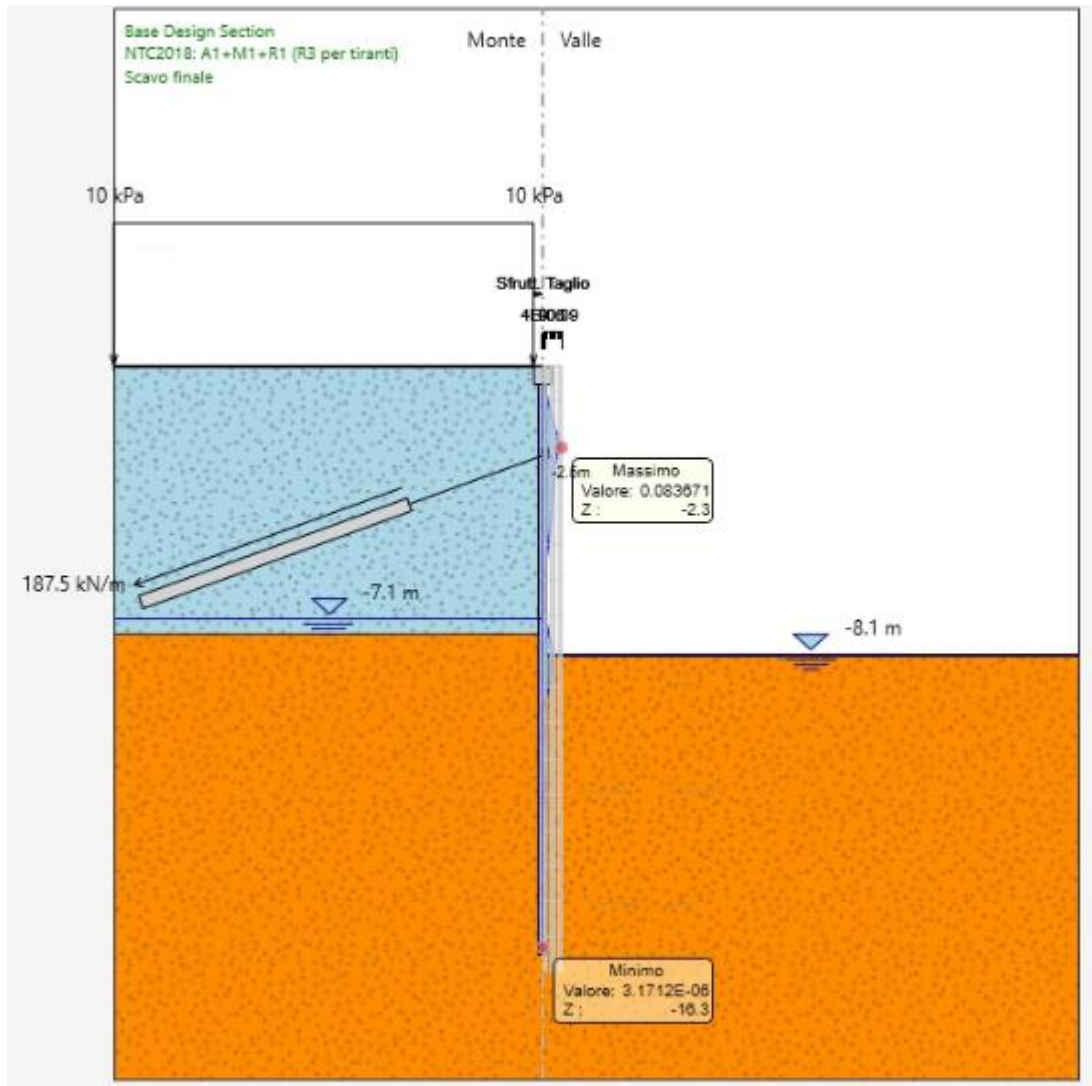


Figura 12-6. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore *massimo* = 0.08)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

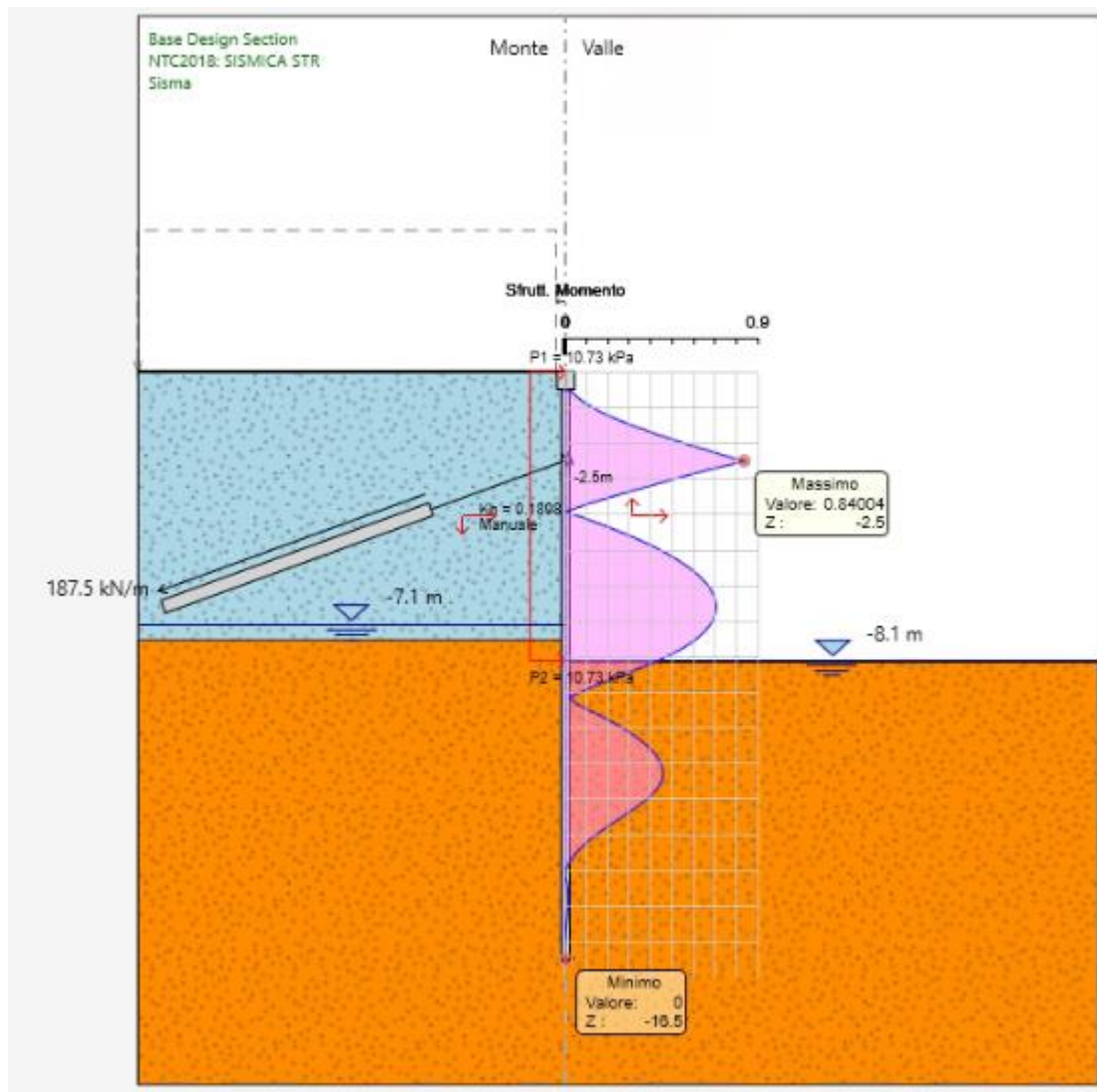


Figura 12-7. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.84)

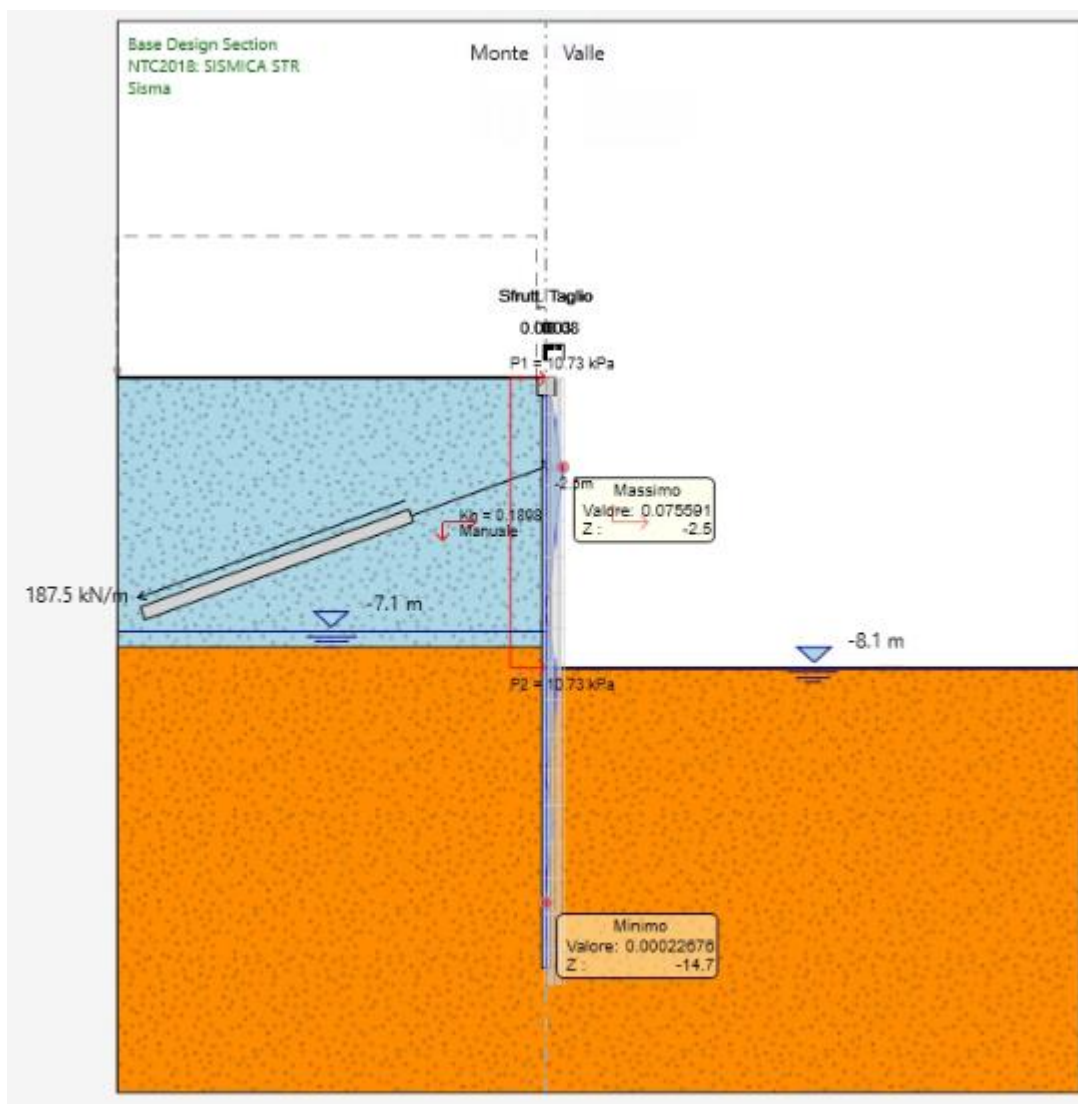


Figura 12-8. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.08)

In figura 10.6 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 20.36 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.08	80	m	mm		mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.081	81	0.08	80	>	20.36	ok

### 12.1.2.2 Tiranti di ancoraggio

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) ▼

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.96	605.56	0.853	0.644	✓	✓
Tieback	Scavo finale	416.38	456.96	605.56	0.911	0.688	✓	✓
Tieback	Sisma	415.17	456.96	605.56	0.909	0.686	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR ▼

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.96	605.56	0.657	0.495	✓	✓
Tieback	Scavo finale	319.52	456.96	605.56	0.699	0.528	✓	✓
Tieback	Sisma	374.33	456.96	605.56	0.819	0.618	✓	✓

#### 12.1.2.2.1 Verifica a trazione dell'armatura

La resistenza caratteristica della sezione in acciaio è calcolata secondo la relazione:

$$R_{a,k} = f_{p(1)k} \cdot A_s$$

dove:

- $A_s = n \cdot A_t$  area della sezione di armatura;
- $A_t$  area del singolo trefolo;
- $n$  numero di trefoli;
- $f_{p(1)k}$  tensione caratteristica all'1% di deformazione totale.

La resistenza di progetto risulterà quindi:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_s$$

con  $\gamma_s = 1.15$ , coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio.

Pertanto:

$$R_{a,k} = 1670 \text{ N/mm}^2 \times 3 \times 139 \text{ mm}^2 = 696.39 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 696.39 \text{ kN} / 1.15 = 605.56 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 374.33 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.62.

### 12.1.2.2.2 Verifica a sfilamento del bulbo di ancoraggio

La resistenza di calcolo allo sfilamento dell'ancoraggio è stata valutata attraverso la formulazione di Bustamante e Doix (1985):

$$R_{cal} = \pi \cdot D_s \cdot L_s \cdot \tau$$

in cui:

- $D_s = \alpha D$  dove  $D$  è il diametro di perforazione e  $\alpha$  un coefficiente maggiorativo che tiene conto della tipologia di terreno e del metodo di iniezione;
- $L_s$  è la lunghezza del bulbo;
- $\tau$  è la resistenza tangenziale.

Si assume per l'unità geologica ALL, cautelativamente, un valore di  $\alpha$  pari a 1.2 e un valore di  $\tau$  pari a 150 kPa.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alla resistenza calcolata  $R_{cal}$  i fattori di correlazione  $\xi_a$  riportati nella Tabella 6.6. Il delle NTC2018, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagine. È stato assunto un fattore  $\chi_{a3}$  pari a 1.8:

$$R_{a,k} = \min \left[ (R_{a,c})_{media} / \xi_{a3}; (R_{a,c})_{min} / \xi_{a4} \right]$$

numero di verticali indagate	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Il valore di progetto  $R_{a,d}$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico applicando il coefficiente parziale  $\gamma_{Ra} = 1.1$ , previsto per ancoraggi provvisionali, come indicato nella Tabella 6.6.I delle NTC2018.

	simbolo $\gamma_R$	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Pertanto:

$$R_{cal} = \pi (1.2 \times 0.20\text{m}) \times 8.0\text{m} \times 150\text{kPa} = 904.32 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 904.32 \text{ kN} / 1.8 = 502.40 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 502.40 \text{ kN} / 1.1 = 456.73 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 374.33 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.22.

### 12.1.2.2.3 Verifica aderenza malta

Per eseguire la verifica in questione, è stato utilizzato l'applicativo della "Geostru".

Di seguito, si riportano i dati di input e l'esito della verifica.

## DATI GENERALI

vers 3.1 (27/11/2017)

Metodo di calcolo

Schneebeli  Bustamante Doix

Descrizione

Gli ancoraggi sono elementi strutturali opportunamente collegati al terreno, in grado di sostenere forze di trazione.

## NORMATIVA

NTC (A1+M1+R3)

Ancoraggi temporanei

1.10

Ancoraggi permanenti

1.20

Lunghezza della zona ancorata

$L_a$  8 m

### Resistenza di aderenza della malta al foro

Tensione di aderenza (valori indicativi riportati in tabella)

$\tau$  0.6 MPa

TERRENO	Tensione di aderenza unitaria malta-terreno [Mpa]	
	min	max
<b>ROCCIA</b>		
✓ Basalto	5.50	6.00
✓ Calcare	2.80	4.80
✓ Arenaria	1.50	1.70
✓ Dolomite	1.70	1.90
✓ Scisti	0.50	0.70
✓ Scisti alterati	0.30	0.50
✓ Gesso	0.60	0.80
✓ Ardesia	1.60	1.80
<b>SCIOLTO</b>		
✓ Limi argillosi	0.06	0.09
✓ Argilla saturo	0.05	0.08
✓ Argilla sabbiosa compatta	0.20	0.40
✓ Sabbia medio fine compatta	0.20	0.60
✓ Argilla medio plastica dura	0.20	0.50
✓ Argilla medio plastica media	0.16	0.29
✓ Sabbia grossa e ghiaia compatta	0.29	0.60

E. Segre, "Proposta di metodo di prove semplici per tiranti di ancoraggio" (Industria Italiana del Cemento 6/88)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Verifica dell'aderenza acciaio-malta d'iniezione

La = 800.00 >= 1.31 (cm) - **Soddisfatta**

Verifica dell'aderenza malta-guaina corrugata

La = 800.00 >= 1.27 (cm) - **Soddisfatta**

Verifica dell'aderenza della malta al foro

La = 800.00 >= 11.14 (cm) - **Soddisfatta**

### 12.1.2.3 Trave di ripartizione

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche strutturali della trave di ripartizione:

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

Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+I	Realizzazione ti	243.75	0	0.195	0.342	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+I	Scavo finale	260.24	0	0.208	0.365	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+I	Sisma	259.48	0	0.207	0.364	0

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISM	Realizzazione ti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISM	Scavo finale	199.7	0	0.159	0.28	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISM	Sisma	233.96	0	0.187	0.329	0

## 12.2 Paratia tipo 2

Di seguito si descrivono le verifiche strutturali svolte su ciascuno degli elementi.

### 12.2.1 Condizioni non drenate

#### 12.2.1.1 Micropali in acciaio

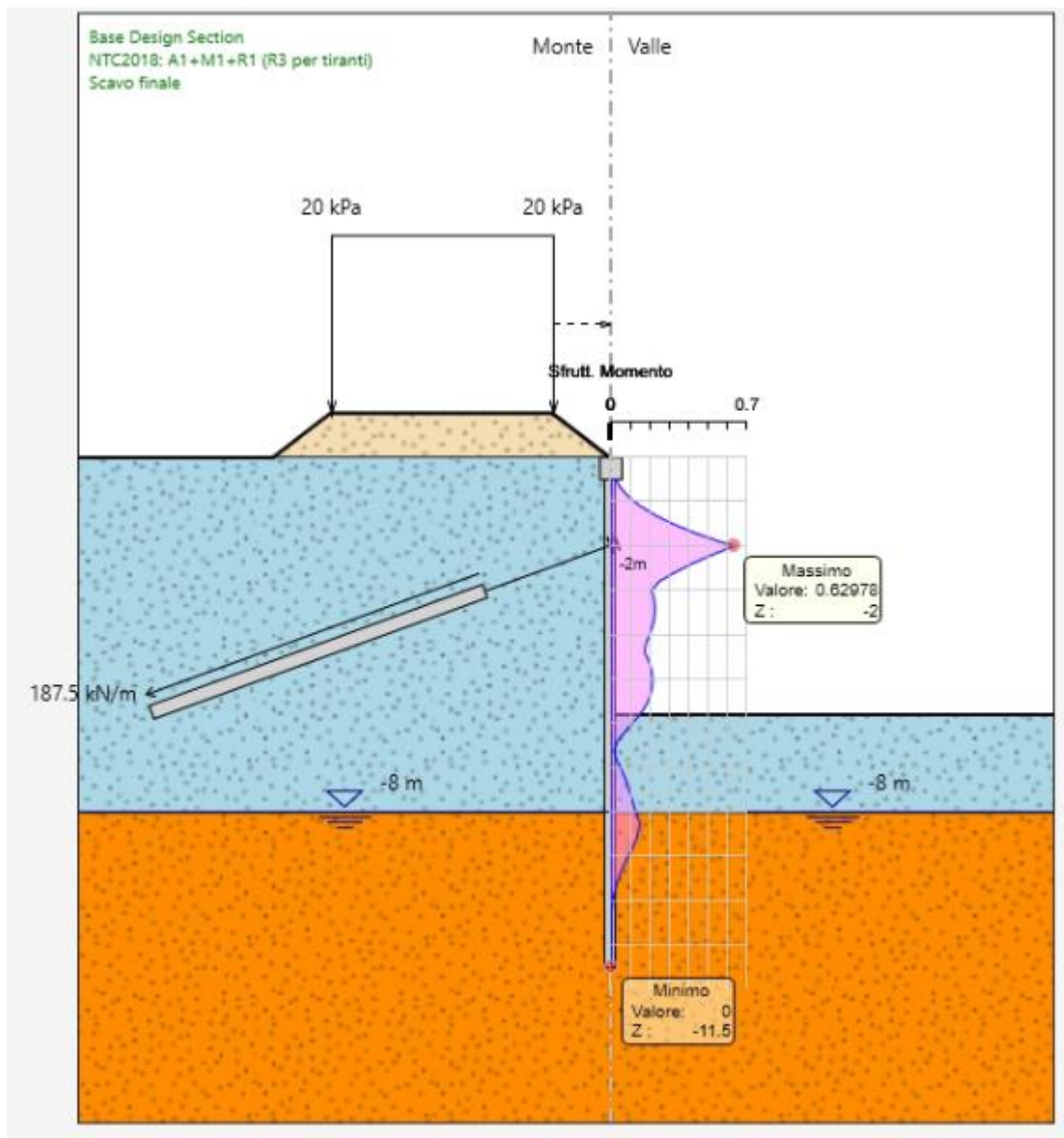


Figura 12-9. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.63)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

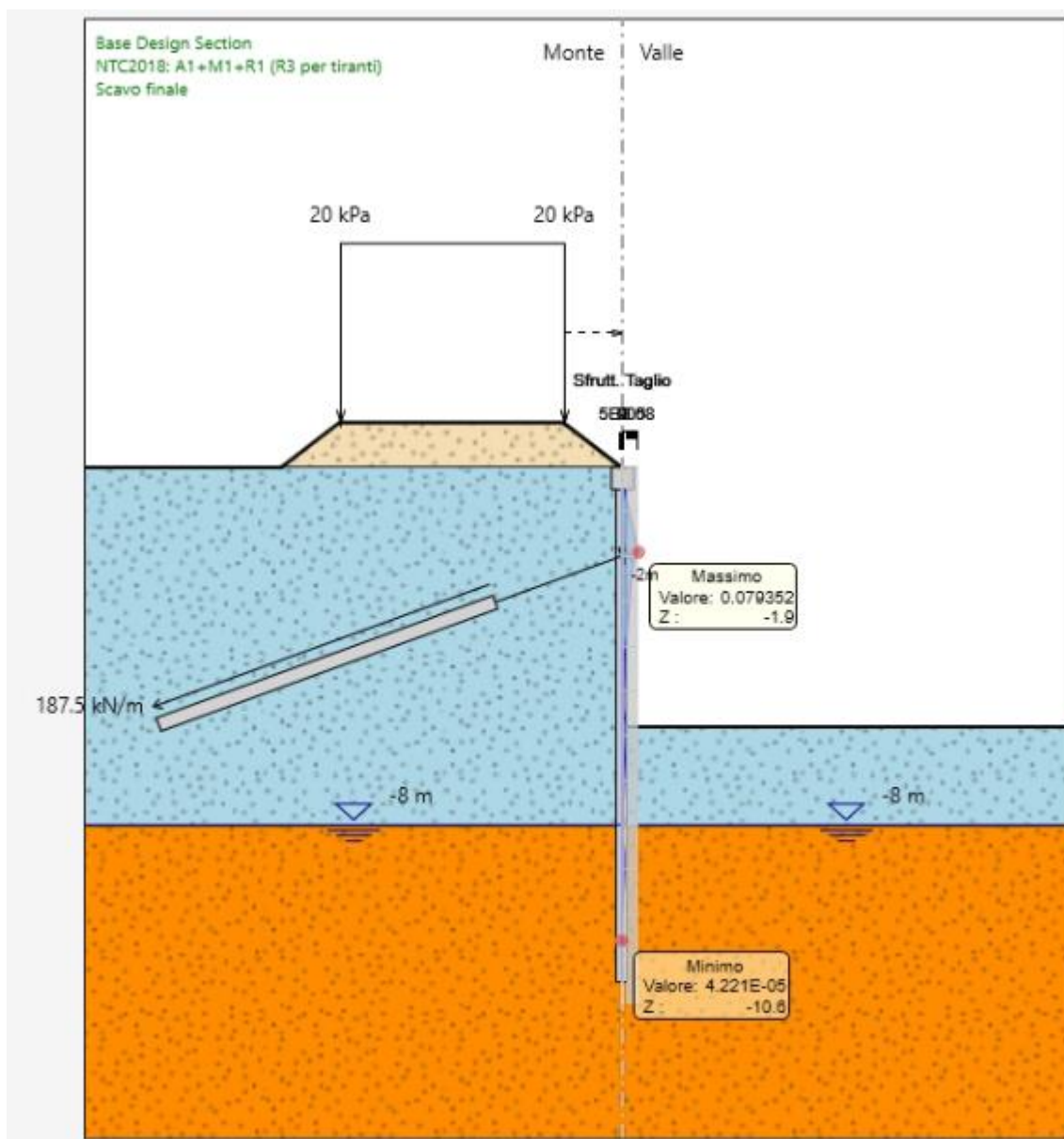


Figura 12-10. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore massimo = 0.08)

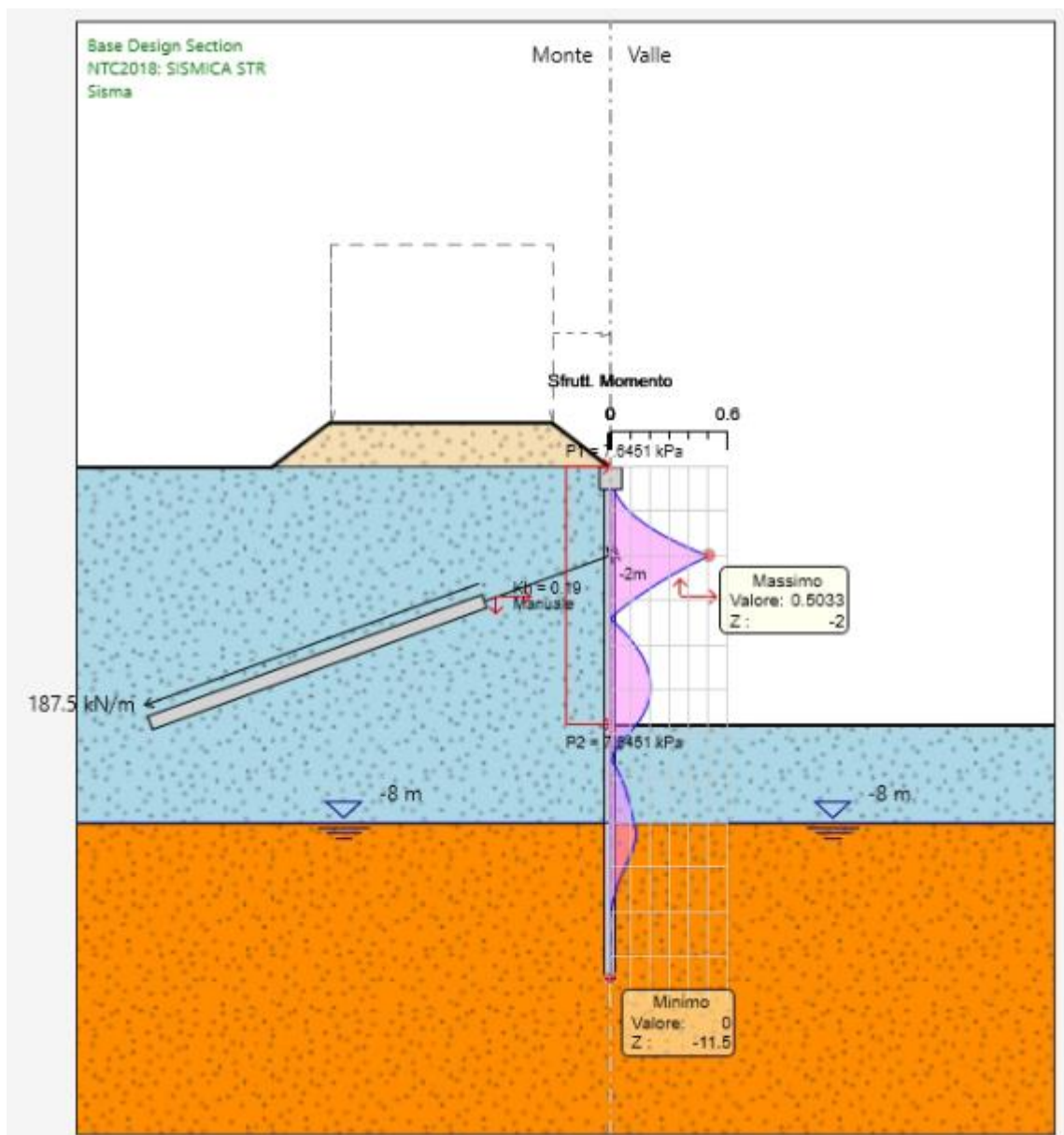


Figura 12-11. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.50)



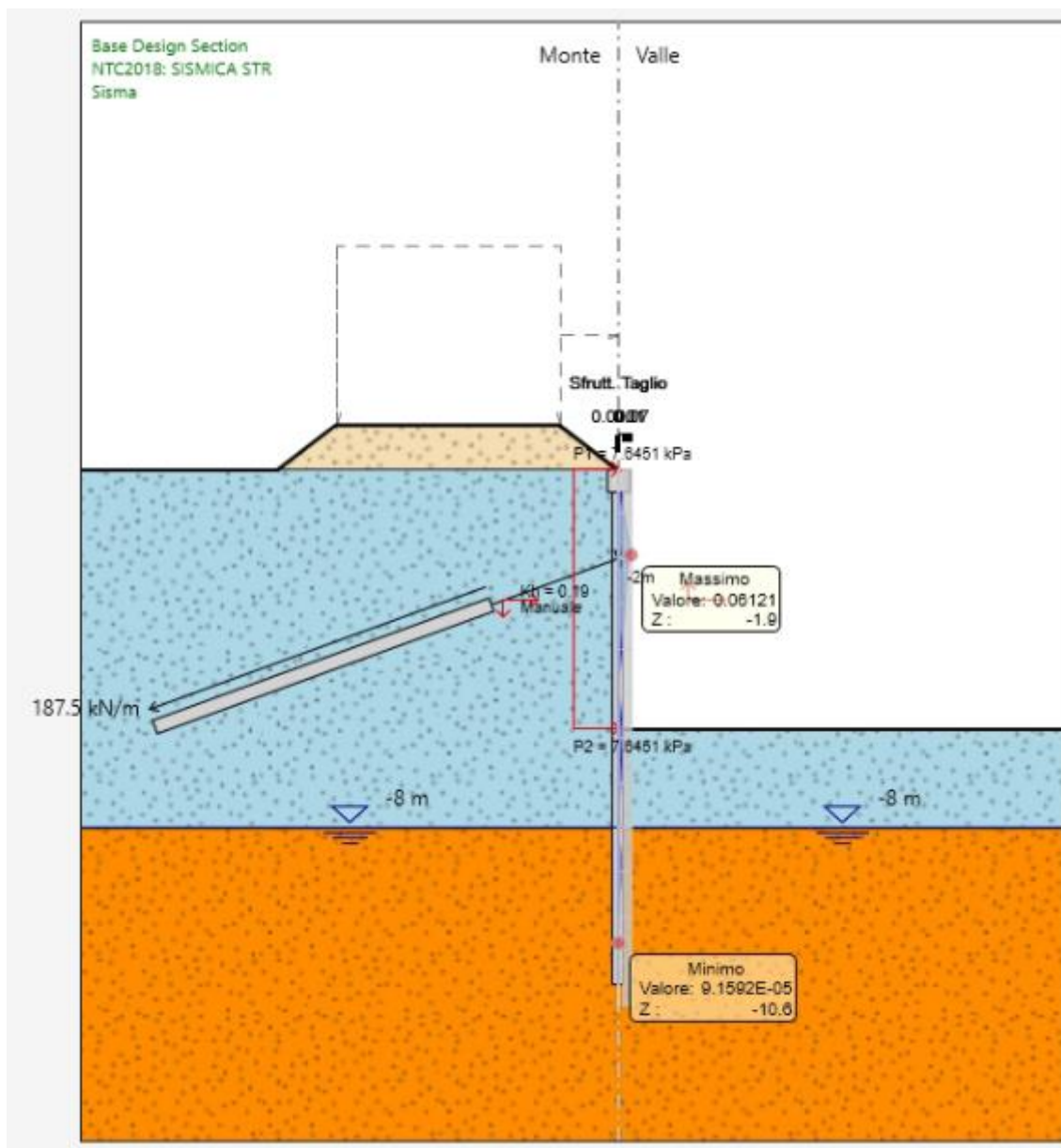


Figura 12-12. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.06)

In figura 10.11 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 14.05 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.055	55	m	mm		mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.058	58	0.055	55	>	14.04	ok



### 12.2.1.2 Tiranti di ancoraggio

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

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

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.96	605.56	0.853	0.644	✓	✓
Tieback	Scavo finale	398.61	456.96	605.56	0.872	0.658	✓	✓
Tieback	Sisma	397.03	456.96	605.56	0.869	0.656	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.96	605.56	0.657	0.495	✓	✓
Tieback	Scavo finale	306.25	456.96	605.56	0.67	0.506	✓	✓
Tieback	Sisma	311.99	456.96	605.56	0.683	0.515	✓	✓

#### 12.2.1.2.1 Verifica a trazione dell'armatura

La resistenza caratteristica della sezione in acciaio è calcolata secondo la relazione:

$$R_{a,k} = f_{p(1)k} \cdot A_s$$

dove:

- $A_s = n \cdot A_t$  area della sezione di armatura;
- $A_t$  area del singolo trefolo;
- $n$  numero di trefoli;
- $f_{p(1)k}$  tensione caratteristica all'1% di deformazione totale.

La resistenza di progetto risulterà quindi:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_s$$

con  $\gamma_s = 1.15$ , coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio.

Pertanto:

$$R_{a,k} = 1670 \text{ N/mm}^2 \times 3 \times 139 \text{ mm}^2 = 696.39 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 696.39 \text{ kN} / 1.15 = 605.56 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 398.61 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con  $FS = 1.52$ .

### 12.2.1.2.2 Verifica a sfilamento del bulbo di ancoraggio

La resistenza di calcolo allo sfilamento dell'ancoraggio è stata valutata attraverso la formulazione di Bustamante e Doix (1985):

$$R_{cal} = \pi \cdot D_s \cdot L_s \cdot \tau$$

in cui:

- $D_s = \alpha D$  dove  $D$  è il diametro di perforazione e  $\alpha$  un coefficiente maggiorativo che tiene conto della tipologia di terreno e del metodo di iniezione;
- $L_s$  è la lunghezza del bulbo;
- $\tau$  è la resistenza tangenziale.

Si assume per l'unità geologica ALL, cautelativamente, un valore di  $\alpha$  pari a 1.2 e un valore di  $\tau$  pari a 150 kPa.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alla resistenza calcolata  $R_{cal}$  i fattori di correlazione  $\xi_a$  riportati nella Tabella 6.6. Il delle *NTC2018*, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagine. È stato assunto un fattore  $\chi_{a3}$  pari a 1.8:

$$R_{a,k} = \min \left[ (R_{a,c})_{media} / \xi_{a3}; (R_{a,c})_{min} / \xi_{a4} \right]$$

numero di verticali indagate	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Il valore di progetto  $R_{a,d}$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico applicando il coefficiente parziale  $\gamma_{Ra} = 1.1$ , previsto per ancoraggi provvisionali, come indicato nella Tabella 6.6.I delle *NTC2018*.

	simbolo $\gamma_R$	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Pertanto:

$$R_{cal} = \pi (1.2 \times 0.20\text{m}) \times 8.0\text{m} \times 150\text{kPa} = 904.32 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 904.32 \text{ kN} / 1.8 = 502.40 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 502.40 \text{ kN} / 1.1 = 456.73 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 398.61 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.14.

### 12.2.1.2.3 Verifica aderenza malta

Per eseguire la verifica in questione, è stato utilizzato l'applicativo della "Geostru".

Di seguito, si riportano i dati di input e l'esito della verifica.

## DATI GENERALI

vers 3.1 (27/11/2017)

Metodo di calcolo

Schneebeli  Bustamante Doix

Descrizione

Gli ancoraggi sono elementi strutturali opportunamente collegati al terreno, in grado di sostenere forze di trazione.

## NORMATIVA

NTC (A1+M1+R3)

Ancoraggi temporanei

1.10

Ancoraggi permanenti

1.20

Lunghezza della zona ancorata

$L_a$   m

### Resistenza di aderenza della malta al foro

Tensione di aderenza (valori indicativi riportati in tabella)

$\tau$   MPa

TERRENO	Tensione di aderenza unitaria malta-terreno [Mpa]	
	min	max
<b>ROCCIA</b>		
✓ Basalto	5.50	6.00
✓ Calcare	2.80	4.80
✓ Arenaria	1.50	1.70
✓ Dolomite	1.70	1.90
✓ Scisti	0.50	0.70
✓ Scisti alterati	0.30	0.50
✓ Gesso	0.60	0.80
✓ Ardesia	1.60	1.80
<b>SCIOLTO</b>		
✓ Limi argillosi	0.06	0.09
✓ Argilla satura	0.05	0.08
✓ Argilla sabbiosa compatta	0.20	0.40
✓ Sabbia medio fine compatta	0.20	0.60
✓ Argilla medio plastica dura	0.20	0.50
✓ Argilla medio plastica media	0.16	0.29
✓ Sabbia grossa e ghiaia compatta	0.29	0.60

E. Segre, "Proposta di metodo di prove semplici per tiranti di ancoraggio" (Industria Italiana del Cemento 6/88)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Verifica dell'aderenza acciaio-malta d'iniezione

La = 800.00 >= 1.31 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza malta-guaina corrugata

La = 800.00 >= 1.27 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza della malta al foro

La = 800.00 >= 11.14 (cm) - Soddisfatta

### 12.2.1.3 Trave di ripartizione

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche strutturali della trave di ripartizione:

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

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Realizzazione ti	243.75	0	0.195	0.342	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Scavo finale	249.13	0	0.199	0.35	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Sisma	248.14	0	0.198	0.348	0

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Realizzazione ti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Scavo finale	191.41	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Sisma	195	0	0.156	0.274	0

## 12.2.2 Condizioni drenate

### 12.2.2.1 Micropali in acciaio

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

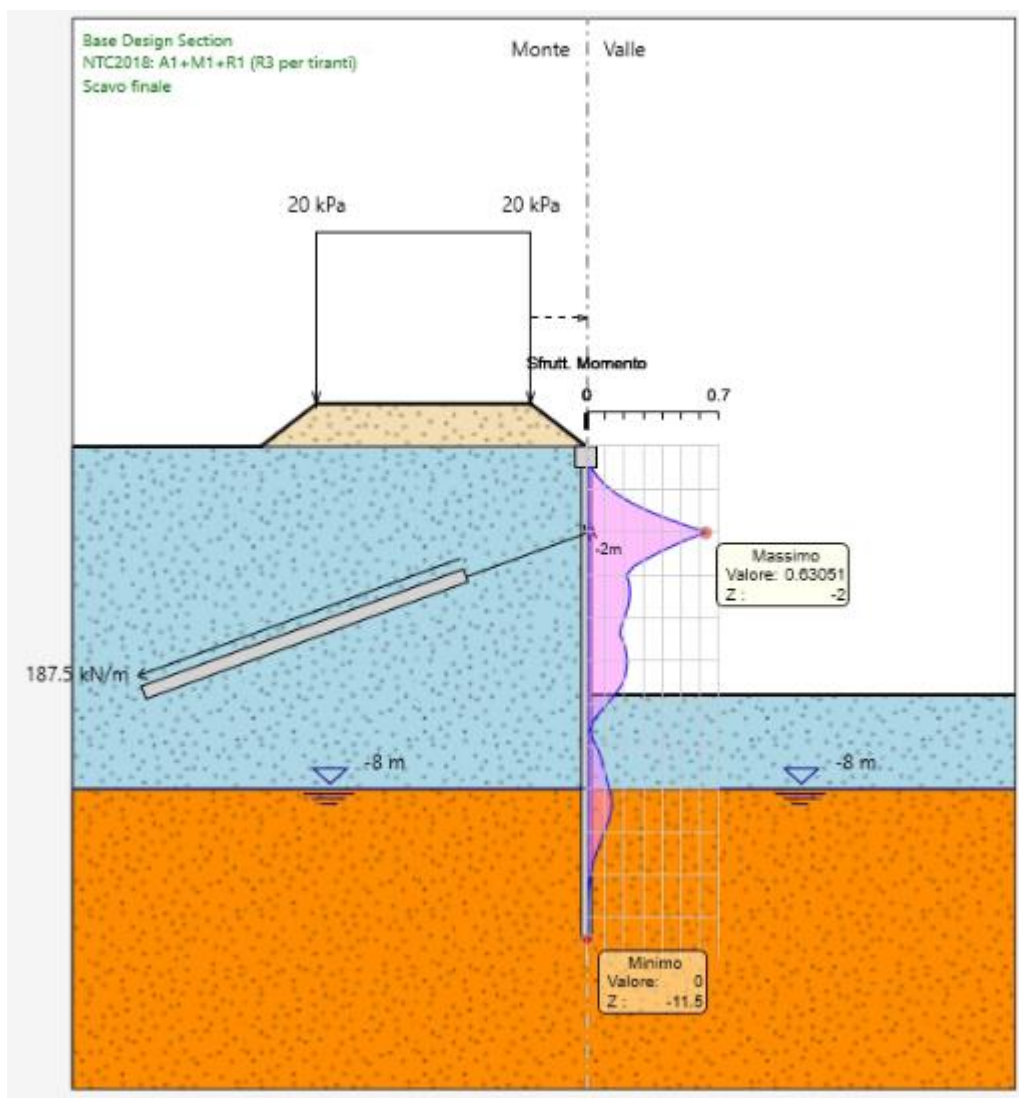


Figura 12-13. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.63)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

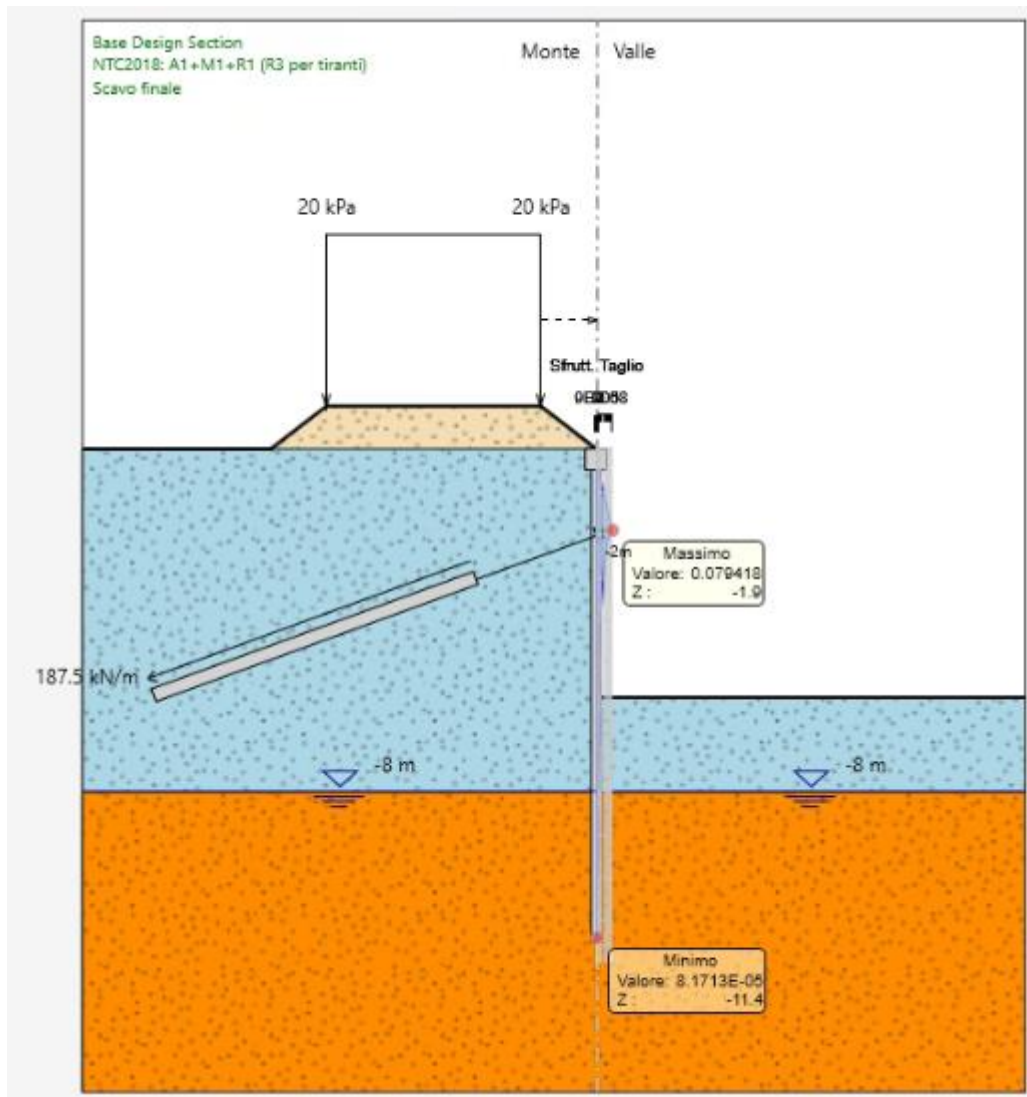


Figura 12-14. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore *massimo* = 0.08)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

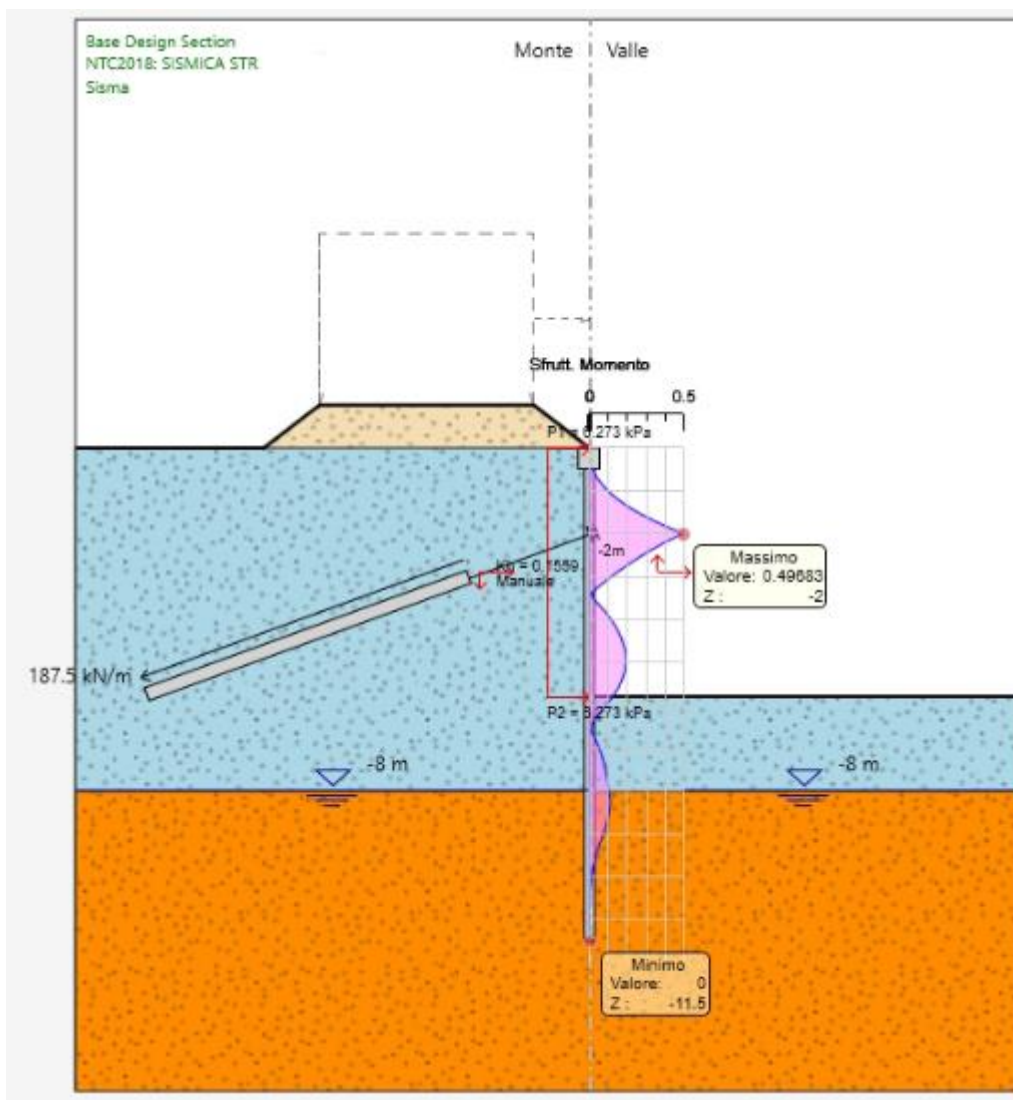


Figura 12-15. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.50)

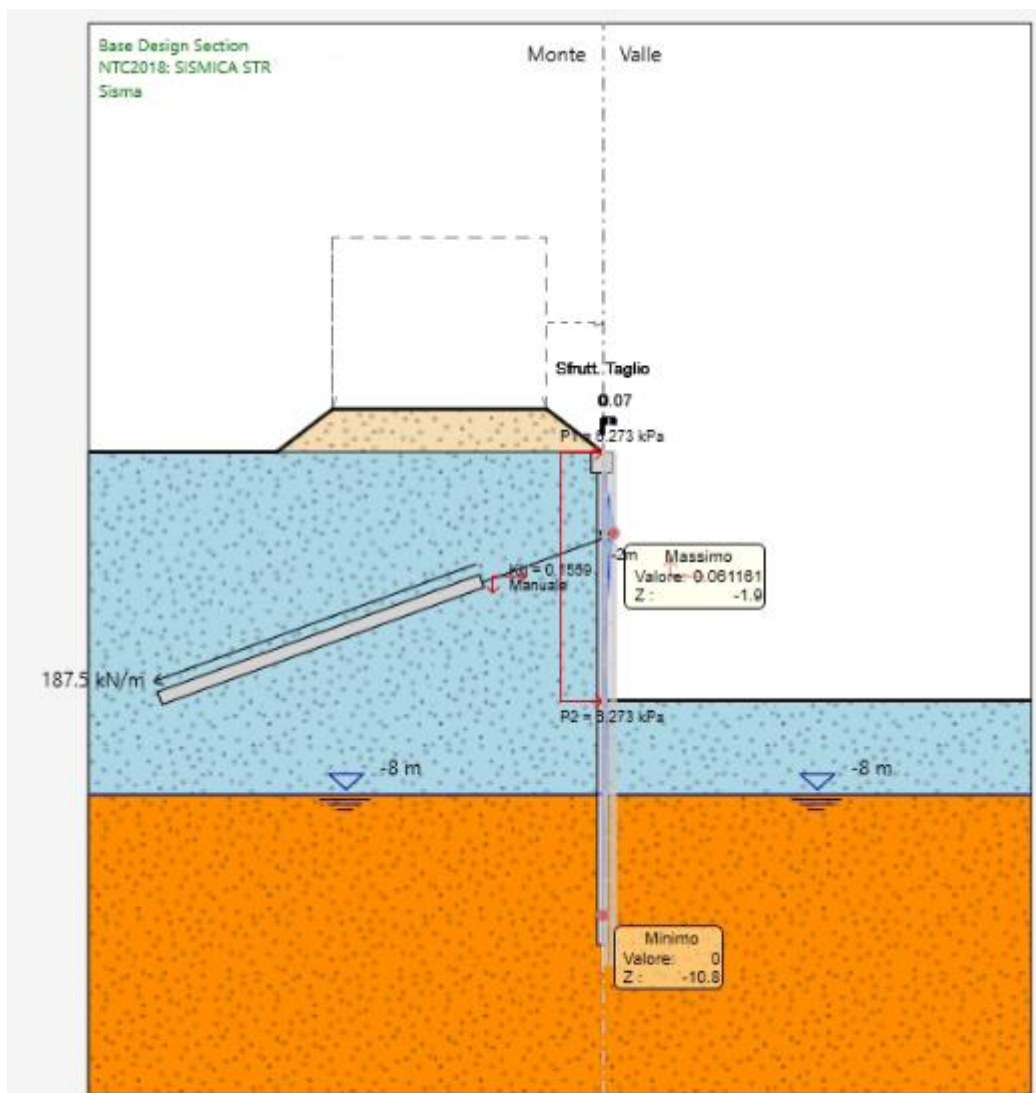


Figura 12-16. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.06)

In figura 10.16 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 17.41 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.055	55		m	mm	mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.058	58		0.055	55	> 17.41	ok

### 12.2.2.2 Tiranti di ancoraggio

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

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

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.96	605.56	0.853	0.644	✓	✓
Tieback	Scavo finale	398.62	456.96	605.56	0.872	0.658	✓	✓
Tieback	Sisma	397.04	456.96	605.56	0.869	0.656	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.96	605.56	0.657	0.495	✓	✓
Tieback	Scavo finale	306.26	456.96	605.56	0.67	0.506	✓	✓
Tieback	Sisma	310.42	456.96	605.56	0.679	0.513	✓	✓

#### 12.2.2.2.1 Verifica a trazione dell'armatura

La resistenza caratteristica della sezione in acciaio è calcolata secondo la relazione:

$$R_{a,k} = f_{p(1)k} \cdot A_s$$

dove:

- $A_s = n \cdot A_t$  area della sezione di armatura;
- $A_t$  area del singolo trefolo;
- $n$  numero di trefoli;
- $f_{p(1)k}$  tensione caratteristica all'1% di deformazione totale.

La resistenza di progetto risulterà quindi:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_s$$

con  $\gamma_s = 1.15$ , coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio.

Pertanto:

$$R_{a,k} = 1670 \text{ N/mm}^2 \times 3 \times 139 \text{ mm}^2 = 696.39 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 696.39 \text{ kN} / 1.15 = 605.56 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 398.62 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.52.

### 12.2.2.2 Verifica a sfilamento del bulbo di ancoraggio

La resistenza di calcolo allo sfilamento dell'ancoraggio è stata valutata attraverso la formulazione di Bustamante e Doix (1985):

$$R_{cal} = \pi \cdot D_s \cdot L_s \cdot \tau$$

in cui:

- $D_s = \alpha D$  dove  $D$  è il diametro di perforazione e  $\alpha$  un coefficiente maggiorativo che tiene conto della tipologia di terreno e del metodo di iniezione;
- $L_s$  è la lunghezza del bulbo;
- $\tau$  è la resistenza tangenziale.

Si assume per l'unità geologica ALL, cautelativamente, un valore di  $\alpha$  pari a 1.2 e un valore di  $\tau$  pari a 150 kPa.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alla resistenza calcolata  $R_{cal}$  i fattori di correlazione  $\xi_a$  riportati nella Tabella 6.6. Il delle NTC2018, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagine. È stato assunto un fattore  $\chi_{a3}$  pari a 1.8:

$$R_{a,k} = \min \left[ (R_{a,c})_{media} / \xi_{a3}; (R_{a,c})_{min} / \xi_{a4} \right]$$

numero di verticali indagate	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Il valore di progetto  $R_{a,d}$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico applicando il coefficiente parziale  $\gamma_{Ra} = 1.1$ , previsto per ancoraggi provvisionali, come indicato nella Tabella 6.6.I delle NTC2018.

	simbolo $\gamma_R$	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Pertanto:

$$R_{cal} = \pi (1.2 \times 0.20\text{m}) \times 8.0\text{m} \times 150\text{kPa} = 904.32 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 904.32 \text{ kN} / 1.8 = 502.40 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 502.40 \text{ kN} / 1.1 = 456.73 \text{ kN}$$

La sollecitazione massima agente sul tirante è pari a 398.62 kN, pertanto la verifica risulta soddisfatta con FS = 1.15.



### 12.2.2.2.3 Verifica aderenza malta

Per eseguire la verifica in questione, è stato utilizzato l'applicativo della "Geostru".

Di seguito, si riportano i dati di input e l'esito della verifica.

## DATI GENERALI

vers 3.1 (27/11/2017)

Metodo di calcolo

Schneebeli  Bustamante Doix

Descrizione

Gli ancoraggi sono elementi strutturali opportunamente collegati al terreno, in grado di sostenere forze di trazione.

## NORMATIVA

NTC (A1+M1+R3)

Ancoraggi temporanei

1.10

Ancoraggi permanenti

1.20

Lunghezza della zona ancorata

$L_a$  8 m

### Resistenza di aderenza della malta al foro

Tensione di aderenza (valori indicativi riportati in tabella)

$\tau$  0.6 MPa

TERRENO		Tensione di aderenza unitaria malta-terreno [Mpa]	
		min	max
<b>ROCCIA</b>			
✓	Basalto	5.50	6.00
✓	Calcere	2.80	4.80
✓	Arenaria	1.50	1.70
✓	Dolomite	1.70	1.90
✓	Scisti	0.50	0.70
✓	Scisti alterati	0.30	0.50
✓	Gesso	0.60	0.80
✓	Ardesia	1.60	1.80
<b>SCIOLTO</b>			
✓	Limi argillosi	0.06	0.09
✓	Argilla satura	0.05	0.08
✓	Argilla sabbiosa compatta	0.20	0.40
✓	Sabbia medio fine compatta	0.20	0.60
✓	Argilla medio plastica dura	0.20	0.50
✓	Argilla medio plastica media	0.16	0.29
✓	Sabbia grossa e ghiaia compatta	0.29	0.60

E. Segre, "Proposta di metodo di prove semplici per tiranti di ancoraggio" (Industria Italiana del Cemento 6/88)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Verifica dell'aderenza acciaio-malta d'iniezione

La = 800.00 >= 1.31 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza malta-guaina corrugata

La = 800.00 >= 1.27 (cm) - Soddisfatta

Verifica dell'aderenza della malta al foro

La = 800.00 >= 11.14 (cm) - Soddisfatta

### 12.2.2.3 Trave di ripartizione

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche strutturali della trave di ripartizione:

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

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Realizzazione ti	243.75	0	0.195	0.342	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Scavo finale	249.14	0	0.199	0.35	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: A1+M1+R1	Sisma	248.15	0	0.198	0.348	0

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento M-N	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Realizzazione ti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Scavo finale	191.41	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	1.6	NTC2018: SISMICA STR	Sisma	194.01	0	0.155	0.272	0

### 12.3 Paratia tipo 3

Di seguito si descrivono le verifiche strutturali svolte su ciascuno degli elementi.

#### 12.3.1 Micropali in acciaio

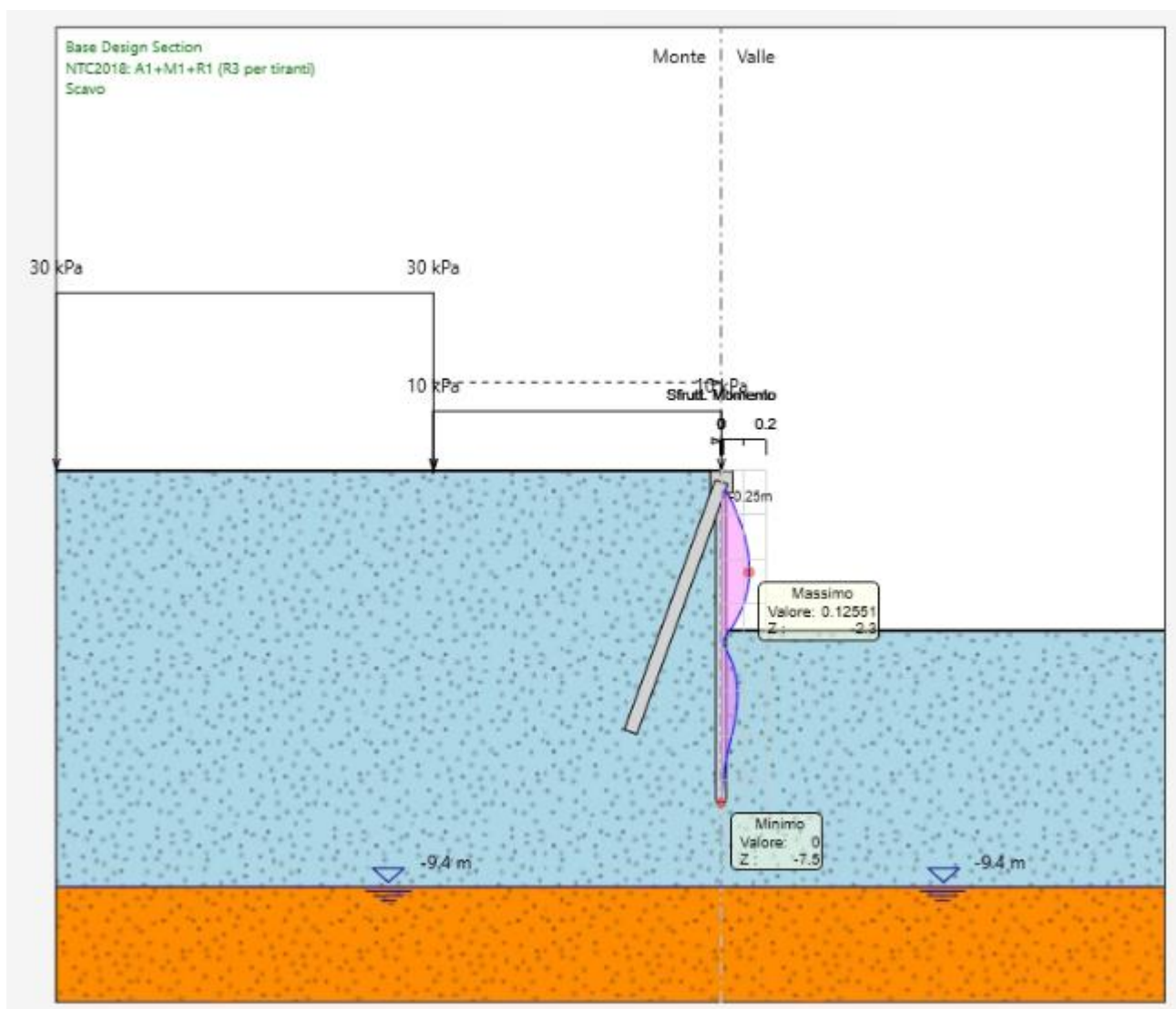


Figura 12-17. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.13)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

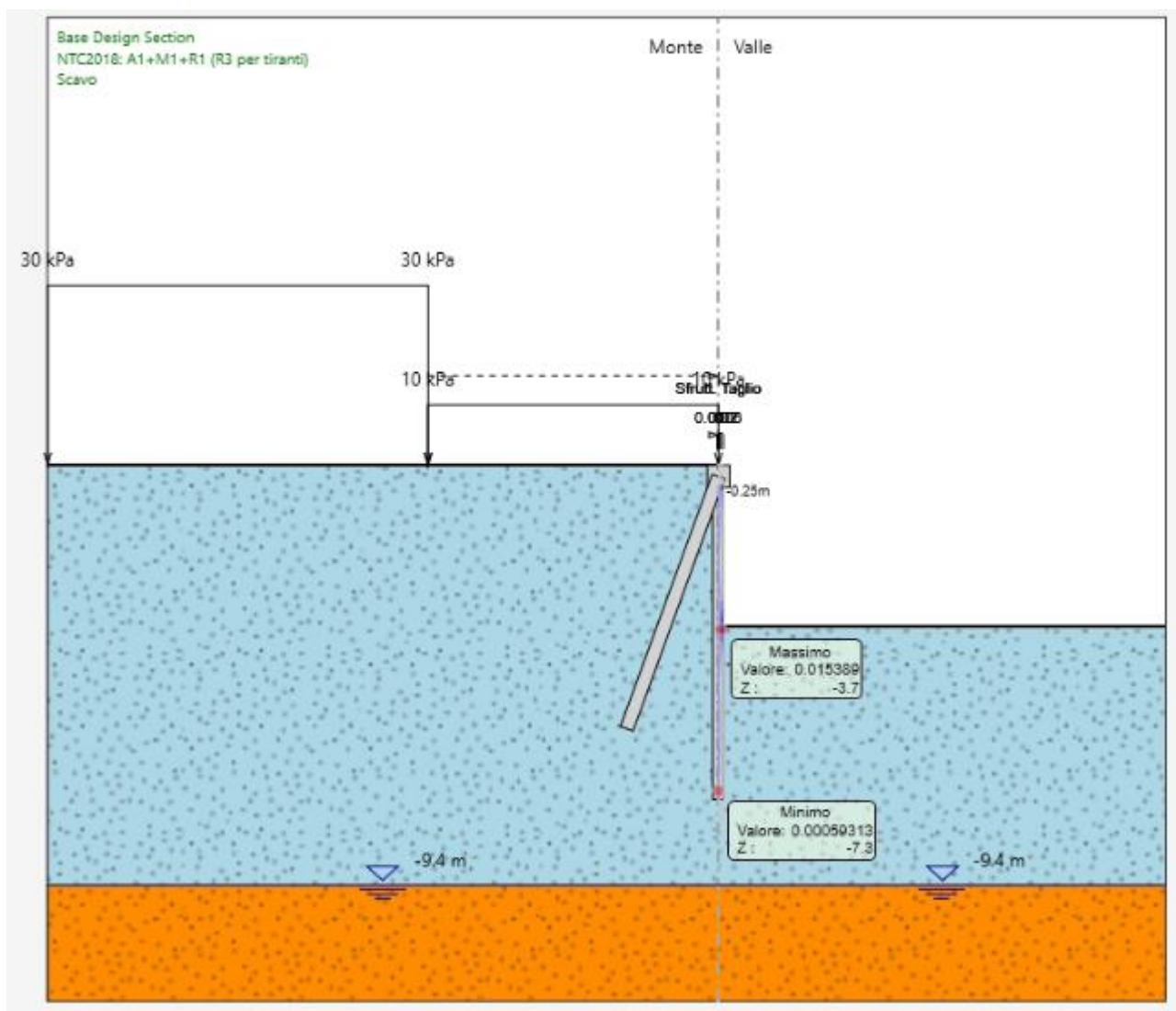


Figura 12-18. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore *massimo* = 0.02)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

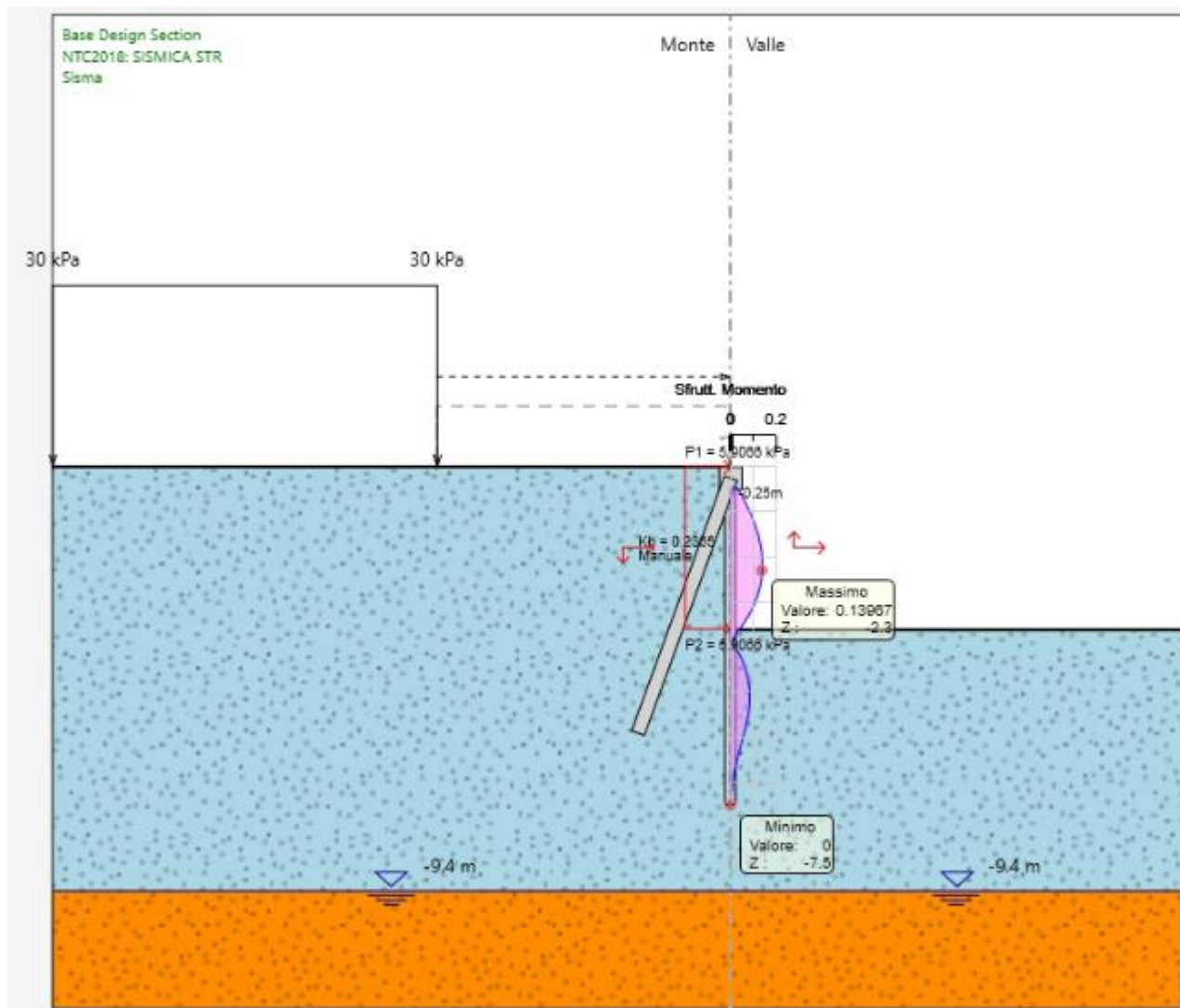


Figura 12-19. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.14)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

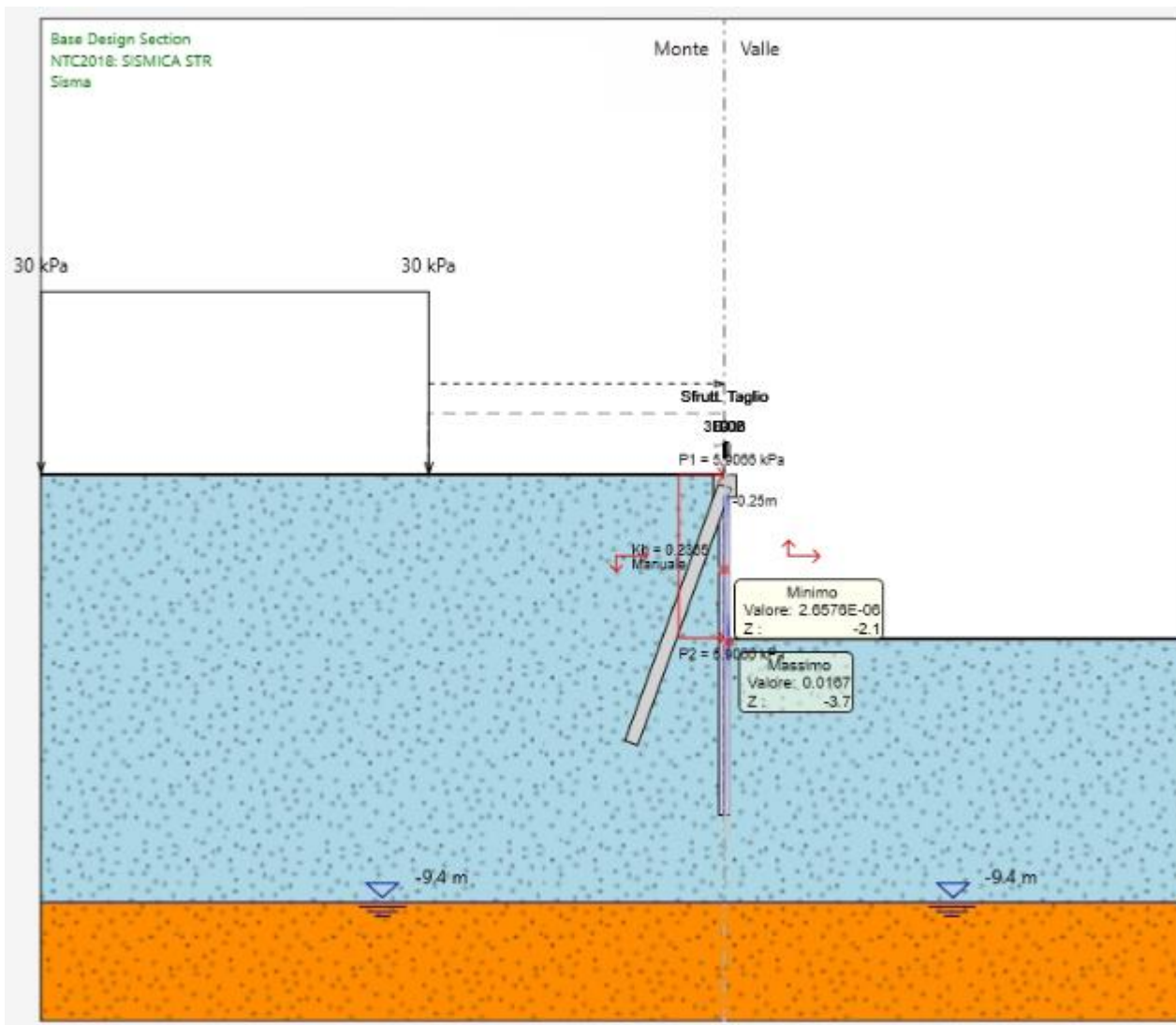


Figura 12-20. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.02)

In figura 10.21 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 3.20 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.035	35	m	mm		mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.036	36	0.035	35	>	3.2	ok

### 12.3.2 Cavalletti

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) ▾

Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
cavalletto	Realizzazione cavalle	-0.00011364	188.49	887.5	0	0	✓	✓
cavalletto	Scavo	87.243	188.27	887.5	0.463	0.098	✓	✓
cavalletto	Sisma	84.688	188.27	887.5	0.45	0.095	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR ▾

Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
cavalletto	Realizzazione cavalle	-6.4687E-05	188.49	887.5	0	0	✓	✓
cavalletto	Scavo	64.748	188.27	887.5	0.344	0.073	✓	✓
cavalletto	Sisma	118.16	188.27	887.5	0.628	0.133	✓	✓

## 12.4 Paratia tipo 4

Di seguito si descrivono le verifiche strutturali svolte su ciascuno degli elementi.

### 12.4.1 Micropali in acciaio

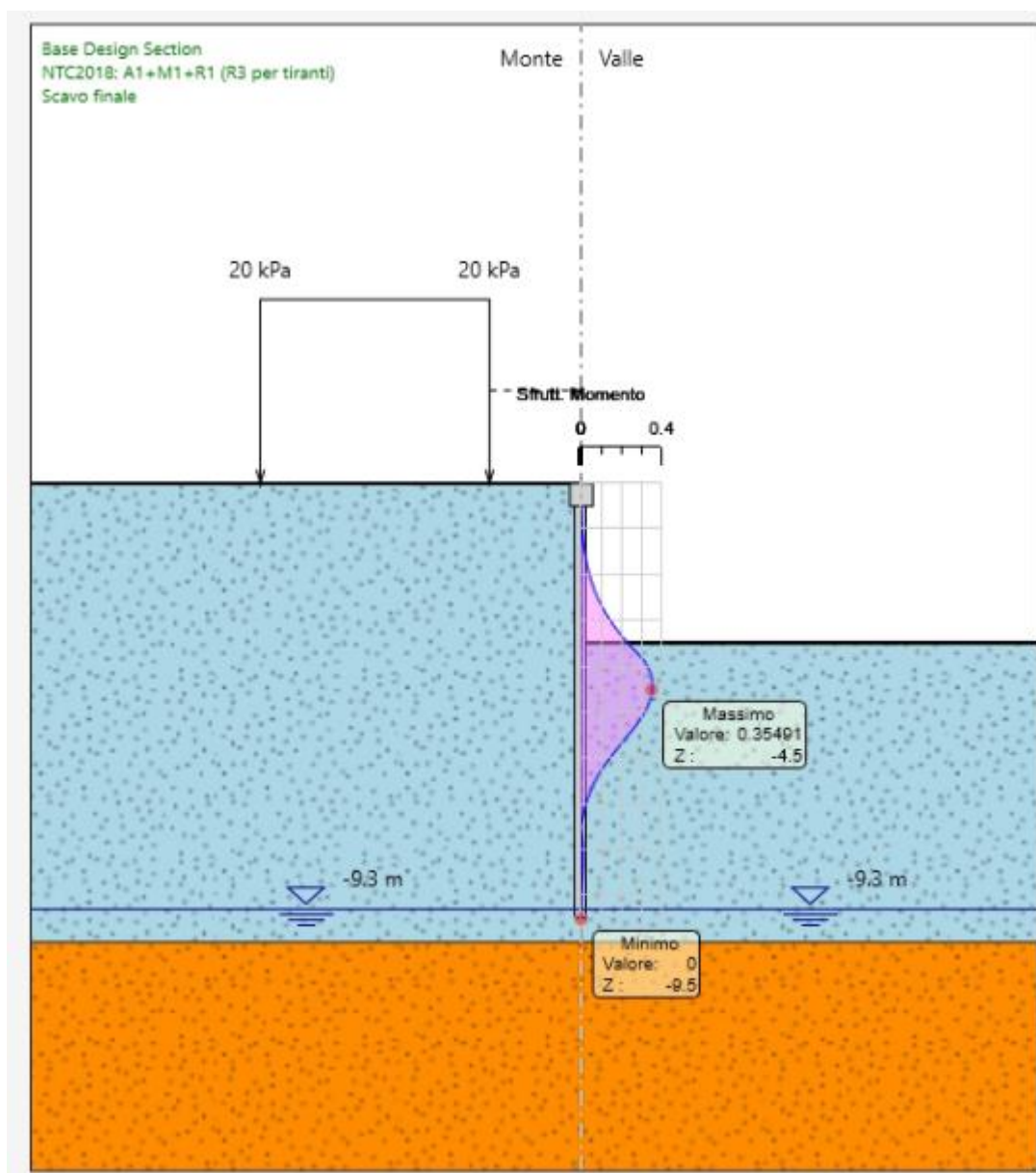


Figura 12-21. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.36)

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

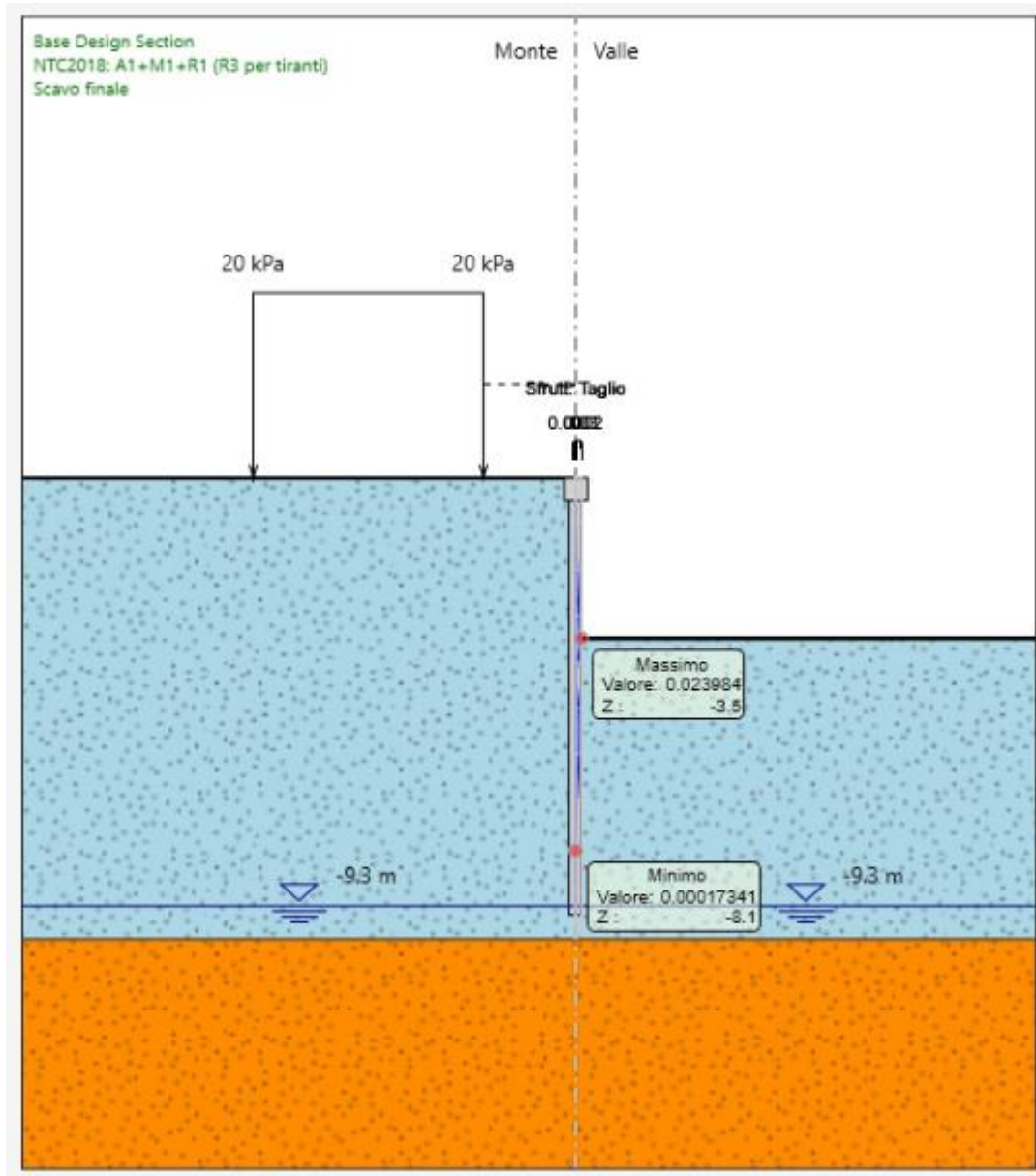


Figura 12-22. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore *massimo* = 0.02)

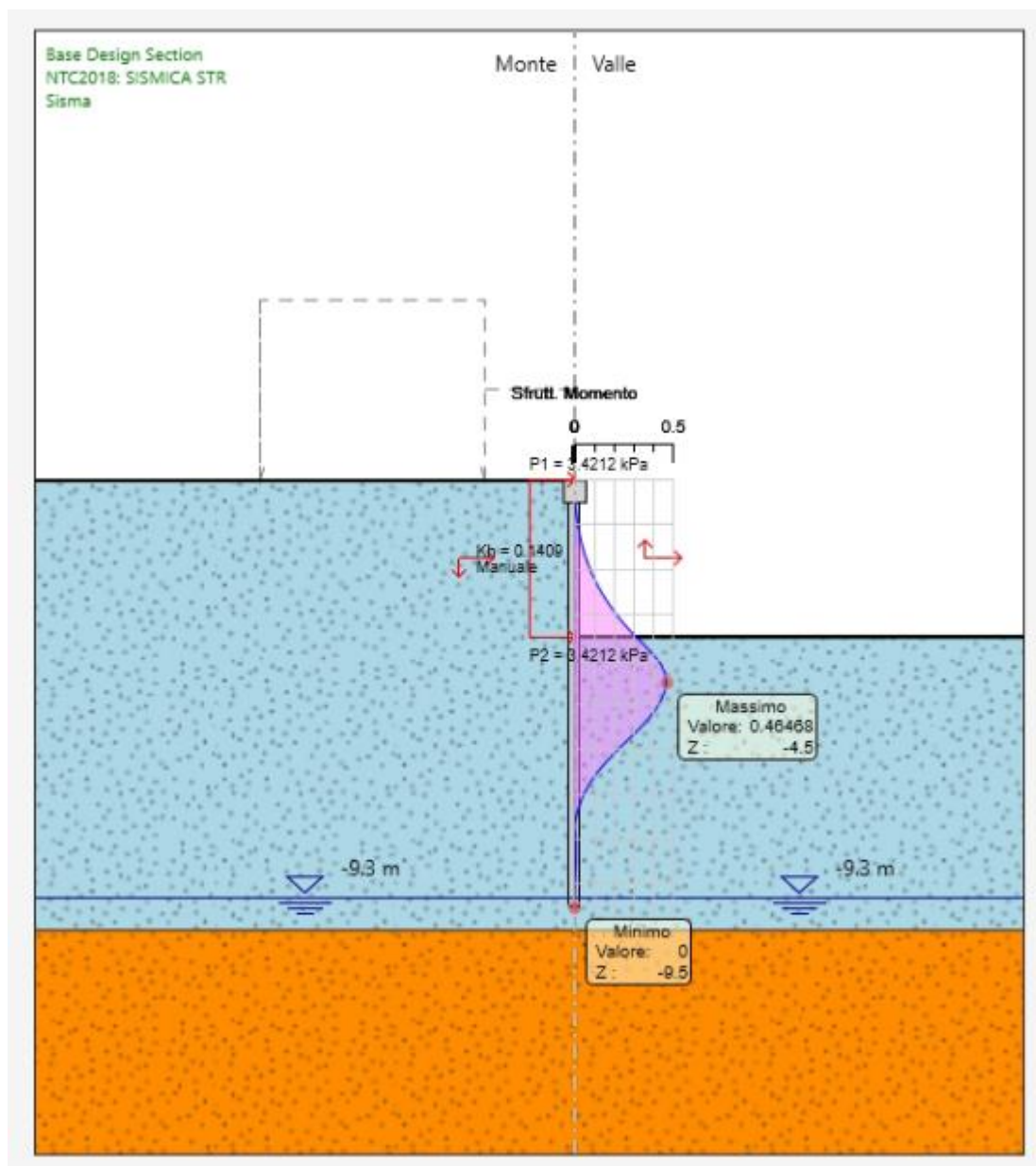


Figura 12-23. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.46)



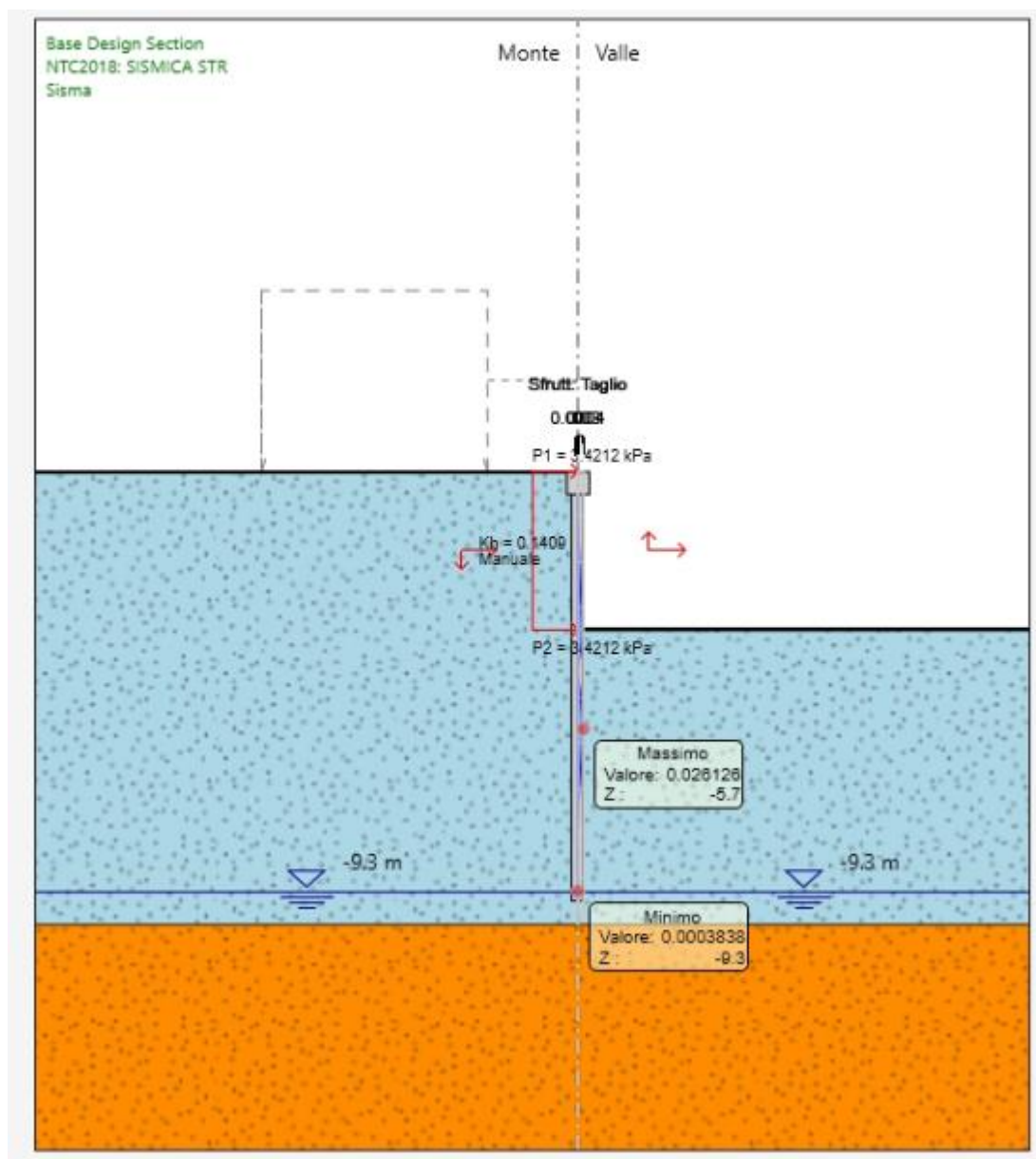


Figura 12-24. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.03)

In figura 10.26 della presente relazione è riportato il diagramma degli spostamenti laterali allo SLE dal quale si evince uno spostamento in testa al micropalo pari a 32.13 mm. Di seguito si riporta la verifica dello spostamento massimo ammissibile del micropalo:

		m	mm			limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
check 1	0.005H	0.045	45		m	mm		mm	
check 2	1/100H <sub>scavo</sub>	0.035	35		0.035	35	>	32.13	ok

## 13 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 13.1 Paratia tipo 1

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di tipo geotecnico sui micropali, ovvero la resistenza passiva mobilitata a valle della paratia.

#### 13.1.1 Condizioni non drenate

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a breve termine risulta pari a circa l'87%.

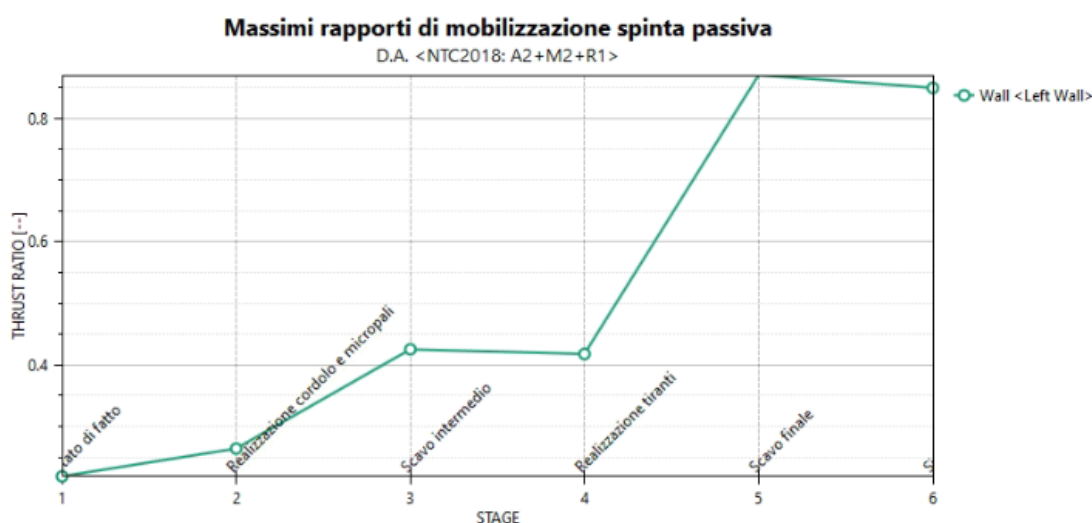


Figura 13-1. Diagramma mobilitazione spinta passiva

#### 13.1.2 Condizioni drenate

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a lungo termine risulta pari a circa il 54%.

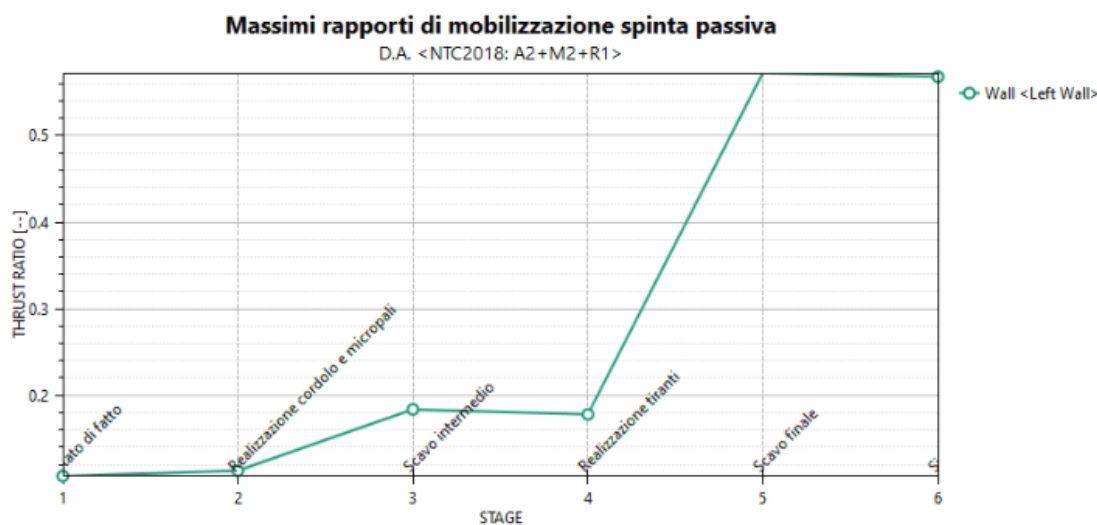


Figura 13-2. Diagramma mobilitazione spinta passiva

## 13.2 Paratia tipo 2

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di tipo geotecnico sui micropali, ovvero la resistenza passiva mobilitata a valle della paratia.

### 13.2.1 Condizioni non drenate

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a breve termine risulta pari a circa il 62%.

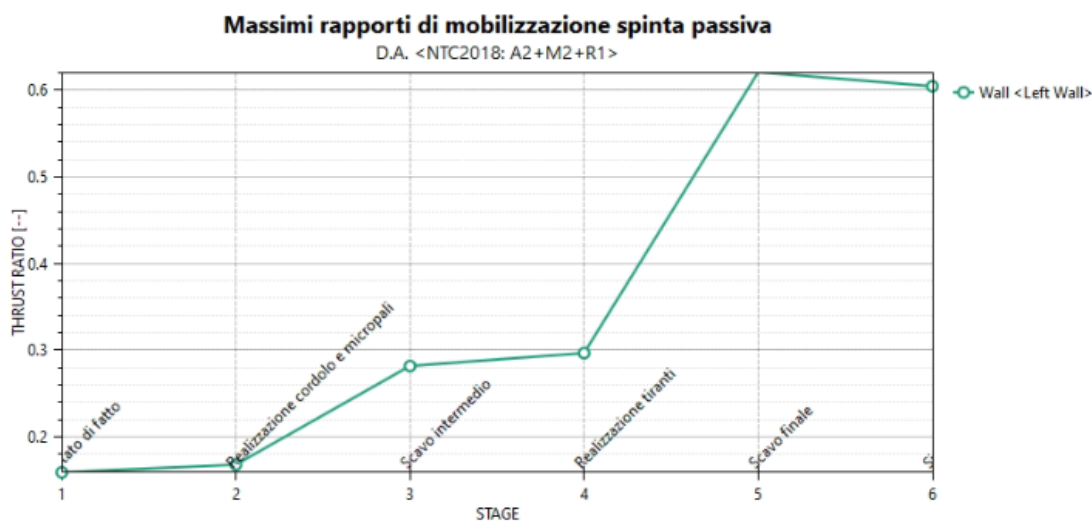


Figura 13-3. Diagramma mobilitazione spinta passiva

### 13.2.2 Condizioni drenate

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a lungo termine risulta pari a circa il 44%.

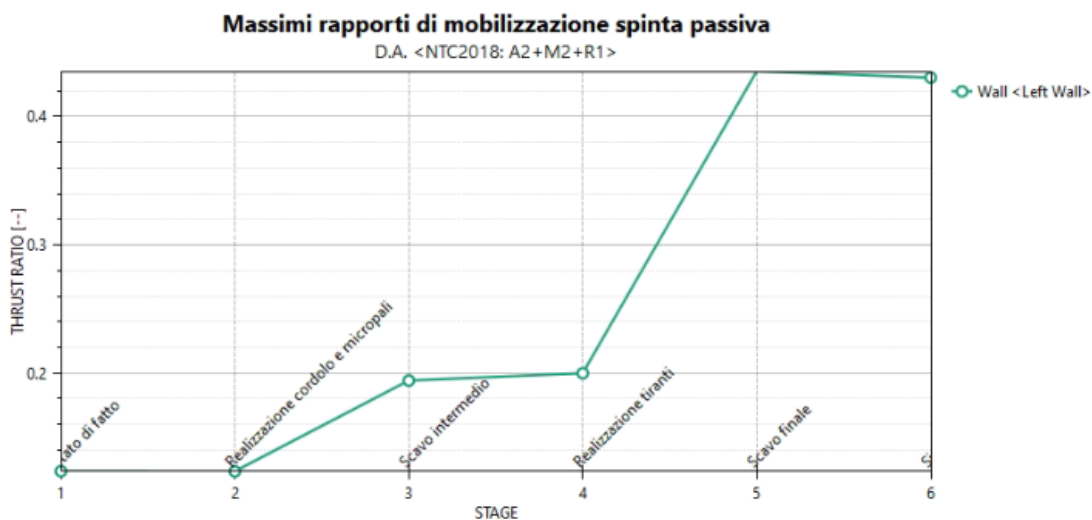


Figura 13-4. Diagramma mobilitazione spinta passiva

### 13.3 Paratia tipo 3

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di tipo geotecnico sui micropali, ovvero la resistenza passiva mobilitata a valle della paratia.

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a breve termine risulta pari a circa il 20%.

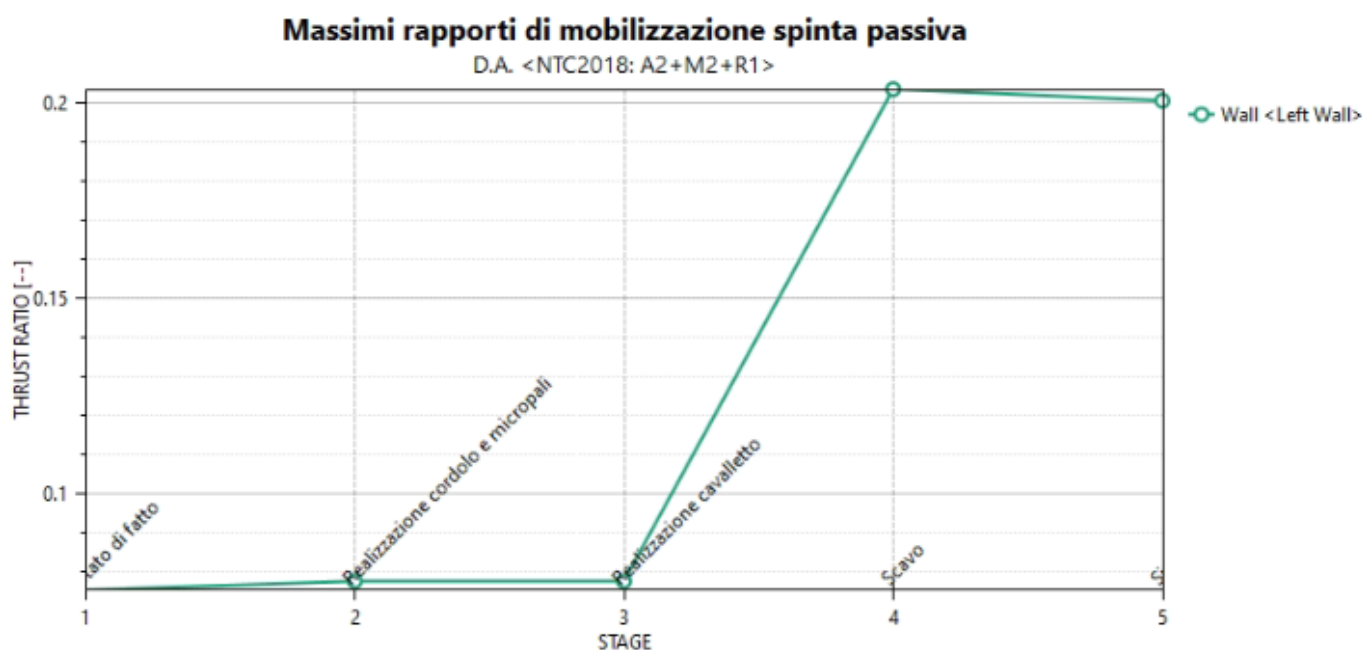


Figura 13-5. Diagramma mobilitazione spinta passiva

### 13.4 Paratia tipo 4

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di tipo geotecnico sui micropali, ovvero la resistenza passiva mobilitata a valle della paratia.

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali a breve termine risulta pari a circa il 20%.

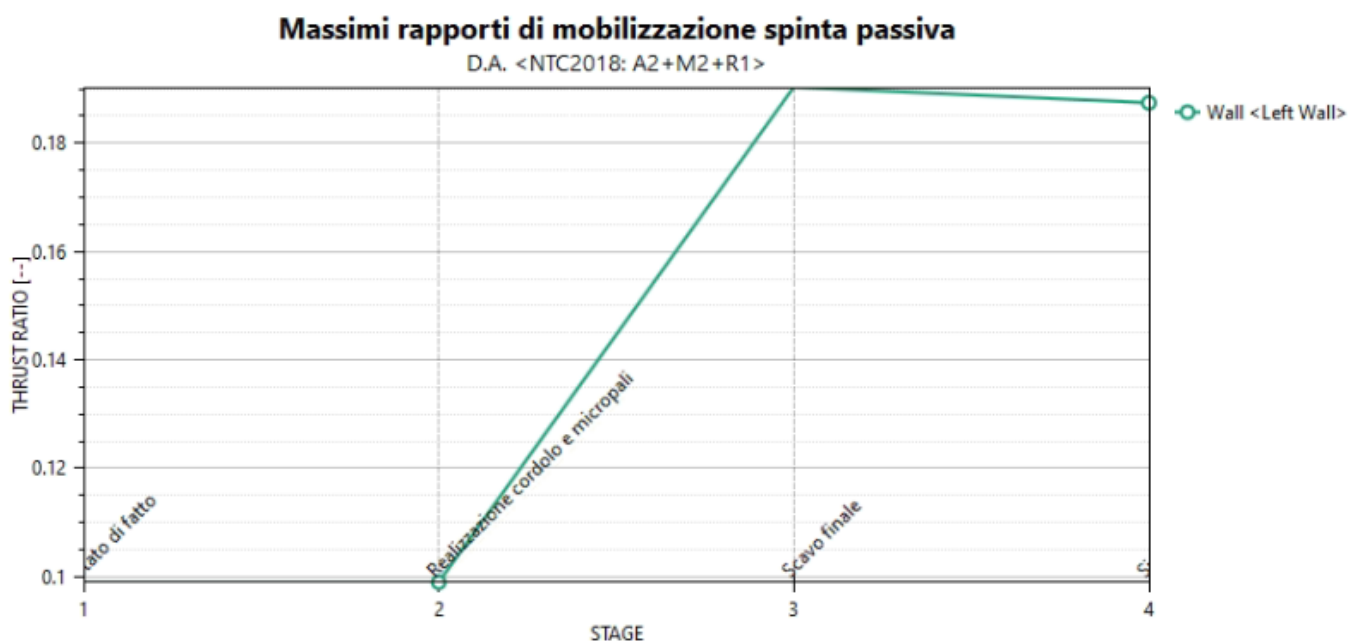


Figura 13-6. Diagramma mobilitazione spinta passiva



## 14 TABULATI PARATIE PLUS

### 14.1 Paratia tipo 1

#### 14.1.1 Condizioni non drenate

#### *Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno*

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -7.5 m

OCR : 1

## **Descrizione Pareti**

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

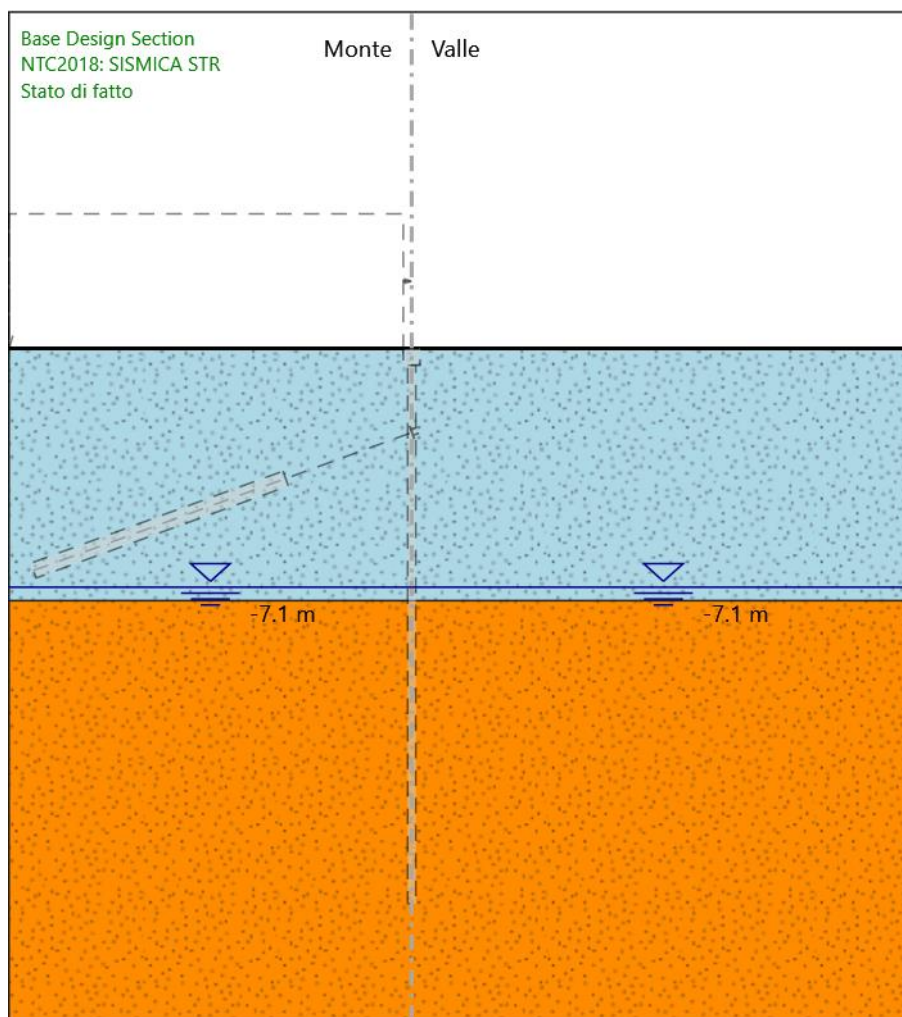
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

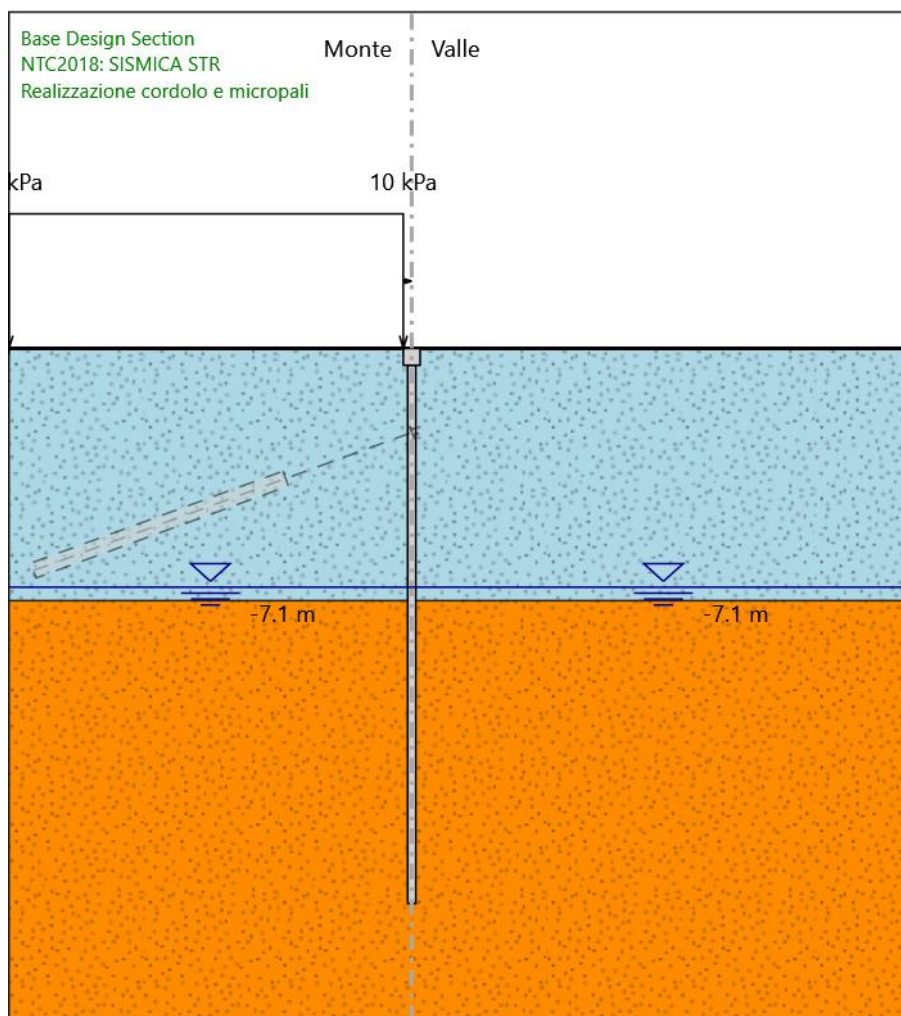
Muro di sinistra

## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

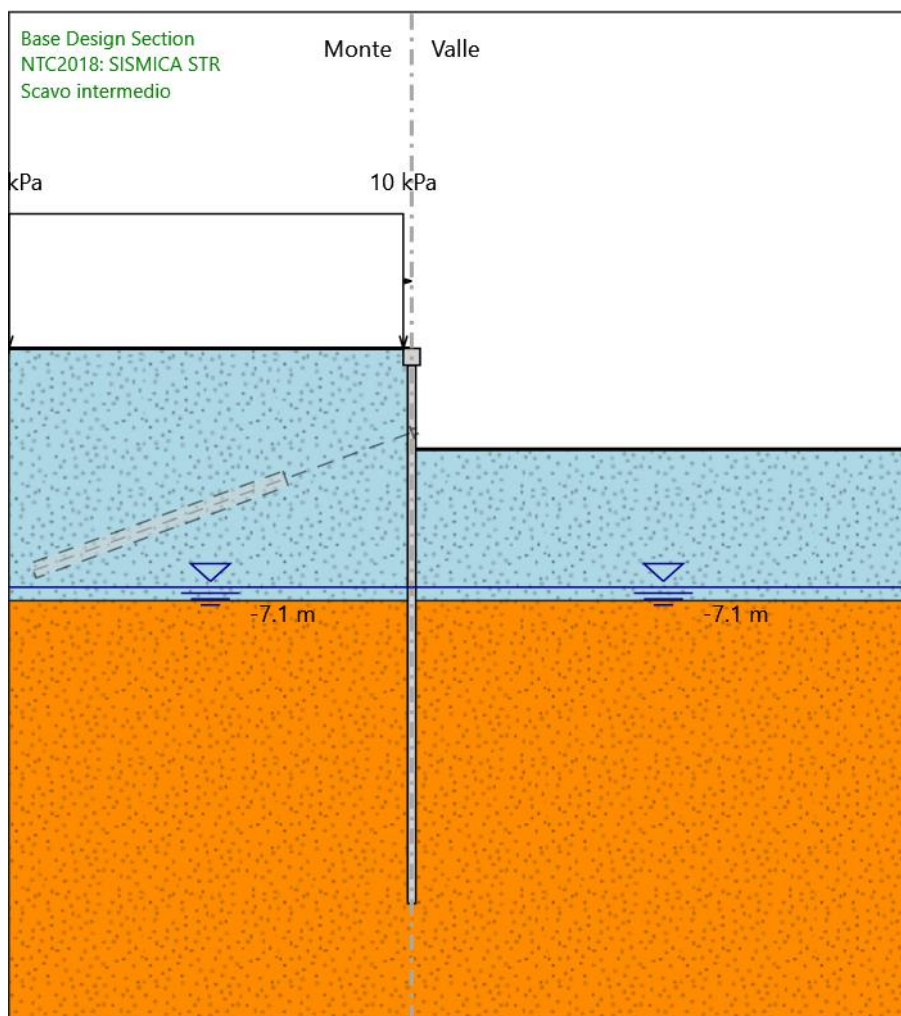
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO



## Scavo intermedio



## Scavo intermedio

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

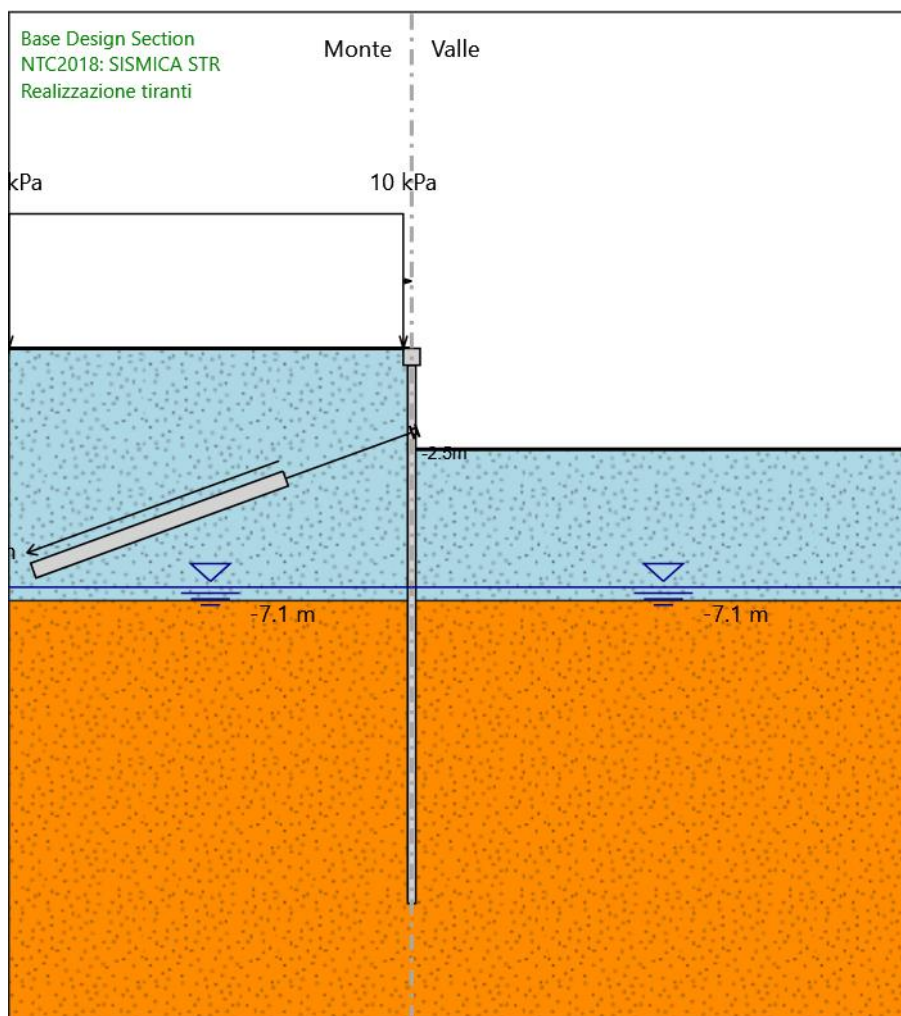
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione tiranti



## Realizzazione tiranti

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Prezarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

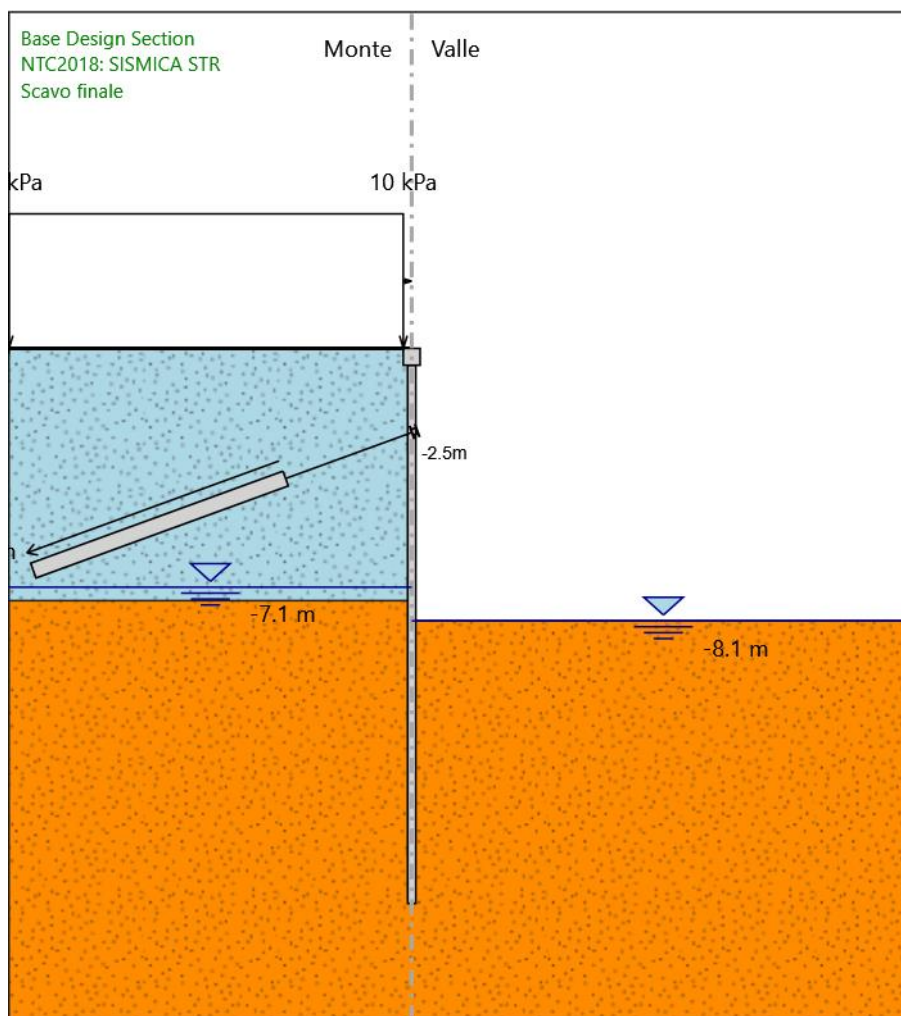
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Scavo finale



## Scavo finale

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Prezarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

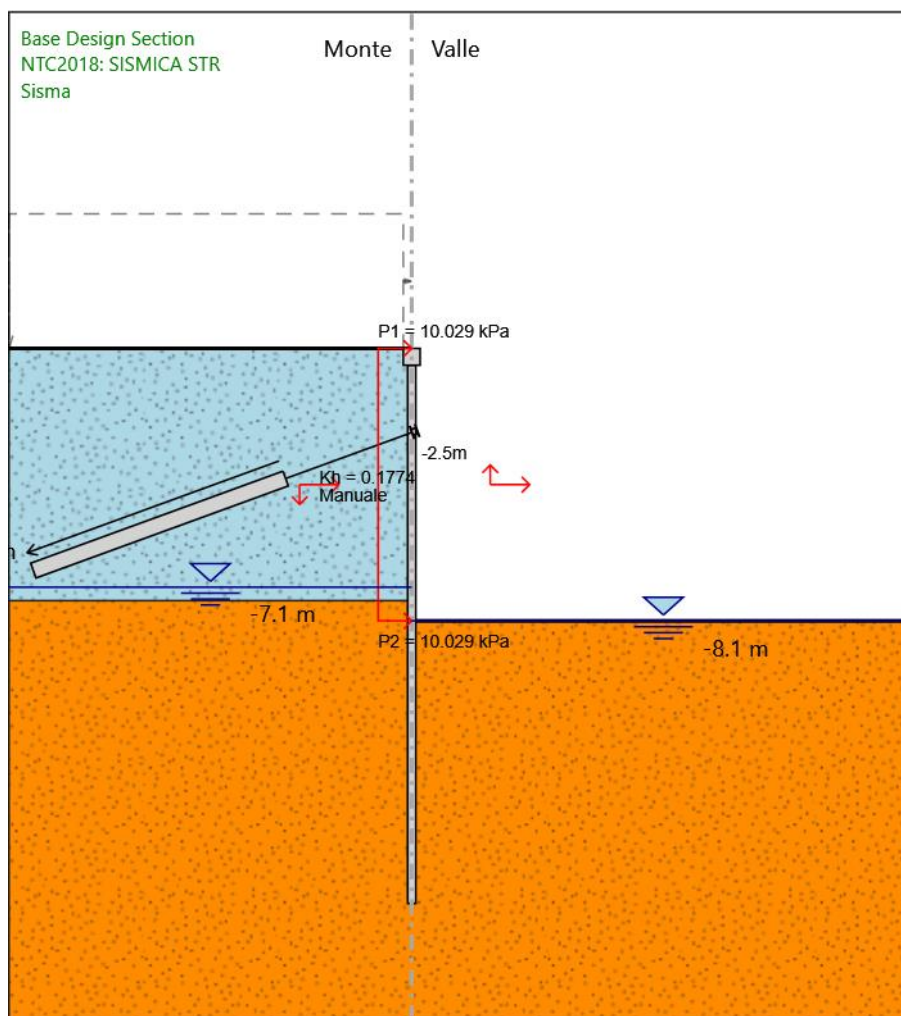
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

**VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali**

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

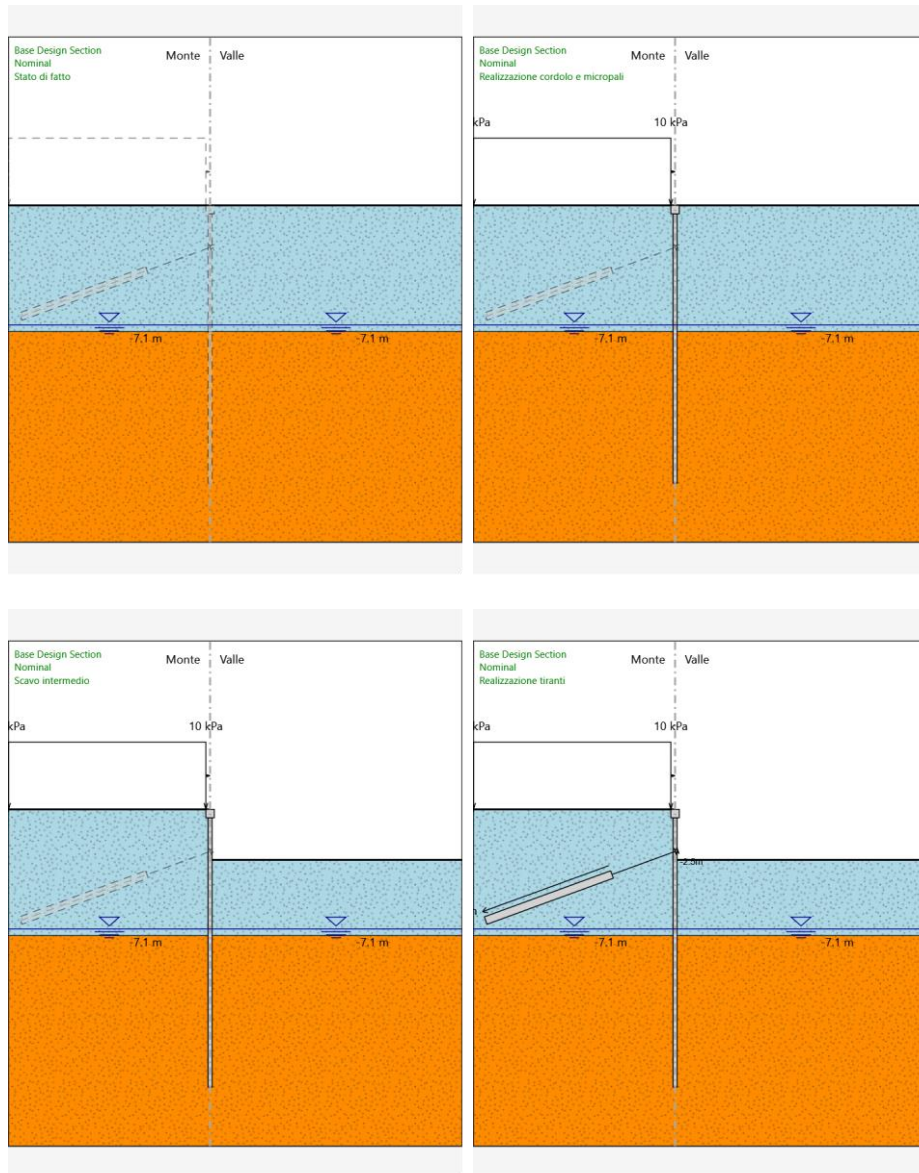
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

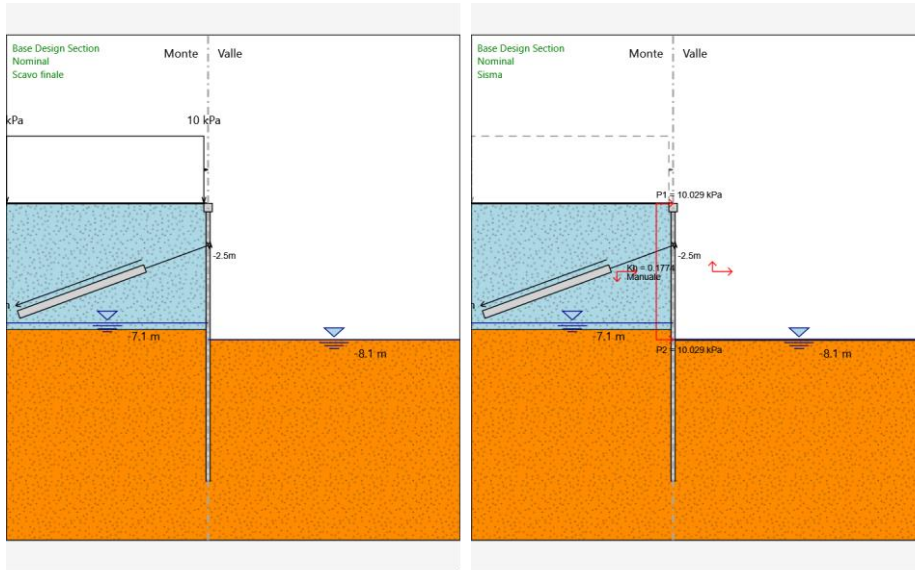
HE 180B

Materiale : S355

**Tabella Configurazione Stage (Nominal)**



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali





## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{GD}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

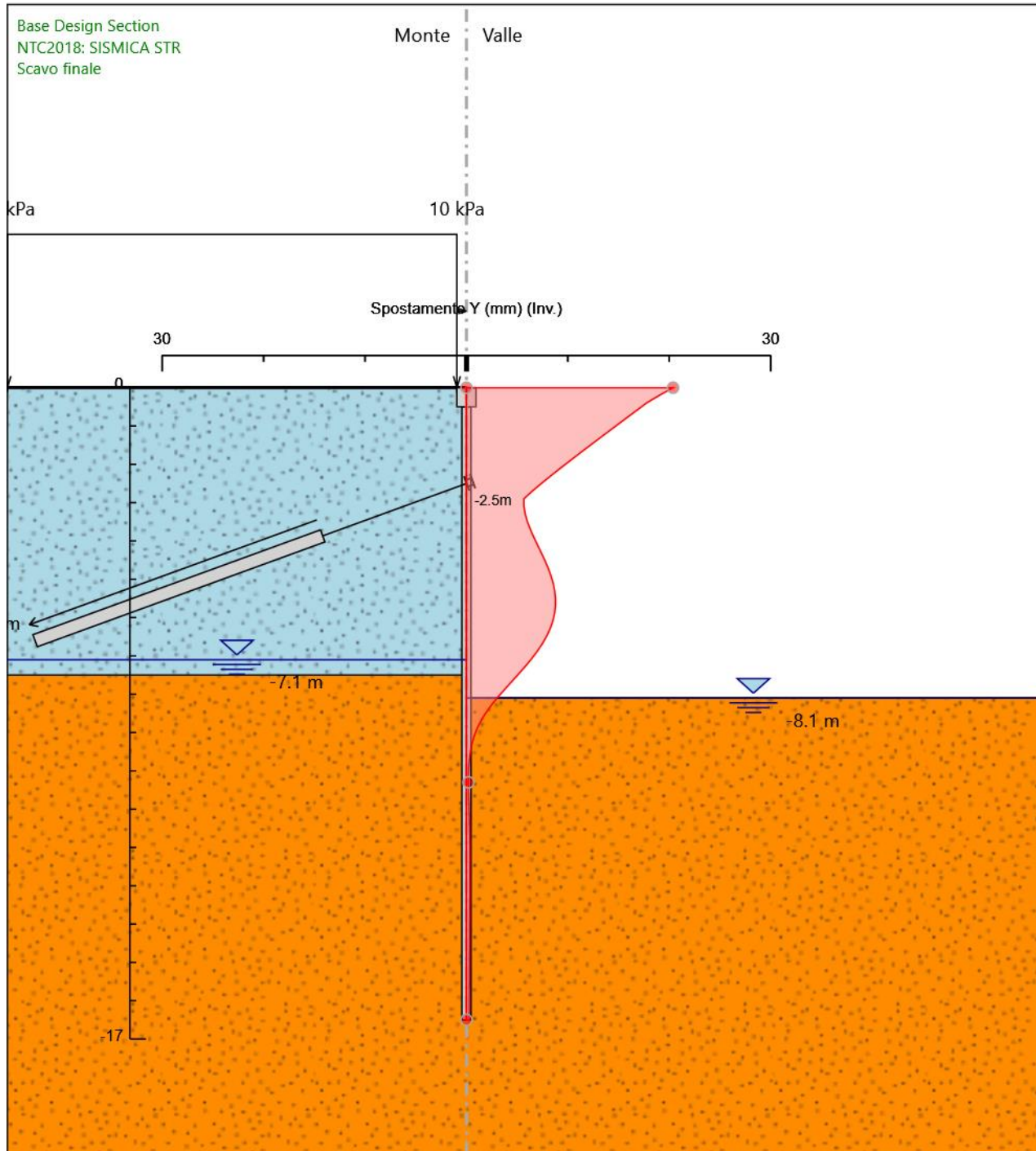
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione cordolo e micropali	Scavo intermedio	Realizzazione tiranti	Scavo finale	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR						V
NTC2018: SISMICA GEO						V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

## Tabella Involuppi Momento micropali

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: micropali
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-0.5	2.647	0.085
-0.7	5.554	0.148
-0.9	9.654	0.202
-1.1	15.157	0.23
-1.3	22.258	0.238
-1.5	31.637	0.23
-1.7	43.217	0.211
-1.9	58.406	0.185
-2.1	76.73	0.157
-2.3	98.11	0.127
-2.5	122.497	0.099
-2.7	102.042	0.073
-2.9	84.049	0.05
-3.1	68.035	0.031
-3.3	53.424	0.016
-3.5	45.186	0.006
-3.7	49.73	0
-3.9	52.317	0.418
-4.1	53.004	11.556
-4.3	52.125	21.62
-4.5	49.968	30.577
-4.7	46.775	38.396
-4.9	42.743	45.043
-5.1	38.027	50.487
-5.3	32.792	54.696
-5.5	27.288	57.638
-5.7	21.876	59.28
-5.9	16.81	59.59
-6.1	12.255	58.537
-6.3	8.307	56.088
-6.5	5.013	52.212
-6.7	2.388	46.875
-6.9	0.427	40.046
-7.1	0	31.693
-7.3	0	21.783
-7.5	0.101	10.341
-7.7	7.995	1.063
-7.9	21.167	0.578
-8.1	34.641	0.21
-8.3	48.493	0
-8.5	55.677	0
-8.7	57.926	0
-8.9	56.289	0
-9.1	51.308	0
-9.3	44.394	0
-9.5	36.591	0.004
-9.7	28.736	0.023
-9.9	21.46	0.061
-10.1	15.121	0.103
-10.3	9.876	0.113
-10.5	5.741	0.105
-10.7	2.641	0.087
-10.9	0.447	0.066
-11.1	0	1.195
-11.3	0	1.944
-11.5	0.001	2.271
-11.7	0.002	2.319
-11.9	0.002	2.186
-12.1	0.004	1.929
-12.3	0.006	1.61
-12.5	0.006	1.278

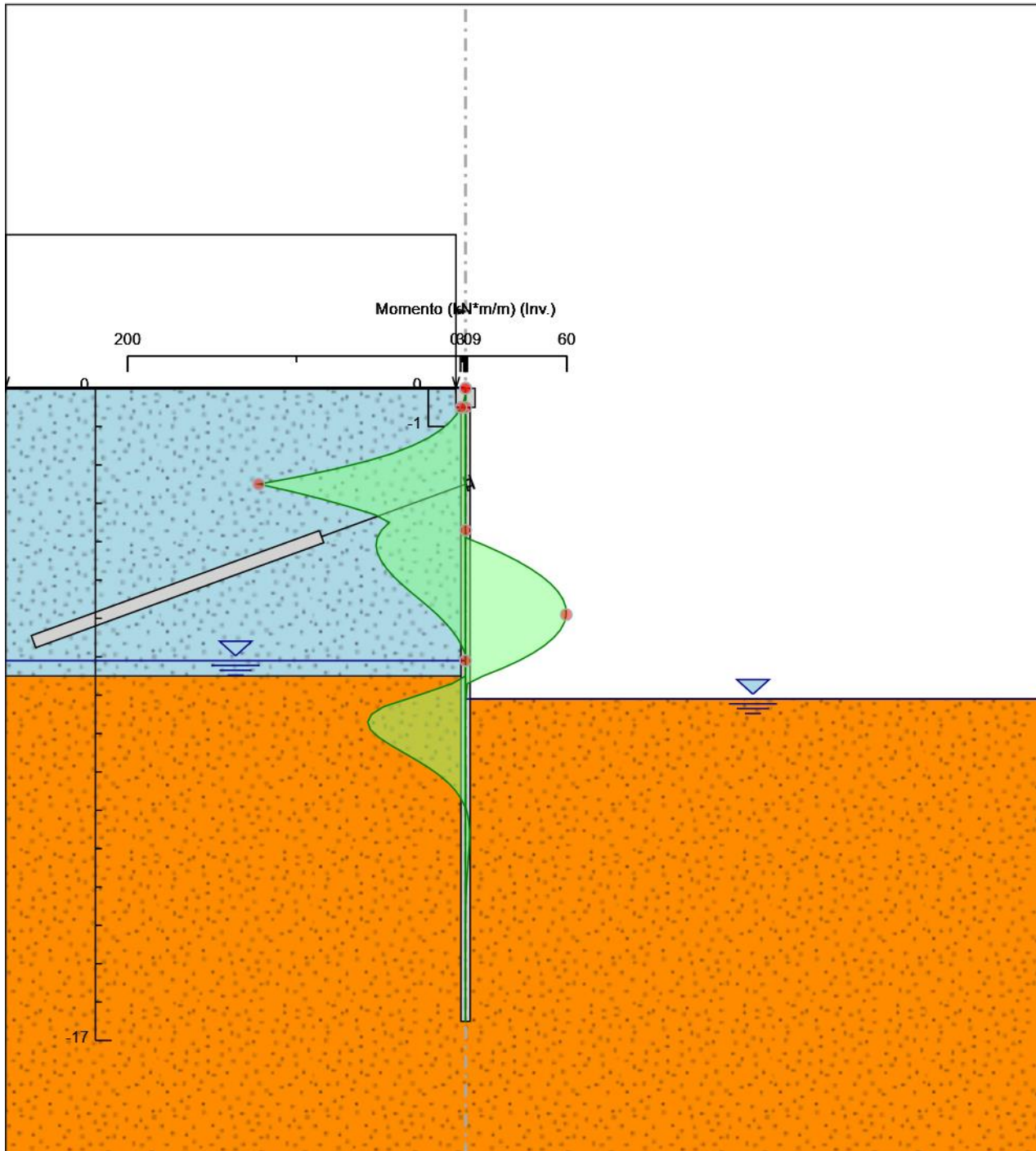
VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: micropali	
	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.7	0.006	0.963
-12.9	0.005	0.683
-13.1	0.004	0.448
-13.3	0.003	0.26
-13.5	0.003	0.117
-13.7	0.015	0.015
-13.9	0.067	0
-14.1	0.102	0
-14.3	0.118	0
-14.5	0.12	0
-14.7	0.112	0
-14.9	0.1	0
-15.1	0.083	0
-15.3	0.066	0
-15.5	0.048	0
-15.7	0.033	0
-15.9	0.019	0
-16.1	0.009	0
-16.3	0.002	0
-16.5	0	0

### Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: cordolo	
	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.245	0
-0.4	1.577	0.054
-0.5	2.647	0.085

Grafico Involuppi Momento



Momento



## Tabella Involuppi Taglio micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	14.532	0.315
-0.7	20.797	0.315
-0.9	28.834	0.268
-1.1	37.765	0.141
-1.3	49.136	0.046
-1.5	62.35	0
-1.7	76.632	0
-1.9	91.617	0
-2.1	106.899	0
-2.3	121.934	0
-2.5	121.934	102.274
-2.7	25.575	102.274
-2.9	29.086	89.963
-3.1	30.79	80.15
-3.3	30.79	75.58
-3.5	28.667	70.849
-3.7	22.717	65.957
-3.9	12.938	60.905
-4.1	3.435	56.34
-4.3	0	51.641
-4.5	0	46.732
-4.7	0	41.614
-4.9	0	36.285
-5.1	0	30.747
-5.3	0	27.523
-5.5	0	27.523
-5.7	0	27.058
-5.9	5.265	25.329
-6.1	12.244	22.777
-6.3	19.384	19.742
-6.5	26.684	16.469
-6.7	34.145	13.124
-6.9	41.766	9.807
-7.1	49.548	6.563
-7.3	57.786	3.398
-7.5	66.481	0.287
-7.7	69.694	0
-7.9	73.286	0.061
-8.1	76.214	0.817
-8.3	76.214	1.924
-8.5	41.433	2.311
-8.7	13.652	11.666
-8.9	0.014	26.861
-9.1	0	35.403
-9.3	0	39.052
-9.5	0	39.271
-9.7	0	39.271
-9.9	0	36.381
-10.1	0.021	31.697
-10.3	0.042	26.225
-10.5	0.089	20.673
-10.7	0.105	15.5
-10.9	0.105	10.972
-11.1	0.1	7.21
-11.3	0.086	4.233
-11.5	0.067	1.99
-11.7	0.812	0.395
-11.9	1.369	0
-12.1	1.62	0.001
-12.3	1.661	0.001
-12.5	1.661	0.002

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

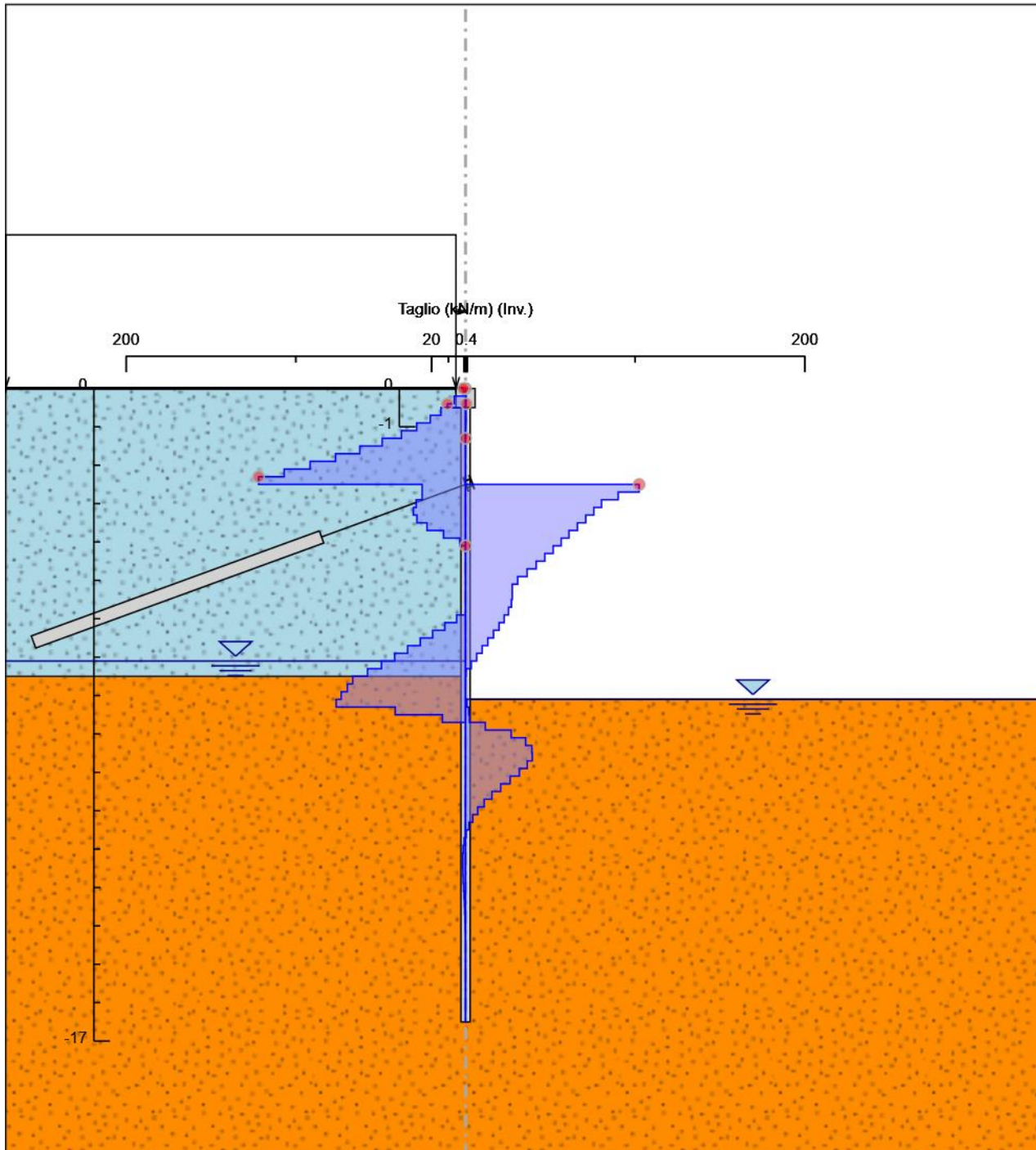
Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: micropali
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.7	1.577	0.004
-12.9	1.399	0.005
-13.1	1.175	0.005
-13.3	0.939	0.004
-13.5	0.714	0.004
-13.7	0.512	0.003
-13.9	0.341	0.002
-14.1	0.204	0.002
-14.3	0.099	0.001
-14.5	0.022	0.039
-14.7	0	0.068
-14.9	0	0.083
-15.1	0	0.088
-15.3	0	0.088
-15.5	0	0.086
-15.7	0	0.078
-15.9	0	0.067
-16.1	0	0.051
-16.3	0	0.033
-16.5	0	0.012

### Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.225	0
-0.2	6.662	0.27
-0.4	10.697	0.314
-0.5	10.697	0.314

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Realizzazione tiranti	Left Wall	LEFT		12.39
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	RIGHT		20.21

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	LEFT		407.16
NTC2018: A2+M2+R1 Stato di fatto	Left Wall	RIGHT		543.86



## ***Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione cordolo e micropali	Scavo intermedio	Realizzazione tiranti	Scavo finale	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR						V
NTC2018: SISMICA GEO						V

## Risultati SteelWorld

### Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

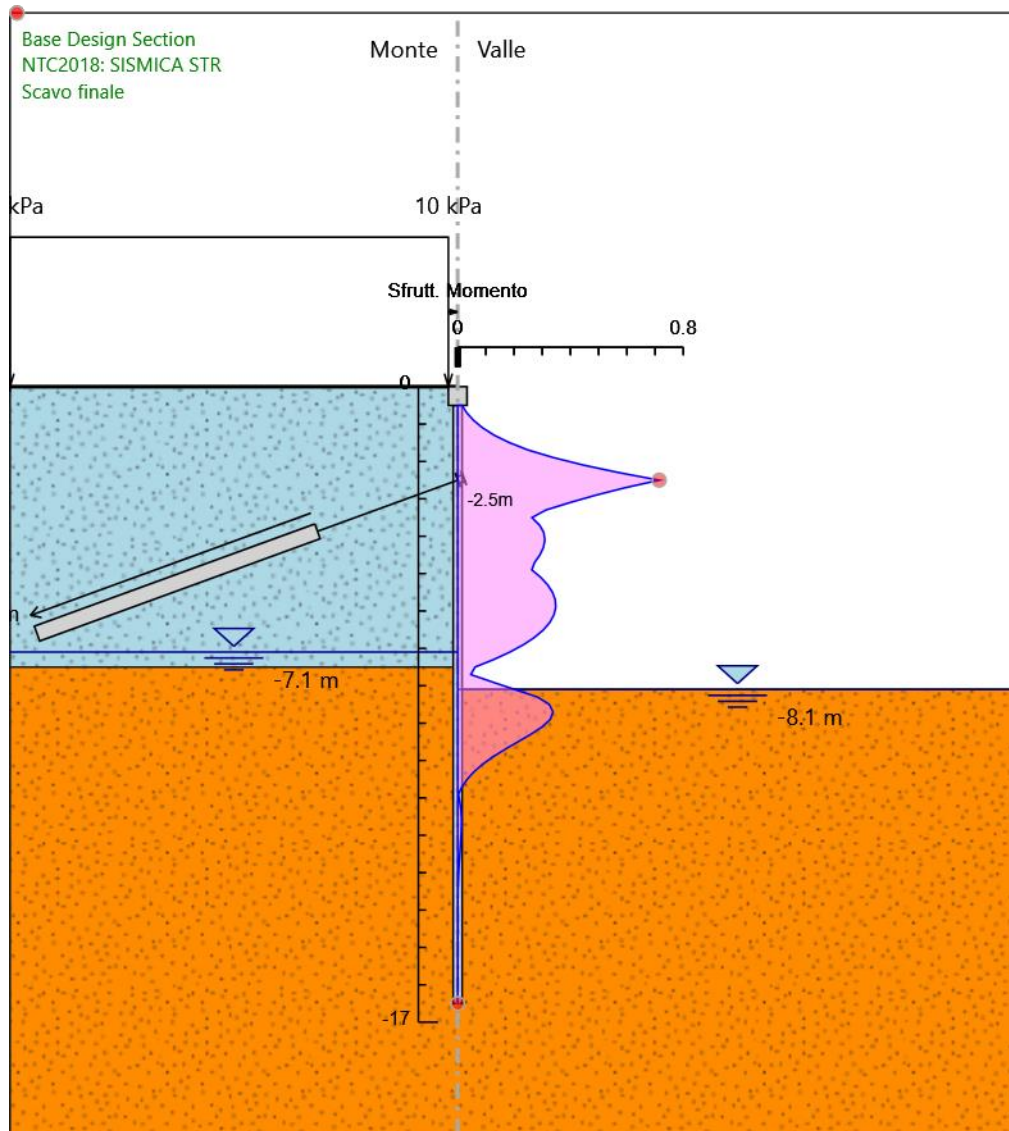
Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	
-0.5	0.015	
-0.7	0.032	
-0.9	0.056	
-1.1	0.088	
-1.3	0.13	
-1.5	0.184	
-1.7	0.252	
-1.9	0.341	
-2.1	0.448	
-2.3	0.572	
-2.5	0.714	
-2.7	0.595	
-2.9	0.49	
-3.1	0.397	
-3.3	0.312	
-3.5	0.263	
-3.7	0.29	
-3.9	0.305	
-4.1	0.309	
-4.3	0.304	
-4.5	0.291	
-4.7	0.273	
-4.9	0.263	
-5.1	0.294	
-5.3	0.319	
-5.5	0.336	
-5.7	0.346	
-5.9	0.347	
-6.1	0.341	
-6.3	0.327	
-6.5	0.304	
-6.7	0.273	
-6.9	0.234	
-7.1	0.185	
-7.3	0.127	
-7.5	0.061	
-7.7	0.047	
-7.9	0.123	
-8.1	0.202	
-8.3	0.283	
-8.5	0.325	
-8.7	0.338	
-8.9	0.328	
-9.1	0.299	
-9.3	0.259	
-9.5	0.213	
-9.7	0.168	
-9.9	0.125	
-10.1	0.088	
-10.3	0.058	
-10.5	0.033	
-10.7	0.015	
-10.9	0.003	
-11.1	0.007	
-11.3	0.011	
-11.5	0.013	
-11.7	0.014	
-11.9	0.013	

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	
-12.1		0.011
-12.3		0.009
-12.5		0.007
-12.7		0.006
-12.9		0.004
-13.1		0.003
-13.3		0.002
-13.5		0.001
-13.7		0
-13.9		0
-14.1		0.001
-14.3		0.001
-14.5		0.001
-14.7		0.001
-14.9		0.001
-15.1		0
-15.3		0
-15.5		0
-15.7		0
-15.9		0
-16.1		0
-16.3		0
-16.5		0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
---	--

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

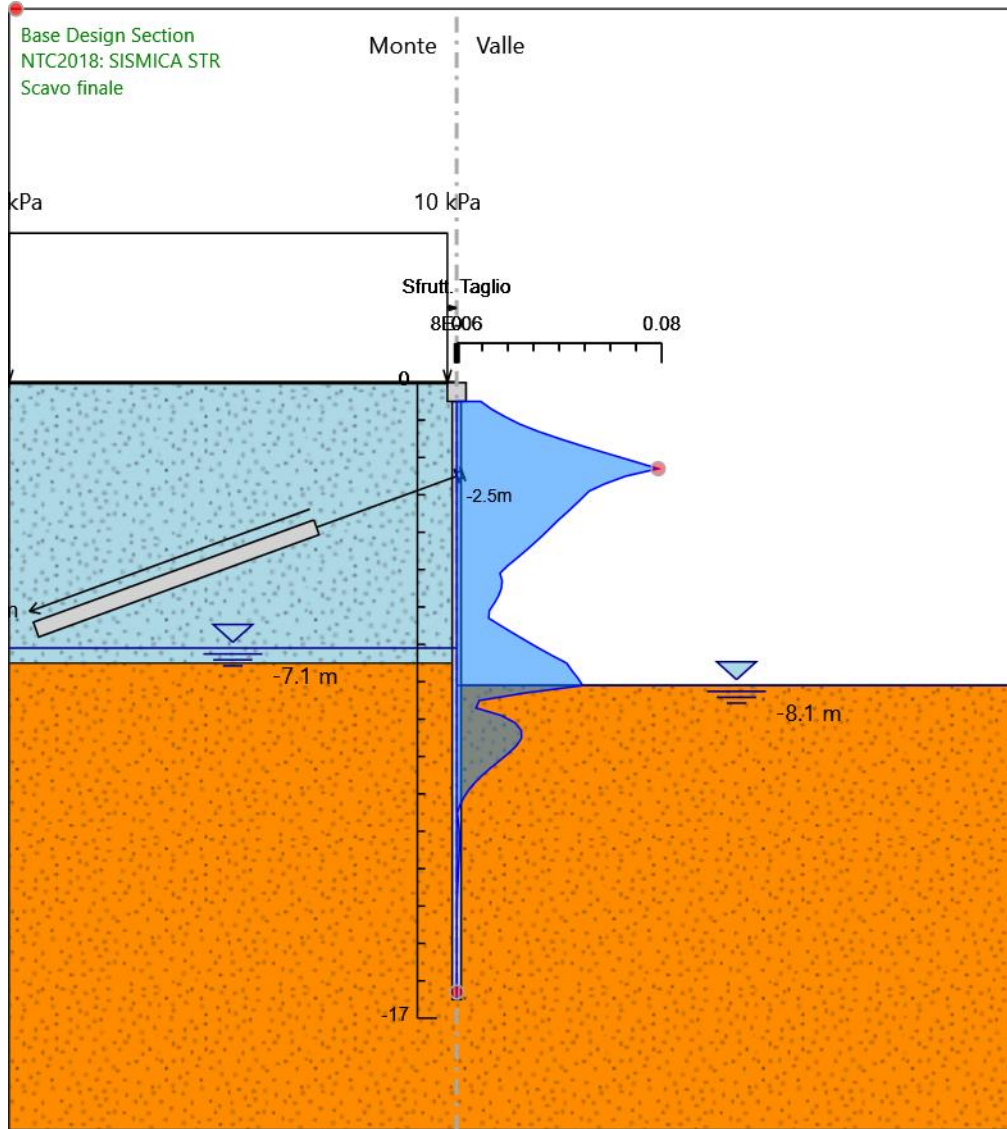
Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.009
-0.7	0.013
-0.9	0.019
-1.1	0.024
-1.3	0.032
-1.5	0.04
-1.7	0.049
-1.9	0.059
-2.1	0.069
-2.3	0.079
-2.5	0.066
-2.7	0.058
-2.9	0.052
-3.1	0.049
-3.3	0.046
-3.5	0.043
-3.7	0.039
-3.9	0.036
-4.1	0.033
-4.3	0.03
-4.5	0.027
-4.7	0.023
-4.9	0.02
-5.1	0.017
-5.3	0.018
-5.5	0.017
-5.7	0.016
-5.9	0.015
-6.1	0.013
-6.3	0.012
-6.5	0.017
-6.7	0.022
-6.9	0.027
-7.1	0.032
-7.3	0.037
-7.5	0.043
-7.7	0.045
-7.9	0.047
-8.1	0.049
-8.3	0.027
-8.5	0.009
-8.7	0.008
-8.9	0.017
-9.1	0.023
-9.3	0.025
-9.5	0.025
-9.7	0.023
-9.9	0.02
-10.1	0.017
-10.3	0.013
-10.5	0.01
-10.7	0.007
-10.9	0.005
-11.1	0.003
-11.3	0.001
-11.5	0
-11.7	0.001
-11.9	0.001
-12.1	0.001
-12.3	0.001
-12.5	0.001

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-12.7	0.001
-12.9	0.001
-13.1	0.001
-13.3	0
-13.5	0
-13.7	0
-13.9	0
-14.1	0
-14.3	0
-14.5	0
-14.7	0
-14.9	0
-15.1	0
-15.3	0
-15.5	0
-15.7	0
-15.9	0
-16.1	0
-16.3	0
-16.5	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
					(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	904.779	605.557	0.332	0.495		NO
Tieback	Scavo finale	311.715	904.779	605.557	0.345	0.515		NO
Tieback	Sisma	310.897	904.779	605.557	0.344	0.513		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.959	605.557	0.853	0.644		
Tieback	Scavo finale	405.726	456.959	605.557	0.888	0.67		
Tieback	Sisma	404.498	456.959	605.557	0.885	0.668		



**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	
Tirante	Stage						
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495	
Tieback	Scavo finale	325.146	456.959	605.557	0.712	0.537	
Tieback	Sisma	323.841	456.959	605.557	0.709	0.535	

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
		Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio	Resistenza	Gerarchia delle
Tirante	Stage	(kN)	(kN)	(kN)		STR		Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	311.715	456.959	605.557	0.682	0.515		
Tieback	Sisma	326.797	456.959	605.557	0.715	0.54		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA GEO		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	311.715	456.959	605.557	0.682	0.515		
Tieback	Sisma	326.797	456.959	605.557	0.715	0.54		

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Scavo finale	405.726	456.959	605.557	0.888	0.67			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione Materiale		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	194.822	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	204.248	0	0	0	0

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA) Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	194.822	0	0.156	0.274	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	194.311	0	0.155	0.273	0



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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	243.75	0	0.195	0.342	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	253.579	0	0.202	0.356	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	252.812	0	0.202	0.355	0

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

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	203.216	0	0.162	0.285	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	202.401	0	0.162	0.284	0

### Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)								
		Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	194.822	0	0.156	0.274	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	204.248	0	0.163	0.287	0	

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	194.822	0	0.156	0.274	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	204.248	0	0.163	0.287	0

#### 14.1.2 Condizioni drenate

### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -7.5 m

OCR : 1

## **Descrizione Pareti**

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

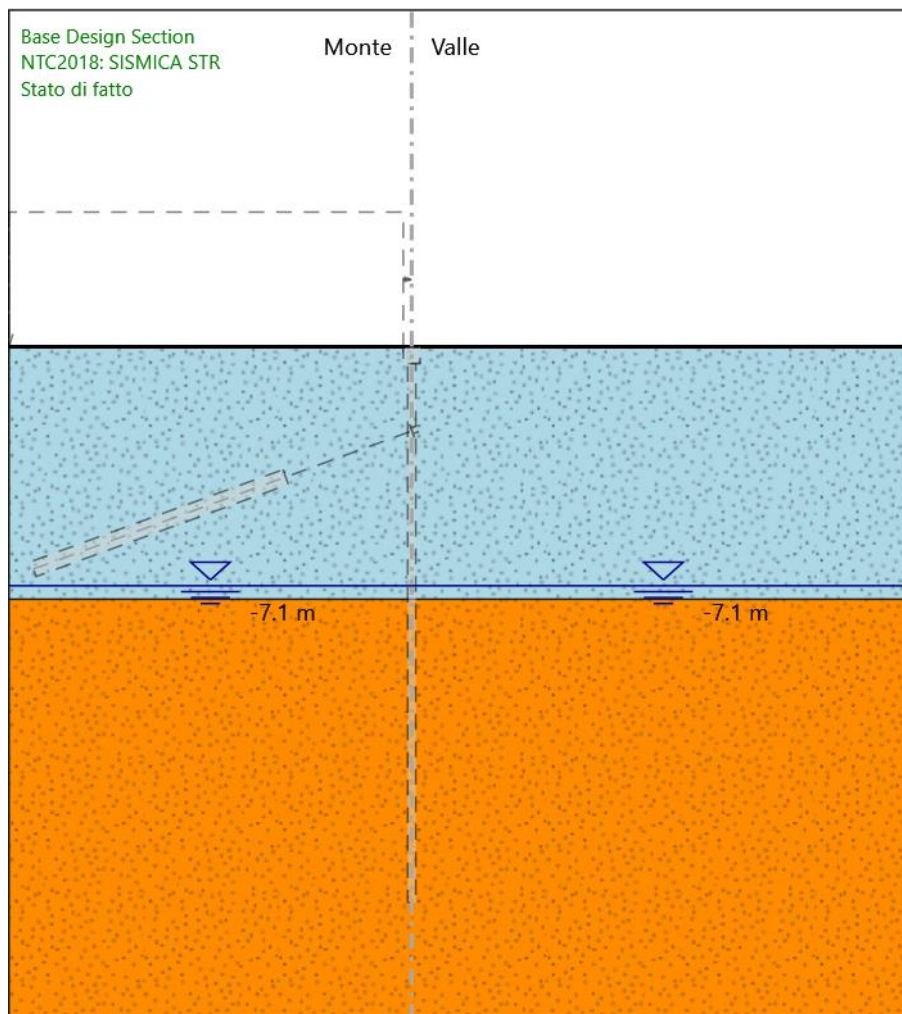
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Muro di sinistra

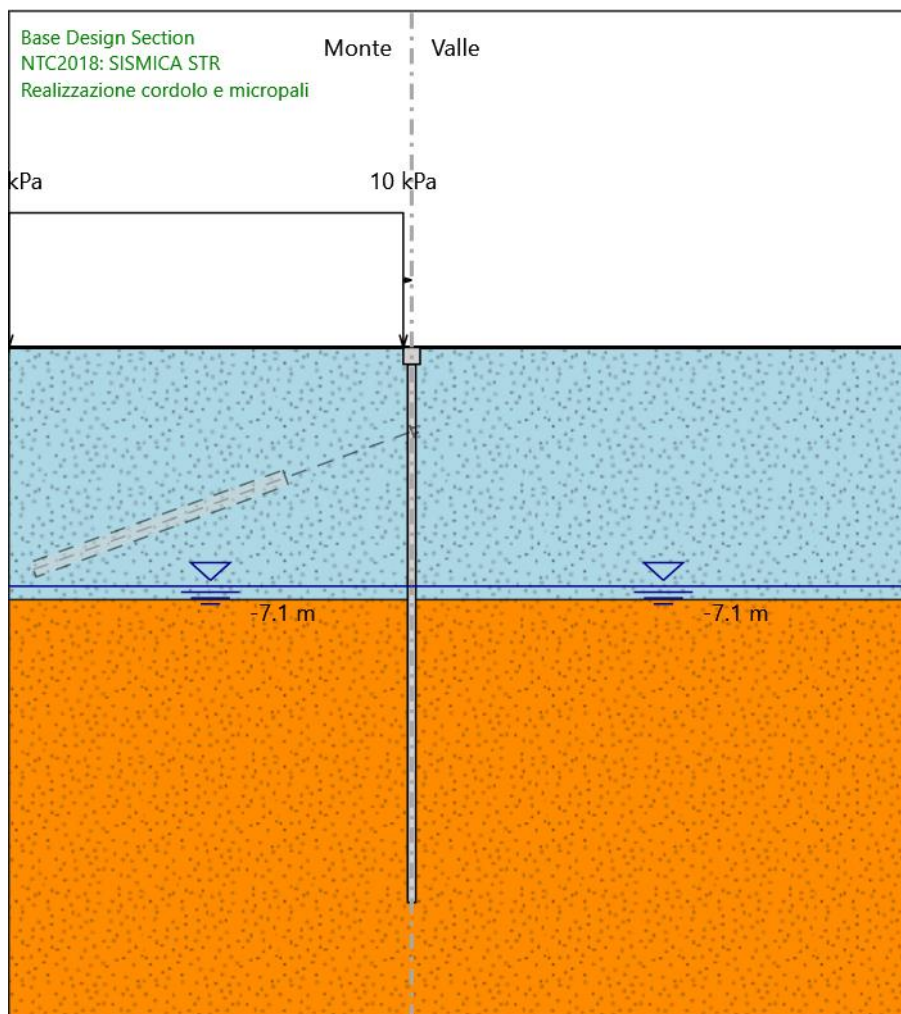
## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto





## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

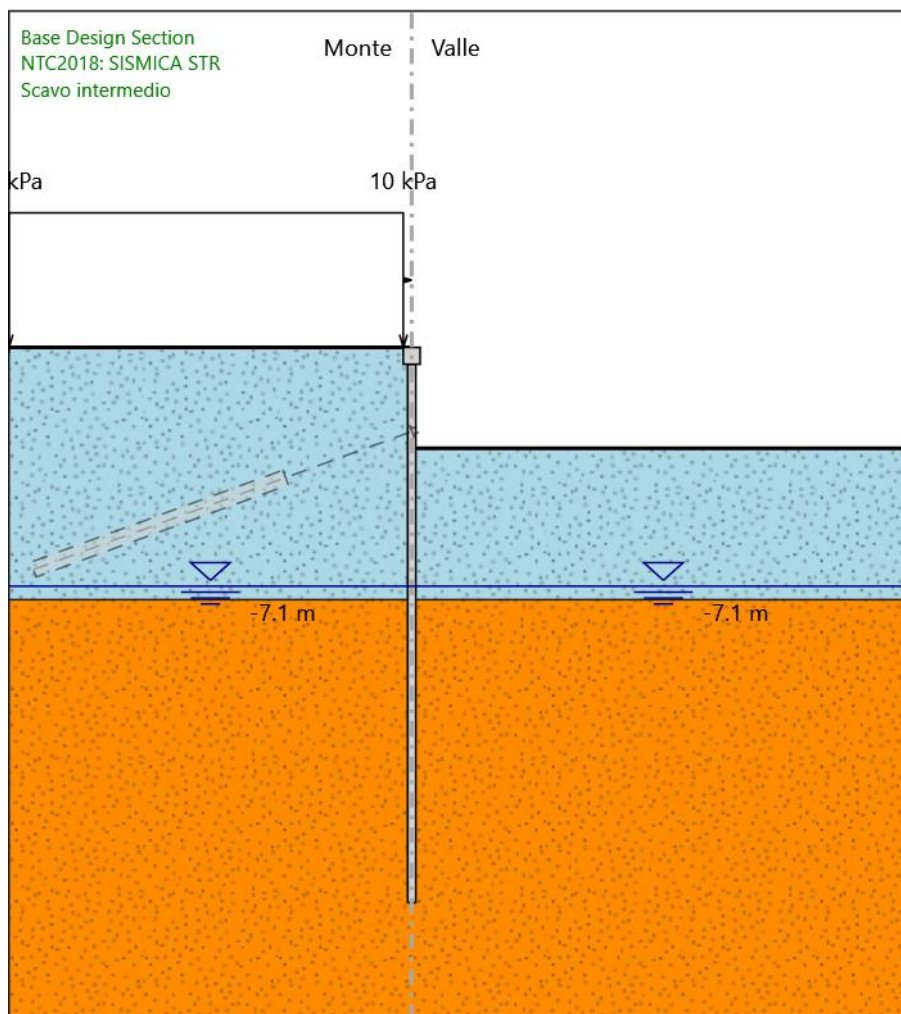
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Scavo intermedio



## Scavo intermedio

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

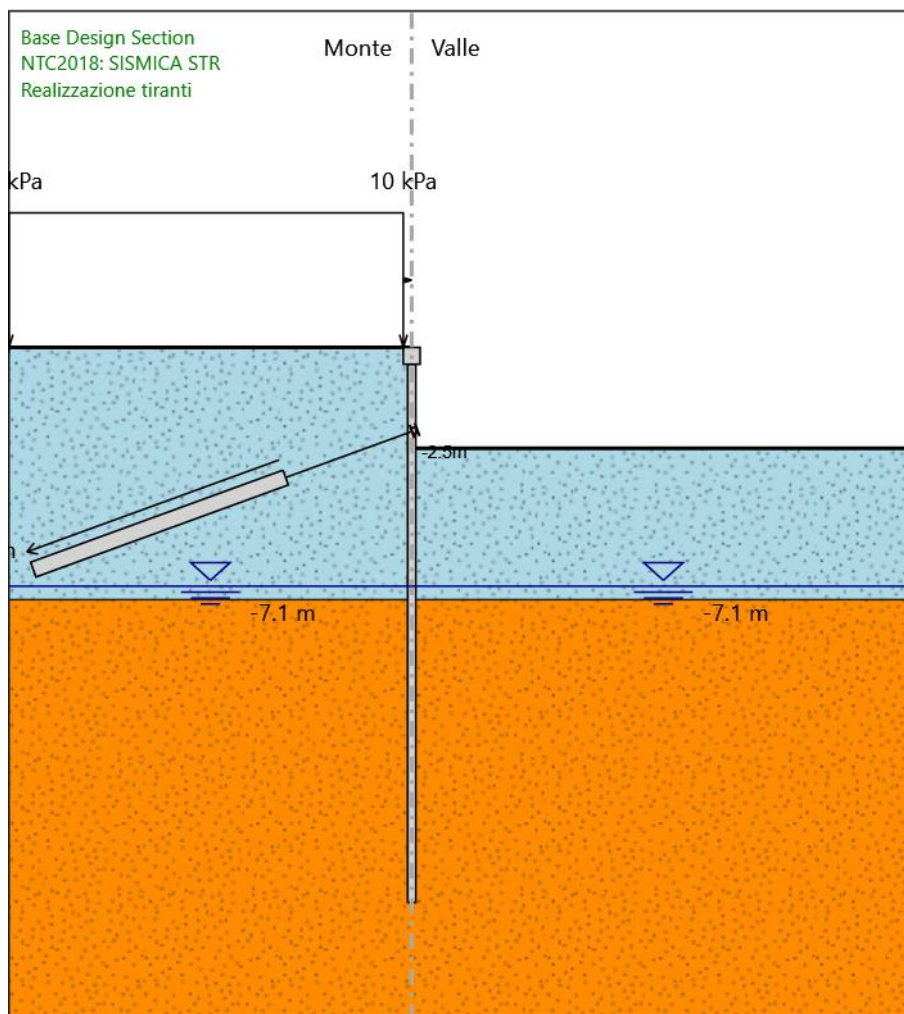
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione tiranti



## Realizzazione tiranti

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Default Waler

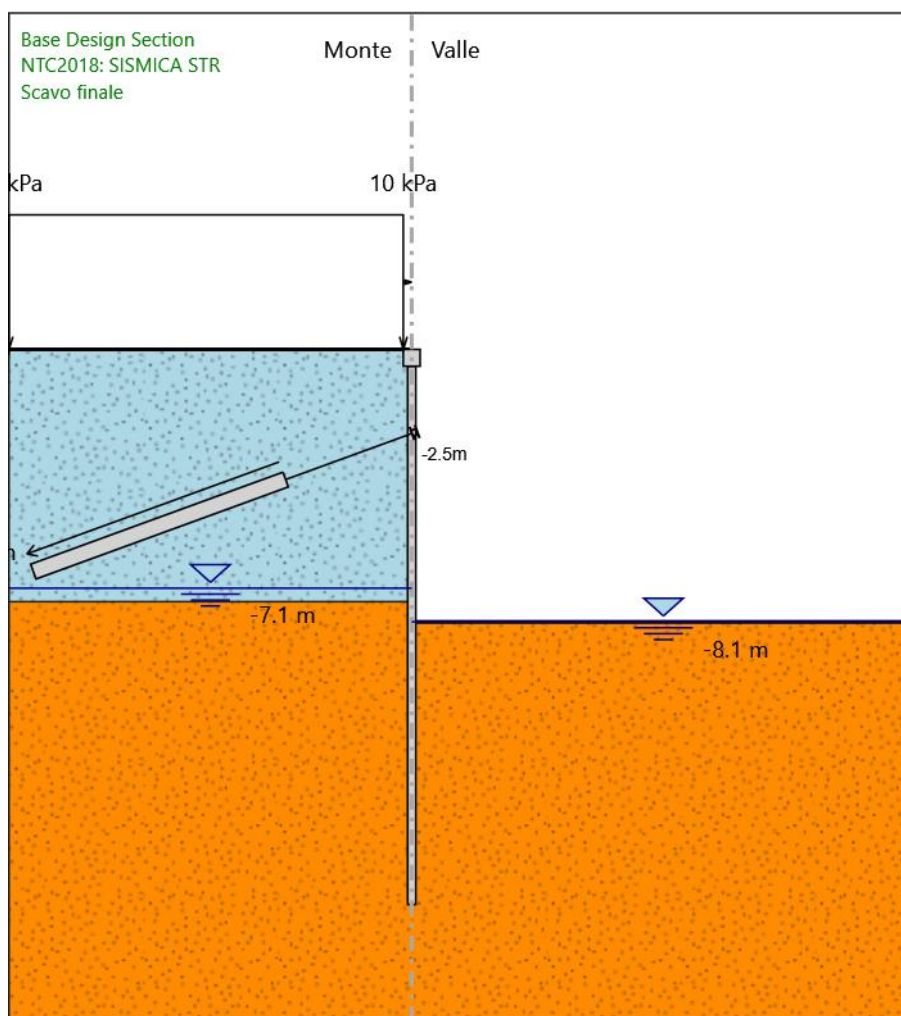
Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355



## Scavo finale



## Scavo finale

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

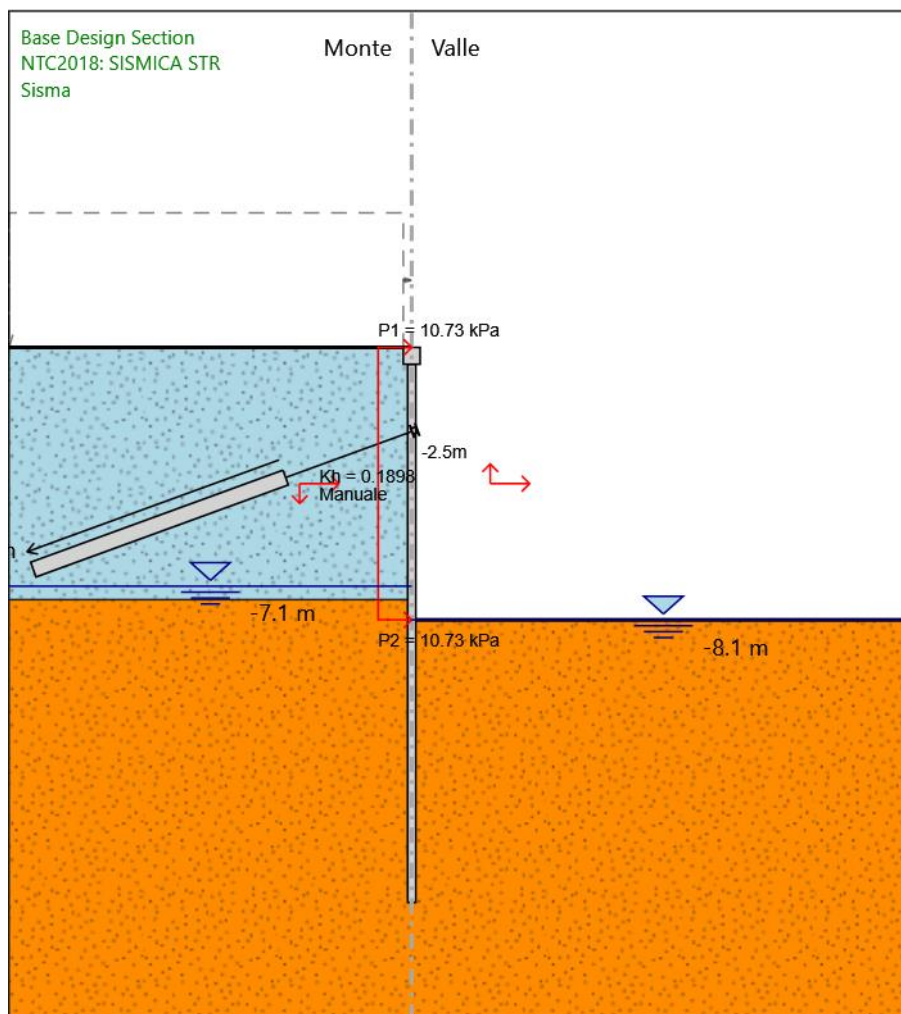
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2.5 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

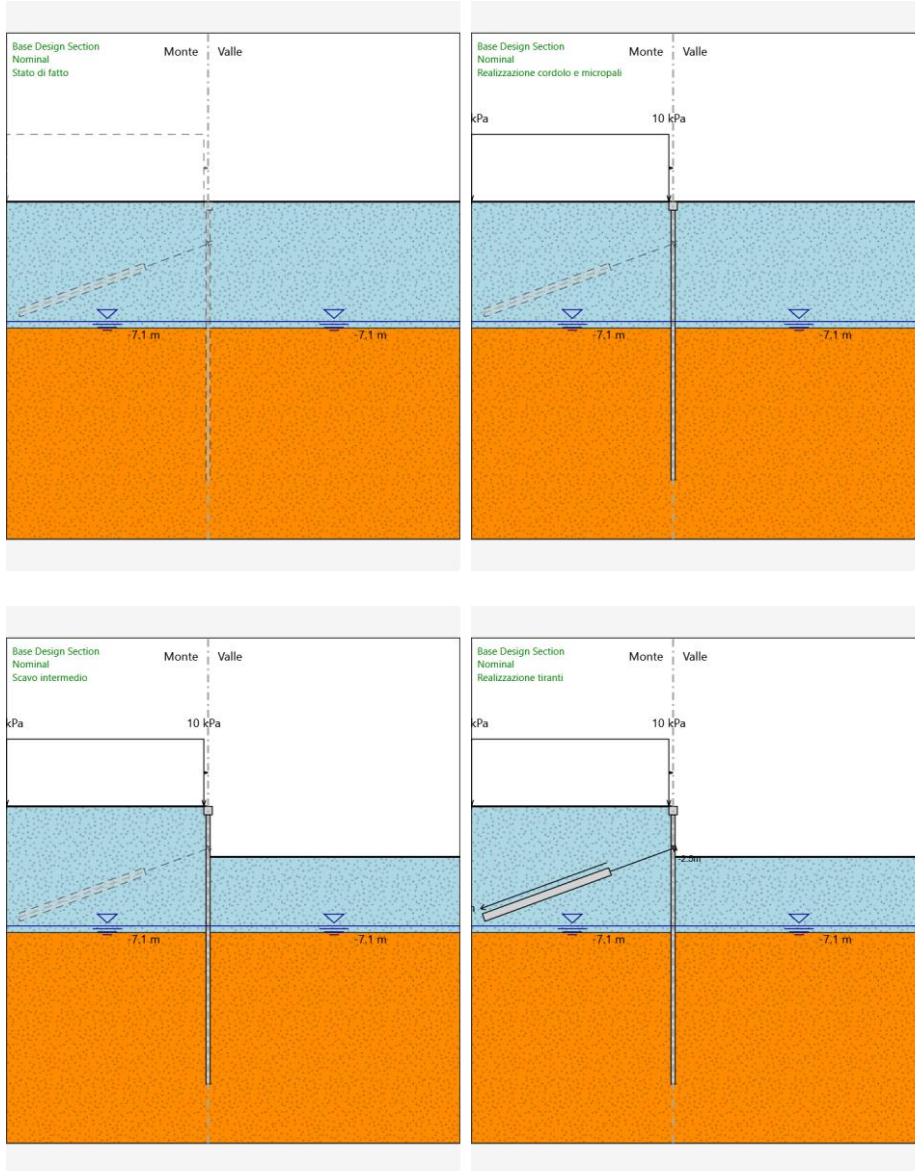
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

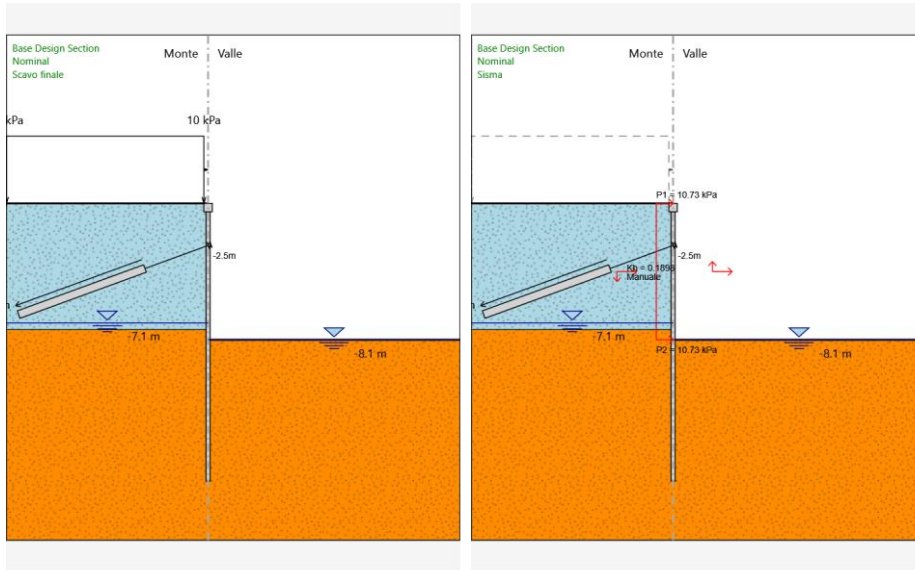
HE 180B

Materiale : S355

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali





## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{GD}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

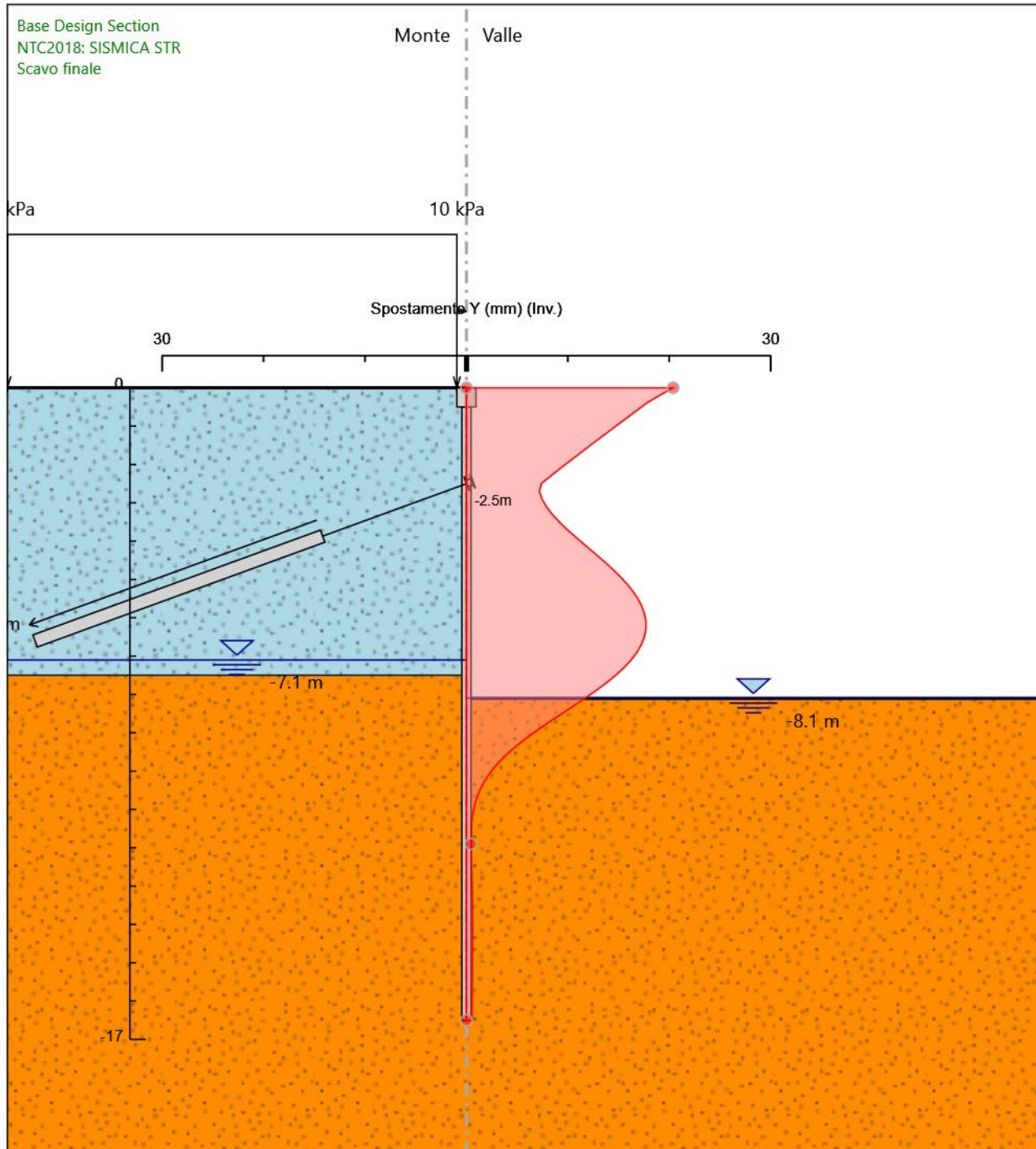
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione cordolo e micropali Scavo intermedio	Realizzazione tiranti Scavo finale	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

## Tabella Involuppi Momento micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: micropali Lato destro (kN*m/m)
-0.5	4.211	0.085
-0.7	9.835	0.148
-0.9	17.716	0.202
-1.1	27.824	0.23
-1.3	40.11	0.238
-1.5	55.009	0.23
-1.7	72.858	0.211
-1.9	92.335	0.185
-2.1	112.784	0.157
-2.3	133.763	0.128
-2.5	155.316	0.099
-2.7	132.265	0.074
-2.9	109.872	0.051
-3.1	88.183	0.032
-3.3	67.462	0.018
-3.5	50.54	0.008
-3.7	49.73	0.001
-3.9	52.317	0.579
-4.1	53.012	17.213
-4.3	52.147	32.744
-4.5	50.011	47.139
-4.7	46.844	60.365
-4.9	42.844	72.392
-5.1	38.164	83.186
-5.3	32.971	92.717
-5.5	27.52	101.879
-5.7	22.168	110.583
-5.9	17.163	117.992
-6.1	12.662	124.064
-6.3	8.753	128.757
-6.5	5.473	132.028
-6.7	2.823	133.836
-6.9	0.783	134.139
-7.1	0	132.894
-7.3	0	130.059
-7.5	0.084	125.538
-7.7	1.131	119.235
-7.9	2.059	110.716
-8.1	2.364	99.868
-8.3	2.27	86.576
-8.5	4.55	72.616
-8.7	18.683	58.169
-8.9	31.334	43.415
-9.1	42.177	28.533
-9.3	50.89	13.704
-9.5	57.148	0
-9.7	60.628	0.02
-9.9	61.006	0.029
-10.1	58.909	0.076
-10.3	60.066	0.1
-10.5	66.895	0.102
-10.7	73.505	0.097
-10.9	81.421	0.101
-11.1	87.656	0.097
-11.3	92.027	0.086
-11.5	94.354	0.071
-11.7	94.454	0.056
-11.9	92.146	0.042
-12.1	87.247	0.031
-12.3	80.009	0.021
-12.5	71.28	0.017

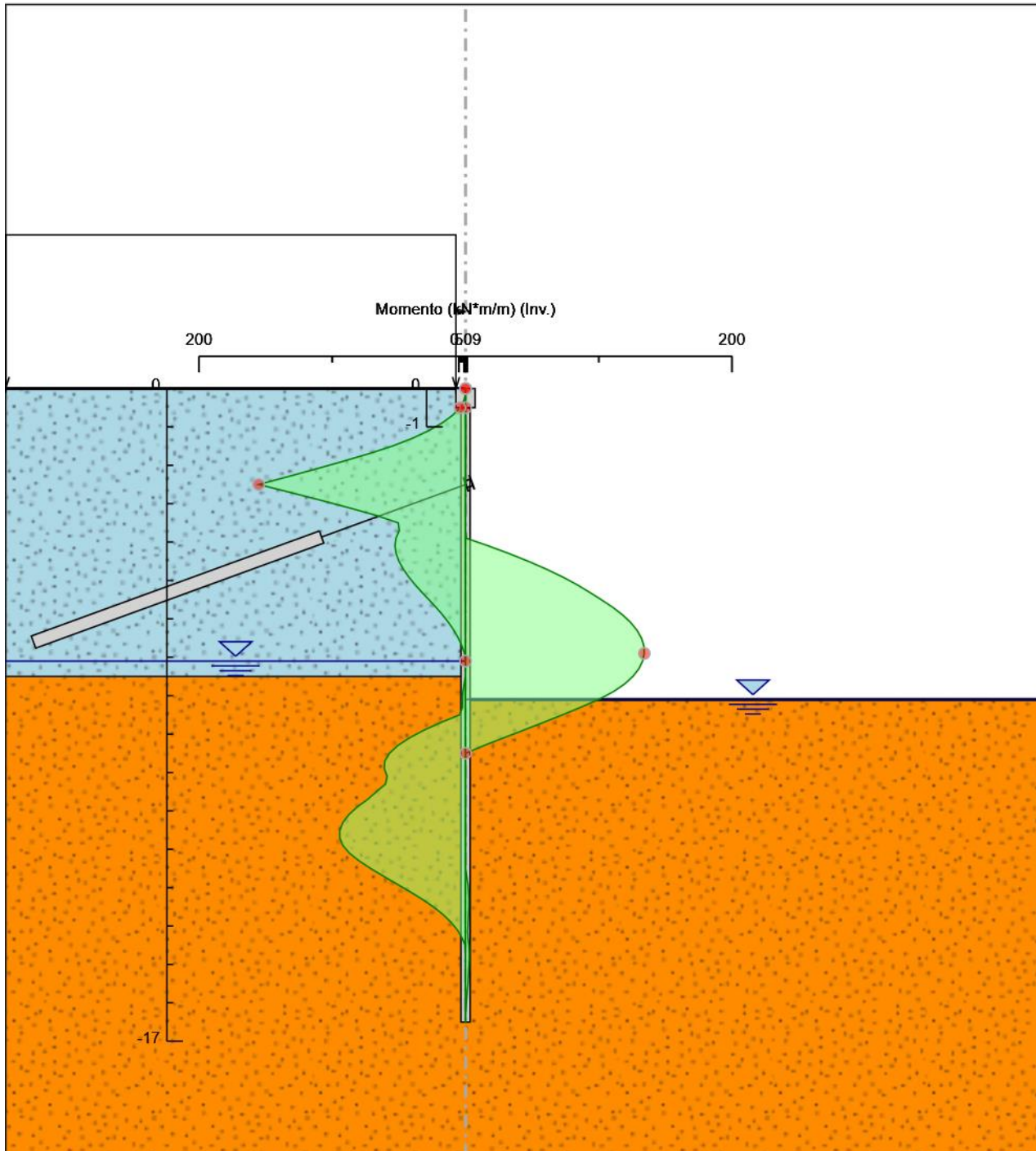
VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.7	61.726	0.829
-12.9	51.852	1.748
-13.1	42.02	2.248
-13.3	32.634	2.431
-13.5	24.179	2.389
-13.7	16.917	2.202
-13.9	10.944	1.931
-14.1	6.263	1.627
-14.3	2.783	1.769
-14.5	0.364	2.504
-14.7	0.006	2.771
-14.9	0.005	2.7
-15.1	0.004	2.406
-15.3	0.003	2.139
-15.5	0.002	1.788
-15.7	0.001	1.314
-15.9	0.001	0.825
-16.1	0	0.403
-16.3	0	0.112
-16.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.262	0
-0.4	2.27	0.054
-0.5	4.211	0.085

### Grafico Involuppi Momento



Momento



## Tabella Involuppi Taglio micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Muro: micropali Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	28.118	0.315
-0.7	39.571	0.315
-0.9	53.562	0.268
-1.1	66.645	0.141
-1.3	78.719	0.046
-1.5	89.247	0
-1.7	97.385	0
-1.9	103.33	0
-2.1	117.17	0
-2.3	129.844	0
-2.5	129.844	117.304
-2.7	25.575	117.304
-2.9	29.086	112.91
-3.1	30.79	108.45
-3.3	30.79	104.726
-3.5	28.667	100.79
-3.7	22.717	96.641
-3.9	12.938	92.28
-4.1	3.472	87.708
-4.3	0	82.924
-4.5	0	77.928
-4.7	0	72.721
-4.9	0	67.303
-5.1	0	61.674
-5.3	0	55.833
-5.5	0	49.781
-5.7	0	43.518
-5.9	0	37.045
-6.1	0	30.36
-6.3	0	23.464
-6.5	5.665	16.403
-6.7	13.088	13.25
-6.9	20.72	10.197
-7.1	28.562	7.298
-7.3	36.997	4.567
-7.5	46.025	1.983
-7.7	56.865	0
-7.9	68.402	0.02
-8.1	80.644	0.473
-8.3	80.644	1.571
-8.5	76.466	2.023
-8.7	73.771	2.052
-8.9	74.408	2.052
-9.1	74.408	1.836
-9.3	74.146	1.503
-9.5	72.984	1.141
-9.7	70.923	0.802
-9.9	67.962	10.488
-10.1	64.103	19.454
-10.3	59.337	25.621
-10.5	53.662	29.552
-10.7	47.076	31.761
-10.9	39.579	32.3
-11.1	31.174	32.3
-11.3	21.858	31.402
-11.5	11.634	29.582
-11.7	0.5	27.834
-11.9	0.07	35.127
-12.1	0.056	39.79
-12.3	0.047	43.645
-12.5	0.039	47.767

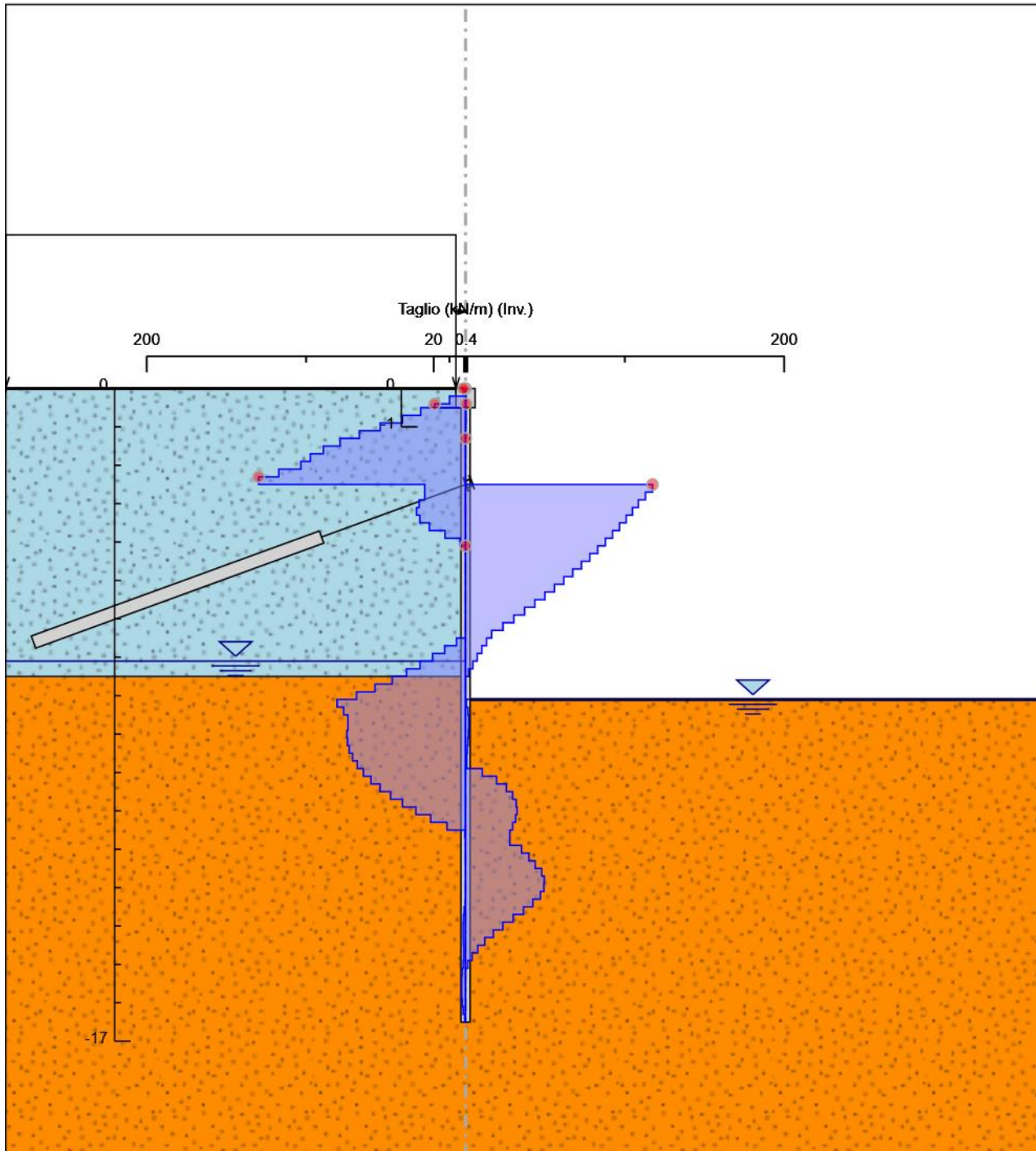
VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.7	0.032	49.371
-12.9	0.026	49.371
-13.1	0.024	49.163
-13.3	0.22	46.93
-13.5	0.939	42.275
-13.7	1.353	36.308
-13.9	1.518	29.865
-14.1	1.518	23.407
-14.3	1.497	17.396
-14.5	1.401	12.098
-14.7	1.254	7.644
-14.9	1.472	4.078
-15.1	2.127	1.359
-15.3	2.406	0.014
-15.5	2.406	0.007
-15.7	2.448	0.003
-15.9	2.448	0.003
-16.1	2.11	0.002
-16.3	1.452	0.001
-16.5	0.561	0.001

## Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.31	0
-0.2	10.042	0.27
-0.4	19.406	0.314
-0.5	19.406	0.314

### Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Realizzazione tiranti	Left Wall	LEFT	11.89
NTC2018: SISMICA STR	Sisma	Left Wall	RIGHT	57.49

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo intermedio	Left Wall	LEFT		105.86
NTC2018: A2+M2+R1	Stato di fatto	Left Wall	RIGHT	112.33



## ***Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo intermedio Realizzazione tiranti Scavo finale Sisma				
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

## Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

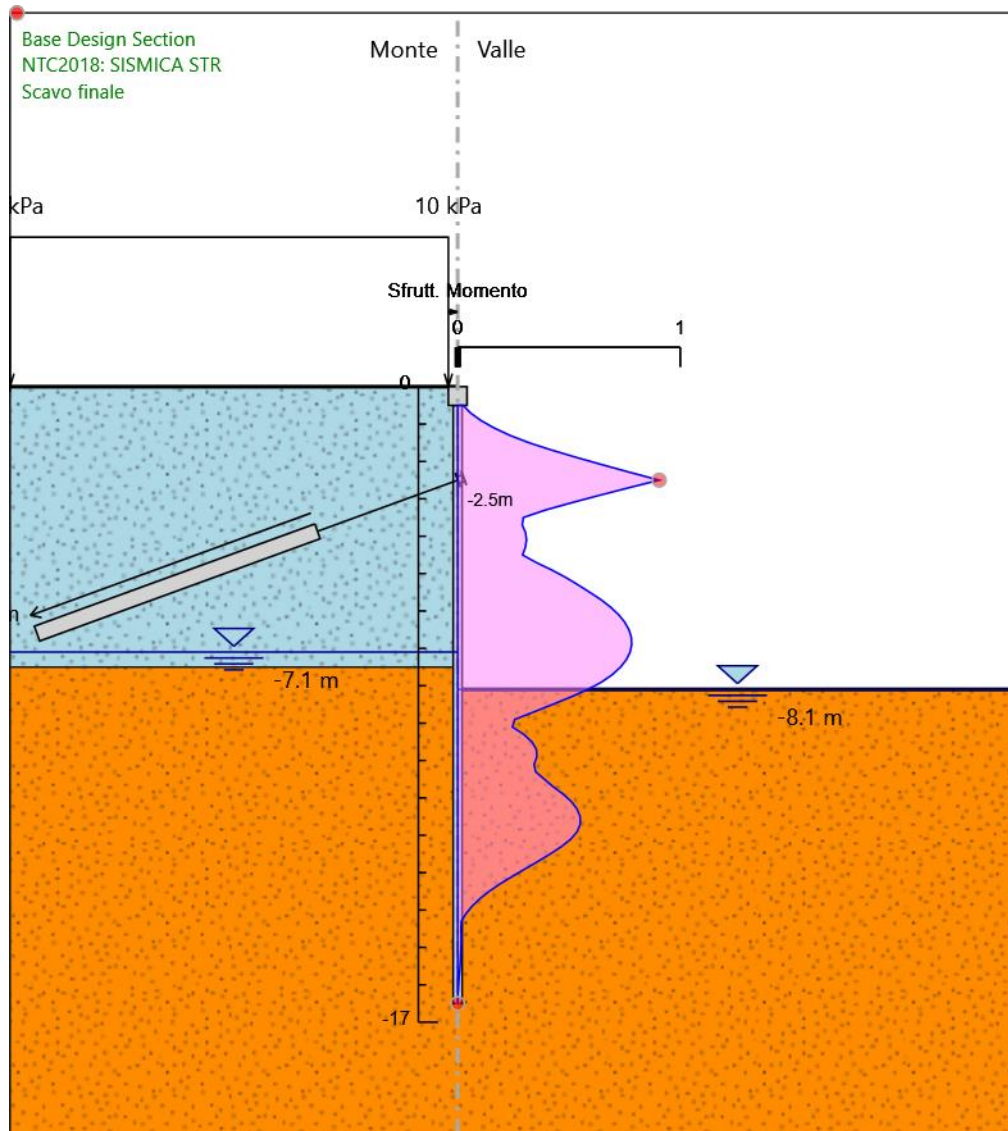
Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.025
-0.7	0.057
-0.9	0.103
-1.1	0.162
-1.3	0.234
-1.5	0.321
-1.7	0.425
-1.9	0.538
-2.1	0.658
-2.3	0.78
-2.5	0.906
-2.7	0.771
-2.9	0.641
-3.1	0.514
-3.3	0.394
-3.5	0.295
-3.7	0.29
-3.9	0.305
-4.1	0.309
-4.3	0.304
-4.5	0.292
-4.7	0.352
-4.9	0.422
-5.1	0.485
-5.3	0.541
-5.5	0.594
-5.7	0.645
-5.9	0.688
-6.1	0.723
-6.3	0.751
-6.5	0.77
-6.7	0.78
-6.9	0.782
-7.1	0.775
-7.3	0.758
-7.5	0.732
-7.7	0.695
-7.9	0.647
-8.1	0.585
-8.3	0.508
-8.5	0.427
-8.7	0.342
-8.9	0.256
-9.1	0.246
-9.3	0.297
-9.5	0.333
-9.7	0.354
-9.9	0.356
-10.1	0.343
-10.3	0.35
-10.5	0.39
-10.7	0.429
-10.9	0.475
-11.1	0.511
-11.3	0.537
-11.5	0.55
-11.7	0.551
-11.9	0.537

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	
-12.1		0.509
-12.3		0.467
-12.5		0.416
-12.7		0.36
-12.9		0.302
-13.1		0.245
-13.3		0.19
-13.5		0.141
-13.7		0.099
-13.9		0.064
-14.1		0.037
-14.3		0.016
-14.5		0.015
-14.7		0.016
-14.9		0.016
-15.1		0.014
-15.3		0.012
-15.5		0.01
-15.7		0.008
-15.9		0.005
-16.1		0.002
-16.3		0.001
-16.5		0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

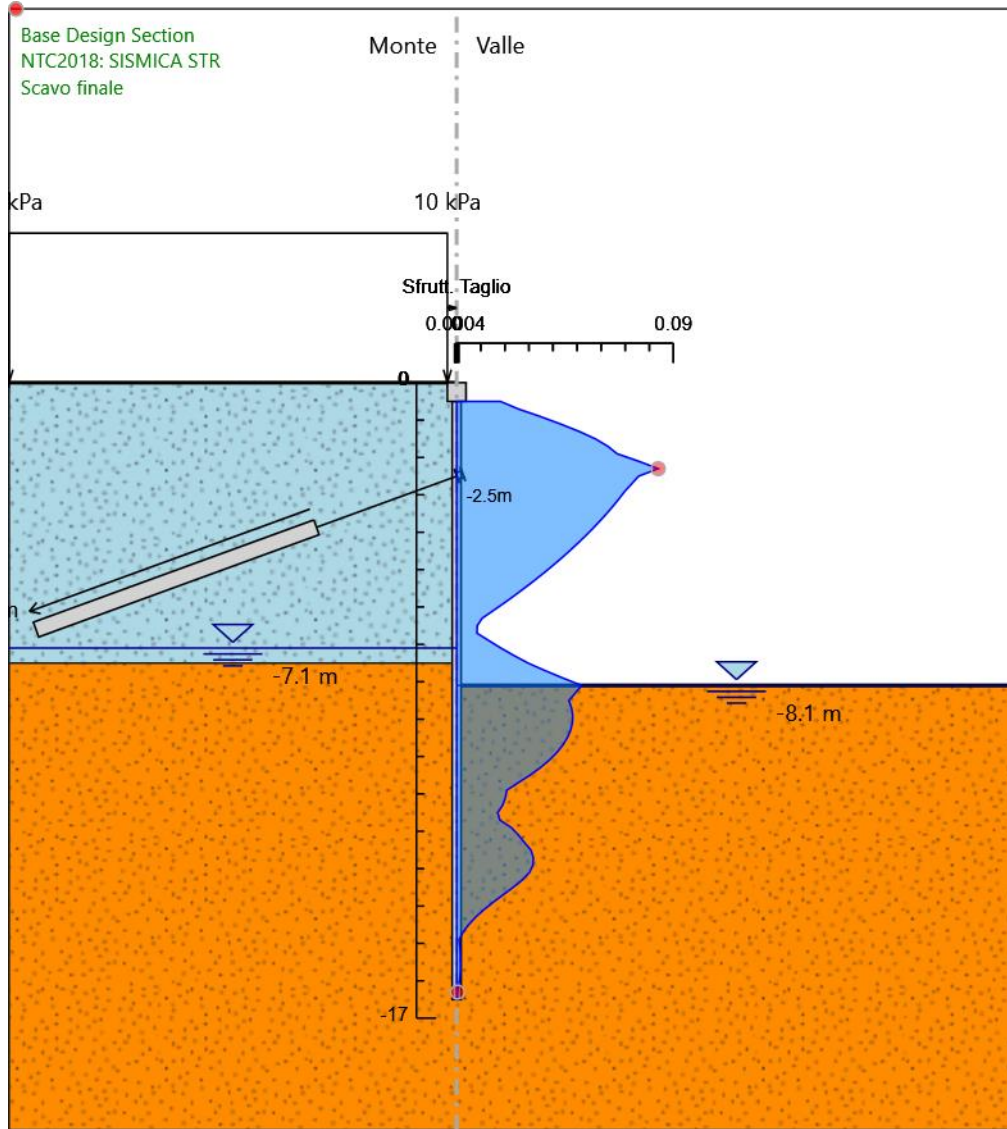
Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.018
-0.7	0.025
-0.9	0.035
-1.1	0.043
-1.3	0.051
-1.5	0.058
-1.7	0.063
-1.9	0.067
-2.1	0.076
-2.3	0.084
-2.5	0.076
-2.7	0.073
-2.9	0.07
-3.1	0.067
-3.3	0.065
-3.5	0.062
-3.7	0.059
-3.9	0.057
-4.1	0.053
-4.3	0.05
-4.5	0.047
-4.7	0.043
-4.9	0.04
-5.1	0.036
-5.3	0.032
-5.5	0.028
-5.7	0.024
-5.9	0.02
-6.1	0.015
-6.3	0.011
-6.5	0.009
-6.7	0.008
-6.9	0.013
-7.1	0.018
-7.3	0.024
-7.5	0.03
-7.7	0.037
-7.9	0.044
-8.1	0.052
-8.3	0.049
-8.5	0.047
-8.7	0.048
-8.9	0.048
-9.1	0.048
-9.3	0.047
-9.5	0.046
-9.7	0.044
-9.9	0.041
-10.1	0.038
-10.3	0.035
-10.5	0.03
-10.7	0.026
-10.9	0.021
-11.1	0.02
-11.3	0.019
-11.5	0.017
-11.7	0.018
-11.9	0.023
-12.1	0.026
-12.3	0.028
-12.5	0.031

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-12.7	0.032
-12.9	0.032
-13.1	0.03
-13.3	0.027
-13.5	0.023
-13.7	0.019
-13.9	0.015
-14.1	0.011
-14.3	0.008
-14.5	0.005
-14.7	0.003
-14.9	0.001
-15.1	0.001
-15.3	0.002
-15.5	0.002
-15.7	0.002
-15.9	0.001
-16.1	0.001
-16.3	0
-16.5	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2018			Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	
Tirante	Stage							
Tieback	Realizzazione tiranti	300	904.779	605.557	0.332	0.495		NO
Tieback	Scavo finale	319.525	904.779	605.557	0.353	0.528		NO
Tieback	Sisma	318.719	904.779	605.557	0.352	0.526		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante	Stage							
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.959	605.557	0.853	0.644		
Tieback	Scavo finale	416.38	456.959	605.557	0.911	0.688		
Tieback	Sisma	415.167	456.959	605.557	0.909	0.686		



**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante	Stage						
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495	
Tieback	Scavo finale	384.993	456.959	605.557	0.843	0.636	
Tieback	Sisma	382.451	456.959	605.557	0.837	0.632	

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2018		Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	(ITA) Ratio GEO	Ratio STR		
Tirante	Stage	(kN)	(kN)	(kN)				
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	319.525	456.959	605.557	0.699	0.528		
Tieback	Sisma	374.334	456.959	605.557	0.819	0.618		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA GEO		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio	Resistenza	Gerarchia delle
		(kN)	(kN)	(kN)		STR		Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	319.525	456.959	605.557	0.699	0.528		
Tieback	Sisma	374.334	456.959	605.557	0.819	0.618		

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Scavo finale	416.38	456.959	605.557	0.911	0.688			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione									
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione Materiale		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0	0	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	199.703	0	0	0	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	233.959	0	0	0	0	

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	199.703	0	0.159	0.28	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	199.2	0	0.159	0.28	0	



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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	243.75	0	0.195	0.342	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	260.237	0	0.208	0.365	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	259.48	0	0.207	0.364	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	240.621	0	0.192	0.338	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	239.032	0	0.191	0.336	0	

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	199.703	0	0.159	0.28	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	233.959	0	0.187	0.329	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	199.703	0	0.159	0.28	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	233.959	0	0.187	0.329	0

## **14.2 Paratia tipo 2**

### **14.2.1 Condizioni non drenate**

## **Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno**

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 1 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -8 m

OCR : 1



## **Descrizione Pareti**

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

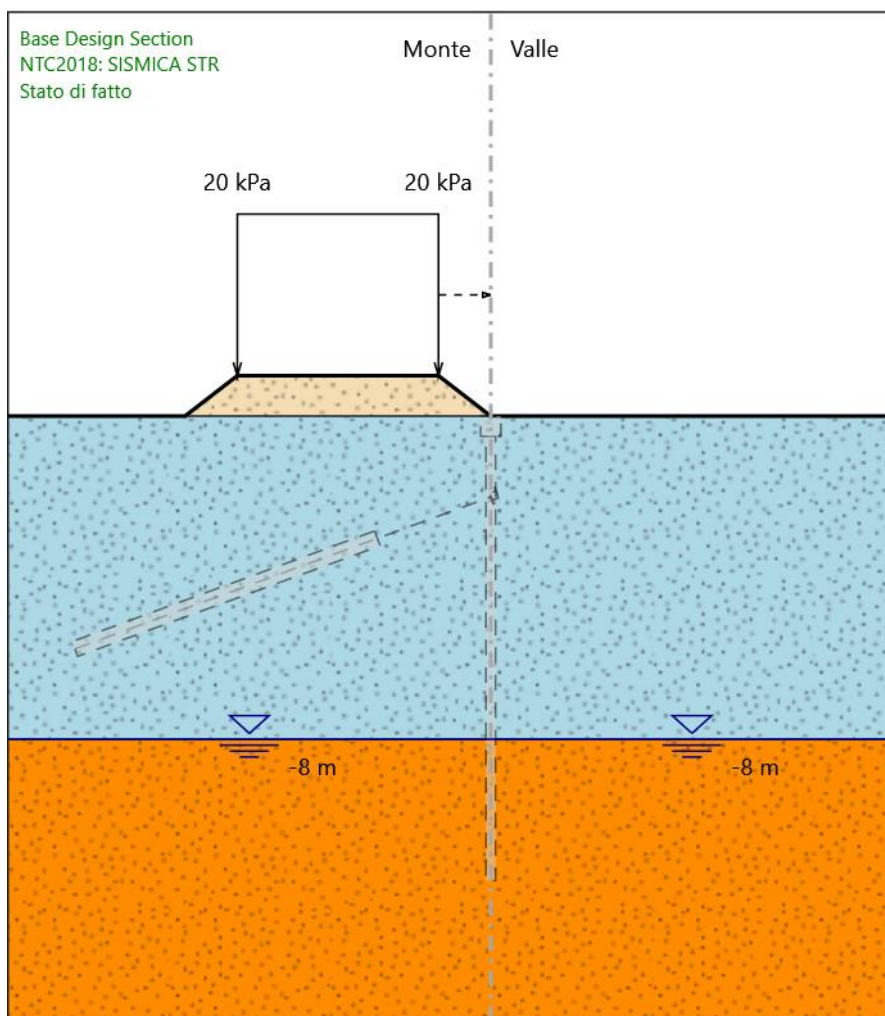
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

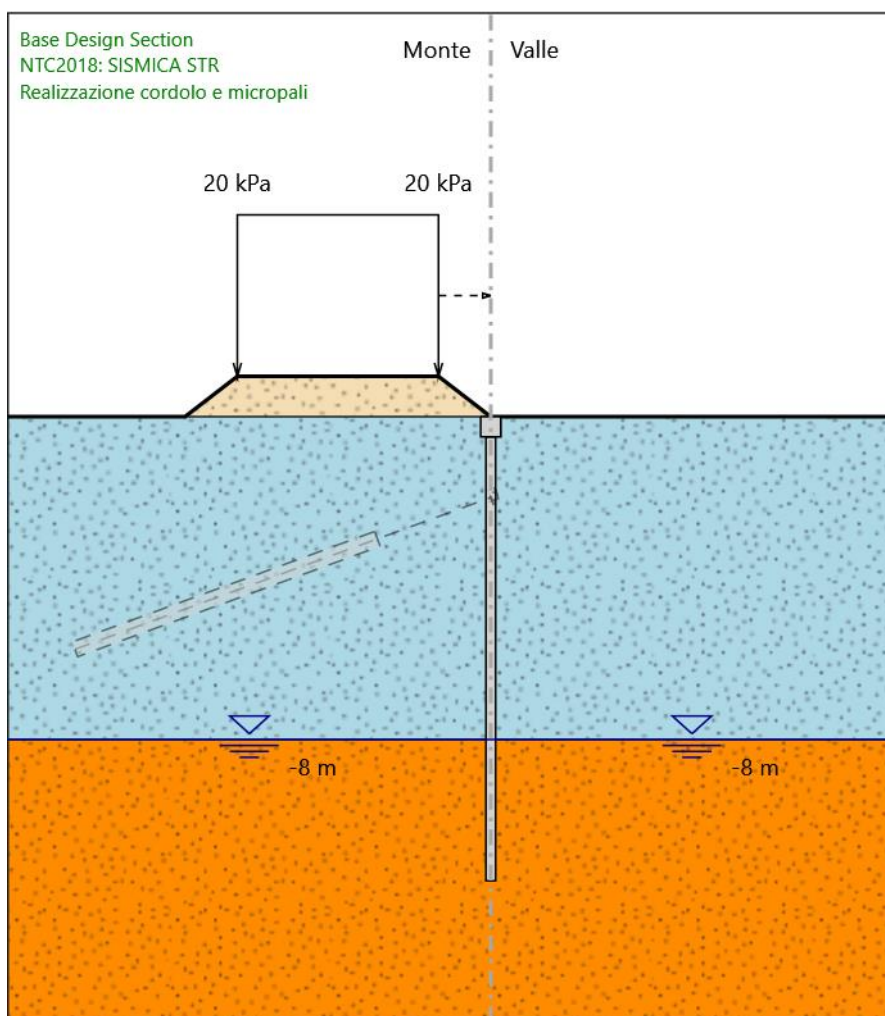
Muro di sinistra

## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

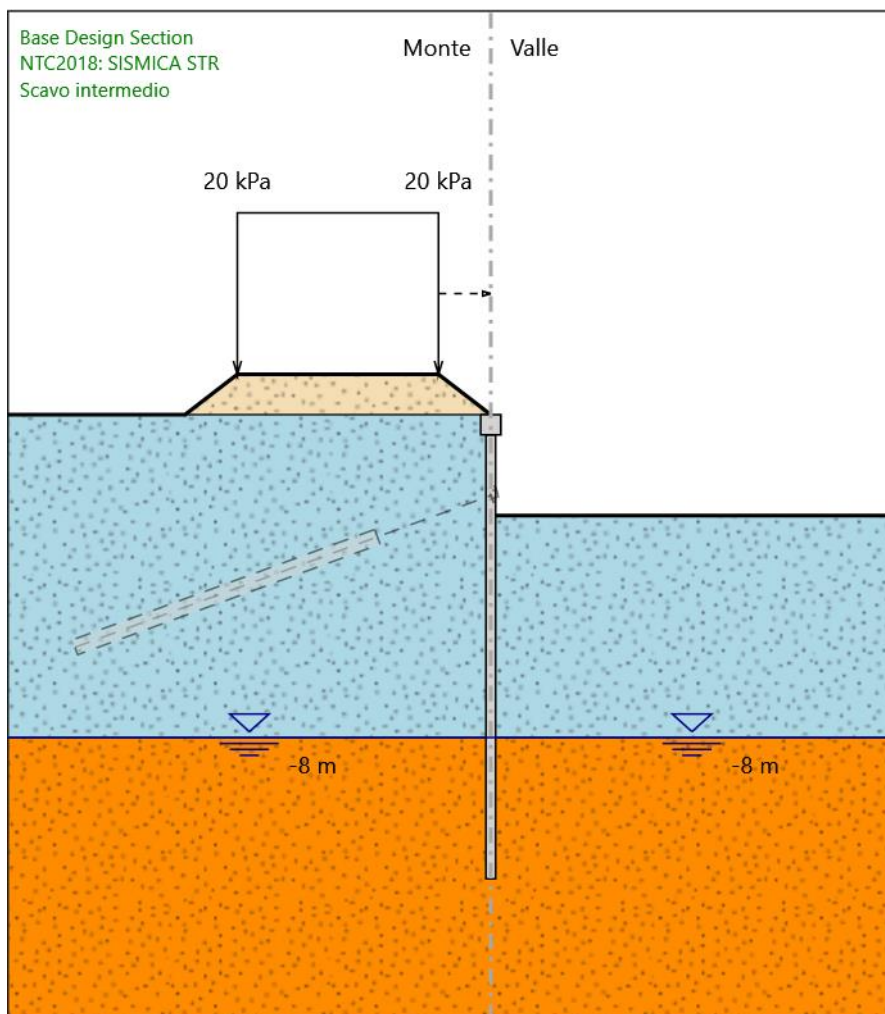
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Scavo intermedio



## Scavo intermedio

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

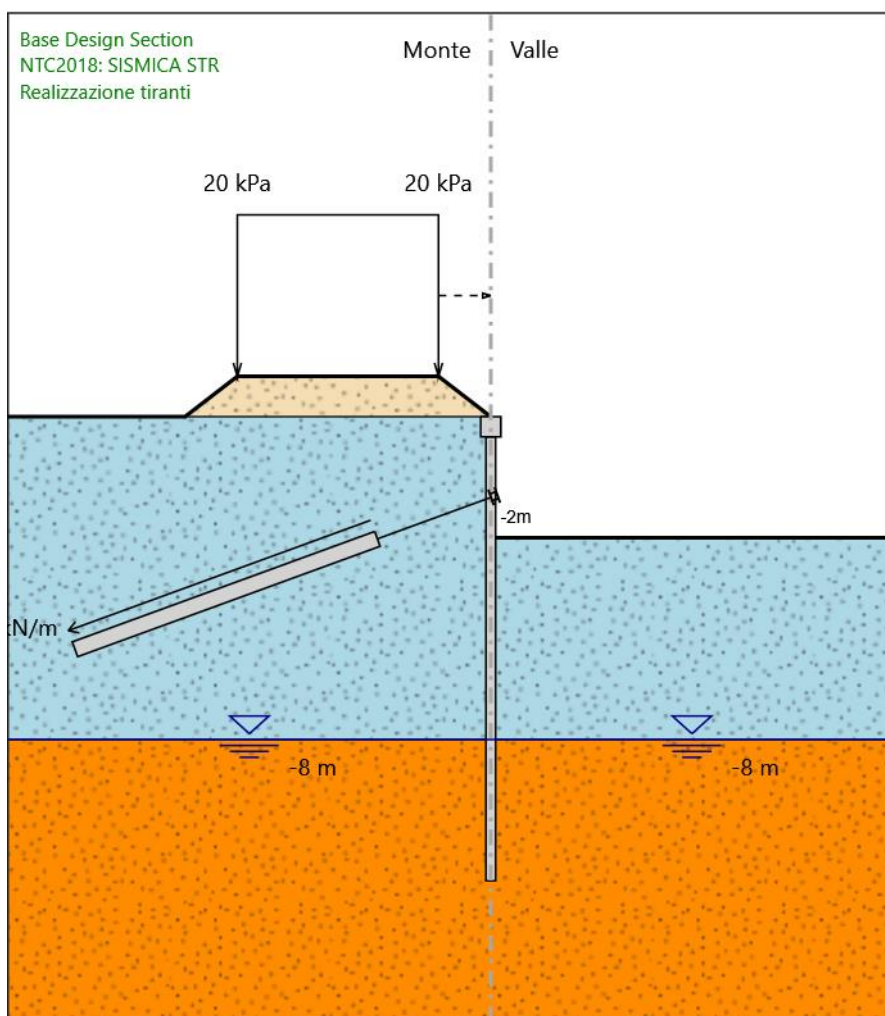
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione tiranti



## Realizzazione tiranti

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

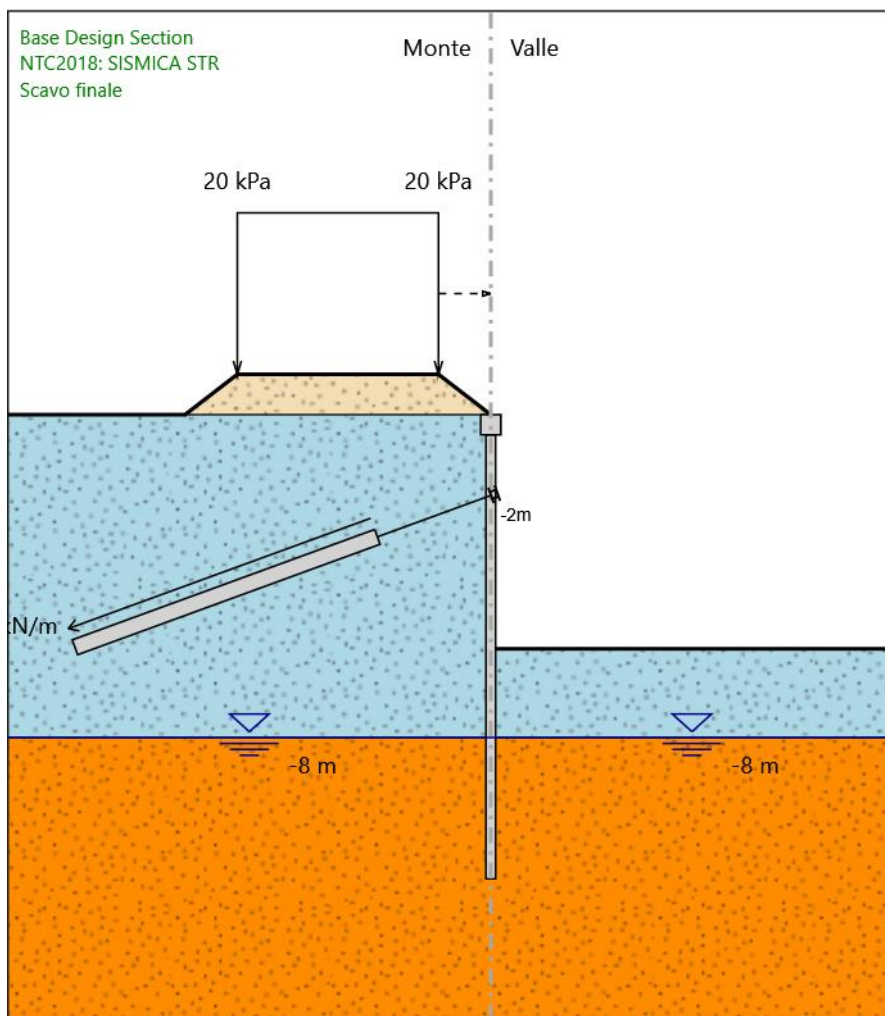
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Scavo finale



## Scavo finale

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

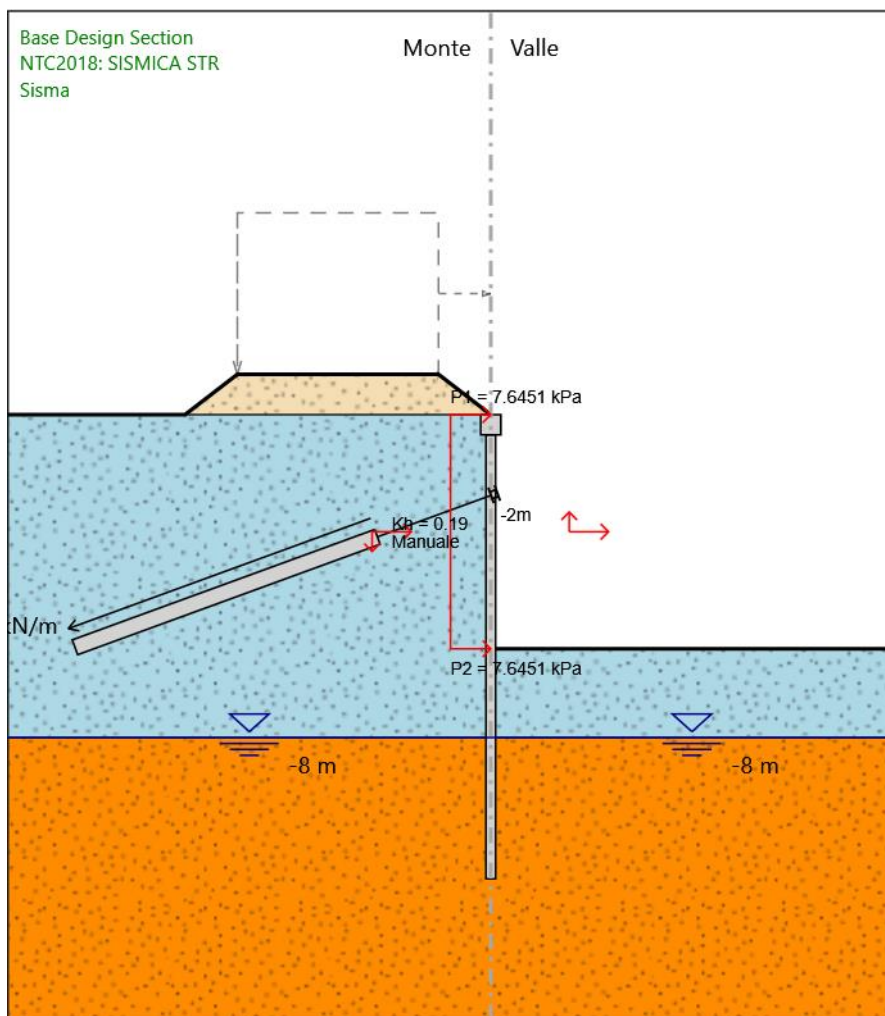
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Sisma



## Sisma

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

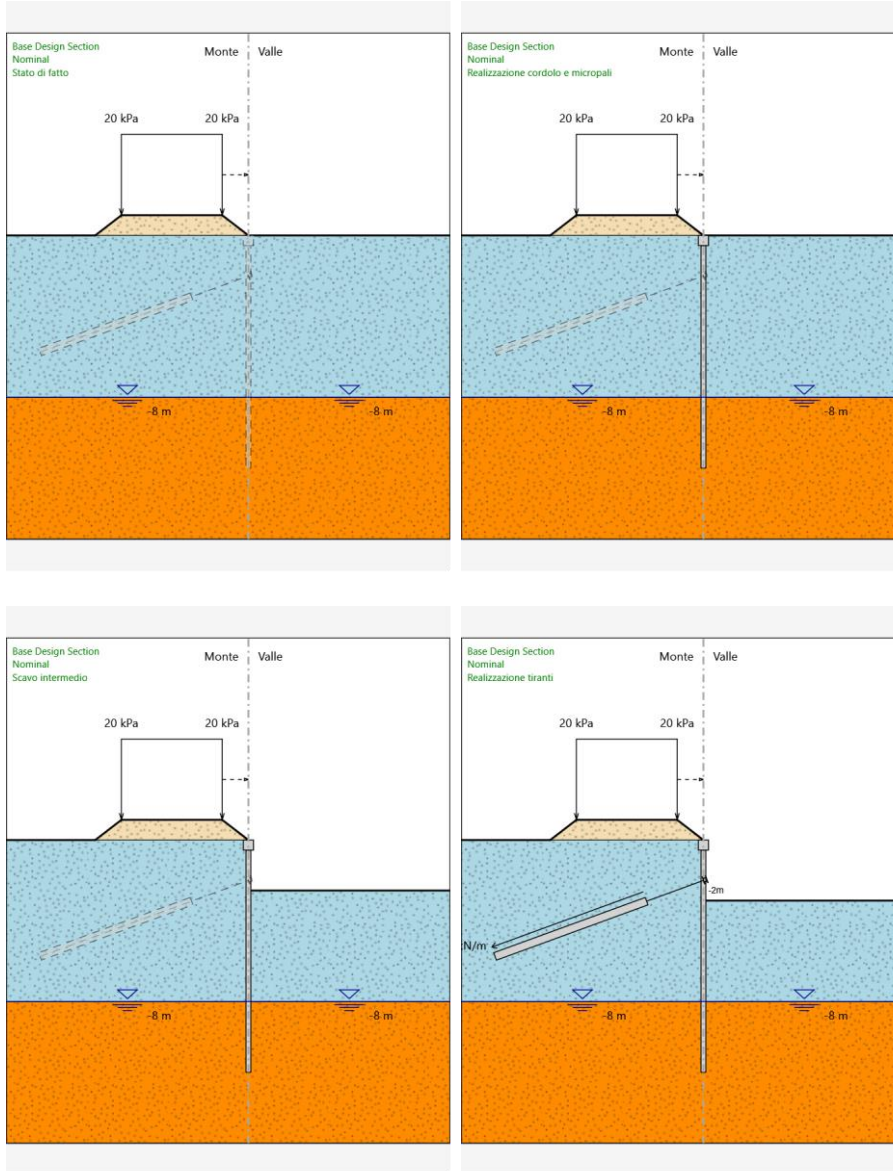
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

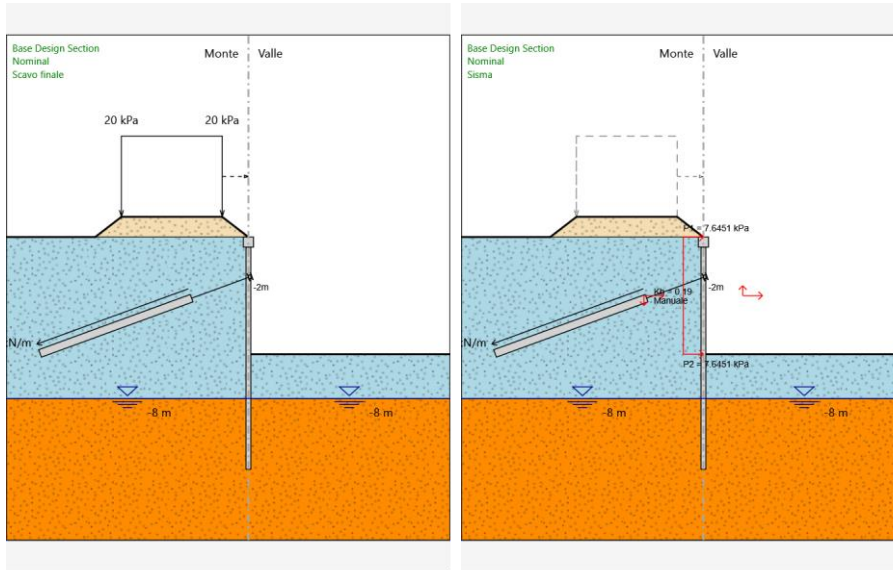
HE 180B

Materiale : S355

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali





## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carico Sismico	Pressioni	Pressioni	Carichi
	Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Favorevoli (F_dead_load_favour)	Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Favorevoli (F_live_load_favour)	(F_seism_load)	Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Perma Destabil (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_G$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ )	Parziale su c'	Parziale su Su	Parziale su qu	Parziale su peso specifico
	(F_Fr)	(F_eff_coh)	(F_Su)	(F_qu)	(F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

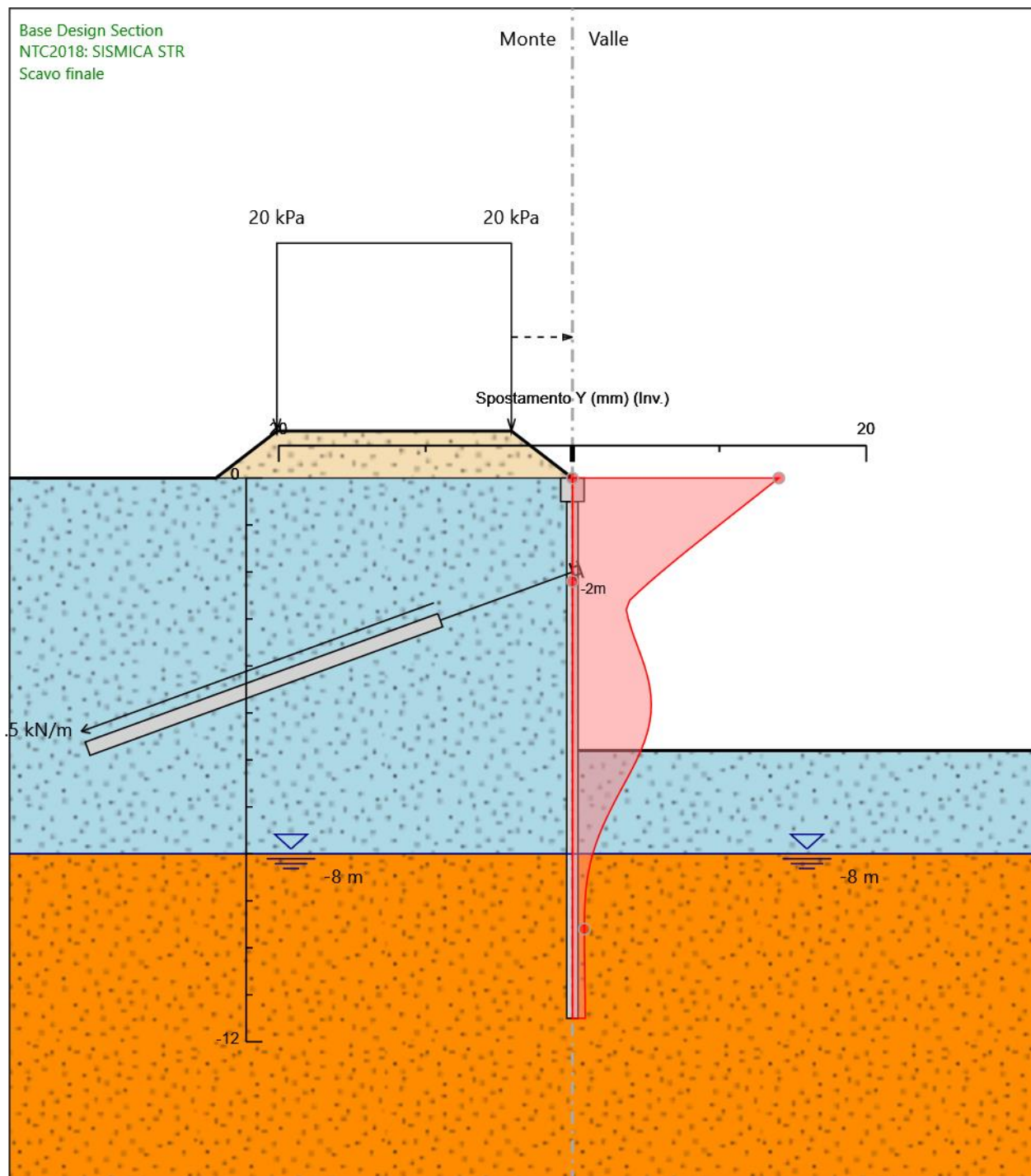
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp)	Parziale resistenza Tiranti	Parziale resistenza Tiranti	Parziale elementi
	(F_Soil_Res_walls)	permanenti (F_Anch_P)	temporanei (F_Anch_T)	strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo intermedio Realizzazione tiranti Scavo finale Sisma				
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

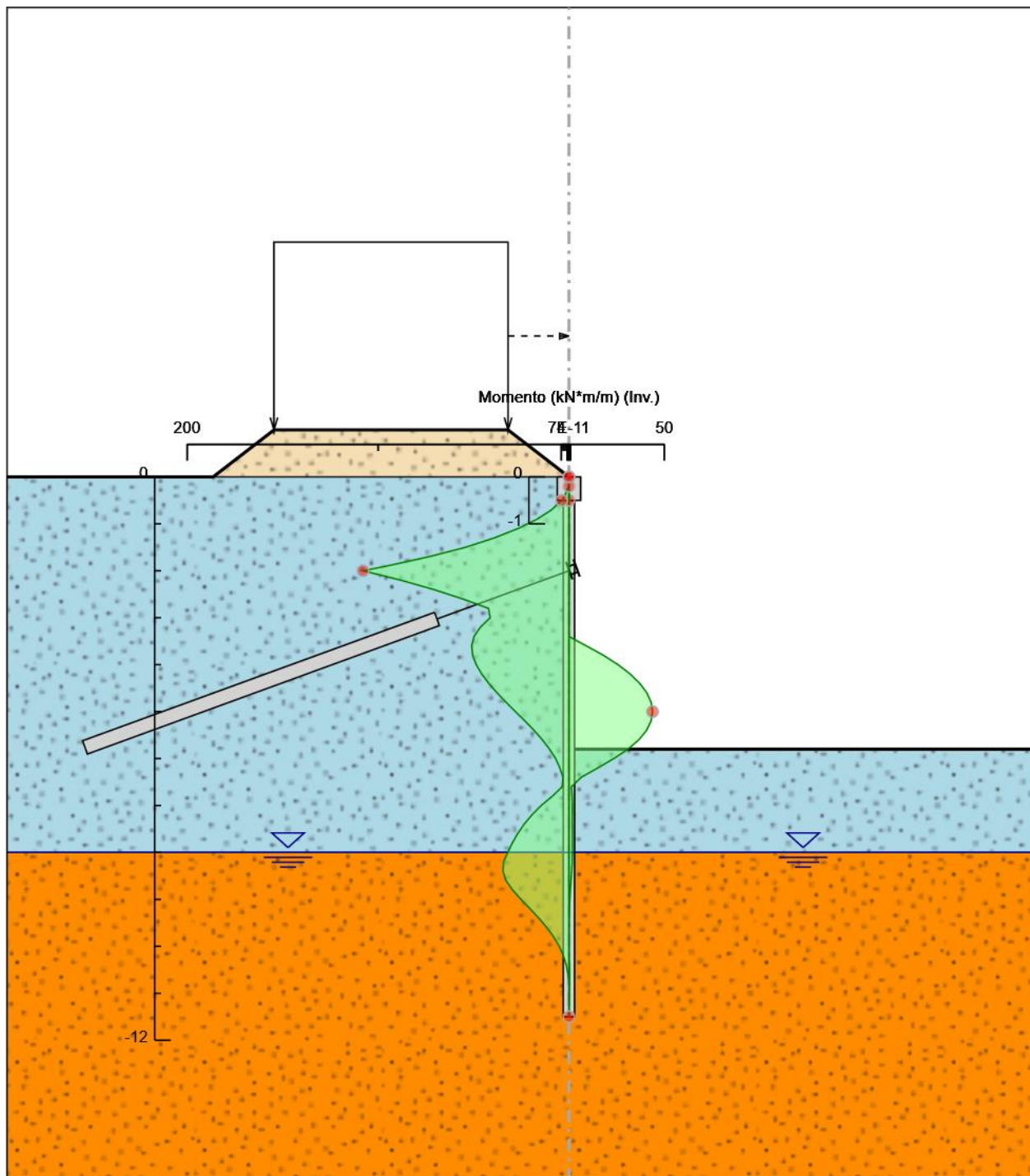
## Tabella Involuppi Momento micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: micropali Lato destro (kN*m/m)
-0.5	3.826	0
-0.7	9.078	0
-0.9	16.683	0
-1.1	26.681	0
-1.3	39.096	0
-1.5	54.231	0
-1.7	73.293	0
-1.9	95.591	0
-2	107.909	0
-2.2	87.994	0
-2.4	70.732	0
-2.6	55.646	0
-2.8	42.167	0
-3	41.277	0.005
-3.2	46.379	0.01
-3.4	49.725	0.013
-3.6	50.936	9.152
-3.8	50.429	18.041
-4	48.567	25.699
-4.2	45.661	32.077
-4.4	41.966	37.124
-4.6	37.691	40.789
-4.8	32.994	43.022
-5	28.057	43.771
-5.2	23.046	42.985
-5.4	18.278	40.614
-5.6	13.957	36.605
-5.8	10.177	30.906
-6	6.984	23.467
-6.2	4.773	15.042
-6.4	3.12	6.388
-6.6	3.561	1.335
-6.8	8.67	1.639
-7	14.526	1.764
-7.2	19.436	1.754
-7.4	23.522	1.733
-7.6	26.897	1.821
-7.8	29.703	1.817
-8	32.103	1.769
-8.2	34.244	1.717
-8.4	34.569	1.438
-8.6	32.984	1.074
-8.8	29.534	0.72
-9	25.112	0.422
-9.2	20.374	0.192
-9.4	15.771	0.073
-9.6	11.588	0.031
-9.8	7.988	0.026
-10	5.094	0.021
-10.2	2.922	0.008
-10.4	1.419	0.238
-10.6	0.485	0.323
-10.8	0.023	0.281
-11	0.011	0.183
-11.2	0.003	0.117
-11.4	0	0.018
-11.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.295	0
-0.4	2.175	0
-0.5	3.826	0

## Grafico Involuppi Momento



Momento

## Tabella Involuppi Taglio micropali

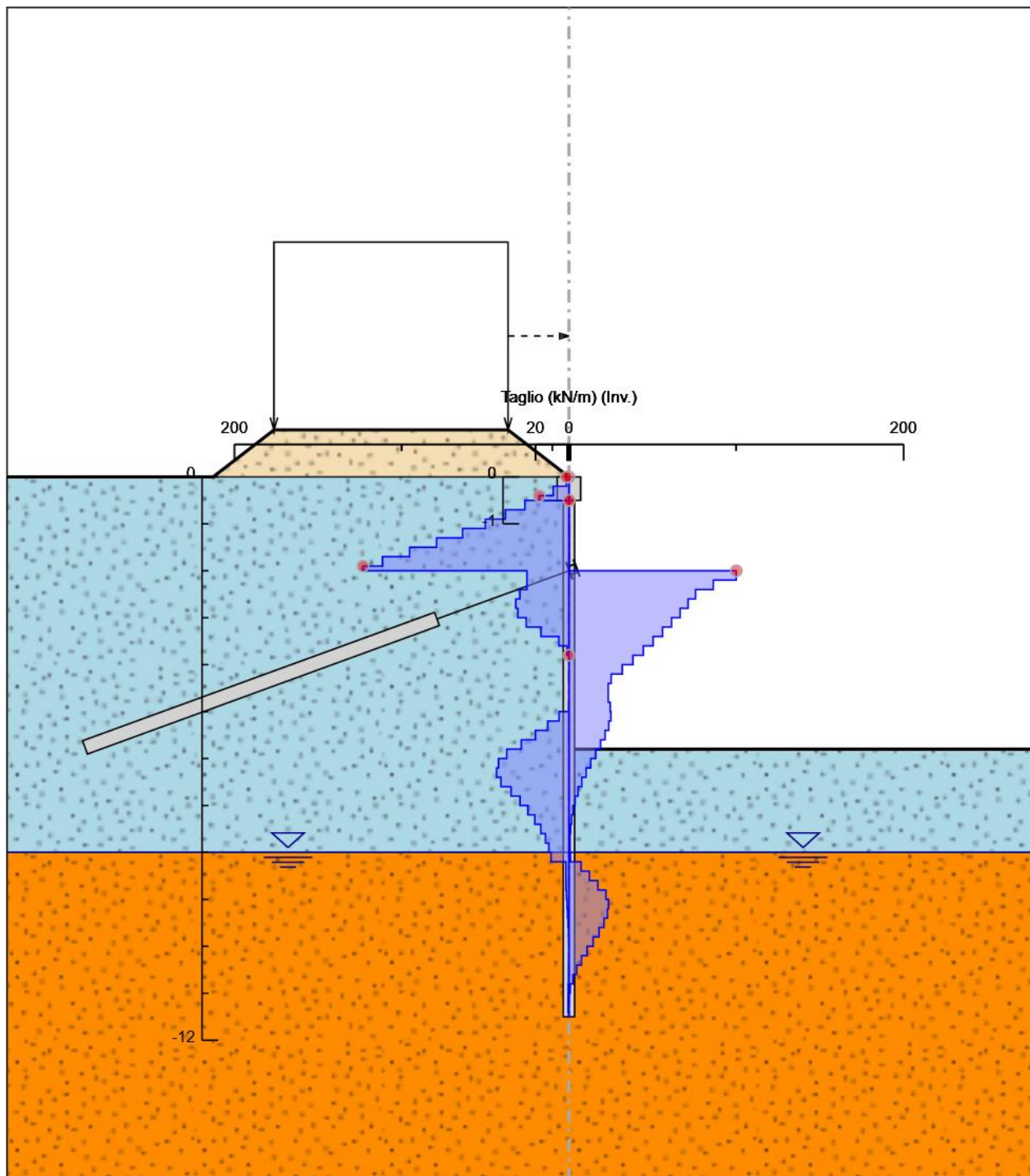
Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	26.308	0
-0.7	38.025	0.048
-0.9	49.993	0.122
-1.1	63.607	0.159
-1.3	79.137	0.169
-1.5	95.309	0.169
-1.7	111.49	0.162
-1.9	123.179	0.146
-2	123.179	100.045
-2.2	25.154	100.045
-2.4	29.345	86.309
-2.6	31.808	75.709
-2.8	31.808	71.227
-3	30.529	66.446
-3.2	25.507	61.369
-3.4	16.732	56.006
-3.6	6.054	50.349
-3.8	1.262	44.445
-4	0.007	38.292
-4.2	0.007	31.888
-4.4	0.008	25.233
-4.6	0.014	23.481
-4.8	0.023	24.686
-5	5.887	25.055
-5.2	12.71	25.055
-5.4	20.045	23.839
-5.6	28.492	21.609
-5.8	37.198	18.896
-6	42.124	15.969
-6.2	43.271	13.03
-6.4	43.271	10.233
-6.6	40.64	7.684
-6.8	34.646	5.496
-7	29.283	3.689
-7.2	24.55	2.467
-7.4	20.427	1.578
-7.6	16.879	0.911
-7.8	14.028	0.592
-8	12.002	0.893
-8.2	10.702	7.24
-8.4	1.817	12.239
-8.6	1.817	17.251
-8.8	1.771	22.11
-9	1.49	23.69
-9.2	1.15	23.69
-9.4	0.825	23.014
-9.6	0.502	20.915
-9.8	0.235	18.002
-10	0.094	14.471
-10.2	0.098	10.858
-10.4	0.098	7.518
-10.6	0.211	4.667
-10.8	0.489	2.419
-11	0.51	0.783
-11.2	0.51	0.041
-11.4	0.495	0.015
-11.5	0.185	0.002

## Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.475	0
-0.2	9.4	0
-0.4	17.771	0
-0.5	17.771	0



### Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Realizzazione tiranti	Left Wall	LEFT		15.76
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	RIGHT		62.05

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo intermedio	Left Wall	LEFT		105.82
NTC2018: A2+M2+R1 Stato di fatto	Left Wall	RIGHT		141.51

## ***Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo intermedio Realizzazione tiranti Scavo finale Sisma				
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

## Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

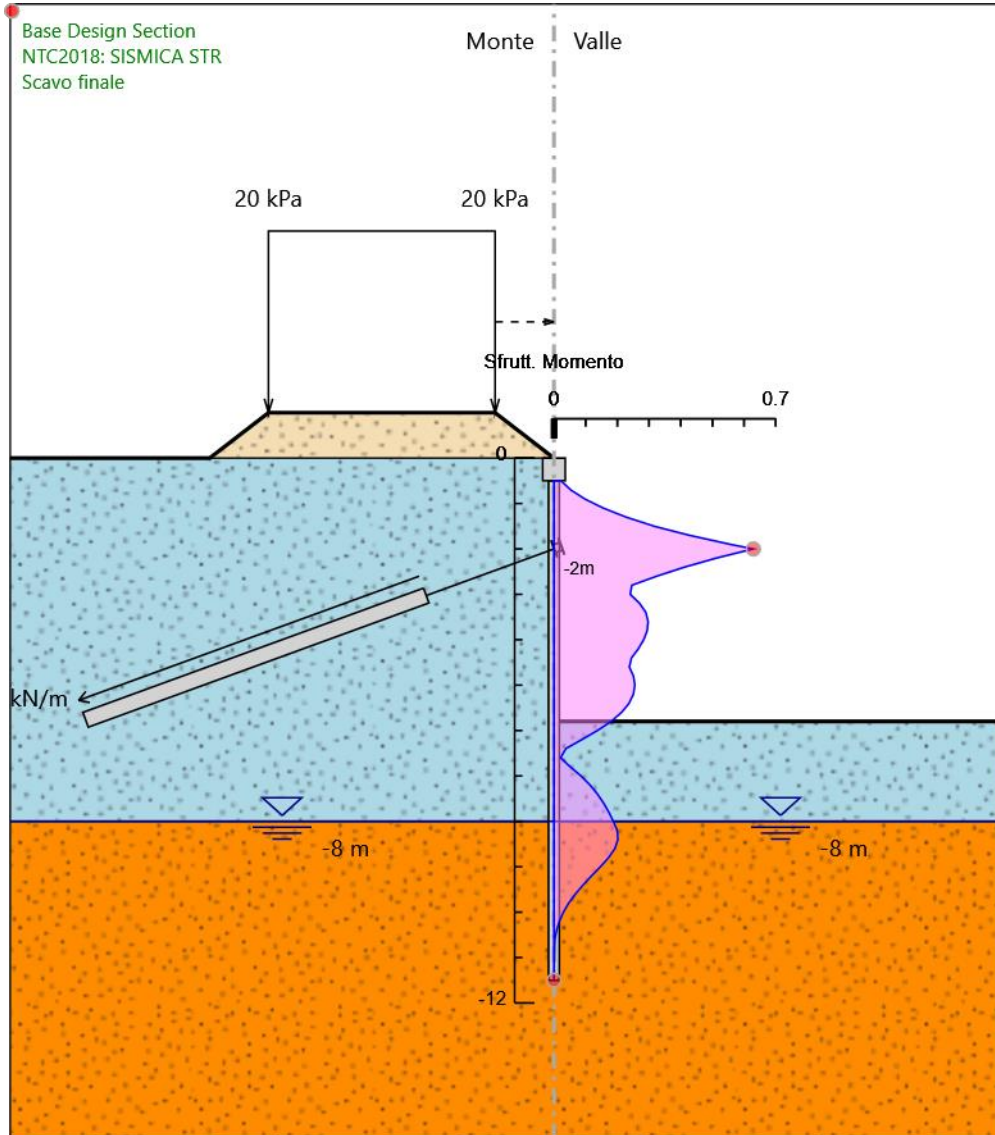
Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.022
-0.7	0.053
-0.9	0.097
-1.1	0.156
-1.3	0.228
-1.5	0.316
-1.7	0.427
-1.9	0.557
-2	0.629
-2.2	0.513
-2.4	0.412
-2.6	0.324
-2.8	0.246
-3	0.241
-3.2	0.27
-3.4	0.29
-3.6	0.297
-3.8	0.294
-4	0.283
-4.2	0.266
-4.4	0.245
-4.6	0.238
-4.8	0.251
-5	0.255
-5.2	0.251
-5.4	0.237
-5.6	0.213
-5.8	0.18
-6	0.137
-6.2	0.088
-6.4	0.037
-6.6	0.021
-6.8	0.052
-7	0.085
-7.2	0.114
-7.4	0.137
-7.6	0.157
-7.8	0.173
-8	0.187
-8.2	0.2
-8.4	0.202
-8.6	0.192
-8.8	0.172
-9	0.146
-9.2	0.119
-9.4	0.092
-9.6	0.068
-9.8	0.047
-10	0.03
-10.2	0.017
-10.4	0.008
-10.6	0.003
-10.8	0.002
-11	0.001
-11.2	0.001
-11.4	0
-11.5	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



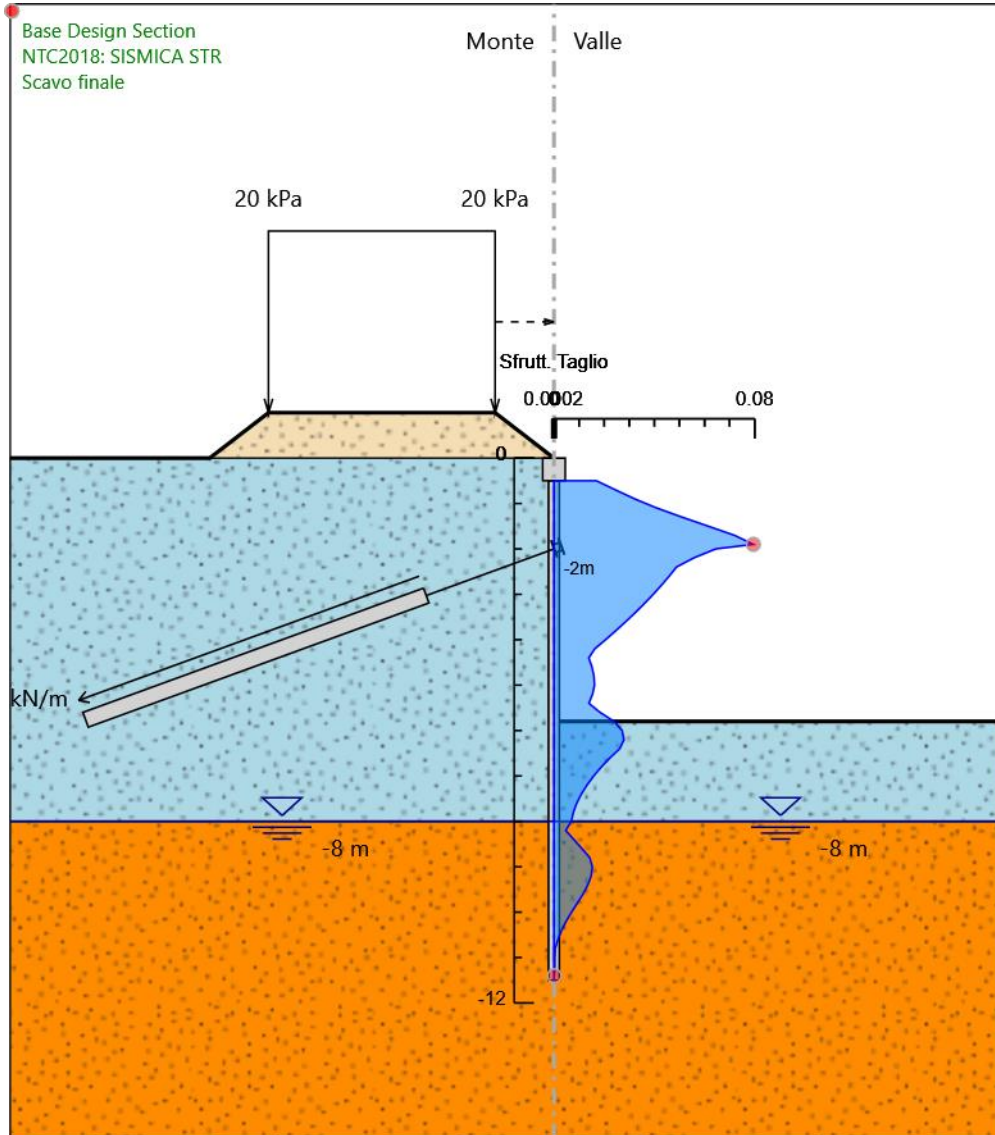
Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

**Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.017
-0.7	0.025
-0.9	0.032
-1.1	0.041
-1.3	0.051
-1.5	0.061
-1.7	0.072
-1.9	0.079
-2	0.064
-2.2	0.056
-2.4	0.049
-2.6	0.046
-2.8	0.043
-3	0.04
-3.2	0.036
-3.4	0.032
-3.6	0.029
-3.8	0.025
-4	0.021
-4.2	0.016
-4.4	0.014
-4.6	0.015
-4.8	0.016
-5	0.016
-5.2	0.015
-5.4	0.014
-5.6	0.018
-5.8	0.024
-6	0.027
-6.2	0.028
-6.4	0.026
-6.6	0.022
-6.8	0.019
-7	0.016
-7.2	0.013
-7.4	0.011
-7.6	0.009
-7.8	0.008
-8	0.007
-8.2	0.005
-8.4	0.008
-8.6	0.011
-8.8	0.014
-9	0.015
-9.2	0.015
-9.4	0.013
-9.6	0.012
-9.8	0.009
-10	0.007
-10.2	0.005
-10.4	0.003
-10.6	0.002
-10.8	0.001
-11	0
-11.2	0
-11.4	0
-11.5	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
--	---

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
					(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	904.779	605.557	0.332	0.495		NO
Tieback	Scavo finale	306.127	904.779	605.557	0.338	0.506		NO
Tieback	Sisma	305.082	904.779	605.557	0.337	0.504		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
		Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR
	Realizzazione tiranti		390	456.959	605.557	0.853	0.644	
	Scavo finale		398.447	456.959	605.557	0.872	0.658	
	Sisma		396.869	456.959	605.557	0.869	0.655	

**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante	Stage						
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495	
Tieback	Scavo finale	321.988	456.959	605.557	0.705	0.532	
Tieback	Sisma	319.01	456.959	605.557	0.698	0.527	



### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
		Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio	Resistenza	Gerarchia delle
Tirante	Stage	(kN)	(kN)	(kN)	(ITA)	STR		Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	306.127	456.959	605.557	0.67	0.506		
Tieback	Sisma	311.855	456.959	605.557	0.682	0.515		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA GEO		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	306.127	456.959	605.557	0.67	0.506		
Tieback	Sisma	311.855	456.959	605.557	0.682	0.515		

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Scavo finale	398.447	456.959	605.557	0.872	0.658			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione Materiale		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE	S355	Realizzazione	187.5	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	180B		tiranti					
Default Waler	Tieback	HE	S355	Scavo finale	191.329	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	180B							
Default Waler	Tieback	HE	S355	Sisma	194.909	0	0	0	0
		180B							

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.329	0	0.153	0.269	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	190.676	0	0.152	0.268	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	243.75	0	0.195	0.342	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	249.03	0	0.199	0.35	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	248.043	0	0.198	0.348	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	201.243	0	0.161	0.283	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	199.381	0	0.159	0.28	0	



## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.329	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	194.909	0	0.156	0.274	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.329	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	194.909	0	0.156	0.274	0

## 14.2.2 Condizioni drenate

### ***Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno***

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 1 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -8 m

OCR : 1

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

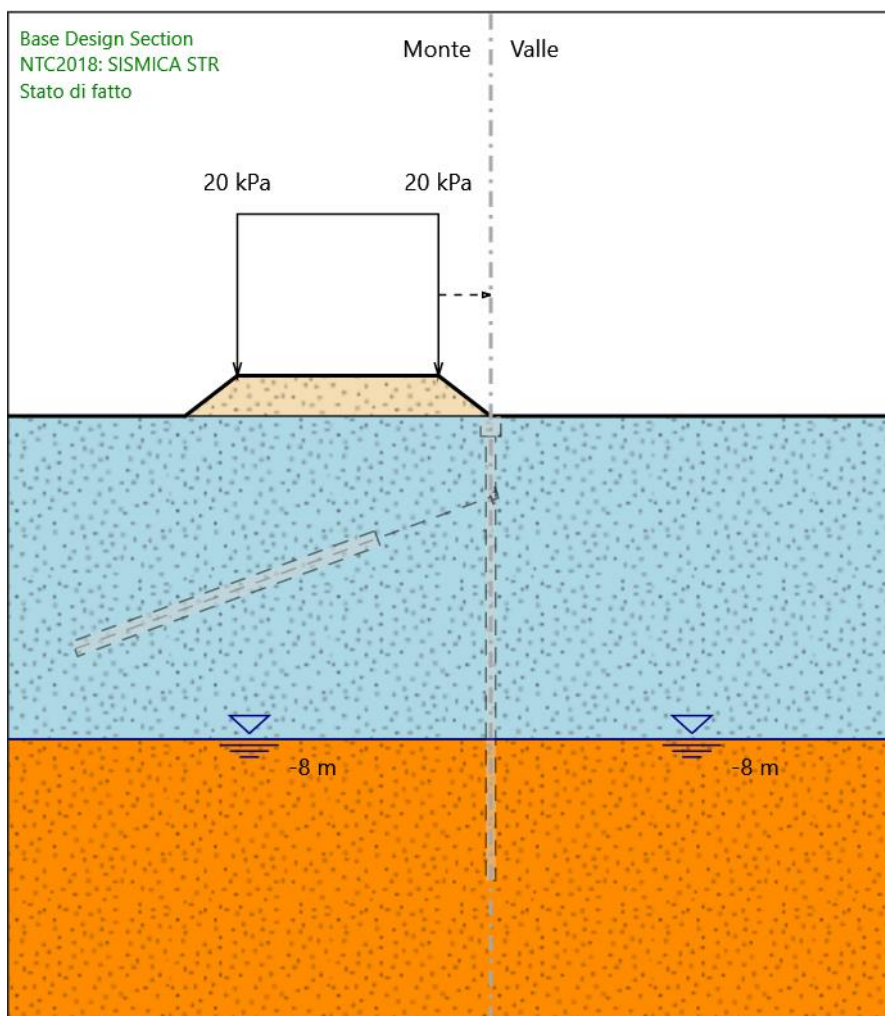
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

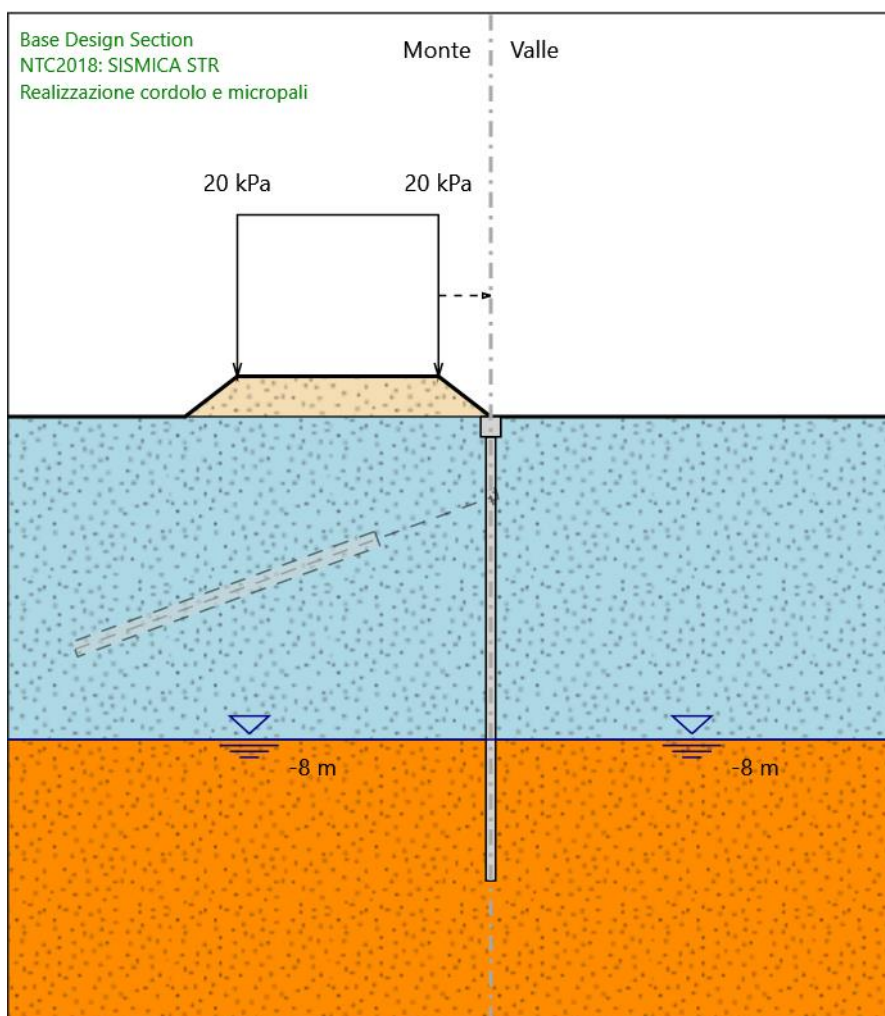
Muro di sinistra

## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

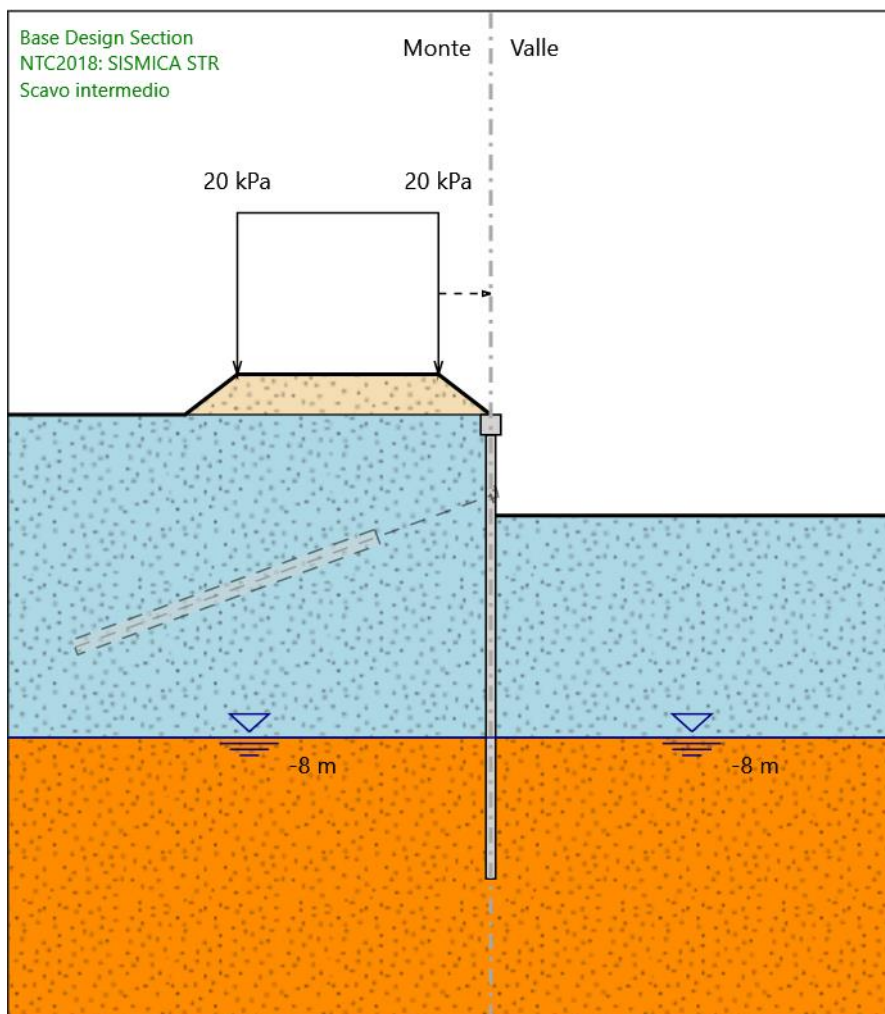
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO



## Scavo intermedio



## Scavo intermedio

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

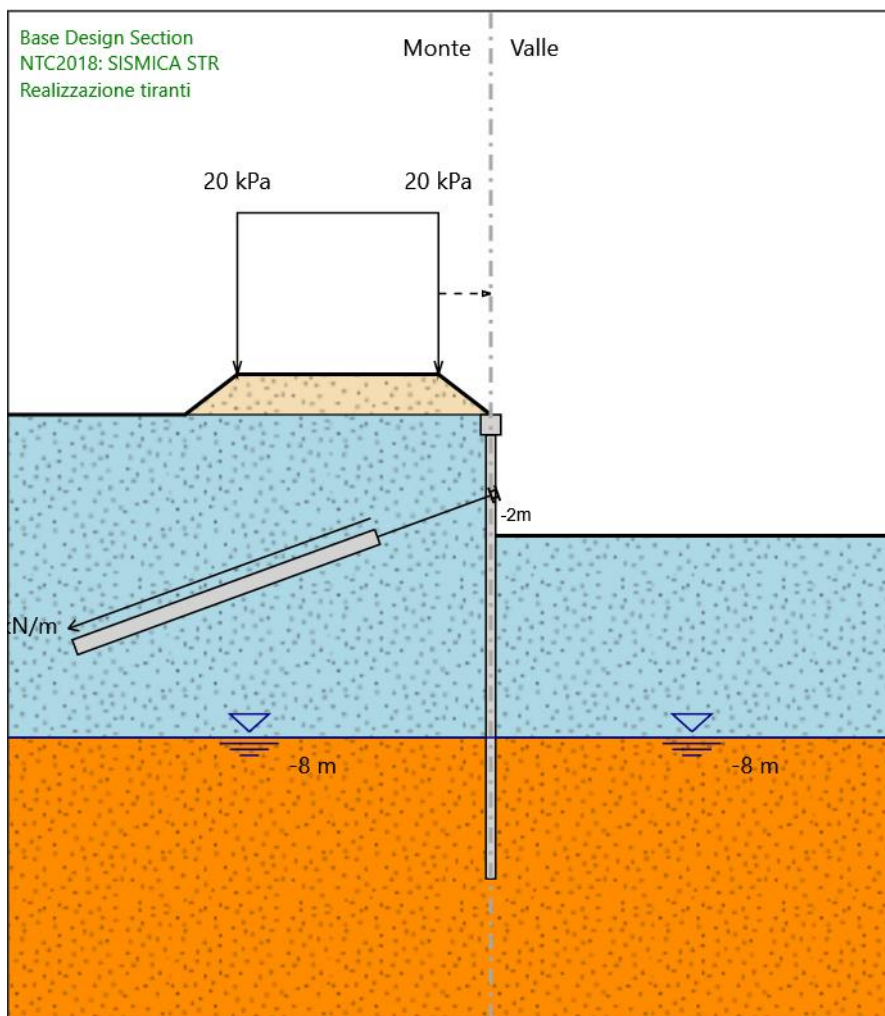
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione tiranti



## Realizzazione tiranti

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

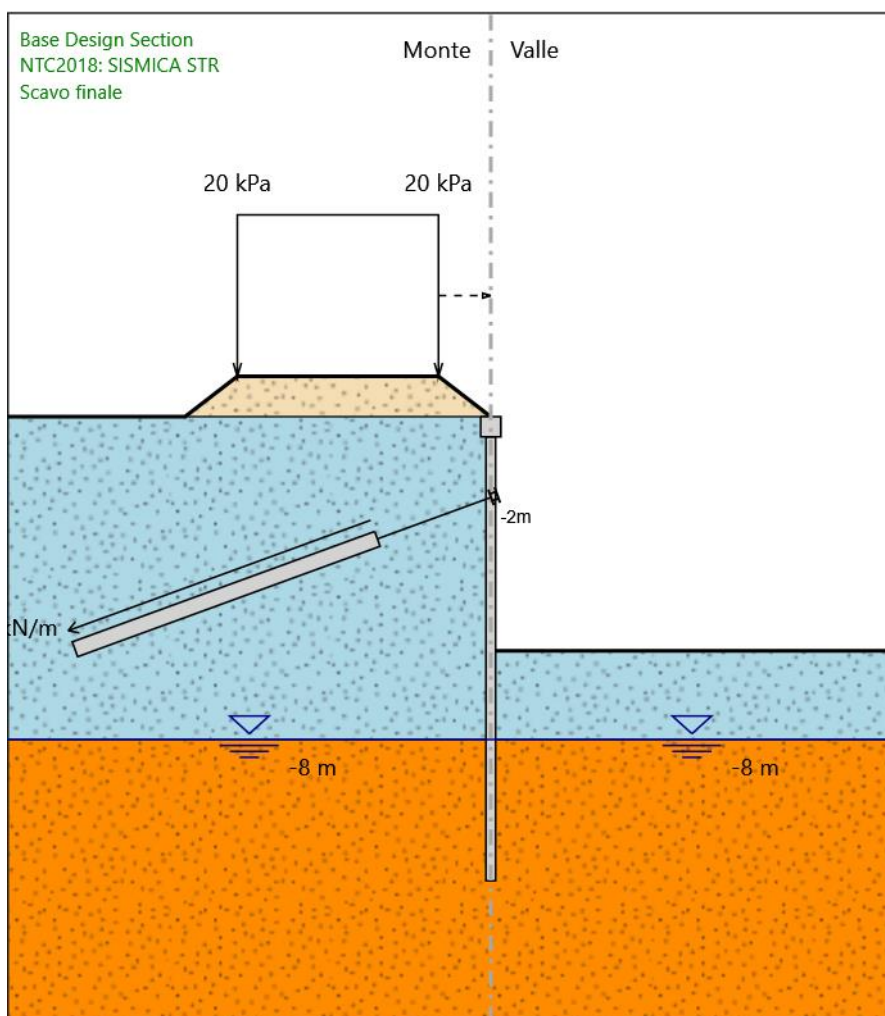
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Scavo finale



## Scavo finale

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

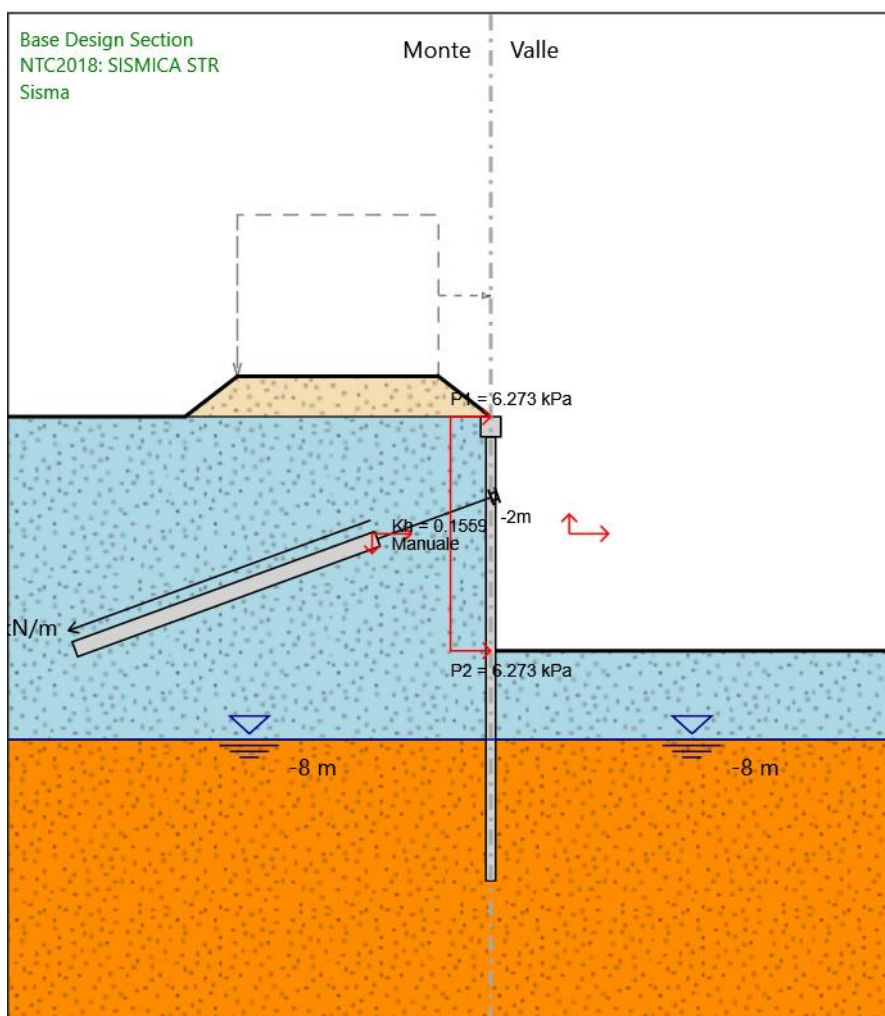
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 180B

Materiale : S355

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : MICROPALI



**VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali**

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 3 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : #3STRANDS

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

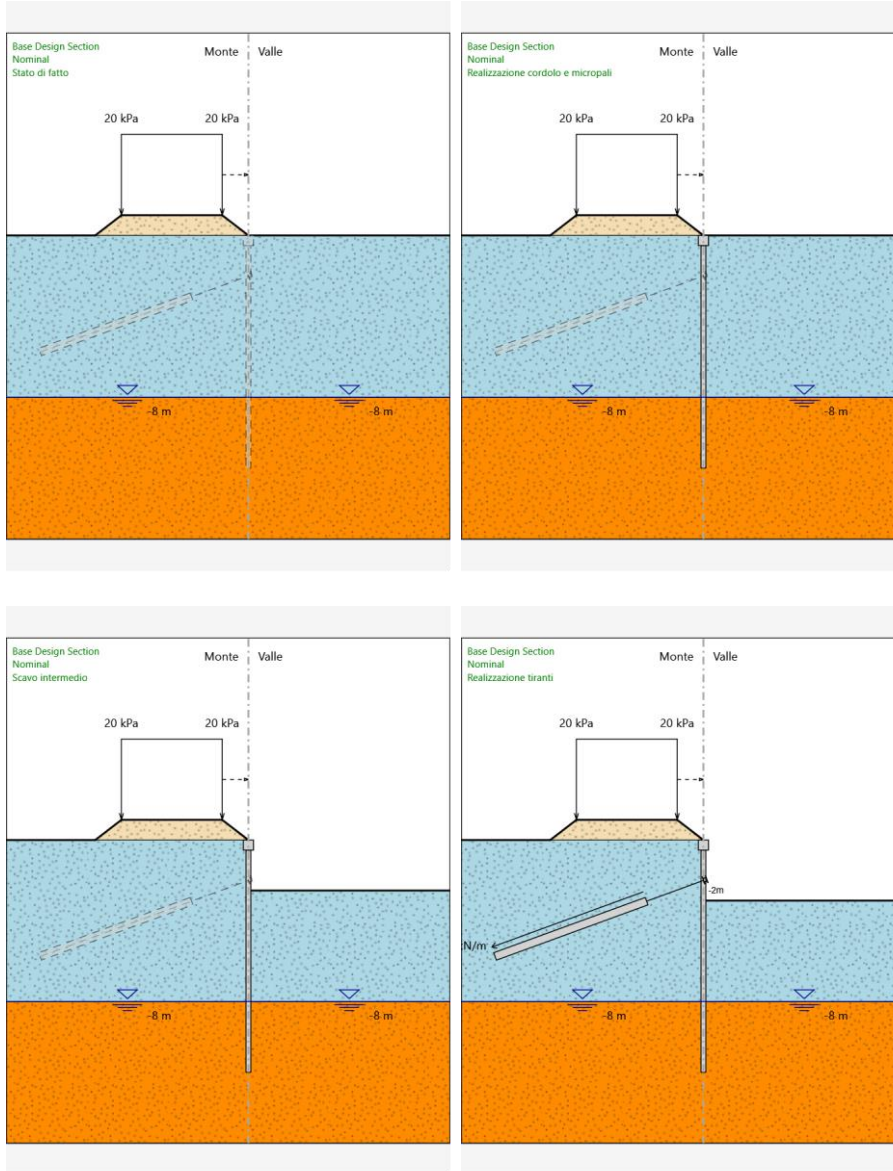
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

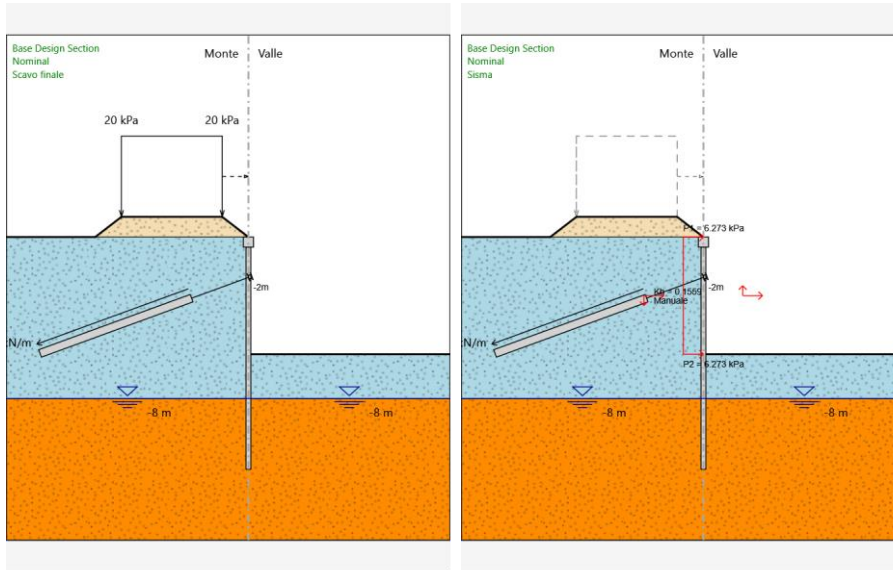
HE 180B

Materiale : S355

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali



## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{GD}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

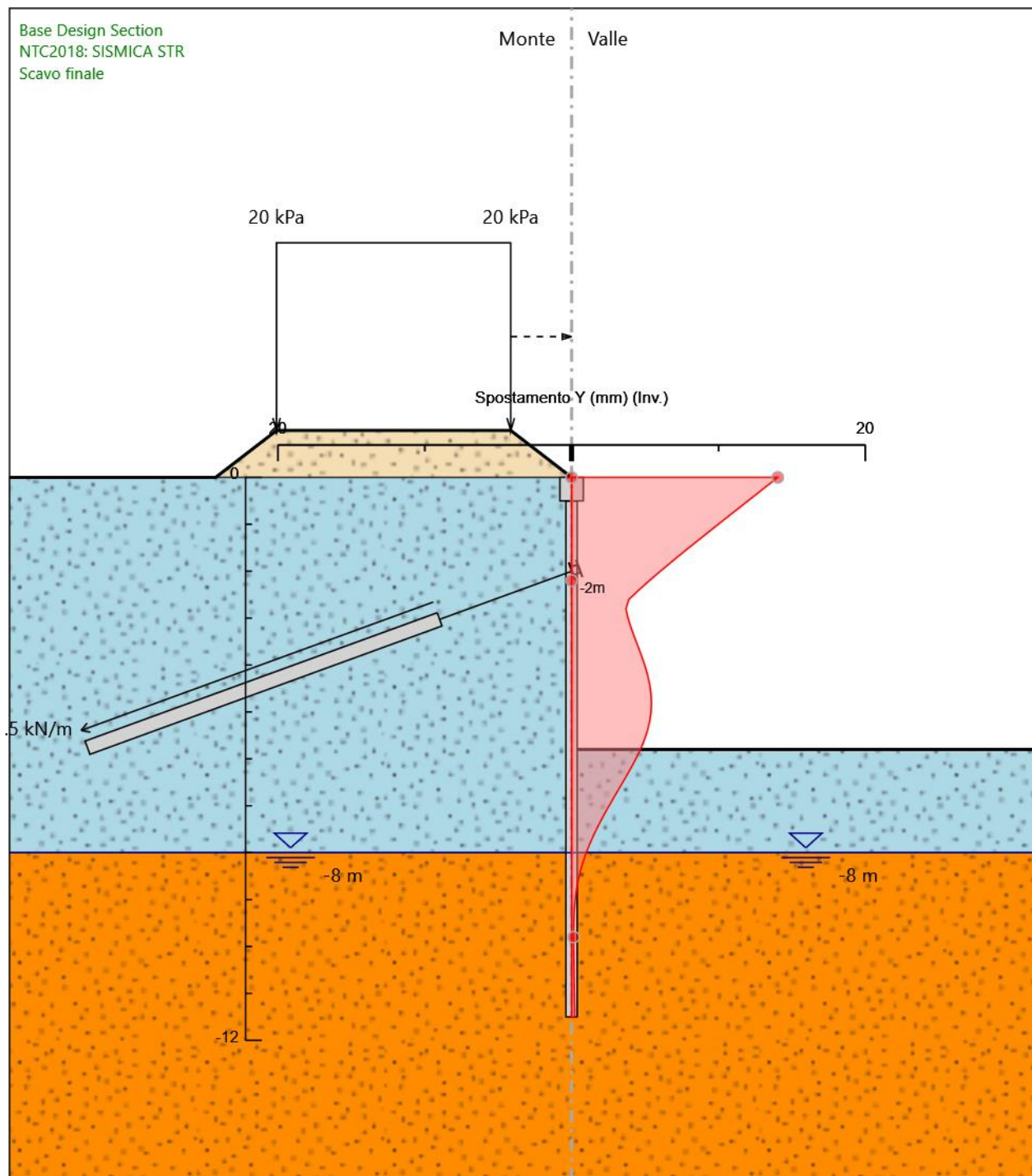
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione cordolo e micropali	Scavo intermedio	Realizzazione tiranti	Scavo finale	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR						V
NTC2018: SISMICA GEO						V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

## Tabella Involuppi Momento micropali

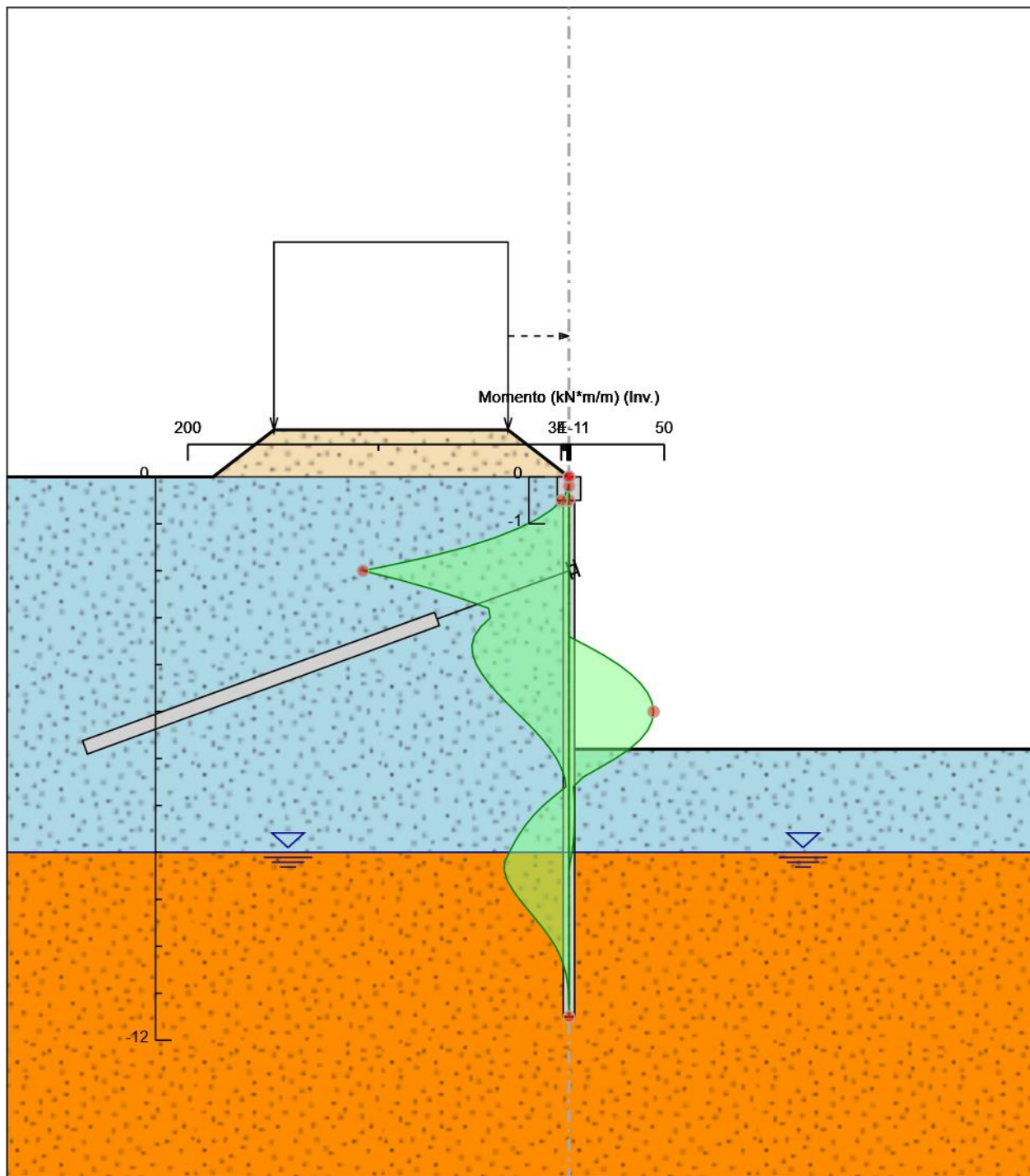
Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: micropali Lato destro (kN*m/m)
-0.5	3.844	0
-0.7	9.091	0
-0.9	16.71	0
-1.1	26.724	0
-1.3	39.153	0
-1.5	54.397	0
-1.7	73.488	0
-1.9	95.808	0
-2	108.132	0
-2.2	88.199	0
-2.4	70.902	0
-2.6	55.756	0
-2.8	42.19	0
-3	41.277	0.004
-3.2	46.379	0.008
-3.4	49.725	0.01
-3.6	50.934	9.439
-3.8	50.425	18.373
-4	48.558	26.076
-4.2	45.645	32.498
-4.4	41.939	37.589
-4.6	37.649	41.299
-4.8	32.935	43.576
-5	27.972	44.37
-5.2	22.916	43.629
-5.4	18.081	41.302
-5.6	13.671	37.337
-5.8	9.787	31.684
-6	6.472	24.289
-6.2	4.063	15.908
-6.4	2.254	7.299
-6.6	1.636	2.313
-6.8	7.669	2.716
-7	13.487	2.892
-7.2	18.372	2.858
-7.4	22.457	2.784
-7.6	25.867	2.655
-7.8	28.778	2.256
-8	31.374	1.587
-8.2	33.823	0.636
-8.4	33.918	0
-8.6	32.302	0
-8.8	29.507	0
-9	25.956	0
-9.2	21.974	0
-9.4	17.87	0
-9.6	13.9	0
-9.8	10.272	0
-10	7.176	0
-10.2	4.689	0
-10.4	2.815	0.042
-10.6	1.502	0.066
-10.8	0.668	0.153
-11	0.213	0.152
-11.2	0.027	0.085
-11.4	0	0.013
-11.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.295	0
-0.4	2.185	0
-0.5	3.844	0



### Grafico Involuppi Momento



Momento

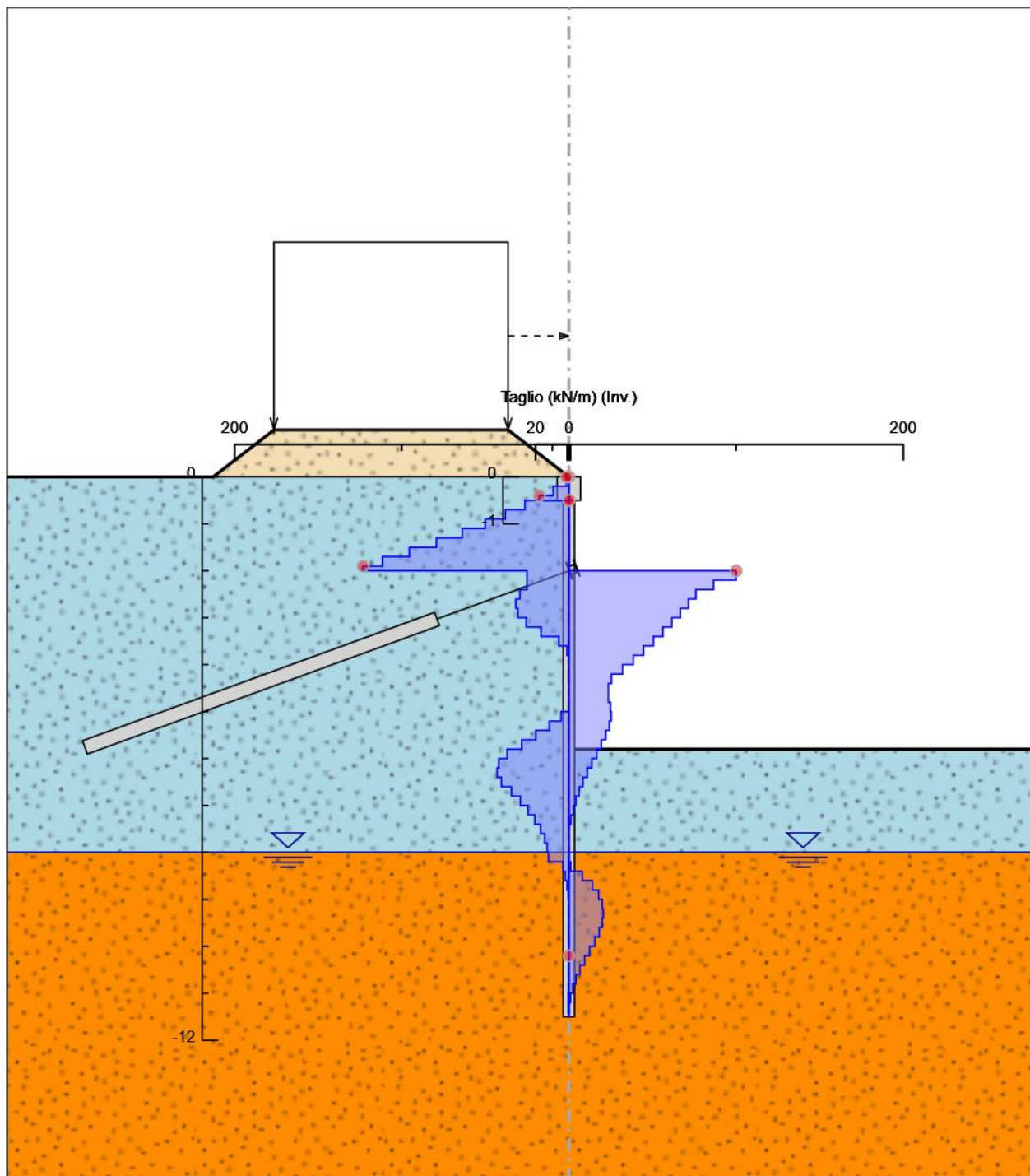
## Tabella Inviluppi Taglio micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	26.359	0
-0.7	38.097	0.048
-0.9	50.071	0.122
-1.1	63.773	0.159
-1.3	79.303	0.169
-1.5	95.456	0.169
-1.7	111.598	0.162
-1.9	123.243	0.146
-2	123.243	100.039
-2.2	25.154	100.039
-2.4	29.345	86.489
-2.6	31.808	75.932
-2.8	31.808	71.45
-3	30.529	66.669
-3.2	25.507	61.592
-3.4	16.732	56.229
-3.6	6.048	50.572
-3.8	1.249	44.668
-4	0.007	38.515
-4.2	0.007	32.111
-4.4	0.007	25.456
-4.6	0.007	23.572
-4.8	0.007	24.813
-5	4.706	25.284
-5.2	11.635	25.284
-5.4	19.823	24.175
-5.6	28.269	22.046
-5.8	36.975	19.421
-6	41.901	16.574
-6.2	43.049	13.698
-6.4	43.049	10.935
-6.6	40.418	8.369
-6.8	34.421	6.086
-7	29.089	4.085
-7.2	24.427	2.611
-7.4	20.423	1.209
-7.6	17.051	0
-7.8	14.552	0
-8	12.981	0
-8.2	12.244	1.047
-8.4	3.49	8.078
-8.6	2.253	13.976
-8.8	1.185	17.754
-9	0.365	19.912
-9.2	0	20.521
-9.4	0	20.521
-9.6	0	19.851
-9.8	0	18.135
-10	0	15.482
-10.2	0	12.433
-10.4	0	9.374
-10.6	0.02	6.566
-10.8	0.096	4.169
-11	0.346	2.275
-11.2	0.363	0.928
-11.4	0.363	0.145
-11.5	0.127	0.004

## Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.475	0
-0.2	9.451	0
-0.4	17.798	0
-0.5	17.798	0

### Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Realizzazione tiranti	Left Wall	LEFT		11.48
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	RIGHT		43.54

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Scavo intermedio	Left Wall	LEFT	107.64
NTC2018: A2+M2+R1 Realizzazione cordolo e micropali		Left Wall	RIGHT	166

## Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15



## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo intermedio Realizzazione tiranti Scavo finale Sisma				
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

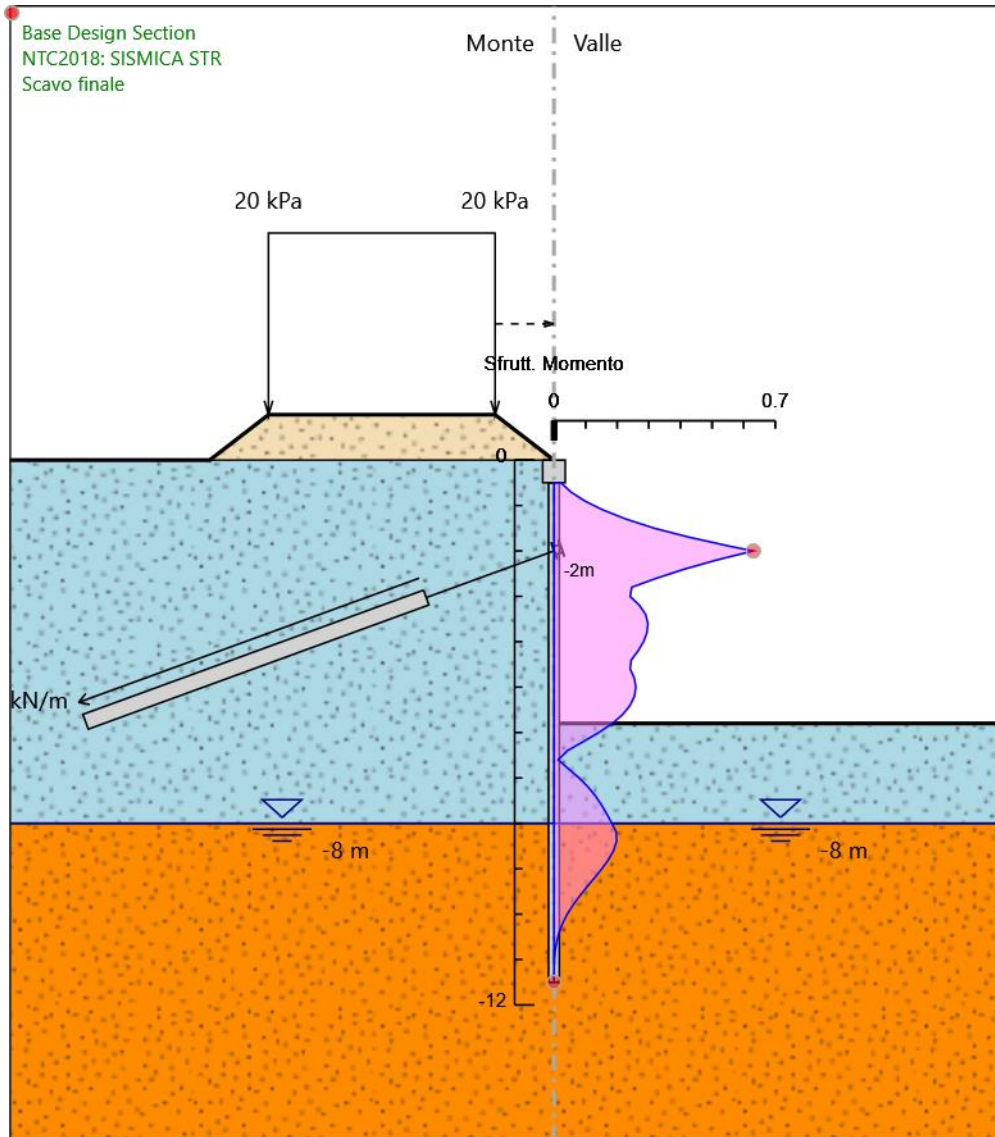
## Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.022
-0.7	0.053
-0.9	0.097
-1.1	0.156
-1.3	0.228
-1.5	0.317
-1.7	0.429
-1.9	0.559
-2	0.631
-2.2	0.514
-2.4	0.413
-2.6	0.325
-2.8	0.246
-3	0.241
-3.2	0.27
-3.4	0.29
-3.6	0.297
-3.8	0.294
-4	0.283
-4.2	0.266
-4.4	0.245
-4.6	0.241
-4.8	0.254
-5	0.259
-5.2	0.254
-5.4	0.241
-5.6	0.218
-5.8	0.185
-6	0.142
-6.2	0.093
-6.4	0.043
-6.6	0.013
-6.8	0.046
-7	0.08
-7.2	0.108
-7.4	0.131
-7.6	0.151
-7.8	0.168
-8	0.183
-8.2	0.197
-8.4	0.198
-8.6	0.188
-8.8	0.172
-9	0.151
-9.2	0.128
-9.4	0.104
-9.6	0.081
-9.8	0.06
-10	0.042
-10.2	0.027
-10.4	0.016
-10.6	0.009
-10.8	0.004
-11	0.001
-11.2	0
-11.4	0
-11.5	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



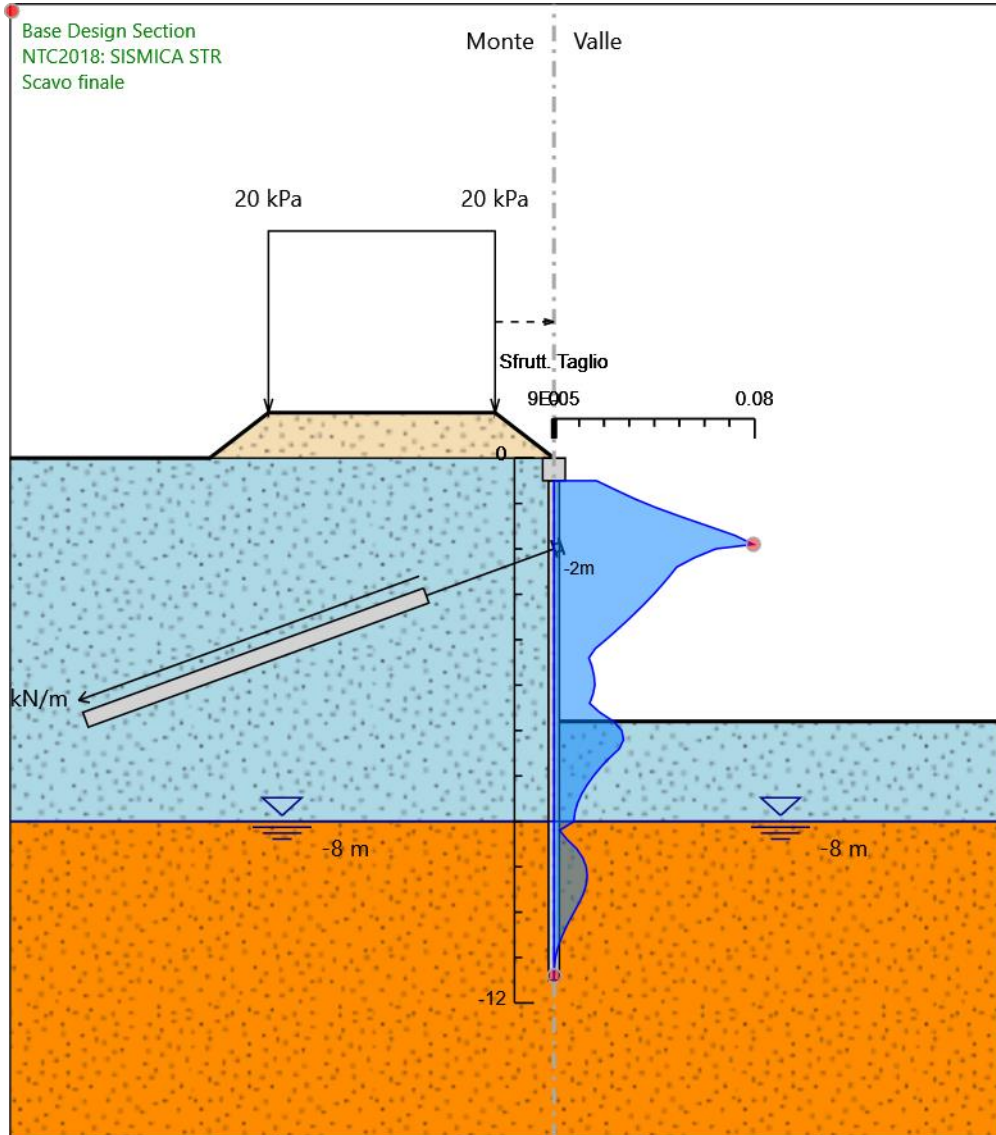
Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.017
-0.7	0.025
-0.9	0.032
-1.1	0.041
-1.3	0.051
-1.5	0.062
-1.7	0.072
-1.9	0.079
-2	0.064
-2.2	0.056
-2.4	0.049
-2.6	0.046
-2.8	0.043
-3	0.04
-3.2	0.036
-3.4	0.033
-3.6	0.029
-3.8	0.025
-4	0.021
-4.2	0.016
-4.4	0.014
-4.6	0.015
-4.8	0.016
-5	0.016
-5.2	0.016
-5.4	0.014
-5.6	0.018
-5.8	0.024
-6	0.027
-6.2	0.028
-6.4	0.026
-6.6	0.022
-6.8	0.019
-7	0.016
-7.2	0.013
-7.4	0.011
-7.6	0.009
-7.8	0.008
-8	0.008
-8.2	0.002
-8.4	0.005
-8.6	0.009
-8.8	0.011
-9	0.013
-9.2	0.013
-9.4	0.013
-9.6	0.012
-9.8	0.01
-10	0.008
-10.2	0.006
-10.4	0.004
-10.6	0.003
-10.8	0.001
-11	0.001
-11.2	0
-11.4	0
-11.5	0

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
					(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	904.779	605.557	0.332	0.495		NO
Tieback	Scavo finale	306.26	904.779	605.557	0.338	0.506		NO
Tieback	Sisma	305.215	904.779	605.557	0.337	0.504		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante	Stage							
Tieback	Realizzazione tiranti	390	456.959	605.557	0.853	0.644		
Tieback	Scavo finale	398.62	456.959	605.557	0.872	0.658		
Tieback	Sisma	397.042	456.959	605.557	0.869	0.656		

**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante	Stage						
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495	
Tieback	Scavo finale	322.185	456.959	605.557	0.705	0.532	
Tieback	Sisma	319.2	456.959	605.557	0.699	0.527	

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018					Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	
Tirante	Stage						
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495	
Tieback	Scavo finale	306.26	456.959	605.557	0.67	0.506	
Tieback	Sisma	310.422	456.959	605.557	0.679	0.513	

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA GEO		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Realizzazione tiranti	300	456.959	605.557	0.657	0.495		
Tieback	Scavo finale	306.26	456.959	605.557	0.67	0.506		
Tieback	Sisma	310.422	456.959	605.557	0.679	0.513		

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Scavo finale	398.62	456.959	605.557	0.872	0.658			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione Materiale		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	HE	S355	Realizzazione	187.5	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	180B		tiranti					
Default Waler	Tieback	HE	S355	Scavo finale	191.413	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	180B							
Default Waler	Tieback	HE	S355	Sisma	194.014	0	0	0	0
		180B							



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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche NTC2018 Travi di Ripartizione									
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.413	0	0.153	0.269	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	190.759	0	0.152	0.268	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	243.75	0	0.195	0.342	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	249.137	0	0.199	0.35	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	248.151	0	0.198	0.348	0	

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

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	201.365	0	0.161	0.283	0	
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	199.5	0	0.159	0.28	0	

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.413	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	194.014	0	0.155	0.272	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA)		Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio M-N	Ratio taglio	Instabilità
		Sezione	Materiale						
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Realizzazione tiranti	187.5	0	0.15	0.263	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Scavo finale	191.413	0	0.153	0.269	0
Default Waler	Tieback	HE 180B	S355	Sisma	194.014	0	0.155	0.272	0

### 14.3 Paratia tipo 3

#### ***Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno***

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -9.4 m

OCR : 1

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -7.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

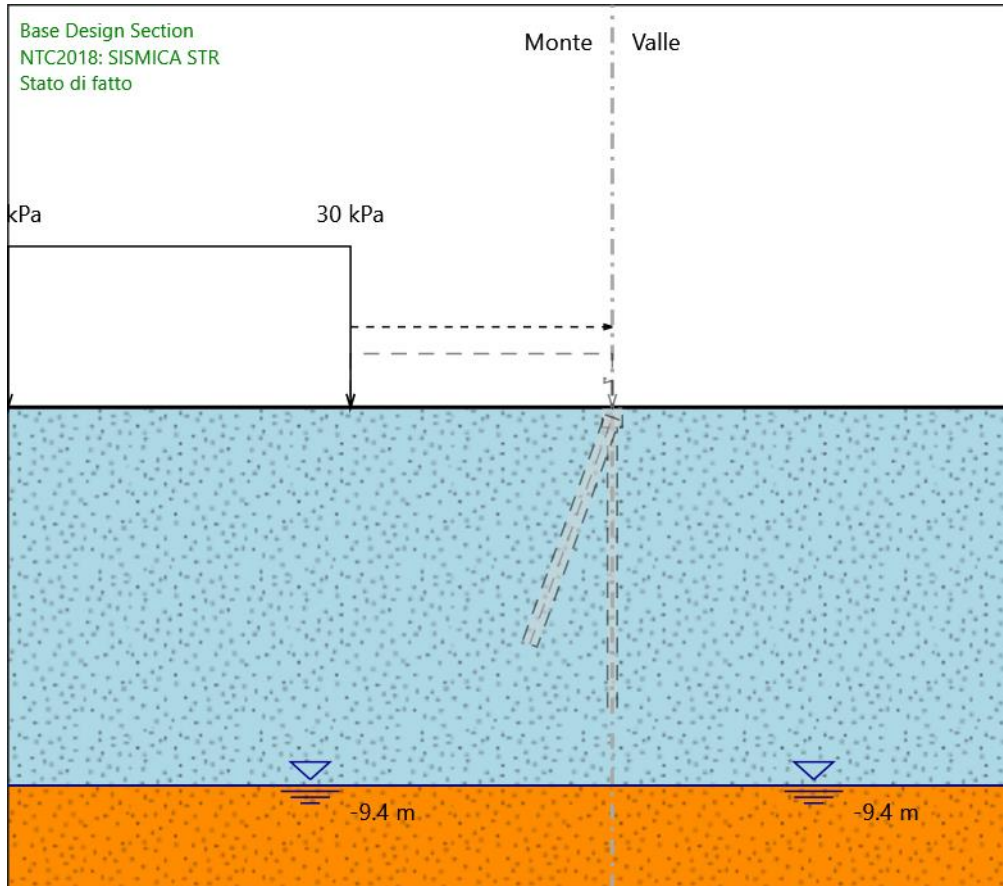
Quota di fondo : -0.5 m

Muro di sinistra

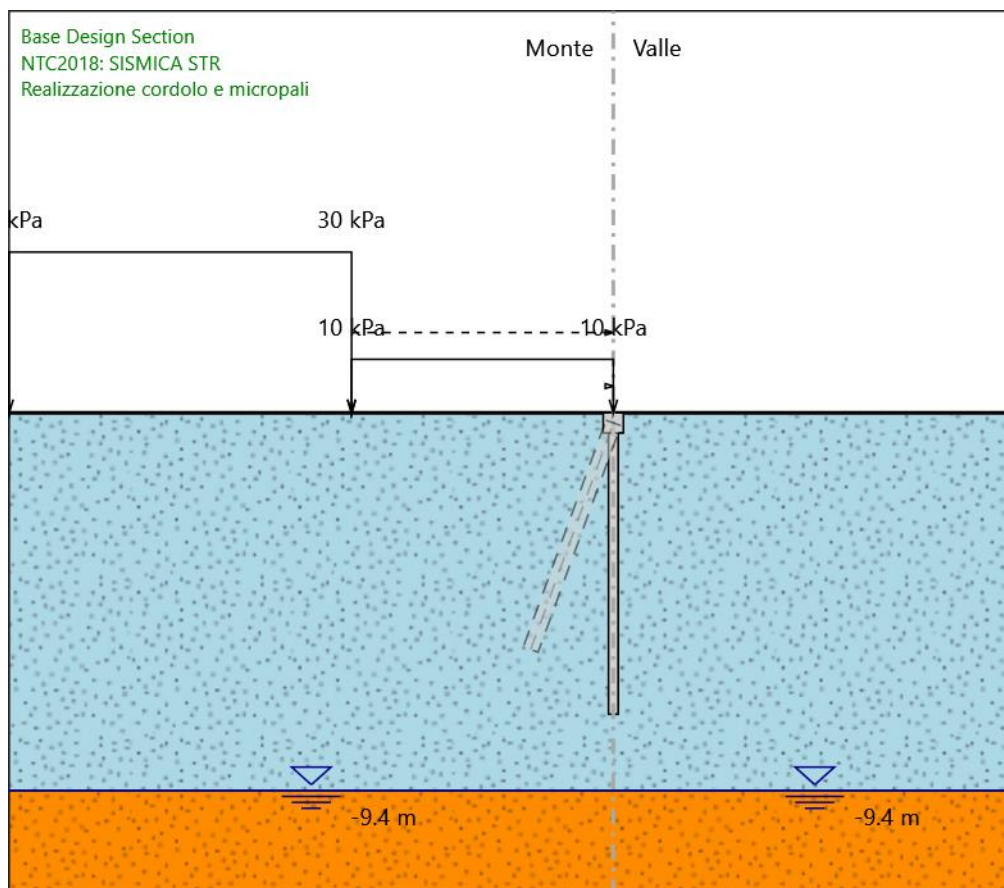


## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -7.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

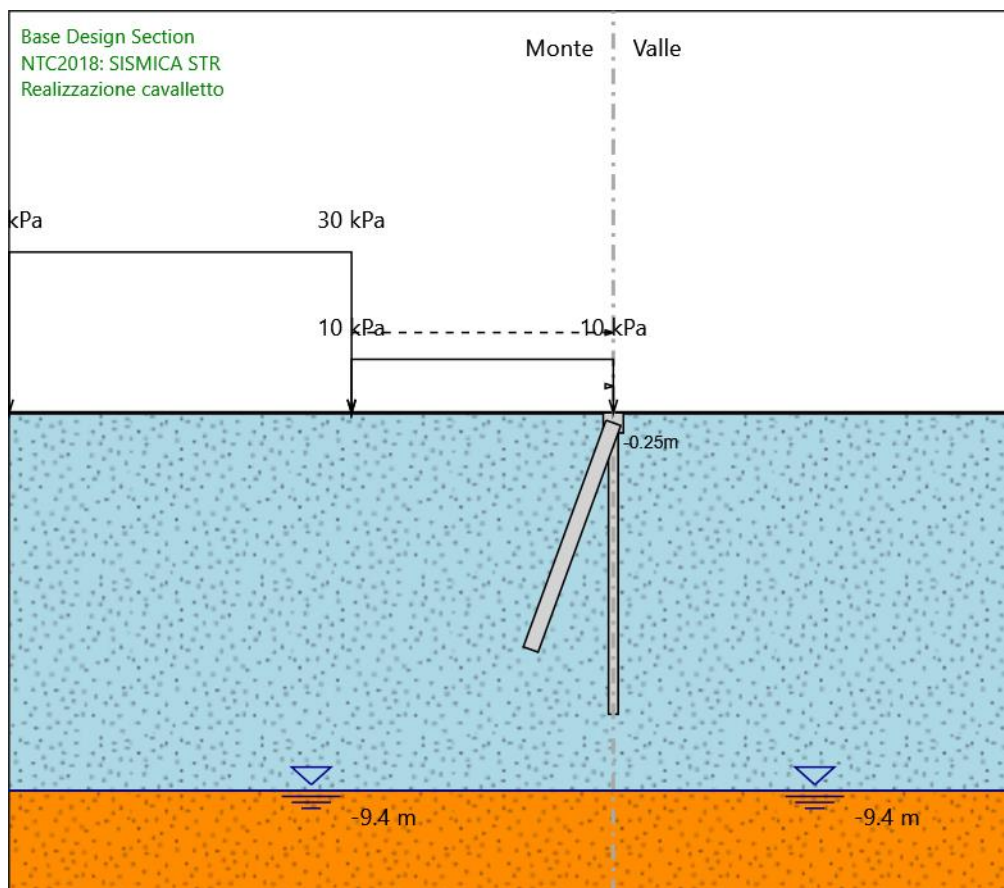
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione cavalletto



## Realizzazione cavalletto

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -7.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

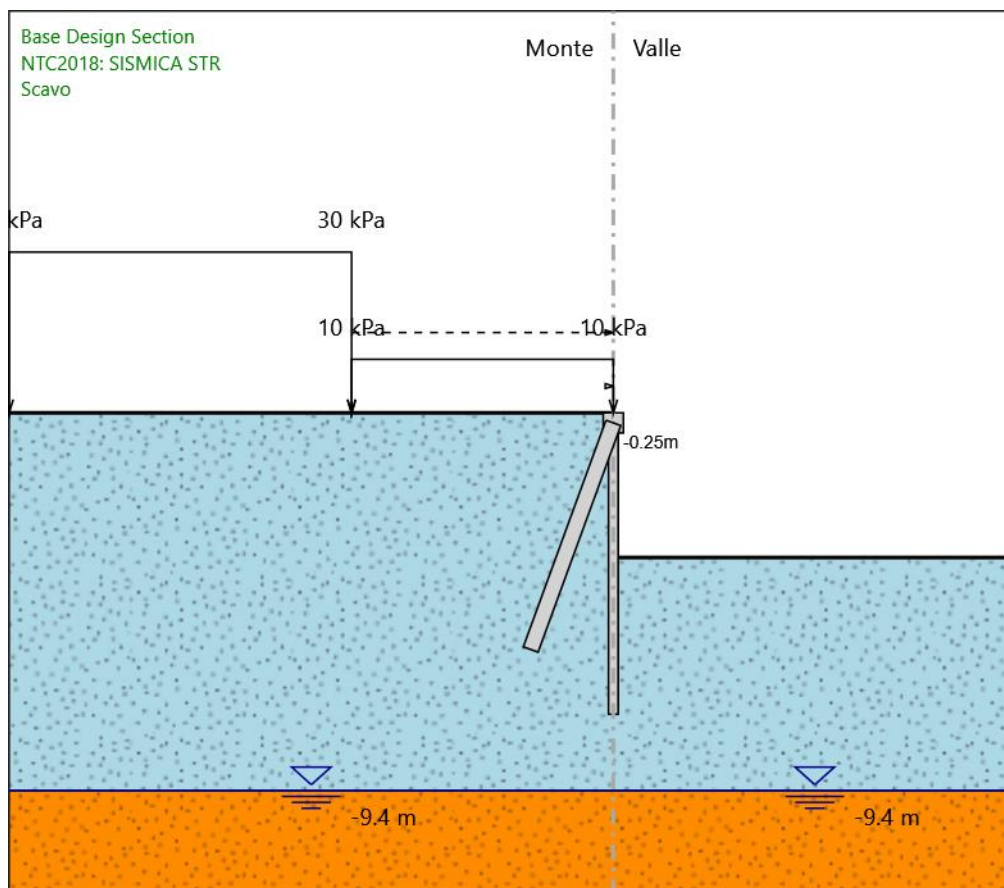
Sezione : CORDOLO

Tirante : cavalletto

X : 0 m

Z : -0.25 m  
Lunghezza bulbo : 6 m  
Diametro bulbo : 0.24 m  
Lunghezza libera : 0 m  
Spaziatura orizzontale : 1.6 m  
Precarico : 0 kN  
Angolo : 70 °  
Sezione : cavalletto  
Area : 0.002875 m<sup>2</sup>

## Scavo



## Scavo

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -7.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

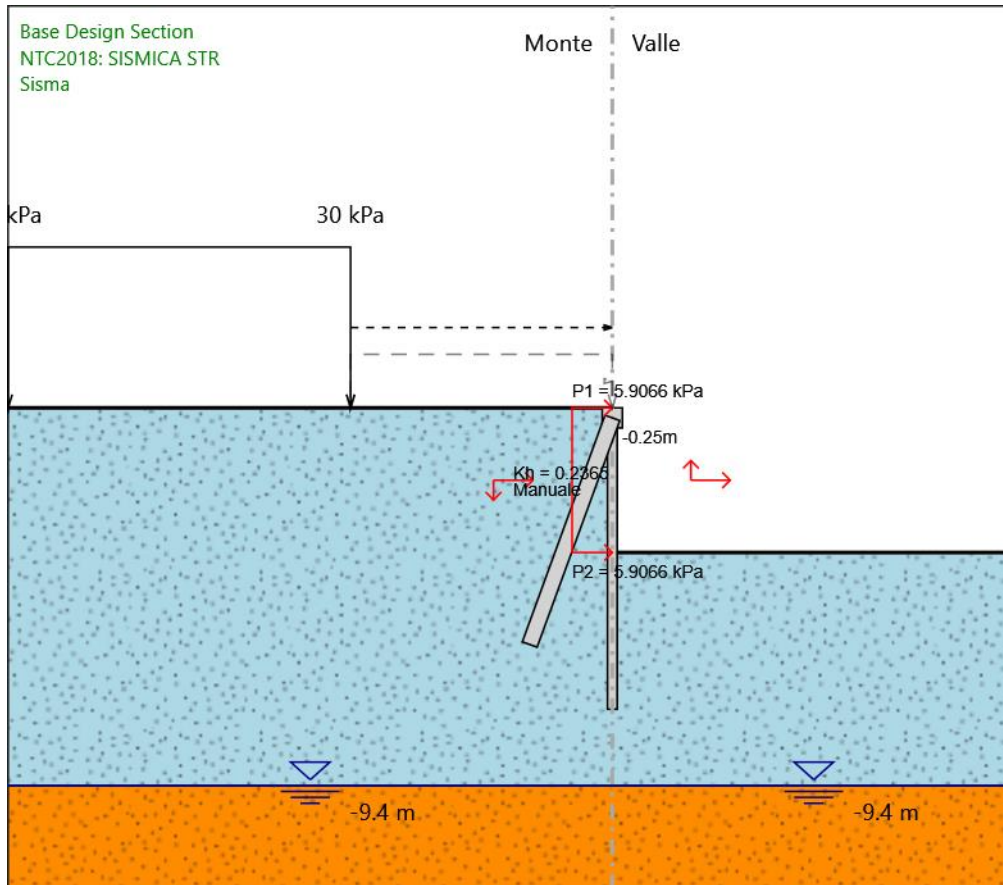
Tirante : cavalletto

X : 0 m

Z : -0.25 m  
Lunghezza bulbo : 6 m  
Diametro bulbo : 0.24 m  
Lunghezza libera : 0 m  
Spaziatura orizzontale : 1.6 m  
Precarico : 0 kN  
Angolo : 70 °  
Sezione : cavalletto  
Area : 0.002875 m<sup>2</sup>



## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -7.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

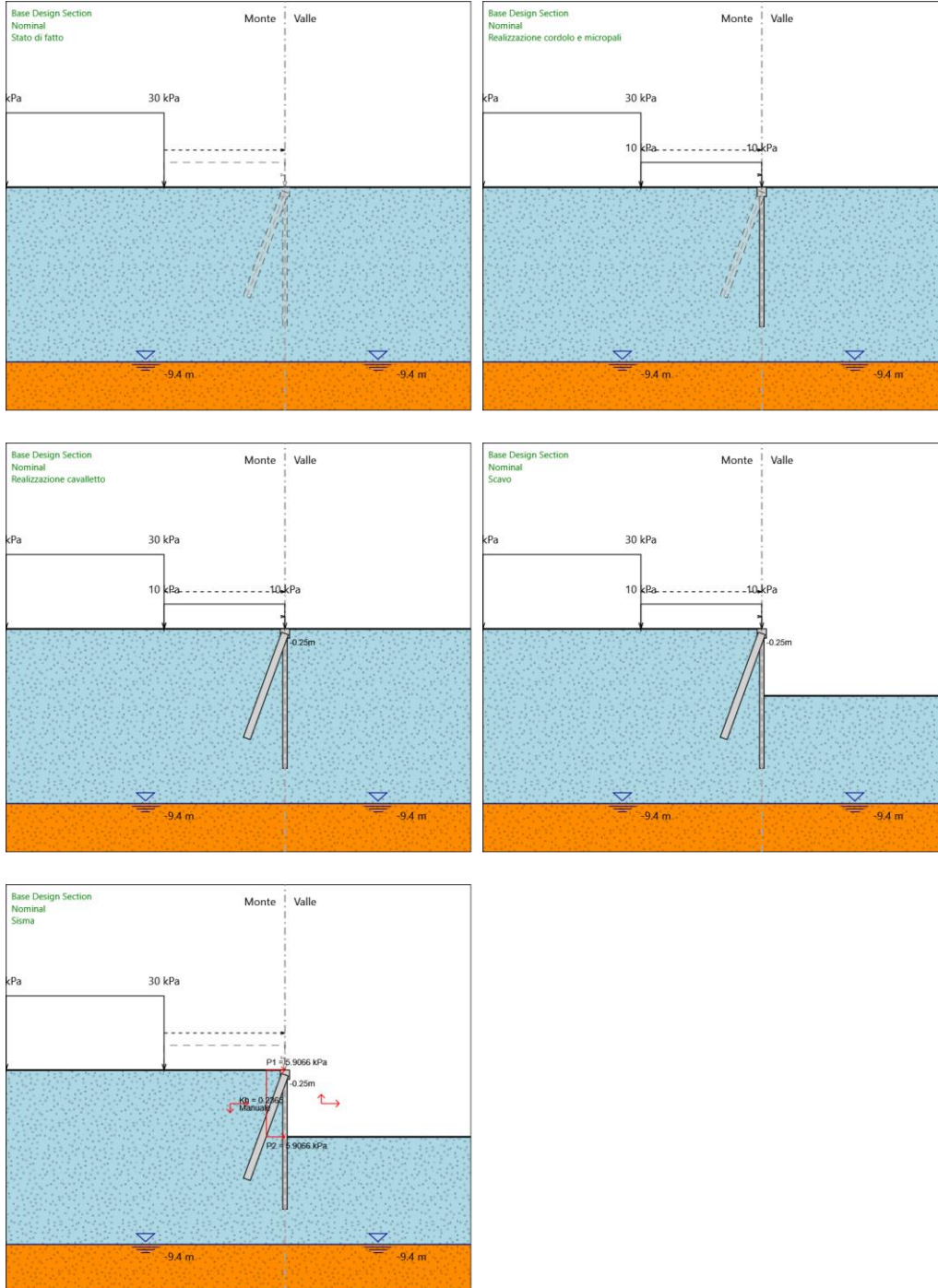
Tirante : cavalletto

X : 0 m



Z : -0.25 m  
Lunghezza bulbo : 6 m  
Diametro bulbo : 0.24 m  
Lunghezza libera : 0 m  
Spaziatura orizzontale : 1.6 m  
Precarico : 0 kN  
Angolo : 70 °  
Sezione : cavalletto  
Area : 0.002875 m<sup>2</sup>

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carico Sismico	Pressioni	Pressioni	Carichi
	Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Favorevoli (F_dead_load_favour)	Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Favorevoli (F_live_load_favour)	(F_seism_load)	Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_G$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ )	Parziale su c'	Parziale su Su	Parziale su qu	Parziale su peso specifico
	(F_Fr)	(F_eff_cohe)	(F_Su)	(F_qu)	(F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

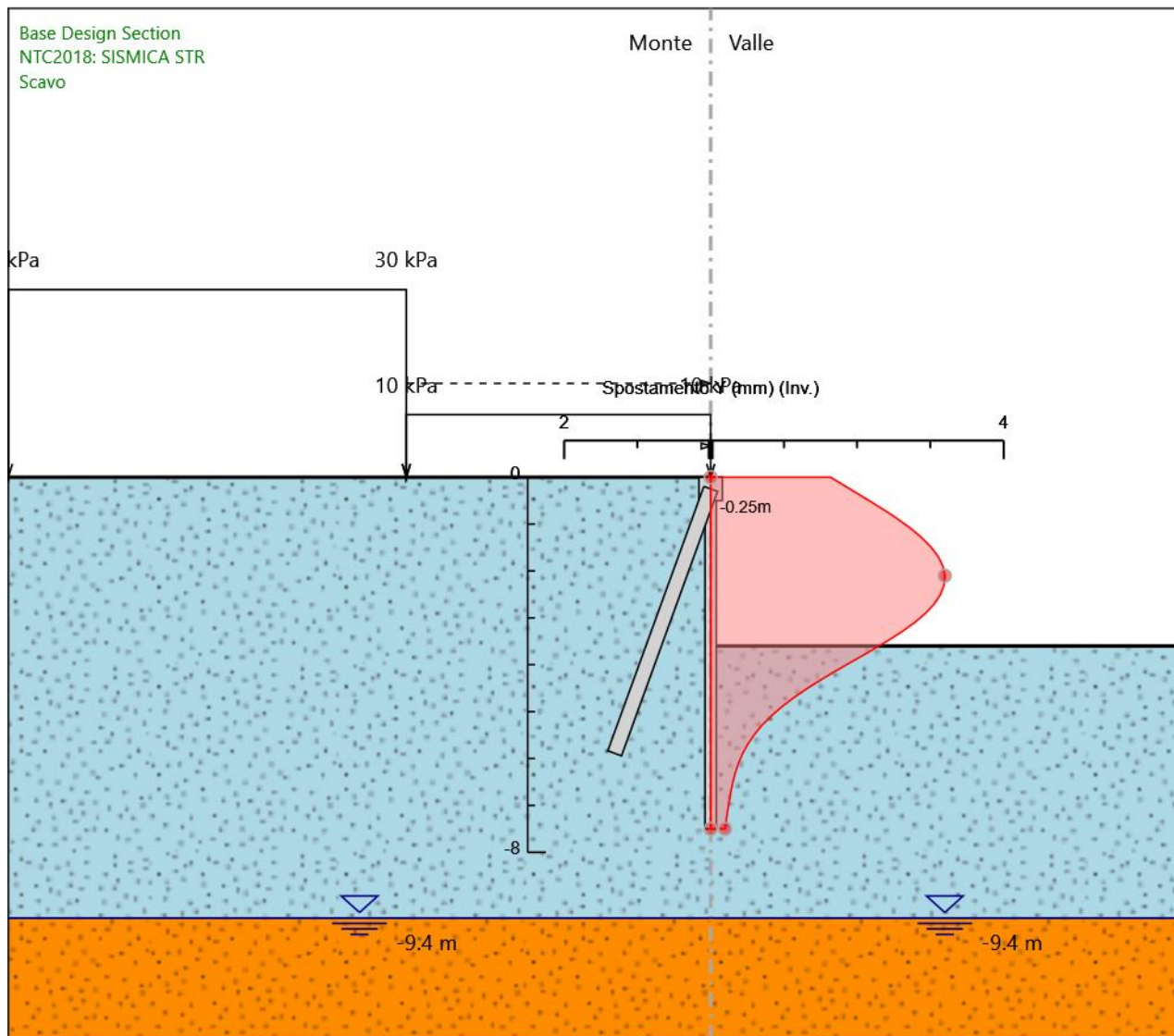
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp)	Parziale resistenza Tiranti	Parziale resistenza Tiranti	Parziale elementi
	(F_Soil_Res_walls)	permanenti (F_Anch_P)	temporanei (F_Anch_T)	strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Realizzazione cavalletto Scavo Sisma			
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

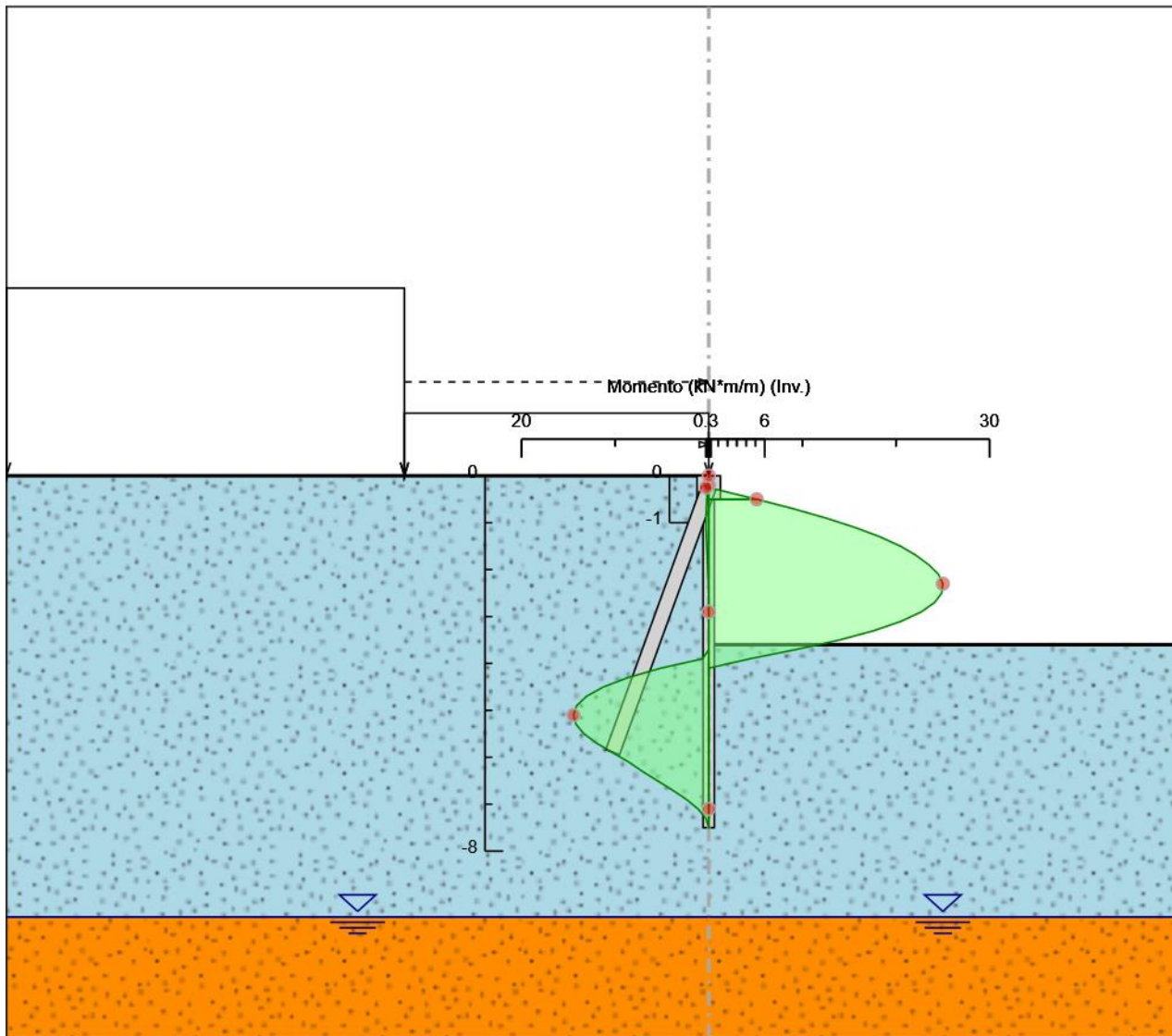
## Tabella Involuppi Momento micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: micropali Lato destro (kN*m/m)
-0.5	0.195	5.121
-0.7	0.265	9.004
-0.9	0.302	12.514
-1.1	0.296	15.62
-1.3	0.266	18.289
-1.5	0.222	20.489
-1.7	0.174	22.188
-1.9	0.129	23.53
-2.1	0.088	24.542
-2.3	0.055	25.009
-2.5	0.03	24.886
-2.7	0.012	24.134
-2.9	0	22.708
-3.1	0	20.565
-3.3	0	17.663
-3.5	0	13.958
-3.7	0	9.408
-3.9	0.657	4.374
-4.1	5.109	0.014
-4.3	8.62	0.014
-4.5	11.252	0.016
-4.7	13.066	0.018
-4.9	14.117	0.021
-5.1	14.459	0.024
-5.3	14.172	0.026
-5.5	13.322	0.025
-5.7	11.965	0.022
-5.9	10.277	0.017
-6.1	8.546	0.011
-6.3	7.086	0.007
-6.5	5.477	0.003
-6.7	3.856	0.001
-6.9	2.369	0
-7.1	1.147	0
-7.3	0.317	0
-7.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.179	0
-0.25	0.285	0
-0.45	0.176	4.094
-0.5	0.195	5.121

## Grafico Involuppi Momento



Momento



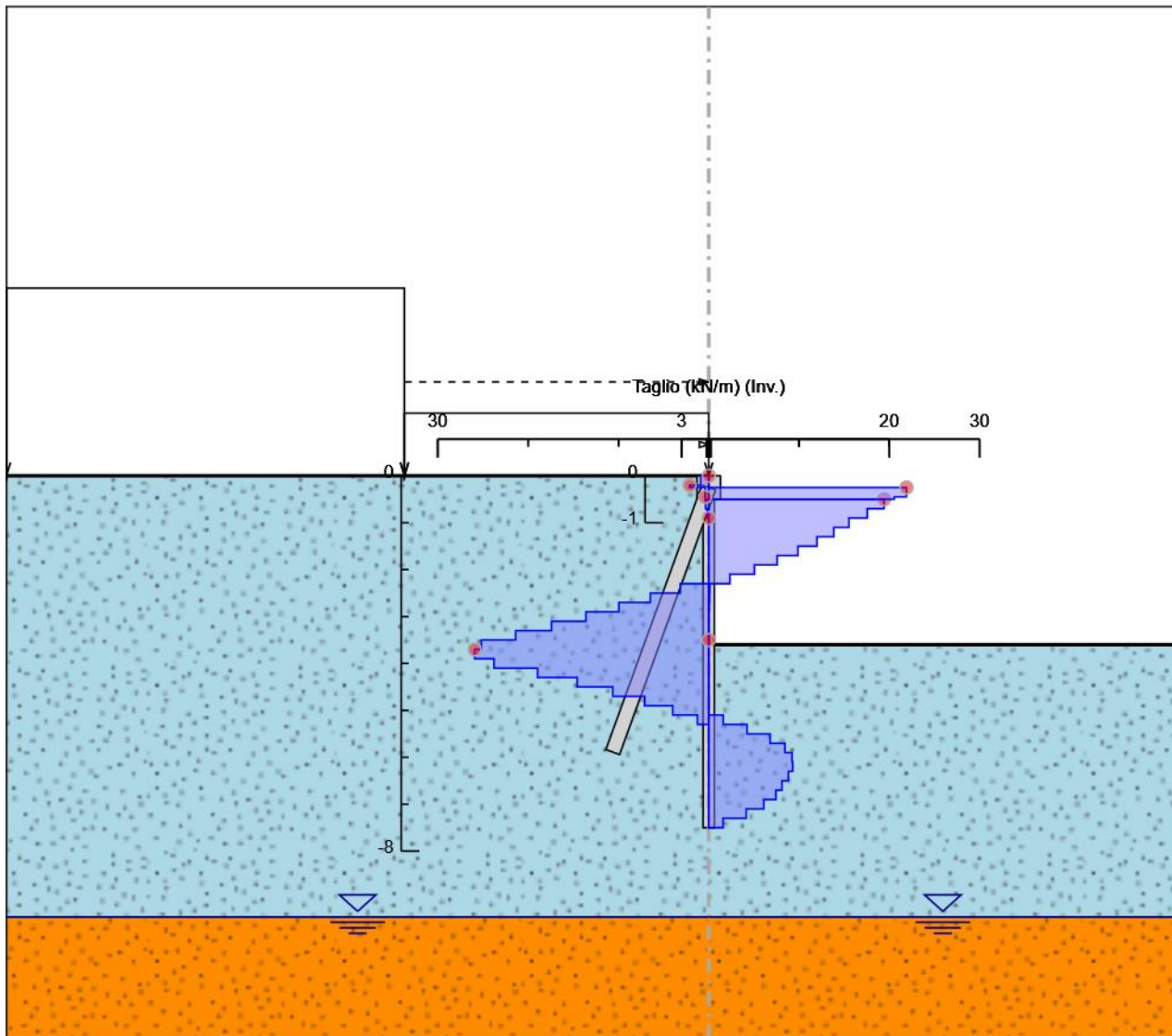
## Tabella Inviluppi Taglio micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	0.35	19.413
-0.7	0.35	19.413
-0.9	0.182	17.552
-1.1	0	15.53
-1.3	0	13.848
-1.5	0	11.973
-1.7	0	9.881
-1.9	0	7.574
-2.1	0	5.062
-2.3	3.151	2.333
-2.5	6.47	0.124
-2.7	9.951	0.092
-2.9	13.596	0.061
-3.1	17.406	0.035
-3.3	21.379	0.02
-3.5	25.187	0.009
-3.7	25.916	0.004
-3.9	25.916	0.007
-4.1	23.77	0.009
-4.3	18.954	0.015
-4.5	14.565	0.018
-4.7	10.618	0.018
-4.9	7.1	0.017
-5.1	3.987	1.602
-5.3	1.249	4.247
-5.5	0.019	6.787
-5.7	0.025	8.439
-5.9	0.026	9.216
-6.1	0.026	9.296
-6.3	0.023	9.296
-6.5	0.017	8.823
-6.7	0.012	8.105
-6.9	0.006	7.439
-7.1	0.002	6.108
-7.3	0	4.15
-7.5	0	1.584

## Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.894	0
-0.2	2.118	0
-0.25	2.118	21.892
-0.45	0.412	21.892
-0.5	0.387	20.543

### Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stato di fatto	Left Wall	LEFT		7.41
NTC2018: A2+M2+R1	Scavo	Left Wall	RIGHT	20.34

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Scavo	Left Wall	LEFT	104.87
NTC2018: A2+M2+R1	Stato di fatto	Left Wall	RIGHT	144.75

## Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Realizzazione cavalletto Scavo Sisma			
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V



## Risultati SteelWorld

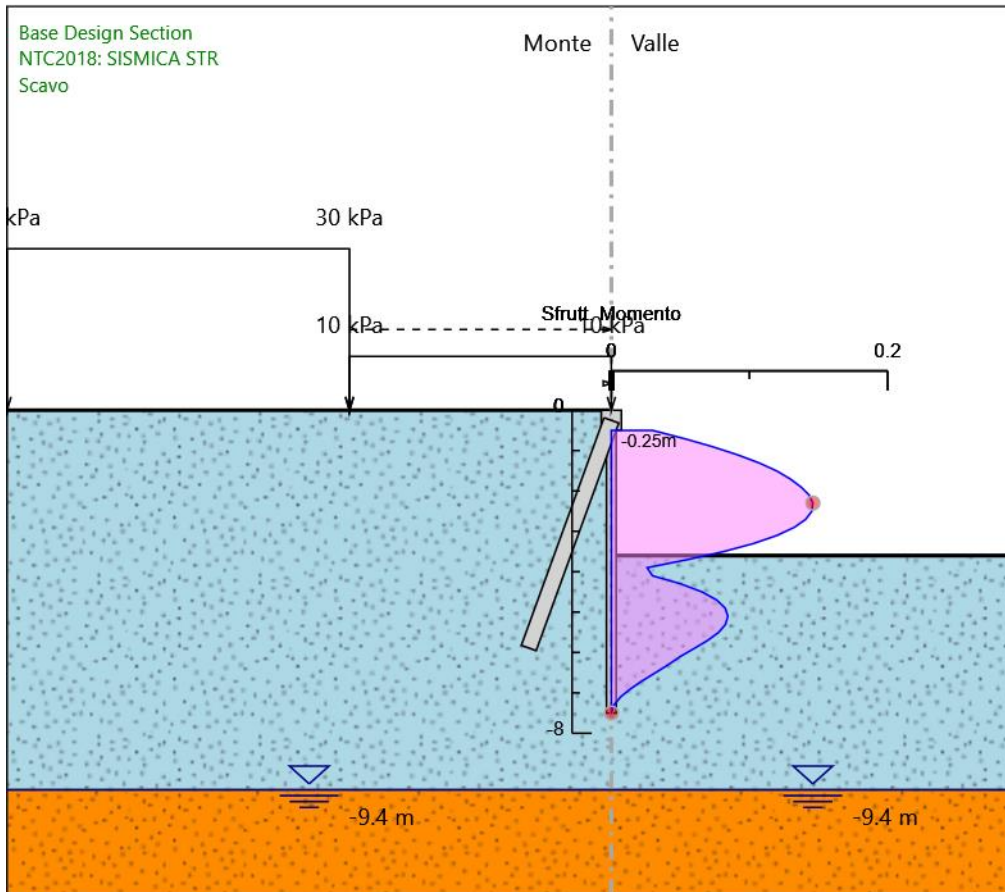
Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.03
-0.7	0.052
-0.9	0.073
-1.1	0.091
-1.3	0.107
-1.5	0.119
-1.7	0.129
-1.9	0.137
-2.1	0.143
-2.3	0.146
-2.5	0.145
-2.7	0.141
-2.9	0.132
-3.1	0.12
-3.3	0.103
-3.5	0.081
-3.7	0.055
-3.9	0.026
-4.1	0.03
-4.3	0.05
-4.5	0.066
-4.7	0.076
-4.9	0.082
-5.1	0.084
-5.3	0.083
-5.5	0.078
-5.7	0.07
-5.9	0.06
-6.1	0.05
-6.3	0.041
-6.5	0.032
-6.7	0.022
-6.9	0.014
-7.1	0.007
-7.3	0.002
-7.5	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



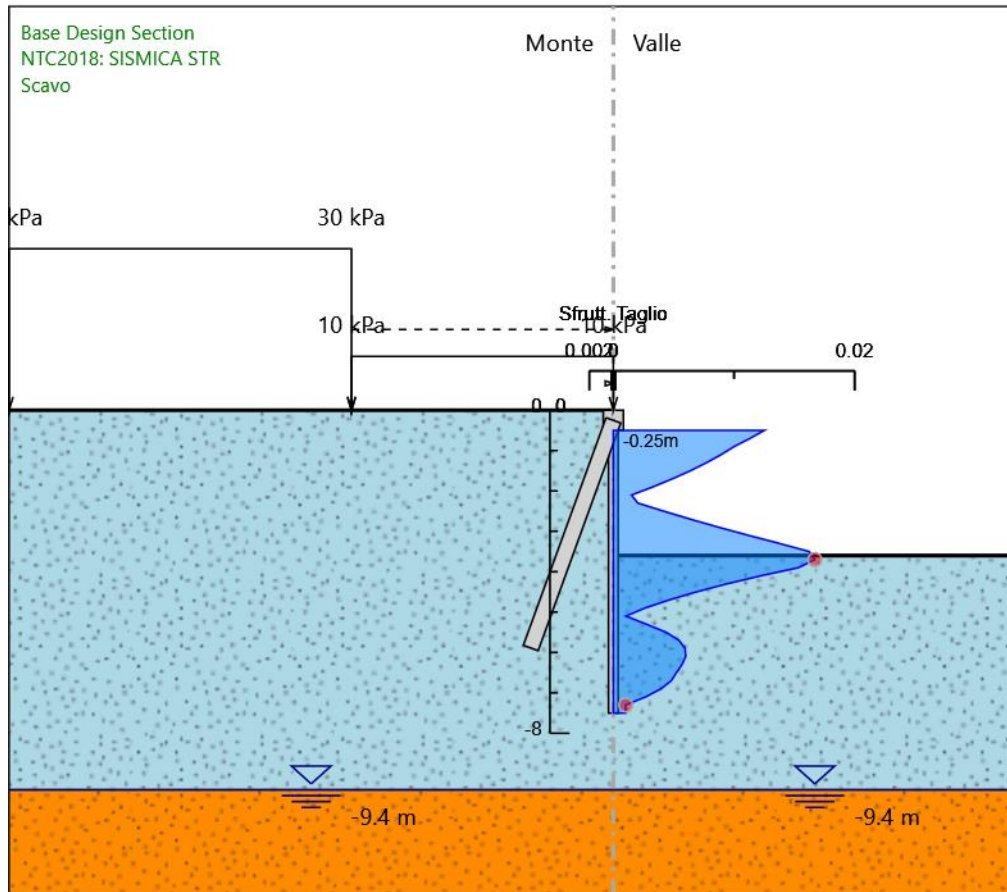
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.013
-0.7	0.011
-0.9	0.01
-1.1	0.009
-1.3	0.008
-1.5	0.006
-1.7	0.005
-1.9	0.003
-2.1	0.002
-2.3	0.002
-2.5	0.004
-2.7	0.006
-2.9	0.009
-3.1	0.011
-3.3	0.014
-3.5	0.016
-3.7	0.017
-3.9	0.015
-4.1	0.012
-4.3	0.009
-4.5	0.007
-4.7	0.005
-4.9	0.003
-5.1	0.001
-5.3	0.003
-5.5	0.004
-5.7	0.005
-5.9	0.006
-6.1	0.006
-6.3	0.006
-6.5	0.005
-6.7	0.005
-6.9	0.004
-7.1	0.003
-7.3	0.001
-7.5	0.001

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)		Gerarchia delle Resistenze
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	
cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	373.207	887.5	0	0	
cavalletto	Scavo	64.748	372.779	887.5	0.174	0.073	
cavalletto	Sisma	63.056	372.779	887.5	0.169	0.071	



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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tirante	Stage							
cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	188.488	887.5	0	0		
cavalletto	Scavo	87.243	188.272	887.5	0.463	0.098		
cavalletto	Sisma	84.688	188.272	887.5	0.45	0.095		

**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018						
					(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	
cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	188.488	887.5	0	0		
cavalletto	Scavo	97.249	188.272	887.5	0.517	0.11		
cavalletto	Sisma	94.608	188.272	887.5	0.503	0.107		

**Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR**

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA STR		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio	Resistenza	Gerarchia delle
		(kN)	(kN)	(kN)		STR		Resistenze
cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	188.488	887.5	0	0		
cavalletto	Scavo	64.748	188.272	887.5	0.344	0.073		
cavalletto	Sisma	118.164	188.272	887.5	0.628	0.133		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018:		Tipo Risultato:			NTC2018			
SISMICA GEO		Verifiche Tiranti			(ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio	Resistenza	Gerarchia delle
		(kN)	(kN)	(kN)		STR		Resistenze
cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	188.488	887.5	0	0		
cavalletto	Scavo	64.748	188.272	887.5	0.344	0.073		
cavalletto	Sisma	118.164	188.272	887.5	0.628	0.133		

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Tipo Risultato:									
Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
cavalletto	Sisma	118.164	188.272	887.5	0.628	0.133			NTC2018: SISMICA STR

## 14.4 Paratia tipo 4

### *Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno*

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 1 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -10 m

OCR : 1

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -9.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

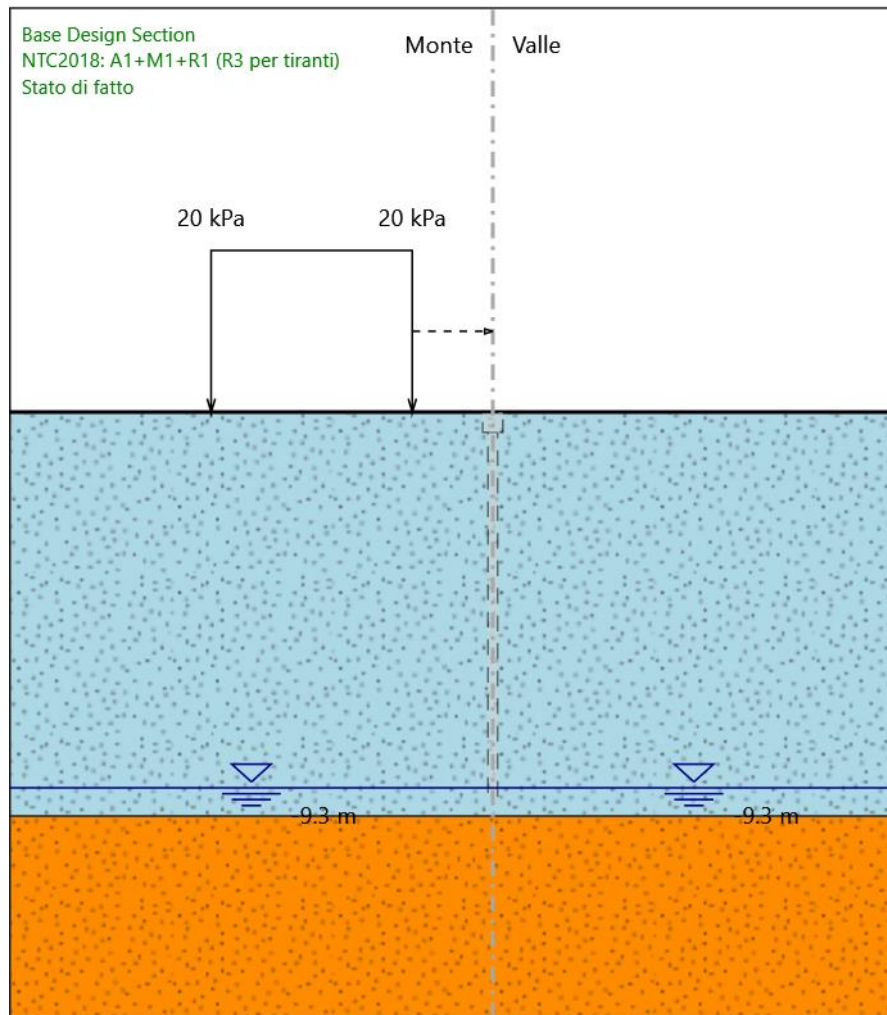
Quota di fondo : -0.5 m

Muro di sinistra

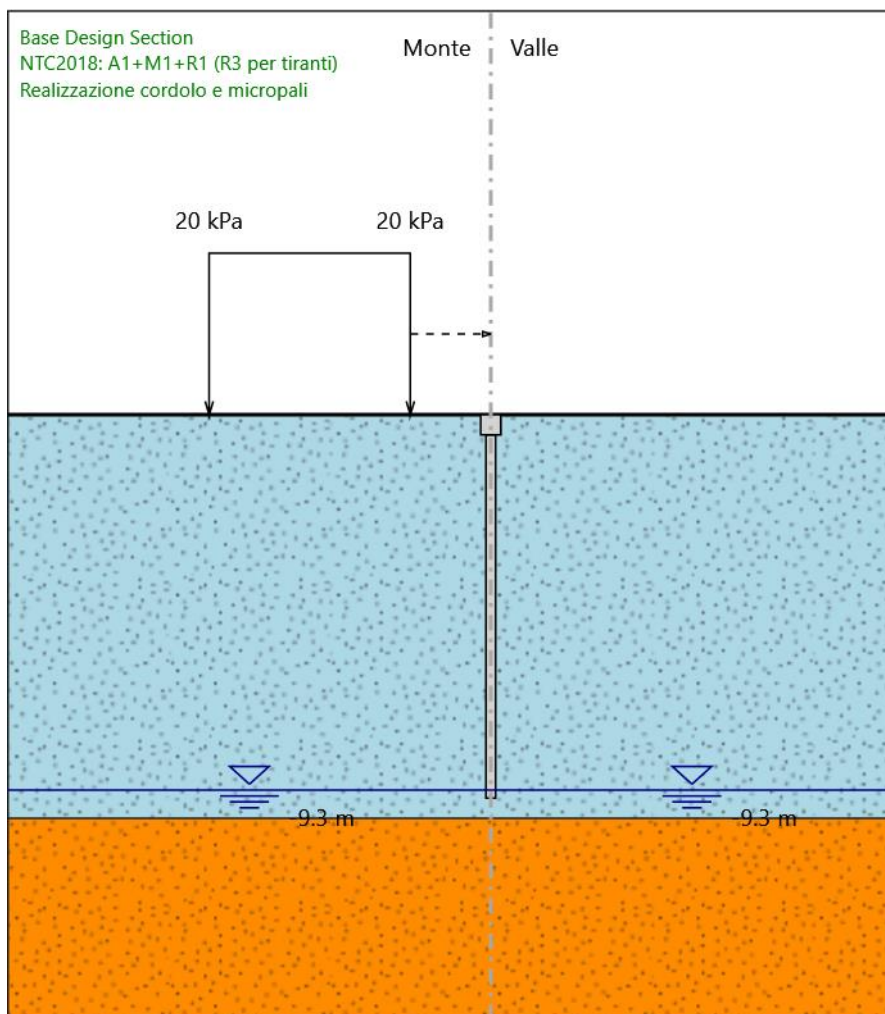


## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione cordolo e micropali



## Realizzazione cordolo e micropali

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -9.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

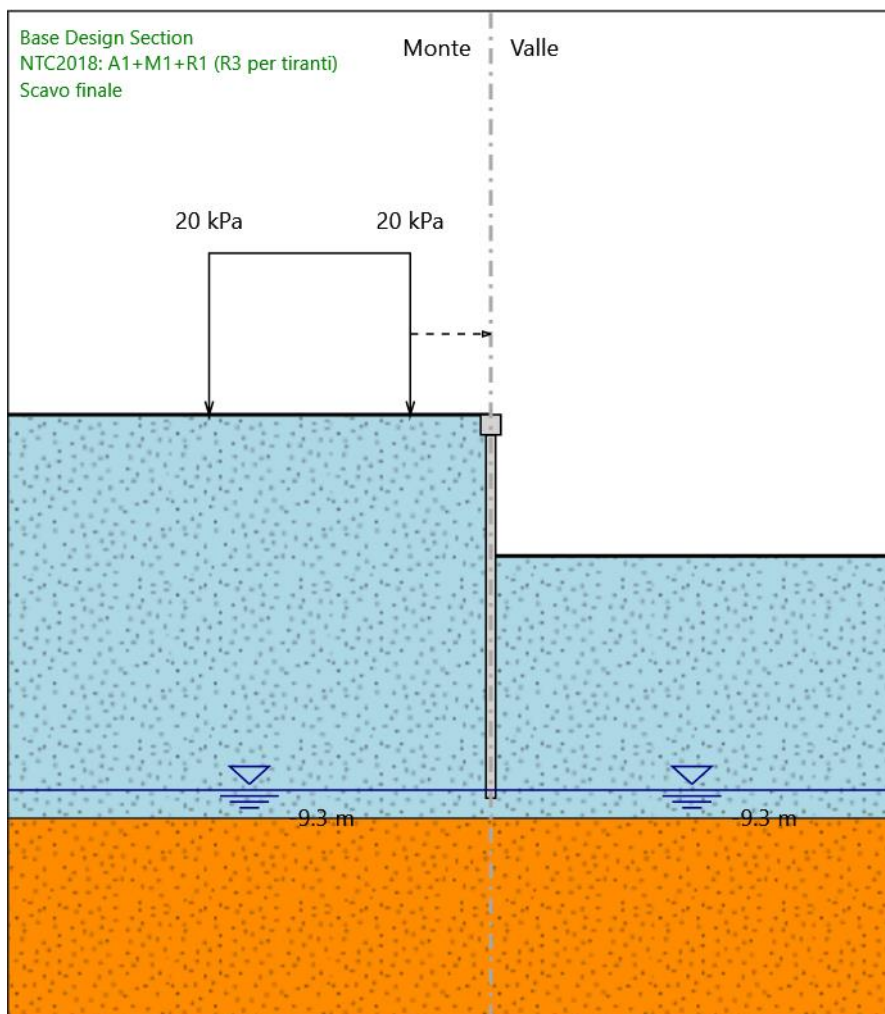
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Scavo finale



## Scavo finale

Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -9.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

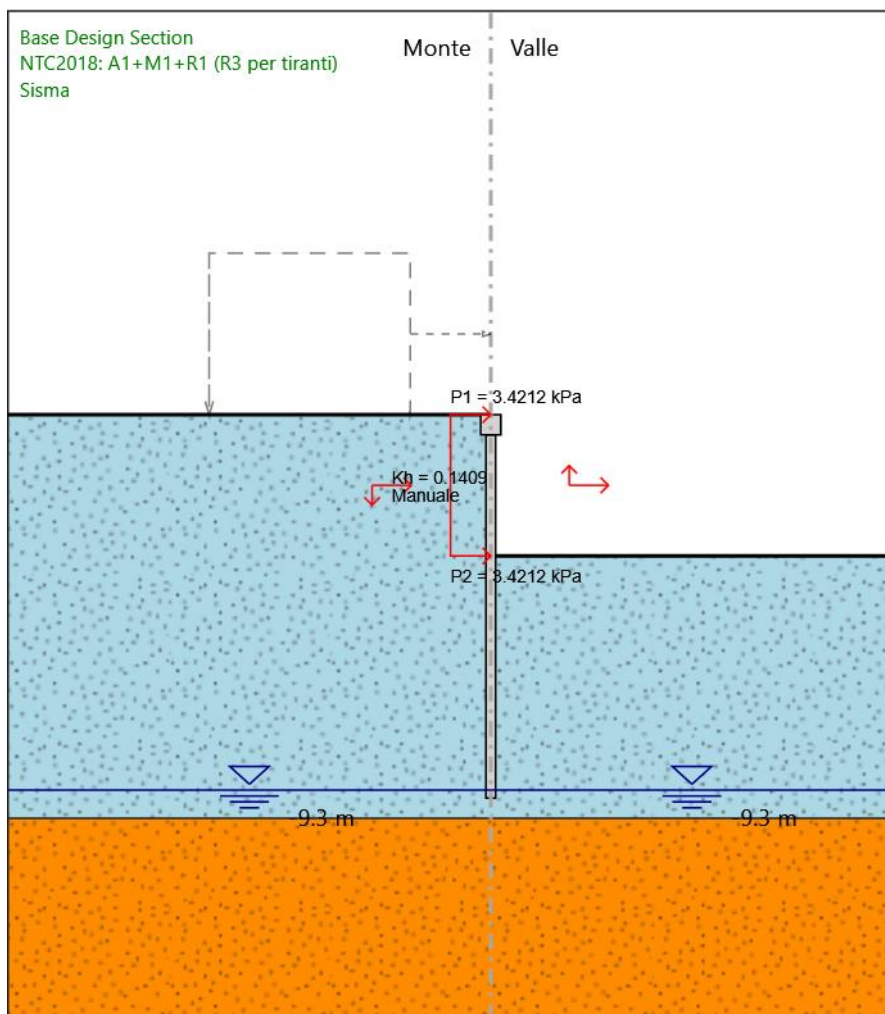
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -9.5 m

Sezione : MICROPALI

Paratia : cordolo

X : 0 m

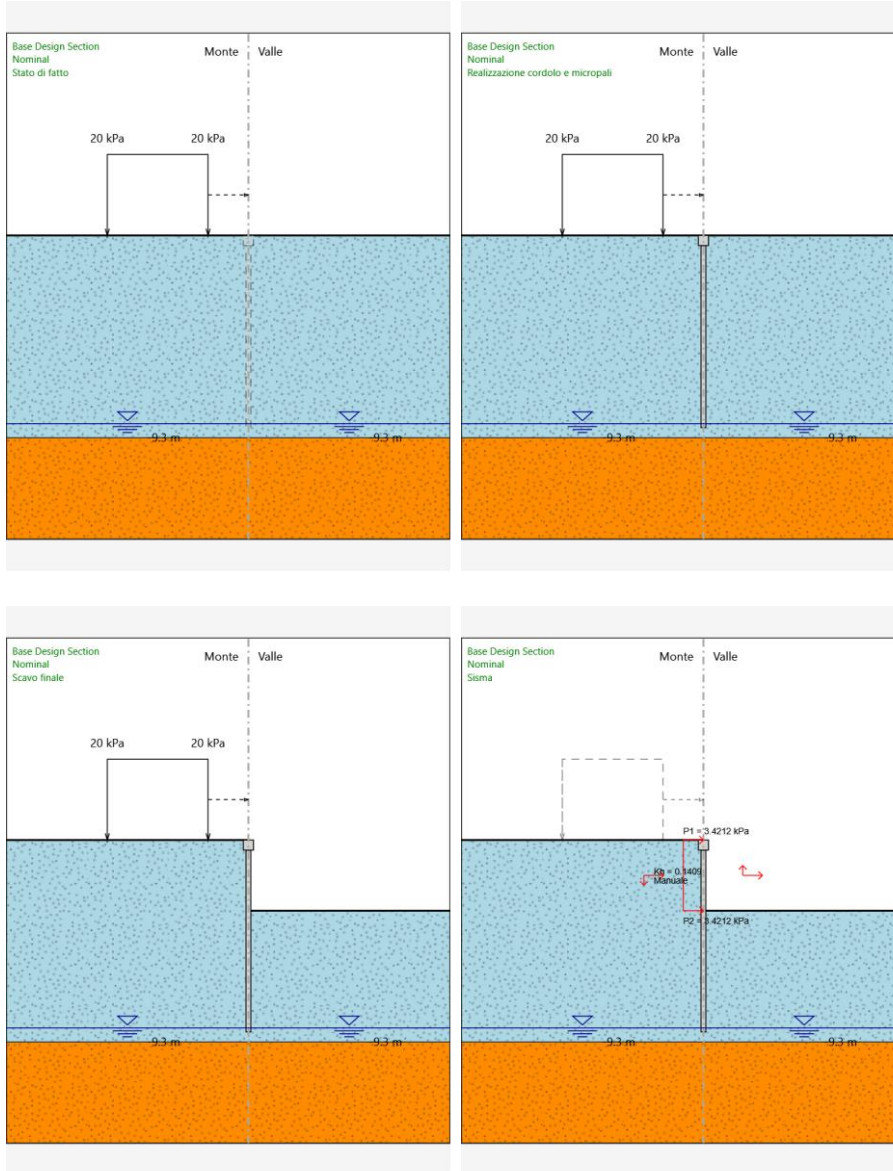
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO



### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_G$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

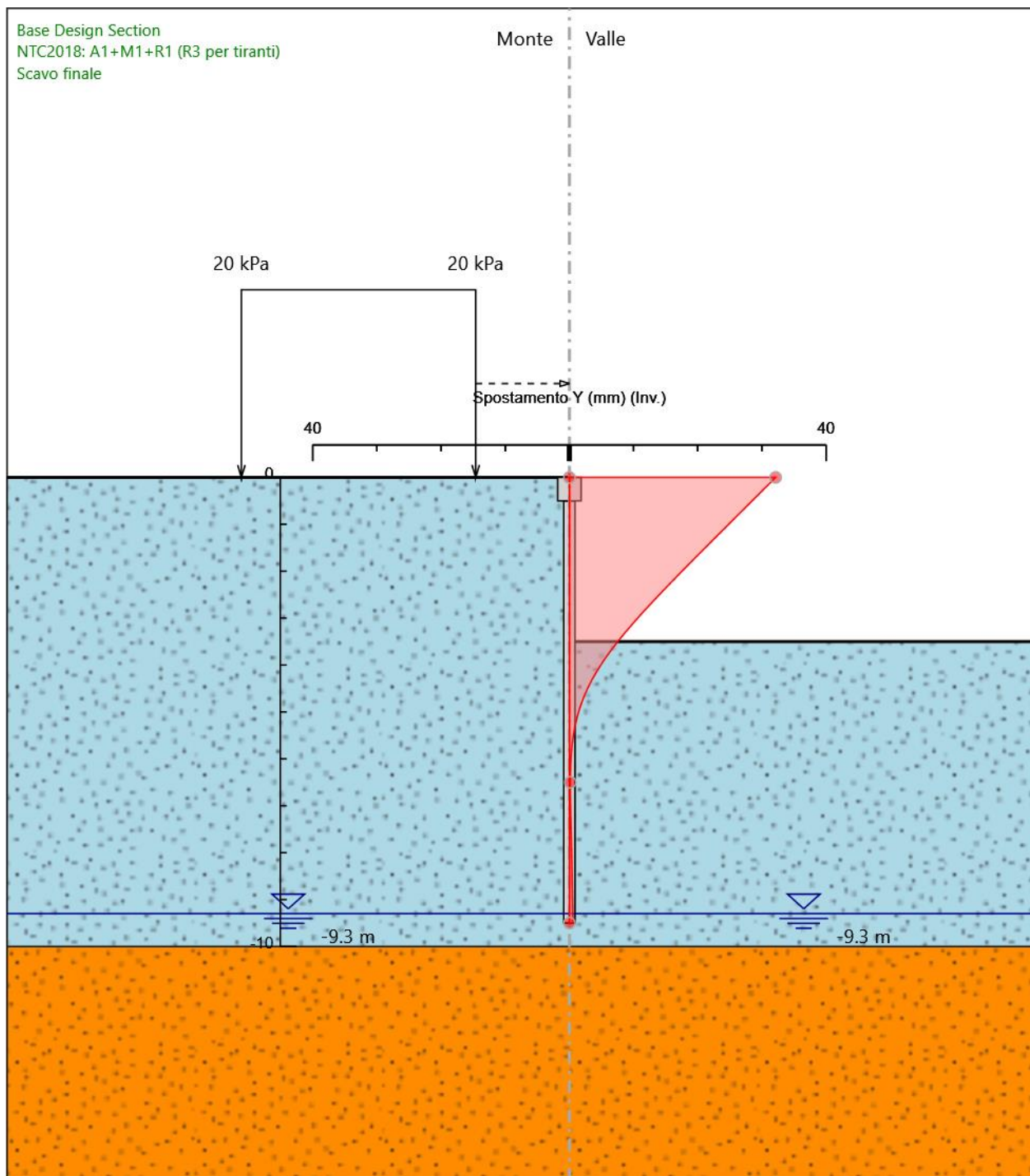
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo finale Sisma		
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR			V
NTC2018: SISMICA GEO			V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

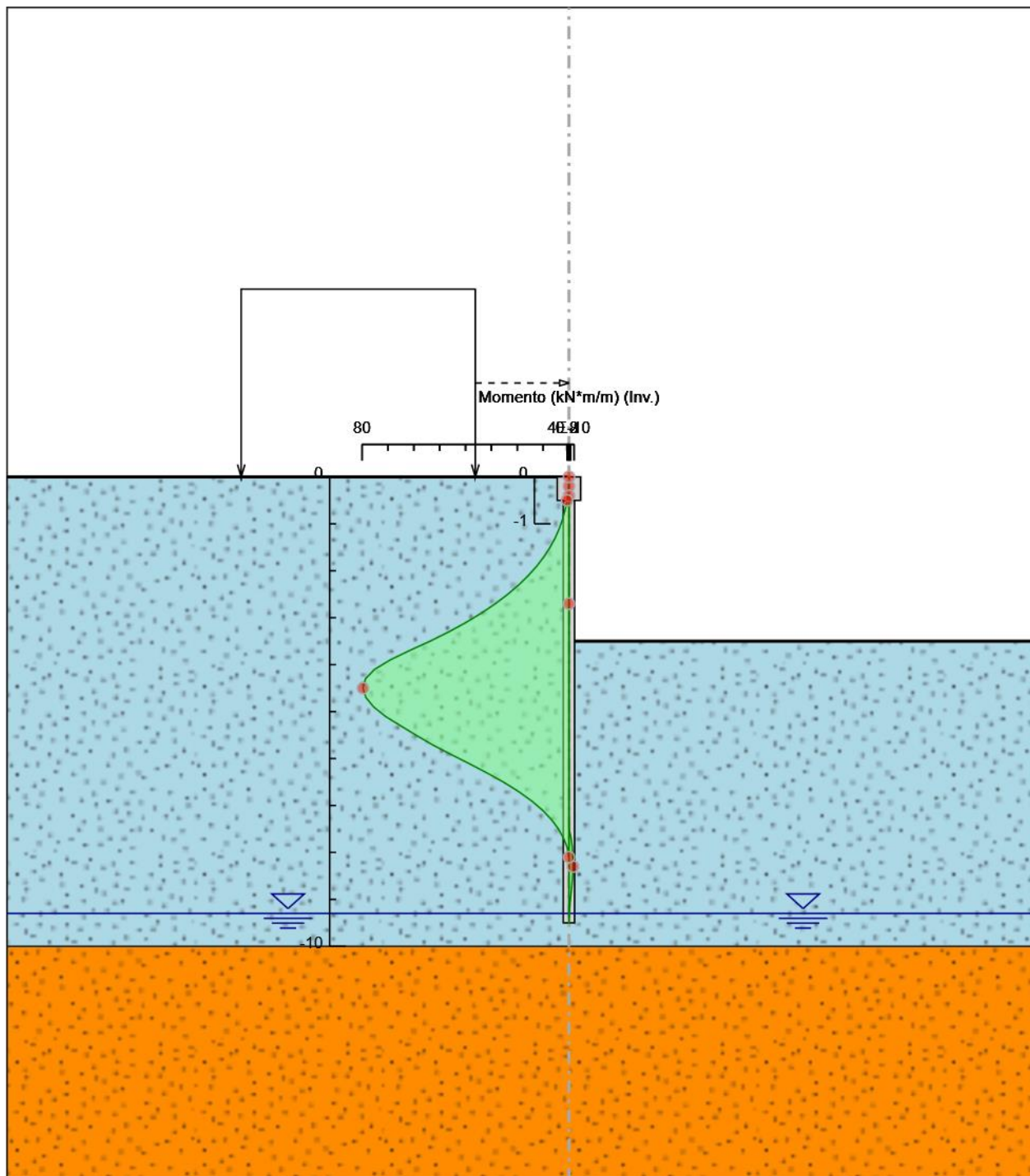
## Tabella Involuppi Momento micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: micropali Lato destro (kN*m/m)
-0.5	0.72	0
-0.7	1.453	0
-0.9	2.447	0
-1.1	3.735	0
-1.3	5.348	0
-1.5	7.319	0
-1.7	9.679	0
-1.9	12.461	0
-2.1	15.697	0
-2.3	19.419	0
-2.5	23.659	0
-2.7	28.45	0
-2.9	33.823	0
-3.1	39.81	0
-3.3	46.444	0
-3.5	53.756	0
-3.7	61.706	0
-3.9	69.194	0
-4.1	75.201	0
-4.3	78.702	0
-4.5	79.692	0
-4.7	78.539	0
-4.9	75.563	0
-5.1	71.03	0
-5.3	65.156	0
-5.5	59.198	0
-5.7	52.99	0
-5.9	46.066	0
-6.1	38.887	0
-6.3	31.893	0
-6.5	25.387	0
-6.7	19.555	0
-6.9	14.49	0
-7.1	10.228	0
-7.3	6.766	0
-7.5	4.066	0.04
-7.7	2.059	0.844
-7.9	0.657	1.293
-8.1	0	1.455
-8.3	0	1.554
-8.5	0	1.427
-8.7	0	1.135
-8.9	0	0.765
-9.1	0	0.4
-9.3	0	0.119
-9.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.104	0
-0.4	0.447	0
-0.5	0.72	0

## Grafico Involuppi Momento



Momento



## Tabella Involuppi Taglio micropali

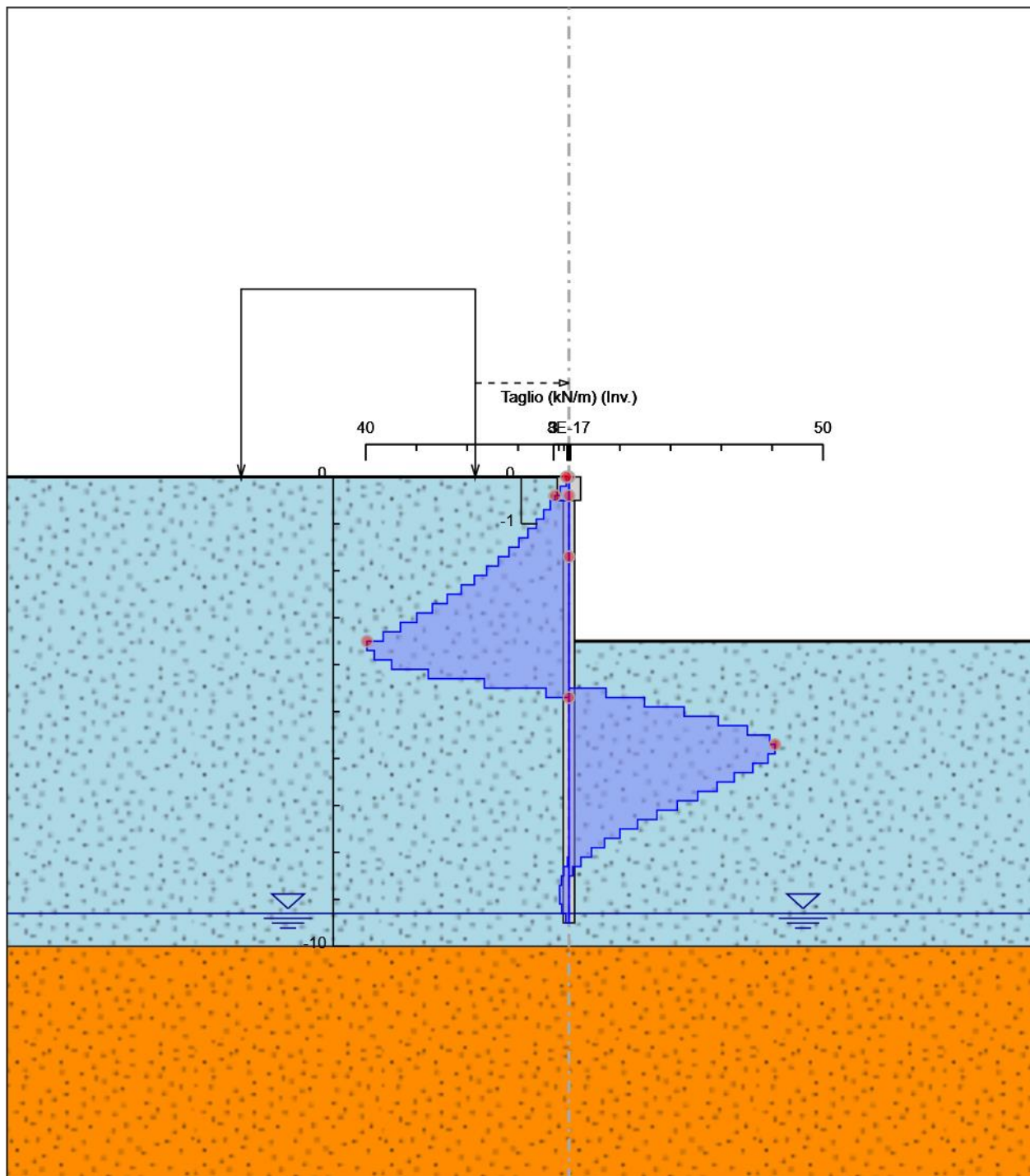
Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Muro: micropali Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	3.666	0
-0.7	4.972	0
-0.9	6.438	0
-1.1	8.065	0
-1.3	9.853	0
-1.5	11.802	0
-1.7	13.911	0
-1.9	16.18	0
-2.1	18.61	0
-2.3	21.201	0
-2.5	23.952	0
-2.7	26.864	0
-2.9	29.936	0
-3.1	33.169	0
-3.3	36.563	0
-3.5	39.745	0
-3.7	39.745	0
-3.9	38.305	0
-4.1	34.897	0
-4.3	27.68	0
-4.5	16.647	7.301
-4.7	4.516	14.88
-4.9	0	22.665
-5.1	0	29.372
-5.3	0	35.115
-5.5	0	39.49
-5.7	0	40.544
-5.9	0	40.544
-6.1	0	39.188
-6.3	0	36.185
-6.5	0	32.531
-6.7	0	29.158
-6.9	0	25.327
-7.1	0	21.31
-7.3	0	17.309
-7.5	0	13.499
-7.7	0	10.036
-7.9	0	7.007
-8.1	0.269	4.448
-8.3	1.01	2.371
-8.5	1.459	0.772
-8.7	1.849	0
-8.9	1.849	0
-9.1	1.826	0
-9.3	1.406	0
-9.5	0.596	0



## Tabella Involuppi Taglio cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.518	0
-0.2	1.715	0
-0.4	2.733	0
-0.5	2.733	0

### Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stato di fatto	Left Wall	LEFT		9.14
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	RIGHT		19.03

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Scavo finale	Left Wall	LEFT		134.75
NTC2018: A2+M2+R1 Stato di fatto	Left Wall	RIGHT		190.23

## Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto Realizzazione cordolo e micropali Scavo finale Sisma			
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V

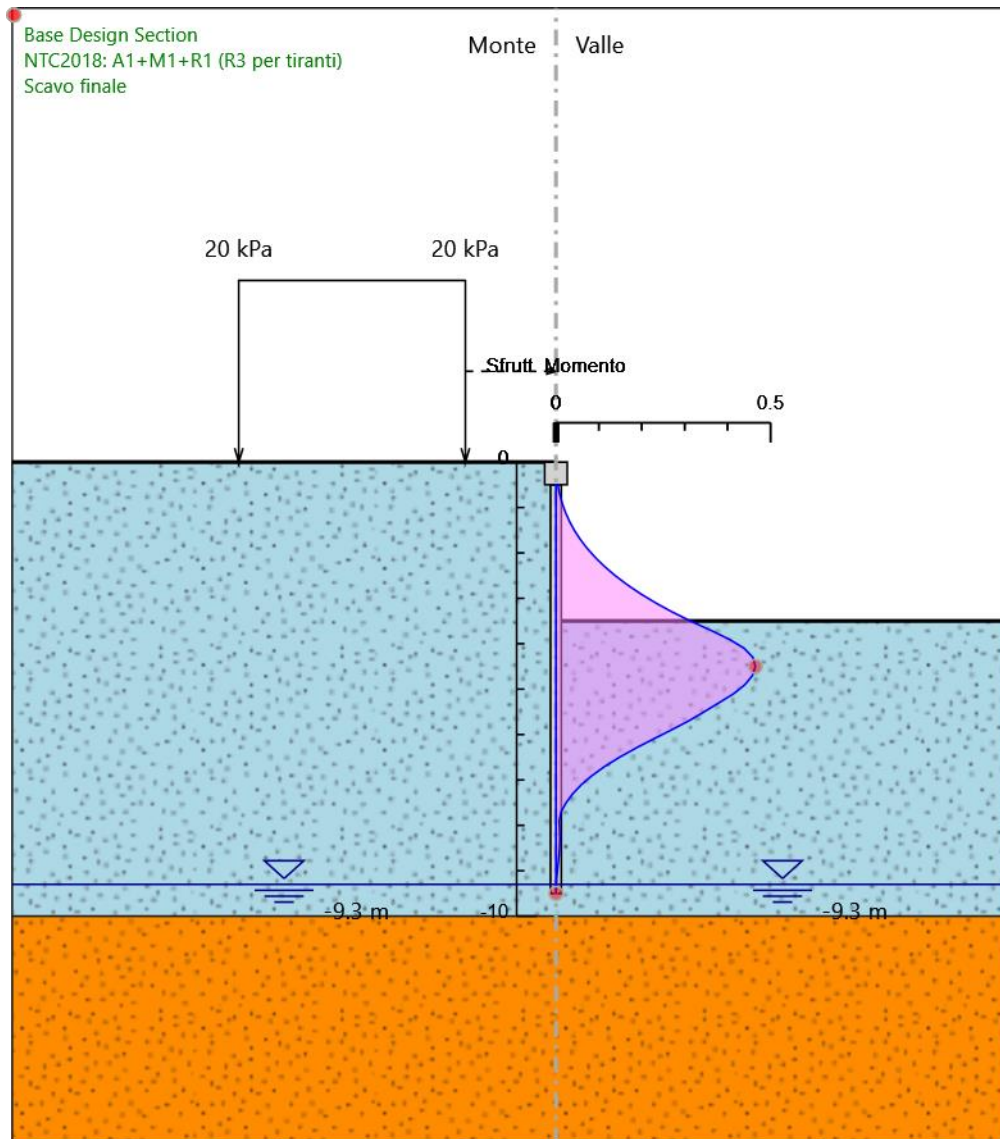
**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	
-0.5	0.004	
-0.7	0.008	
-0.9	0.014	
-1.1	0.022	
-1.3	0.031	
-1.5	0.043	
-1.7	0.056	
-1.9	0.073	
-2.1	0.092	
-2.3	0.113	
-2.5	0.138	
-2.7	0.166	
-2.9	0.197	
-3.1	0.232	
-3.3	0.271	
-3.5	0.313	
-3.7	0.36	
-3.9	0.403	
-4.1	0.438	
-4.3	0.459	
-4.5	0.465	
-4.7	0.458	
-4.9	0.441	
-5.1	0.414	
-5.3	0.38	
-5.5	0.345	
-5.7	0.309	
-5.9	0.269	
-6.1	0.227	
-6.3	0.186	
-6.5	0.148	
-6.7	0.114	
-6.9	0.084	
-7.1	0.06	
-7.3	0.039	
-7.5	0.024	
-7.7	0.012	
-7.9	0.008	
-8.1	0.009	
-8.3	0.009	
-8.5	0.008	
-8.7	0.007	
-8.9	0.004	
-9.1	0.002	
-9.3	0.001	
-9.5	0	



Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

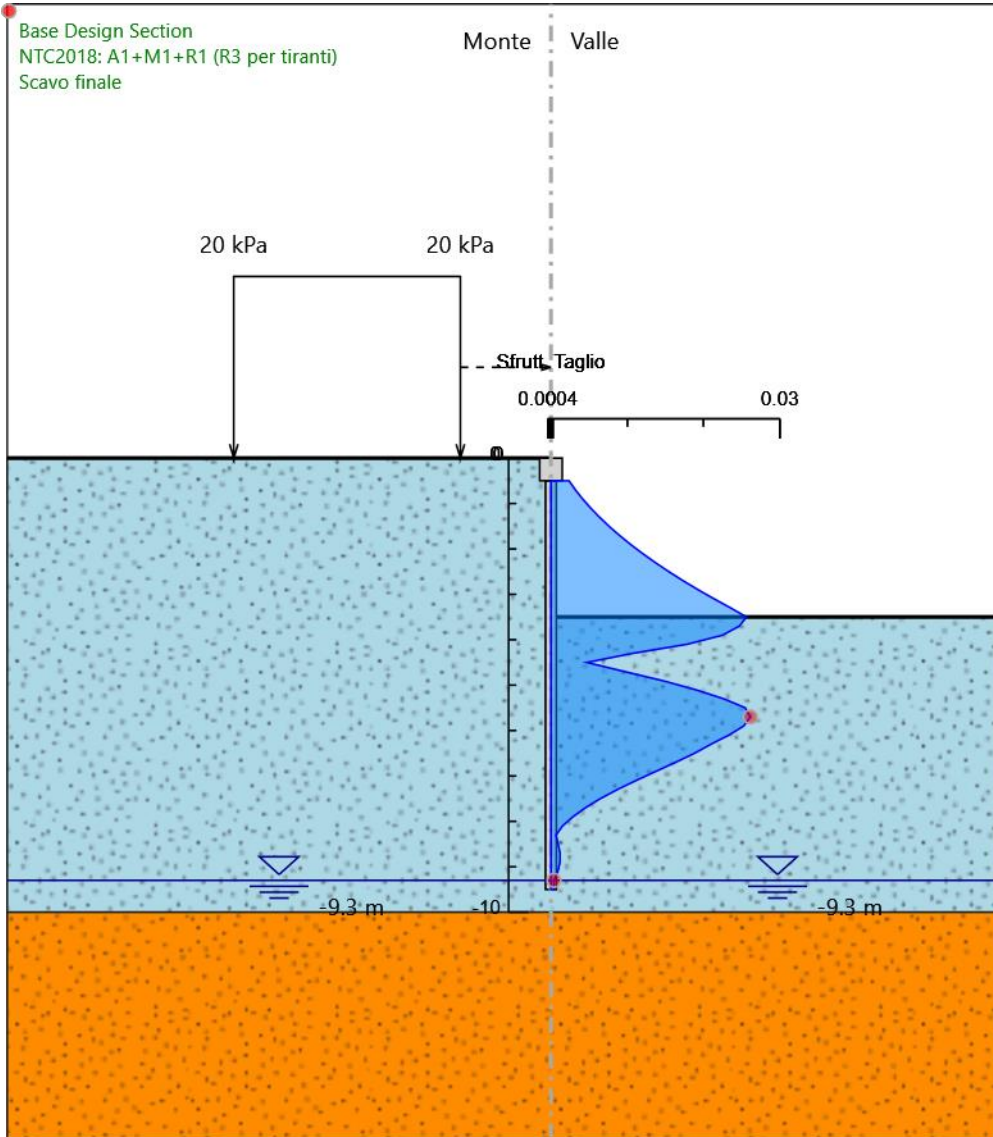
**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.002
-0.7	0.003
-0.9	0.004
-1.1	0.005
-1.3	0.006
-1.5	0.008
-1.7	0.009
-1.9	0.01
-2.1	0.012
-2.3	0.014
-2.5	0.015
-2.7	0.017
-2.9	0.019
-3.1	0.021
-3.3	0.024
-3.5	0.026
-3.7	0.025
-3.9	0.022
-4.1	0.018
-4.3	0.011
-4.5	0.005
-4.7	0.01
-4.9	0.015
-5.1	0.019
-5.3	0.023
-5.5	0.025
-5.7	0.026
-5.9	0.025
-6.1	0.023
-6.3	0.021
-6.5	0.019
-6.7	0.016
-6.9	0.014
-7.1	0.011
-7.3	0.009
-7.5	0.006
-7.7	0.005
-7.9	0.003
-8.1	0.002
-8.3	0.001
-8.5	0.001
-8.7	0.001
-8.9	0.001
-9.1	0.001
-9.3	0
-9.5	0

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

VIADOTTO MARROGGIA – Relazione di calcolo opere provvisionali



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

