

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte"  
con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA895**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi

Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Ambrogio Signorelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

**Sintagma**

Dott. Ing. N.Granieri  
Dott. Ing. F.Durastanti  
Dott. Ing. V.Truffini  
Dott. Arch. A.Bracchini  
Dott. Ing. L.Nani

Dott. Ing. M.Abram  
Dott. Ing. F.Pambianco  
Dott. Ing. M.Briganti Botta  
Dott. Ing. L.Gagliardini  
Dott. Geol. G.Cerquiglini

MANDANTI:

**GP INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.

Dott. Ing. G.Guiducci  
Dott. Ing. A.Signorelli  
Dott. Ing. E.Moscatelli  
Dott. Ing. A.Bela

Dott. Ing. G.Lucibello  
Dott. Arch. G.Guastella  
Dott. Geol. M.Leonardi  
Dott. Ing. G.Parente

**COOPROGETTI**

Dott. Arch. E.A.E.Crimi  
Dott. Ing. M.Panfilì  
Dott. Arch. P.Ghirelli  
Dott. Ing. D.Pelle

Dott. Ing. L.Ragnacci  
Dott. Arch. A.Strati  
Archeol. M.G.Liseno

**GEOTECHNICAL DESIGN GROUP**

Dott. Ing. D.Carlaccini  
Dott. Ing. S.Sacconi  
Dott. Ing. C.Consorti

Dott. Ing. F.Aloe  
Dott. Ing. A.Salvemini

**ICARIA**  
società di ingegneria

Dott. Ing. V.Rotisciani  
Dott. Ing. G.Pulli  
Dott. Ing. F.Macchioni

Dott. Ing. G.Verini Supplizi  
Dott. Ing. V.Piunno  
Geom. C.Sugaroni

**OMNISERVICE**  
ENGINEERING

Dott. Ing. P.Agnello

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



**OPERE D'ARTE MINORI**  
**ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO AL KM 12+751**  
Relazione tecnica e di calcolo - opere provvisionali

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

**L O 4 0 8 Z E 2 1 0 1**

NOME FILE

T01TM25STRRE03B

CODICE  
ELAB.

**T 0 1 T M 2 5 S T R R E 0 3**

REVISIONE

SCALA:

**B**

-

**D**

**C**

**B**

REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA

NOVEMBRE 2021

M. Toreno

A. Signorelli

N. Granieri

**A**

EMISSIONE

GIUGNO 2021

M. Toreno

A. Signorelli

N. Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CLASSE D'USO E VITA NOMINALE DELL'OPERA</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>MATERIALI</b> .....	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>10</b>
7.1	SPINTA DELLE TERRE .....	10
7.2	SPINTA DEL CARICO .....	12
7.3	SPINTA ATTIVA IN PRESENZA DI COESIONE .....	12
<b>8</b>	<b>METODO DI CALCOLO</b> .....	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA</b> .....	<b>15</b>
9.1	COMBINAZIONI DI CARICO .....	16
9.1.1	Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo-SLU .....	16
9.1.2	Combinazioni di carico agli Stati limite di esercizio-SLE .....	17
9.2	VERIFICHE.....	17
9.2.1	Verifiche geotecniche .....	17
9.2.2	Verifiche di tipo idraulico.....	19
9.2.3	Verifiche strutturali allo SLU .....	20
<b>10</b>	<b>RISULTATI</b> .....	<b>22</b>
10.1	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	24
10.2	CARICHI ELEMENTARI.....	24
10.3	ANALISI NUMERICHE-SINTESI DEI RISULTATI.....	25
10.4	VERIFICHE STRUTTURALI-SLU .....	25

<b>10.5 VERIFICHE DEI SISTEMI DI ANCORAGGIO .....</b>	<b>26</b>
10.5.1 Verifica geotecnica bulbo di ancoraggio.....	27
10.5.2 Verifiche strutturali tiranti.....	28
10.5.3 Verifica strutturale travi di ripartizione .....	28
10.5.4 Verifica di stabilità globale.....	29

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali effettuate per la progettazione delle spalle dell'attraversamento idraulico al km 12+750 (Lotto 1), previsto nell'ambito dei lavori di collegamento Ragusa-Catania: ammodernamento a n° 4 corsie della S.S. 514 "Di Chiaromonte" e della S.S. 194 Ragusana dallo svincolo con la S.S. 115 allo svincolo con la S.S. 114.

## 2 CLASSE D'USO E VITA NOMINALE DELL'OPERA

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Poiché le opere in oggetto sono classificabili, secondo il DM 2008, come "Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttive", è prevista una vita nominale  $\leq 10$  anni.

Premesso ciò e considerato che tali opere hanno una durata in progetto inferiore a 2 anni, per quanto riportato al §2.4.1-NTC2008, le verifiche sismiche sono state omesse.

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere in progetto consistono in n.4 paratie provvisionali, di tipo tirantate con micropali verticali trivellati, necessarie al sostegno degli scavi delle spalle nelle varie fasi di cantierizzazione.

Tabella 3-1 Riepilogo caratteristiche paratie di micropali

Opera	Tratto	Paratia						
		Sv (m)	Lp (m)	n°pali	ip (m)	Φ <sub>perf</sub> (mm)	Φ <sub>tubo</sub> (mm)	sptubo (mm)
OP1 (Dx)	Tratto A	8.36	7	19	0.45	240	168.3	12
OP1 (Dx)	Tratto B	5.4	11	12	0.45	240	168.3	12
OP1 (Dx)	Tratto C	3.6	14	8	0.45	240	168.3	12
OP1 (Dx)	Tratto D	4.05	18	9	0.45	240	168.3	12
OP1 (Dx)	Tratto E	16.44	20	37	0.45	240	168.3	12
OP2 (Dx)	Tratto A	16.23	21	36	0.45	240	168.3	12
OP2 (Dx)	Tratto B	4.05	19	9	0.45	240	168.3	12
OP2 (Dx)	Tratto C	3.6	15	8	0.45	240	168.3	12
OP2 (Dx)	Tratto D	5.4	11	12	0.45	240	168.3	12
OP2 (Dx)	Tratto E	9.46	7	21	0.45	240	168.3	12

Tabella 3-2 Riepilogo caratteristiche tiranti di micropali

Opera	Tratto	Tiranti								
		n° tiranti	n° trefoli	Tiro Nom. (kN)	Tipo Iniezione	it (m)	L <sub>lib</sub> (m)	L <sub>fond</sub> (m)	L <sub>tot</sub> (m)	Ripartitori (2x)
OP1 (Dx)	Tratto A	3	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP1 (Dx)	Tratto B	8	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP1 (Dx)	Tratto C	5	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP1 (Dx)	Tratto D	8	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP1 (Dx)	Tratto E	35	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP2 (Dx)	Tratto A	35	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP2 (Dx)	Tratto B	9	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP2 (Dx)	Tratto C	7	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP2 (Dx)	Tratto D	5	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200
OP2 (Dx)	Tratto E	3	3	450	Alta Pressione	2.25	6	11	17	HEA 200

## 4 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Il progetto e la verifica delle strutture sono stati svolti nel rispetto delle seguenti norme:

- D.M. 14/01/2008 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 2/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM14/01/2008;
- UNI EN 1992-1-1:2005: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – parte 1 – Regole generali e regole per edifici";
- UNI EN 1997-1:2013 Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;

## 5 SOFTWARE DI CALCOLO

Per i calcoli e le modellazioni di cui alla presente relazione sono impiegati i codici di calcolo brevemente descritti di seguito.

- Paratie Plus 21.0 per il calcolo delle paratie;
- STAP 14.00 per la verifica a stabilità;
- Per l'elaborazione dei dati di input/output in generale e la creazione di tabelle riepilogative, si adottano procedure opportunamente implementate in fogli elettronici Microsoft Office Excel.

## 6 MATERIALI

Per la realizzazione delle opere di sostegno degli scavi del viadotto in oggetto sono previsti i seguenti materiali:

Tabella 6-1 Berlinesi di micropali per opere provvisionali

<b>Calcestruzzo:</b> (Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI 11104)		
Classe di resistenza minima:	$C_{min}$	C25/30
Classe di consistenza	S	S5
<b>Acciaio per carpenteria metallica:</b> (Secondo norma UNI EN 10025)		
Acciaio per micropali - S355J0:		
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	$\geq 510 \text{ N/mm}^2$
Profili commerciali ed elementi non saldati - S275:		
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq 275 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	$\geq 430 \text{ N/mm}^2$
<b>Calcestruzzo spruzzato (spritzz-beton):</b> (Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI 11104)		
Classe di resistenza minima:	$C_{min}$	C25/30
Classe di consistenza	S	S5
<b>Acciaio per rete elettrosaldata:</b>		
Acciaio in barre ad aderenza miglioara tipo B450A controllato in stabilimento:		
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	$\geq 540 \text{ N/mm}^2$

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Tabella 6-2 Tiranti di ancoraggio provvisionali

<b>Boiaccia di cemento:</b> (Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI 11104)		
Classe di resistenza minima:	$C_{min}$	C25/30
Cemento tipo CEM II / A - L		42.5 R
<b>Acciaio armonico stabilizzato per trefoli:</b>		
Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk}$	$\geq 1860 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	$\geq 1670 \text{ N/mm}^2$

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 SPINTA DELLE TERRE

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

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

dove:

- $\sigma_h$  = pressione orizzontale;
- $\sigma_v$  = pressione verticale;
- K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo;
- $\delta$  = coeff. di attrito terreno-parete;

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

in termini di tensioni totali:

- $\sigma_v = \gamma z$
- $\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno
- z = generica quota di calcolo della pressione a partire dal piano campagna

in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

- $\sigma_v = \gamma' z$
- $\gamma'$  = peso dell'unità di volume efficace del terreno

in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione:

- $\sigma_v = [\gamma - \gamma_w \cdot (1 + lw)] z$
- lw = gradiente idraulico.

*Coefficiente di spinta a riposo*

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

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

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

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

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

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

### Coefficiente di spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  dipende da  $\varphi'$ , dall'angolo di attrito  $\delta$  fra terreno e muro, nonché dall'inclinazione del terreno a monte.

Il calcolo viene condotto secondo le formule di Coulomb – Rankine che ipotizzano una superficie di scorrimento piana:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \varphi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

avendo indicato con:

- $\beta = 90^\circ$  inclinazione del paramento rispetto all'orizzontale;
- $\varphi =$  angolo di resistenza a taglio del terreno;
- $\delta =$  angolo di attrito muro – terreno;
- $\varepsilon =$  angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.
- 

### Coefficiente di spinta passiva

Il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  è uno dei parametri che più influenzano i risultati, soprattutto nel caso di paratie a mensola o monotirantate; come  $K_a$ , anch'esso è legato a  $\delta$ ,  $\varphi'$  e all'inclinazione del terreno.

Il calcolo di tale coefficiente viene effettuato mediante le formule di Caquot e Kerisel basate sull'ipotesi di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica, poiché questa risulta essere quella che più si avvicina alle evidenze sperimentali.

## 7.2 SPINTA DEL CARICO

Intendendo per  $q$  il carico a monte della paratia per metro lineare di proiezione orizzontale, si determina la spinta orizzontale sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

## 7.3 SPINTA ATTIVA IN PRESENZA DI COESIONE

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

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

essendo  $c$  la coesione dello strato.

## 8 METODO DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

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

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

I parametri di spinta del terreno sono:

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

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

- Fase elastica: l'elemento si comporta elasticamente; questa fase corrisponde ad una porzione di terreno in fase di scarico-ricarico, sollecitato a livelli di sforzo al di sotto dei massimi livelli precedentemente sperimentati e viene identificata con la sigla UL-RL (Unloading-Reloading).
- Fase incrudente: l'elemento viene sollecitato a livelli di tensione mai prima sperimentati; la fase incrudente è identificata dalla sigla V - C (Virgin Compression).
- Collasso: il terreno è sottoposto ad uno stato di sollecitazione coincidente con i limiti minimo o massimo dettati dalla resistenza del materiale; questa fase corrisponde a quelle che solitamente vengono chiamate condizioni di spinta attiva o passiva; il collasso viene identificato attraverso la parola Active o Passive.

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

## 9 CRITERI DI VERIFICA

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

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

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

SLU di tipo strutturale (STR)

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

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

## 9.1 COMBINAZIONI DI CARICO

### 9.1.1 Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo-SLU

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 9-1 Coefficienti parziali delle azioni e dei terreni

Combinazioni per analisi statiche SLU							
	Azioni ( $\gamma_F$ )				Proprietà del terreno ( $\gamma_M$ )		
	<i>Permanenti</i>		<i>Variabili</i>		tan $\varphi'$	c'	c <sub>u</sub>
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
STR (A1 + M1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00
GEO (A2 + M2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

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

Tabella 9-2 Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU

Coefficienti parziali per le verifiche agli S.L.U. STR e GEO di paratie		
Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)
Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi	$\gamma_R=1.0$	-
Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia	$\gamma_R=1.0$	-
Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera	$\gamma_R=1.0$	-

Instabilità del fondo scavo per sollevamento		$\gamma_R=1.0$	-
Instabilità globale dell'insieme terreno-opera		-	$\gamma_R=1.1$
Sfilamento di uno o più ancoraggi	Temporanei	$\gamma_R=1.1$	
	Permanenti	$\gamma_R=1.2$	

### 9.1.2 Combinazioni di carico agli Stati limite di esercizio-SLE

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

## 9.2 VERIFICHE

### 9.2.1 Verifiche geotecniche

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificatamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto delle spinte attiva e passiva risultano rispettivamente maggiore e minore, se riferiti a quelli calcolati con i parametri caratteristici.

#### 9.2.1.1 Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera

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

#### 9.2.1.2 Verifica allo sfilamento dei tiranti

Per la verifica allo sfilamento si è fatto riferimento ai risultati di metodi di calcolo analitici corretti in funzione del numero delle verticali di indagine esaminate; la verifica viene effettuata secondo la combinazione di calcolo A1+M1+R3.

Come metodo di calcolo si è fatto riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) da cui deriva:

$$(R_{ac})_{\min} = \pi \alpha D L_{\text{fondazione}} \times q_s$$

in cui:

- $\alpha$  = coefficiente di incremento del diametro di perforazione D dei tiranti che tiene conto della metodologia di iniezione e della natura dei terreni interessati;
- D = diametro di perforazione dei tiranti;
- $L_{fondazione}$  = lunghezza del tratto di fondazione del tirante;
- $q_s$  = aderenza caratteristica terreno-fondazione funzione del tipo di terreno e delle sue caratteristiche meccaniche e delle modalità di iniezione.

La tipologia di perforazione, il diametro e il numero di trefoli dei tiranti saranno specificate per ogni singola paratia.

Il tirante verrà tesato, a partire da una forza di allineamento  $N_0 = 0.10 N_a$ , fino al valore della forza di collaudo  $N_c = 1.2 N_a$ , con incrementi di carico, pari a  $0.1 N_a$  e con sosta di 1 minuto a ciascun incremento, misurando il corrispondente allungamento.

La forza  $N_c$  o l'allungamento verranno mantenuti costanti per un tempo di 15 minuti, al termine del quale, dopo aver rilevato l'incremento di allungamento sotto  $N_c$  o la riduzione della forza, il tirante verrà scaricato fino al valore di  $N_0$ , rilevando il relativo allungamento permanente; verrà, infine, tesato sotto il carico  $N_a$  previsto in progetto e definitivamente bloccato.

La resistenza caratteristica  $R_{ak}$  è data dalla seguente relazione:

$$R_{ak} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{ac})_{media}}{\xi_{a3}} ; \frac{(R_{ac})_{min}}{\xi_{a4}} \right\}$$

essendo  $\xi_{a3}$  ed  $\xi_{a4}$  dei fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate.

Tabella 9-3 Fattori di correlazione  $\xi$

n	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 fattore di correlazione sarà indicato per ognuna delle paratie esaminate.

La resistenza allo sfilamento di progetto è data per tiranti di tipo permanenti dalla seguente espressione:

$$R_{a,d} = R_{ak} / \gamma_{Ra,p} \quad \text{per tiranti permanenti}$$

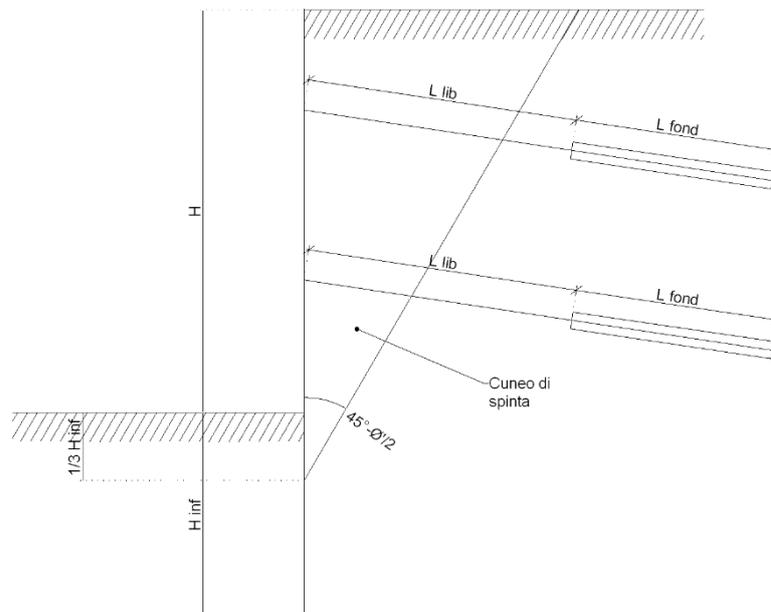
$$R_{a,d} = R_{ak} / \gamma_{Ra,t} \quad \text{per tiranti temporanei}$$

Tabella 9-4 Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente Parziale ( $\gamma_R$ )
<b>Temporanei</b>	$\gamma_{Ra,t}$	1.10
<b>Permanenti</b>	$\gamma_{Ra,p}$	1.20

La lunghezza libera dei tiranti  $L_s$ , è stata valutata secondo il criterio illustrato dalla figura seguente mirante ad assicurare che il tratto di ancoraggio si mantenga al di fuori del cuneo di terreno che esercita la spinta sulla paratia stessa.

Figura 9-1 Criterio per la definizione della lunghezza libera dei tiranti



### 9.2.1.3 Instabilità globale dell'insieme terreno-opera di sostegno

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per la verifica dell'instabilità globale dell'insieme terreno-opera l'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti sulla resistenza globale (R2) sono riportati nella tabella successiva e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2.

Si fa ricorso ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

### 9.2.2 Verifiche di tipo idraulico

Le verifiche di "tipo idraulico", instabilità del fondo scavo per sollevamento e sifonamento del fondo scavo vengono implicitamente soddisfatte mediante l'analisi di interazione mediante il programma PARATIE che tiene conto dei moti di filtrazione e della conseguente diminuzione della pressione efficace.

### 9.2.3 Verifiche strutturali allo SLU

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento strutturale (STR) l'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1. In questo caso i coefficienti parziali amplificativi delle azioni saranno applicati direttamente sulle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze.

#### 9.2.3.1 Raggiungimento della resistenza strutturale dalla paratia

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

#### 9.2.3.2 Verifica della resistenza strutturale in uno o più ancoraggi (verifica a trazione dei tiranti e verifica delle travi di ripartizione)

Per la verifica strutturale dei tiranti di ancoraggio, la normativa vigente prescrive che risultino verificate le seguenti relazioni:

$$T_{\max,SLU} \leq \frac{f_{p1tk}}{\gamma_s} \cdot n \cdot A_{tr}$$

$$T_{\max,SLE} \leq 0,75 \frac{f_{ptk}}{\gamma_s} \cdot n \cdot A_{tr}$$

$$T_{\max,SLE} \leq 0,85 \frac{f_{p1k}}{\gamma_s} \cdot n \cdot A_{tr}$$

dove:

- $f_{ptk} = 1860$  MPa = Tensione caratteristica a rottura;
- $f_{p1k} = 1670$  MPa = Tensione caratteristica all'1% di deformazioni totali;
- $\gamma_s = 1.15$ ;
- $n$  = numero di trefoli;
- $A_{tr} = 139$  mm<sup>2</sup> = area della sezione del singolo trefolo.

La verifica delle travi di ripartizione, viene condotta considerando lo schema statico di trave continua su più appoggi con luci pari all'interasse orizzontale dei tiranti; il carico massimo uniformemente distribuito sulle travi è rappresentato dalla componente orizzontale dell'azione assiale massima sui tiranti distribuita lungo la luce:

$$q_{Ed} = \frac{T_{Ed,h}}{i}$$

con

- $T_{Ed,h}$  = forza assiale ultima orizzontale sul tirante;
- $i$  = interasse longitudinale dei tiranti.

Avendo considerato una trave continua a più appoggi, il momento massimo agente in corrispondenza di un appoggio è pari a:

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot i^2}{10}$$

Per quanto concerne il taglio, l'azione tagliante massima agente sulla trave è pari a:

$$V_{Ed} = \frac{T_{Ed,h}}{2}$$

Nel caso di trave di ripartizione in acciaio le verifiche a flessione e a taglio vengono condotte allo S.L.U. calcolando la tensione ideale sulla trave di ripartizione, assegnato il profilo da utilizzare:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M1}$$

$$\sigma_n = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \text{tensione normale};$$

$$\tau_t = \frac{V_{Ed}}{A} = \text{tensione tangenziale};$$

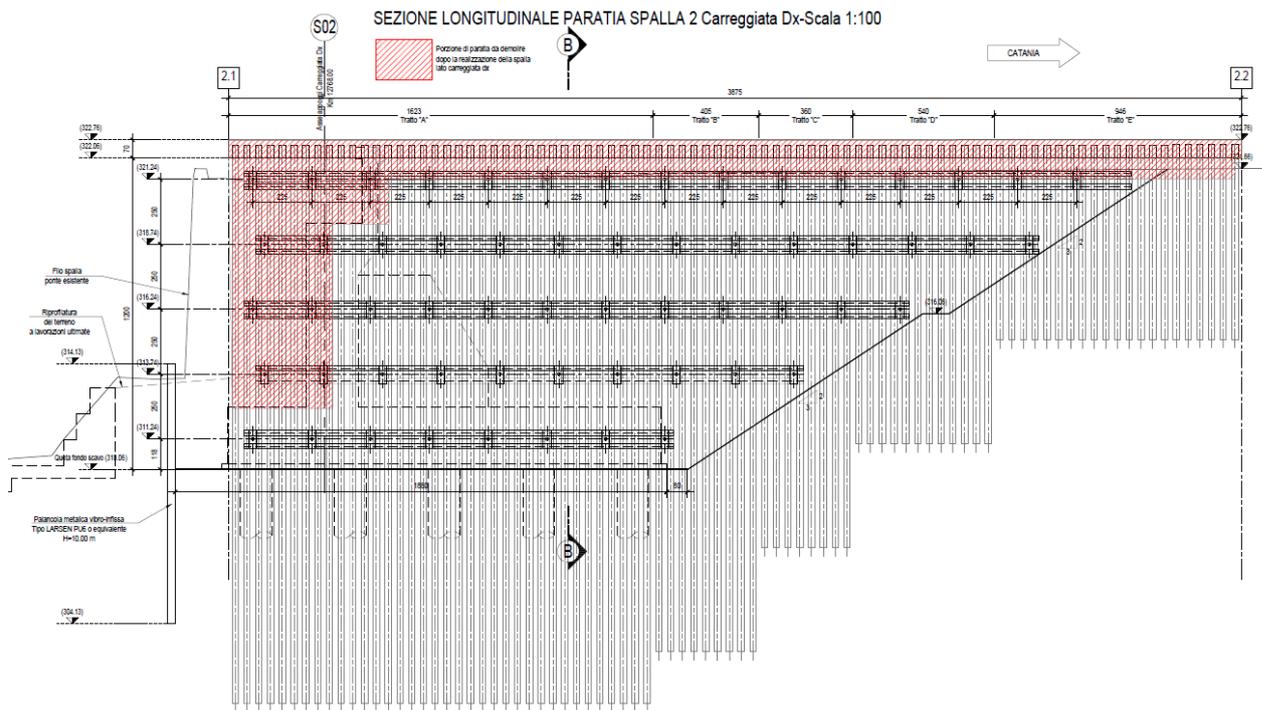
dove

- $W_y$  = Modulo di resistenza lungo y della sezione;
- $f_{yd}$  = tensione di snervamento dell'acciaio;
- $\gamma_{M1} = 1.05$  = coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature;
- $A$  = Area della sezione.

## 10 RISULTATI

Per brevità di trattazione, le verifiche sono state condotte con riferimento all'opera più gravosa, ovvero l'opera 2 nel suo tratto più alto (tratto A).

Caratterizzata da una paratia di micropali di lunghezza 21 m, con diametro di 240 mm, armati con tubo di 168.3/12 mm e disposti ad interasse di 0.45 m, tale opera presenta n.4 ordini di tiranti disposti ad interasse longitudinale di 2.25 m, del tipo IRS, a 3 trefoli con una lunghezza libera di 6.00 m e una lunghezza di fondazione 11.00 m.



**RELAZIONE DI CALCOLO**

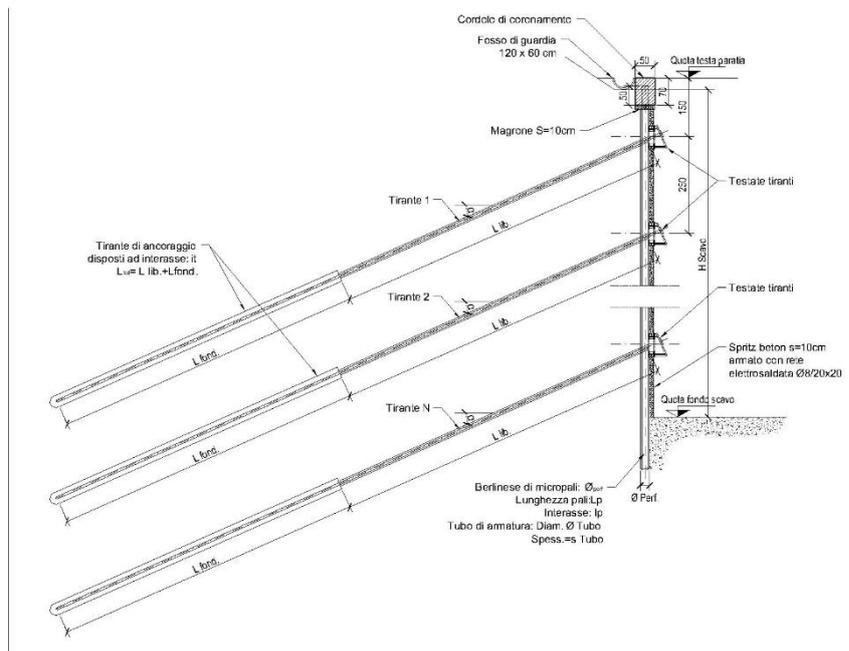


Figura 10-2 Sezione trasversale tipo

Per la progettazione delle paratie in oggetto, è stato utilizzato il seguente modello di calcolo:

- Diametro palo: 240 mm
- Lunghezza palo: 21 m
- Altezza fuori terra: 12.6 m
- Numero tiranti: 5
- Lunghezza tiranti: 16 m

### 10.1 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le stratigrafie ed il complesso delle indagini eseguite hanno portato alla definizione e caratterizzazione geotecnica delle seguenti unità litologiche:

- Rilevato esistente
- Ar
- Qm

I parametri geotecnici, desunti dalle indagini eseguite nell'ultima campagna di sondaggi, sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 10-1 Parametri geotecnici modello di calcolo

Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	E [kPa]
Rilevato esistente	19	34	0	30000
Ar	17.5	34	0	25000
Qm	19	30	10	8400

Dai sondaggi di riferimento si rileva presenza di falda a -9.00 m dal p.c.

### 10.2 CARICHI ELEMENTARI

Durante la realizzazione della paratia, si è considerato un carico stradale pari a 20 kPa.

### 10.3 ANALISI NUMERICHE-SINTESI DEI RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per la paratia oggetto della presente:

Tabella 10-2 Risultati analisi numeriche paratia

Stato limite	SLE	SLU – A1+M1+R1	SLU – A2+M2+R1
Combinazione	Statica	Statica	Statica
Spostamento massimo (cm)	7.17	-	-
Momento di calcolo Md (kNm/m)	-	188.64	167.11
Taglio massimo Vd (kN/m)	-	173.42	146.81
Reazione massima tiranti Fd (kN/m)	-	238.28	194.11

### 10.4 VERIFICHE STRUTTURALI-SLU

Nella figura seguente si riportano le verifiche a flessione e taglio per i micropali costituenti la paratia.

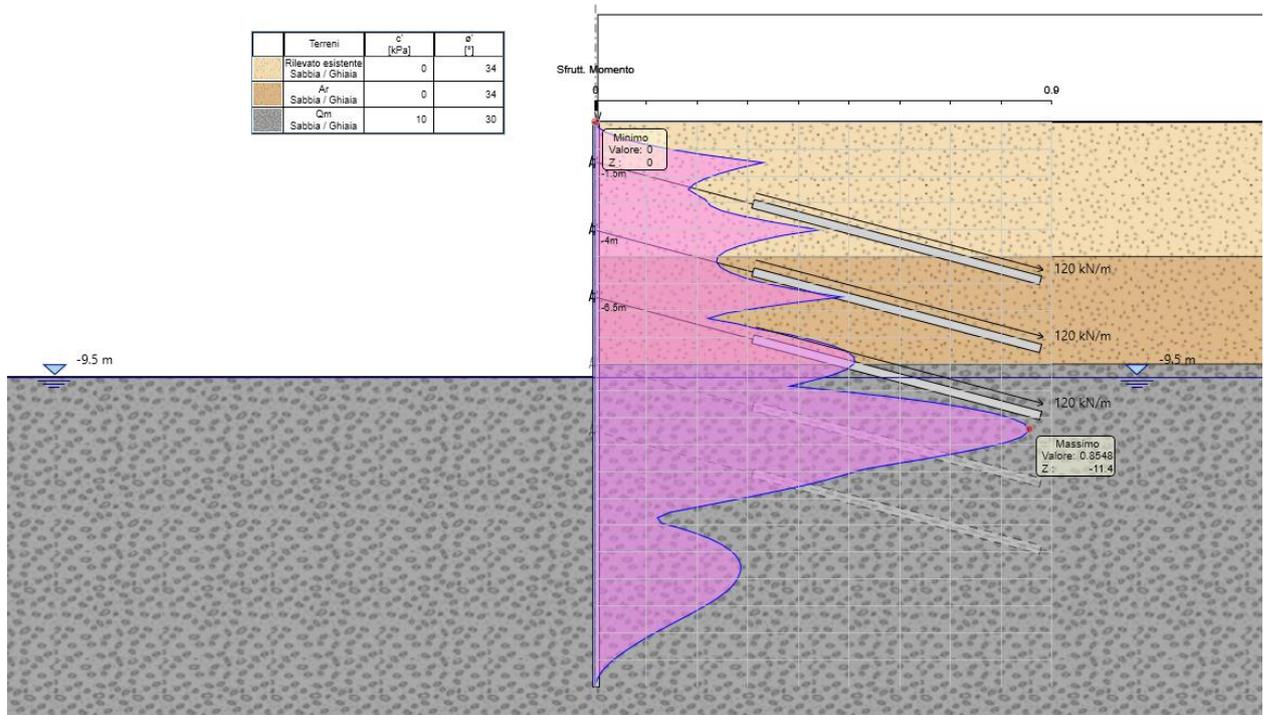


Figura 10-3 Tasso di sfruttamento a momento

**RELAZIONE DI CALCOLO**

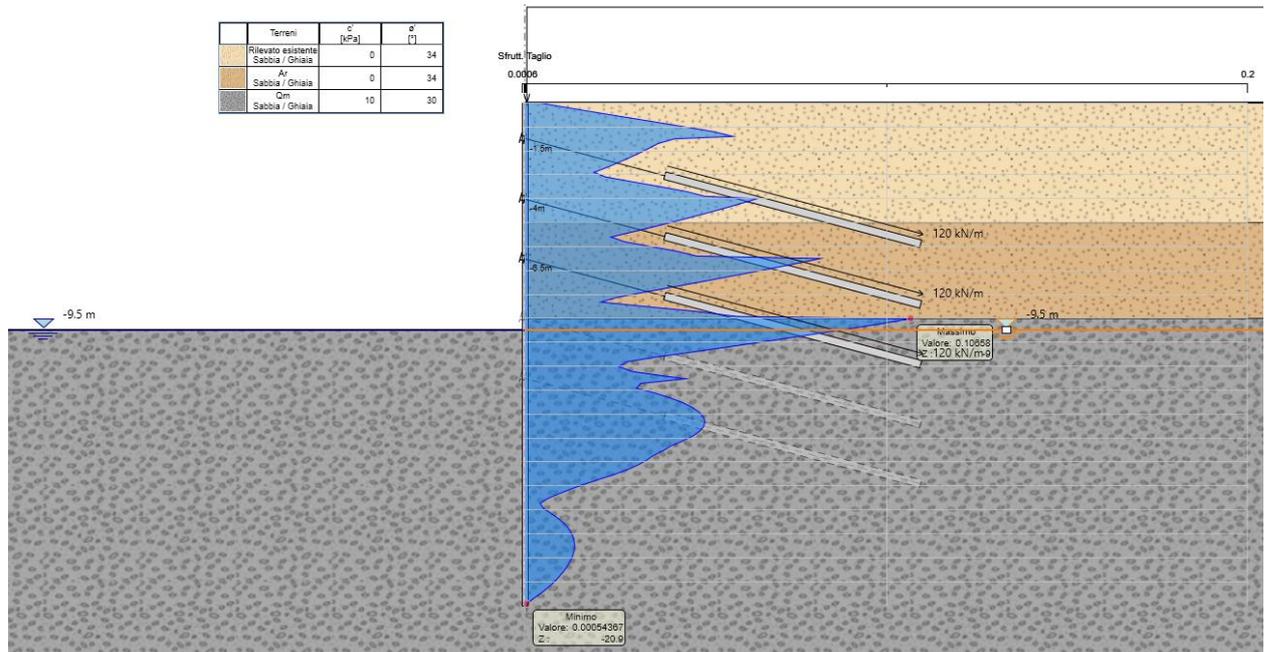


Figura 10-4 Tasso di sfruttamento a taglio

## 10.5 VERIFICHE DEI SISTEMI DI ANCORAGGIO

Sono state considerate ai fini del dimensionamento dei sistemi di ancoraggio le combinazioni di tipo geotecnico (GEO) e le combinazioni di tipo strutturale (STR) in condizioni statiche. Tutti gli elementi sono stati esaminati per ogni sezione; di seguito si riportano le verifiche di resistenza dell'armatura del tirante, del bulbo di ancoraggio, delle travi di ripartizione per la sezione di calcolo più significativa e per l'ordine di tiranti più sollecitato. Per il dimensionamento della paratia in oggetto sono stati considerati i seguenti elementi:

- Numero trefoli: 3
- Interasse longitudinale tiranti: 2.25 m
- Diametro perforazione: 160 mm
- Tipologia di perforazione: IRS
- Tensione di aderenza caratteristica: 150 kPa
- Coefficiente di amplificazione bulbo: 1.4
- Fattore di correlazione  $\xi$ : 1.80
- Pretiro: 270 kN
- Trave di ripartizione: 2 HEA 200

Di seguito si riportano le verifiche.

### 10.5.1 Verifica geotecnica bulbo di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio del tirante è stata determinata con la seguente espressione:

$$L_{fond} = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{Ra,p} \cdot \xi_{a3}}{\pi \cdot D_{fond} \cdot \tau_s}$$

dove:

- $N_{Ed}$  = sforzo assiale massimo sui tiranti;
- $D_{fond} = \alpha D_{perf}$  = diametro della fondazione del tirante;
- $D_{perf}$  = diametro di perforazione del tirante = 160 mm;
- $\alpha = 1.40$  = fattore amplificativo del diametro di perforazione (I.R.S. - Iniezione Ripetuta e Selettiva);
- $L_{fond}$  = lunghezza della fondazione del tirante;
- $\tau_s$  = resistenza tangenziale limite lungo la fondazione del tirante;
- $\gamma_{Ra,p}$  = coefficiente parziale per la resistenza di ancoraggi temporaneo = 1.10;
- $\xi_{a3}$  = fattore di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero di verticali di indagine = 1.80.

In sede di dimensionamento geotecnico della fondazione del tirante si è assunto un valore della resistenza laterale pari a  $\tau_s = 150$  kPa.

Il calcolo è stato condotto considerando la massima azione ultima sui tiranti pari a  $N_{Ed} = 536.13$  kN, pertanto la lunghezza della fondazione risulta:

$$L_{fond} = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{Ra,p} \cdot \xi_3}{\pi \cdot D_{fond} \cdot \tau_s}$$

$$L_{fond} = 10.06 \text{ m}$$

In sede di progettazione si assume una lunghezza di fondazione del tirante di 11.00 m.

Considerando una lunghezza libera del tirante di 6 m, la lunghezza complessiva risulta pari a 17 m.

### 10.5.2 Verifiche strutturali tiranti

Di seguito si riportano le verifiche strutturali sui tiranti:

Tabella 10-3 Verifiche strutturali tiranti

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR
Tieback 1	Stage 5	365.236	586.431	605.557	0.623	0.603
Tieback 2	Stage 7	384.846	586.431	605.557	0.656	0.636
Tieback 3	Stage 9	428.863	586.431	605.557	0.731	0.708
Tieback 4	Stage 11	536.127	586.431	605.557	0.914	0.885
Tieback 5	Stage 12	351	586.431	605.557	0.599	0.58

### 10.5.3 Verifica strutturale travi di ripartizione

Design Assumption: NTC2008: Tipo Risultato: Verifiche NTC2008										
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Materiale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 12	224.487	0	0.616	0.585	0	

### 10.5.4 Verifica di stabilità globale

Tale verifica è stata eseguita utilizzando STAP 14.00. Il coefficiente di sicurezza ottenuto per la combinazione statica (GEO), risulta pari a 1.631.

Nella figura seguente si riporta l'output grafico della verifica di stabilità globale in condizione statica.

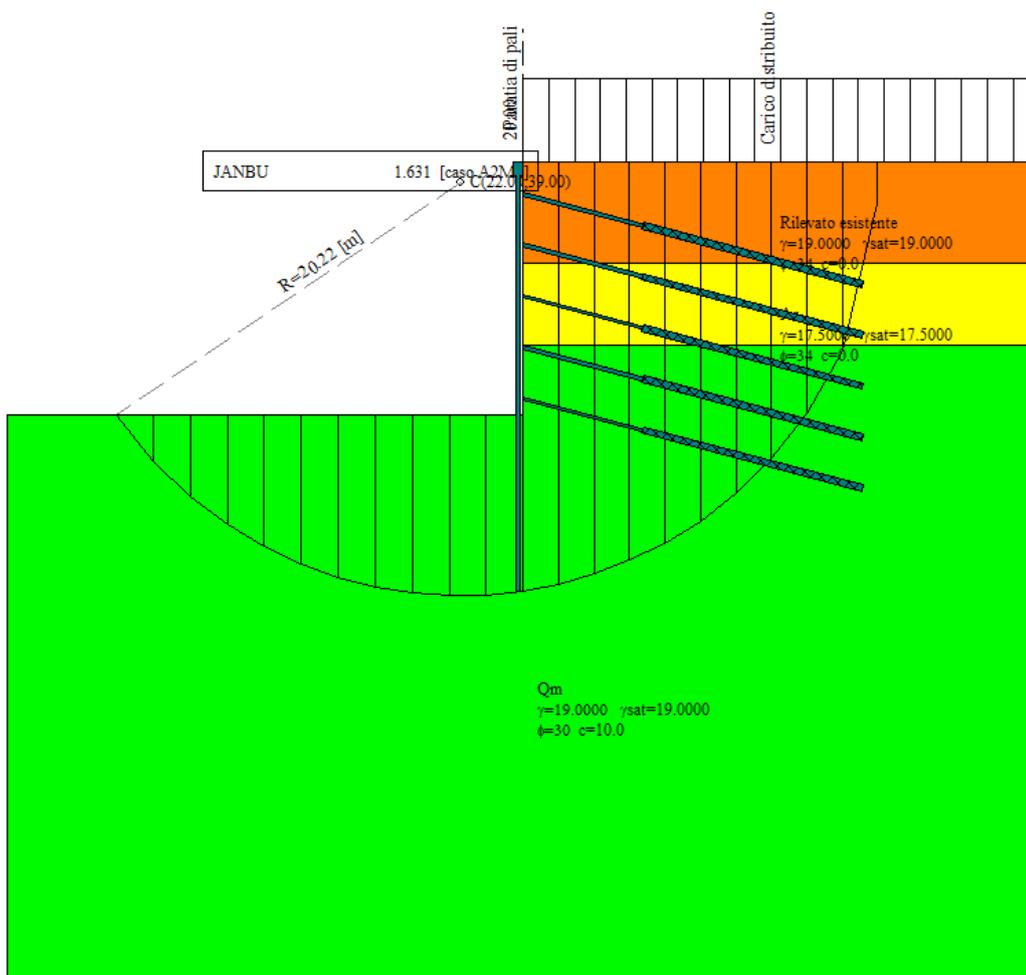


Figura 10-5 Verifica di stabilità globale in condizione statica



## ***Report di Calcolo***

## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -5 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -9 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ sat kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$\phi$ °	$c_v$ °	$\phi_p$ °	$c'$ kPa	$S_u$ kPa	Modulo Elastico Eu	Evc kPa	Eur kPa	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku kPa	Kvc kN/m <sup>3</sup>	Kur kN/m <sup>3</sup>
1	Rilevato esistente	19	19	34				0		Constant	30000	48000								
2	Ar	17.5	17.5	34				0		Constant	25000	40000								
3	Qm	19	19	30				10		Constant	8400	13440								

## ***Descrizione Pareti***

X : 0 m

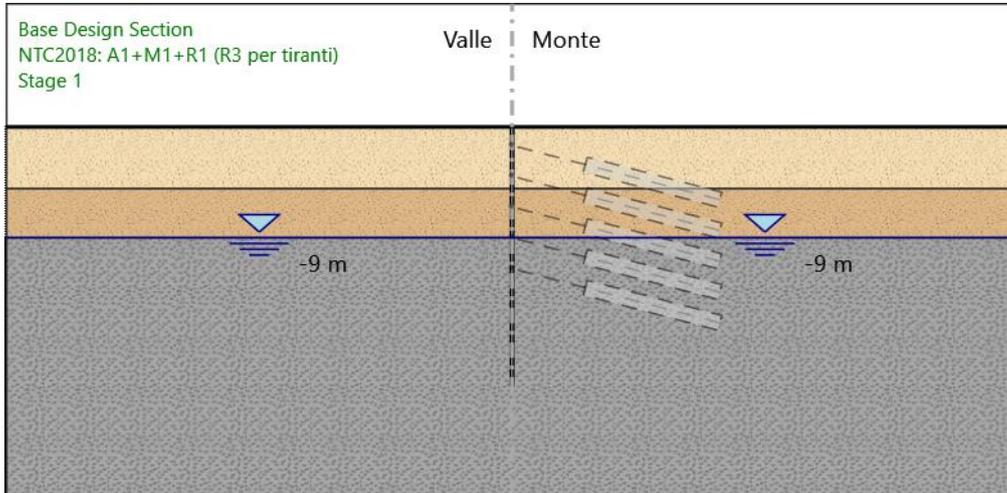
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Muro di sinistra

# Fasi di Calcolo

## Stage 1



### Stage 1

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

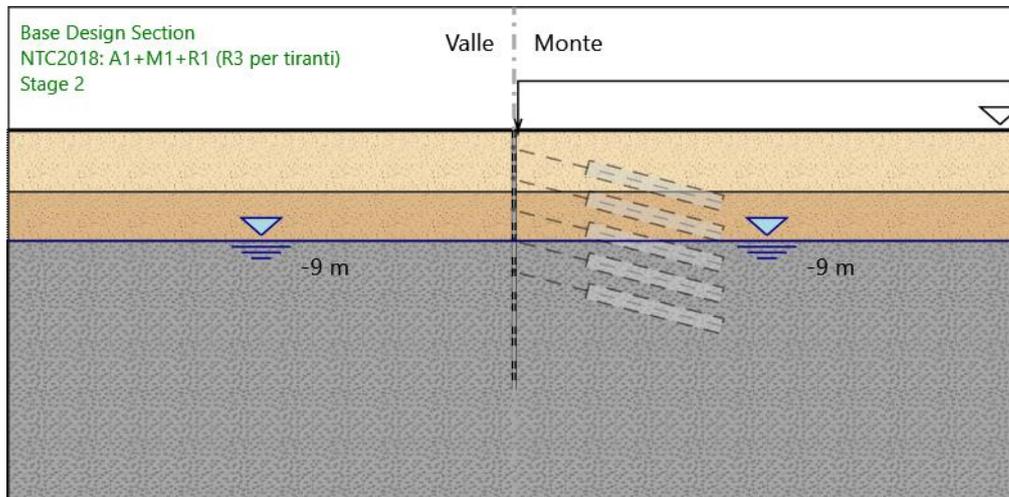
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

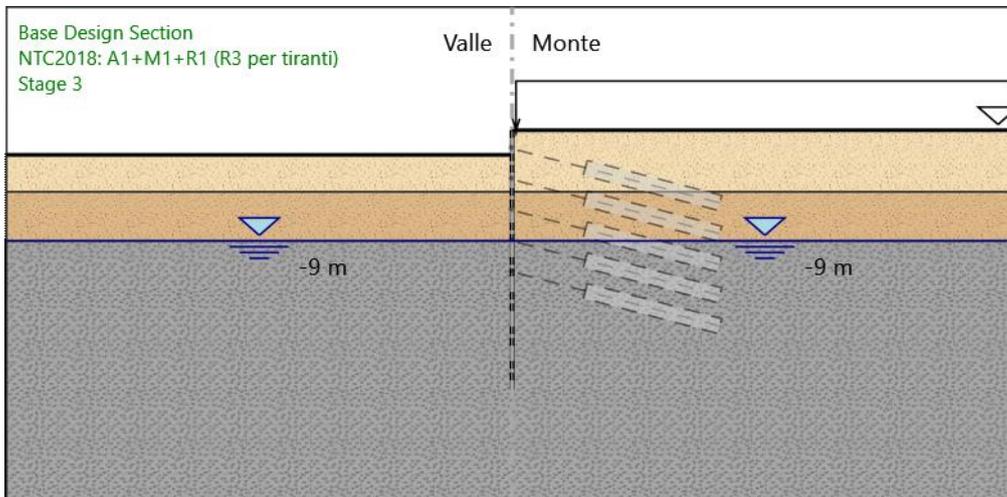
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

## Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-2 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

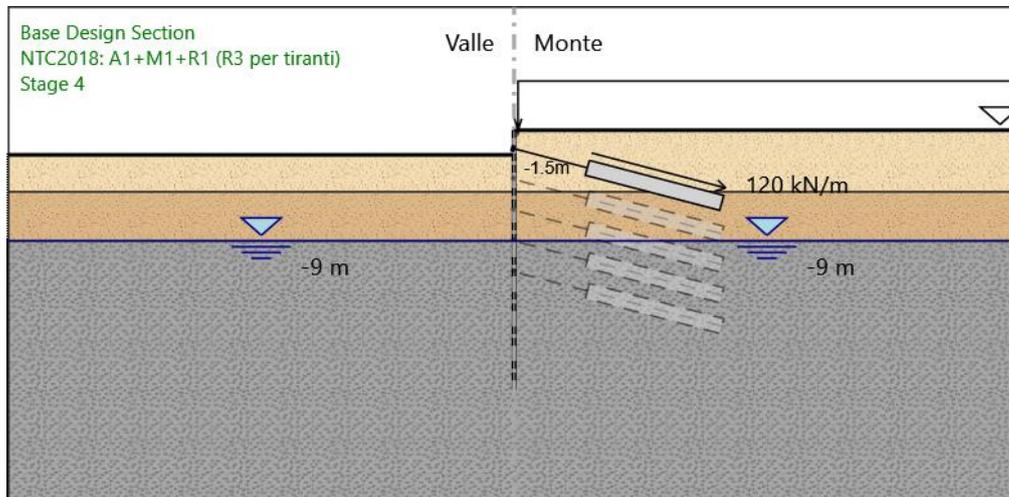
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-2 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

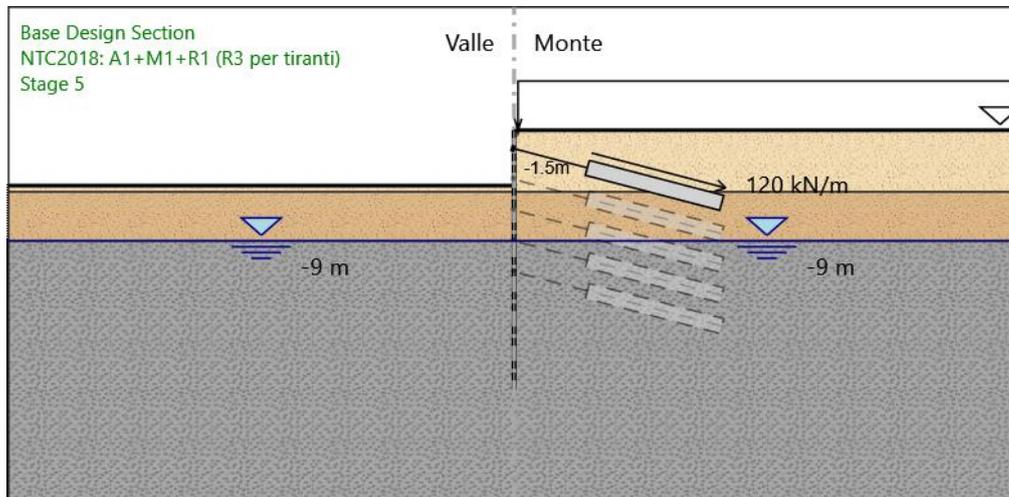
Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-4.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

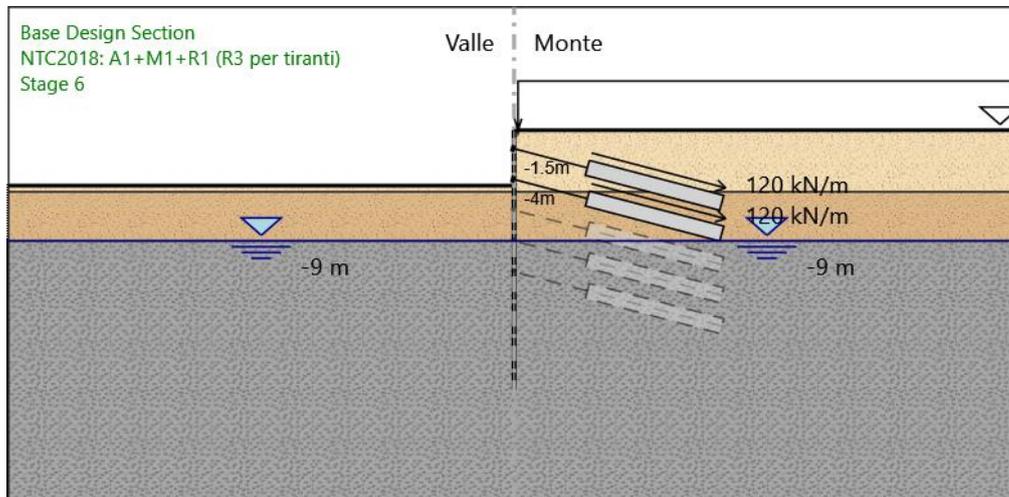
Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-4.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

Tirante : Tieback 2

X : 0 m

Z : -4 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

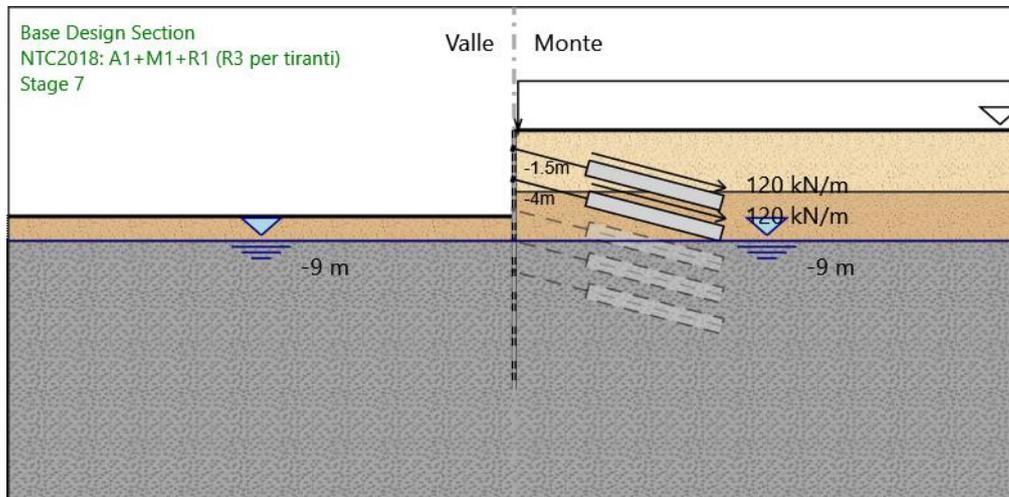
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

## Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -7 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-7 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

Tirante : Tieback 2

X : 0 m

Z : -4 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

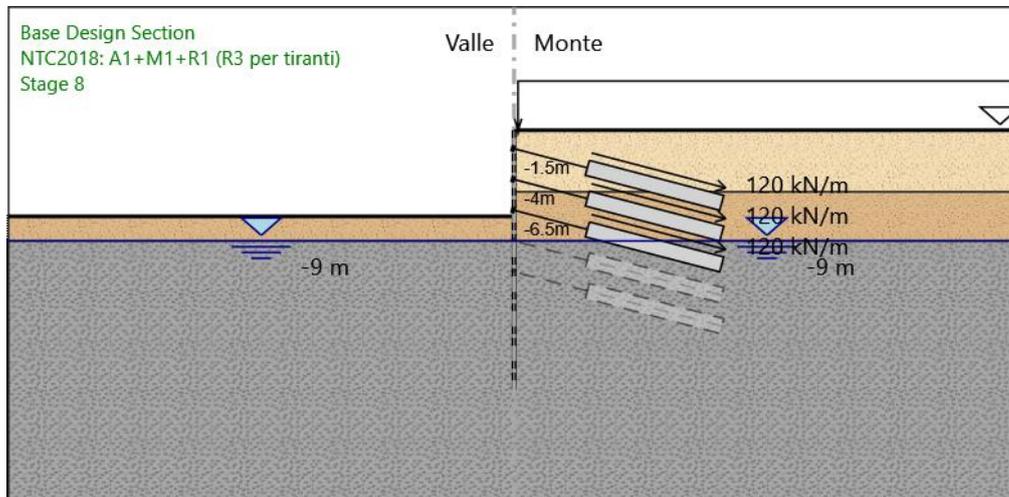
Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Trave di ripartizione

HE 200A

Materiale : S275

## Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -7 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-7 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9 m

Falda di destra : -9 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

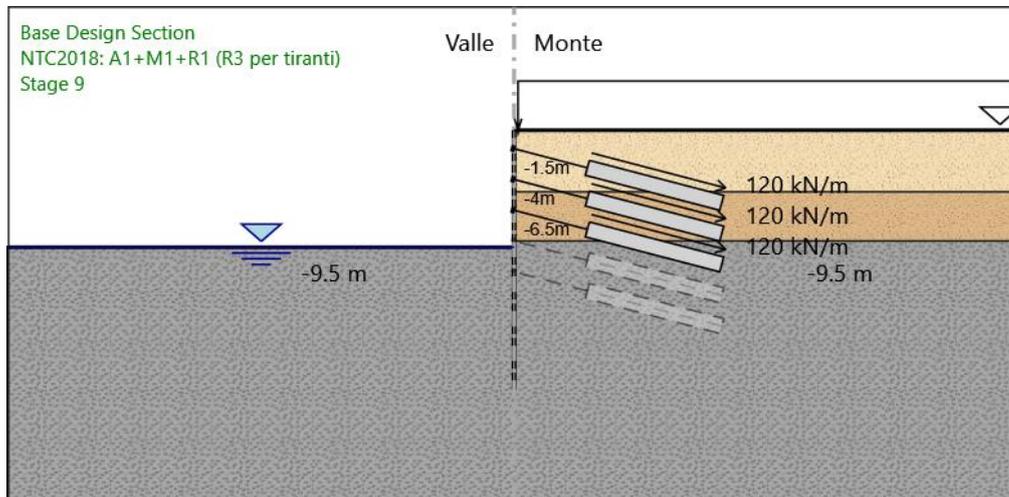
Tirante : Tieback 2  
    X : 0 m  
    Z : -4 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        Tipo di barre : Barre trefoli  
        Numero di barre : 3  
        Diametro : 0.01331 m  
        Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Default Waler  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 3  
    X : 0 m  
    Z : -6.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

## Stage 9



Stage 9

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-9.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.5 m

Falda di destra : -9.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

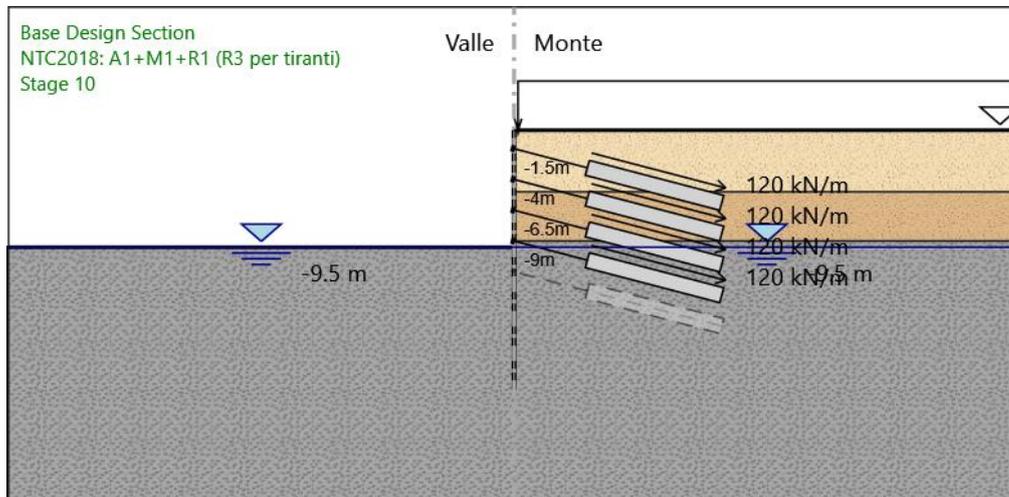
Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>  
Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275  
Tirante : Tieback 2  
    X : 0 m  
    Z : -4 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275  
Tirante : Tieback 3  
    X : 0 m  
    Z : -6.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

## Stage 10



Stage 10

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-9.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.5 m

Falda di destra : -9.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 2  
    X : 0 m  
    Z : -4 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 3  
    X : 0 m  
    Z : -6.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

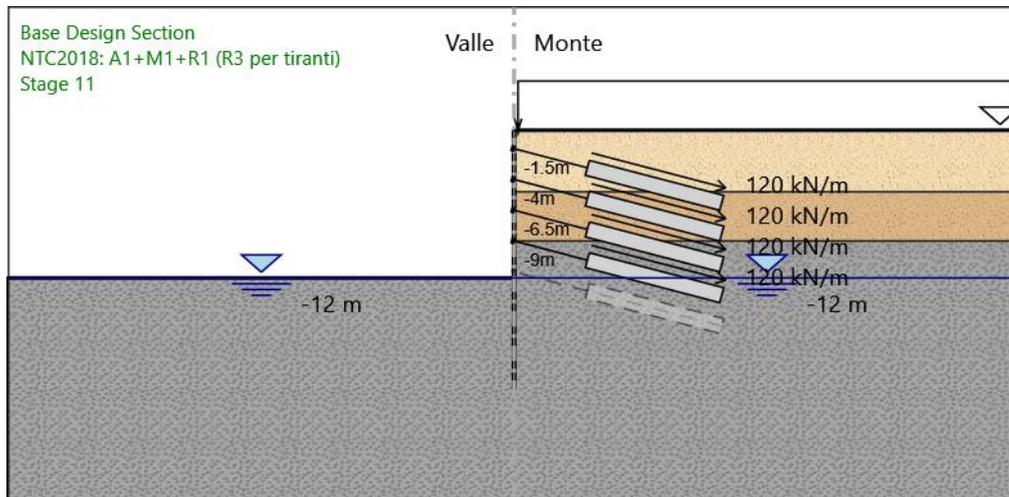
Tirante : Tieback 4  
    X : 0 m  
    Z : -9 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
Precarico : 270 kN  
Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands  
    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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

## Stage 11



Stage 11

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -12 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-12 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -12 m

Falda di destra : -12 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 2  
    X : 0 m  
    Z : -4 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 3  
    X : 0 m  
    Z : -6.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

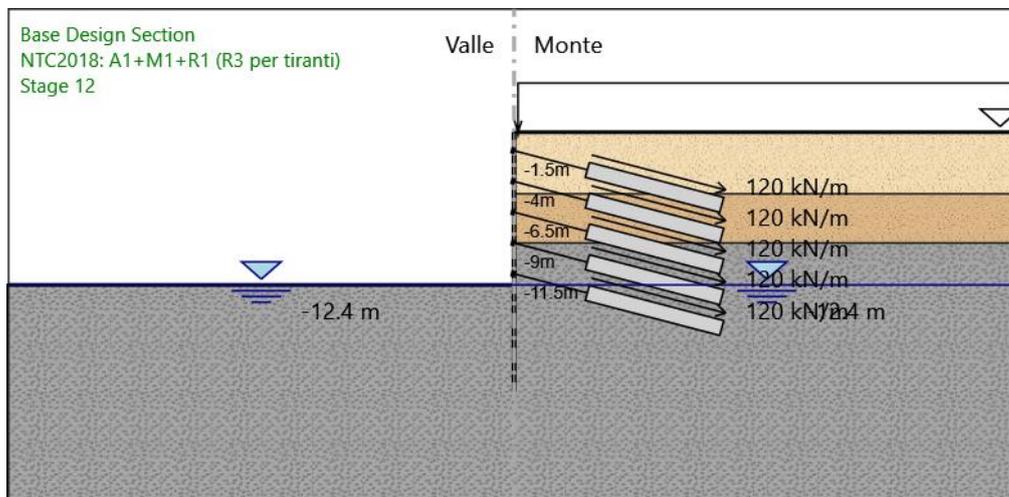
Tirante : Tieback 4  
    X : 0 m  
    Z : -9 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
Precarico : 270 kN  
Angolo : 165 °

Sezione : 3 strands  
    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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

## Stage 12



Stage 12

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -12.4 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-12.4 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -12.4 m

Falda di destra : -12.4 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -21 m

Sezione : Palo

Tirante : Tieback 1

X : 0 m

Z : -1.5 m

Lunghezza bulbo : 11 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.25 m

Precarico : 270 kN

Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Trave di ripartizione  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 2  
    X : 0 m  
    Z : -4 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 3  
    X : 0 m  
    Z : -6.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
        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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

Tirante : Tieback 4  
    X : 0 m  
    Z : -9 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
Precarico : 270 kN  
Angolo : 165 °  
Sezione : 3 strands  
    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 : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

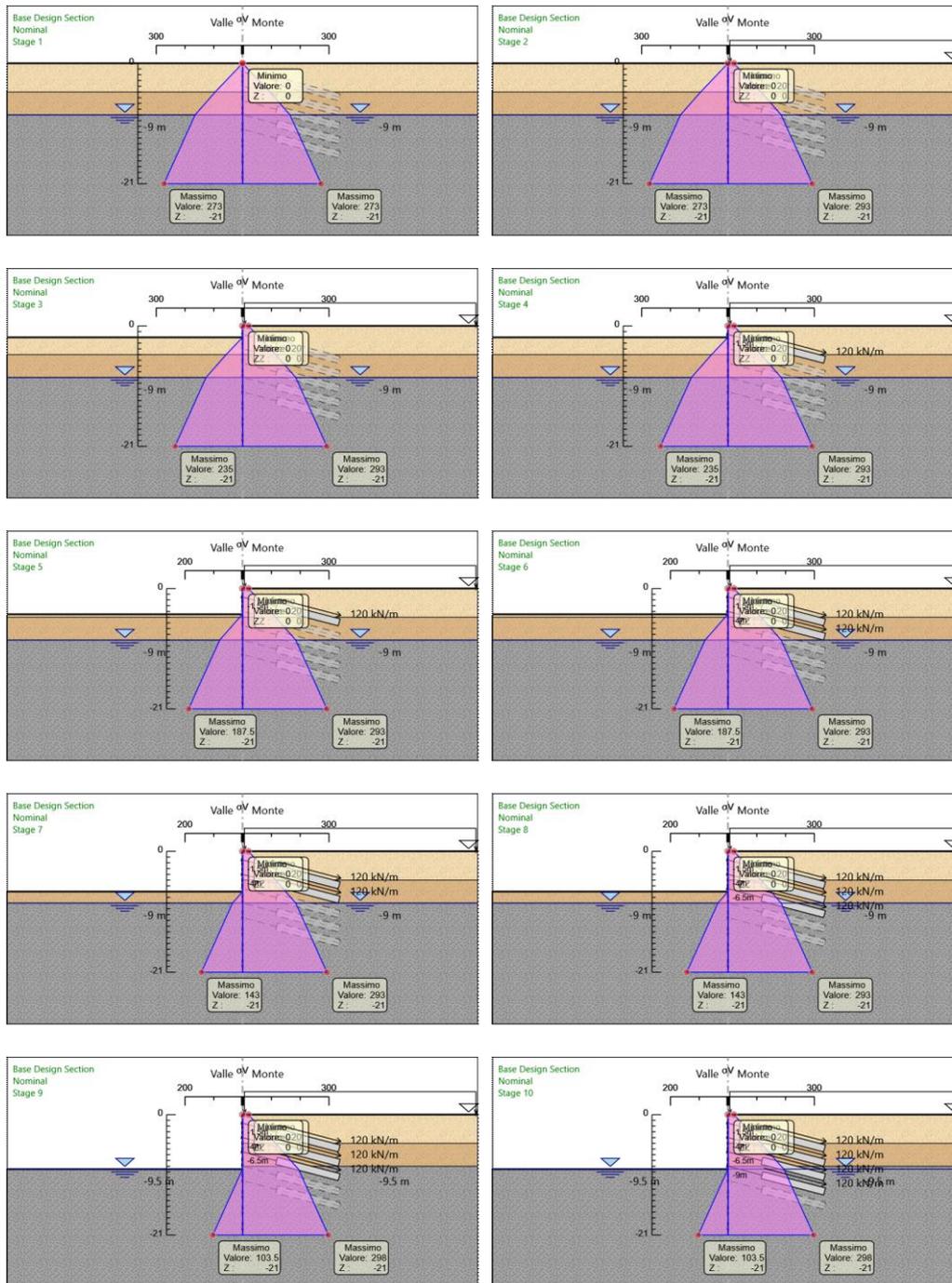
Tirante : Tieback 5  
    X : 0 m  
    Z : -11.5 m  
    Lunghezza bulbo : 11 m  
    Diametro bulbo : 0.16 m  
    Lunghezza libera : 6 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.25 m  
    Precarico : 270 kN  
    Angolo : 165 °  
    Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : Default Waler  
    Sezione : Trave di ripartizione  
    HE 200A  
    Materiale : S275

# Grafici dei Risultati

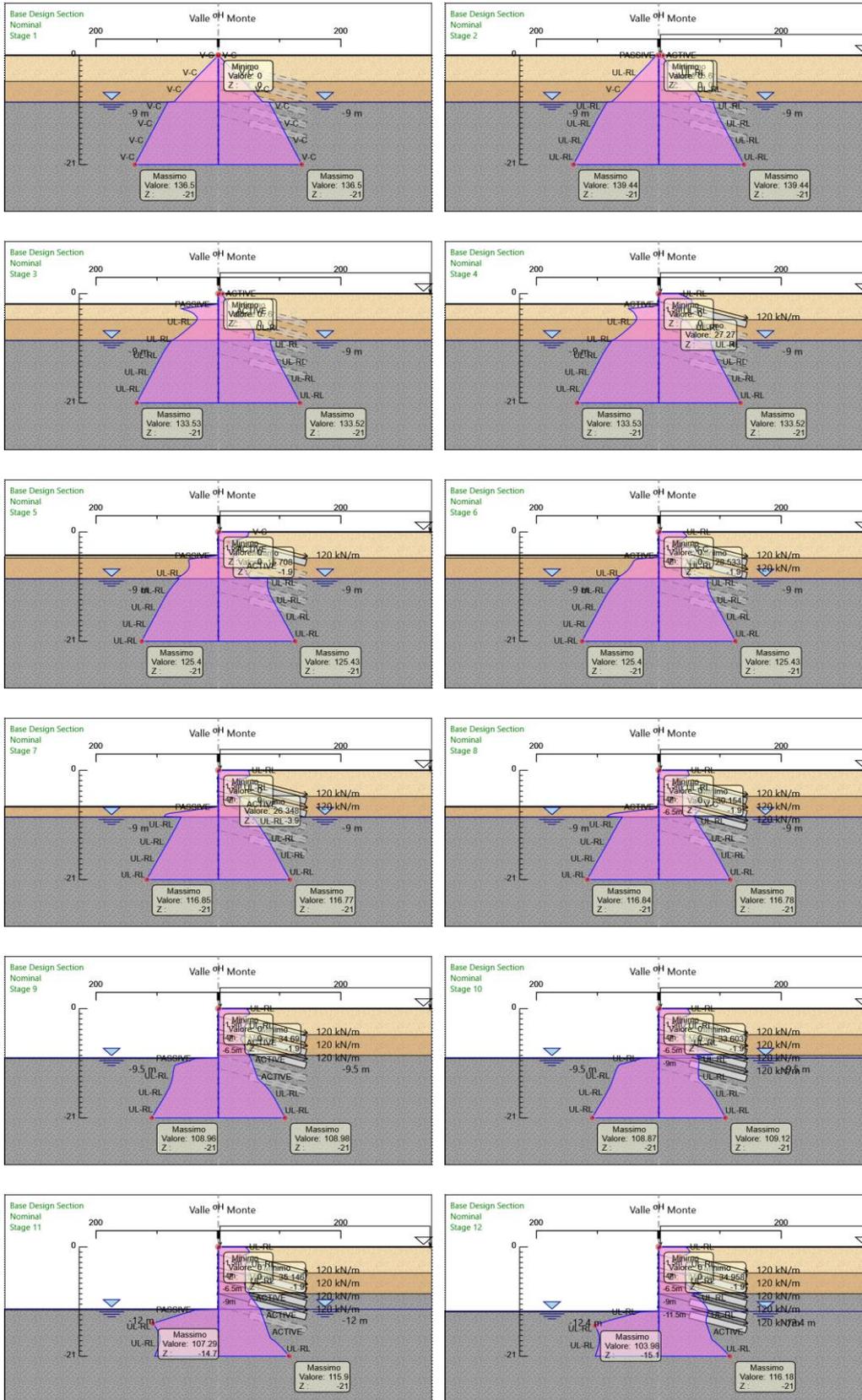
## Risultati Terreno

### Grafico Risultati Terreno Sigma V

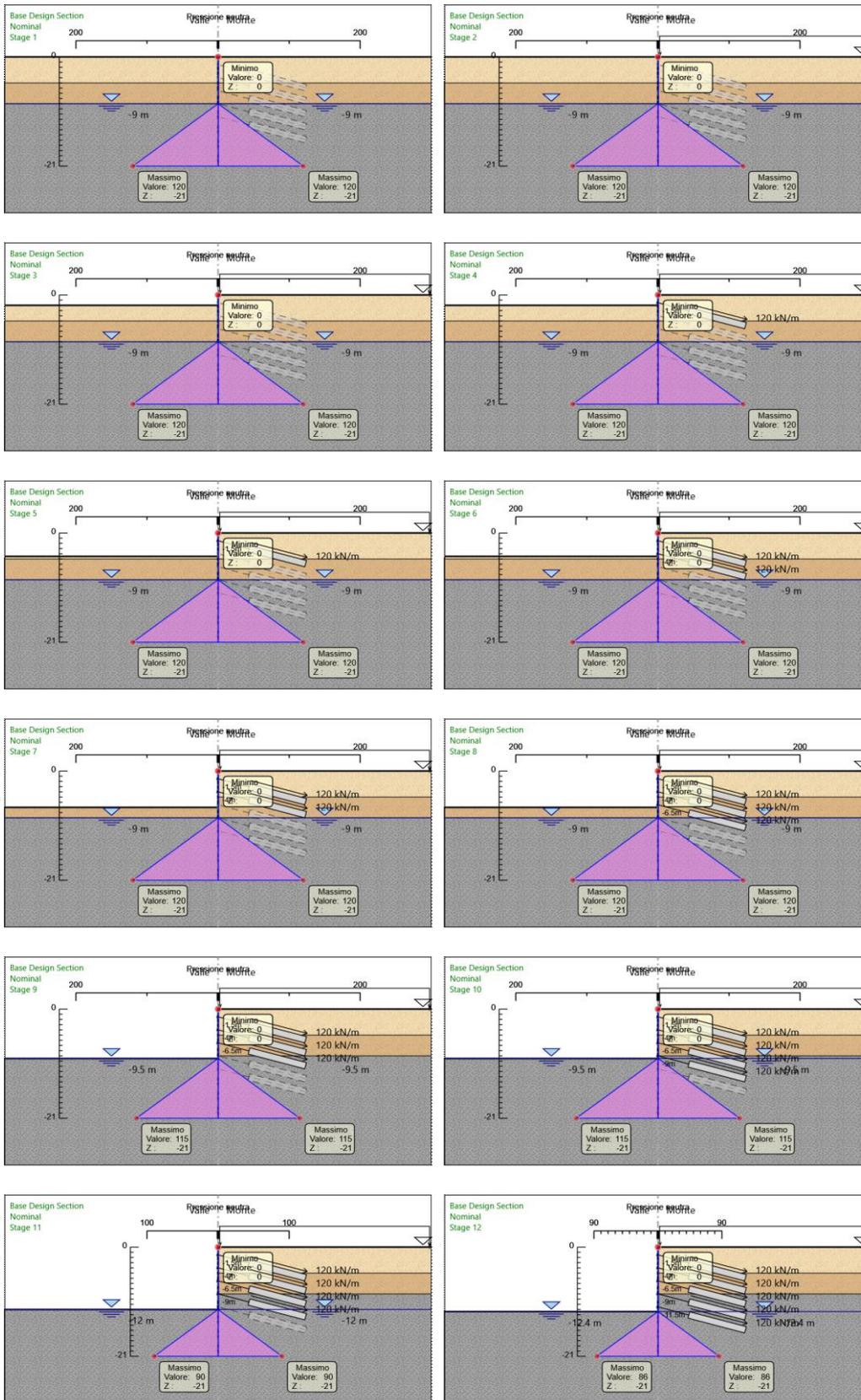




# Grafico Risultati Terreno Sigma H



# Grafico Risultati Terreno Pore



## Riepilogo spinte

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Riepilogo spinte	Muro:	LEFT	Lato	LEFT		
		Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)
Stage 1	1648.5	720	2368.5	941.3	10978.5	15.02%	1.75
Stage 2	1705.8	720	2425.8	941.3	10978.5	15.54%	1.81
Stage 3	1602.4	720	2322.4	705.6	8535.7	18.77%	2.27
Stage 4	1587.1	720	2307.1	705.6	8535.7	18.59%	2.25
Stage 5	1386	720	2106	440.9	5860.1	23.65%	3.14
Stage 6	1371.3	720	2091.3	440.9	5860.1	23.4%	3.11
Stage 7	1173.7	720	1893.7	223.9	3744.7	31.34%	5.24
Stage 8	1157.8	720	1877.8	223.9	3744.7	30.92%	5.17
Stage 9	944.3	661.3	1605.6	86.5	2183.9	43.24%	10.92
Stage 10	927.8	661.3	1589.1	86.5	2183.9	42.48%	10.73
Stage 11	816.6	405.1	1221.6	39.1	1405.4	58.1%	20.88
Stage 12	771.6	369.9	1141.5	33.3	1296.5	59.51%	23.17

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Riepilogo spinte	Muro:	LEFT	Lato	RIGHT		
		Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)
Stage 1	1648.5	720	2368.5	941.3	10978.5	15.02%	1.75
Stage 2	1705.8	720	2425.8	1071	12335.2	13.83%	1.59
Stage 3	1602.4	720	2322.4	1071	12335.2	12.99%	1.5
Stage 4	1703.1	720	2423.1	1071	12335.2	13.81%	1.59
Stage 5	1506.6	720	2226.6	1071	12335.2	12.21%	1.41
Stage 6	1606.5	720	2326.5	1071	12335.2	13.02%	1.5
Stage 7	1418.5	720	2138.5	1071	12335.2	11.5%	1.32
Stage 8	1516.2	720	2236.3	1071	12335.2	12.29%	1.42
Stage 9	1326	661.3	1987.3	1090.3	12511.3	10.6%	1.22
Stage 10	1421.3	661.3	2082.6	1090.3	12511.3	11.36%	1.3
Stage 11	1370	405.1	1775	1174.9	13280	10.32%	1.17
Stage 12	1431.4	369.9	1801.2	1186.5	13385.6	10.69%	1.21

## Descrizione Coefficienti Design Assumption

### Coefficienti A

Nome	Carichi Per- manenti (F_dead_lo ad_unfa- vour)	Carichi Per- manenti (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_ Wa- terD R)	Pres sioni Lato Vall e (F_ Wa- ter Res)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_Q DStab)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2008 : SLE (Rara/Fr equente /Quasi Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2008 : A1+M1+ R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2008 : A2+M2+ R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

### Coefficienti M

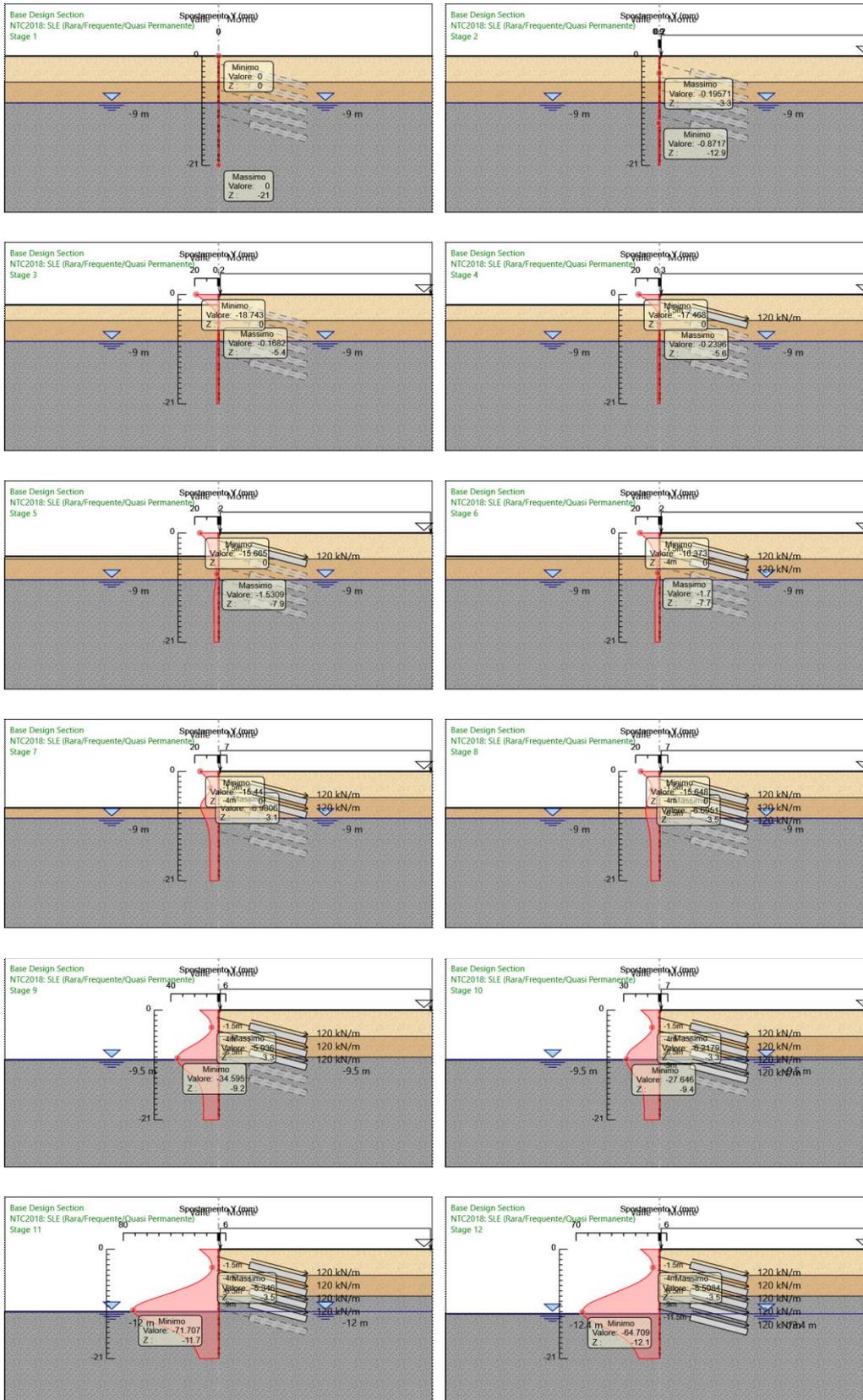
Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2008: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

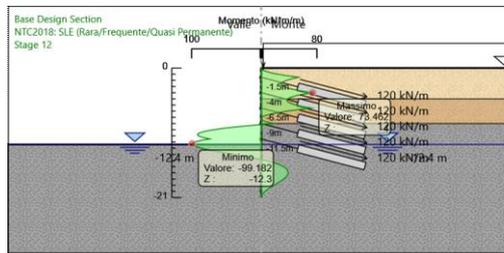
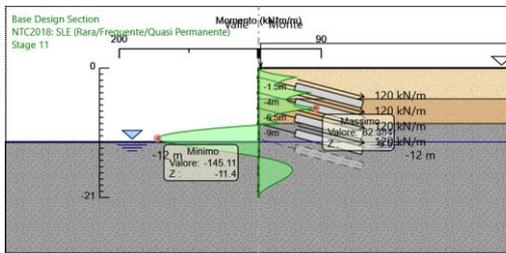
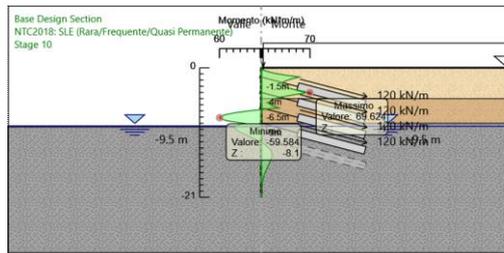
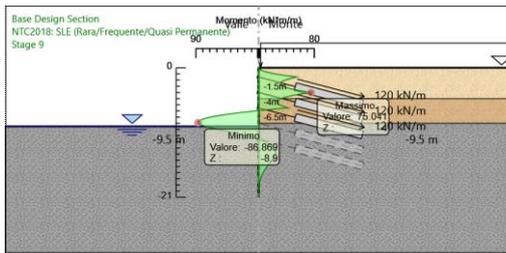
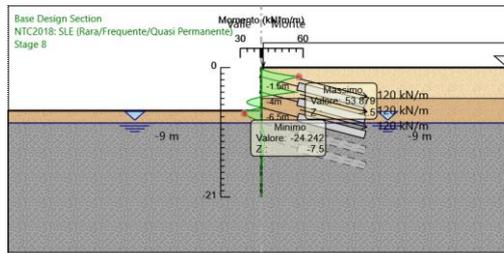
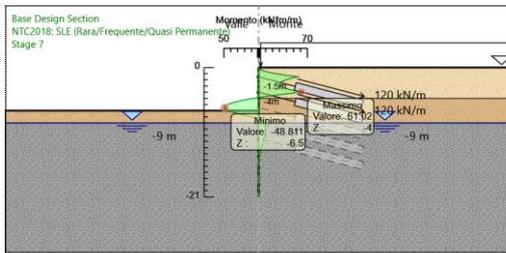
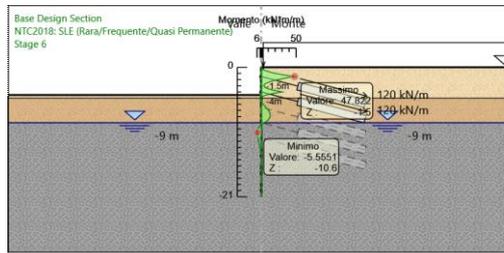
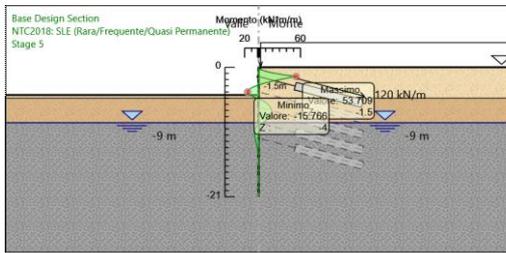
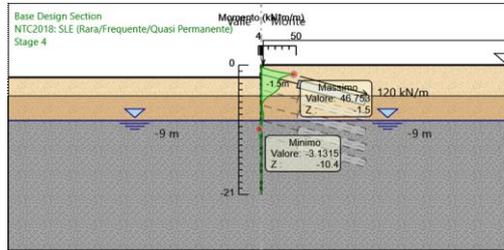
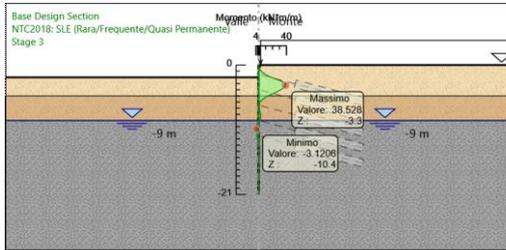
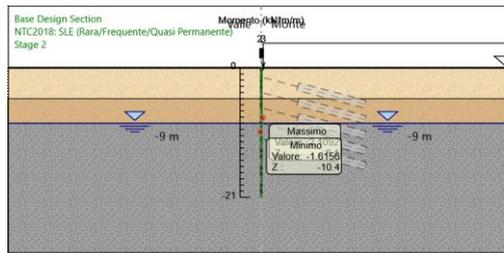
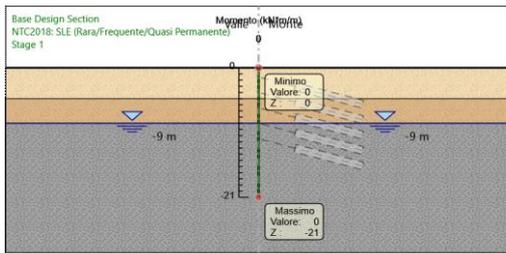
### Coefficienti R

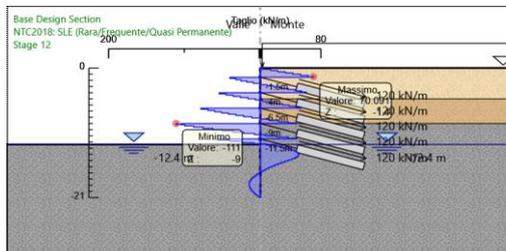
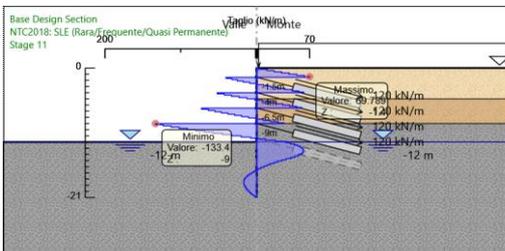
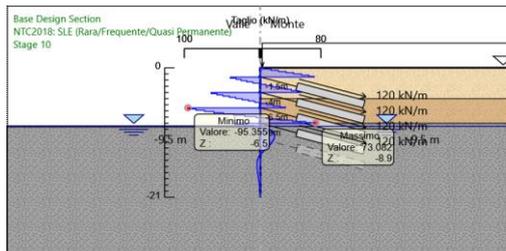
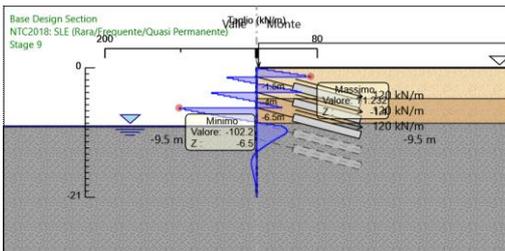
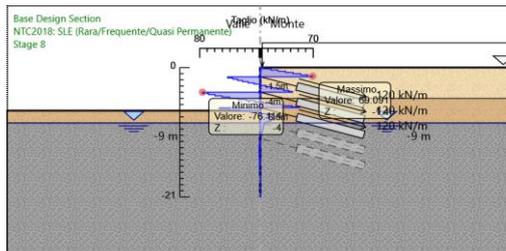
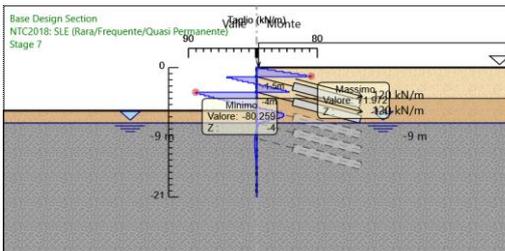
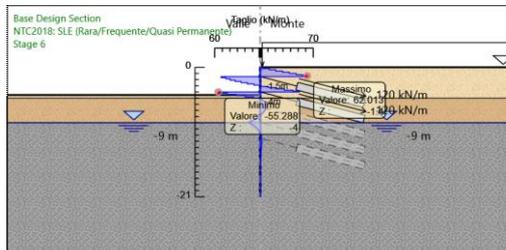
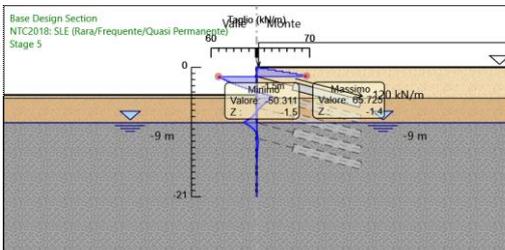
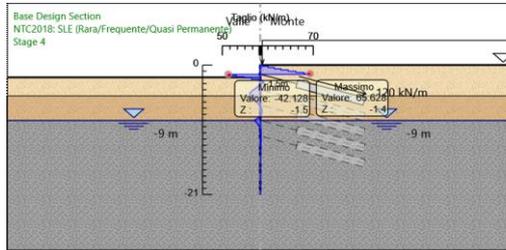
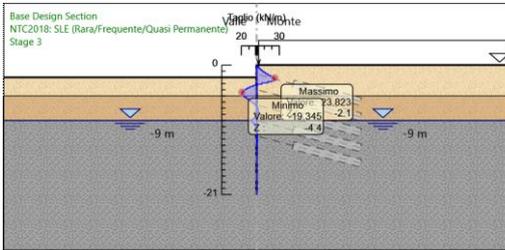
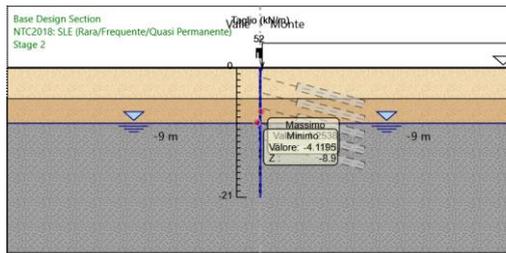
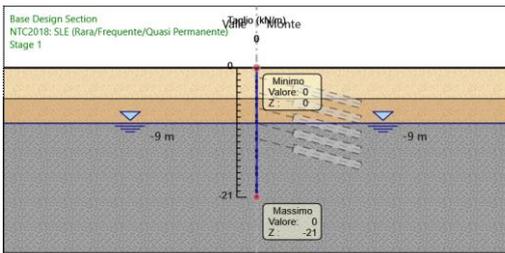
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2008: SLE (Rara/Fre- quente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2008: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

# Risultati NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

## Tabella Grafici dei Risultati







## Risultati Elementi strutturali - NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione Tieback 1

Stage	Forza (kN/m)
Stage 4	120
Stage 5	124.8671
Stage 6	123.4628
Stage 7	121.8154
Stage 8	122.3874
Stage 9	120.8571
Stage 10	121.1766
Stage 11	120.8749
Stage 12	120.8928

**Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione Tieback 2**

<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 6	120
Stage 7	131.5713
Stage 8	128.6885
Stage 9	127.7436
Stage 10	128.5322
Stage 11	124.9202
Stage 12	125.5769

**Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione Tieback 3**

<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 8	120
Stage 9	146.6197
Stage 10	141.1983
Stage 11	143.8373
Stage 12	143.8867

**Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione Tieback 4**

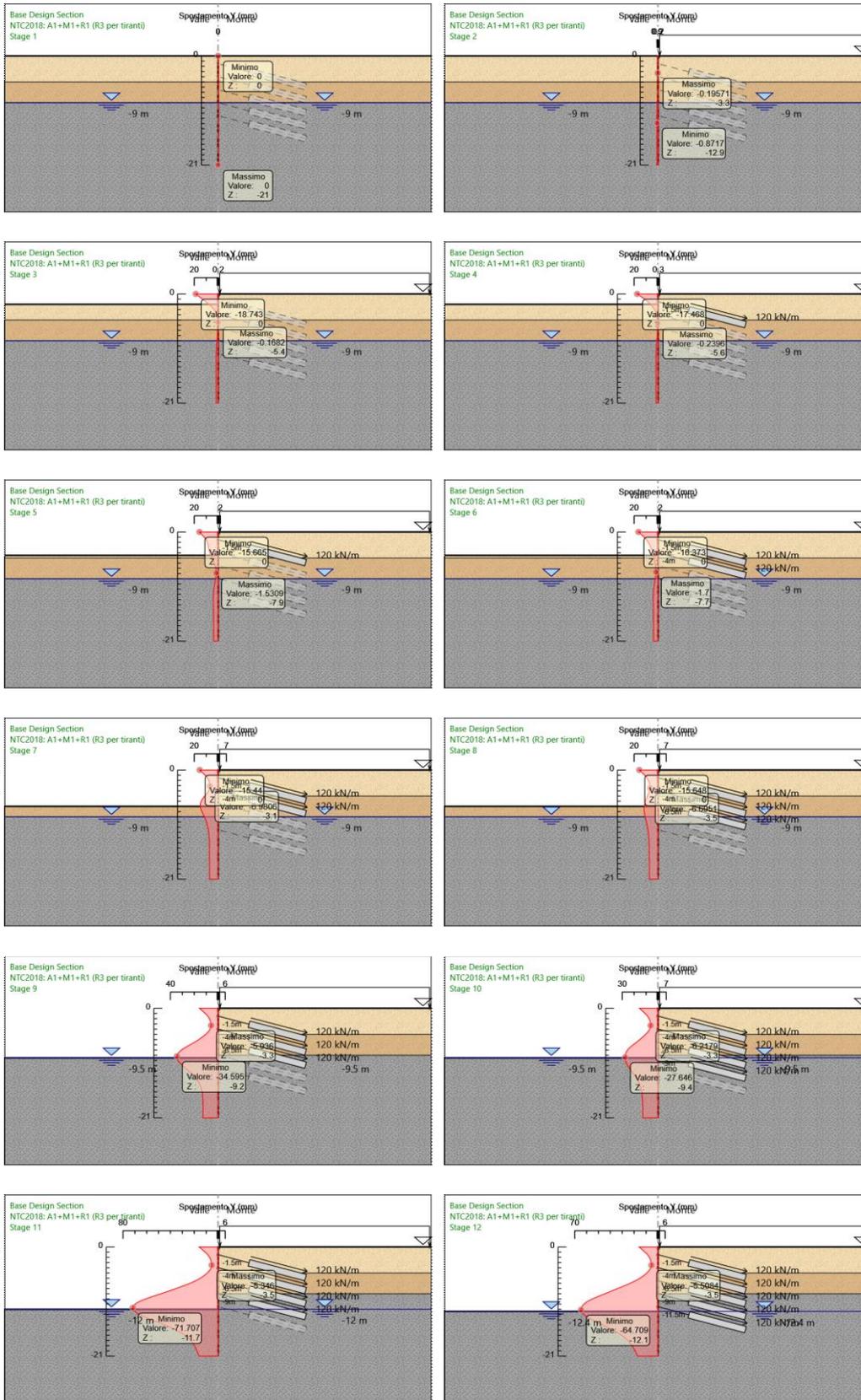
<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 10	120
Stage 11	183.2912
Stage 12	172.6826

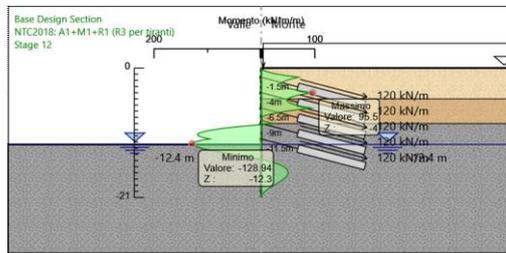
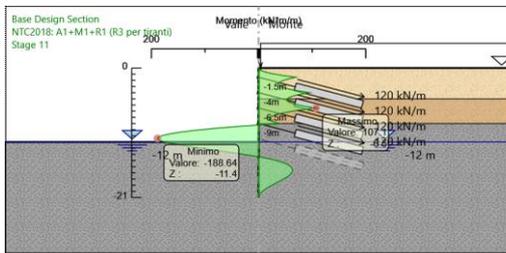
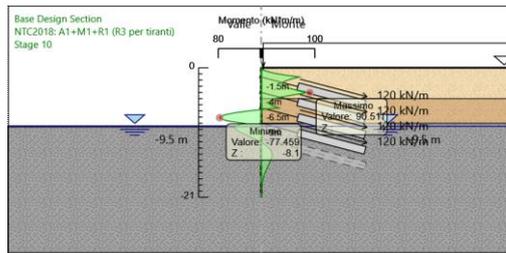
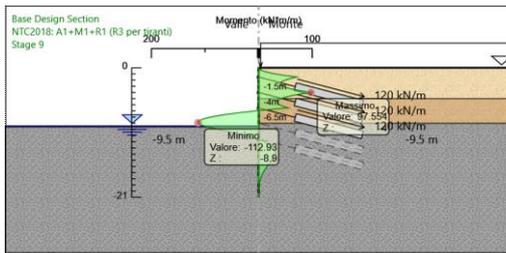
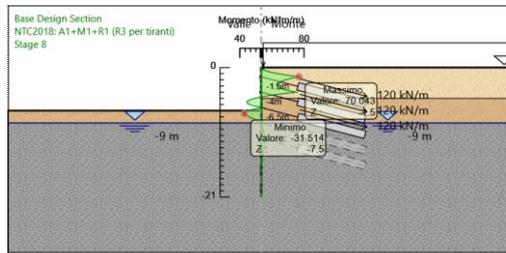
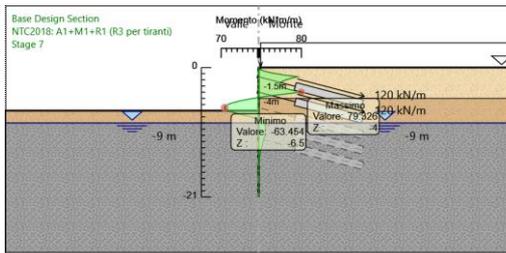
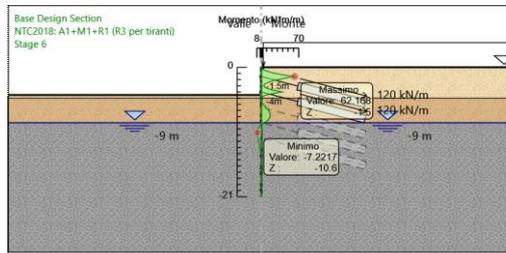
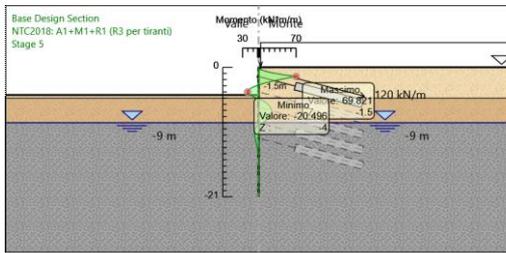
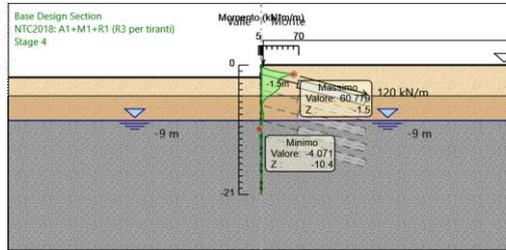
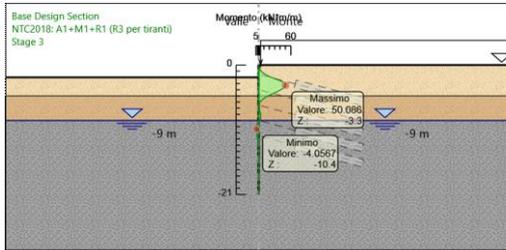
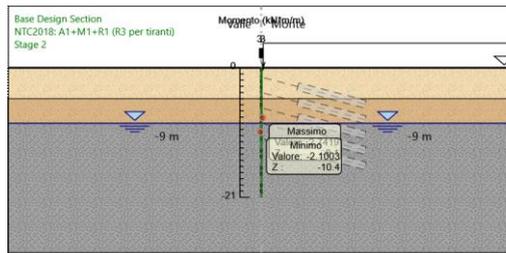
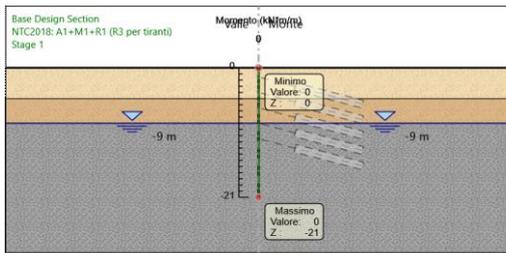
Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Sollecitazione Tieback 5

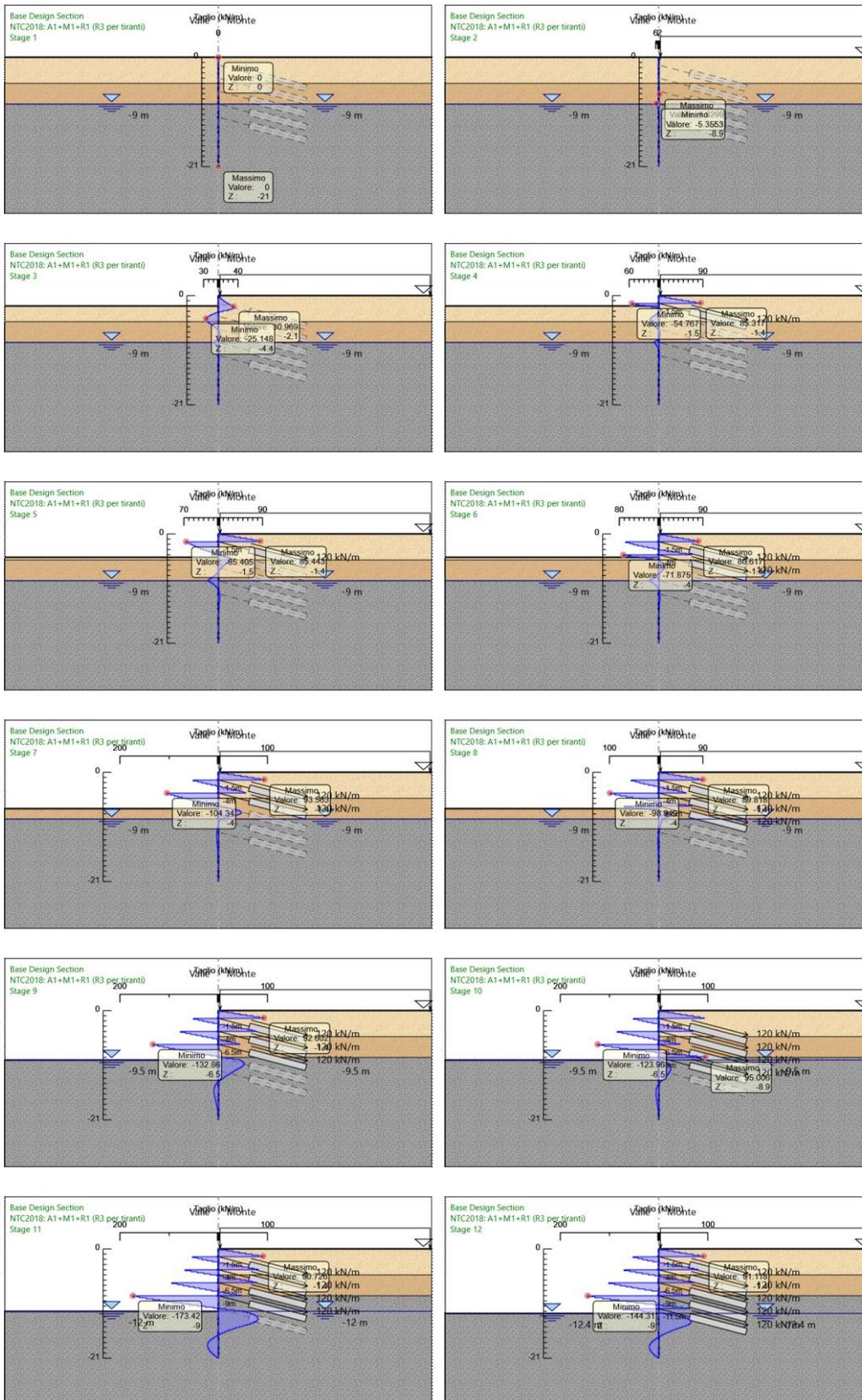
Stage	Forza (kN/m)
Stage 12	120

# Risultati NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Tabella Grafici dei Risultati







## Risultati Elementi strutturali - NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 1

Stage	Forza (kN/m)
Stage 4	156
Stage 5	162.32723
Stage 6	160.50164
Stage 7	158.36002

**Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 1**

Stage	Forza (kN/m)
Stage 8	159.10362
Stage 9	157.11423
Stage 10	157.52958
Stage 11	157.13737
Stage 12	157.16064

**Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 2**

<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 6	156
Stage 7	171.04269
Stage 8	167.29505
Stage 9	166.06668
Stage 10	167.09186
Stage 11	162.39626
Stage 12	163.24997

**Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 3**

Stage	Forza (kN/m)
Stage 8	156
Stage 9	190.60561
Stage 10	183.55779
Stage 11	186.98849
Stage 12	187.05271

**Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 4**

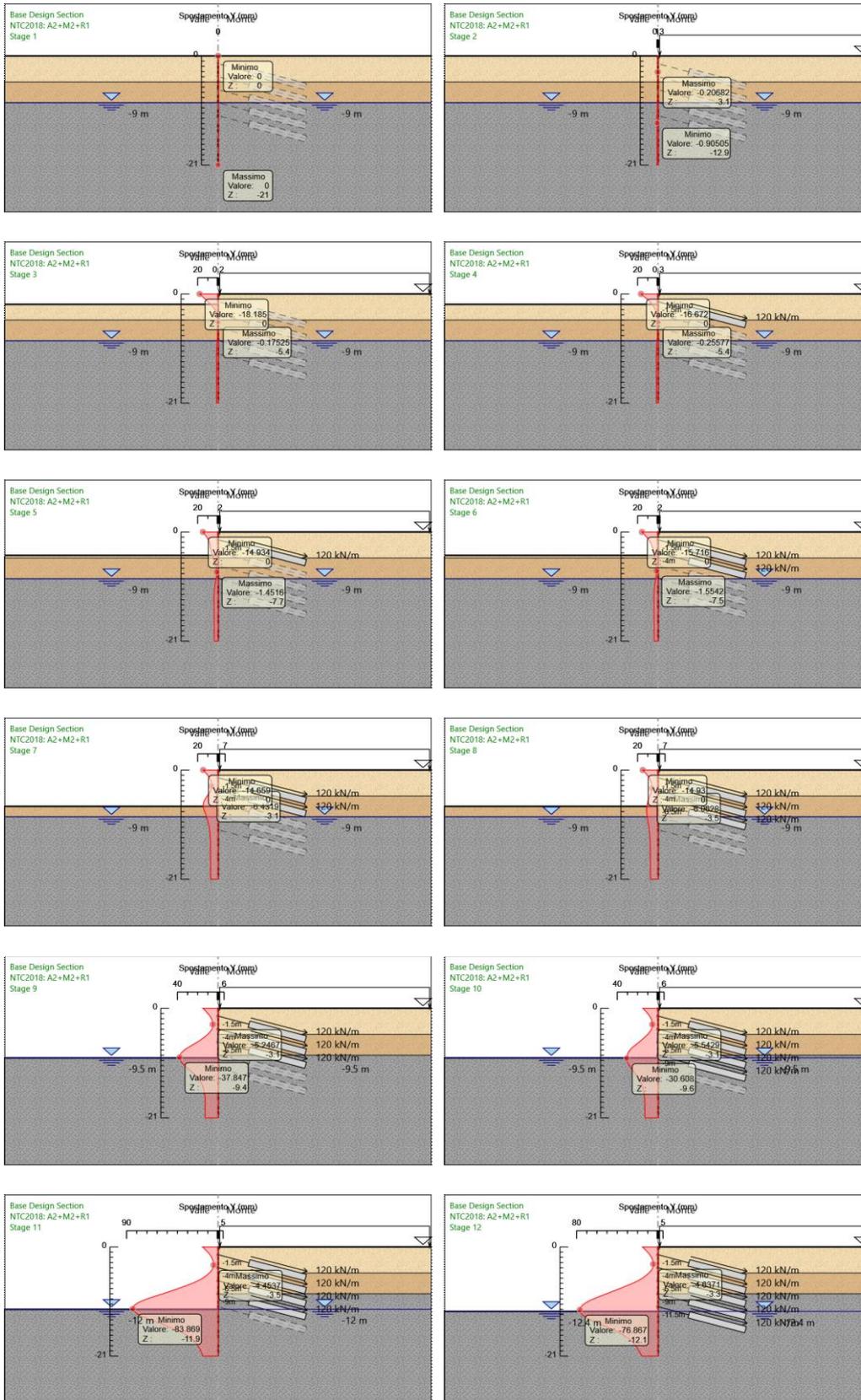
<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 10	156
Stage 11	238.27856
Stage 12	224.48738

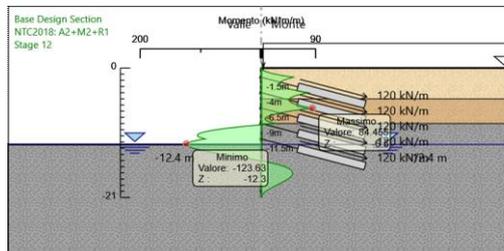
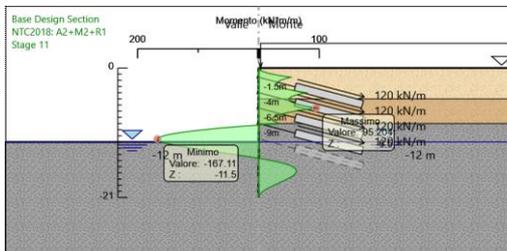
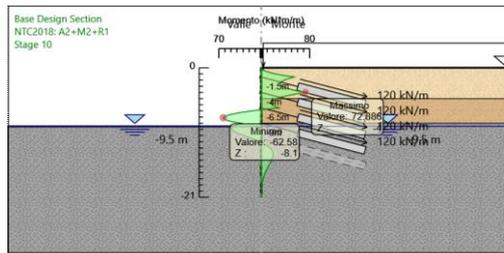
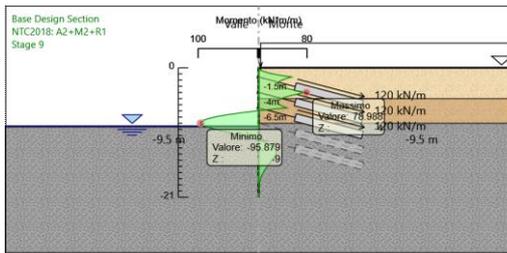
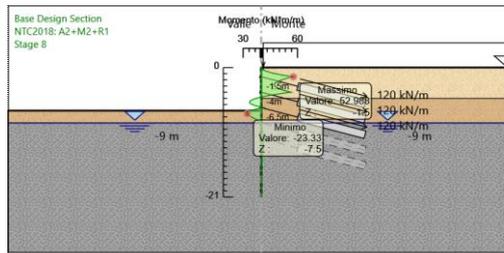
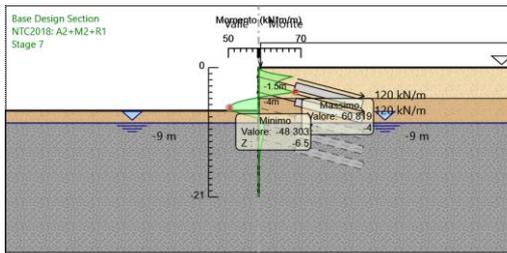
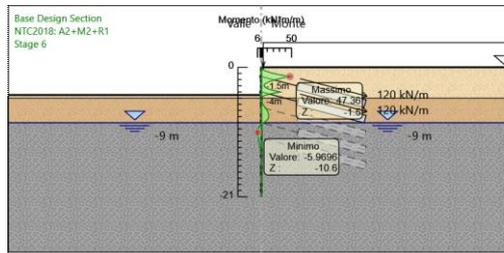
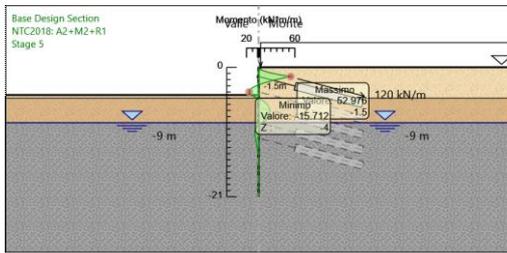
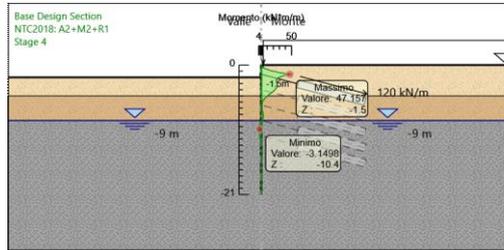
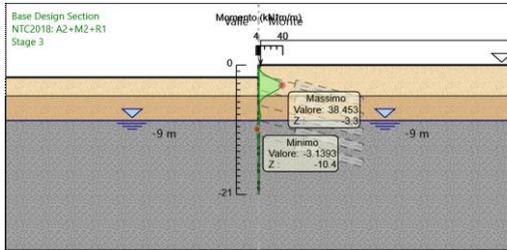
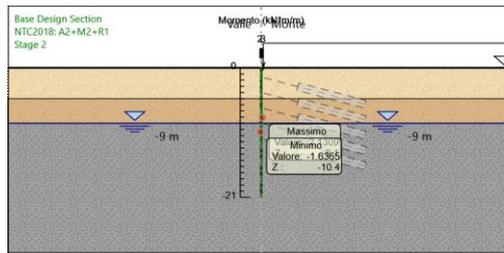
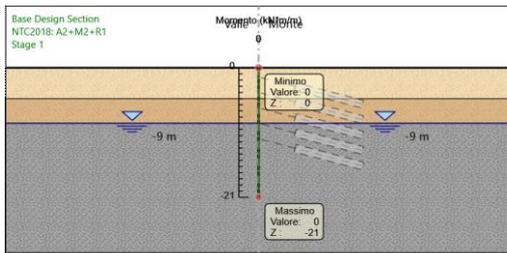
Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Sollecitazione Tieback 5

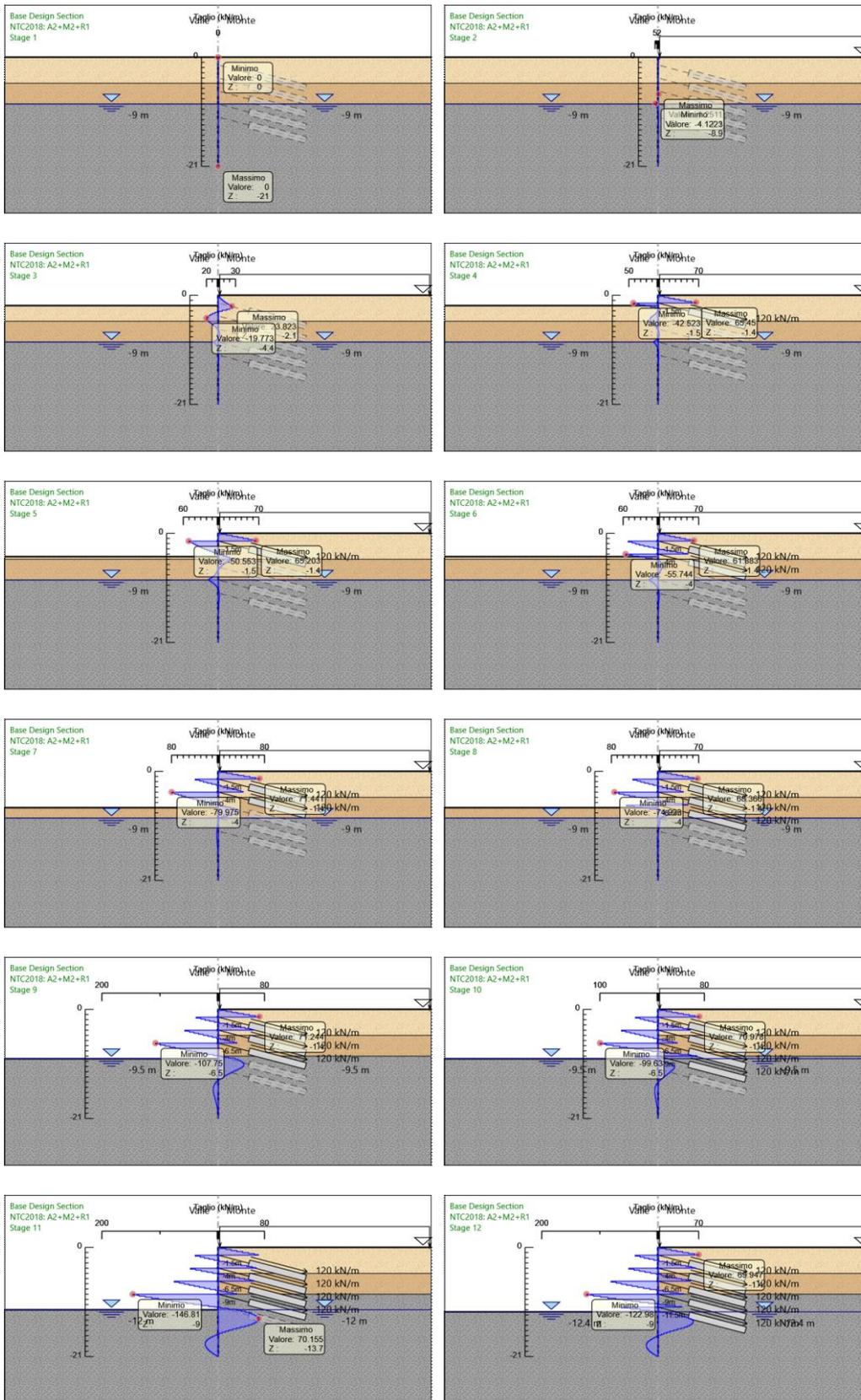
Stage	Forza (kN/m)
Stage 12	156

# Risultati NTC2008: A2+M2+R1

## Tabella Grafici dei Risultati







## Risultati Elementi strutturali - NTC2008: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 1

Stage	Forza (kN/m)
Stage 4	120
Stage 5	124.8015
Stage 6	123.1577
Stage 7	121.4806

**Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 1**

Stage	Forza (kN/m)
Stage 8	122.0919
Stage 9	120.1374
Stage 10	120.5329
Stage 11	120.0502
Stage 12	120.0917

**Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 2**

<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 6	120
Stage 7	131.7261
Stage 8	128.4265
Stage 9	127.7658
Stage 10	128.542
Stage 11	124.0958
Stage 12	124.8486

**Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 3**

<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 8	120
Stage 9	151.3253
Stage 10	145.2191
Stage 11	148.7717
Stage 12	148.6601

**Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 4**

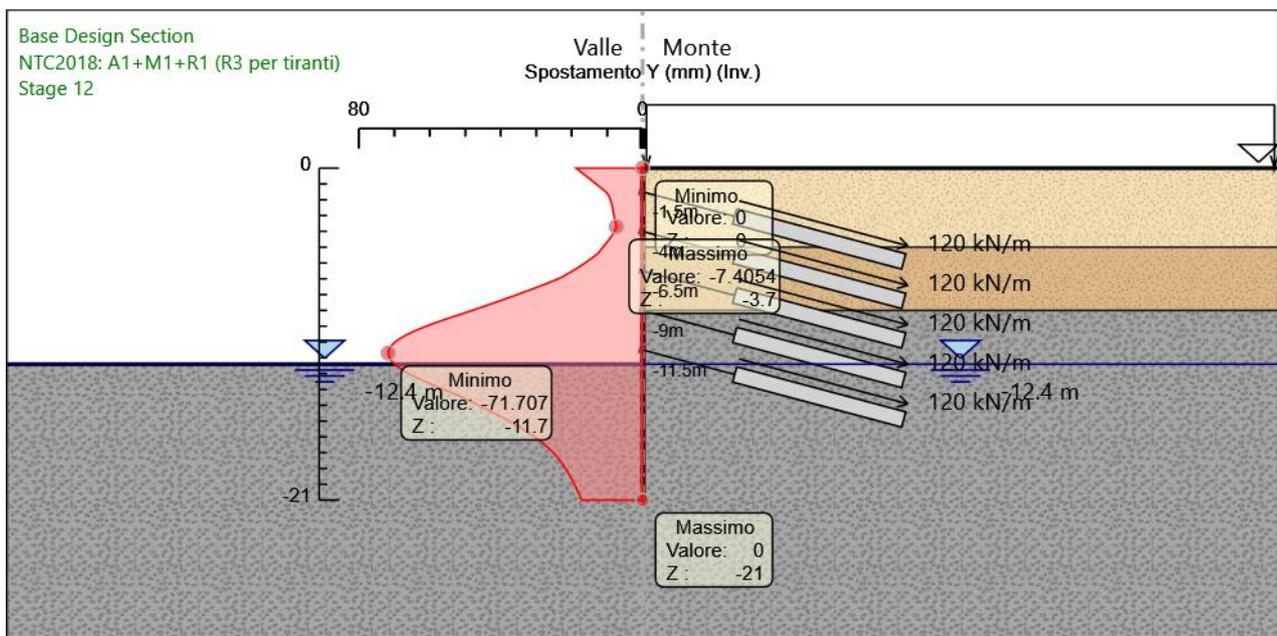
<b>Stage</b>	<b>Forza (kN/m)</b>
Stage 10	120
Stage 11	194.1124
Stage 12	182.479

**Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Sollecitazione Tieback 5**

Stage	Forza (kN/m)
Stage 12	120

# Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

## Grafico Inviluppi Spostamento



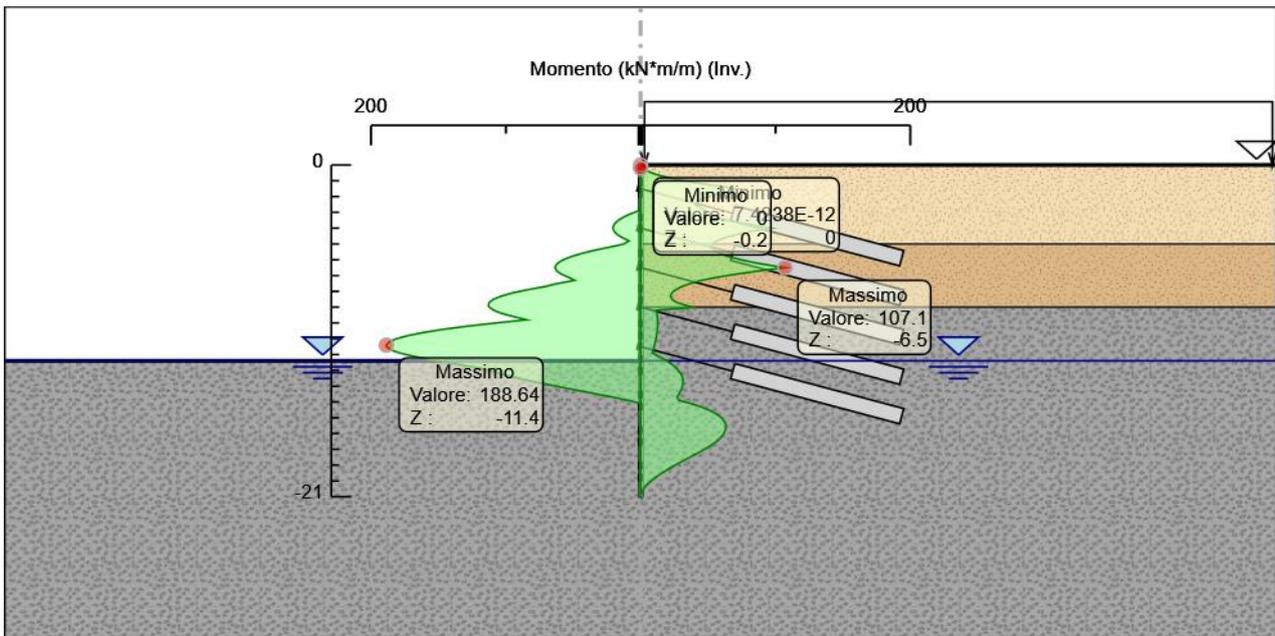
Spostamento

## Tabella Involuppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0	1.286
-0.4	0	5.131
-0.6	0	11.523
-0.8	0	20.542
-1	0	32.278
-1.2	0	46.681
-1.4	0	63.634
-1.5	0	72.991
-1.7	0	62.771
-1.9	0	54.436
-2.1	0	47.745
-2.3	0	42.846
-2.5	0	40.384
-2.7	0	44.206
-2.9	1.471	48.102
-3.1	7.642	49.944
-3.3	12.687	55.12
-3.5	16.528	64.567
-3.7	19.11	76.222
-3.9	20.376	89.958
-4	20.496	97.554
-4.2	19.687	82.316
-4.4	17.424	71.212
-4.6	13.654	62.614
-4.8	8.669	56.612
-5	12.388	53.273
-5.2	22.975	52.634
-5.4	34.298	54.508
-5.6	43.845	58.819
-5.8	51.564	65.454
-6	57.406	74.405
-6.2	61.318	85.706
-6.4	63.25	99.376
-6.5	63.454	107.099
-6.7	62.32	88.193
-6.9	59.079	71.617
-7.1	53.679	57.312
-7.3	48.992	45.216
-7.5	61.598	36.912
-7.7	71.171	30.463
-7.9	84.334	25.832
-8.1	95.084	23.056
-8.3	103.369	22.177
-8.5	109.139	23.232
-8.7	112.343	26.691
-8.9	112.93	34.106
-9	112.223	38.814
-9.2	108.875	11.514
-9.4	102.886	12.049
-9.6	94.189	12.409
-9.8	84.678	12.612
-10	107.527	12.672
-10.2	128.347	12.605
-10.4	146.198	12.424
-10.6	161.015	12.142
-10.8	172.734	11.773
-11	181.288	11.329
-11.2	186.614	10.821
-11.4	188.645	10.263
-11.5	188.4	9.969
-11.7	185.367	9.355
-11.9	178.876	8.718
-12.1	168.863	12.81
-12.3	157.221	17.321
-12.5	144.2	21.174
-12.7	130.049	24.387

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.9	116.702	26.981
-13.1	108.635	28.971
-13.3	100.27	30.375
-13.5	90.613	31.206
-13.7	79.938	31.476
-13.9	68.516	31.25
-14.1	56.614	30.61
-14.3	44.494	29.635
-14.5	32.383	28.394
-14.7	20.472	26.949
-14.9	8.953	28.67
-15.1	0	37.255
-15.3	0	44.436
-15.5	0	50.311
-15.7	0	54.974
-15.9	0	58.516
-16.1	0.108	61.022
-16.3	0.193	62.572
-16.5	0.257	63.241
-16.7	0.304	63.096
-16.9	0.335	62.201
-17.1	0.353	60.83
-17.3	0.358	58.869
-17.5	0.355	56.22
-17.7	0.343	52.972
-17.9	0.325	49.262
-18.1	0.302	45.214
-18.3	0.275	40.939
-18.5	0.247	36.538
-18.7	0.217	32.102
-18.9	0.187	27.713
-19.1	0.157	23.443
-19.3	0.129	19.461
-19.5	0.102	15.739
-19.7	0.078	12.26
-19.9	0.057	9.091
-20.1	0.038	6.296
-20.3	0.023	3.938
-20.5	0.012	2.077
-20.7	0.004	0.774
-20.9	0	0.088
-21	0	0

# Grafico Involuppi Momento



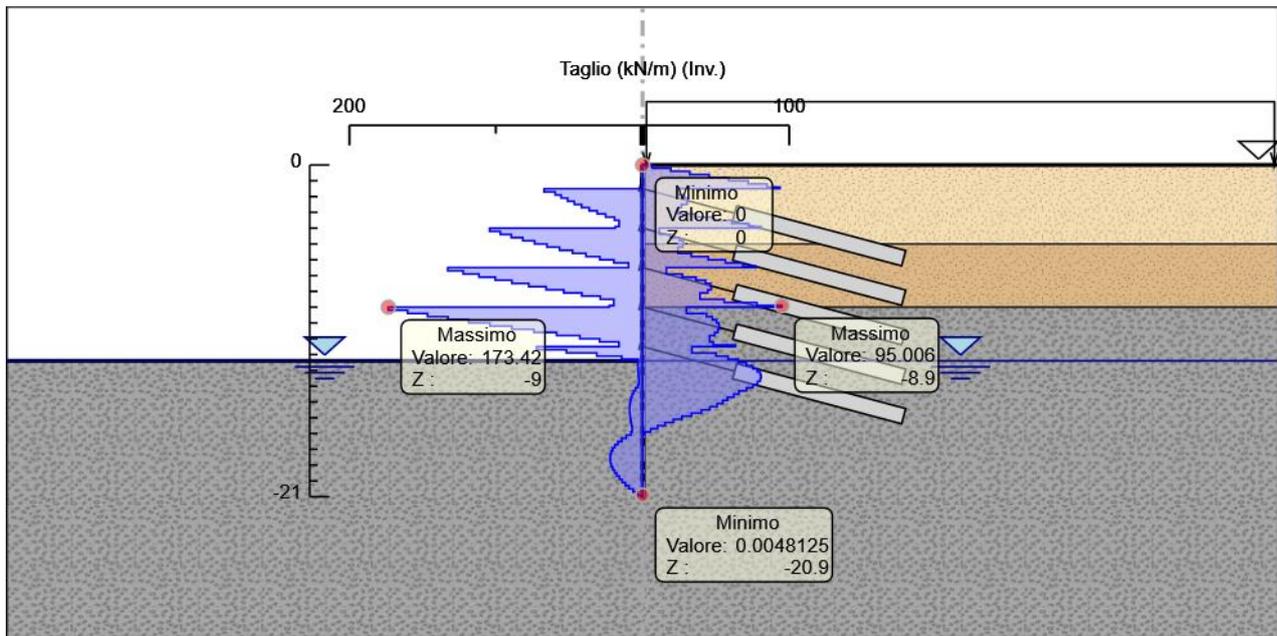
Momento

## Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	6.429
-0.2	0	19.228
-0.4	0	32.101
-0.6	0	45.333
-0.8	0	58.681
-1	0	72.016
-1.2	0	84.766
-1.4	0	93.563
-1.5	67.124	93.563
-1.7	67.124	24.273
-1.9	59.623	28.357
-2.1	55.539	30.969
-2.3	51.178	30.969
-2.5	46.541	30.36
-2.7	41.627	26.531
-2.9	36.436	24.336
-3.1	30.969	36.441
-3.3	25.225	48.707
-3.5	19.204	60.807
-3.7	16.068	72.442
-3.9	18.667	80.776
-4	104.336	80.776
-4.2	104.336	11.311
-4.4	97.071	18.854
-4.6	89.529	24.924
-4.8	81.71	27.773
-5	73.615	27.773
-5.2	65.243	27.401
-5.4	56.616	24.062
-5.6	47.734	33.178
-5.8	38.598	44.755
-6	29.207	56.504
-6.2	19.561	68.347
-6.4	9.66	77.232
-6.5	132.864	77.232
-6.7	132.864	16.207
-6.9	122.326	26.999
-7.1	111.533	36.436
-7.3	100.486	42.906
-7.5	89.183	46.41
-7.7	77.626	46.947
-7.9	65.815	46.947
-8.1	53.748	44.517
-8.3	41.427	39.121
-8.5	28.85	55.588
-8.7	19.657	77.879
-8.9	22.719	95.006
-9	173.417	95.006
-9.2	173.417	29.948
-9.4	160.205	43.486
-9.6	146.667	47.555
-9.8	132.803	50.375
-10	118.613	51.946
-10.2	104.097	52.266
-10.4	89.255	52.266
-10.6	74.087	51.338
-10.8	58.593	49.159
-11	42.773	45.732
-11.2	29.3	48.142
-11.4	16.169	63.204
-11.5	72.32	63.204
-11.7	72.32	33.599
-11.9	51.894	50.066
-12.1	31.308	58.211
-12.3	14.311	65.107
-12.5	3.266	70.753
-12.7	3.213	75.149

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: WallElement	
	Inviluppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.9	3.129	78.296
-13.1	3.016	80.193
-13.3	2.881	80.84
-13.5	2.727	80.84
-13.7	2.559	80.238
-13.9	3.197	78.387
-14.1	4.875	75.286
-14.3	6.205	70.935
-14.5	7.225	65.65
-14.7	7.968	62.227
-14.9	8.47	57.842
-15.1	8.763	54.672
-15.3	8.875	50.789
-15.5	8.875	45.944
-15.7	8.836	40.139
-15.9	8.669	33.372
-16.1	8.399	26.899
-16.3	8.046	20.9
-16.5	7.63	15.353
-16.7	7.166	10.235
-16.9	7.953	5.522
-17.1	11.181	1.184
-17.3	14.19	0.019
-17.5	16.907	0.059
-17.7	18.973	0.09
-17.9	20.451	0.115
-18.1	21.401	0.132
-18.3	22.004	0.143
-18.5	22.18	0.149
-18.7	22.18	0.151
-18.9	21.948	0.151
-19.1	21.347	0.148
-19.3	20.409	0.142
-19.5	19.165	0.133
-19.7	17.635	0.121
-19.9	15.846	0.107
-20.1	13.975	0.092
-20.3	11.792	0.075
-20.5	9.304	0.057
-20.7	6.515	0.038
-20.9	3.426	0.019
-21	0.885	0.005

# Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2008: A2+M2+R1 Stage 12 Left Wall			LEFT	64.1
NTC2008: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall			RIGHT	15.13

## Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2008: A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	170.13
NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 11	Left Wall	RIGHT	116.61

## ***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	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6	Stage 7	Stage 8	Stage 9	Stage 10	Stage 11	Stage 12
NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
NTC2008: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

## Risultati SteelWorld

### Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
0	0	
-0.2	0.006	
-0.4	0.023	
-0.6	0.052	
-0.8	0.093	
-1	0.146	
-1.2	0.212	
-1.4	0.288	
-1.5	0.331	
-1.7	0.284	
-1.9	0.247	
-2.1	0.216	
-2.3	0.194	
-2.5	0.183	
-2.7	0.2	
-2.9	0.218	
-3.1	0.226	
-3.3	0.25	
-3.5	0.293	
-3.7	0.345	
-3.9	0.408	
-4	0.442	
-4.2	0.373	
-4.4	0.323	
-4.6	0.284	
-4.8	0.257	
-5	0.241	
-5.2	0.238	
-5.4	0.247	
-5.6	0.267	
-5.8	0.297	
-6	0.337	
-6.2	0.388	
-6.4	0.45	
-6.5	0.485	
-6.7	0.4	
-6.9	0.325	
-7.1	0.26	
-7.3	0.222	
-7.5	0.279	
-7.7	0.322	
-7.9	0.382	
-8.1	0.431	
-8.3	0.468	
-8.5	0.495	
-8.7	0.509	
-8.9	0.512	
-9	0.509	
-9.2	0.493	
-9.4	0.466	
-9.6	0.427	
-9.8	0.384	
-10	0.487	
-10.2	0.582	
-10.4	0.662	
-10.6	0.73	
-10.8	0.783	
-11	0.821	
-11.2	0.846	
-11.4	0.855	
-11.5	0.854	
-11.7	0.84	
-11.9	0.811	
-12.1	0.765	

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-12.3	0.712	
-12.5	0.653	
-12.7	0.589	
-12.9	0.529	
-13.1	0.492	
-13.3	0.454	
-13.5	0.411	
-13.7	0.362	
-13.9	0.31	
-14.1	0.257	
-14.3	0.202	
-14.5	0.147	
-14.7	0.122	
-14.9	0.13	
-15.1	0.169	
-15.3	0.201	
-15.5	0.228	
-15.7	0.249	
-15.9	0.265	
-16.1	0.277	
-16.3	0.284	
-16.5	0.287	
-16.7	0.286	
-16.9	0.282	
-17.1	0.276	
-17.3	0.267	
-17.5	0.255	
-17.7	0.24	
-17.9	0.223	
-18.1	0.205	
-18.3	0.186	
-18.5	0.166	
-18.7	0.145	
-18.9	0.126	
-19.1	0.106	
-19.3	0.088	
-19.5	0.071	
-19.7	0.056	
-19.9	0.041	
-20.1	0.029	
-20.3	0.018	
-20.5	0.009	
-20.7	0.004	
-20.9	0	
-21	0	

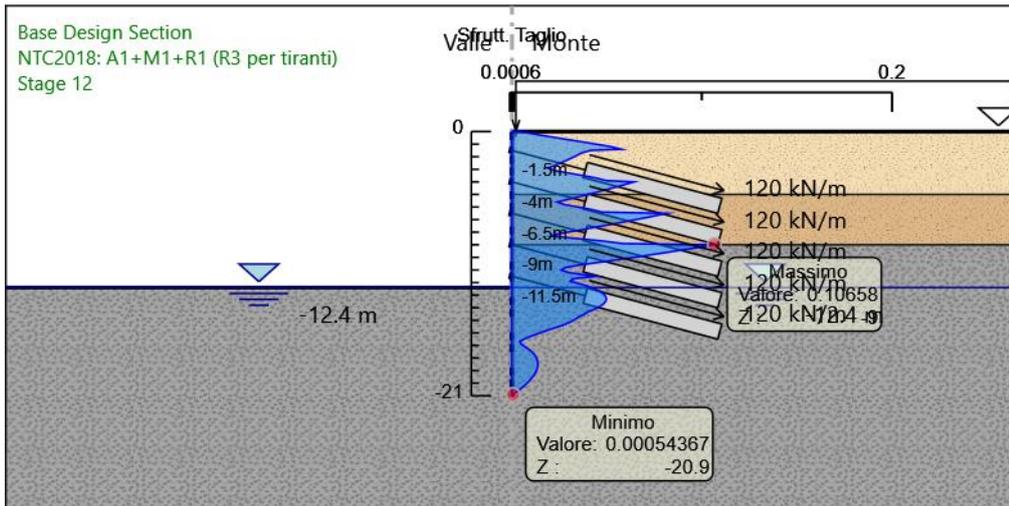


## Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
0	0.004	
-0.2	0.012	
-0.4	0.02	
-0.6	0.028	
-0.8	0.036	
-1	0.044	
-1.2	0.052	
-1.4	0.058	
-1.5	0.041	
-1.7	0.037	
-1.9	0.034	
-2.1	0.031	
-2.3	0.029	
-2.5	0.026	
-2.7	0.022	
-2.9	0.019	
-3.1	0.022	
-3.3	0.03	
-3.5	0.037	
-3.7	0.045	
-3.9	0.05	
-4	0.064	
-4.2	0.06	
-4.4	0.055	
-4.6	0.05	
-4.8	0.045	
-5	0.04	
-5.2	0.035	
-5.4	0.029	
-5.6	0.024	
-5.8	0.028	
-6	0.035	
-6.2	0.042	
-6.4	0.047	
-6.5	0.082	
-6.7	0.075	
-6.9	0.069	
-7.1	0.062	
-7.3	0.055	
-7.5	0.048	
-7.7	0.04	
-7.9	0.033	
-8.1	0.025	
-8.3	0.021	
-8.5	0.034	
-8.7	0.048	
-8.9	0.058	
-9	0.107	
-9.2	0.098	
-9.4	0.09	
-9.6	0.082	
-9.8	0.073	
-10	0.064	
-10.2	0.055	
-10.4	0.046	
-10.6	0.036	
-10.8	0.028	
-11	0.026	
-11.2	0.03	
-11.4	0.039	
-11.5	0.044	
-11.7	0.032	
-11.9	0.031	
-12.1	0.036	
-12.3	0.04	
-12.5	0.043	
-12.7	0.046	

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-12.9		0.048
-13.1		0.049
-13.3		0.05
-13.5		0.049
-13.7		0.048
-13.9		0.046
-14.1		0.044
-14.3		0.04
-14.5		0.038
-14.7		0.036
-14.9		0.034
-15.1		0.031
-15.3		0.028
-15.5		0.025
-15.7		0.021
-15.9		0.017
-16.1		0.013
-16.3		0.009
-16.5		0.006
-16.7		0.004
-16.9		0.005
-17.1		0.007
-17.3		0.009
-17.5		0.01
-17.7		0.012
-17.9		0.013
-18.1		0.013
-18.3		0.014
-18.5		0.014
-18.7		0.013
-18.9		0.013
-19.1		0.013
-19.3		0.012
-19.5		0.011
-19.7		0.01
-19.9		0.009
-20.1		0.007
-20.3		0.006
-20.5		0.004
-20.7		0.002
-20.9		0.001
-21		0.001

# Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

## Verifiche Tiranti NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008		
		Solecitazione	Resistenza GEO	Resistenza STR	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza
Tirante	Stage	(kN)	(kN)	(kN)			
Tieback 1	Stage 4	270	1161.133	605.557	0.233	0.446	
Tieback 1	Stage 5	280.951	1161.133	605.557	0.242	0.464	
Tieback 1	Stage 6	277.791	1161.133	605.557	0.239	0.459	
Tieback 1	Stage 7	274.085	1161.133	605.557	0.236	0.453	
Tieback 1	Stage 8	275.372	1161.133	605.557	0.237	0.455	
Tieback 1	Stage 9	271.928	1161.133	605.557	0.234	0.449	
Tieback 1	Stage 10	272.647	1161.133	605.557	0.235	0.45	
Tieback 1	Stage 11	271.969	1161.133	605.557	0.234	0.449	
Tieback 1	Stage 12	272.009	1161.133	605.557	0.234	0.449	
Tieback 2	Stage 6	270	1161.133	605.557	0.233	0.446	
Tieback 2	Stage 7	296.035	1161.133	605.557	0.255	0.489	
Tieback 2	Stage 8	289.549	1161.133	605.557	0.249	0.478	
Tieback 2	Stage 9	287.423	1161.133	605.557	0.248	0.475	
Tieback 2	Stage 10	289.197	1161.133	605.557	0.249	0.478	
Tieback 2	Stage 11	281.07	1161.133	605.557	0.242	0.464	
Tieback 2	Stage 12	282.548	1161.133	605.557	0.243	0.467	
Tieback 3	Stage 8	270	1161.133	605.557	0.233	0.446	
Tieback 3	Stage 9	329.894	1161.133	605.557	0.284	0.545	
Tieback 3	Stage 10	317.696	1161.133	605.557	0.274	0.525	
Tieback 3	Stage 11	323.634	1161.133	605.557	0.279	0.534	
Tieback 3	Stage 12	323.745	1161.133	605.557	0.279	0.535	
Tieback 4	Stage 10	270	1161.133	605.557	0.233	0.446	
Tieback 4	Stage 11	412.405	1161.133	605.557	0.355	0.681	
Tieback 4	Stage 12	388.536	1161.133	605.557	0.335	0.642	
Tieback 5	Stage 12	270	1161.133	605.557	0.233	0.446	

## Verifiche Tiranti NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback 1	Stage 4	351	586.431	605.557	0.599	0.58		
Tieback 1	Stage 5	365.236	586.431	605.557	0.623	0.603		
Tieback 1	Stage 6	361.129	586.431	605.557	0.616	0.596		
Tieback 1	Stage 7	356.31	586.431	605.557	0.608	0.588		
Tieback 1	Stage 8	357.983	586.431	605.557	0.61	0.591		
Tieback 1	Stage 9	353.507	586.431	605.557	0.603	0.584		
Tieback 1	Stage 10	354.442	586.431	605.557	0.604	0.585		
Tieback 1	Stage 11	353.559	586.431	605.557	0.603	0.584		
Tieback 1	Stage 12	353.611	586.431	605.557	0.603	0.584		
Tieback 2	Stage 6	351	586.431	605.557	0.599	0.58		
Tieback 2	Stage 7	384.846	586.431	605.557	0.656	0.636		
Tieback 2	Stage 8	376.414	586.431	605.557	0.642	0.622		
Tieback 2	Stage 9	373.65	586.431	605.557	0.637	0.617		
Tieback 2	Stage 10	375.957	586.431	605.557	0.641	0.621		
Tieback 2	Stage 11	365.392	586.431	605.557	0.623	0.603		
Tieback 2	Stage 12	367.312	586.431	605.557	0.626	0.607		
Tieback 3	Stage 8	351	586.431	605.557	0.599	0.58		
Tieback 3	Stage 9	428.863	586.431	605.557	0.731	0.708		
Tieback 3	Stage 10	413.005	586.431	605.557	0.704	0.682		
Tieback 3	Stage 11	420.724	586.431	605.557	0.717	0.695		
Tieback 3	Stage 12	420.869	586.431	605.557	0.718	0.695		
Tieback 4	Stage 10	351	586.431	605.557	0.599	0.58		
Tieback 4	Stage 11	536.127	586.431	605.557	0.914	0.885		
Tieback 4	Stage 12	505.097	586.431	605.557	0.861	0.834		
Tieback 5	Stage 12	351	586.431	605.557	0.599	0.58		

## Verifiche Tiranti NTC2008: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1 Tirante	Tipo Risultato: Veri- fiche Tiranti Stage	NTC2008 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resi- stenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback 1	Stage 4	270	586.431	605.557	0.46	0.446		
Tieback 1	Stage 5	280.803	586.431	605.557	0.479	0.464		
Tieback 1	Stage 6	277.105	586.431	605.557	0.473	0.458		
Tieback 1	Stage 7	273.331	586.431	605.557	0.466	0.451		
Tieback 1	Stage 8	274.707	586.431	605.557	0.468	0.454		
Tieback 1	Stage 9	270.309	586.431	605.557	0.461	0.446		
Tieback 1	Stage 10	271.199	586.431	605.557	0.462	0.448		
Tieback 1	Stage 11	270.113	586.431	605.557	0.461	0.446		
Tieback 1	Stage 12	270.206	586.431	605.557	0.461	0.446		
Tieback 2	Stage 6	270	586.431	605.557	0.46	0.446		
Tieback 2	Stage 7	296.384	586.431	605.557	0.505	0.489		
Tieback 2	Stage 8	288.96	586.431	605.557	0.493	0.477		
Tieback 2	Stage 9	287.473	586.431	605.557	0.49	0.475		
Tieback 2	Stage 10	289.22	586.431	605.557	0.493	0.478		
Tieback 2	Stage 11	279.216	586.431	605.557	0.476	0.461		
Tieback 2	Stage 12	280.909	586.431	605.557	0.479	0.464		
Tieback 3	Stage 8	270	586.431	605.557	0.46	0.446		
Tieback 3	Stage 9	340.482	586.431	605.557	0.581	0.562		
Tieback 3	Stage 10	326.743	586.431	605.557	0.557	0.54		
Tieback 3	Stage 11	334.736	586.431	605.557	0.571	0.553		
Tieback 3	Stage 12	334.485	586.431	605.557	0.57	0.552		
Tieback 4	Stage 10	270	586.431	605.557	0.46	0.446		
Tieback 4	Stage 11	436.753	586.431	605.557	0.745	0.721		
Tieback 4	Stage 12	410.578	586.431	605.557	0.7	0.678		
Tieback 5	Stage 12	270	586.431	605.557	0.46	0.446		

## Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback 1	Stage 5	365.236	586.431	605.557	0.623	0.603			NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Tieback 2	Stage 7	384.846	586.431	605.557	0.656	0.636			NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Tieback 3	Stage 9	428.863	586.431	605.557	0.731	0.708			NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Tieback 4	Stage 11	536.127	586.431	605.557	0.914	0.885			NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Tieback 5	Stage 12	351	586.431	605.557	0.599	0.58			NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2008: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione		NTC2008 (ITA)						
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distri- buito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio taglio	Insta- bilità	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 4	120	0	0.328	0.313	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 5	124.867	0	0.341	0.325	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 6	123.463	0	0.337	0.322	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 6	120	0	0.328	0.313	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 7	121.815	0	0.333	0.317	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 7	131.571	0	0.359	0.343	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 8	122.387	0	0.334	0.319	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 8	128.688	0	0.351	0.335	0	
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 8	120	0	0.328	0.313	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 9	120.857	0	0.33	0.315	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 9	127.744	0	0.349	0.333	0	
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 9	146.62	0	0.4	0.382	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 10	121.177	0	0.331	0.316	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 10	128.532	0	0.351	0.335	0	
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 10	141.198	0	0.385	0.368	0	
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 10	120	0	0.328	0.313	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 11	120.875	0	0.33	0.315	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 11	124.92	0	0.341	0.325	0	
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 11	143.837	0	0.393	0.375	0	
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 11	183.291	0	0.5	0.477	0	
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 12	120.893	0	0.33	0.315	0	
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 12	125.577	0	0.343	0.327	0	
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 12	143.887	0	0.393	0.375	0	
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 12	172.683	0	0.471	0.45	0	
Default Waler	Tieback 5	HE 200A	S275	Stage 12	120	0	0.328	0.313	0	

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2008: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distri- buito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio ta- taglio	Insta- bilità
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 4	156	0	0.426	0.406	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 5	162.327	0	0.443	0.423	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 6	160.502	0	0.438	0.418	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 6	156	0	0.426	0.406	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 7	158.36	0	0.432	0.413	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 7	171.043	0	0.467	0.446	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 8	159.104	0	0.434	0.414	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 8	167.295	0	0.457	0.436	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 8	156	0	0.426	0.406	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 9	157.114	0	0.429	0.409	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 9	166.067	0	0.453	0.433	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 9	190.606	0	0.52	0.497	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 10	157.53	0	0.43	0.41	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 10	167.092	0	0.456	0.435	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 10	183.558	0	0.501	0.478	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 10	156	0	0.426	0.406	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 11	157.137	0	0.429	0.409	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 11	162.396	0	0.443	0.423	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 11	186.988	0	0.51	0.487	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 11	238.279	0	0.657	0.621	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 12	157.161	0	0.429	0.409	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 12	163.25	0	0.446	0.425	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 12	187.053	0	0.511	0.487	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 12	224.487	0	0.616	0.585	0
Default Waler	Tieback 5	HE 200A	S275	Stage 12	156	0	0.426	0.406	0

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2008: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2008: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)							
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio ta- glio	Insta- bilità
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 4	120	0	0.328	0.313	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 5	124.802	0	0.341	0.325	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 6	123.158	0	0.336	0.321	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 6	120	0	0.328	0.313	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 7	121.481	0	0.332	0.316	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 7	131.726	0	0.36	0.343	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 8	122.092	0	0.333	0.318	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 8	128.426	0	0.351	0.335	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 8	120	0	0.328	0.313	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 9	120.137	0	0.328	0.313	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 9	127.766	0	0.349	0.333	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 9	151.325	0	0.413	0.394	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 10	120.533	0	0.329	0.314	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 10	128.542	0	0.351	0.335	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 10	145.219	0	0.396	0.378	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 10	120	0	0.328	0.313	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 11	120.05	0	0.328	0.313	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 11	124.096	0	0.339	0.323	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 11	148.772	0	0.406	0.388	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 11	194.112	0	0.53	0.506	0
Trave di ripartizione	Tieback 1	HE 200A	S275	Stage 12	120.092	0	0.328	0.313	0
Default Waler	Tieback 2	HE 200A	S275	Stage 12	124.849	0	0.341	0.325	0
Default Waler	Tieback 3	HE 200A	S275	Stage 12	148.66	0	0.406	0.387	0
Default Waler	Tieback 4	HE 200A	S275	Stage 12	182.479	0	0.498	0.475	0
Default Waler	Tieback 5	HE 200A	S275	Stage 12	120	0	0.328	0.313	0