

S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"  
VARIANTE EST DI EDOLO

PROGETTO DEFINITIVO



**CESI**  
Shaping a Better Energy Future  
Mandante

**TECHINT**  
Engineering & Construction  
Mandataria

**IGEAG**  
ENGINEERING S.p.A.  
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA  
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE  
DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Domenico TRIMBOLI

OPERE IN SOTTERRANEO  
GALLERIA ARTIFICIALE LATO NORD  
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

COMI21    D    1810

NOME FILE

T01GA01OSTRE01\_B

CODICE ELAB. T01GA01OSTRE01

REVISIONE

B

SCALA:

-

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS  
E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Agosto 2021

Maggio 2021

DATA

M. Barale

M. Barale

REDATTO

E. Giraudò

E. Giraudò

VERIFICATO

A. Rodino

A. Rodino

APPROVATO



<b>INDICE</b>	<b>pag.</b>
1. INTRODUZIONE .....	1
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	2
3. INQUADRAMENTO GENERALE .....	3
4. OPERE IN PROGETTO .....	5
5. PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO .....	10
6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	11
7. PARATIE TIPO "BERLINESE" .....	13
7.1 Azioni di calcolo .....	13
7.1.1 Spinta delle terre .....	13
7.1.2 Combinazioni di carico .....	15
7.2 Codice di calcolo utilizzato .....	16
7.3 Sezione tipo 1 .....	18
7.3.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO) .....	19
7.3.2 Verifiche di tipo strutturale (STR) .....	23
7.3.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio .....	27
7.4 Sezione tipo 2 .....	30
7.4.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO) .....	31
7.4.2 Verifiche di tipo strutturale (STR) .....	35
7.4.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio .....	39
7.5 Sezione tipo 3 .....	42
7.5.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO) .....	43
7.5.2 Verifiche di tipo strutturale (STR) .....	47
7.5.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio .....	51
7.6 Sezione tipo 4 .....	54
7.6.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO) .....	55
7.6.2 Verifiche di tipo strutturale (STR) .....	59
7.6.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio .....	63

8.	GALLERIA ARTIFICIALE .....	66
8.1	Azioni di calcolo .....	67
8.1.1	Carichi permanenti .....	67
8.1.2	Spinta delle terre .....	67
8.1.3	Azioni sismiche .....	69
8.2	Criteri di calcolo .....	70
8.2.1	Condizioni statiche .....	70
8.2.2	Condizioni sismiche .....	71
8.3	Metodo di calcolo e modello strutturale .....	72
8.4	Combinazioni di carico .....	76
8.5	Codice di calcolo utilizzato.....	76
8.6	Verifiche agli stati limite ultimi .....	77
8.7	Verifiche agli stati limite di esercizio .....	86
8.7.1	Verifiche a fessurazione .....	86
8.7.2	Verifiche delle tensioni in esercizio .....	87
9.	CONCLUSIONI.....	89

<b>ALLEGATO 1</b>	PARATIE - SEZIONE TIPO 1 - DATI DI INPUT DEL MODELLO DI CALCOLO
<b>ALLEGATO 2</b>	PARATIE - SEZIONE TIPO 2 - DATI DI INPUT DEL MODELLO DI CALCOLO
<b>ALLEGATO 3</b>	PARATIE - SEZIONE TIPO 3 - DATI DI INPUT DEL MODELLO DI CALCOLO
<b>ALLEGATO 4</b>	PARATIE - SEZIONE TIPO 4 - DATI DI INPUT DEL MODELLO DI CALCOLO

## 1. Introduzione

La presente relazione viene redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Nella presente relazione vengono espone le principali analisi di calcolo e verifiche geotecniche e strutturali relative alla tratta di Galleria Artificiale NORD.

Le analisi e verifiche riportate nella presente relazione sono eseguite in accordo al Testo Unico D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»", sia in condizioni statiche che sismiche.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologico-geotecnica delle formazioni interessate dalle opere, e la conseguente definizione dei relativi parametri geotecnici, questa è stata effettuata sulla base di quanto riportato dagli elaborati di carattere Geologico e Geotecnico facenti parte della documentazione progettuale.

Per maggiori dettagli in merito all'ubicazione delle opere ed alle relative caratteristiche geometriche e strutturali si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

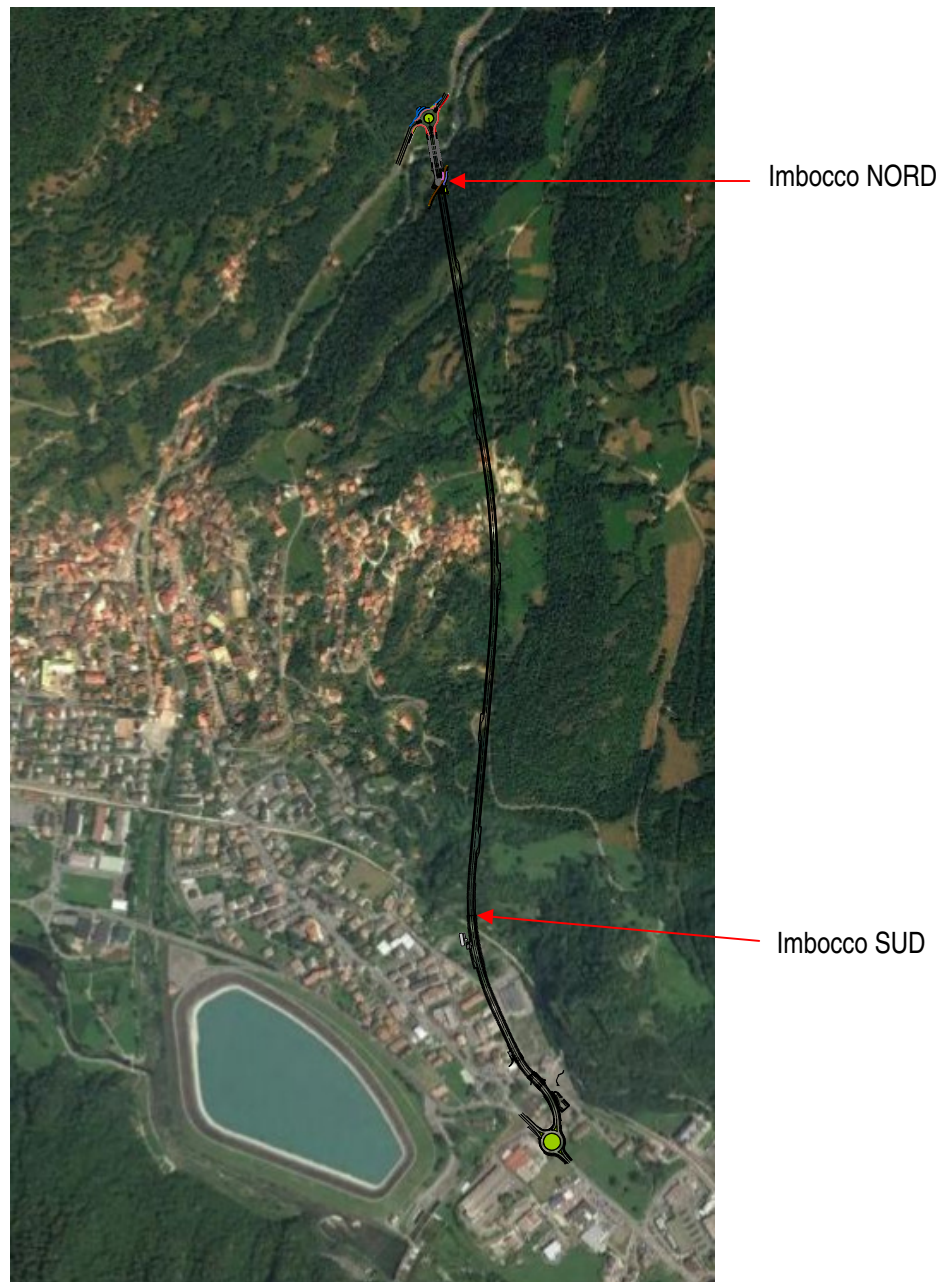
## 2. Normative di riferimento

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme tecniche per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»";
- Circ. Min. Infrastr. Trasp. 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018";
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione";
- UNI EN 1992-1-1:2005 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-1:2005 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici";

### 3. Inquadramento Generale

Ai fini delle analisi e delle verifiche riportate nella presente relazione, nel seguito si evidenziano le principali caratteristiche di Ubicazione e Classificazione dell'opera necessarie per la più corretta definizione delle azioni di calcolo, in accordo a quanto previsto dal D.M.17/01/2018.

La galleria in progetto è ubicata a est dell'abitato di Edolo. Il tratto in naturale si estende dall'imbocco SUD, posto nelle vicinanze della intersezione del tracciato con la linea ferroviaria, fino all'imbocco NORD situato in sponda sx del fiume Oglio a nord dell'abitato.



Il tratto in naturale si estende tra la progressiva km 0+492,00 (imbocco SUD) e la progressiva 1+935,79 (imbocco NORD), per una lunghezza complessiva pari a 1.443,79 m.

I due imbocchi risultano essere ubicati alle seguenti coordinate geografiche:

	latitudine	longitudine
Imbocco SUD	46.174°	10.342°
Imbocco NORD	46.188°	10.341°

Per l'opera in oggetto si definiscono i seguenti parametri di classificazione:

- Zona sismica: 3 (Ai sensi della DGR 11/07/2014 n. X/2129);
- Tipo di costruzione: 2 (costruzioni con livelli di prestazione ordinari);
- Vita nominale:  $V_N \geq 50$  anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso:  $C_u = 2,0$
- Periodo di riferimento per le azioni sismiche:  $V_R = V_N \cdot C_u = 100$  anni

A tali coordinate, in relazione alla classe d'uso ed alla vita nominale assunte per l'opera in progetto, si associano i seguenti valori della accelerazione sismica di riferimento:

	$a_g/g$
Imbocco SUD	0.0712
Imbocco NORD	0.0716

Per l'intera estensione longitudinale della galleria, comprese le tratte in artificiale, si adotta pertanto una accelerazione sismica di riferimento pari a:

$$a_g = 0.072 \text{ g}$$

Relativamente alle paratie previste a sostegno degli scavi si evidenzia che, trattandosi di strutture provvisorie, per le quali é prevista una vita utile minore di 2 anni, non risultano necessarie verifiche in condizioni sismiche (§ 2.4.1).

La risposta sismica locale deve poi essere corretta in relazione alla "Categoria del Suolo" e alle "Condizioni Topografiche" proprie del sito di costruzione mediante i relativi coefficienti di amplificazione.

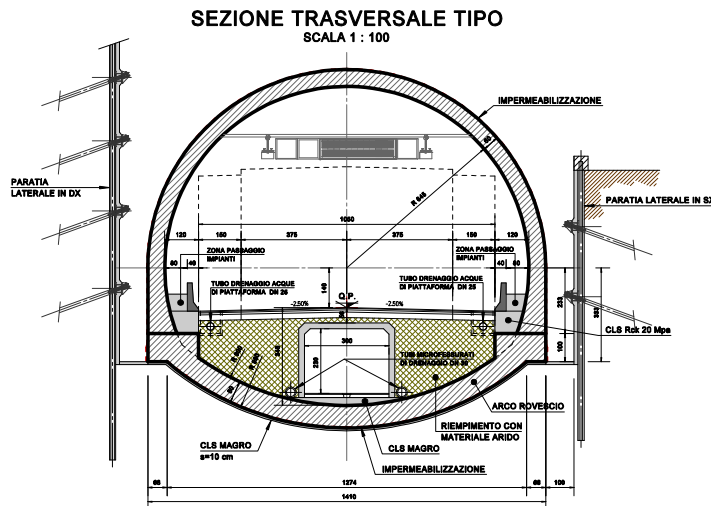
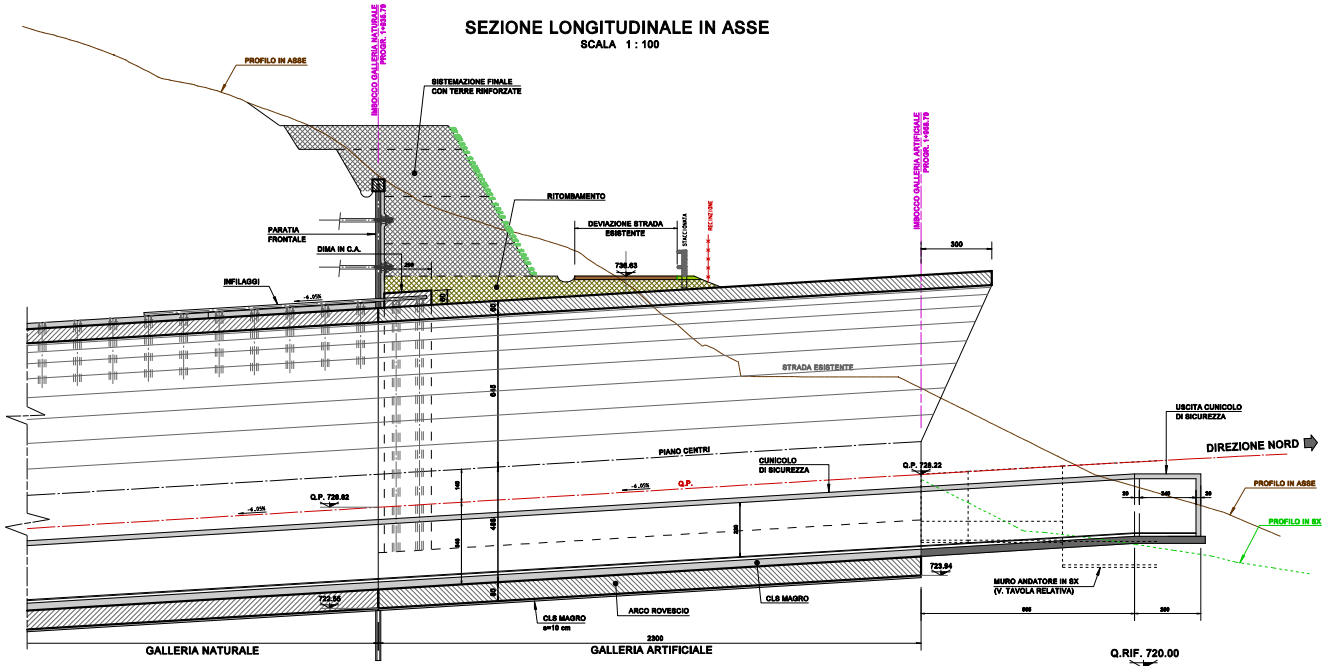
Per il tratto finale del tracciato interessato dalla galleria Artificiale Nord oggetto della presente relazione, per la presenza delle coltri detritiche, il terreno viene classificato come appartenente alla categoria "B", alla quale corrisponde un coefficiente  $S_S = 1.20$ .

Relativamente alla categoria topografica si assume un coefficiente di amplificazione topografica pari a  $S_T = 1.20$ .



### 4. Opere in progetto

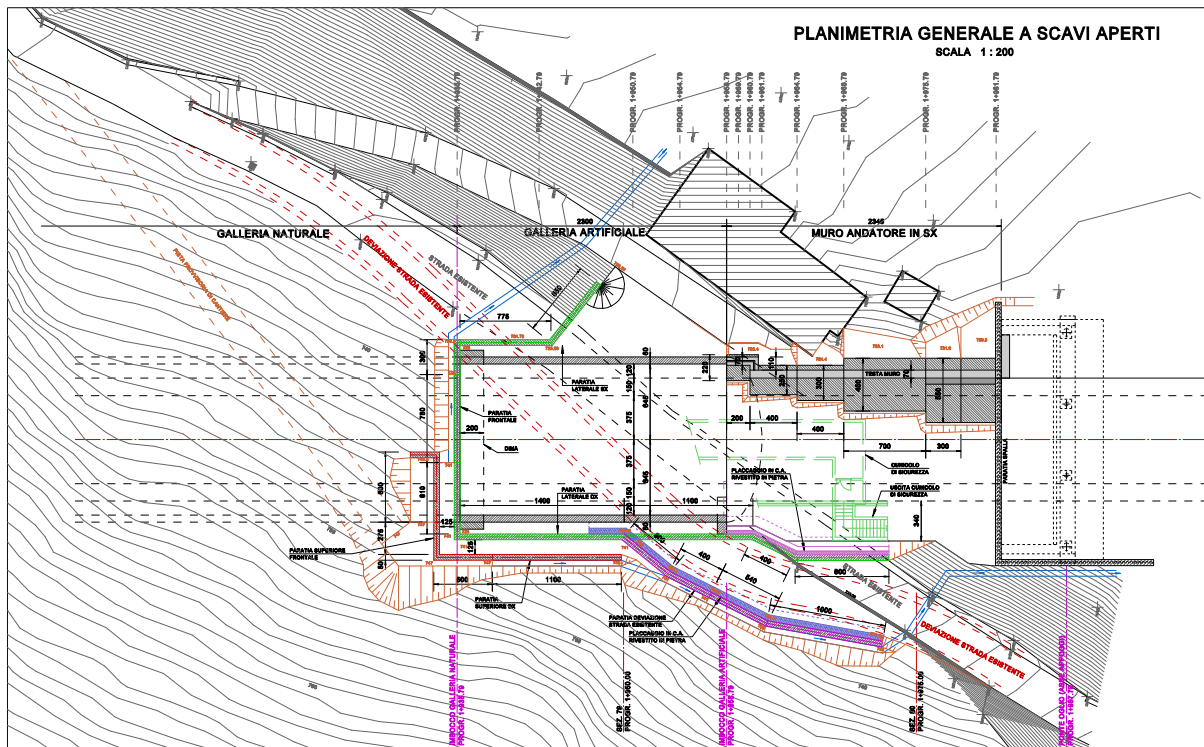
La galleria artificiale in oggetto, della lunghezza complessiva di 23.00 m, si sviluppa dalla progressiva km 1+793 alla progressiva km 1+816 e presenta una sezione avente raggio netto interno pari a 6.45 m.



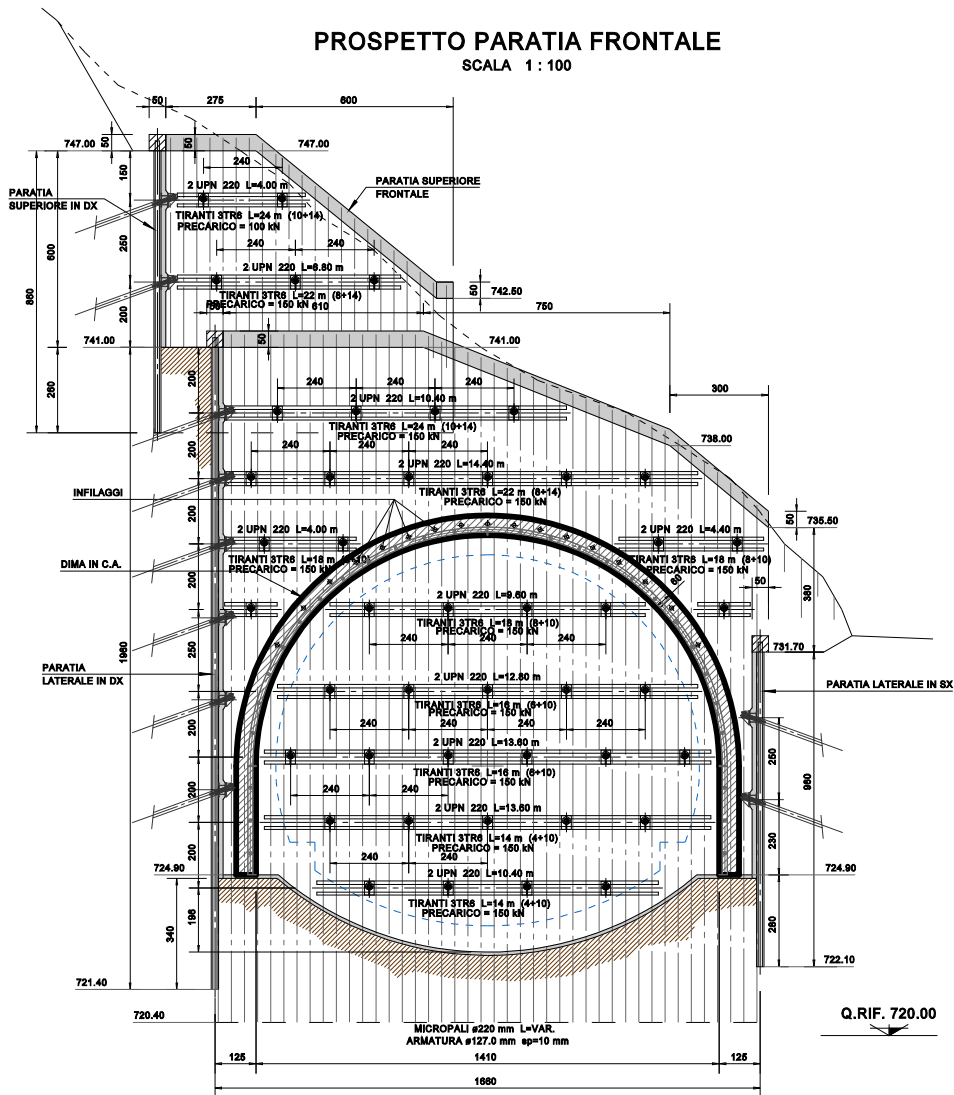
Per il sostegno delle pareti di scavo si prevede la realizzazione di paratie tipo "berlinese" costituite da micropali  $\phi 220$  mm posti ad interasse 40 cm ed armati con profilati tubolari metallici  $\phi 127.0$  mm s=10 mm.

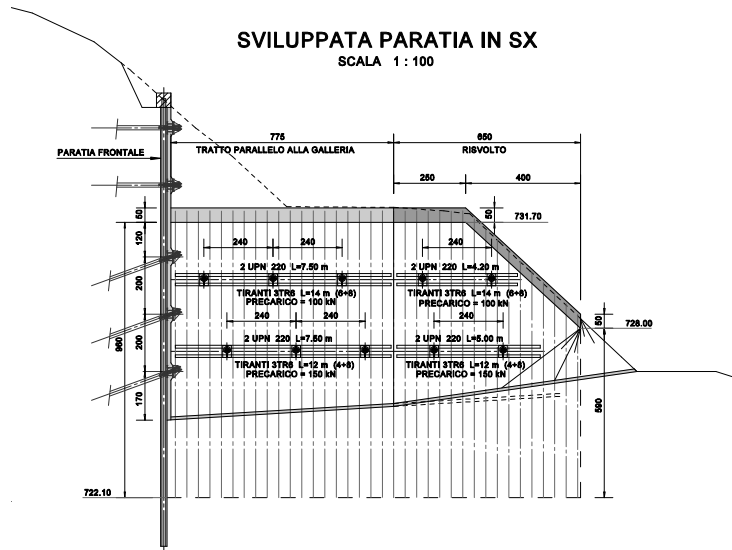
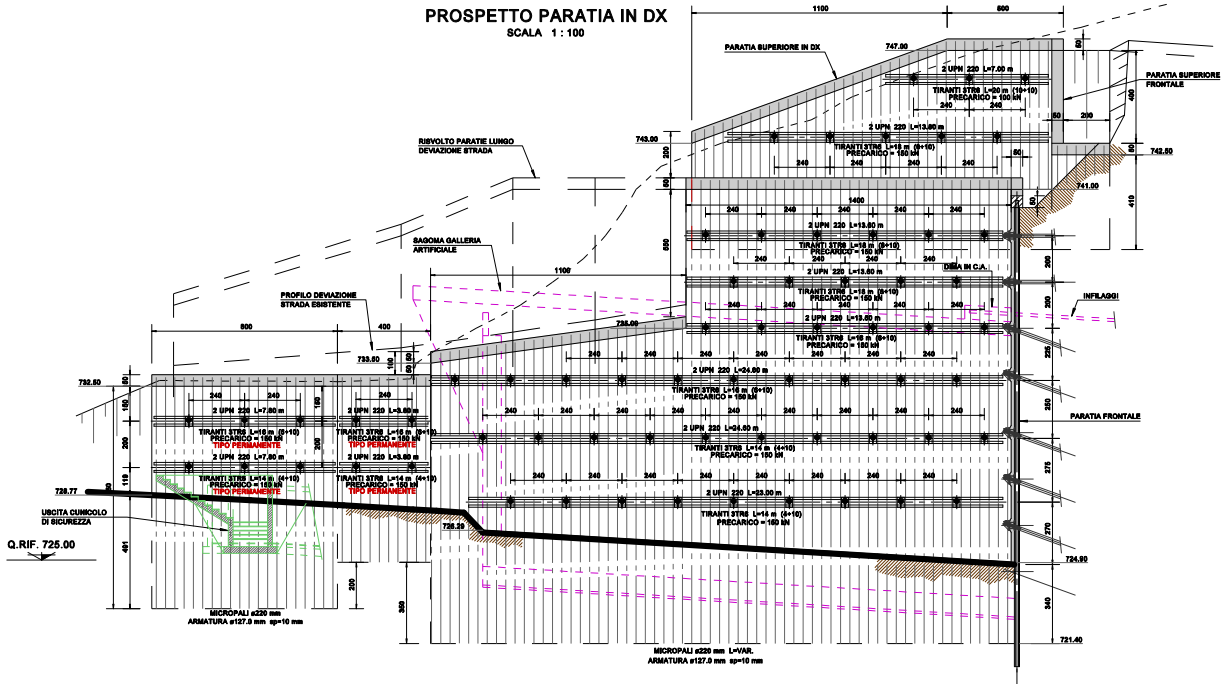
I micropali in oggetto saranno realizzati mediante perforazioni a rotazione o rotopercolazione. Durante le operazioni di perforazione potrà eventualmente essere impiegato un rivestimento metallico provvisorio per consentire il sostegno delle pareti di scavo qualora necessario. A perforazione ultimata sarà posata all'interno l'armatura e sarà effettuata l'iniezione della miscela cementizia a bassa pressione fino a rifluimento in superficie.

La stabilità delle paratie è ottenuta ponendo in opera, durante le varie fasi di scavo, tiranti attivi a trefoli disposti ad interasse di 2.40 m, su livelli sovrapposti, mediante la posa di travi di ripartizione costituite da 2 UPN 220 mm.

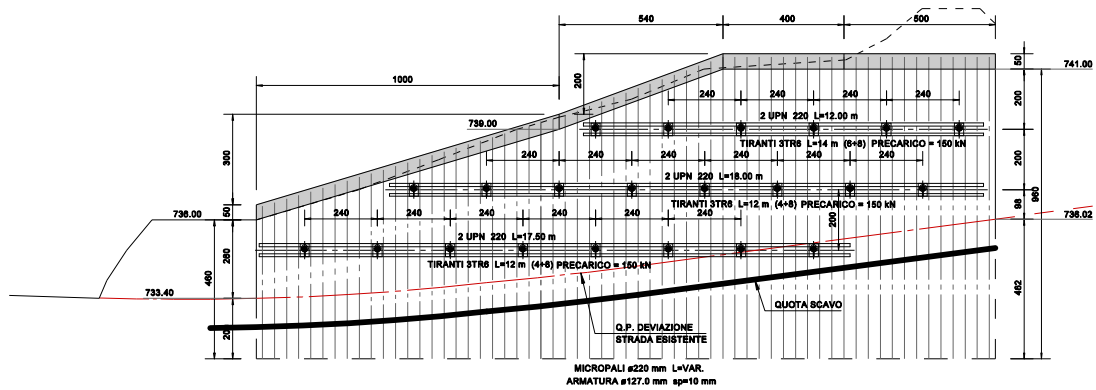


**PROSPETTO PARATIA FRONTALE**  
SCALA 1 : 100





**SVILUPPATA PARATIA LUNGO DEVIAZIONE STRADA**  
SCALA 1 : 100



Per eventuali maggiori dettagli in merito all'ubicazione delle opere ed alle relative caratteristiche geometriche si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

## 5. Parametri geotecnici di calcolo

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici riferiti ai terreni interessati dalle opere in progetto, utilizzati nelle elaborazioni e verifiche, giudicati sufficientemente cautelativi.

**PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI**

Strato	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kPa]	$E_k$ [MPa]
(C) Coltre detritica	20.0	38	0.00	80
(D) Substrato roccioso	27.0	56	190.00	5000

$\gamma$  = densità naturale  
 $\phi_k$  = angolo di resistenza al taglio  
 $c_k$  = coesione  
 $E_k$  = modulo elastico

Si evidenzia che i parametri geotecnici sopra riportati sono quelli caratteristici, nella terminologia corrente adottata dalla normativa; i valori di calcolo sono definiti, caso per caso, in funzione delle verifiche effettuate e dell'Approccio prescelto, applicando a tali valori i corrispondenti coefficienti parziali di sicurezza " $\gamma_M$ ".

## 6. Caratteristiche dei materiali impiegati

### Calcestruzzo C12/15 (per tutti i getti non armati)

#### Calcestruzzo Galleria Artificiale C28/35

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	= 35,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 28,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 36,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 2,77	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 1,94	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	= 0,85	
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	$\gamma_c$	= 1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 15,87	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1,29	N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3}$	= 32310	N/mm <sup>2</sup>

Classe di esposizione:	XC2
Diametro massimo dell'aggregato:	35 mm
Copriferro minimo:	50 mm
Contenuto minimo di cemento:	320 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.55
Classe di consistenza:	S3

Nelle verifiche si fa riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "parabola-rettangolo (a)" (§ 4.1.2.1.2.2).

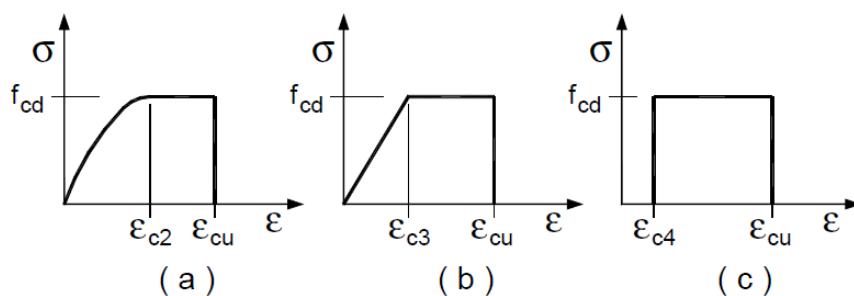


Figura 4.1.1 – Modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per il calcestruzzo

con:  $\epsilon_{c2} = 0.20\%$ ;  $\epsilon_{cu} = 0.35\%$

**Acciaio da c.a. tipo B450C**

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	=	450	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	540	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio	$\gamma_S$	=	1.15	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	391.30	N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	$E_s$	=	210000	N/mm <sup>2</sup>

**Armatura micropali, travi di ripartizione delle paratie tipo berlinese**
**Acciaio Strutturale tipo S355**

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	=	355	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	510	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{M0}$	=	1.05	-
Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità	$\gamma_{M1}$	=	1.05	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	338.10	N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	$E_s$	=	210000	N/mm <sup>2</sup>

Nelle verifiche si fa riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "elastico perfettamente plastico (b)" (§ 4.1.2.1.2.3).

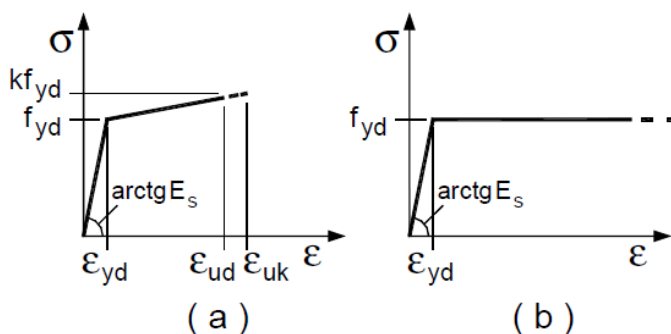


Figura 4.1.2- Modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per l'acciaio

con:  $\epsilon_{yd} = 0.187\%$ ;  $\epsilon_{ud} = 1.00\%$  (B450C)  
 con:  $\epsilon_{yd} = 0.161\%$ ;  $\epsilon_{ud} = 1.00\%$  (S355)

**Acciaio Tiranti a Trefolo Y1860**

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	1860	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica all'1% di deformazione	$f_{yk}$	=	1670	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio	$\gamma_S$	=	1.15	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S$	=	1450	N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	$E_s$	=	210000	N/mm <sup>2</sup>



## 7. Paratie tipo "Berlinese"

Facendo riferimento agli elaborati di progetto, nel seguito si sintetizzano le sezioni tipo di calcolo rappresentative di cui sono riportate nel presente capitolo le analisi di calcolo e relative verifiche.

- Sezione tipo 1:** Paratia frontale di imbocco  
**Sezione tipo 2:** Paratia laterale in DX  
**Sezione tipo 3:** Paratia laterale in SX  
**Sezione tipo 4:** Paratia lungo la deviazione della strada locale esistente

### 7.1 Azioni di calcolo

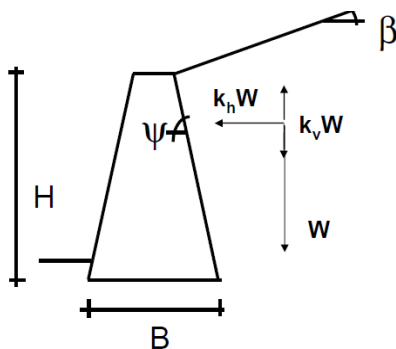
#### 7.1.1 Spinta delle terre

Trattandosi di strutture di sostegno di tipo flessibile, la valutazione delle pressioni del terreno, da monte e da valle, viene effettuata tenendo conto, punto per punto, dell'entità e segno delle deformazioni della struttura; in particolare, le pressioni orizzontali vengono di volta in volta calcolate, a seconda dell'entità della deformazione, con riferimento ai seguenti coefficienti di spinta:

- per spostamenti nulli: il coefficiente di spinta a riposo, valutato con la nota espressione di Jaky:

$$k_0 = 1 - \sin \phi'$$

- per spostamenti che determinano condizioni di "scarico" orizzontale del terreno: il coefficiente di spinta attiva, in accordo alle formulazioni di Mononobe-Okabe, valide nell'ipotesi di superficie di scivolamento piana:



$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{per } \beta \leq \phi' - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)} \quad \text{per } \beta > \phi' - \theta$$

$\phi'$  = angolo di attrito del terreno;

$\delta$  = angolo di attrito al contatto;

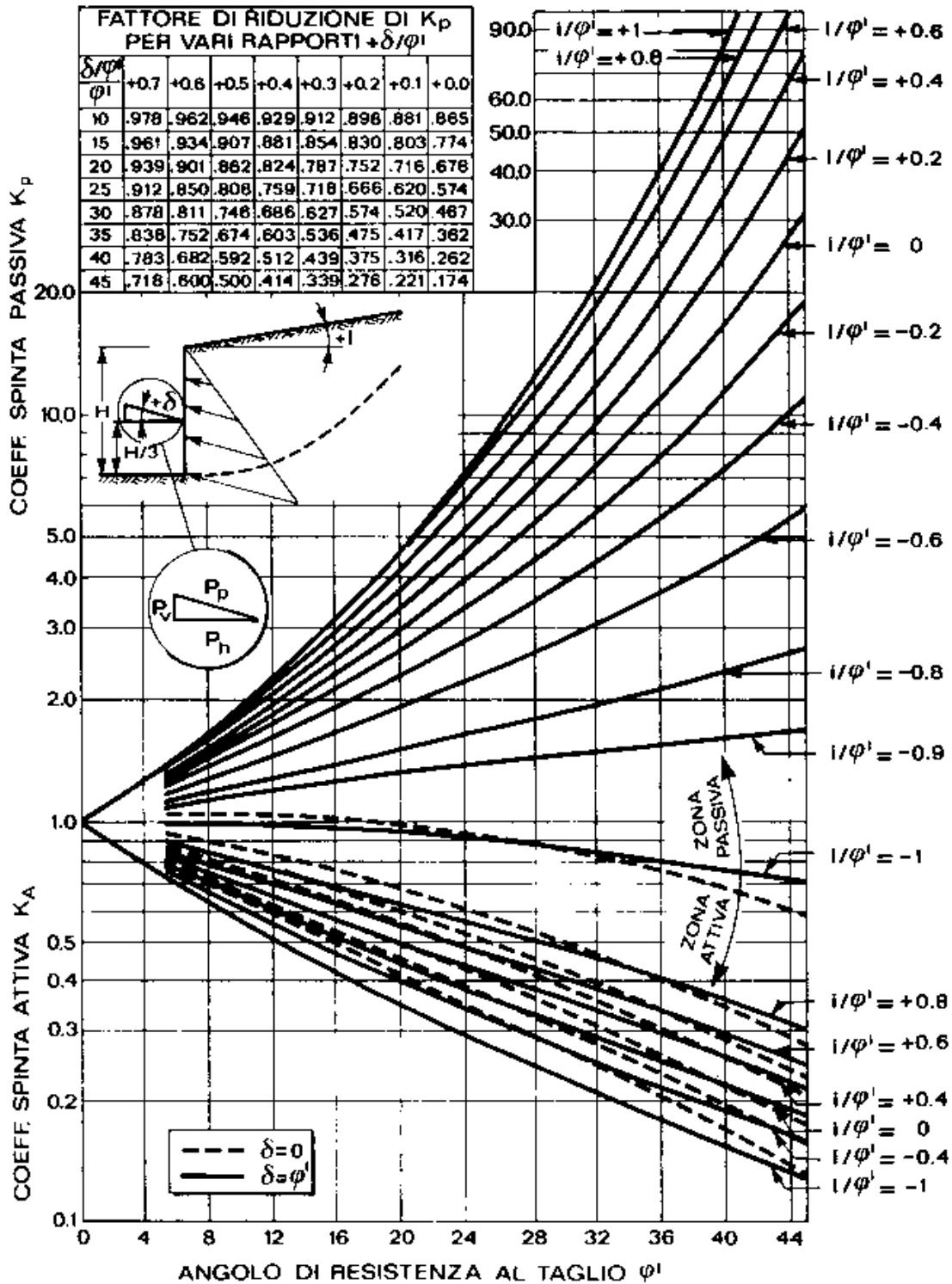
$\psi$  = inclinazione paramento di monte;

$\beta$  = inclinazione della superficie;

$\theta = \arctan k_h$ ;

$k_h$  = coeff. accelerazione sismica orizzontale (nelle analisi statiche è posto  $k_h=0$ ).

- per spostamenti che determinano condizioni di "carico" orizzontale del terreno: il coefficiente di resistenza passiva stimato secondo quanto suggerito da Navfac (1971), nell'ipotesi di superficie di scorrimento curvilinea, valutato mediante l'utilizzo del diagramma seguente.



### 7.1.2 Combinazioni di carico

Trattandosi di strutture a carattere provvisoria che termineranno la loro funzione a strutture definitive realizzate, le analisi di calcolo e verifiche sono state effettuate con riferimento al solo *Stato Limite Ultimo* che, in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente (NTC18), é espresso dalla formulazione seguente (§ 2.5.3):

$$- \text{Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):} \\ \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

per le seguenti combinazioni (§ 6.5.3.1.2):

Combinazione 1: A1+M1+R1

Combinazione 2: A2+M2+R1

Nel caso specifico agiscono soli carichi permanenti ( $G_1$ ) rappresentati in particolare dalla spinta delle terre.

I coefficienti di combinazione delle azioni sono assunti in accordo a quanto indicato nelle tabelle seguenti.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(a)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

## 7.2 Codice di calcolo utilizzato

I calcoli sono eseguiti mediante il seguente codice di calcolo:

Codice:	PARATIE PLUS
Versione	19.0
Produttore	Ce.A.S. s.r.l. ( <a href="http://www.ceas.it/">http://www.ceas.it/</a> )
Distributore	HarpaCeas S.r.l. – Milano ( <a href="http://www.harpaceas.it">www.harpaceas.it</a> )

ParatiePlus analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l'accento sull'aspetto dell'interazione "locale" fra parete e terreno. Scopo specifico di ParatiePlus è il calcolo delle azioni flettenti e taglianti e delle deformazioni laterali della parete di sostegno, e la valutazione di tutte quelle grandezze a queste connesse.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre realisticamente l'effettivo comportamento dell'opera di sostegno.

La simulazione numerica è quella offerta dal metodo degli elementi finiti.

La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- la parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;
- il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- i tiranti e i puntoni sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Il codice di calcolo, assegnati tutti i dati relativi alle caratteristiche meccaniche della struttura, alle caratteristiche geotecniche dei terreni ed alle varie fasi di scavo e messa in opera degli eventuali contrasti, partendo dalla configurazione indeformata iniziale determina, fase per fase, le variazioni tensionali prodotte dalle operazioni di scavo e di messa in opera dei sostegni (squilibri tensionali) e provvede alla redistribuzione delle pressioni di monte e di valle, congruentemente con le caratteristiche di resistenza e di deformabilità definite per la struttura e per il terreno, operando più iterazioni di calcolo fino al raggiungimento della configurazione di equilibrio finale, caratterizzata dal rispetto dei criteri di rottura prescelti per gli strati di terreno interessati.

In particolare le iterazioni di calcolo suddette vengono effettuate allo scopo di riequilibrare le forze trasmesse dal terreno nei vari nodi strutturali quando queste superano il criterio di rottura (ridistribuzione delle tensioni di plasticizzazione).

Il codice di calcolo inoltre procede alla ricerca dell'equilibrio della struttura per ogni fase di scavo, o di attivazione dei contrasti, partendo dalla configurazione di equilibrio precedente consentendo pertanto di ottenere le sollecitazioni risultanti nella struttura in ogni fase e risalire quindi all'inviluppo delle massime sollecitazioni; vengono in particolare determinate, in ogni fase di calcolo, le pressioni monte/valle trasmesse alla struttura, le deformazioni, le rotazioni, i momenti flettenti e le forze di taglio in ogni nodo strutturale, nonché le sollecitazioni risultanti negli eventuali elementi di contrasto.

#### Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. L'interattività specifica del software per l'introduzione di dati permette la visualizzazione ed il controllo immediato degli elementi introdotti. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

A supporto del programma è fornita una ampia manualistica contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione.

#### Motivazione della scelta del codice

PARATIE PLUS è specificatamente dedicato alle analisi dell'interazione terreno-struttura di paratie flessibili contrastate anche su più livelli. Esso sviluppa i calcoli ponendo particolare attenzione alla determinazione delle sollecitazioni e deformazioni della struttura che si sviluppano durante la successione delle operazioni di scavo e messa in opera dei contrasti.

#### Valutazione della correttezza dei modelli

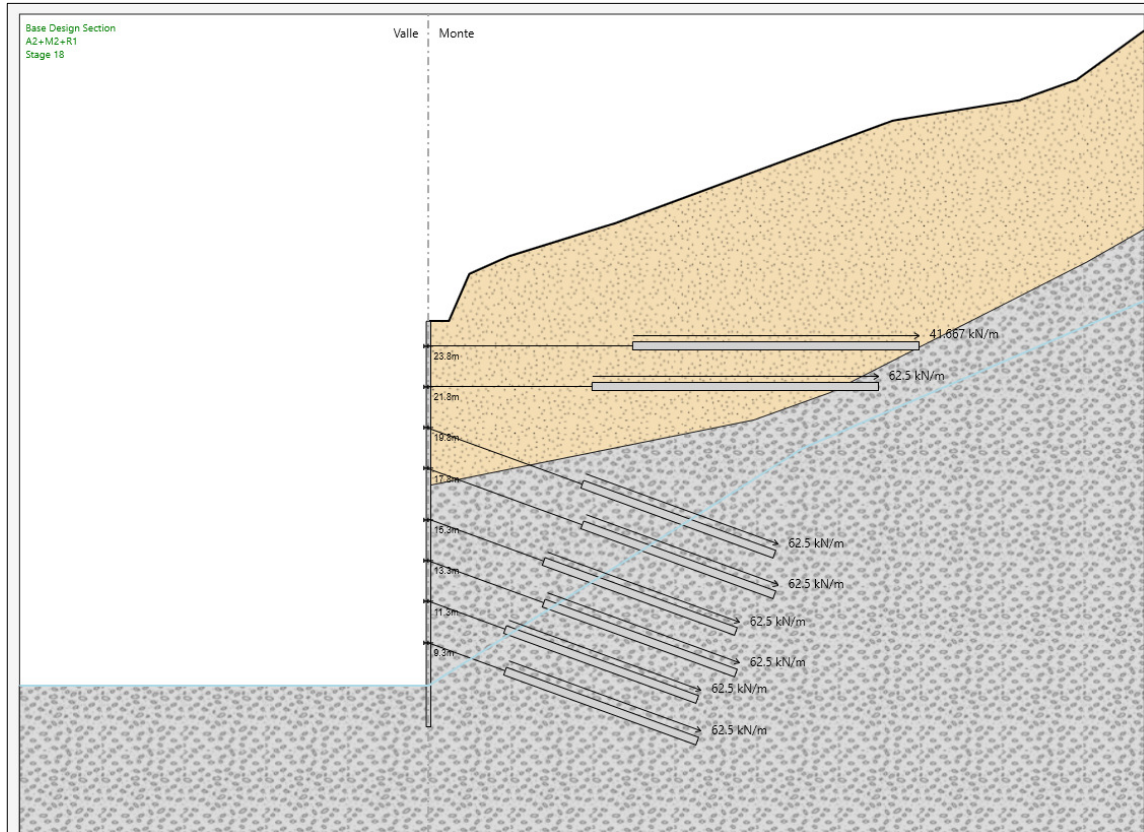
I modelli di calcolo adottati sono da ritenersi appropriati in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni passive del terreno presente lato scavo e dei contrasti equilibrano i carichi applicati.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con valutazioni di massima eseguite con altri codici semplificati portano a confermare la validità dei risultati ottenuti.

### 7.3 Sezione tipo 1

La presente sezione di calcolo si riferisce alla paratia frontale di imbocco della galleria naturale.



La successione delle fasi di calcolo è la seguente:

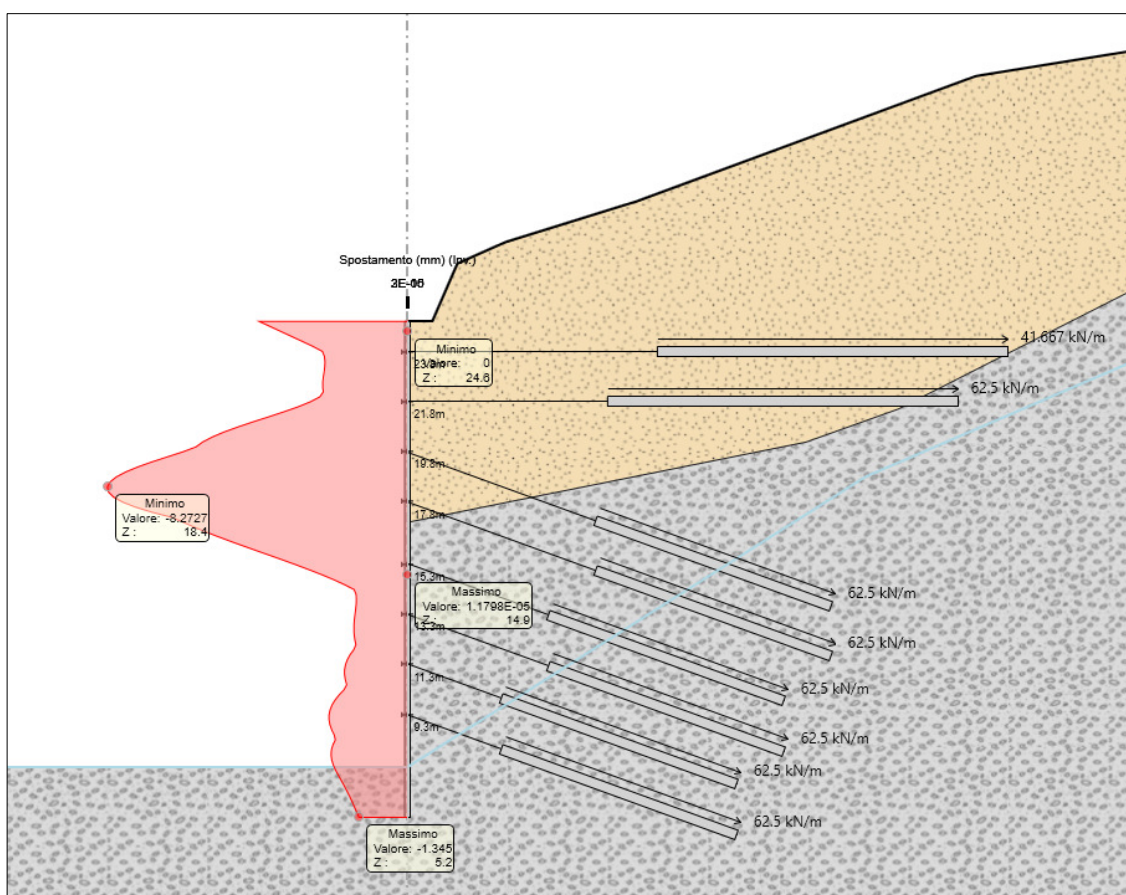
- Stage 1: Step iniziale di calcolo con preparazione del piano di lavoro e attivazione dei micropali della paratia.  
Tale step viene effettuato al fine di calcolare lo stato tensionale iniziale presente nel terreno;
- Stage 2 - 17 Step intermedi di calcolo per successivi approfondimenti dello scavo e messa in opera dei tiranti di ancoraggio fino alla profondità di 16.50 m;
- Stage 18: Step finale con approfondimento dello scavo alla massima profondità prevista pari a 17.80 m.

### 7.3.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO)

Le verifiche riportate nei paragrafi che seguono fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO), per la combinazione A2+M2+R1, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere di sostegno, accertando il soddisfacimento della seguente condizione:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_R}$$

Nella figura che segue viene rappresentato l'involuppo, tra tutte le fasi di scavo e messa in opera degli ancoraggi, delle massime deformate ottenute dal calcolo per la combinazione di carico di interesse.



Involuppo delle deformate d'asse

$$\delta_{\max} = 8.3 \text{ mm};$$

### Collasso per rotazione rigida intorno ad un punto

L'equilibrio della struttura, soggetta alle pressioni attive agenti da monte, deve essere garantito dalle reazioni passive del terreno presente nel tratto di immersione dei pali e dalle reazioni di vincolo offerte dai tiranti.

Come rilevabile dalle deformate ottenute, le strutture hanno raggiunto una condizione finale di equilibrio. Pertanto tale verifica è automaticamente soddisfatta.

La massima deformazione viene ritenuta pienamente ammissibile.

### Collasso per carico limite verticale

La verifica viene effettuata considerando agli effetti della resistenza il solo tratto di immersione utile dei pali al di sotto del piano di fondo scavo ( $L_i = 2.00$  m).

I calcoli sono effettuati con riferimento al singolo micropalo considerando agli effetti della resistenza del terreno la sola resistenza laterale.

Il valore della azione di calcolo " $E_d$ " agente è dato dal peso proprio del palo ( $W_P$ ) e il peso del cordolo in testa ( $W_C$ ).

Le suddette componenti di carico sono:

$$\begin{aligned} W_{P,k} &= A_P \cdot L_P \cdot \gamma_P = 0.04 \text{ m}^2 \cdot 20.00 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 19.00 \text{ kN} \\ W_{C,k} &= A_C \cdot i_P \cdot \gamma_C &= 0.25 \text{ m}^2 \cdot 0.40 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 2.50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Si ottiene pertanto:  $E_d = 21.50$  kN

Per quanto riguarda la capacità portante dei pali, nel caso specifico, trattandosi di pali di piccolo diametro, si trascura il contributo della portata alla base considerando la sola resistenza laterale.

Essendo il tratto di immersione dei pali ricadente nell'ambito del substrato roccioso, la resistenza laterale viene valutata con riferimento alla sola coesione della roccia assunta, in via cautelativa, pari a 100 kPa.

$$R_{c,cal} = (\pi D) \cdot c_k \cdot L_i = (\pi \cdot 0.22) \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 2.00 \text{ m} = 138.23 \text{ kN}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

$$R_{c,k} = R_{c,cal} / \xi = 138.23 / 1.70 = 81.31 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, trattandosi di verifica relativa ad una paratia, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore unitario (§ 6.5.3.1.2).

Si ottiene quindi:

$$R_{c,d} = R_{c,k} = 81.31 \text{ kN} > E_d \quad (\text{ok!})$$



### Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto vanno effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" e devono essere fatte in riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " $\gamma_R$ " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.2).

**Tab. 6.8.I** - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari passanti per il piede della paratia.

Il metodo dell'Equilibrio Limite consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

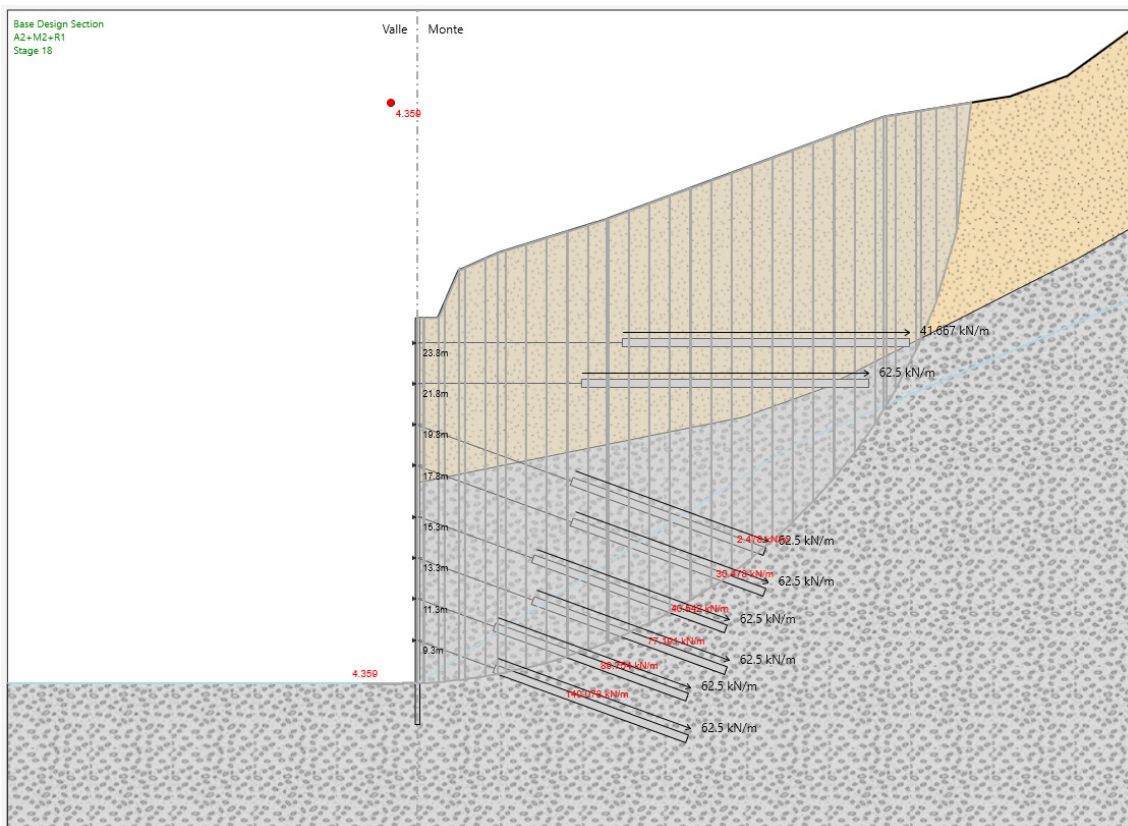
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza " $F_s$ " definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate “potenziali” superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

Per le superfici di scivolamento analizzate, cautelativamente, non si è considerata la resistenza a taglio offerta dai pali. Questo principalmente in relazione al fatto che fare affidamento su tale resistenza richiederebbe di dover ammettere deformazioni significative in campo passivo nel tratto di immersione al di sotto del piano di fondo scavo; l'entità di tali deformazioni non si ritiene che sarebbe compatibile ai fini della salvaguardia della sede ferroviaria presente poco più a monte della paratia in oggetto.



Combinazione GEO (A2+M2+R2)  
 Stabilità globale Opera-Terreno

$$F_{s,\min} = 4.36 > 1.1 \quad (\text{ok!})$$

### 7.3.2 Verifiche di tipo strutturale (STR)

Le verifiche riportate nel seguito fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo STR, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere e sistemi geotecnici.

Le suddette verifiche sono effettuate secondo la Combinazione (A1+M1+R1).

Per le sole verifiche dei tiranti di ancoraggio, queste vengono effettuate secondo la combinazione (A1+M1+R3) (§ 6.6.2), adottando i coefficienti parziali (R3) indicati nella seguente tabella:

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Gli elementi oggetto di verifica presentano le seguenti caratteristiche geometriche e di resistenza:

- Acciaio tipo S 355 H
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Diametro armatura  $D = 127.0 \text{ mm}$
- Spessore  $t = 10.0 \text{ mm}$
- Area  $A = 36.8 \text{ cm}^2$
- Modulo di resistenza elastico:  $W_{el} = 99.8 \text{ cm}^3$
- Modulo di resistenza plastico:  $W_{pl} = 137.0 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia:  $J = 634.0 \text{ cm}^4$

La sezione strutturale appartiene alla classe 1 ( $d/t \leq 50\epsilon^2$ ) (§4.2.3.1)

Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Angolari						
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti						
Classe	Sezione in compressione					
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)						
3	$h/t \leq 15\epsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
Sezioni Tubolari						
Classe	Sezione inflessa e/o compressa					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90\epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

La resistenza di calcolo "R<sub>d</sub>" si pone nella forma: 
$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Dove  $\gamma_M$  è il fattore parziale relativo al modello di resistenza (cfr. tabella seguente); per elementi di *classe 1* si adotta  $\gamma_{M0} = 1,05$  (§4.2.4.1).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Le resistenze di calcolo a flessione e taglio della sezione sono pari a:

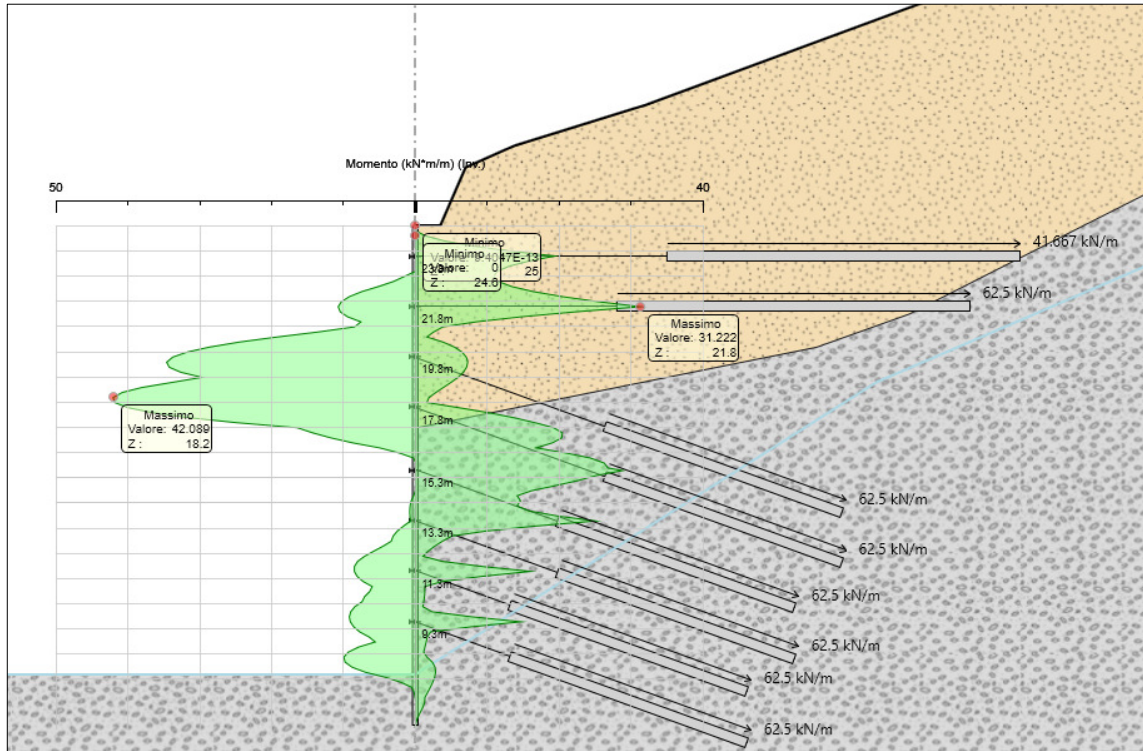
$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 46.32 \text{ kNm} \quad [4.2.12]$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 457 \text{ kN} \quad [4.2.17]$$

dove:  $A_v = 2 \cdot A / \pi = 2 \cdot 36.8 / \pi = 23.42 \text{ cm}^2$  è l'area resistente a taglio.

Nelle figure che seguono sono rappresentati i principali risultati dell'analisi in termini di caratteristiche di sollecitazione negli elementi strutturali.

I predetti valori sono quelli corrispondenti ad una estensione unitaria di struttura; le caratteristiche di sollecitazione relative a ciascun elemento strutturale sono pertanto quelle ottenute dal calcolo moltiplicate per l'interasse relativo.

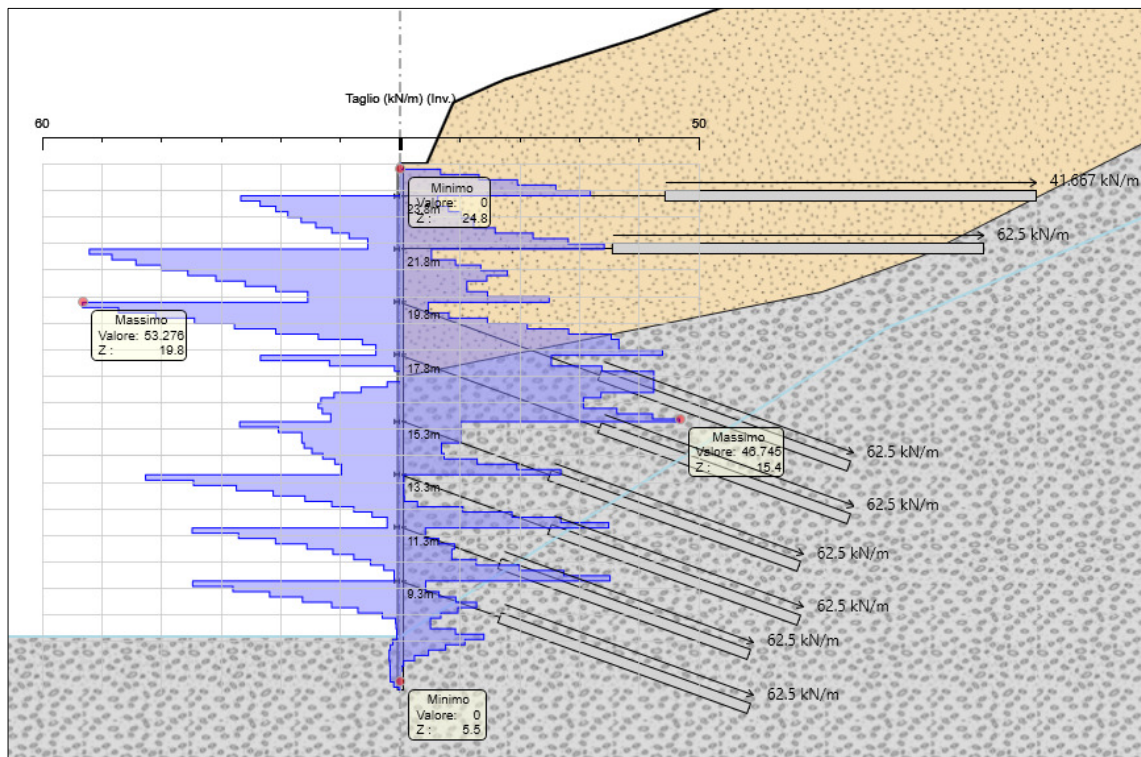


Inviluppo Momenti Flettenti

$$M_{\max} = 42.10 \text{ kNm/m};$$

$$M_{\text{palo}} = M_{\max} \cdot i_p = 42.10 \cdot 0.40 \text{ m} = 16.84 \text{ kNm /palo}$$

$$M_{\text{palo}} / M_{R,\text{palo}} = 0.36 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$



Involuppo Forze di Taglio

$$T_{\max} = 53.30 \text{ kN/m};$$

$$T_{\text{palo}} = T_{\max} \cdot i_p = 53.30 \cdot 0.40 \text{ m} = 21.32 \text{ kN /palo}$$

$$T_{\text{palo}} / T_{R,\text{palo}} = 0.05 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$

Come rilevabile da quanto precedentemente riportato, tutti i tassi di lavoro sono risultati inferiori all'unità. Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

### 7.3.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio

L'immagine seguente riporta l'output del codice di calcolo con i risultati delle verifiche relative ai tiranti di ancoraggio.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptior
TIR1	Stage 4	132.07	299.88	605.56	0.44	0.218	✓	A1+M1+R1
TIR2	Stage 6	201.46	299.88	605.56	0.672	0.333	✓	A1+M1+R1
TIR3	Stage 8	202.72	357	605.56	0.568	0.335	✓	A1+M1+R1
TIR4	Stage 10	197.06	357	605.56	0.552	0.325	✓	A1+M1+R1
TIR5	Stage 12	195.65	357	605.56	0.548	0.323	✓	A1+M1+R1
TIR6	Stage 14	195.25	357	605.56	0.547	0.322	✓	A1+M1+R1
TIR7	Stage 16	195.91	357	605.56	0.549	0.324	✓	A1+M1+R1
TIR8	Stage 18	195.99	357	605.56	0.549	0.324	✓	A1+M1+R1

### Verifiche a sfilamento

Le verifiche allo sfilamento per carico assiale di trazione sono effettuate verificando il soddisfacimento della relazione:

$$E_d \leq R_d$$

dove " $E_d$ " è l'azione di trazione agente (v. tabella precedente), mentre " $R_d$ " è la Resistenza di Progetto a trazione " $R_{a,d}$ " del tirante.

Tale verifica viene effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (§6.6.2), applicando i coefficienti parziali di sicurezza ( $R_3$ ) indicati della tabella 6.6.I.

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Trattandosi di tiranti a carattere temporaneo si farà quindi riferimento a  $\gamma_R = 1.1$ .

La valutazione della resistenza " $R_{a,d}$ " viene effettuata a partire dal valore caratteristico  $R_{k,cal}$  calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza " $\tau_{ak}$ " lungo la fondazione del tirante in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno (§6.4.3.1.1), mediante la seguente relazione:

$$\tau_{ak} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan\phi'_k$$

dove:

- $c'_k$  = coesione del terreno;
- $\phi'_k$  = angolo di attrito al contatto ;
- $\sigma_{n,k}$  =  $k_s \sigma_v$  = tensione normale all'asse del tirante;
- $\sigma_v$  = tensione geostatica verticale alle varie profondità;
- $k_s$  = coeff. pari a 1.1÷1.2  $k_{0,d}$  essendo  $k_{0,d}$  il coeff. di spinta a riposo.

Nel calcolo viene considerato il solo tratto di fondazione del tirante, adottando un valore del diametro “reso” del bulbo pari a 15 cm.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.80, (Tab. 6.6.III):

$$R_{a,k} = R_{k,cal} / \xi$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Trattandosi di tiranti di ancoraggio di tipo temporaneo, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore pari a (Tab. 6.6.I):  $\gamma_R = 1.1$

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

Per i primi due livelli di tiranti (TIR1, TIR2), la cui fondazione ricade nell’ambito dei detriti di versante, si valuta:

$$\begin{aligned} \tau_{ak} &= 90.00 \text{ kPa} \\ R_{a,cal} &= 593.76 \text{ kN} \\ R_{a,k} &= 329.87 \text{ kN} \\ R_{a,d} &= 299.88 \text{ kN} > N_{ed} \rightarrow \text{ok} \end{aligned}$$

Per i restanti livelli di tiranti, la cui fondazione ricade interamente nel substrato roccioso, si considera un valore cautelativo dell’aderenza terreno-fondazione pari a 150 kPa:

$$\begin{aligned} \tau_{ak} &= 150.00 \text{ kPa} \\ R_{a,cal} &= 706.86 \text{ kN} \\ R_{a,k} &= 392.70 \text{ kN} \\ R_{a,d} &= 357.00 \text{ kN} > N_{ed} \rightarrow \text{ok} \end{aligned}$$



### Verifica dell'armatura

I tiranti adottati sono costituiti da 3 trefoli 0.6" in acciaio Y1860:

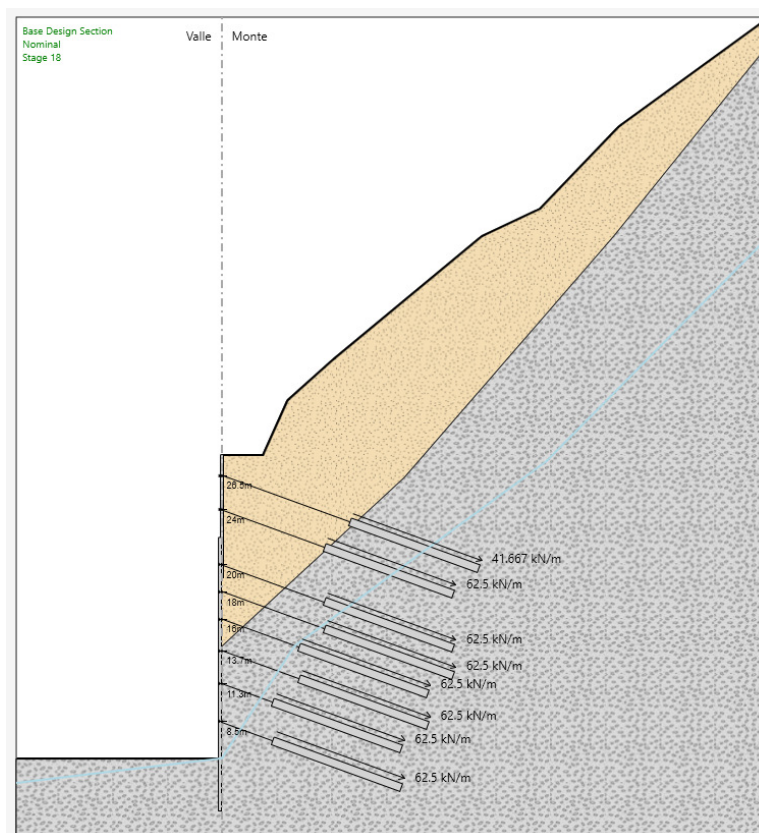
$$\begin{aligned} \text{Area:} & A = 3 \cdot 139 \text{ mm}^2 = 417 \text{ mm}^2 \\ \text{Tensione caratteristica:} & f_{yk} = 1670 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Coefficiente parz. :} & \gamma_s = 1.15 \\ \text{Tensione di calcolo:} & f_{yd} = 1452 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Resistenza di calcolo:} & R_d = A \cdot f_{yd} = 605.56 \text{ kN} > E_d \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

Nel rispetto della gerarchia delle resistenze si verifica inoltre che la resistenza caratteristica al limite di snervamento dell'armatura sia superiore alla resistenza a sfilamento della fondazione:

$$\begin{aligned} R_{d,k} &= A \cdot f_{yk} = 696 \text{ kN} \\ R_{a,dmax} &= 357.00 \text{ kN} > R_{a,dmax} \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

## 7.4 Sezione tipo 2

La presente sezione di calcolo si riferisce alla paratia laterale in DX.



La successione delle fasi di calcolo è la seguente:

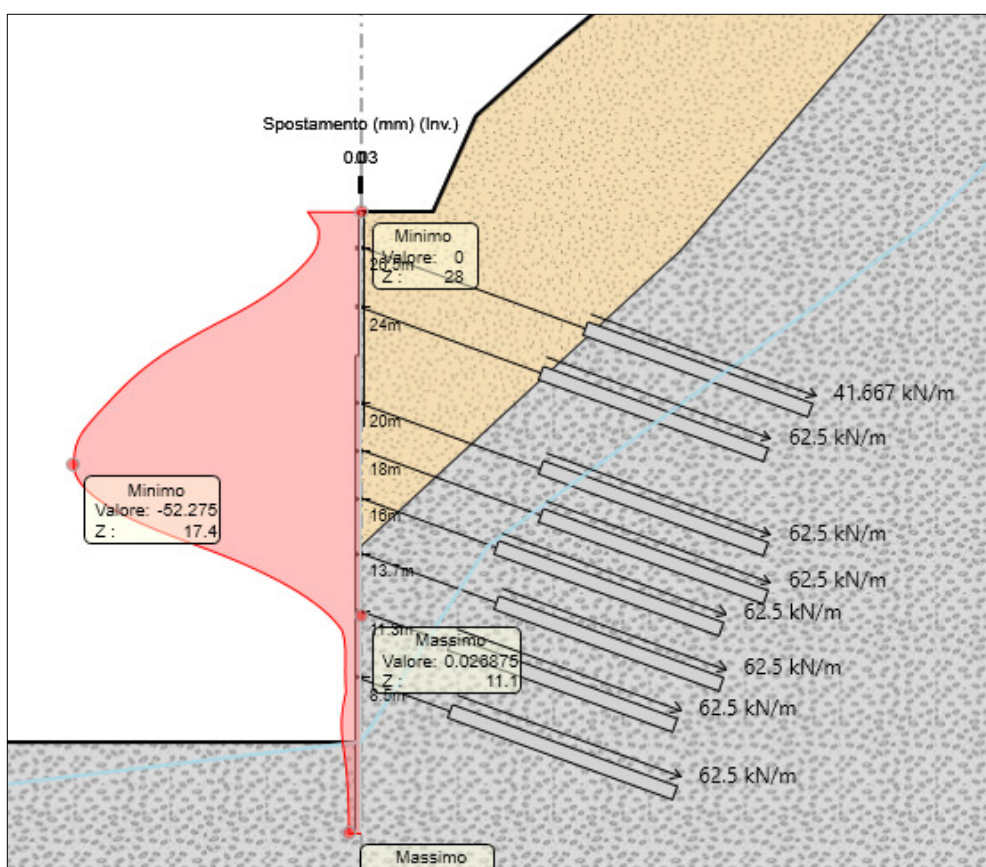
- Stage 1: Step iniziale di calcolo con preparazione del piano di lavoro e attivazione dei micropali della paratia.  
Tale step viene effettuato al fine di calcolare lo stato tensionale iniziale presente nel terreno;
- Stage 2 - 17 Step intermedi di calcolo per successivi approfondimenti dello scavo e messa in opera dei tiranti di ancoraggio fino alla profondità di 20.00 m;
- Stage 18: Step finale con approfondimento dello scavo alla massima profondità prevista pari a 22.20 m.

### 7.4.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO)

Le verifiche riportate nei paragrafi che seguono fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO), per la combinazione A2+M2+R1, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere di sostegno, accertando il soddisfacimento della seguente condizione:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_R}$$

Nella figura che segue viene rappresentato l'inviluppo, tra tutte le fasi di scavo e messa in opera degli ancoraggi, delle massime deformate ottenute dal calcolo per la combinazione di carico di interesse.



Inviluppo delle deformate d'asse

$$\delta_{\max} = 52.3 \text{ mm};$$

### Collasso per rotazione rigida intorno ad un punto

L'equilibrio della struttura, soggetta alle pressioni attive agenti da monte, deve essere garantito dalle reazioni passive del terreno presente nel tratto di immersione dei pali e dalle reazioni di vincolo offerte dai tiranti.

Come rilevabile dalle deformate ottenute, le strutture hanno raggiunto una condizione finale di equilibrio. Pertanto tale verifica è automaticamente soddisfatta.

La massima deformazione viene ritenuta pienamente ammissibile.

### Collasso per carico limite verticale

La verifica viene effettuata considerando agli effetti della resistenza il solo tratto di immersione utile dei pali al di sotto del piano di fondo scavo ( $L_i = 3.80$  m).

I calcoli sono effettuati con riferimento al singolo micropalo considerando agli effetti della resistenza del terreno la sola resistenza laterale.

Il valore della azione di calcolo " $E_d$ " agente è dato dal peso proprio del palo ( $W_P$ ) e il peso del cordolo in testa ( $W_C$ ).

Le suddette componenti di carico sono:

$$\begin{aligned} W_{P,k} &= A_P \cdot L_P \cdot \gamma_P = 0.04 \text{ m}^2 \cdot 30.00 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 28.50 \text{ kN} \\ W_{C,k} &= A_C \cdot i_P \cdot \gamma_C &= 0.25 \text{ m}^2 \cdot 0.40 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 2.50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Si ottiene pertanto:  $E_d = 31.00$  kN

Per quanto riguarda la capacità portante dei pali, nel caso specifico, trattandosi di pali di piccolo diametro, si trascura il contributo della portata alla base considerando la sola resistenza laterale.

Essendo il tratto di immersione dei pali ricadente nell'ambito del substrato roccioso, la resistenza laterale viene valutata con riferimento alla sola coesione della roccia assunta, in via cautelativa, pari a 100 kPa.

$$R_{c,cal} = (\pi D) \cdot c_k \cdot L_i = (\pi \cdot 0.22) \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 3.80 \text{ m} = 262.64 \text{ kN}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

$$R_{c,k} = R_{c,cal} / \xi = 262.64 / 1.70 = 154.50 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, trattandosi di verifica relativa ad una paratia, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore unitario (§ 6.5.3.1.2).

Si ottiene quindi:

$$R_{c,d} = R_{c,k} = 154.50 \text{ kN} > E_d \quad (\text{ok!})$$

### Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto vanno effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" e devono essere fatte in riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " $\gamma_R$ " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.2).

**Tab. 6.8.I** - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari passanti per il piede della paratia.

Il metodo dell'Equilibrio Limite consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

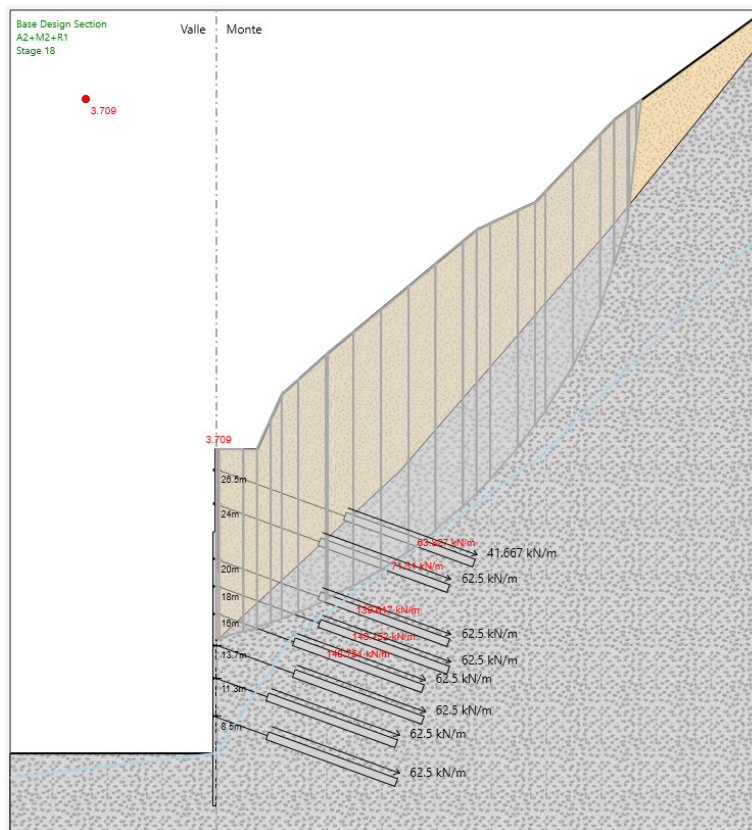
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza " $F_s$ " definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate “potenziali” superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

Per le superfici di scivolamento analizzate, cautelativamente, non si è considerata la resistenza a taglio offerta dai pali. Questo principalmente in relazione al fatto che fare affidamento su tale resistenza richiederebbe di dover ammettere deformazioni significative in campo passivo nel tratto di immersione al di sotto del piano di fondo scavo; l'entità di tali deformazioni non si ritiene che sarebbe compatibile ai fini della salvaguardia della sede ferroviaria presente poco più a monte della paratia in oggetto.



Combinazione GEO (A2+M2+R2)  
Stabilità globale Opera-Terreno

$$F_{s,min} = 3.70 > 1.1 \text{ (ok!)}$$

### 7.4.2 Verifiche di tipo strutturale (STR)

Le verifiche riportate nel seguito fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo STR, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere e sistemi geotecnici.

Le suddette verifiche sono effettuate secondo la Combinazione (A1+M1+R1).

Per le sole verifiche dei tiranti di ancoraggio, queste vengono effettuate secondo la combinazione (A1+M1+R3) (§ 6.6.2), adottando i coefficienti parziali (R3) indicati nella seguente tabella:

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Gli elementi oggetto di verifica presentano le seguenti caratteristiche geometriche e di resistenza:

- Acciaio tipo S 355 H
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Diametro armatura  $D = 127.0 \text{ mm}$
- Spessore  $t = 10.0 \text{ mm}$
- Area  $A = 36.8 \text{ cm}^2$
- Modulo di resistenza elastico:  $W_{el} = 99.8 \text{ cm}^3$
- Modulo di resistenza plastico:  $W_{pl} = 137.0 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia:  $J = 634.0 \text{ cm}^4$

La sezione strutturale appartiene alla classe 1 ( $d/t \leq 50\epsilon^2$ ) (§4.2.3.1)

Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Angolari																			
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti																			
Classe	Sezione in compressione																		
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)																			
3	$h/t \leq 15\epsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$																		
Sezioni Tubolari																			
Classe	Sezione inflessa e/o compressa																		
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$																		
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$																		
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90\epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)																		
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	<table border="1"> <tr> <th><math>f_{yk}</math></th> <td>235</td> <td>275</td> <td>355</td> <td>420</td> <td>460</td> </tr> <tr> <th><math>\epsilon</math></th> <td>1,00</td> <td>0,92</td> <td>0,81</td> <td>0,75</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <th><math>\epsilon^2</math></th> <td>1,00</td> <td>0,85</td> <td>0,66</td> <td>0,56</td> <td>0,51</td> </tr> </table>	$f_{yk}$	235	275	355	420	460	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51
	$f_{yk}$	235	275	355	420	460													
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71													
$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51														

La resistenza di calcolo "R<sub>d</sub>" si pone nella forma:  $R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$

Dove  $\gamma_M$  è il fattore parziale relativo al modello di resistenza (cfr. tabella seguente); per elementi di *classe 1* si adotta  $\gamma_{M0} = 1,05$  (§4.2.4.1).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Le resistenze di calcolo a flessione e taglio della sezione sono pari a:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 46.32 \text{ kNm} \quad [4.2.12]$$

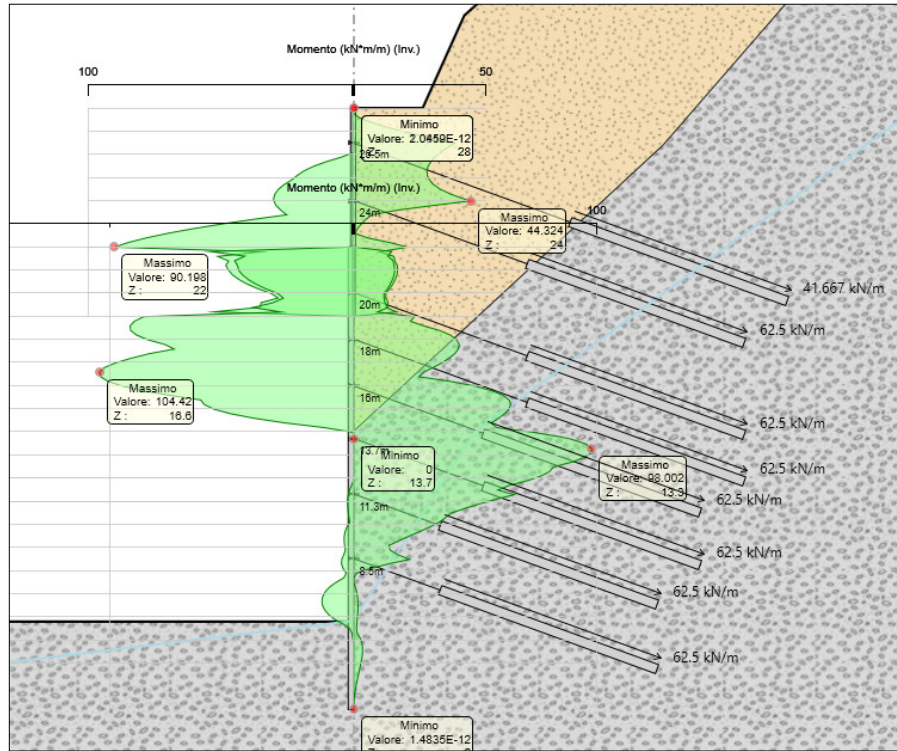
$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 457 \text{ kN} \quad [4.2.17]$$

dove:  $A_v = 2 \cdot A / \pi = 2 \cdot 36.8 / \pi = 23.42 \text{ cm}^2$  è l'area resistente a taglio.



Nelle figure che seguono sono rappresentati i principali risultati dell'analisi in termini di caratteristiche di sollecitazione negli elementi strutturali.

I predetti valori sono quelli corrispondenti ad una estensione unitaria di struttura; le caratteristiche di sollecitazione relative a ciascun elemento strutturale sono pertanto quelle ottenute dal calcolo moltiplicate per l'interasse relativo.

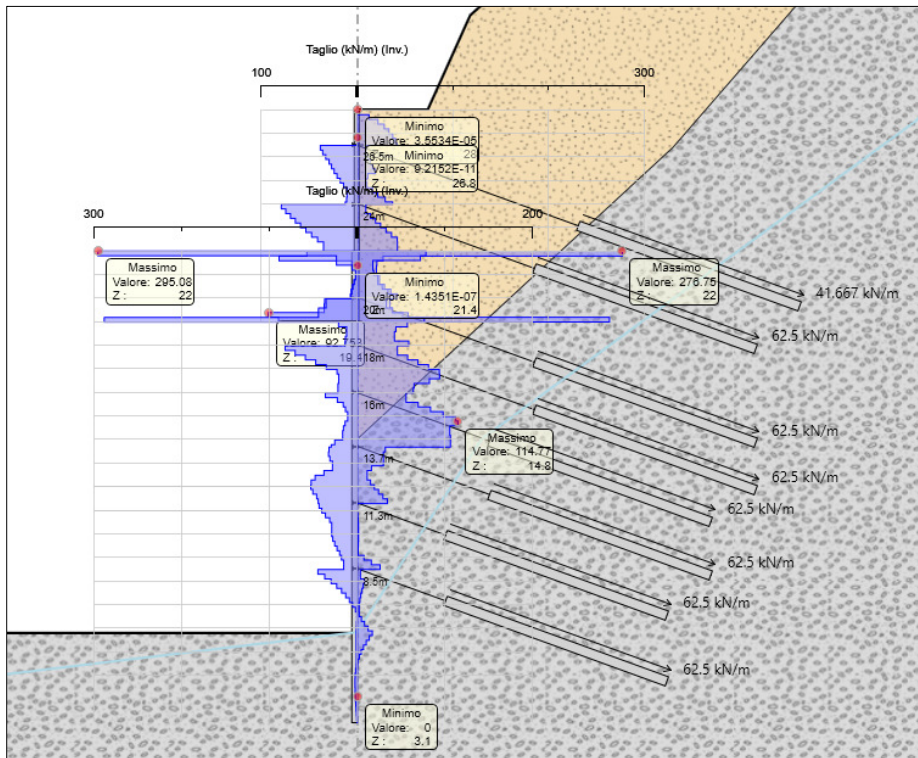


Inviluppo Momenti Flettenti

$$M_{\max} = 104.42 \text{ kNm/m};$$

$$M_{\text{palo}} = M_{\max} \cdot i_p = 104.42 \cdot 0.40 \text{ m} = 41.77 \text{ kNm /palo}$$

$$M_{\text{palo}} / M_{R,\text{palo}} = 0.90 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$



Inviluppo Forze di Taglio

$$T_{\max} = 295.08 \text{ kN/m};$$

$$T_{\text{palo}} = T_{\max} \cdot i_p = 295.08 \cdot 0.40 \text{ m} = 118.03 \text{ kN /palo}$$

$$T_{\text{palo}} / T_{R,\text{palo}} = 0.26 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$

Come rilevabile da quanto precedentemente riportato, tutti i tassi di lavoro sono risultati inferiori all'unità. Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

### 7.4.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio

L'immagine seguente riporta l'output del codice di calcolo con i risultati delle verifiche relative ai tiranti di ancoraggio.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptior
TIR1-SUP	Stage 8	147.28	357	605.56	0.413	0.243	✓	A1+M1+R1
TIR2-SUP	Stage 10	265.66	357	605.56	0.744	0.439	✓	A1+M1+R1
TIR1	Stage 12	354.47	357	605.56	0.993	0.585	✓	A1+M1+R1
TIR2	Stage 11	295.99	357	605.56	0.829	0.489	✓	A1+M1+R1
TIR3	Stage 15	235.18	357	605.56	0.659	0.388	✓	A1+M1+R1
TIR4	Stage 14	244.29	357	605.56	0.684	0.403	✓	A1+M1+R1
TIR5	Stage 16	196.73	357	605.56	0.551	0.325	✓	A1+M1+R1
TIR6	Stage 18	197.4	357	605.56	0.553	0.326	✓	A1+M1+R1

### Verifiche a sfilamento

Le verifiche allo sfilamento per carico assiale di trazione sono effettuate verificando il soddisfacimento della relazione:

$$E_d \leq R_d$$

dove "E<sub>d</sub>" è l'azione di trazione agente (v. tabella precedente), mentre "R<sub>d</sub>" è la Resistenza di Progetto a trazione "R<sub>a,d</sub>" del tirante.

Tale verifica viene effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (§6.6.2), applicando i coefficienti parziali di sicurezza (R3) indicati della tabella 6.6.I.

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Trattandosi di tiranti a carattere temporaneo si farà quindi riferimento a  $\gamma_R = 1.1$ .

La valutazione della resistenza "R<sub>a,d</sub>" viene effettuata a partire dal valore caratteristico R<sub>k,cal</sub> calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza "τ<sub>ak</sub>" lungo la fondazione del tirante in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno (§6.4.3.1.1), mediante la seguente relazione:

$$\tau_{ak} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan\phi'_k$$

dove:

- c'<sub>k</sub> = coesione del terreno;
- φ'<sub>k</sub> = angolo di attrito al contatto ;
- σ<sub>n,k</sub> = k<sub>s</sub> σ<sub>v</sub> = tensione normale all'asse del tirante;
- σ<sub>v</sub> = tensione geostatica verticale alle varie profondità;
- k<sub>s</sub> = coeff. pari a 1.1÷1.2 k<sub>0,d</sub> essendo k<sub>0,d</sub> il coeff. di spinta a riposo.

Nel calcolo viene considerato il solo tratto di fondazione del tirante, adottando un valore del diametro “reso” del bulbo pari a 15 cm.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.80, (Tab. 6.6.III):

$$R_{a,k} = R_{k,cal} / \xi$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Trattandosi di tiranti di ancoraggio di tipo temporaneo, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore pari a (Tab. 6.6.I):  $\gamma_R = 1.1$

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

Per tutti i tiranti, la cui fondazione ricade interamente nel substrato roccioso, si considera un valore cautelativo dell’aderenza terreno-fondazione pari a 150 kPa:

$$\tau_{ak} = 150.00 \text{ kPa}$$

$$R_{a,cal} = 706.86 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 392.70 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 357.00 \text{ kN} > N_{ed} \rightarrow \text{ok}$$

### Verifica dell'armatura

I tiranti adottati sono costituiti da 3 trefoli 0.6" in acciaio Y1860:

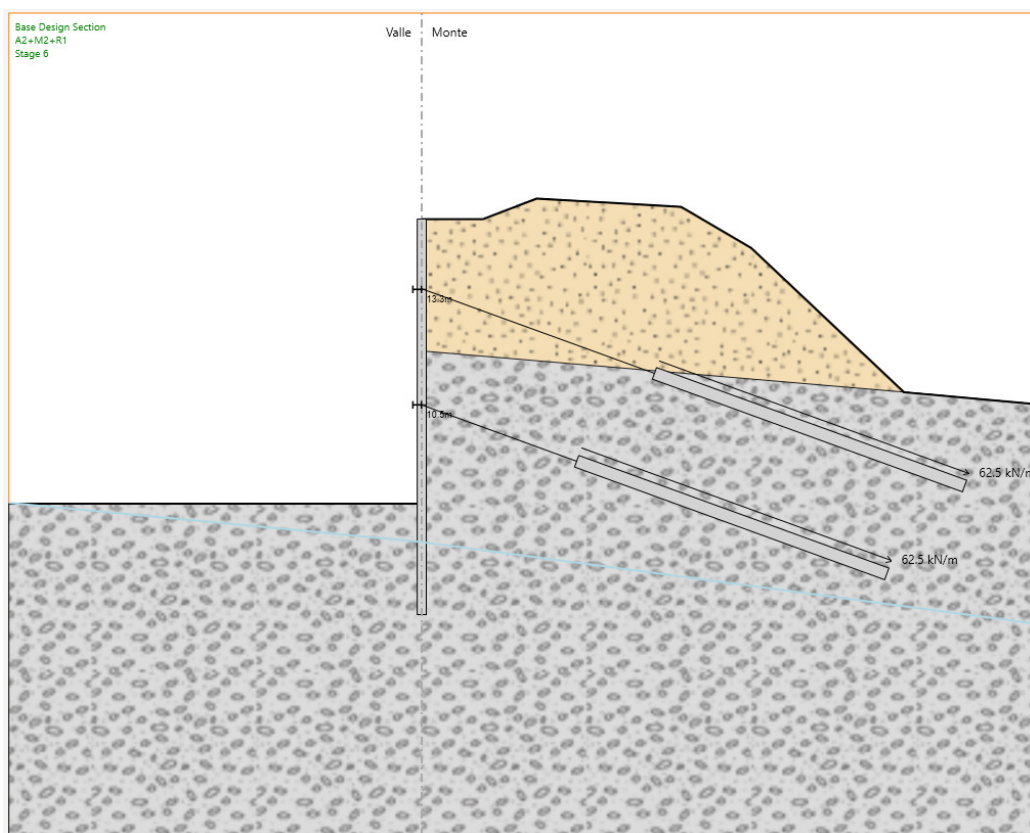
$$\begin{aligned} \text{Area:} & \quad A = 3 \cdot 139 \text{ mm}^2 = 417 \text{ mm}^2 \\ \text{Tensione caratteristica:} & \quad f_{yk} = 1670 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Coefficiente parz. :} & \quad \gamma_s = 1.15 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Tensione di calcolo:} & \quad f_{yd} = 1452 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Resistenza di calcolo:} & \quad R_d = A \cdot f_{yd} = 605.56 \text{ kN} > E_d \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

Nel rispetto della gerarchia delle resistenze si verifica inoltre che la resistenza caratteristica al limite di snervamento dell'armatura sia superiore alla resistenza a sfilamento della fondazione:

$$\begin{aligned} R_{d,k} &= A \cdot f_{yk} = 696 \text{ kN} \\ R_{a,dmax} &= 357.00 \text{ kN} > R_{a,dmax} \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

## 7.5 Sezione tipo 3

La presente sezione di calcolo si riferisce alla paratia laterale in SX.



La successione delle fasi di calcolo è la seguente:

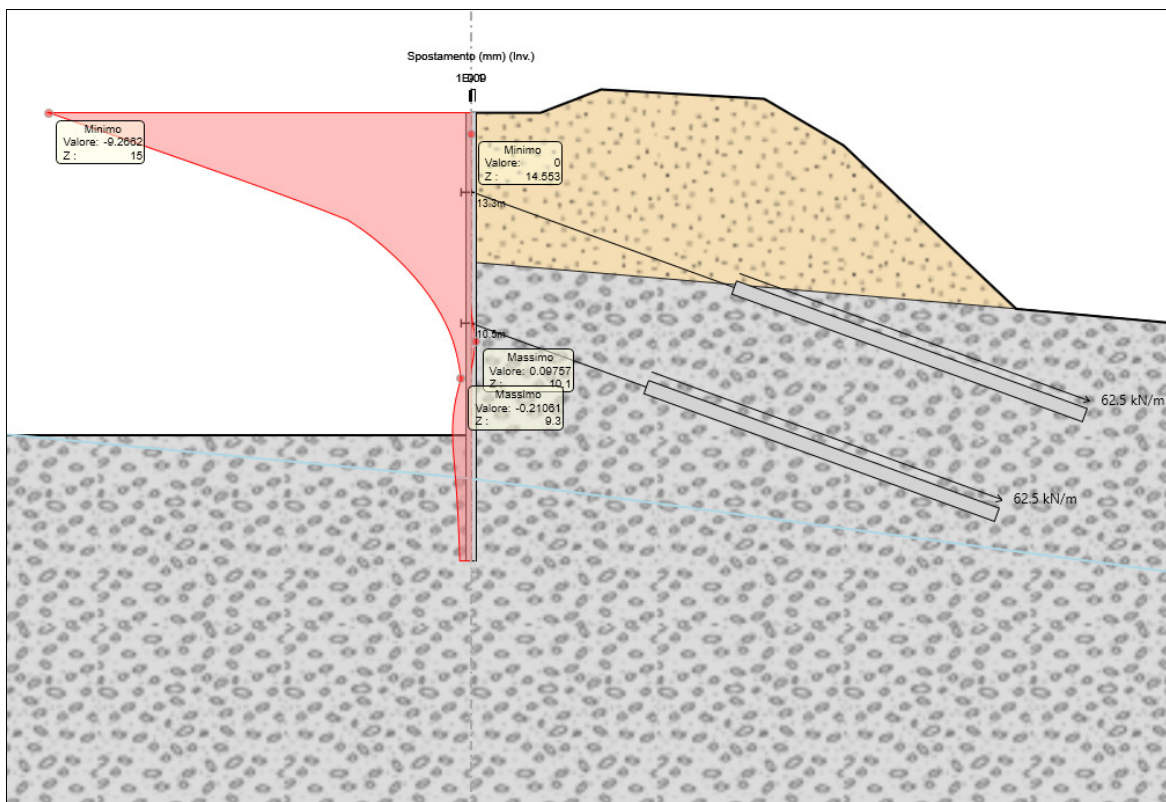
- Stage 1: Step iniziale di calcolo con preparazione del piano di lavoro e attivazione dei micropali della paratia.  
Tale step viene effettuato al fine di calcolare lo stato tensionale iniziale presente nel terreno;
- Stage 2 - 5 Step intermedi di calcolo per successivi approfondimenti dello scavo e messa in opera dei tiranti di ancoraggio fino alla profondità di 5.00 m;
- Stage 6: Step finale con approfondimento dello scavo alla massima profondità prevista pari a 6.90 m.

### 7.5.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO)

Le verifiche riportate nei paragrafi che seguono fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO), per la combinazione A2+M2+R1, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere di sostegno, accertando il soddisfacimento della seguente condizione:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_R}$$

Nella figura che segue viene rappresentato l'inviluppo, tra tutte le fasi di scavo e messa in opera degli ancoraggi, delle massime deformate ottenute dal calcolo per la combinazione di carico di interesse.



Inviluppo delle deformate d'asse

$$\delta_{\max} = 9.3 \text{ mm};$$

### Collasso per rotazione rigida intorno ad un punto

L'equilibrio della struttura, soggetta alle pressioni attive agenti da monte, deve essere garantito dalle reazioni passive del terreno presente nel tratto di immersione dei pali e dalle reazioni di vincolo offerte dai tiranti.

Come rilevabile dalle deformate ottenute, le strutture hanno raggiunto una condizione finale di equilibrio. Pertanto tale verifica è automaticamente soddisfatta.

La massima deformazione viene ritenuta pienamente ammissibile.

### Collasso per carico limite verticale

La verifica viene effettuata considerando agli effetti della resistenza il solo tratto di immersione utile dei pali al di sotto del piano di fondo scavo ( $L_i = 2.70$  m).

I calcoli sono effettuati con riferimento al singolo micropalo considerando agli effetti della resistenza del terreno la sola resistenza laterale.

Il valore della azione di calcolo " $E_d$ " agente è dato dal peso proprio del palo ( $W_P$ ) e il peso del cordolo in testa ( $W_C$ ).

Le suddette componenti di carico sono:

$$\begin{aligned} W_{P,k} &= A_P \cdot L_P \cdot \gamma_P = 0.04 \text{ m}^2 \cdot 10.00 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 9.50 \text{ kN} \\ W_{C,k} &= A_C \cdot i_P \cdot \gamma_C &= 0.25 \text{ m}^2 \cdot 0.40 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 2.50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Si ottiene pertanto:  $E_d = 12.00$  kN

Per quanto riguarda la capacità portante dei pali, nel caso specifico, trattandosi di pali di piccolo diametro, si trascura il contributo della portata alla base considerando la sola resistenza laterale.

Essendo il tratto di immersione dei pali ricadente nell'ambito del substrato roccioso, la resistenza laterale viene valutata con riferimento alla sola coesione della roccia assunta, in via cautelativa, pari a 100 kPa.

$$R_{c,cal} = (\pi D) \cdot c_k \cdot L_i = (\pi \cdot 0.22) \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 2.70 \text{ m} = 186.60 \text{ kN}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

$$R_{c,k} = R_{c,cal} / \xi = 186.60 / 1.70 = 109.77 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, trattandosi di verifica relativa ad una paratia, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore unitario (§ 6.5.3.1.2).

Si ottiene quindi:

$$R_{c,d} = R_{c,k} = 109.77 \text{ kN} > E_d \quad (\text{ok!})$$



### Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto vanno effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" e devono essere fatte in riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " $\gamma_R$ " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.2).

**Tab. 6.8.I** - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari passanti per il piede della paratia.

Il metodo dell'Equilibrio Limite consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

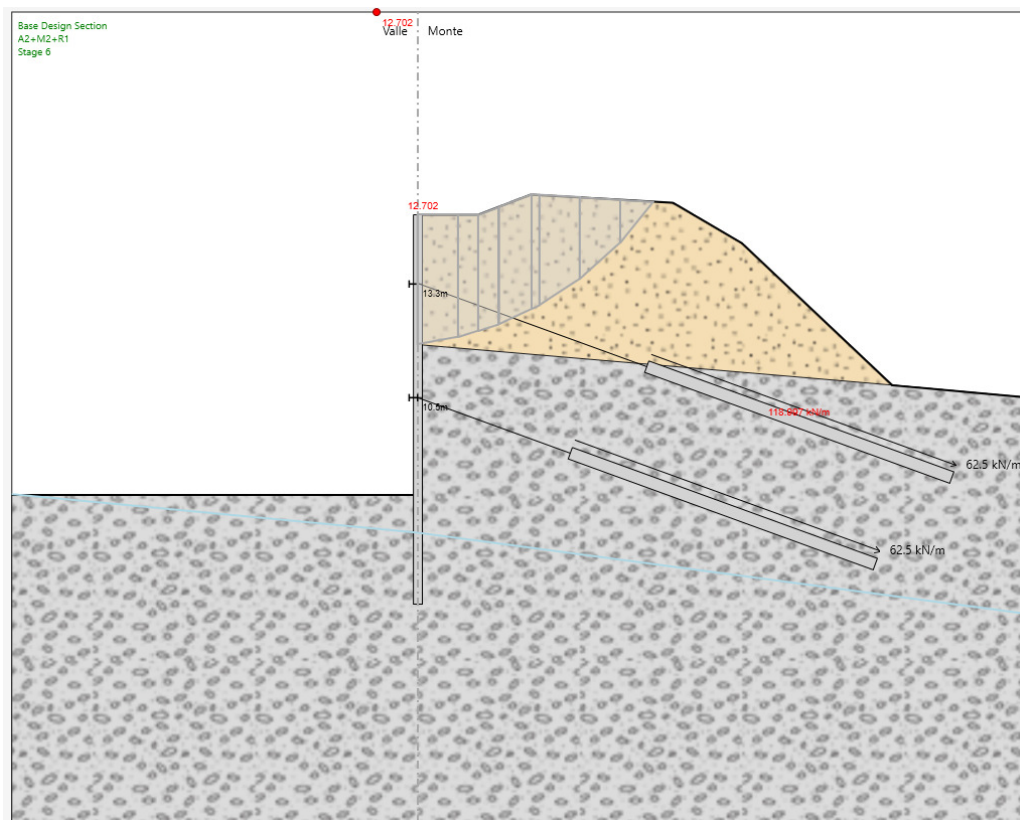
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza " $F_s$ " definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate “potenziali” superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

Per le superfici di scivolamento analizzate, cautelativamente, non si è considerata la resistenza a taglio offerta dai pali. Questo principalmente in relazione al fatto che fare affidamento su tale resistenza richiederebbe di dover ammettere deformazioni significative in campo passivo nel tratto di immersione al di sotto del piano di fondo scavo; l'entità di tali deformazioni non si ritiene che sarebbe compatibile ai fini della salvaguardia della sede ferroviaria presente poco più a monte della paratia in oggetto.



Combinazione GEO (A2+M2+R2)  
 Stabilità globale Opera-Terreno

$$F_{s,\min} = 12.70 > 1.1 \text{ (ok!)}$$

### 7.5.2 Verifiche di tipo strutturale (STR)

Le verifiche riportate nel seguito fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo STR, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere e sistemi geotecnici.

Le suddette verifiche sono effettuate secondo la Combinazione (A1+M1+R1).

Per le sole verifiche dei tiranti di ancoraggio, queste vengono effettuate secondo la combinazione (A1+M1+R3) (§ 6.6.2), adottando i coefficienti parziali (R3) indicati nella seguente tabella:

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Gli elementi oggetto di verifica presentano le seguenti caratteristiche geometriche e di resistenza:

- Acciaio tipo S 355 H
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Diametro armatura  $D = 127.0 \text{ mm}$
- Spessore  $t = 10.0 \text{ mm}$
- Area  $A = 36.8 \text{ cm}^2$
- Modulo di resistenza elastico:  $W_{el} = 99.8 \text{ cm}^3$
- Modulo di resistenza plastico:  $W_{pl} = 137.0 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia:  $J = 634.0 \text{ cm}^4$

La sezione strutturale appartiene alla classe 1 ( $d/t \leq 50\epsilon^2$ ) (§4.2.3.1)

Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Angolari						
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti						
Classe	Sezione in compressione					
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)						
3	$h/t \leq 15\epsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
Sezioni Tubolari						
Classe	Sezione inflessa e/o compressa					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90\epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

La resistenza di calcolo "R<sub>d</sub>" si pone nella forma:  $R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$

Dove  $\gamma_M$  è il fattore parziale relativo al modello di resistenza (cfr. tabella seguente); per elementi di *classe 1* si adotta  $\gamma_{M0} = 1,05$  (§4.2.4.1).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Le resistenze di calcolo a flessione e taglio della sezione sono pari a:

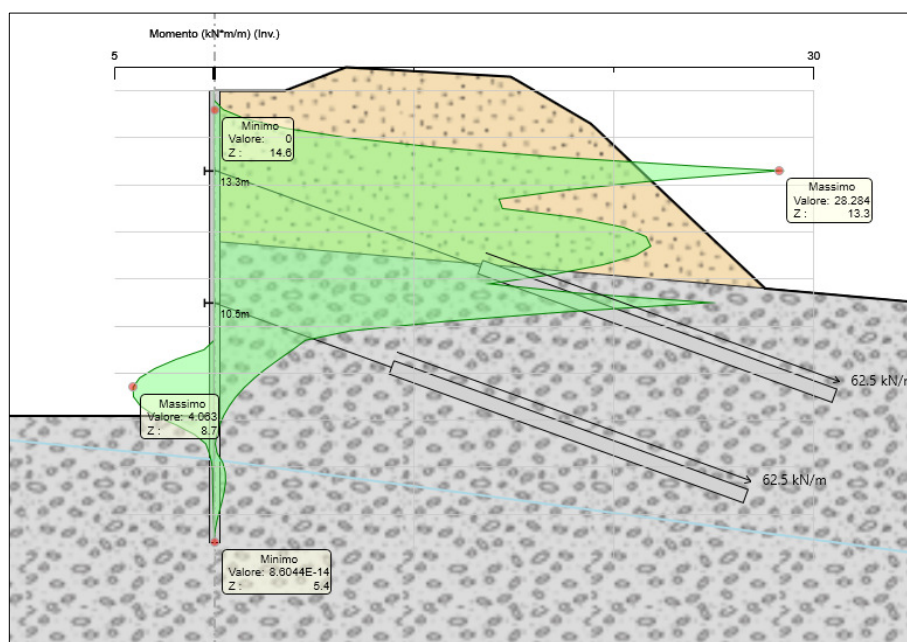
$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 46.32 \text{ kNm} \quad [4.2.12]$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 457 \text{ kN} \quad [4.2.17]$$

dove:  $A_v = 2 \cdot A / \pi = 2 \cdot 36.8 / \pi = 23.42 \text{ cm}^2$  è l'area resistente a taglio.

Nelle figure che seguono sono rappresentati i principali risultati dell'analisi in termini di caratteristiche di sollecitazione negli elementi strutturali.

I predetti valori sono quelli corrispondenti ad una estensione unitaria di struttura; le caratteristiche di sollecitazione relative a ciascun elemento strutturale sono pertanto quelle ottenute dal calcolo moltiplicate per l'interasse relativo.

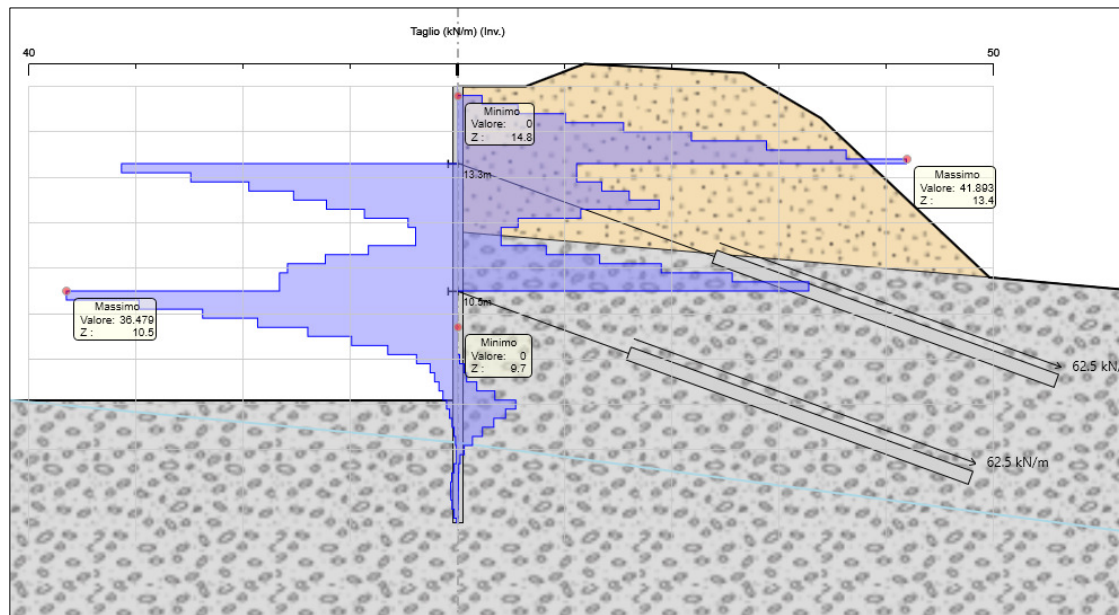


Inviluppo Momenti Flettenti

$$M_{\max} = 28.28 \text{ kNm/m};$$

$$M_{\text{palo}} = M_{\max} \cdot i_p = 28.28 \cdot 0.40 \text{ m} = 11.31 \text{ kNm /palo}$$

$$M_{\text{palo}} / M_{R,\text{palo}} = 0.24 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$



Inviluppo Forze di Taglio

$$T_{\max} = 41.90 \text{ kN/m};$$

$$T_{\text{palo}} = T_{\max} \cdot i_p = 41.90 \cdot 0.40 \text{ m} = 16.76 \text{ kN / palo}$$

$$T_{\text{palo}} / T_{R,\text{palo}} = 0.04 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$

Come rilevabile da quanto precedentemente riportato, tutti i tassi di lavoro sono risultati inferiori all'unità. Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

### 7.5.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio

L'immagine seguente riporta l'output del codice di calcolo con i risultati delle verifiche relative ai tiranti di ancoraggio.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptior
TIR1	Stage 5	196.75	285.6	605.56	0.689	0.325	✓	A1+M1+R1
TIR2	Stage 6	195.22	285.6	605.56	0.684	0.322	✓	A1+M1+R1

Copia negli appunti Chiudi

### Verifiche a sfilamento

Le verifiche allo sfilamento per carico assiale di trazione sono effettuate verificando il soddisfacimento della relazione:

$$E_d \leq R_d$$

dove "E<sub>d</sub>" è l'azione di trazione agente (v. tabella precedente), mentre "R<sub>d</sub>" è la Resistenza di Progetto a trazione "R<sub>a,d</sub>" del tirante.

Tale verifica viene effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (§6.6.2), applicando i coefficienti parziali di sicurezza (R3) indicati della tabella 6.6.I.

**Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi**

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Trattandosi di tiranti a carattere temporaneo si farà quindi riferimento a  $\gamma_R = 1.1$ .

La valutazione della resistenza "R<sub>a,d</sub>" viene effettuata a partire dal valore caratteristico R<sub>k,cal</sub> calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza "τ<sub>ak</sub>" lungo la fondazione del tirante in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno (§6.4.3.1.1), mediante la seguente relazione:

$$\tau_{ak} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan\phi'_k$$

dove:

- c'<sub>k</sub> = coesione del terreno;
- φ'<sub>k</sub> = angolo di attrito al contatto ;
- σ<sub>n,k</sub> = k<sub>s</sub> σ<sub>v</sub> = tensione normale all'asse del tirante;
- σ<sub>v</sub> = tensione geostatica verticale alle varie profondità;
- k<sub>s</sub> = coeff. pari a 1.1÷1.2 k<sub>0,d</sub> essendo k<sub>0,d</sub> il coeff. di spinta a riposo.

Nel calcolo viene considerato il solo tratto di fondazione del tirante, adottando un valore del diametro “reso” del bulbo pari a 15 cm.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.80, (Tab. 6.6.III):

$$R_{a,k} = R_{k,cal} / \xi$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero  $n$  di profili di indagine

Numero di profili di indagine	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

Trattandosi di tiranti di ancoraggio di tipo temporaneo, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore pari a (Tab. 6.6.I):  $\gamma_R = 1.1$

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

Per tutti i tiranti, la cui fondazione ricade interamente nel substrato roccioso, si considera un valore cautelativo dell’aderenza terreno-fondazione pari a 150 kPa:

$$\tau_{ak} = 150.00 \text{ kPa}$$

$$R_{a,cal} = 565.49 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 314.16 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 285.60 \text{ kN} > N_{ed} \rightarrow \text{ok}$$



### Verifica dell'armatura

I tiranti adottati sono costituiti da 3 trefoli 0.6" in acciaio Y1860:

Area:	$A = 3 \cdot 139 \text{ mm}^2 = 417 \text{ mm}^2$
Tensione caratteristica:	$f_{yk} = 1670 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente parz. :	$\gamma_s = 1.15 \text{ N/mm}^2$
Tensione di calcolo:	$f_{yd} = 1452 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo:	$R_d = A \cdot f_{yd} = 605.56 \text{ kN} > E_d \rightarrow \text{ok!}$

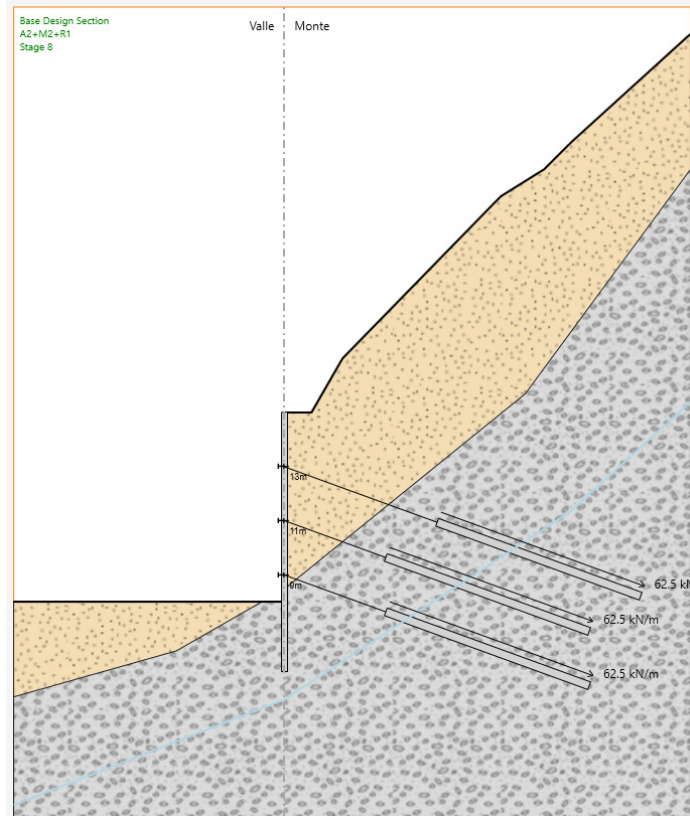
Nel rispetto della gerarchia delle resistenze si verifica inoltre che la resistenza caratteristica al limite di snervamento dell'armatura sia superiore alla resistenza a sfilamento della fondazione:

$$R_{d,k} = A \cdot f_{yk} = 696 \text{ kN}$$

$$R_{a,dmax} = 285.60 \text{ kN} > R_{a,dmax} \rightarrow \text{ok!}$$

## 7.6 Sezione tipo 4

La presente sezione di calcolo si riferisce alla paratia prevista lungo la deviazione della strada locale.



La successione delle fasi di calcolo è la seguente:

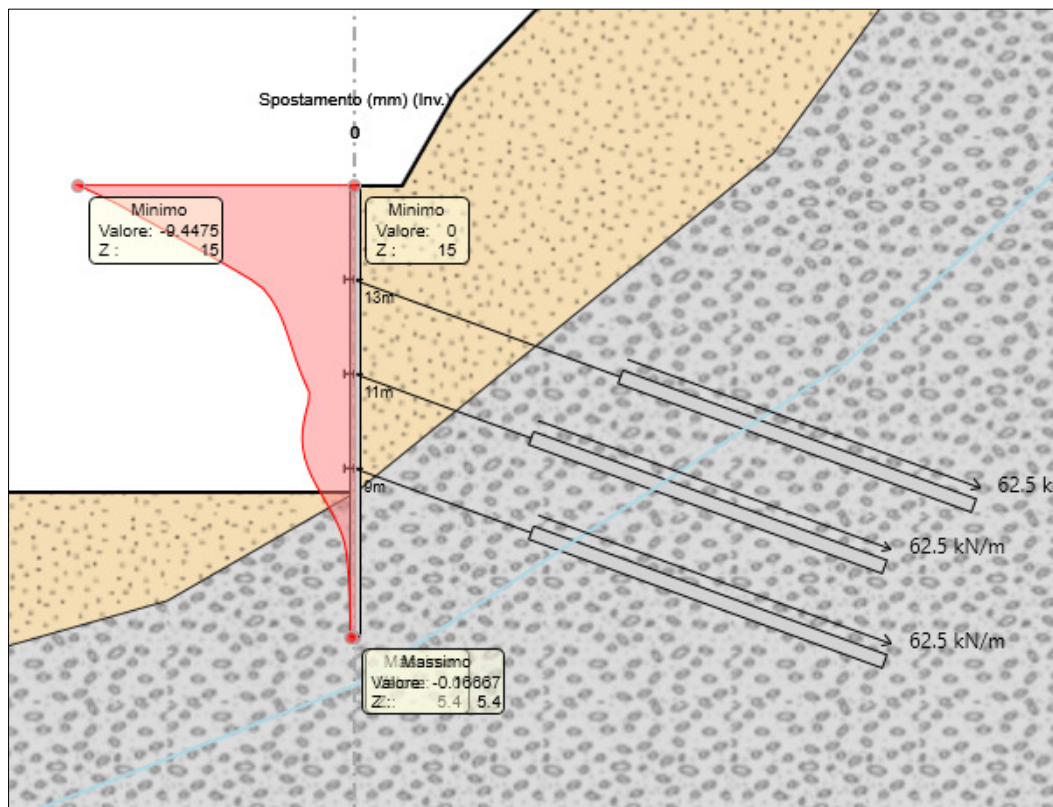
- Stage 1: Step iniziale di calcolo con preparazione del piano di lavoro e attivazione dei micropali della paratia.  
Tale step viene effettuato al fine di calcolare lo stato tensionale iniziale presente nel terreno;
- Stage 2 - 7: Step intermedi di calcolo per successivi approfondimenti dello scavo e messa in opera dei tiranti di ancoraggio fino alla profondità di 6.50 m;
- Stage 8: Step finale con approfondimento dello scavo alla massima profondità prevista pari a 7.00 m.

### 7.6.1 Verifiche di tipo geotecnico (GEO)

Le verifiche riportate nei paragrafi che seguono fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO), per la combinazione A2+M2+R1, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere di sostegno, accertando il soddisfacimento della seguente condizione:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_R}$$

Nella figura che segue viene rappresentato l'involuppo, tra tutte le fasi di scavo e messa in opera degli ancoraggi, delle massime deformate ottenute dal calcolo per la combinazione di carico di interesse.



Involuppo delle deformate d'asse

$$\delta_{\max} = 9.4 \text{ mm};$$

### Collasso per rotazione rigida intorno ad un punto

L'equilibrio della struttura, soggetta alle pressioni attive agenti da monte, deve essere garantito dalle reazioni passive del terreno presente nel tratto di immersione dei pali e dalle reazioni di vincolo offerte dai tiranti.

Come rilevabile dalle deformate ottenute, le strutture hanno raggiunto una condizione finale di equilibrio. Pertanto tale verifica è automaticamente soddisfatta.

La massima deformazione viene ritenuta pienamente ammissibile.

### Collasso per carico limite verticale

La verifica viene effettuata considerando agli effetti della resistenza il solo tratto di immersione utile dei pali al di sotto del piano di fondo scavo ( $L_i = 3.10$  m).

I calcoli sono effettuati con riferimento al singolo micropalo considerando agli effetti della resistenza del terreno la sola resistenza laterale.

Il valore della azione di calcolo " $E_d$ " agente è dato dal peso proprio del palo ( $W_P$ ) e il peso del cordolo in testa ( $W_C$ ).

Le suddette componenti di carico sono:

$$\begin{aligned} W_{P,k} &= A_P \cdot L_P \cdot \gamma_P = 0.04 \text{ m}^2 \cdot 10.00 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 9.50 \text{ kN} \\ W_{C,k} &= A_C \cdot i_P \cdot \gamma_C &= 0.25 \text{ m}^2 \cdot 0.40 \text{ m} \cdot 25.00 \text{ kN/m}^3 &= 2.50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Si ottiene pertanto:  $E_d = 12.00$  kN

Per quanto riguarda la capacità portante dei pali, nel caso specifico, trattandosi di pali di piccolo diametro, si trascura il contributo della portata alla base considerando la sola resistenza laterale.

Essendo il tratto di immersione dei pali ricadente nell'ambito del substrato roccioso, la resistenza laterale viene valutata con riferimento alla sola coesione della roccia assunta, in via cautelativa, pari a 100 kPa.

$$R_{c,cal} = (\pi D) \cdot c_k \cdot L_i = (\pi \cdot 0.22) \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 3.10 \text{ m} = 214.26 \text{ kN}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

$$R_{c,k} = R_{c,cal} / \xi = 214.26 / 1.70 = 126.03 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, trattandosi di verifica relativa ad una paratia, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore unitario (§ 6.5.3.1.2).

Si ottiene quindi:

$$R_{c,d} = R_{c,k} = 126.03 \text{ kN} > E_d \quad (\text{ok!})$$

### Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto vanno effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" e devono essere fatte in riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " $\gamma_R$ " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.2).

**Tab. 6.8.I** - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari passanti per il piede della paratia.

Il metodo dell'Equilibrio Limite consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

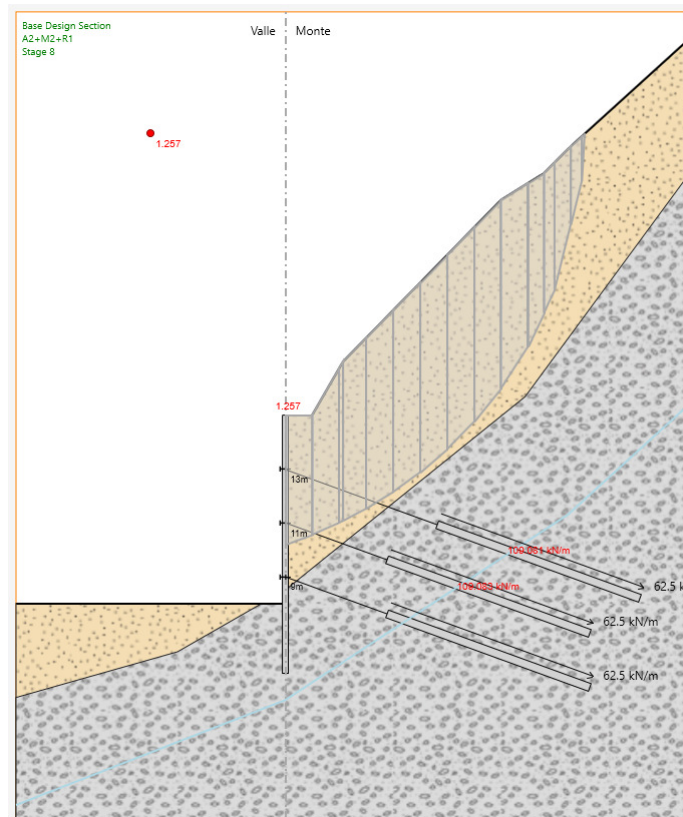
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza " $F_s$ " definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate “potenziali” superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

Per le superfici di scivolamento analizzate, cautelativamente, non si è considerata la resistenza a taglio offerta dai pali. Questo principalmente in relazione al fatto che fare affidamento su tale resistenza richiederebbe di dover ammettere deformazioni significative in campo passivo nel tratto di immersione al di sotto del piano di fondo scavo; l'entità di tali deformazioni non si ritiene che sarebbe compatibile ai fini della salvaguardia della sede ferroviaria presente poco più a monte della paratia in oggetto.



Combinazione GEO (A2+M2+R2)  
 Stabilità globale Opera-Terreno

$$F_{s,\min} = 1.26 > 1.1 \quad (\text{ok!})$$

### 7.6.2 Verifiche di tipo strutturale (STR)

Le verifiche riportate nel seguito fanno riferimento agli Stati Limite Ultimi di tipo STR, in accordo a quanto previsto dalla normativa in merito alle opere e sistemi geotecnici.

Le suddette verifiche sono effettuate secondo la Combinazione (A1+M1+R1).

Per le sole verifiche dei tiranti di ancoraggio, queste vengono effettuate secondo la combinazione (A1+M1+R3) (§ 6.6.2), adottando i coefficienti parziali (R3) indicati nella seguente tabella:

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Gli elementi oggetto di verifica presentano le seguenti caratteristiche geometriche e di resistenza:

- Acciaio tipo S 355 H
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Diametro armatura  $D = 127.0 \text{ mm}$
- Spessore  $t = 10.0 \text{ mm}$
- Area  $A = 36.8 \text{ cm}^2$
- Modulo di resistenza elastico:  $W_{el} = 99.8 \text{ cm}^3$
- Modulo di resistenza plastico:  $W_{pl} = 137.0 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia:  $J = 634.0 \text{ cm}^4$

La sezione strutturale appartiene alla classe 1 ( $d/t \leq 50\epsilon^2$ ) (§4.2.3.1)

Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Angolari						
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti						
Classe	Sezione in compressione					
3						
	$f_{yk}$ $h/t \leq 15\epsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
Sezioni Tubolari						
Classe	Sezione inflessa e/o compressa					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90\epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

La resistenza di calcolo "R<sub>d</sub>" si pone nella forma: 
$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Dove  $\gamma_M$  è il fattore parziale relativo al modello di resistenza (cfr. tabella seguente); per elementi di *classe 1* si adotta  $\gamma_{M0} = 1,05$  (§4.2.4.1).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Le resistenze di calcolo a flessione e taglio della sezione sono pari a:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 46.32 \text{ kNm} \quad [4.2.12]$$

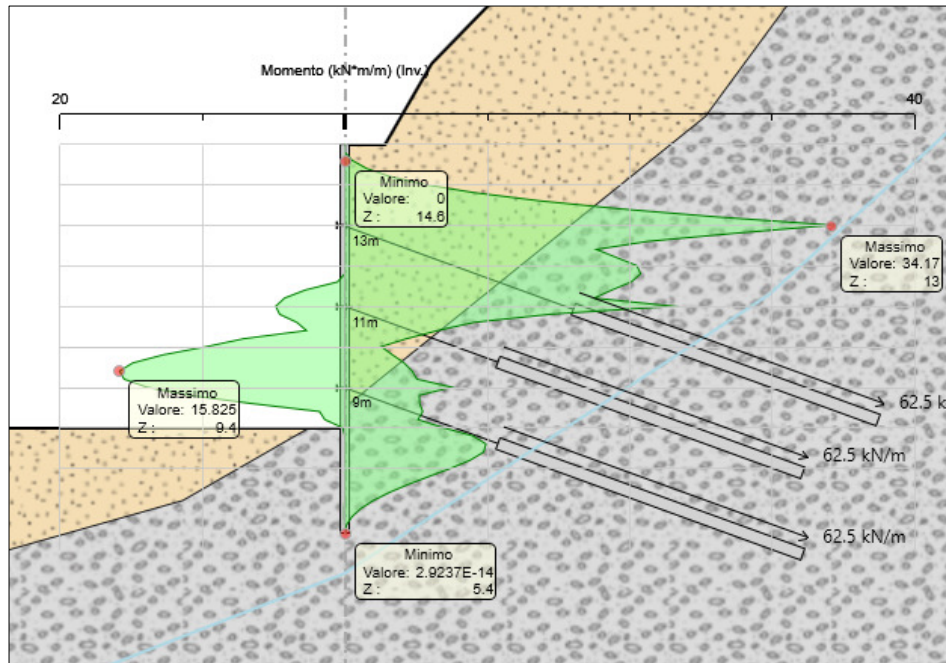
$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 457 \text{ kN} \quad [4.2.17]$$

dove:  $A_v = 2 \cdot A / \pi = 2 \cdot 36.8 / \pi = 23.42 \text{ cm}^2$  è l'area resistente a taglio.



Nelle figure che seguono sono rappresentati i principali risultati dell'analisi in termini di caratteristiche di sollecitazione negli elementi strutturali.

I predetti valori sono quelli corrispondenti ad una estensione unitaria di struttura; le caratteristiche di sollecitazione relative a ciascun elemento strutturale sono pertanto quelle ottenute dal calcolo moltiplicate per l'interasse relativo.

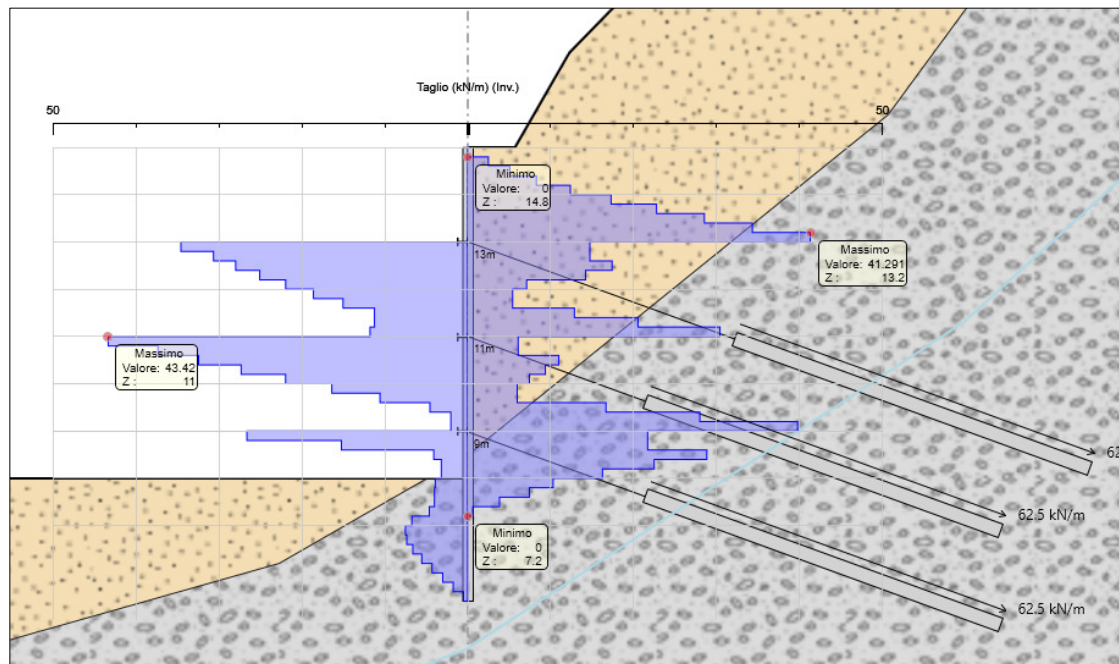


Inviluppo Momenti Flettenti

$$M_{\max} = 34.17 \text{ kNm/m};$$

$$M_{\text{palo}} = M_{\max} \cdot i_p = 34.17 \cdot 0.40 \text{ m} = 13.67 \text{ kNm /palo}$$

$$M_{\text{palo}} / M_{R,\text{palo}} = 0.30 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$



Inviluppo Forze di Taglio

$$T_{\max} = 43.42 \text{ kN/m};$$

$$T_{\text{palo}} = T_{\max} \cdot i_p = 43.42 \cdot 0.40 \text{ m} = 17.37 \text{ kN /palo}$$

$$T_{\text{palo}} / T_{R,\text{palo}} = 0.04 \quad \text{tasso di sfruttamento (ok!)}$$

Come rilevabile da quanto precedentemente riportato, tutti i tassi di lavoro sono risultati inferiori all'unità. Le verifiche di resistenza sono pertanto soddisfatte.

### 7.6.3 Verifica dei tiranti di ancoraggio

L'immagine seguente riporta l'output del codice di calcolo con i risultati delle verifiche relative ai tiranti di ancoraggio.

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptions
TIR1	Stage 4	198.78	261.8	605.56	0.759	0.328	✓	A1+M1+R1
TIR2	Stage 6	198.44	261.8	605.56	0.758	0.328	✓	A1+M1+R1
TIR3	Stage 8	195.58	261.8	605.56	0.747	0.323	✓	A1+M1+R1

Copia negli appunti Chiudi

### Verifiche a sfilamento

Le verifiche allo sfilamento per carico assiale di trazione sono effettuate verificando il soddisfacimento della relazione:

$$E_d \leq R_d$$

dove "E<sub>d</sub>" è l'azione di trazione agente (v. tabella precedente), mentre "R<sub>d</sub>" è la Resistenza di Progetto a trazione "R<sub>a,d</sub>" del tirante.

Tale verifica viene effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (§6.6.2), applicando i coefficienti parziali di sicurezza (R3) indicati della tabella 6.6.I.

**Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi**

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Trattandosi di tiranti a carattere permanente si farà quindi riferimento a  $\gamma_R = 1.2$ .

La valutazione della resistenza "R<sub>a,d</sub>" viene effettuata a partire dal valore caratteristico R<sub>k,cal</sub> calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza "τ<sub>ak</sub>" lungo la fondazione del tirante in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno (§6.4.3.1.1), mediante la seguente relazione:

$$\tau_{ak} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan \phi'_k$$

dove:

- c'<sub>k</sub> = coesione del terreno;
- φ'<sub>k</sub> = angolo di attrito al contatto ;
- σ<sub>n,k</sub> = k<sub>s</sub> σ<sub>v</sub> = tensione normale all'asse del tirante;
- σ<sub>v</sub> = tensione geostatica verticale alle varie profondità;
- k<sub>s</sub> = coeff. pari a 1.1÷1.2 k<sub>0,d</sub> essendo k<sub>0,d</sub> il coeff. di spinta a riposo.

Nel calcolo viene considerato il solo tratto di fondazione del tirante, adottando un valore del diametro “reso” del bulbo pari a 15 cm.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{a,k}$  è ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione ( $\xi$ ), assunto cautelativamente pari a 1.80, (Tab. 6.6.III):

$$R_{a,k} = R_{k,cal} / \xi$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero  $n$  di profili di indagine

Numero di profili di indagine	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

Trattandosi di tiranti di ancoraggio di tipo permanente, per il coefficiente parziale ( $\gamma_R$ ), si adotta un valore pari a (Tab. 6.6.I):  $\gamma_R = 1.2$

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

Per tutti i tiranti, la cui fondazione ricade interamente nel substrato roccioso, si considera un valore cautelativo dell’aderenza terreno-fondazione pari a 150 kPa:

$$\tau_{ak} = 150.00 \text{ kPa}$$

$$R_{a,cal} = 565.49 \text{ kN}$$

$$R_{a,k} = 314.16 \text{ kN}$$

$$R_{a,d} = 261.80 \text{ kN} > N_{ed} \rightarrow \text{ok}$$

### Verifica dell'armatura

I tiranti adottati sono costituiti da 3 trefoli 0.6" in acciaio Y1860:

$$\begin{aligned} \text{Area:} & \quad A = 3 \cdot 139 \text{ mm}^2 = 417 \text{ mm}^2 \\ \text{Tensione caratteristica:} & \quad f_{yk} = 1670 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Coefficiente parz. :} & \quad \gamma_s = 1.15 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Tensione di calcolo:} & \quad f_{yd} = 1452 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Resistenza di calcolo:} & \quad R_d = A \cdot f_{yd} = 605.56 \text{ kN} > E_d \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

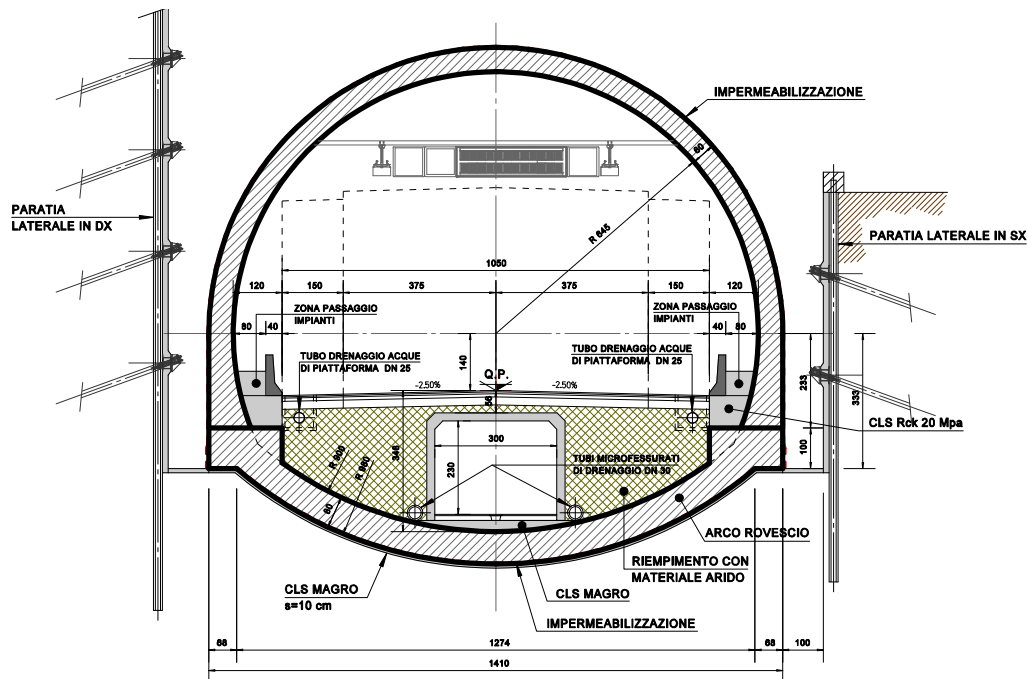
Nel rispetto della gerarchia delle resistenze si verifica inoltre che la resistenza caratteristica al limite di snervamento dell'armatura sia superiore alla resistenza a sfilamento della fondazione:

$$\begin{aligned} R_{d,k} &= A \cdot f_{yk} = 696 \text{ kN} \\ R_{a,dmax} &= 261.80 \text{ kN} > R_{a,dmax} \rightarrow \text{ok!} \end{aligned}$$

## 8. Galleria artificiale

Nel presente capitolo sono riportate le principali analisi di calcolo e verifiche relative alla struttura definitiva in c.a. della galleria artificiale.

Tale struttura si sviluppa per una lunghezza complessiva di 23.00 m, dalla progressiva km 1+935.79 alla progressiva km 1+958.79 e presenta una sezione avente raggio netto interno pari a 6.45 m.



Sezione trasversale tipo

I calcoli riportati nel seguito fanno riferimento ad una sezione tipo rappresentativa caratterizzata dalle massime coperture.

## 8.1 Azioni di calcolo

Per le analisi relative alla struttura in oggetto, le principali azioni da prendere in considerazione sono le seguenti:

- carichi permanenti (pesi propri, spinta delle terre);
- azioni sismiche.

### 8.1.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono rappresentati dai pesi propri strutturali dell'opera, determinati in funzione della geometria specifica di ciascun elemento, e dal sovraccarico del terreno di ritombamento presente a copertura della struttura assunto pari a 20 kN/m<sup>3</sup>.

### 8.1.2 Spinta delle terre

Sebbene siano presenti lateralmente alla struttura le paratie di micropali, è da evidenziare che tali strutture sono a carattere provvisorio. Nel lungo termine le paratie non offriranno alcuna resistenza e le spinte del terreno laterale risulteranno agire integralmente sulla struttura definitiva della galleria.

La valutazione delle pressioni laterali agenti sulla struttura viene effettuata tenendo conto delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato e dell'entità delle deformazioni in ogni punto della struttura; nel caso specifico, per le proprie caratteristiche di relativa indeformabilità, le pressioni orizzontali vengono calcolate con riferimento al coefficiente di spinta a riposo valutato con la nota espressione di Jaky:

$$k_0 = 1 - \sin \phi'$$

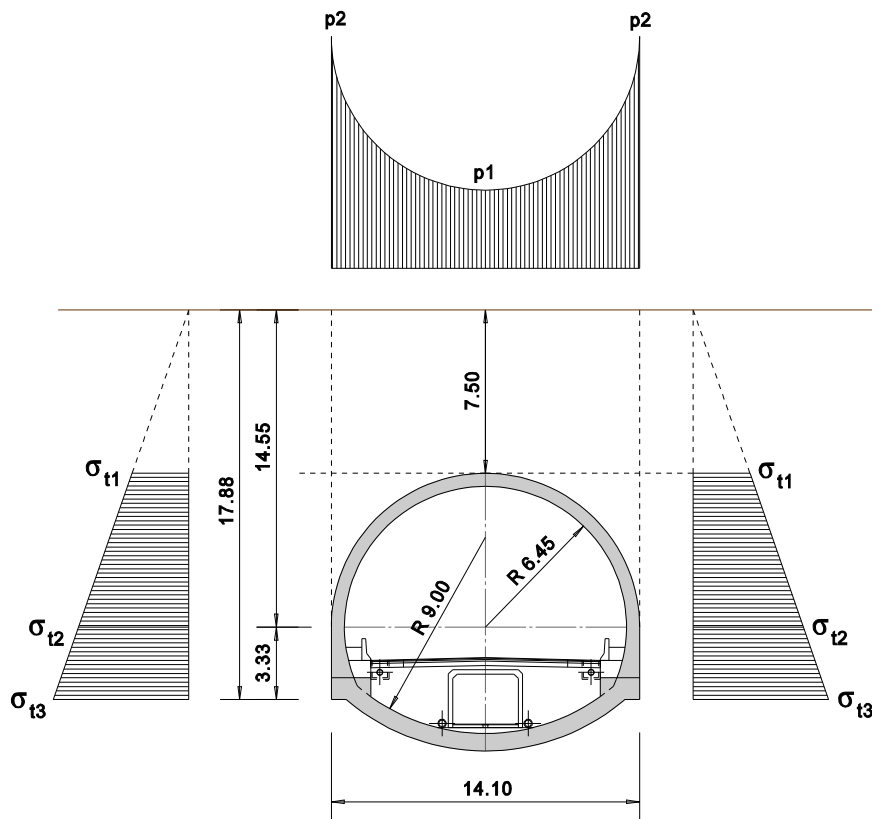
Gli scavi interessano nella loro parte più superficiale le coltri detritiche di versante mentre nella parte inferiore è presente il substrato roccioso.

Dal momento che il limite di passaggio tra le due formazioni non è certo, tenendo anche conto che lo spazio laterale compreso tra la galleria artificiale e le paratie sarà riempito con il materiale di ritombamento, a titolo cautelativo si è considerato quale terreno spingente contro la struttura della galleria il terreno di riempimento presente lungo tutto il contorno della struttura.

A tale materiale si sono attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \phi' = 38^\circ \quad c' = 0.00 \text{ kPa} \quad k_0 = 0.38$$

Nella figura seguente si rappresentano i diagrammi di pressione applicati.



Schema di carico in condizioni statiche

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 7.50 \text{ m} \cdot 20.00 \text{ kN/m}^3 & &= 150.00 \text{ kPa} \\
 p_2 &= 14.55 \text{ m} \cdot 20.00 \text{ kN/m}^3 & &= 291.00 \text{ kPa} \\
 \sigma_{t1} &= (7.50 \text{ m} \cdot 20.00 \text{ kN/m}^3) \cdot 0.38 & &= 57.00 \text{ kPa} \\
 \sigma_{t2} &= (14.55 \text{ m} \cdot 20.00 \text{ kN/m}^3) \cdot 0.38 & &= 110.58 \text{ kPa} \\
 \sigma_{t3} &= (17.88 \text{ m} \cdot 20.00 \text{ kN/m}^3) \cdot 0.38 & &= 135.90 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



### 8.1.3 Azioni sismiche

Le sollecitazioni sismiche sono definite in funzione dei parametri di accelerazione precedentemente definiti.

In particolare, con riferimento allo stato di SLV, si ha:

$$a_g/g = 0.072$$

$$S_s = 1.20$$

$$S_t = 1.20$$

Le componenti sismiche di accelerazione orizzontale e verticale sono pertanto:

$$k_h = a_g/g \cdot S_s \cdot S_t = 0.104$$

$$k_v = \pm 1/2 k_h = \pm 0.052$$

Tali componenti di accelerazione vengono applicate alle masse strutturali dell'opera.

Inoltre, in aggiunta alle pressioni statiche del terreno, precedentemente evidenziate, sono applicati anche i corrispondenti incrementi sismici di spinta.

La valutazione di tali incrementi viene effettuata, secondo la teoria di Wood, in accordo a quanto suggerito dall' Eurocodice 8 – Parte 5 “fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, in particolare all' Appendice E – punto E.9:

$$\Delta P_d = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$\text{dove: } a_{\max}/g = S \cdot a_g/g = S \cdot 0.072$$

$$S = S_s \cdot S_t = 1.44$$

$$\text{Risulta: } \Delta P_d = 1.44 \cdot 0.072 \cdot 20.00 \cdot 10.38^2 = 223.42 \text{ kN/m}$$

Tale incremento di spinta viene applicato a metà altezza delle pareti laterali. Il corrispondente diagramma di pressioni viene adottato di forma rettangolare lungo tutta l'altezza con valore della pressione costante pari a:

$$\Delta P_d / H = 223.42 / 10.38 = 21.52 \text{ kPa}$$

Nelle analisi, vista la simmetria del problema, si è considerato il suddetto incremento di spinta applicato su una sola parete, concordemente con la direzione assunta per il sisma.

## 8.2 Criteri di calcolo

I calcoli e le verifiche strutturali riportati nella presente relazione sono eseguiti sia in condizioni statiche (stati limite Ultimi – SLU e di Esercizio – SLE), sia in condizioni sismiche (stato limite di salvaguardia della vita – SLV).

### 8.2.1 Condizioni statiche

#### Stati limite ultimi (SLU):

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi sono effettuate verificando il soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

dove:  $E_d$  = valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni;

$R_d$  = valore della resistenza di progetto.

I valori di progetto (di calcolo) delle azioni sollecitanti sono determinati secondo la seguente formulazione (§ 2.5.3):

$$E_d = \gamma_G \cdot G + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma(\gamma_{Qi} \cdot \psi_{oi} \cdot Q_{ki})$$

dove:

$G$  = valore nominale delle azioni permanenti;

$Q_{k1}$  = valore caratteristico dell'azione dominante di ogni combinazione;

$Q_{ki}$  = valori caratteristici delle azioni variabili indipendenti che possono agire contemporaneamente alla dominante;

$\gamma_G, \gamma_Q$  = coefficienti parziali delle azioni definiti in relazione allo stato limite ultimo preso in considerazione (EQU, STR, GEO);

$\psi_{oi}$  = coefficiente di combinazione delle azioni variabili agenti contemporaneamente alla dominante.

Nel caso in esame, essendo presenti solo azioni di tipo permanente, l'espressione precedente si riduce a:

$$E_d = \gamma_G \cdot G$$

### Stati limite di esercizio (SLE):

Per le verifiche agli stati limite di esercizio si fa generalmente riferimento alle seguenti combinazioni di carico (§ 2.5.3):

<b>combinazione rara:</b>	$E_d = G + Q_{k1} + \Sigma(\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$
<b>combinazione frequente:</b>	$E_d = G + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Sigma(\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$
<b>combinazione quasi permanente:</b>	$E_d = G + \Sigma(\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

dove:

$\psi_{1i}$  = coefficiente atto a definire i valori delle azioni variabili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

$\psi_{2i}$  = coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni variabili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Nel caso in esame, essendo presenti solo azioni di tipo permanente, le tre espressioni precedenti si riducono ad una sola:

$$E_d = 1.0 \cdot G$$

### 8.2.2 Condizioni sismiche

Le azioni sollecitanti di calcolo sono determinate secondo la seguente formulazione (§ 3.2.4):

$$E_d = E + G + [\Sigma(\psi_{2i} \cdot Q_{ki})]$$

dove:

$E$  = valore dell'azione sismica per lo Stato Limite "SLV";

$G$  = valore nominale delle azioni permanenti;

$Q_{ki}$  = valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

$\psi_{2i}$  = coefficienti di combinazione delle azioni variabili  $Q_{ki}$ ;

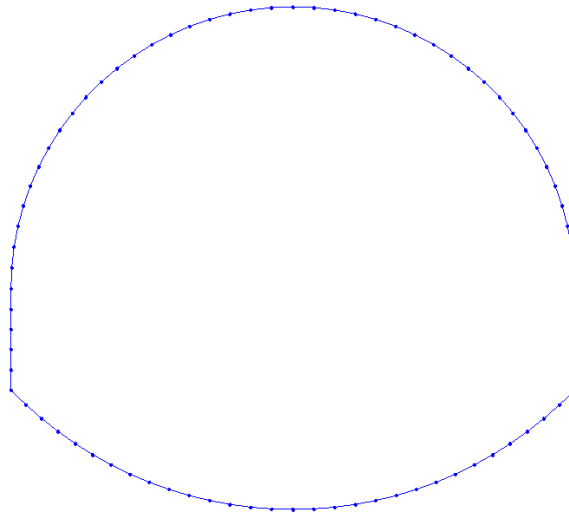
Nel caso in esame, essendo presenti solo azioni di tipo permanente, l'espressione precedente si riduce a:

$$E_d = E + G$$

### 8.3 Metodo di calcolo e modello strutturale

La struttura viene analizzata in regime elastico lineare.

Le elaborazioni sono eseguite per una sezione trasversale tipo mediante un modello di calcolo di tipo bi-dimensionale in regime di deformazione piana (plain-strain).



Modello di Calcolo

Gli elementi strutturali costituenti il rivestimento della galleria sono modellati mediante elementi tipo "beam"; si tratta di elementi prettamente monodimensionali caratterizzati da sviluppo lineare e da rigidezze flessionali nelle due direzioni ortogonali all'asse dell'elemento.

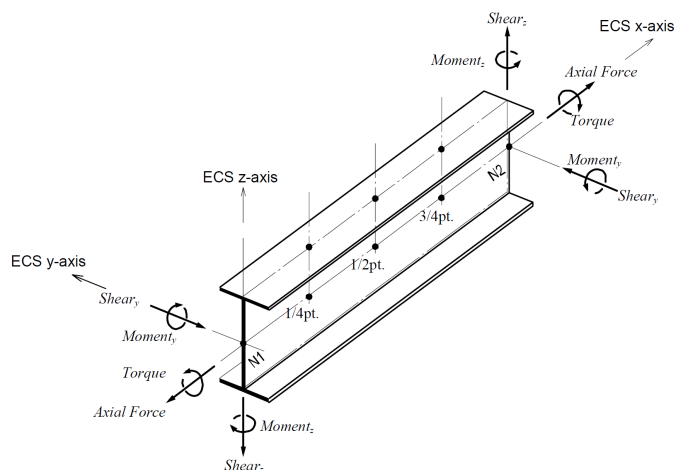
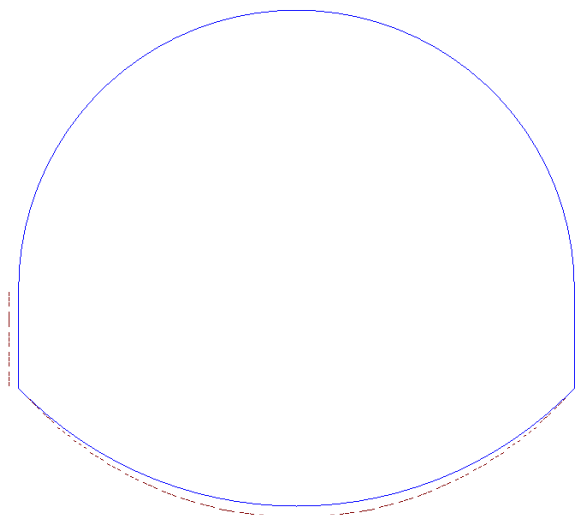


Figure 1.8 Sign convention for ECS and element forces (or stresses) of a beam element

Per gli elementi strutturali relativi all'arco rovescio e ai piedritti laterali, viene simulata l'interazione con il terreno a contatto mediante l'inserimento di vincoli elastici (molle) corrispondenti alle reazioni del terreno; a tali vincoli è stata attribuita una rigidezza pari alla costante di Winkler.



Visualizzazione Vincoli

La costante di Winkler rappresenta il valore della pressione "q" da applicare al terreno per determinare uno spostamento unitario "w".

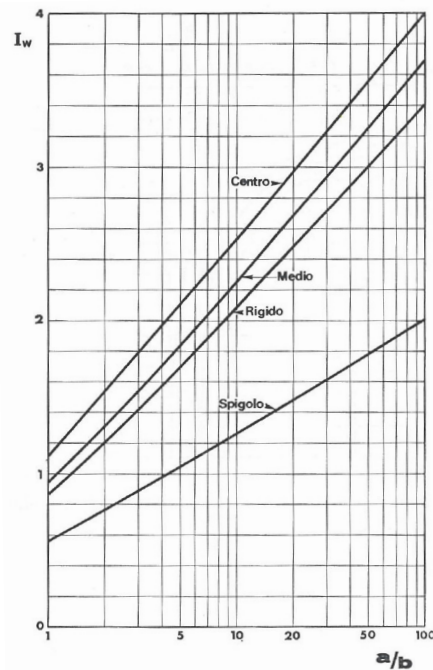
$$k_w = \frac{q}{w}$$

Le sue unità di misura sono [F/L<sup>3</sup>], e può essere stimata in funzione del Modulo di deformabilità del terreno. Schematizzando il terreno come un mezzo elastico omogeneo con modulo di deformabilità "E", e la struttura come un insieme di piastre quadrate accostate di larghezza B=1.00 m, tale costante può essere valutata in prima approssimazione applicando la teoria dell'elasticità di Boussinesq come:

$$w = \frac{q \cdot B}{E} \cdot I_w \quad \text{da cui:} \quad k_w = \frac{E}{B \cdot I_w}$$

il coefficiente d'influenza  $I_w$  medio viene ricavato dal diagramma seguente (Carlo Cestelli Guidi – Geotecnica e tecnica delle fondazioni - Volume 1 – 7° edizione Hoepli, 1981) e risulta pari a:

$$I_w \approx 1.00$$

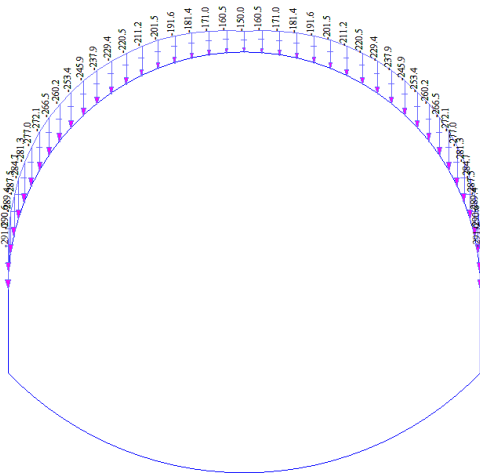


Per le pareti laterali della struttura, che interessano il terreno di riempimento, avente modulo  $E=60.000$  kPa, si ottiene:  $k_w = 5.780$  kN/m<sup>3</sup>

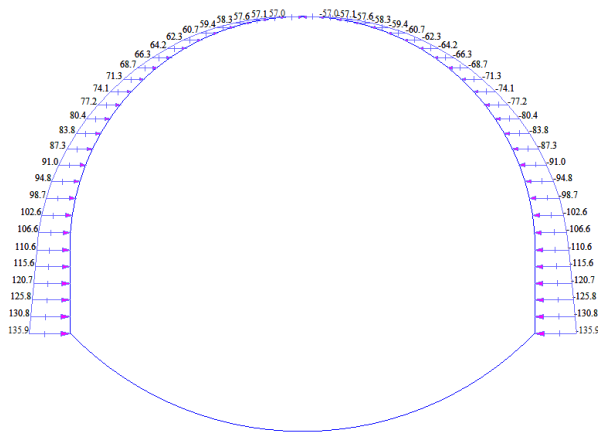
L'arco rovescio in fondazione interessa invece il substrato roccioso, avente modulo  $E=5.000.000$  kPa, si assume quindi:  $k_w = 350.000$  kN/m<sup>3</sup>.

Sulle pareti laterali e sulla calotta si sono applicate le pressioni del terreno corrispondenti.

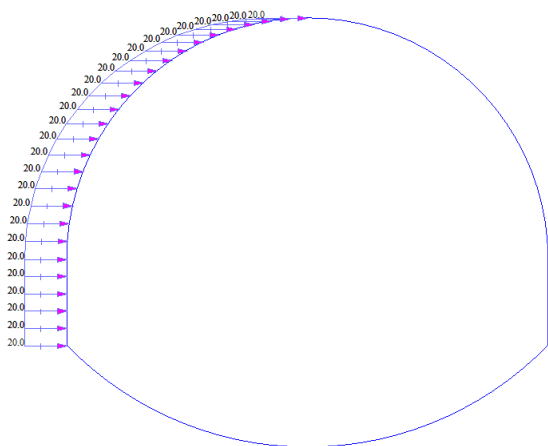
Carichi in calotta



Pressioni del terreno laterale



Incremento sismico di spinta del terreno



Le sollecitazioni sismiche sono inoltre applicate alle masse strutturali in funzione dei coefficienti sismici precedentemente esposti.

## 8.4 Combinazioni di carico

In relazione alla specificità della struttura e alla natura dei carichi applicati, si sono analizzate le seguenti combinazioni di carico:

C.C.		Combinazione
SLU	Statica	$1.30 G_1 + 1.30 G_2 + 1.30 P_{TL}$
SLV	Sismica	$1.00 G_1 + 1.00 G_2 + 1.00 P_{TL} + 1.0 D_{PT} + E_X + E_Z$
SLE		$1.00 G_1 + 1.00 G_2 + 1.00 P_{TL}$

- $G_1$  = Pesi propri strutturali;  
 $G_2$  = Sovraccarico in calotta del terreno di ritombamento;  
 $P_{TL}$  = Pressioni del terreno laterale;  
 $D_{PT}$  = Incremento sismico di pressione del terreno sulla parete;  
 $E_X$  = Azione Sismica orizzontale;  
 $E_Z$  = Azione Sismica verticale (verso il basso).

## 8.5 Codice di calcolo utilizzato

I calcoli sono eseguiti mediante il seguente codice di calcolo:

- Codice: MIDAS Gen  
 Versione 2021 (v1.1)  
 N. di Serie U001-01641  
 Licenza n. D2E4FCD9227E74C5  
 Produttore Midas IT Co., Ltd – Corea del Sud (<http://en.midasuser.com/>)  
 Distributore HarpaCeas S.r.l. – Milano ([www.harpaceas.it](http://www.harpaceas.it))

### Motivazione della scelta del codice

MIDAS GEN è un software di calcolo agli elementi finiti del tutto generalizzato che consente di analizzare strutture di qualsiasi genere, sia in campo statico che dinamico.

### Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo é garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. L'interattività specifica del software per l'introduzione di dati permette la visualizzazione ed il controllo immediato degli elementi introdotti. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

A supporto del programma è fornita una ampia manualistica contenente una vasta serie di test di validazione.

### Valutazione della correttezza dei modelli

Il modello di calcolo adottato é da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni equilibrano i carichi applicati.



### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con valutazioni di massima eseguite con calcoli semplificati portano a confermare la validità dei risultati ottenuti.

### **8.6 Verifiche agli stati limite ultimi**

La verifica di resistenza allo Stato Limite Ultimo, come detto in precedenza, consiste nel verificare, per tutte le sezioni degli elementi strutturali, la disuguaglianza

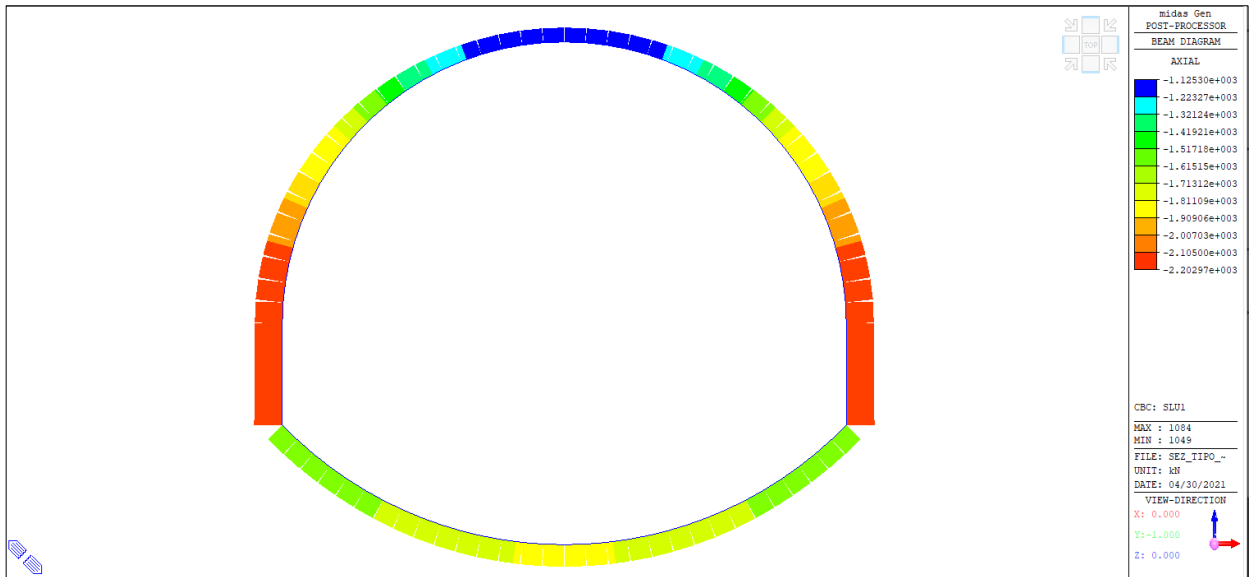
$$S_d \leq R_d$$

dove:

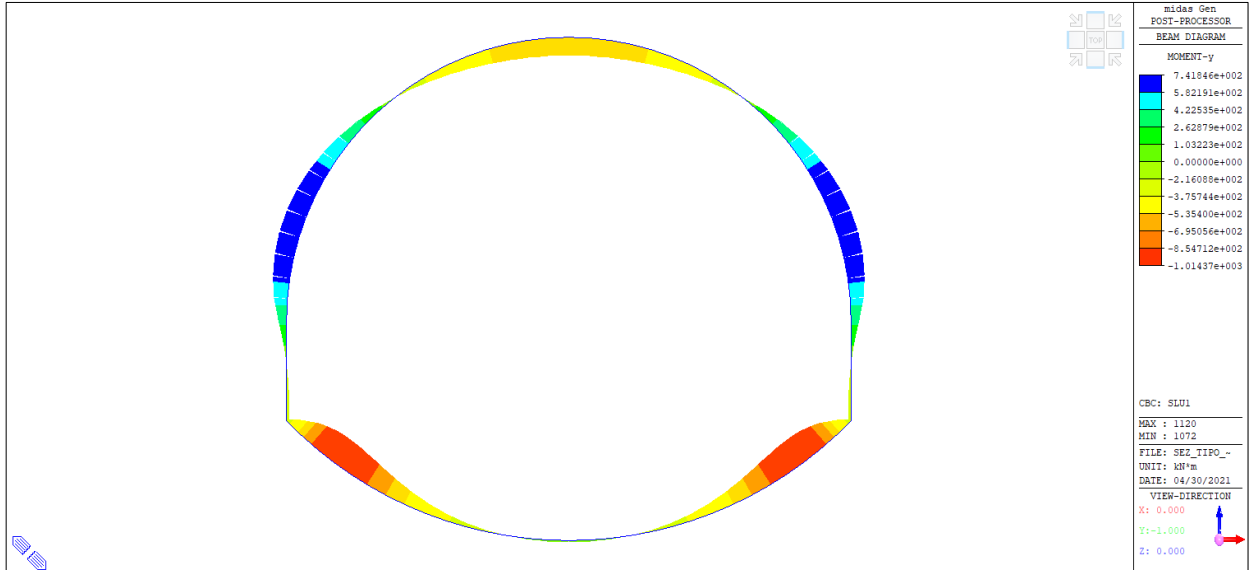
$S_d$  = Azione di progetto agente;

$R_d$  = Resistenza di calcolo dell'elemento.

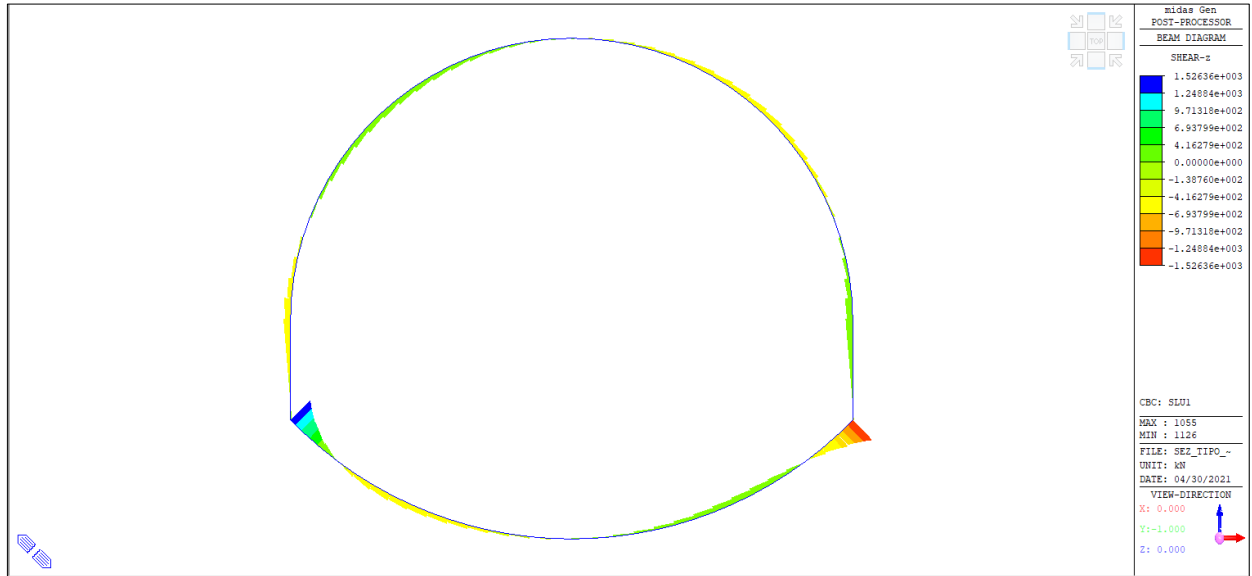
Nelle pagine che seguono si riportano le restituzioni grafiche delle caratteristiche di sollecitazione risultanti nella struttura per le predette combinazioni di carico.



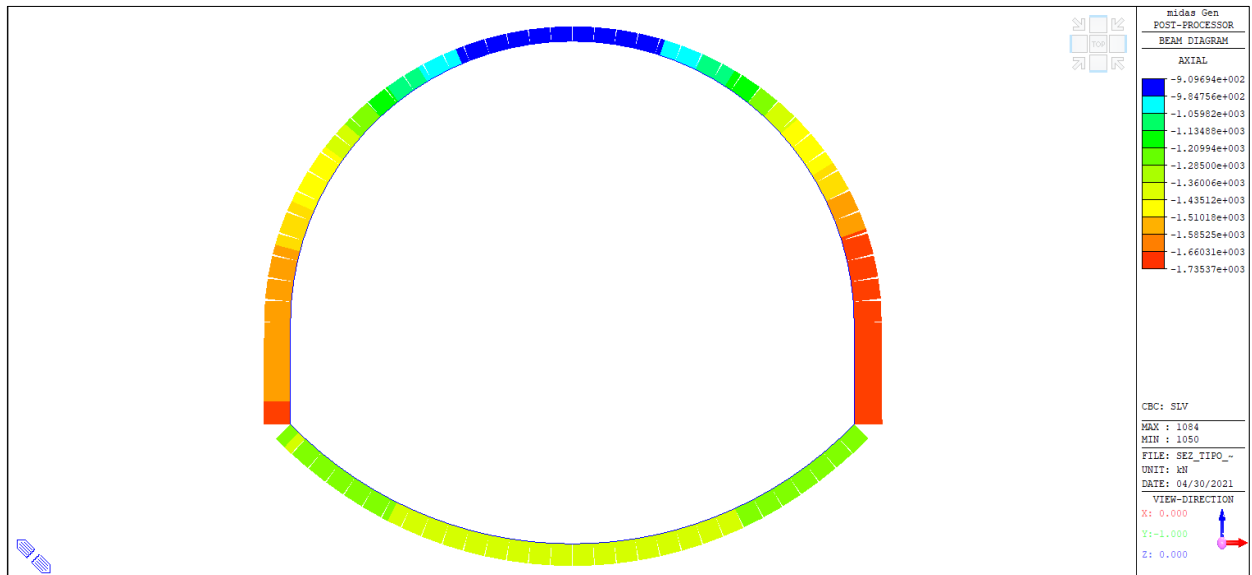
C.C.: SLU Statica – Forze Assiali



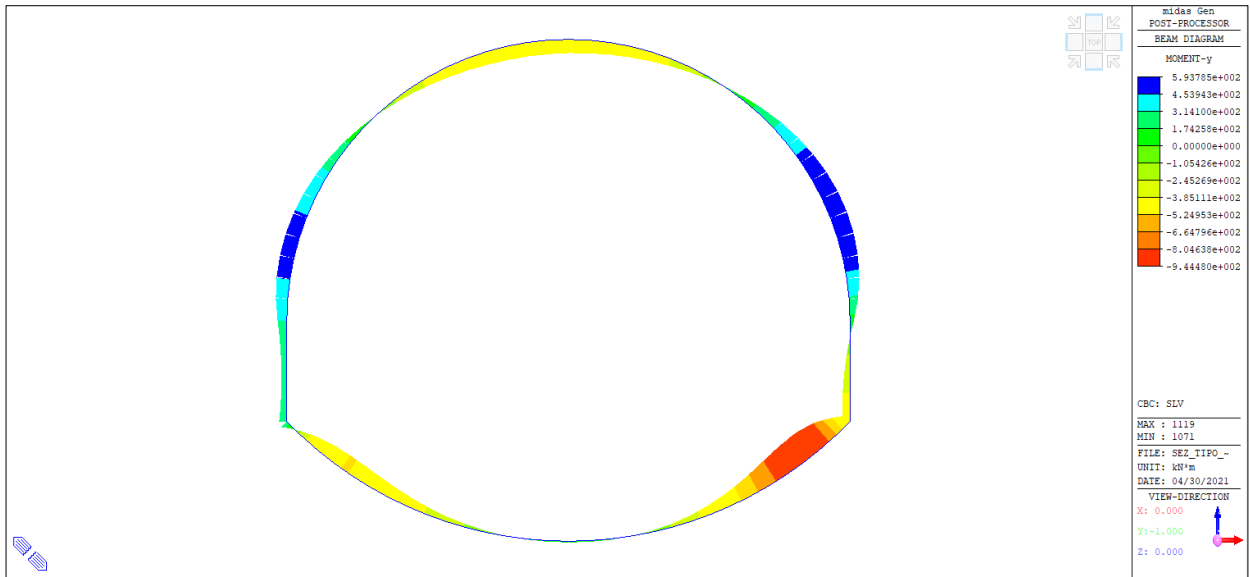
C.C.: SLU Statica – Momenti Flettenti



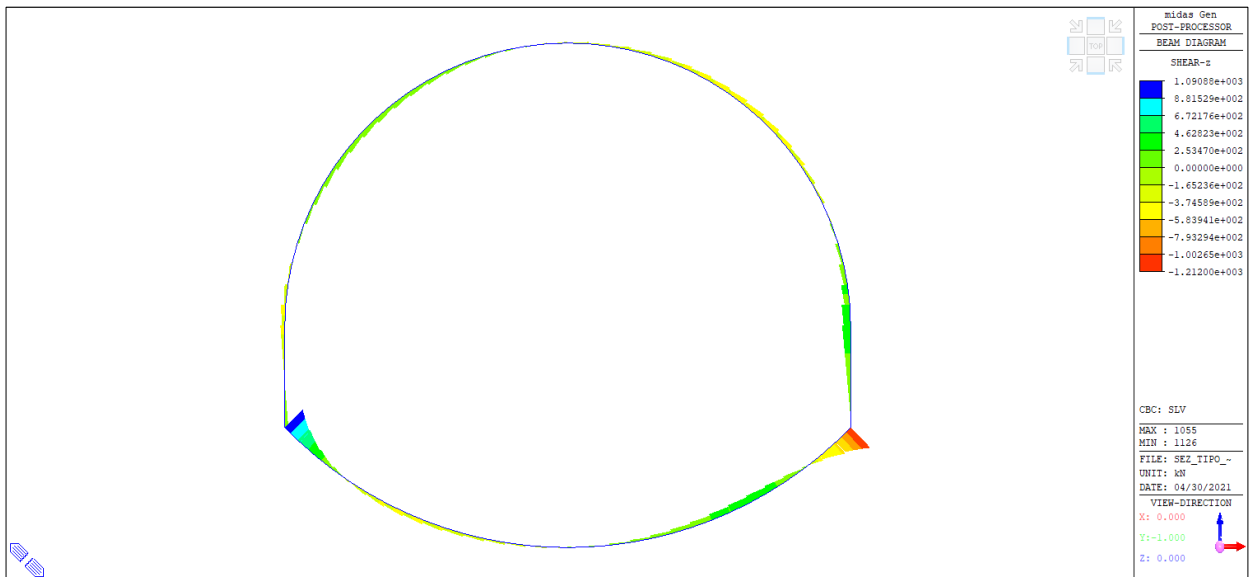
C.C.: SLU Statica – Forze di Taglio



C.C.: SLV Sismica – Forze Assiali



C.C.: SLV Sismica – Momenti flettenti



C.C.: SLV Sismica – Forze di Taglio

La verifica strutturale del rivestimento in c.a. viene effettuata sulla base delle massime caratteristiche di sollecitazione determinate tra tutte le combinazioni di carico esaminate. Stante la presente fase progettuale, per le sezioni in c.a. si sono assunte armature plausibili nel rispetto anche dei quantitativi minimi di norma.

A titolo di esempio nel seguito si riporta un estratto del dettaglio delle verifiche effettuate dal codice di calcolo per uno degli elementi in cui è stata suddivisa la struttura.

**Descrizione caratteristiche geometriche e di armatura dell'elemento**

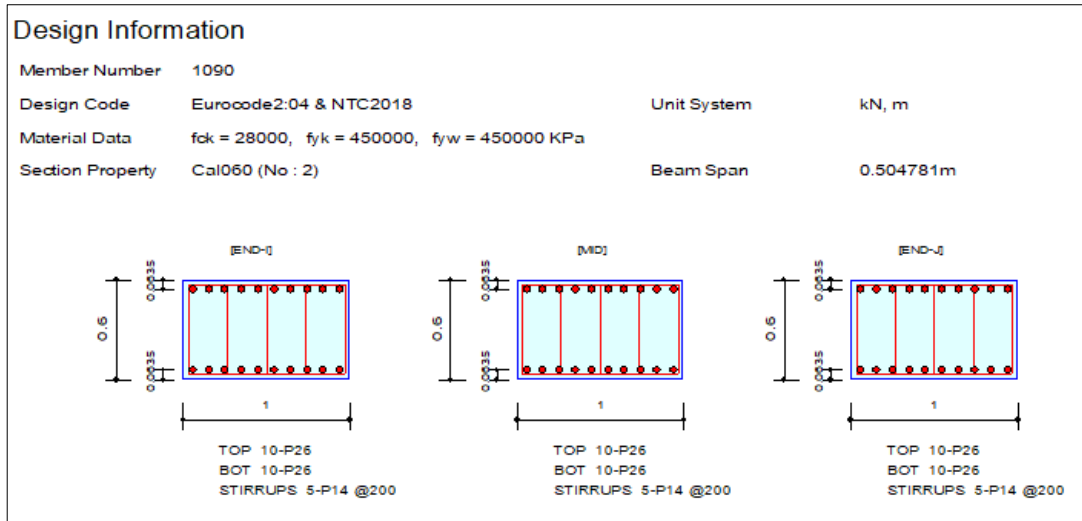
```

-----
midas Gen - RC-Beam Checking [ Eurocode2:04 & NTC2008 ]                               Gen 2015
-----
* .MEMBER      : Member Type = BEAM,  MEMB = 1090

* .DESCRIPTION OF BEAM DATA (iSEC = 2) : Cal060
  Section Type : Rectangle (RECT)
  Beam Length (Span)      = 0.505 m.
  Section Depth (Hc)      = 0.600 m.
  Section Width (Bc)      = 1.000 m.
  Concrete Strength (fck) = 28000.000 KPa.
  Modulus of Elasticity (Ec) = 32308249.723 KPa.
  Main Rebar Strength (fyk) = 450000.000 KPa.
  Stirrups Strength (fyw) = 450000.000 KPa.
  Modulus of Elasticity (Es) = 200000000.000 KPa.

* .FORCES AND MOMENTS AT CHECK POINT <I> :
  Positive Bending Moment P-M_Ed = 741.85 kN-m., LCB = 1
  Negative Bending Moment N-M_Ed = 0.00 kN-m., LCB = 2
  Shear Force V_Ed = 125.39 kN., LCB = 2

* .REINFORCEMENT PATTERN :
-----
  Location  i    di ( m. )    Rebar    Asi ( m^2. )
-----
  Top       1     0.064     10-P26    0.00531
  Bottom    2     0.536     10-P26    0.00531
-----
  Stirrups : P14
  
```



Verifica flessionale per momento positivo

=====  
[[[\*]]] ANALYZE POSITIVE BENDING MOMENT CAPACITY.  
=====

```
( ). Compute design parameters.
-. lambda = 0.8000 ( fck <= 50 MPa.)
-. eta = 1.0000 ( fck <= 50 MPa.)
-. Gamma_c = 1.50 (for Fundamental or Earthquakes).
-. Alpha_cc = 0.85 (Default or User Defined).
-. fcd = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 15866.667 KPa.
-. Gamma_s = 1.15 (for Fundamental or Earthquakes).
-. fyd = fyk / Gamma_s = 391304.348 KPa.

( ). Check area of tensile reinforcement (Rectangular-beam).
-. fyk = 450000.0000 KPa.
-. fctm = 0.30 * fck^(2/3) = 2766.2618 KPa.
-. As.min = MAX[ 0.26*(fctm/fyk)*bt*d, 0.0013*bt*d ] = 0.0009 m^2.
-. As.max = 0.04 * (Bc*Hc) = 0.0240 m^2.
-. As.prov = 0.0053 m^2.
-. As.min < As.prov < As.max ----> O.K !

( ). Search for neutral axis..... Unit : kN., m.
-----
Trial      X      Cc +      Cs =      CcCs      Ts      Ratio
-----
1-st      0.268   3404.99   1993.57   5398.56   2077.83  -59.82
2-nd      0.134   1702.49   1872.98   3575.47   2077.83   27.92
3-rd      0.067    851.25   197.45   1048.70   2077.83   50.47
4-th      0.101   1276.87   1286.38   2563.25   2077.83   76.64
5-th      0.084   1064.06    817.11   1881.17   2077.83   90.54
6-th      0.092   1170.46   1073.08   2243.54   2077.83   92.02
7-th      0.088   1117.26    951.19   2068.45   2077.83   99.55
-----

( ). Compute ultimate moment of resistance.
-. a = lambda * X = 0.0704 m.
-. Cc = eta*fcd*Bc*a = 1117.261 kN.
-. Cs = (fsc-eta*fcd)*Asc = 951.190 kN.
-. M_Rd = Cc*(d-a/2) + Cs*(d-dc) = 1009.987 kN-m.

( ). Check ratio of positive moment resistance.
-. Rat_P = M_Ed/M_Rd = 0.735 < 1.000 ----> O.K.

( ). Check ratio of neutral axis depth to effective depth.
-. x/d = 0.164
-. Limit(x/d) = 0.450 ( fck <= 50 MPa.)
-. x/d < 0.450 ----> O.K
```

### Verifica flessionale per momento negativo

=====  
[[[\*]]] ANALYZE NEGATIVE BENDING MOMENT CAPACITY.  
=====

```
( ). Compute design parameters.
-. lambda = 0.8000 ( fck <= 50 MPa.)
-. eta    = 1.0000 ( fck <= 50 MPa.)
-. Gamma_c = 1.50 (for Fundamental or Earthquakes).
-. Alpha_cc = 0.85 (Default or User Defined).
-. fcd      = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 15866.667 KPa.
-. Gamma_s  = 1.15 (for Fundamental or Earthquakes).
-. fy_d     = fy_k / Gamma_s = 391304.348 KPa.

( ). Check area of tensile reinforcement (Rectangular-beam).
-. fy_k     = 450000.0000 KPa.
-. fctm     = 0.30 * fck^(2/3)          = 2766.2618 KPa.
-. As_min   = MAX[ 0.26*(fctm/fy_k)*bt*d, 0.0013*bt*d ] = 0.0009 m^2.
-. As_max   = 0.04 * (Bc*Hc)           = 0.0240 m^2.
-. As_prov  = 0.0053 m^2.
-. As_min < As_prov < As_max ----> O.K !

( ). Search for neutral axis..... Unit : kN., m.
-----
Trial      X      Cc +      Cs =      CcCs      Ts      Ratio
-----
1-st      0.268  3404.99  1993.57  5398.56  2077.83  -59.82
2-nd      0.134  1702.49  1872.98  3575.47  2077.83  27.92
3-rd      0.067   851.25  197.45   1048.70  2077.83  50.47
4-th      0.101  1276.87  1286.38  2563.25  2077.83  76.64
5-th      0.084  1064.06  817.11   1881.17  2077.83  90.54
6-th      0.092  1170.46  1073.08  2243.54  2077.83  92.02
7-th      0.088  1117.26  951.19   2068.45  2077.83  99.55
-----

( ). Compute ultimate moment of resistance.
-. a       = lambda * X           = 0.0704 m.
-. Cc      = eta*fcd*Bc*a         = 1117.261 kN.
-. Cs      = (fsc-eta*fcd)*Asc    = 951.190 kN.
-. M_Rd    = Cc*(d-a/2) + Cs*(d-dc) = 1009.987 kN-m.

( ). Check ratio of negative moment resistance.
-. Rat_N = M_Ed/M_Rd = 0.000 < 1.000 ----> O.K.

( ). Check ratio of neutral axis depth to effective depth.
-. x/d     = 0.164
-. Limit(x/d) = 0.450 ( fck <= 50 MPa.)
-. x/d < 0.450 ----> O.K
```

### Verifica a taglio

```

=====
[[[*]]]  ANALYZE SHEAR CAPACITY.
=====

( ). Compute design parameters.
-. Gamma_c = 1.50 (for Fundamental or Earthquakes).
-. Alpha_cc= 0.85 (Default or User Defined).
-. fcd     = Alpha_cc * fck / Gamma_c = 15866.667 KPa.
-. Gamma_s = 1.15 (for Fundamental or Earthquakes).
-. fywd    = fyw / Gamma_s = 391304.348 KPa.

( ). Calculate shear strength of concrete.
-. V_Ed   = 125.391 kN.
-. bw     = 1.000 m.
-. k      = MIN[ 1.0+sqrt(200/d), 2.0 ] = 1.6106 (by d unit is mm).
-. As1    = 0.00531 m^2. (Area of tensile reinforcement).
-. Rho1   = As1/(bw*d) = 0.00990
-. C_Rdc  = 0.18/Gamma_c = 0.1200
-. V_Rdc1 = [ C_Rdc*k*(100*Rho1*fck)^(1/3) ]*bw*d = 313.778 kN.
-. V_Rdc2 = [ 0.035*k^(3/2)*sqrt(fck) ]*bw*d = 203.087 kN.
-. V_Rdc  = MAX[ V_Rdc1, V_Rdc2 ] = 313.778 kN.
-. Vwd    = 0.0 kN. (V_Rdc > V_Ed) ----> Shear reinforcement is not required.

( ). Calculate required shear reinforcement. ( Asw1 = 0.00015 m^2. )
-. Asw/s1 = Vwd / (0.9*fywd*d) = 0.00000 m^2/m.
-. Calculate spacing s1 = Not Required.
-. Rhow   = 0.00094 (by concrete and steel classes).
-. Smax1  = Asw / (bw*Rhow) = 0.81853 m.
-. Smax2  = MIN[ 0.8*d, 15*Dbar, 330 mm, Asw/(1.5*bw) ] = 0.33000 m.
-. Applied spacing s = MIN[ Smax1, Smax2 ] = 0.33000 m.
-. N_leg  = 5
-. Asw/s  = N_leg*Asw1 / s = 0.00233 m^2/m.
-. Nu     = 0.5000 (fck <= 70MPa)
-. Nu1    = Nu = 0.5000
-. Aswmax/s = 0.5*1.0*Nu1*fcd*bw/fywd = 0.01014 m^2/m.
-. Asw_use/s_use = N_leg*Asw1 / s_use = 0.00385 m^2/m.
-. Asw < Asw_use ----> O.K !

( ). Check ratio of shear capacity.
-. V_Ed / V_Rdc = 0.400
-. V_Ed / V_Rds = 0.172
-. V_Ed / V_RdMax = 0.065
-. Rat_V = 0.400
    
```

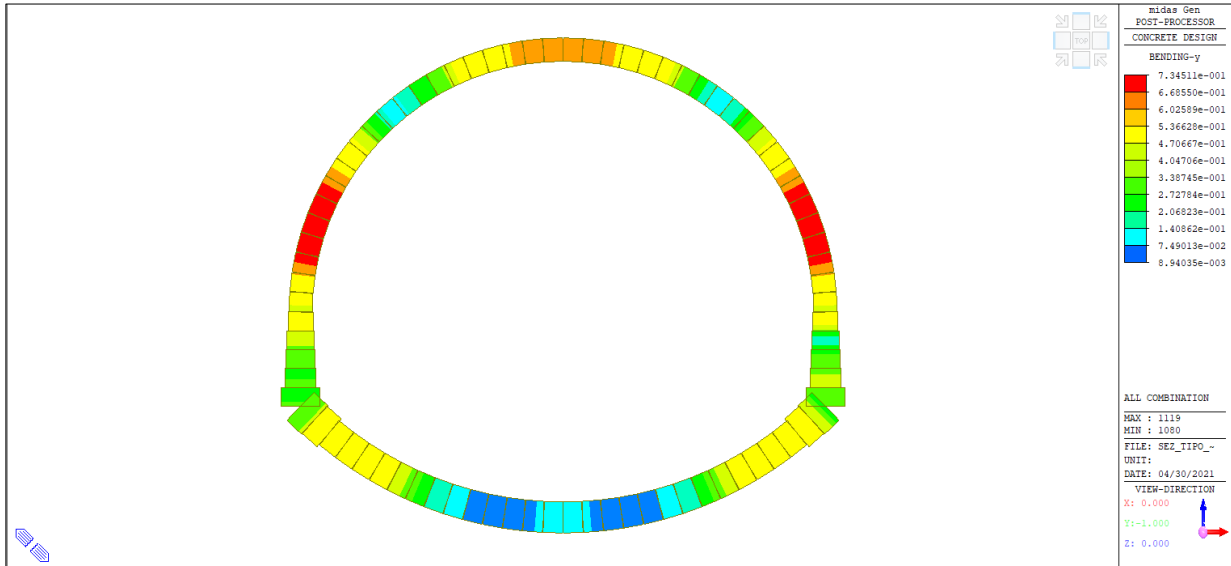
Come rilevabile dall'estratto riportato in precedenza, le verifiche di resistenza vengono effettuate calcolando il "tasso di sfruttamento a flessione", pari al rapporto tra il momento di calcolo agente " $M_{Ed}$ " e quello resistente " $M_{Rd}$ ", e il "tasso di sfruttamento a taglio" pari al rapporto tra il taglio agente " $V_{Ed}$ " e quello resistente " $V_{Rd}$ ", verificando quindi che tali rapporti siano sempre inferiori all'unità.

$$Rat\_M = M_{Ed} / M_{Rd} < 1$$

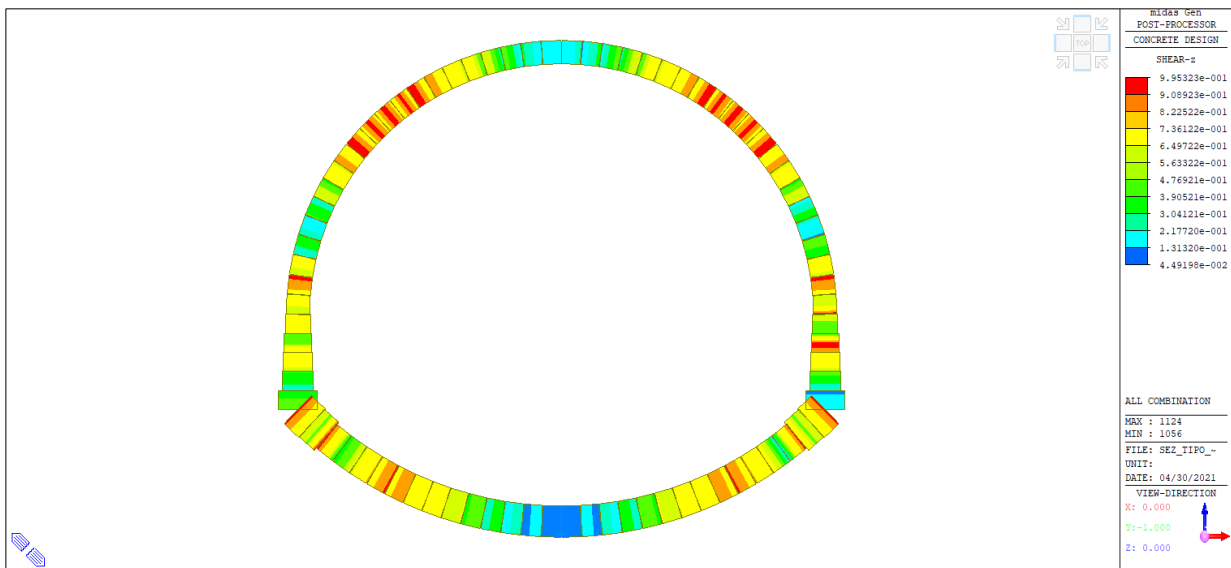
$$Rat\_V = V_{Ed} / V_{Rd} < 1$$



Il controllo del soddisfacimento delle verifiche in oggetto viene agevolato dalla possibilità di rappresentare graficamente i valori dei suddetti rapporti evidenziando quindi quelli che eventualmente dovessero superare il valore limite (v. figure seguenti).



Tasso di sfruttamento della resistenza a flessione:  $Rat_M = M_{Ed} / M_{Rd}$



Tasso di sfruttamento della resistenza a taglio:  $Rat_V = V_{Ed} / V_{Rd}$

Tutte le verifiche risultano soddisfatte

## 8.7 Verifiche agli stati limite di esercizio

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite di Esercizio, riportate nel seguito, consistono nel verificare, per tutti gli SLE, la seguente condizione:

$$E_d \leq C_d \quad \text{ovvero} \quad E_d / C_d \leq 1$$

$E_d$  = effetto delle azioni di progetto per la combinazione di carico analizzata (tensione, deformazione, ecc.);

$C_d$  = corrispondente valore limite di calcolo consentito.

### 8.7.1 Verifiche a fessurazione

#### Condizioni Ambientali:

Per la struttura in oggetto si prevede la seguente Classe di esposizione: XC2

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere considerate come "ordinarie".

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Le armature adottate, essendo costituite da acciaio ordinario da c.a., sono da considerarsi, agli effetti della corrosione, "poco sensibili".

Con riferimento alle condizioni ambientali sopra riportate, la scelta degli stati limite a fessurazione viene effettuata secondo i criteri indicati dalla norma, riportati nella tabella seguente:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_k$	Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Combinazione frequente: S.L. di apertura fessure:  $w_d \leq w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Combinazione q. permanente: S.L. di apertura fessure:  $w_d \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

Il valore di calcolo di apertura delle fessure è determinato come (§ C4.1.14):

$$w_d = \varepsilon_{sm} \cdot \delta_{smax}$$

$\varepsilon_{sm}$  = deformazione media dell'acciaio;

$\delta_{smax}$  = distanza massima tra le fessure.

La deformazione unitaria media dell'armatura " $\varepsilon_{sm}$ " è data da (§ C4.1.6):

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\sigma_s$  = tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata;

$\alpha_e$  =  $E_s / E_{cm}$ ;

$\rho_{eff}$  =  $A_s / A_{c,eff}$ ;

$A_{c,eff}$  = area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura;

$k_t$  = 0,4 per carichi di lunga durata.

La distanza massima tra le fessure " $\delta_{smax}$ " è data da (§ C4.1.7):

$$\Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{eff}}$$

$\phi$  = diametro barre;

$c$  = copriferro;

$k_1$  = 0.8 (barre ad aderenza migliorata);

$k_2$  = 0.5 (per stato tensionale di flessione o presso-flessione);

$k_3$  = 3.4;

$k_4$  = 0.425

### 8.7.2 Verifiche delle tensioni in esercizio

La verifica delle tensioni in esercizio nel calcestruzzo e nell'acciaio viene effettuata in riferimento alle tensioni risultanti nei materiali per le seguenti combinazioni di carico e rispettivi limiti tensionali:

Combinazione "caratteristica" (rara):  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  (=15 MPa) -  $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$  (=360 MPa)

Combinazione "quasi permanente" :  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$  (=11.25 MPa)

Le tabelle riportate nel seguito riassumono i risultati delle predette verifiche per gli elementi strutturali maggiormente sollecitati.  
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

### Platea di fondazione

Code : Eurocode2:04,NTC2018 Unit : kN , m Primary Sorting Option  
 SECT  MEMB  
Sorted by  Member  Property Results  Strength  Serviceability

MEMB	SECT	Section		fck	POS	CHK	Stress Control								Crack Control				Deflection Control	
		Bc	Hc				Concrete				reinforcement								Def	Defa
		bf	hf	fyk			Top-s	Top-sa	Bot-s	Bot-sa	Top-s	Top-sa	Bot-s	Bot-sa	Top-w	Top-w	Bot-w	Bot-wa		
0		Platea080		28000.0	I	OK	327.130	12600.0	7984.01	12600.0	172903	360000	3621.20	360000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0003		
1		1.000	0.800	450000	M	OK	327.130	12600.0	7984.01	12600.0	172903	360000	3621.20	360000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0020
0.5019		0.000	0.000	450000	J	OK	327.130	12600.0	7984.01	12600.0	172903	360000	3621.20	360000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0003		

### Calotta

Code : Eurocode2:04,NTC2018 Unit : kN , m Primary Sorting Option  
 SECT  MEMB  
Sorted by  Member  Property Results  Strength  Serviceability

MEMB	SECT	Section		fck	POS	CHK	Stress Control								Crack Control				Deflection Control	
		Bc	Hc				Concrete				reinforcement								Def	Defa
		bf	hf	fyk			Top-s	Top-sa	Bot-s	Bot-sa	Top-s	Top-sa	Bot-s	Bot-sa	Top-w	Top-w	Bot-w	Bot-wa		
0		Cal060		28000.0	I	OK	9270.61	12600.0	8136.62	12600.0	198449	360000	226107	360000	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003		
2		1.000	0.600	450000	M	OK	9270.61	12600.0	8136.62	12600.0	198449	360000	226107	360000	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0020
0.5048		0.000	0.000	450000	J	OK	9270.61	12600.0	8136.62	12600.0	198449	360000	226107	360000	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003		

## 9. Conclusioni

La presente relazione è stata redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Si sono in particolare riportate le principali analisi di calcolo e verifiche geotecniche e strutturali relative alla tratta di Galleria Artificiale Nord.

Tutte le verifiche effettuate, riportate e non nella presente relazione, sono risultate positive ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»".



**PARATIE** plus™





## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-20;17)  
 (-14;17.15)  
 (-13.7;18.4)  
 (-8.5;22.4)  
 (-1.7;24.6)  
 (0;25.7)  
 (2;27.3)  
 (3.9;28.15)  
 (9.2;29.8)  
 (22.7;34.8)  
 (28.9;35.8)  
 (31.7;36.8)  
 (35;39.2)  
 (40;-30)  
 (-25;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-20;12.7)  
 (-14.5;14.3)  
 (-7.3;15.4)  
 (0;17)  
 (15.9;20.2)  
 (19.6;21.5)  
 (32.2;27.9)  
 (35;29.5)  
 (35;0)  
 (-20;0)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi$	$c'$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa			kPa		kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	C	19.5	19.5	40				0		Constant		60000	96000									
2	D	27	27	56				340		Constant		80000	128000									

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Muro di destra

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Area equivalente : 0.0220558688993843 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : 0.127x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

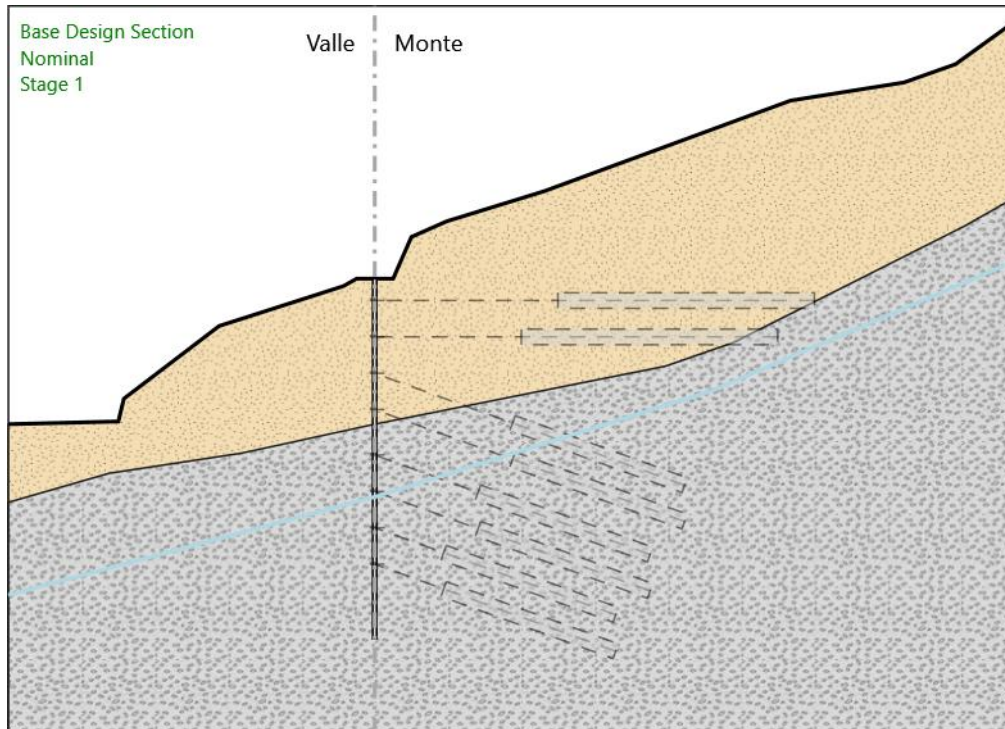
Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.127 m



## Fasi di Calcolo

### Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 25 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-8.5;22.4)

(-1.7;24.6)

(-1;25)

(0;25)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

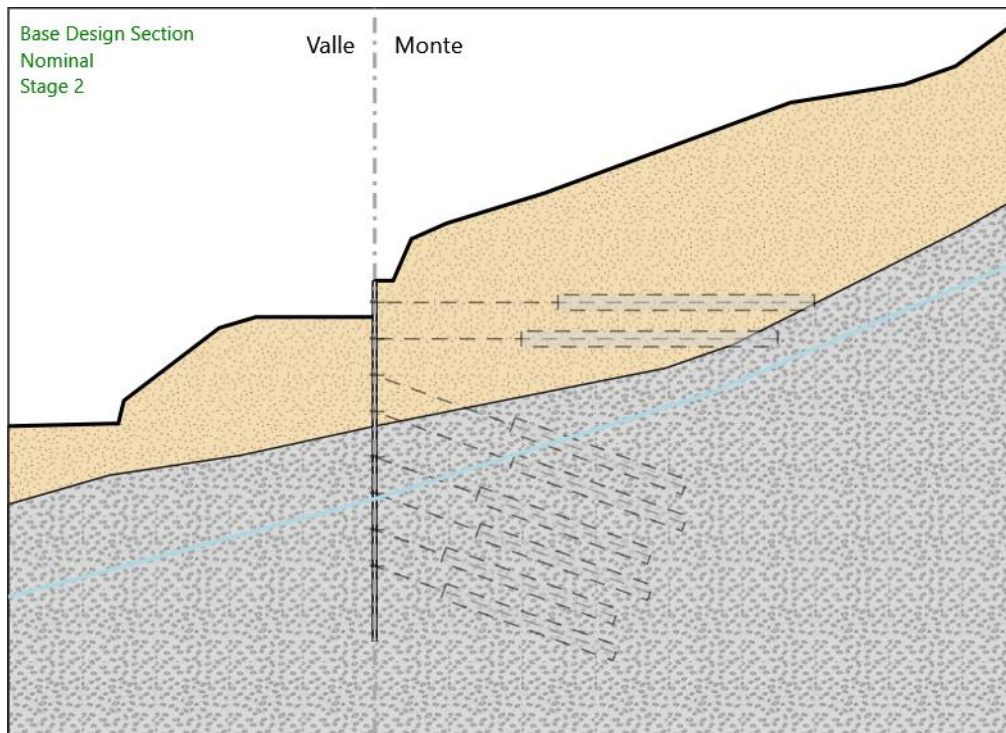
X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 23 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-8.5;22.4)

(-6.5;23)

(-1;23)

(0;23)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

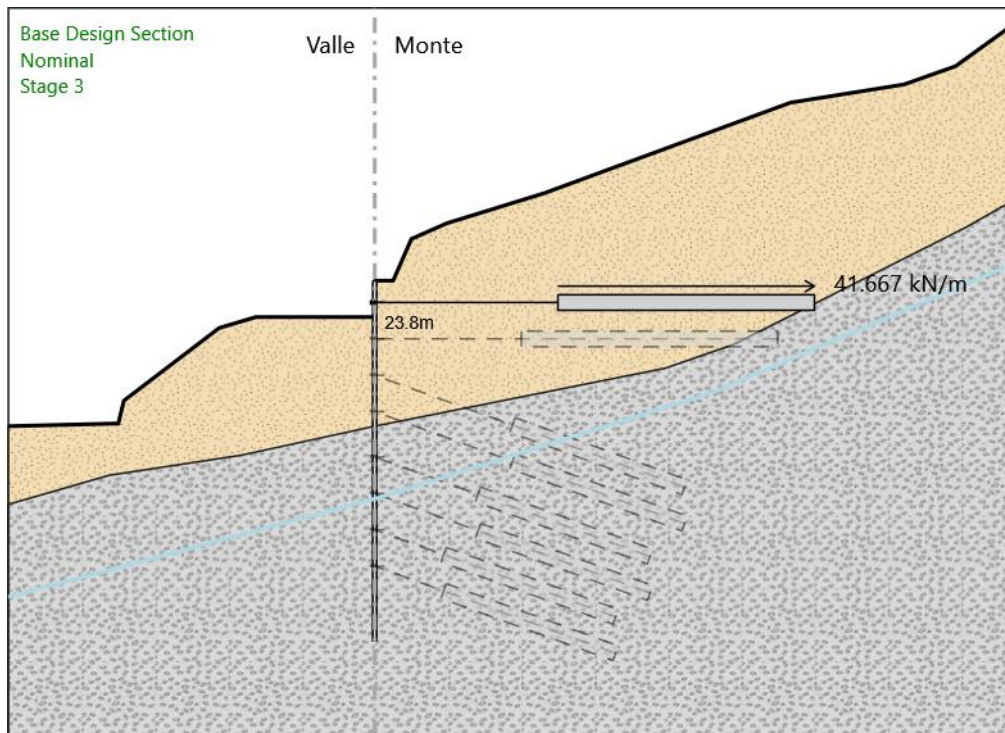
X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 23 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-8.5;22.4)

(-6.5;23)

(-1;23)

(0;23)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

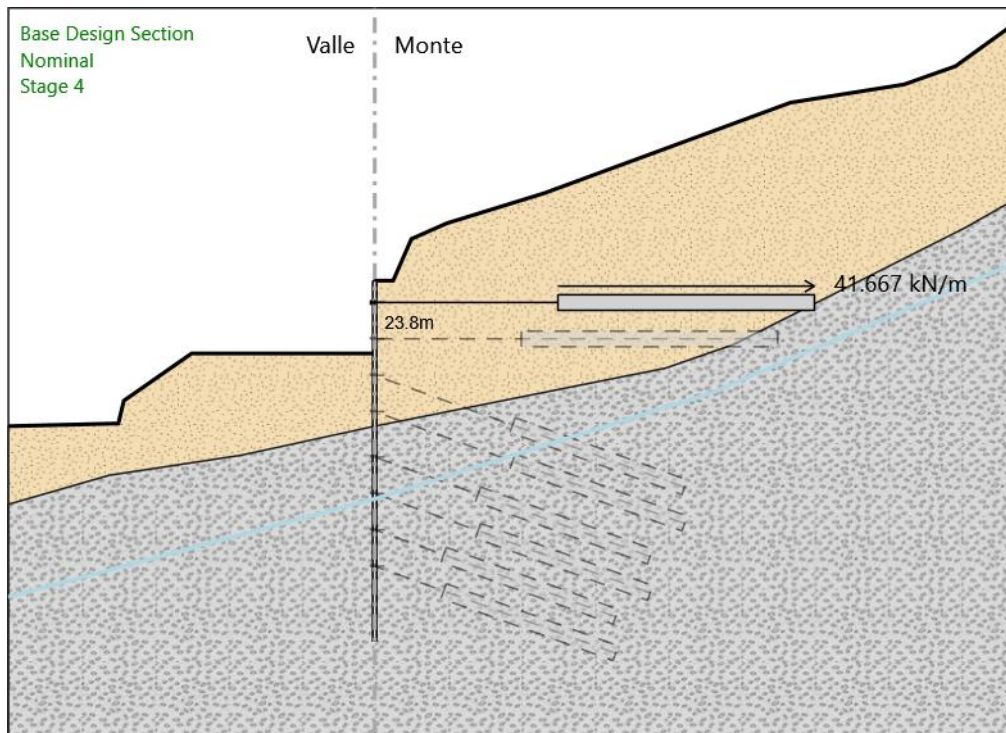
Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355



## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 21 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-10;21)

(0;21)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

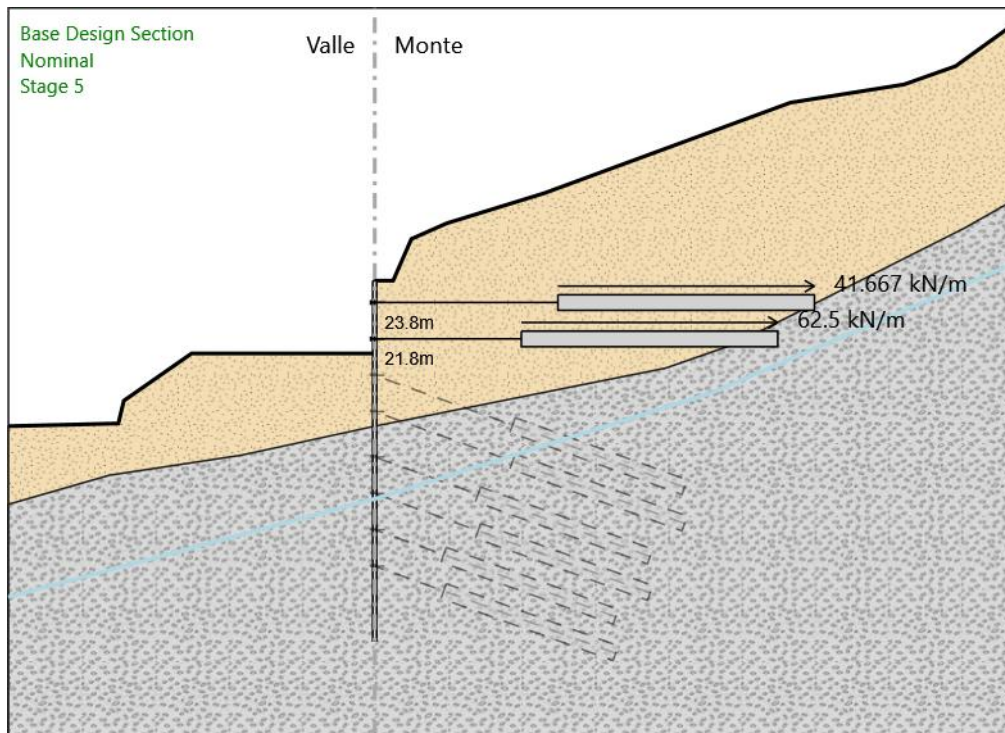
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 21 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-10;21)

(0;21)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 21.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 180 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

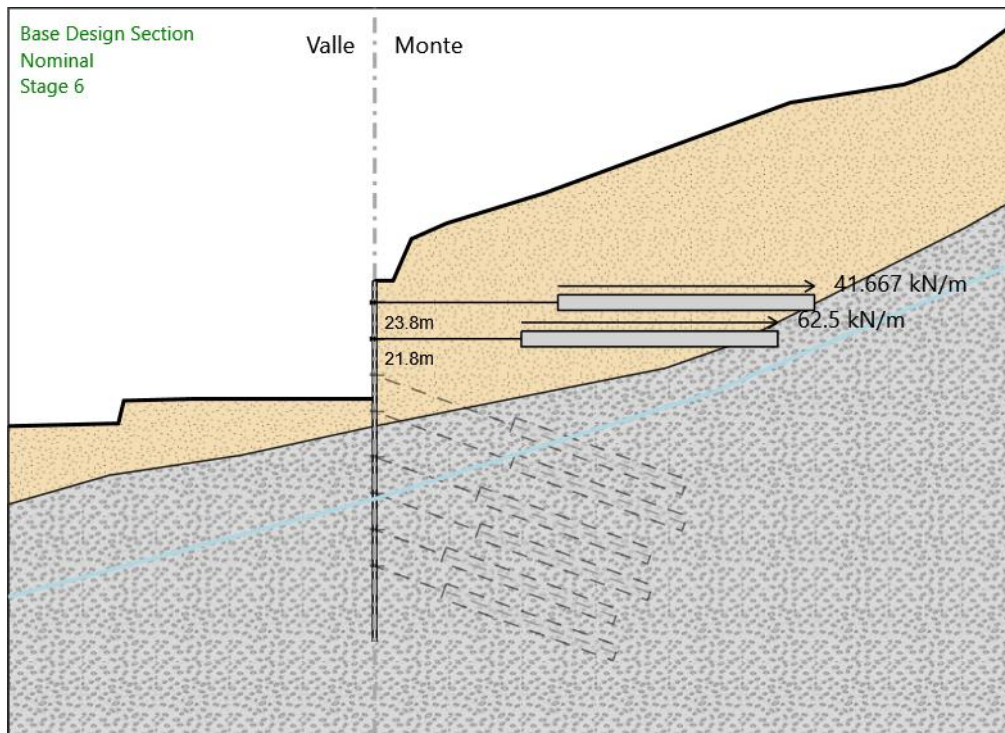
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 18.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-10;18.5)

(0;18.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 21.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 180 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

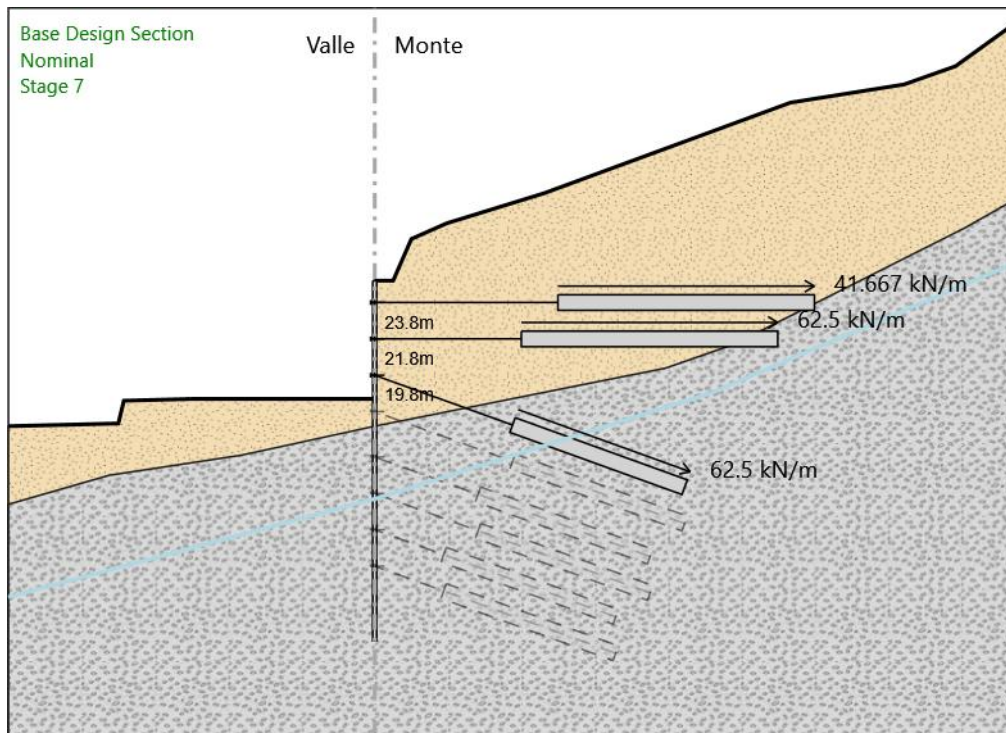
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 18.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-13.7;18.4)

(-10;18.5)

(0;18.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICROØ220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 21.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : 19.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m



Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

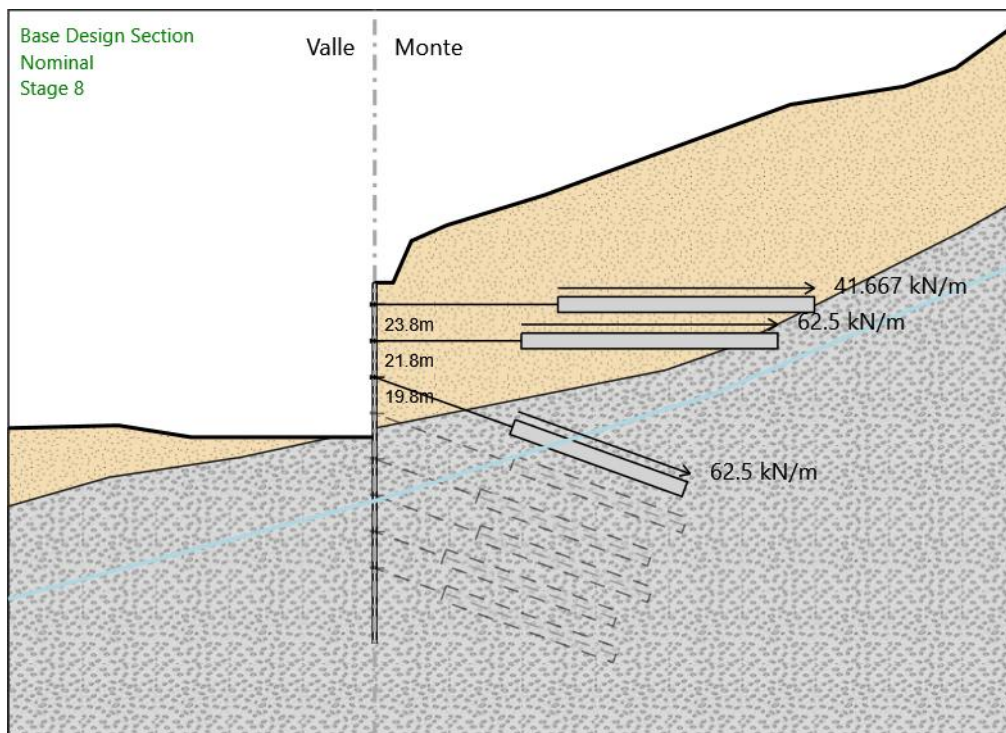
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 16.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-10;16.5)

(0;16.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 21.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : 19.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

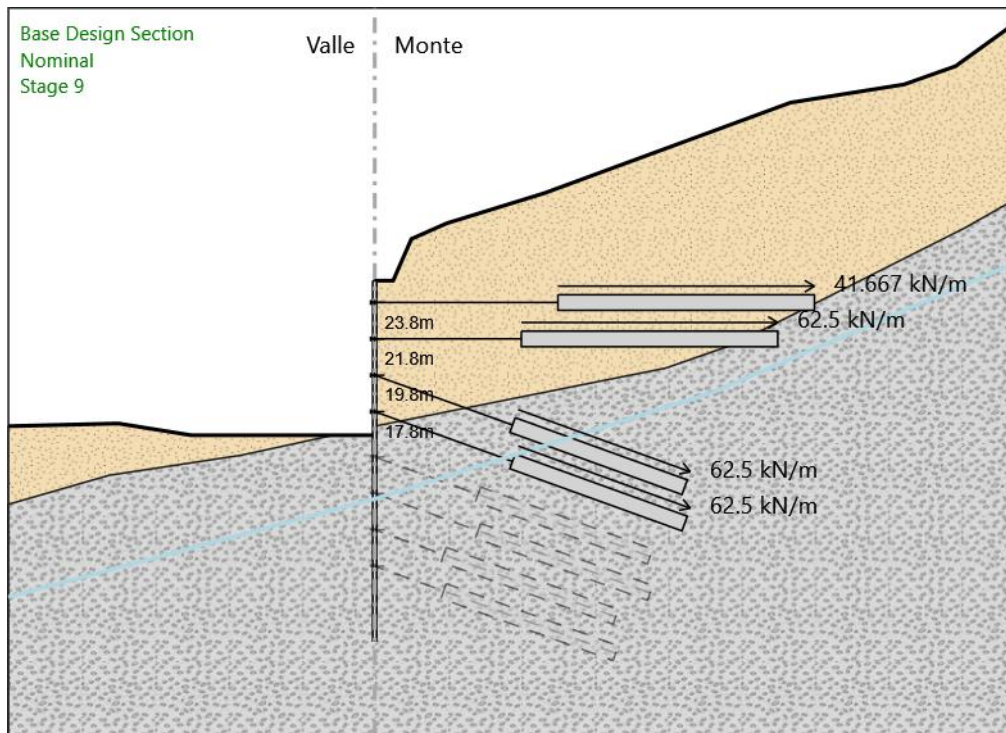
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 9



Stage 9

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 16.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;17)

(-14;17.15)

(-10;16.5)

(0;16.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 25 m

Quota di fondo : 5.2 m

Sezione : MICROØ220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 23.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 21.8 m

Lunghezza bulbo : 14 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 180 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : 19.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

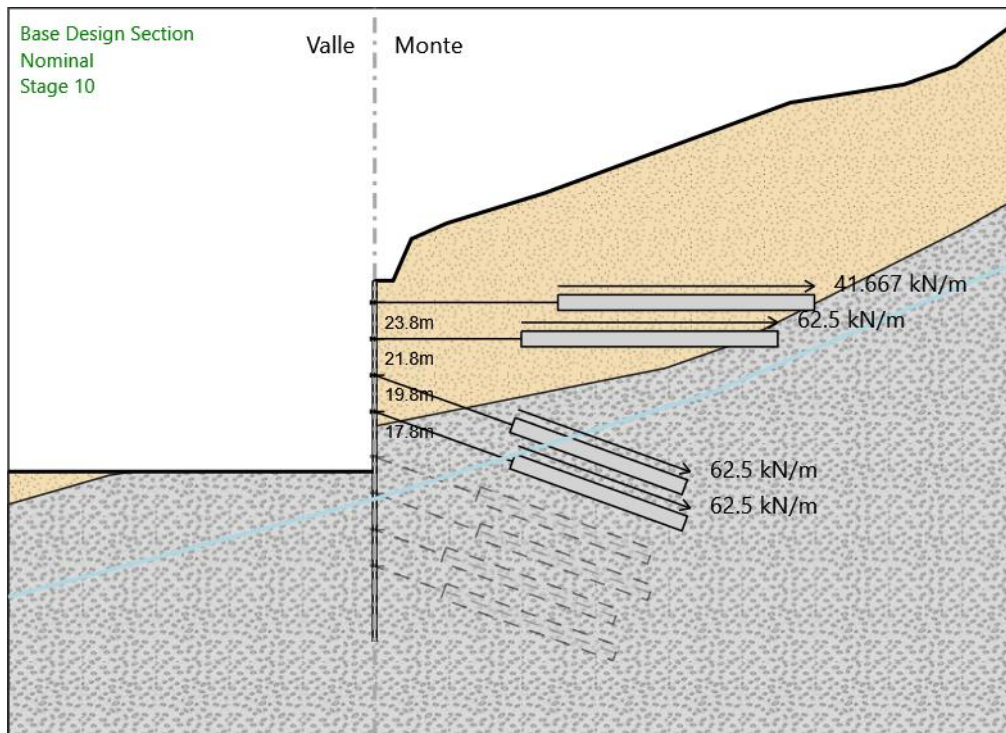
Tirante : TIR4

X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

## Stage 10



Stage 10

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 14.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

14.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]



Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 17.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

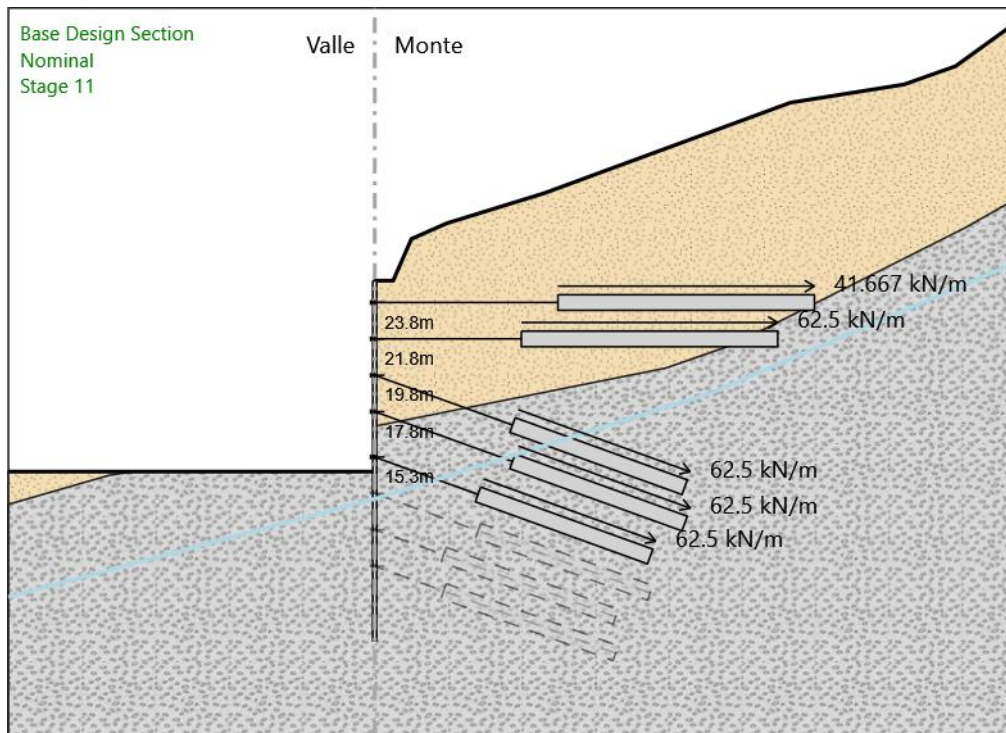
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

# Stage 11



Stage 11

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 14.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

14.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

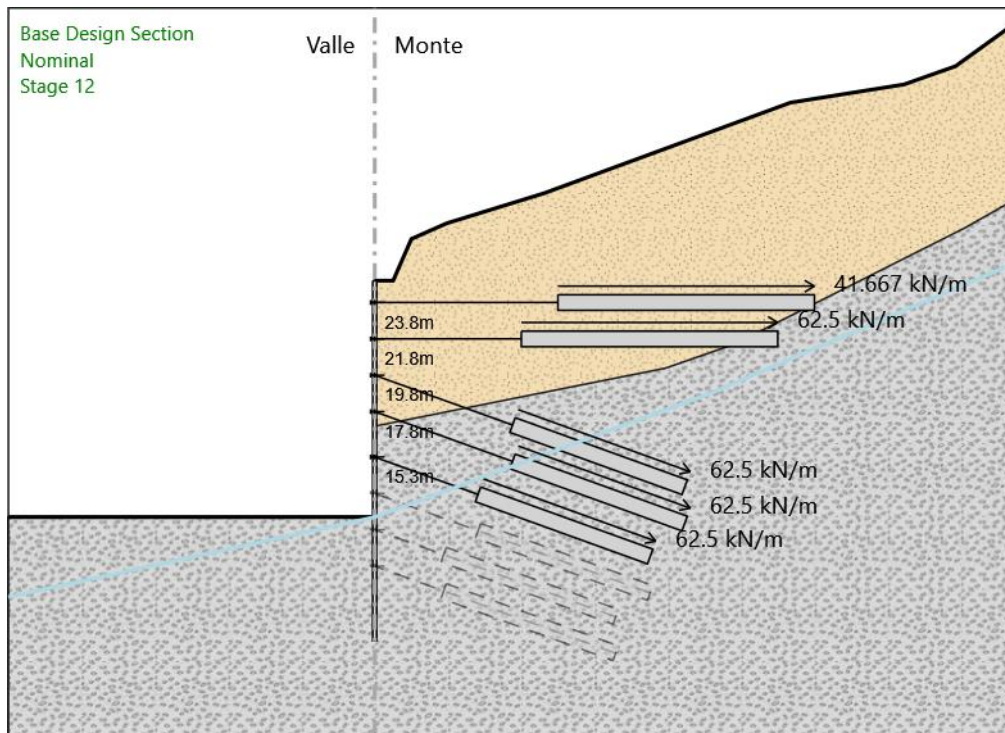
Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
Tipo di barre : Barre trefoli  
Numero di barre : 3  
Diametro : 0.01331 m  
Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

## Stage 12



Stage 12

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 12 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

12 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
Tipo di barre : Barre trefoli  
Numero di barre : 3  
Diametro : 0.01331 m  
Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

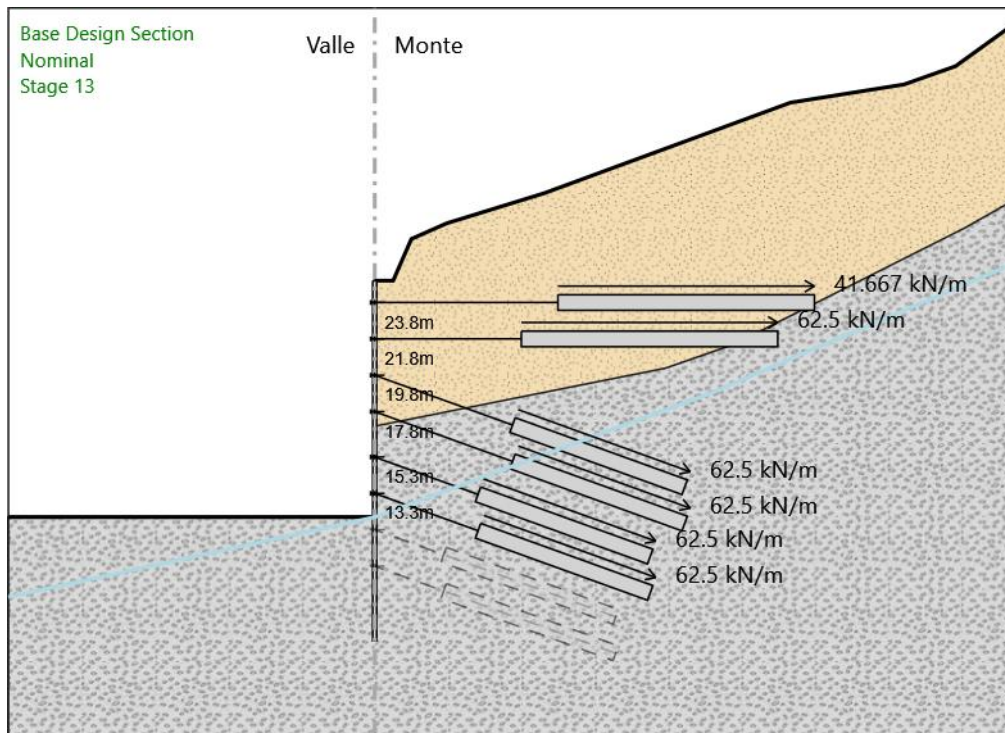
Trave di Ripartizione : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355



## Stage 13



Stage 13

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 12 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

12 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355  
Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355  
Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355  
Tirante : TIR6  
X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

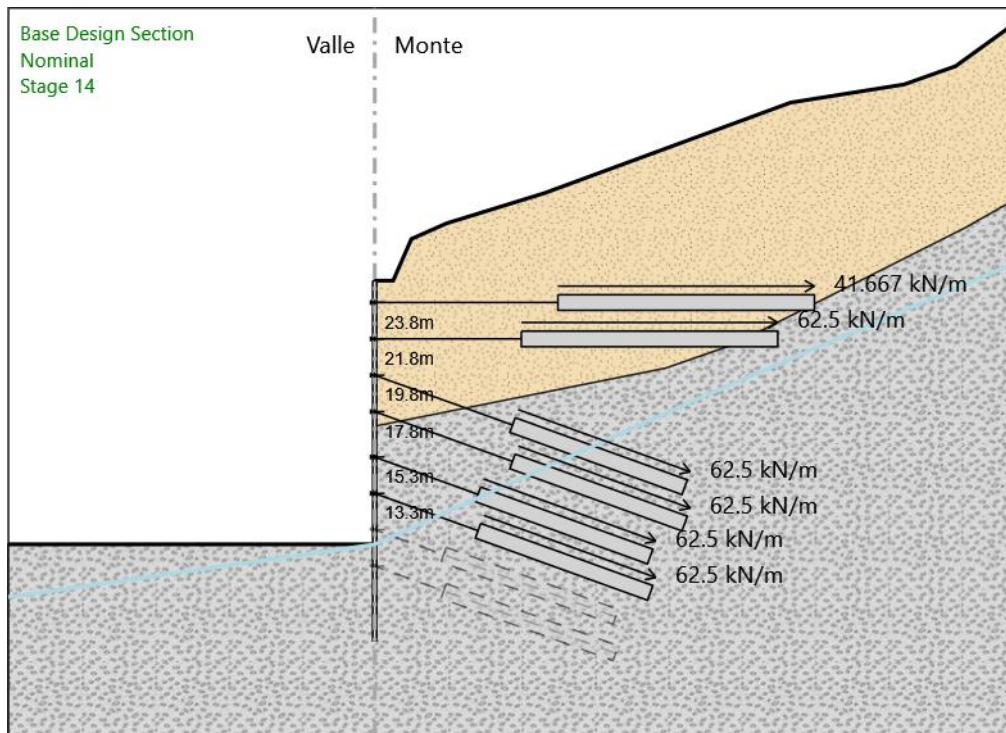
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 14



Stage 14

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 10.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 17.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 15.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR6

X : 0 m

Z : 13.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

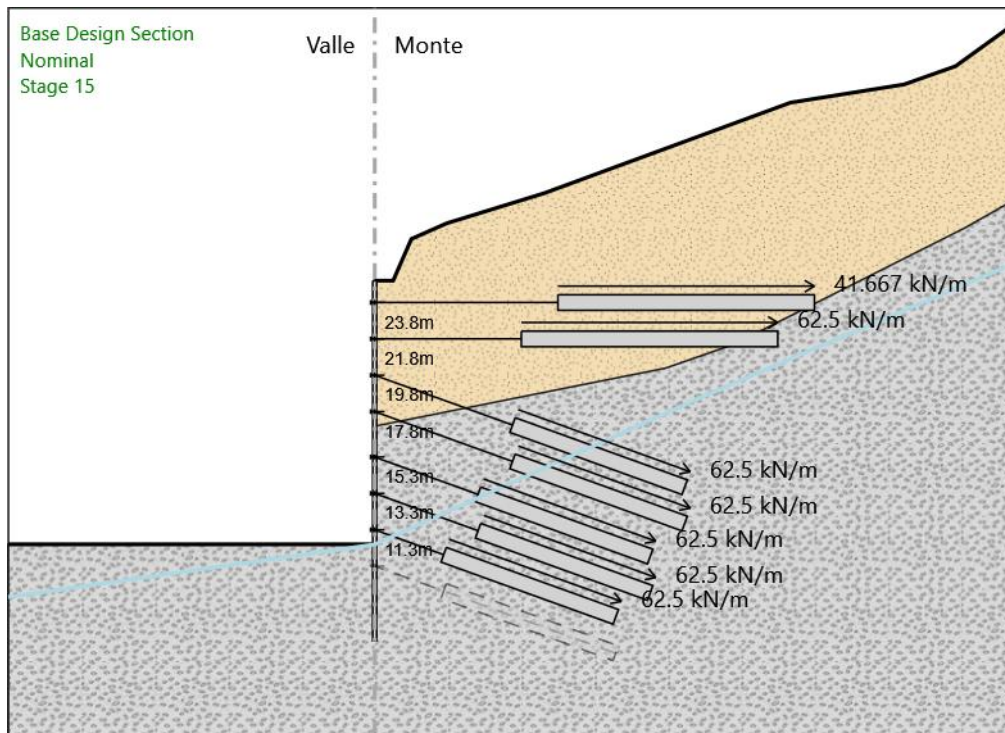
Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355



## Stage 15



Stage 15

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 10.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR6  
X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

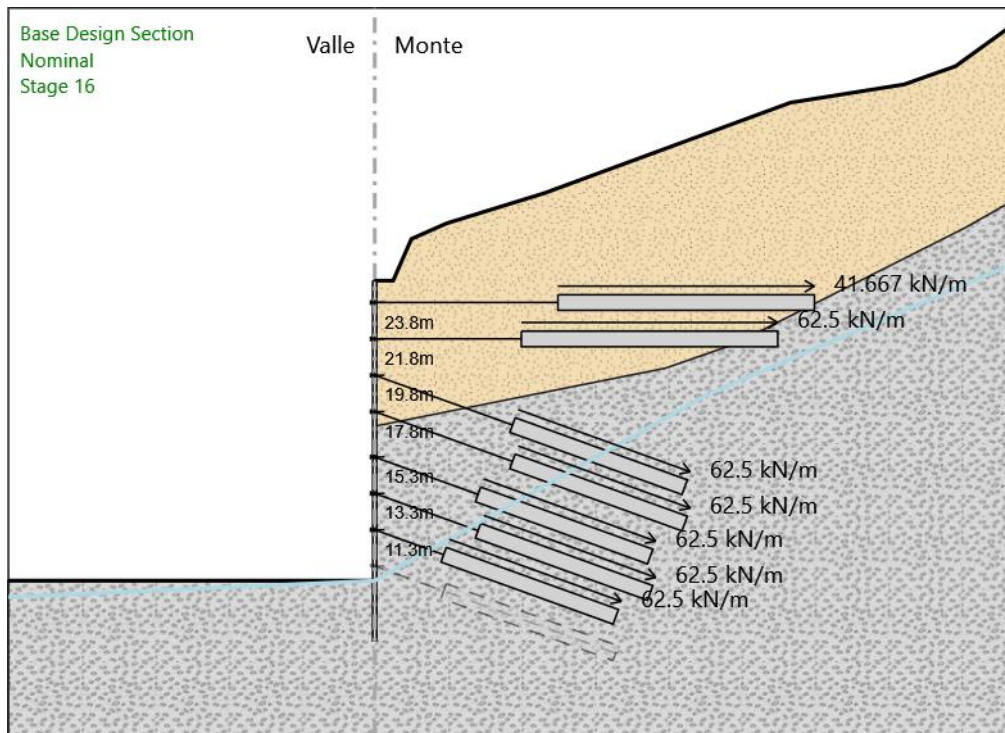
Tirante : TIR7

X : 0 m  
Z : 11.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

## Stage 16



Stage 16

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 17.8 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 15.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR6

X : 0 m

Z : 13.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR7

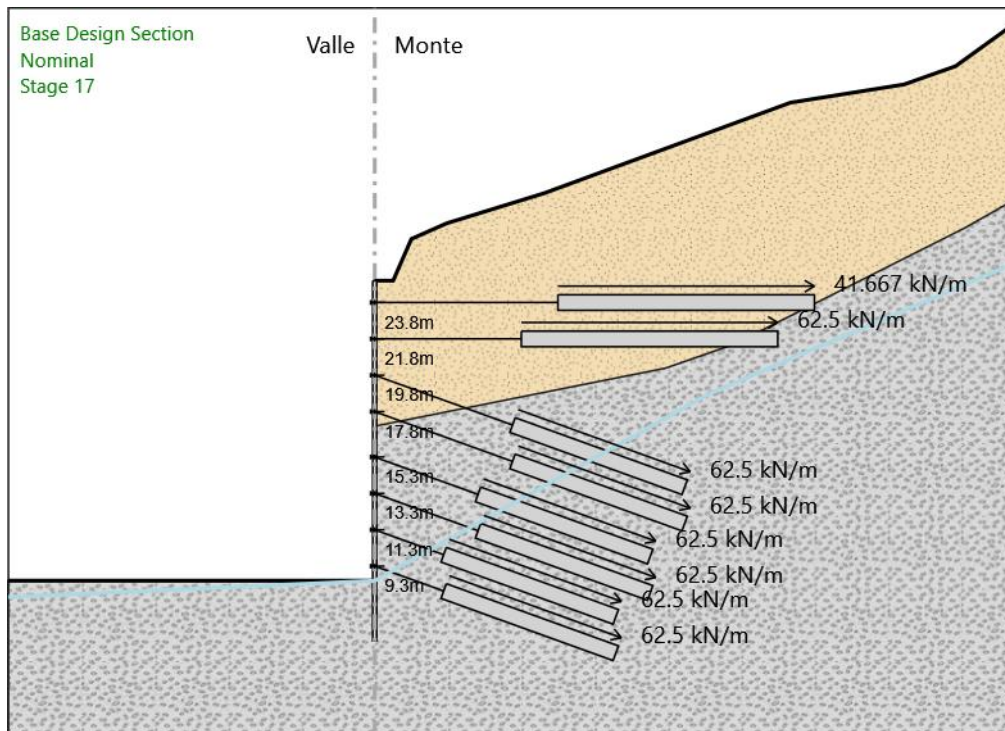
X : 0 m  
Z : 11.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
Tipo di barre : Barre trefoli  
Numero di barre : 3  
Diametro : 0.01331 m  
Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355



## Stage 17



Stage 17

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 25 m

Lato valle : 8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;25)

(1;25)

(2;27.3)

(3.9;28.15)

(9.2;29.8)

(22.7;34.8)

(28.9;35.8)

(31.7;36.8)

(35;39.2)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR6  
X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR7

X : 0 m  
Z : 11.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR8

X : 0 m  
Z : 9.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355



Quota in alto : 25 m  
Quota di fondo : 5.2 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 23.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 10 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 100 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 21.8 m  
Lunghezza bulbo : 14 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 180 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m  
Z : 19.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR4  
X : 0 m  
Z : 17.8 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR5  
X : 0 m  
Z : 15.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR6  
X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR7

X : 0 m  
Z : 11.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355

Tirante : TIR8

X : 0 m  
Z : 9.3 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands

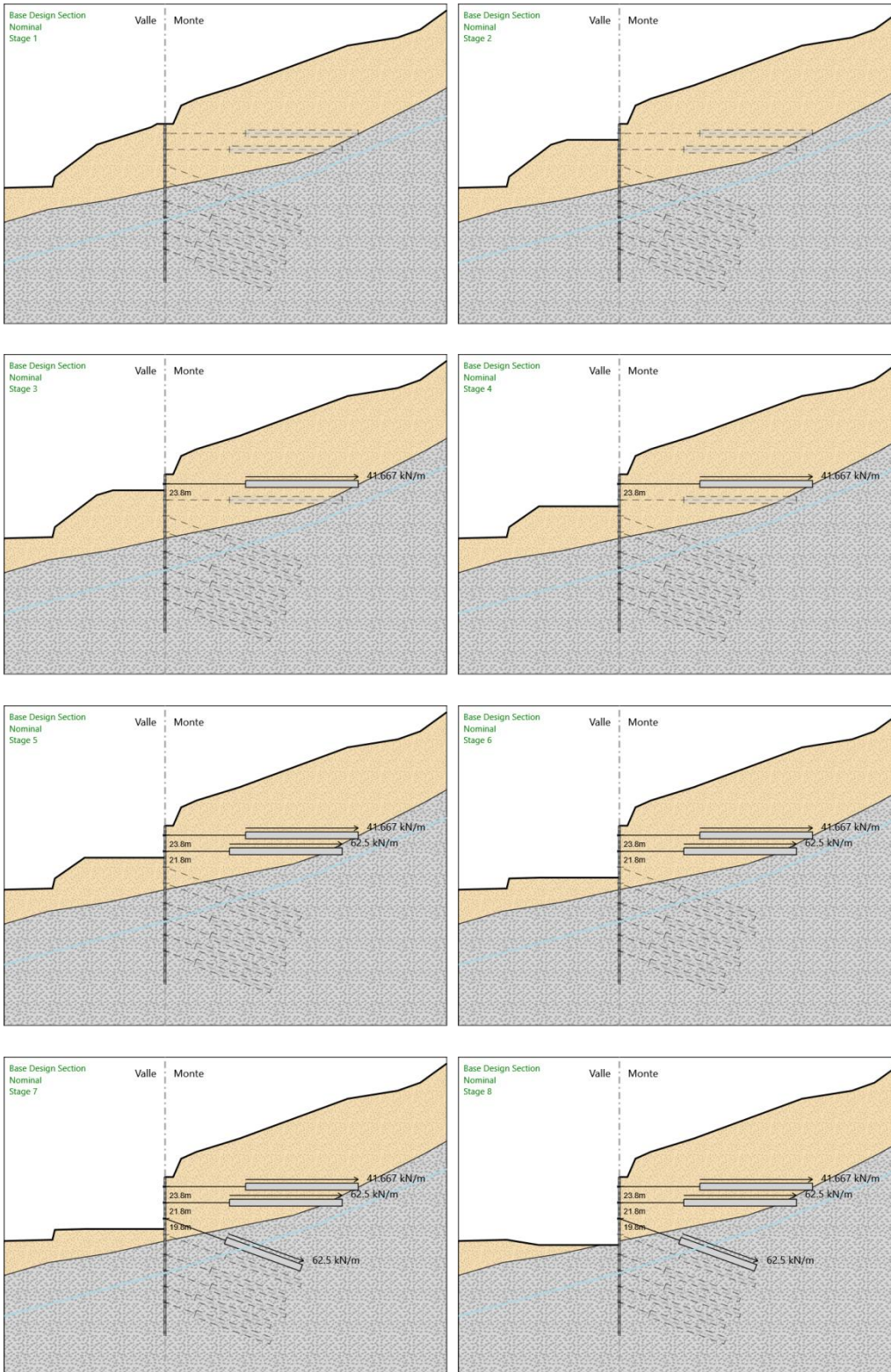
Tipo di barre : Barre trefoli  
Numero di barre : 3  
Diametro : 0.01331 m  
Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

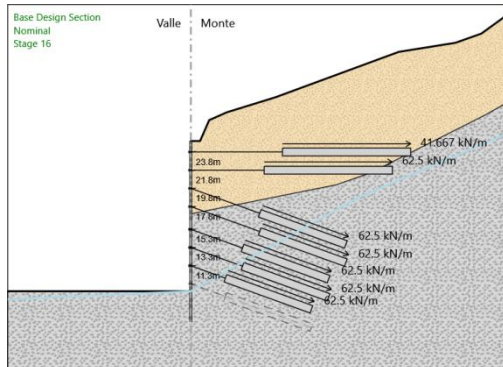
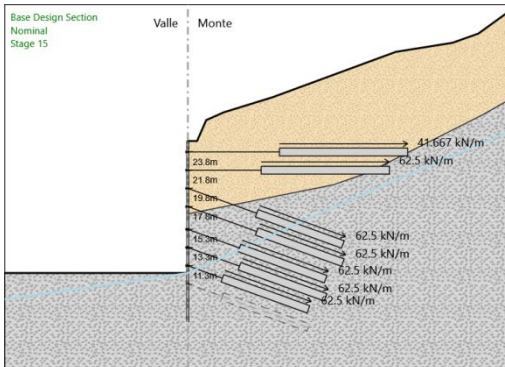
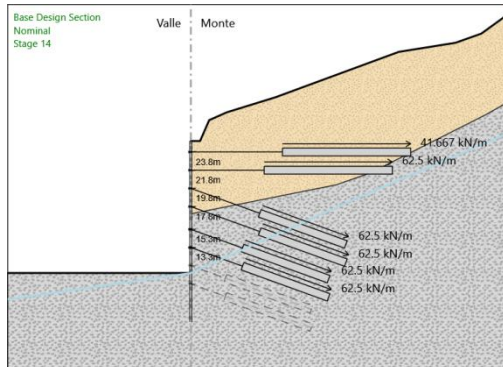
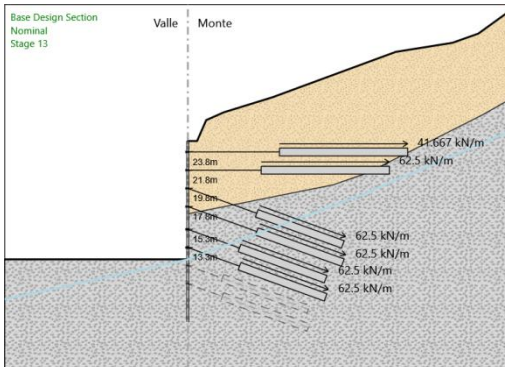
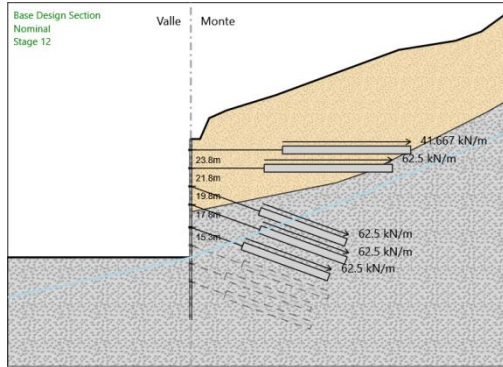
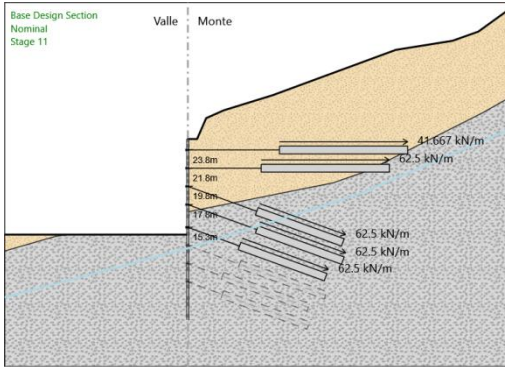
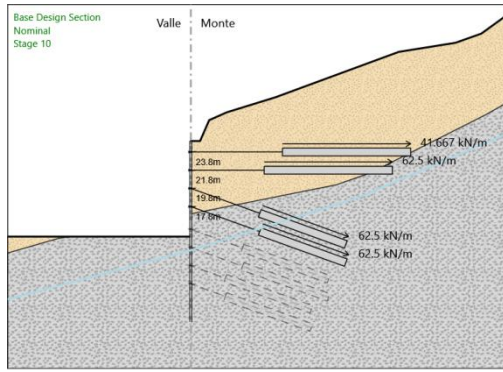
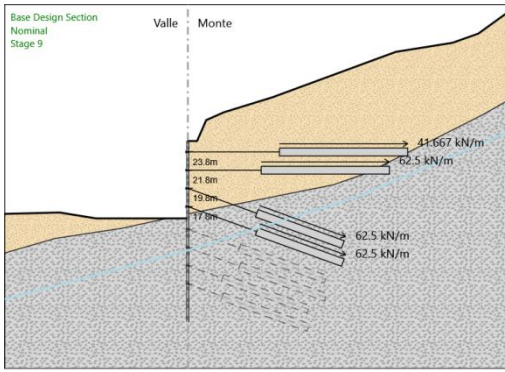
Trave di Ripartizione : UPN220

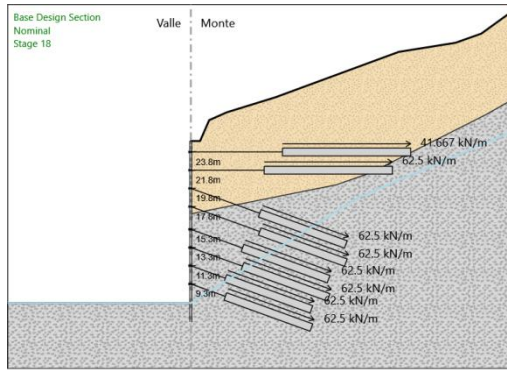
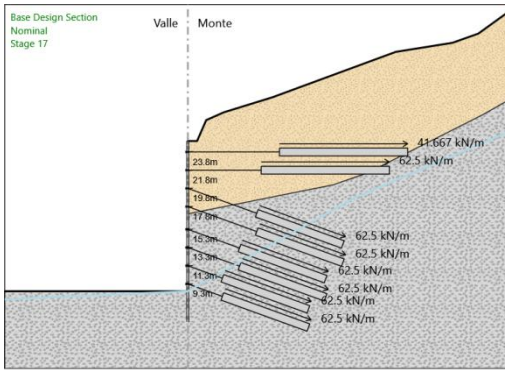
Sezione : UPN220  
UPN 220  
Materiale : S355



# Tabella Configurazione Stage (Nominal)









**PARATIE** plus™



## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-15;18.5)  
 (0;28.5)  
 (3;30)  
 (4.8;32)  
 (8.15;35)  
 (19;44)  
 (23.25;46)  
 (29;52)  
 (40;60)  
 (50;-30)  
 (-25;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-15;8.7)  
 (0;14)  
 (13.4;26.4)  
 (28.7;44)  
 (40;58)  
 (50;0)  
 (-20;0)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi_p$	$c'$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa			kPa		kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	C	19.5	19.5	40				0		Constant		60000	96000									
2	D	27	27	56				340		Constant		80000	128000									

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Muro di destra

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Area equivalente : 0.0220558688993843 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : 0.127x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.127 m





X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Muro di destra

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Area equivalente : 0.0220558688993843 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : 0.127x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

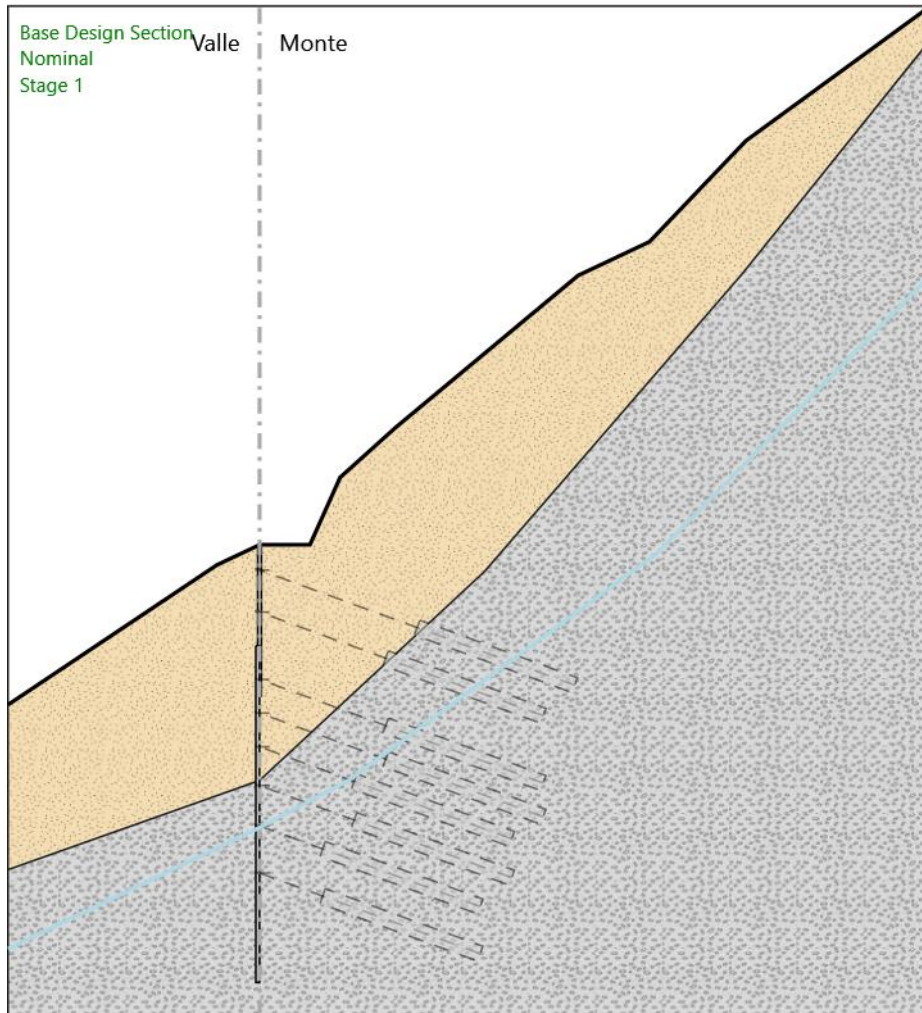
Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.127 m



# Fasi di Calcolo

## Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 28 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-2.55271818143388;26.7981878790441)

(0;28)  
Linea di scavo di destra (Irregolare)  
(0;28)  
(3;28)  
(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICROØ220

Paratia : WallElement2

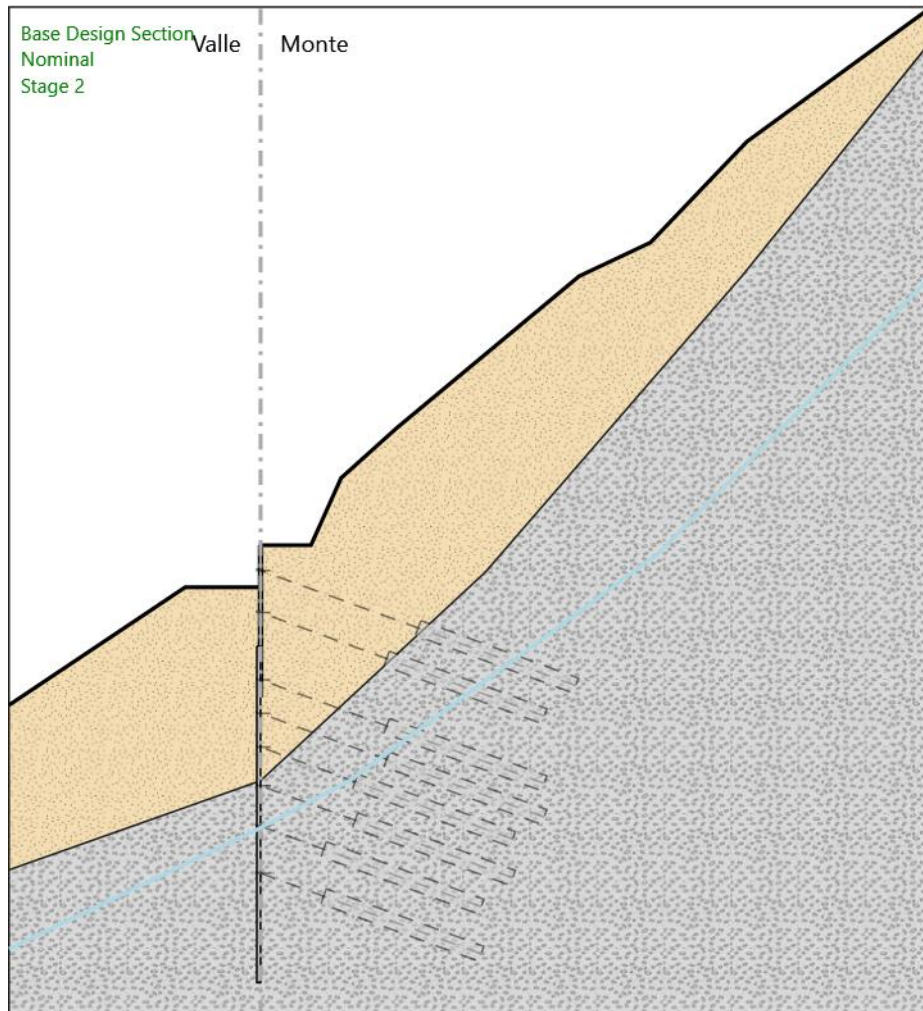
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 25.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-4.5;25.5)

(0;25.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)  
(3;28)  
(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\varnothing$ 220

Paratia : WallElement2

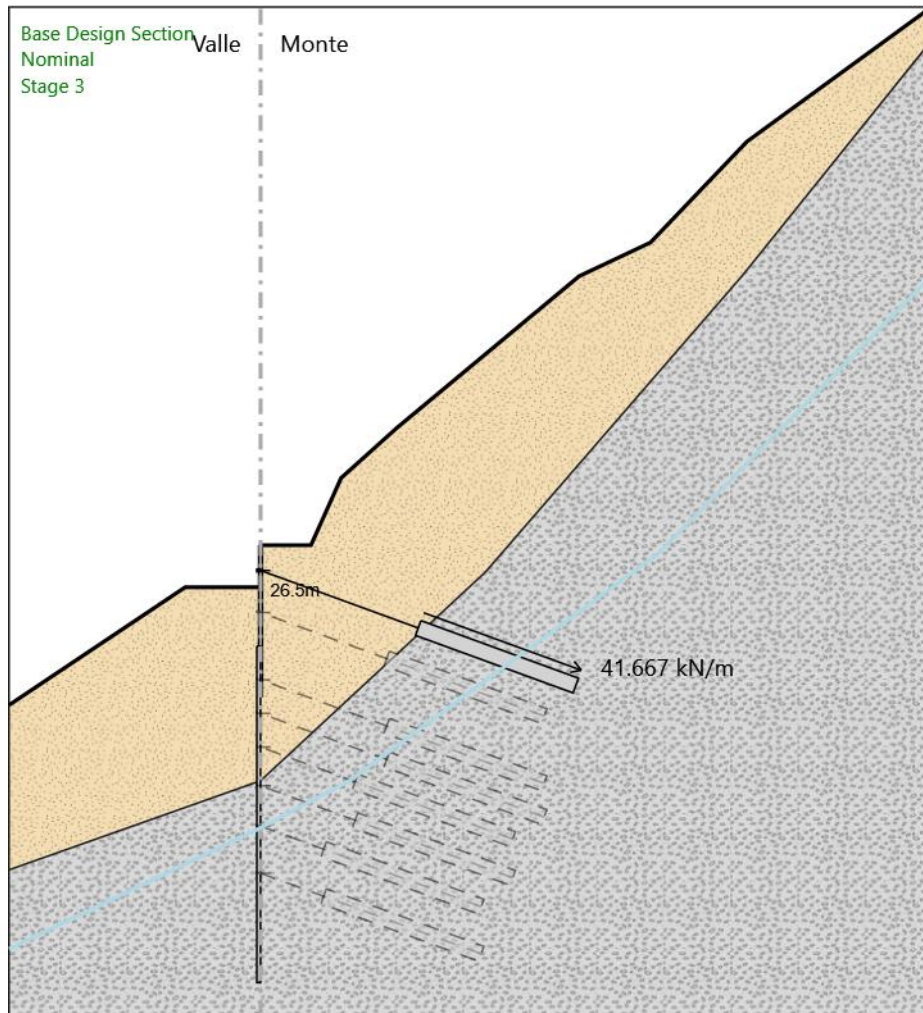
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICRO $\varnothing$ 220

## Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 25.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-4.5;25.5)

(0;25.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)  
(3;28)  
(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

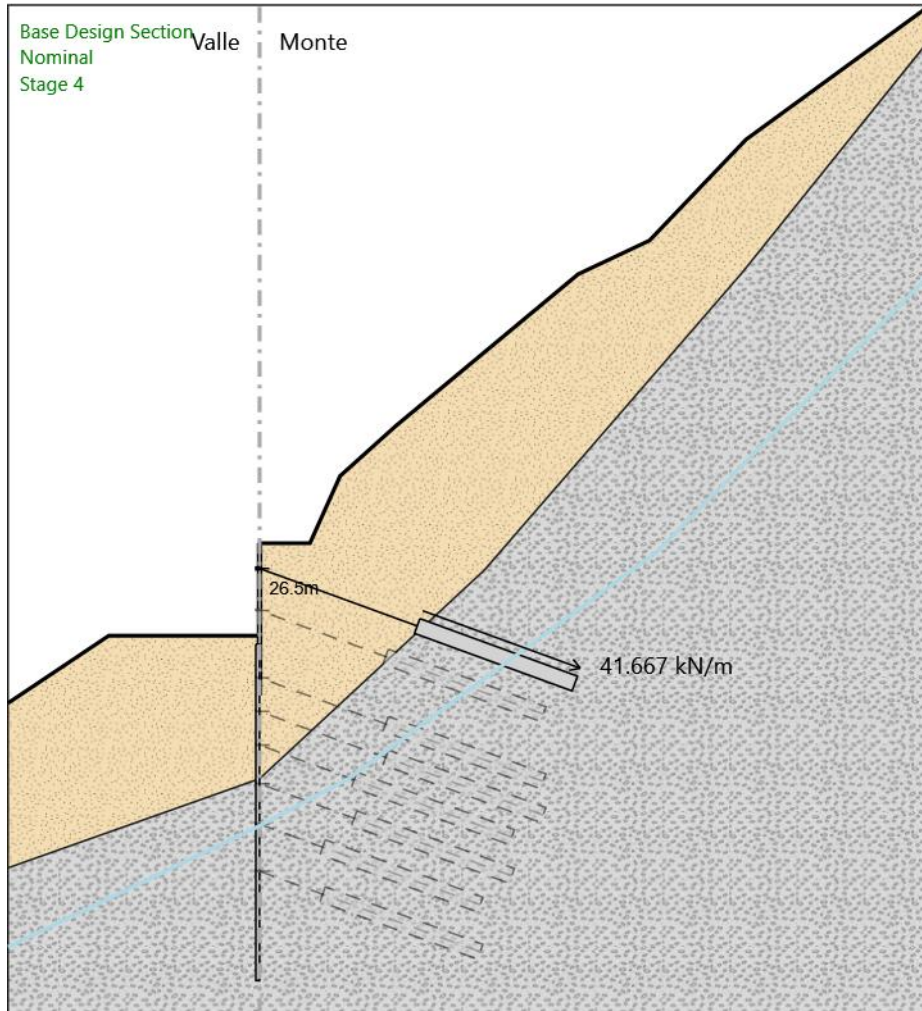
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 22.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-9;22.5)

(-4.5;22.5)

(0;22.5)



Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)

(8.15;35)

(19;44)

(23.25;46)

(29;52)

(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

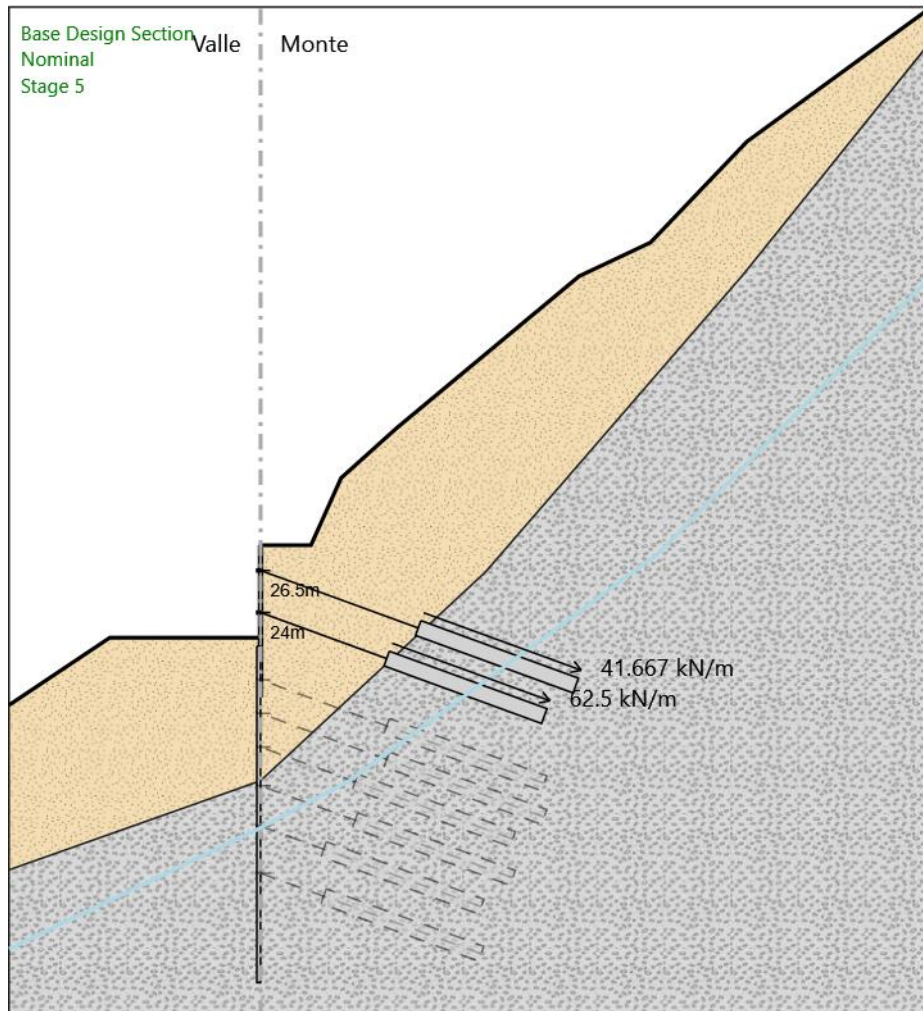
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 22.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-9;22.5)

(-4.5;22.5)

(0;22.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)

(8.15;35)

(19;44)

(23.25;46)

(29;52)

(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

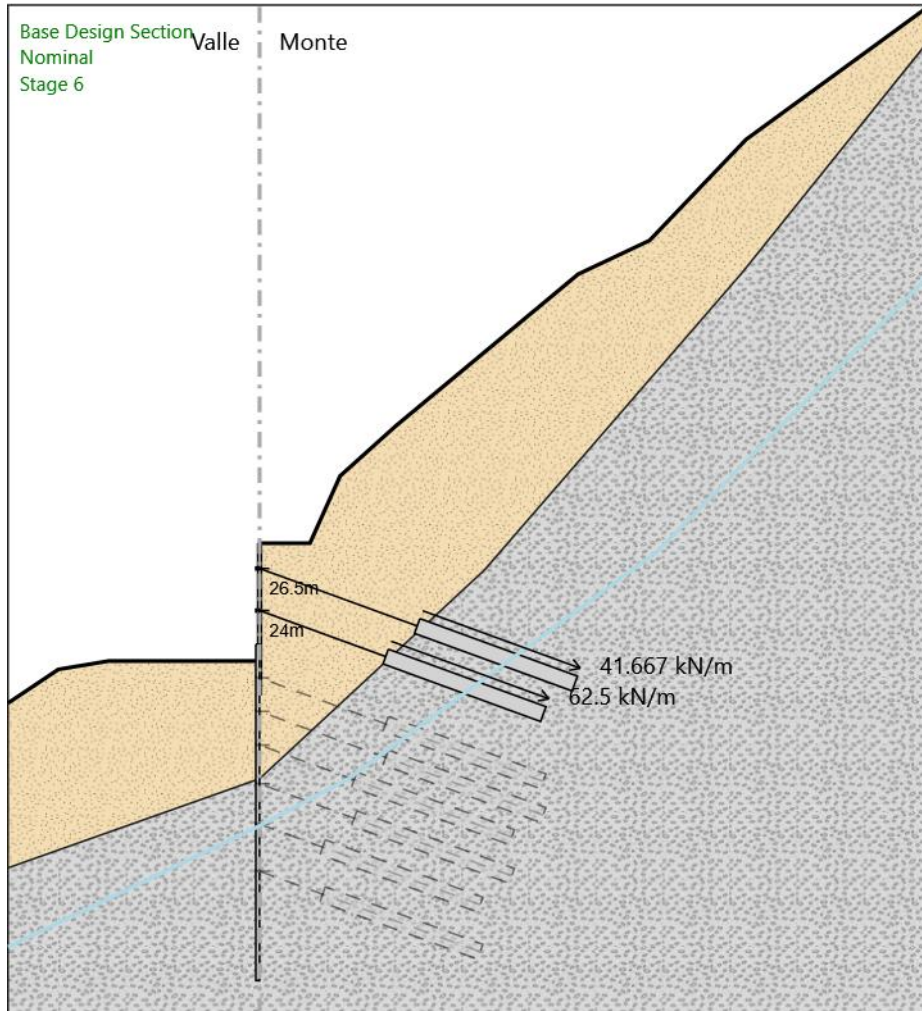
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 21 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-12;20.5)

(-9;21)

(0;21)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)

(8.15;35)

(19;44)

(23.25;46)

(29;52)

(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

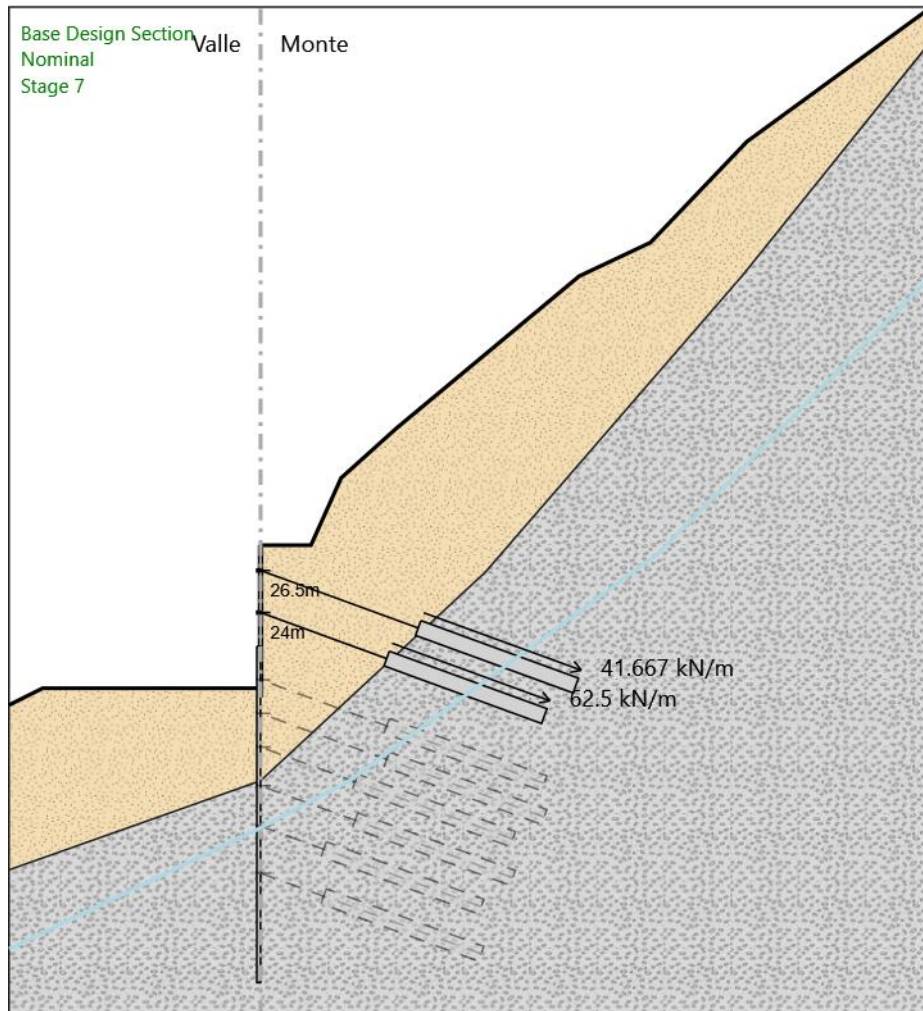
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 19.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-13;19.5)

(0;19.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)



(0;28)  
(3;28)  
(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

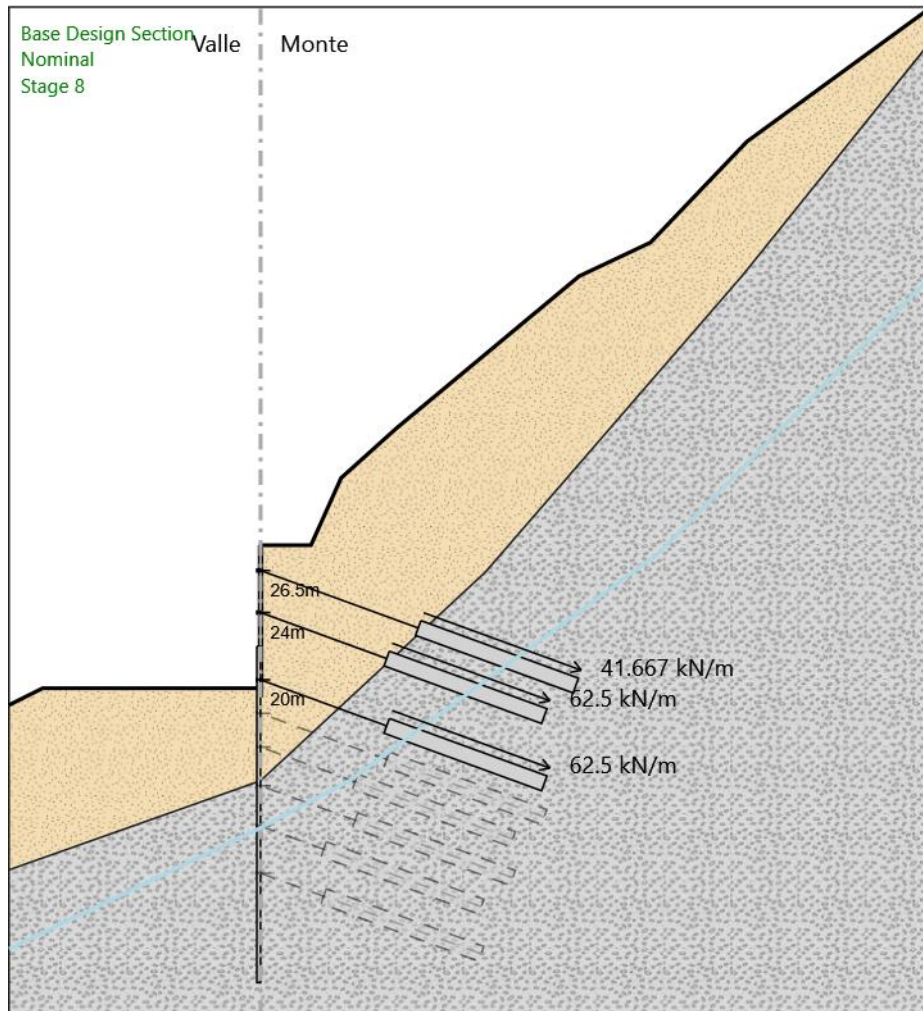
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

## Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 19.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-15;18.5)

(-13;19.5)

(0;19.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)  
(3;28)  
(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

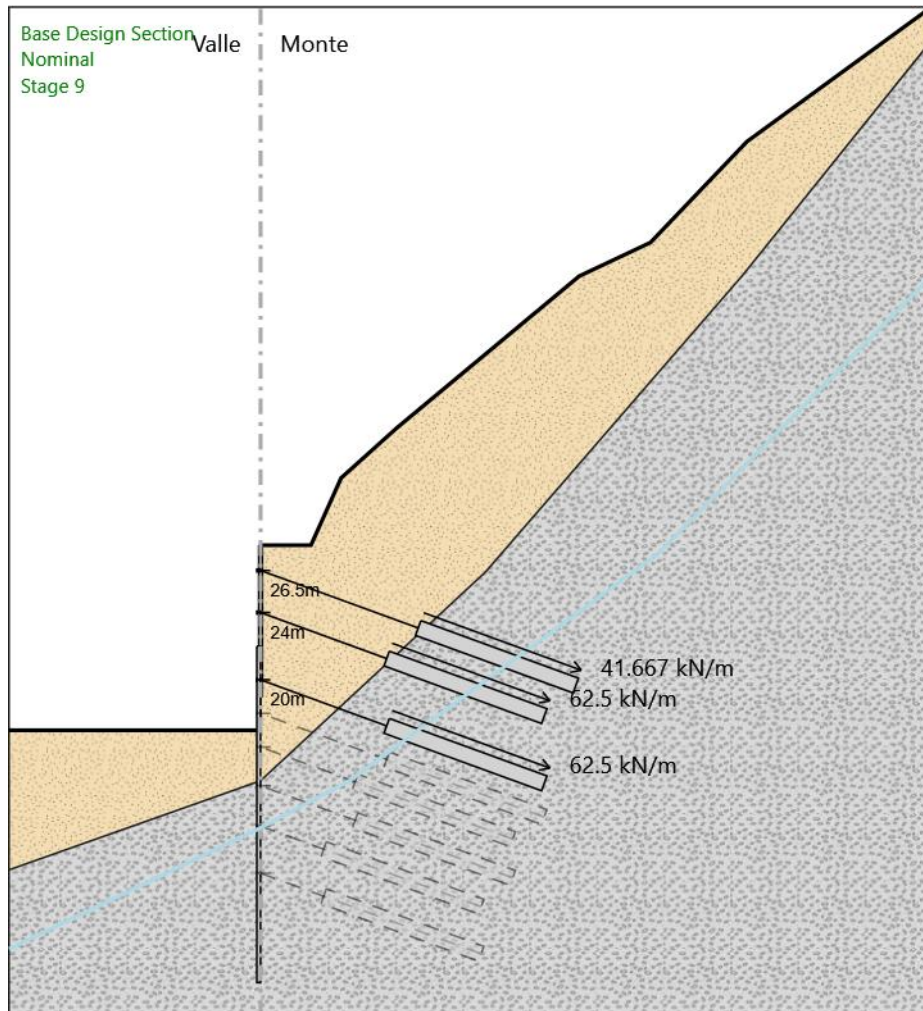
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 9



Stage 9

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 17 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

17 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

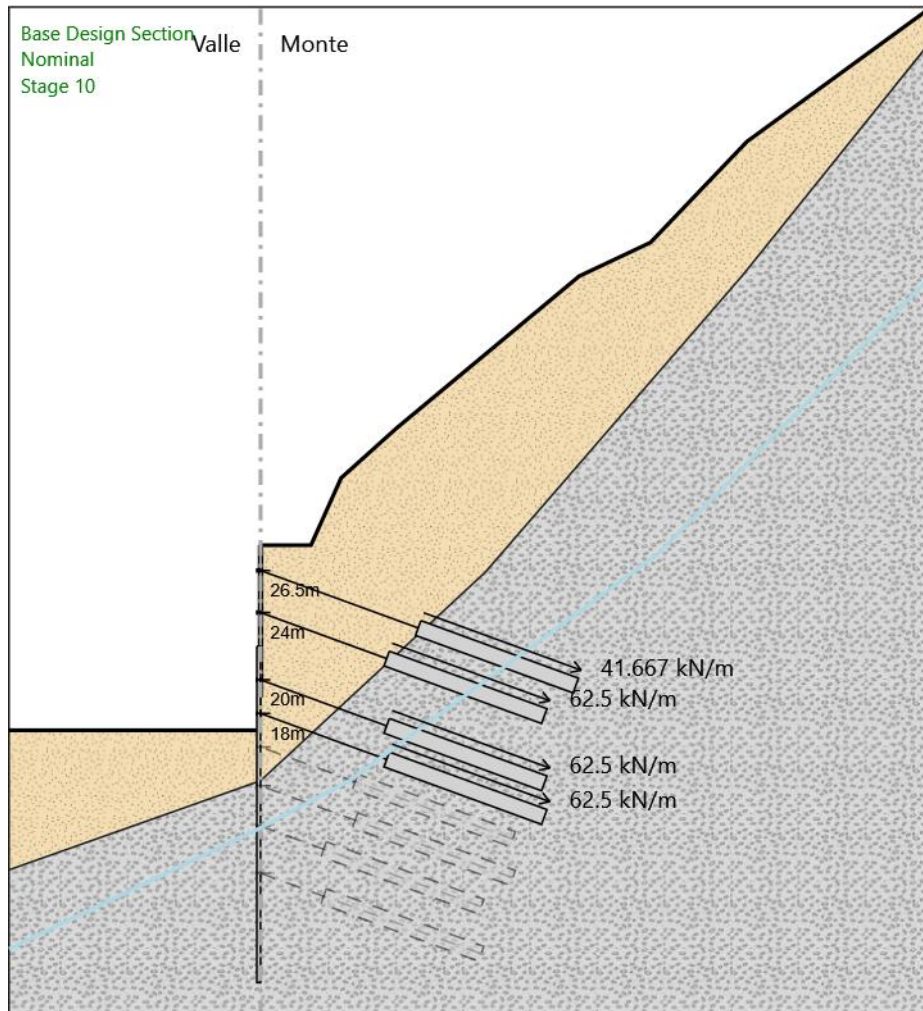
Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : UPN220  
    Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Paratia : WallElement2  
    X : 0 m  
    Quota in alto : 22 m  
    Quota di fondo : 2 m  
    Sezione : MICROØ220



## Stage 10



Stage 10

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 17 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

17 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

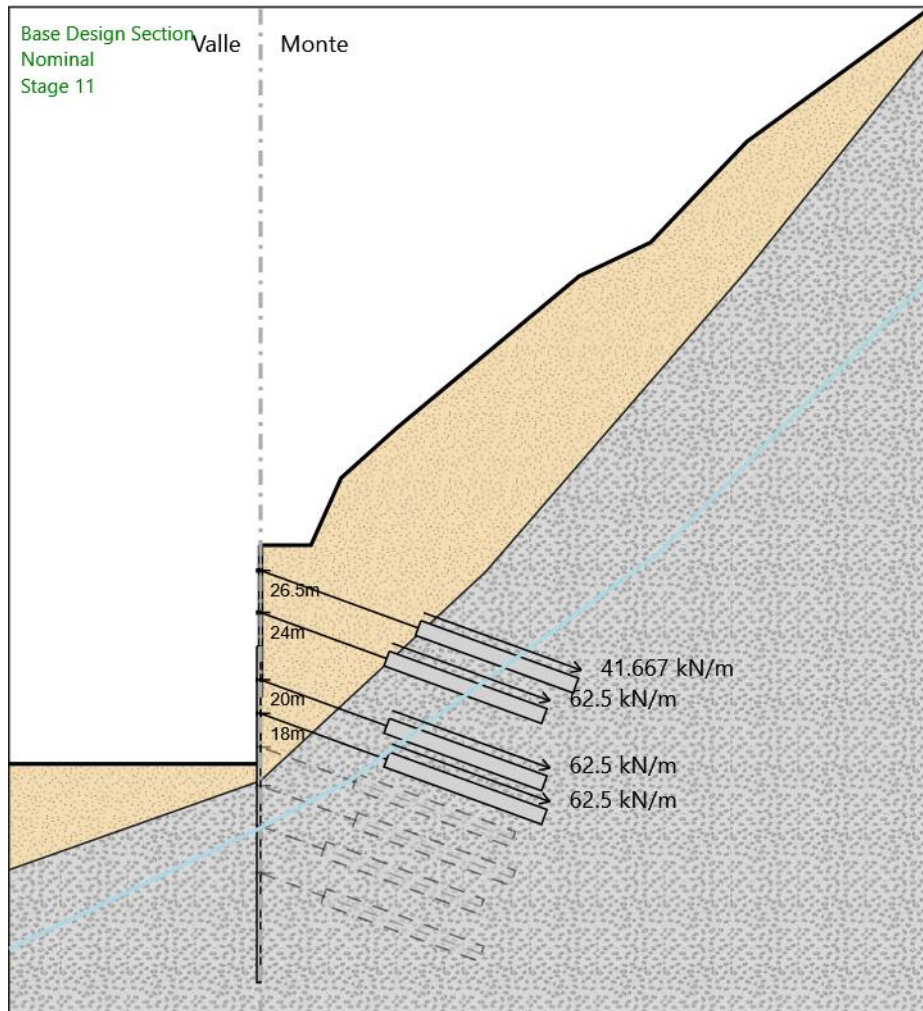
Trave di Ripartizione : UPN220  
    Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
    X : 0 m  
    Z : 18 m  
    Lunghezza bulbo : 10 m  
    Diametro bulbo : 0.15 m  
    Lunghezza libera : 8 m  
    Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
    Precarico : 150 kN  
    Angolo : 160 °  
    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 : UPN220  
    Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Paratia : WallElement2  
    X : 0 m  
    Quota in alto : 22 m  
    Quota di fondo : 2 m  
    Sezione : MICROØ220

# Stage 11



Stage 11

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 15 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

15 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

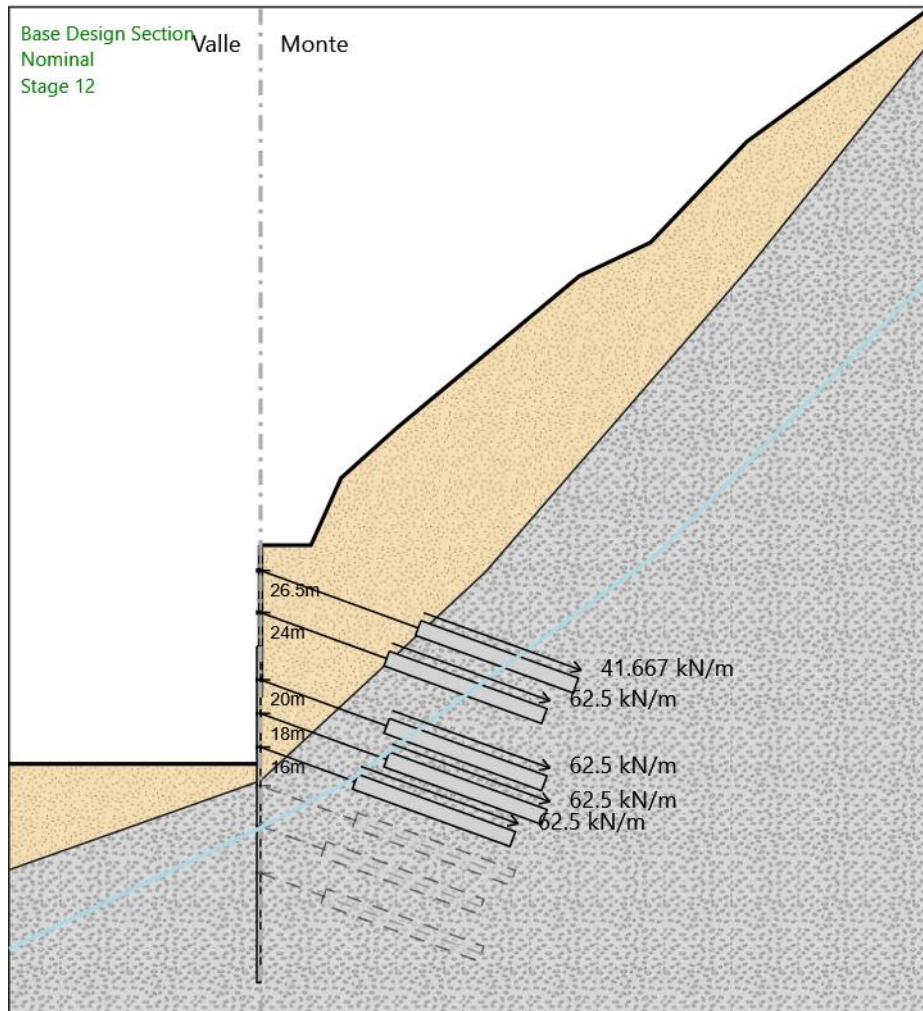
Trave di Ripartizione : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Paratia : WallElement2  
X : 0 m  
Quota in alto : 22 m  
Quota di fondo : 2 m  
Sezione : MICROØ220

## Stage 12



Stage 12

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 15 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

15 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m



Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

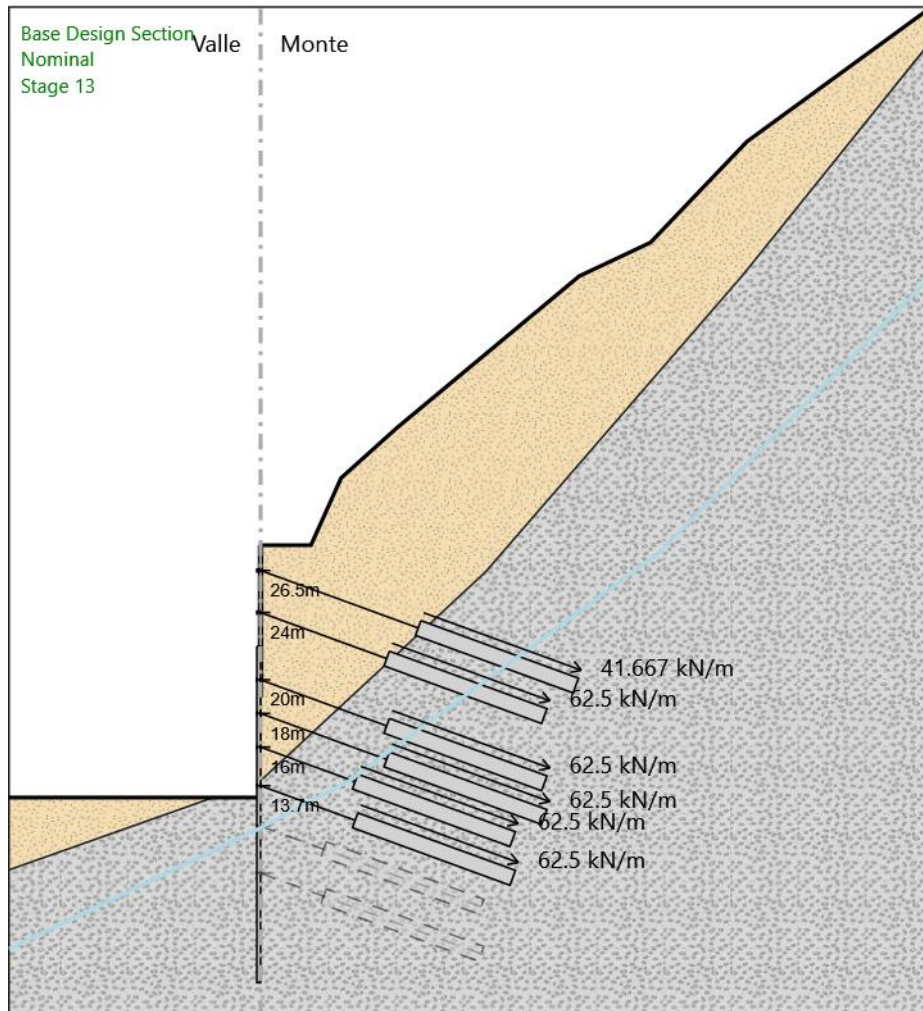
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 13



Stage 13

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 13 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

13 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

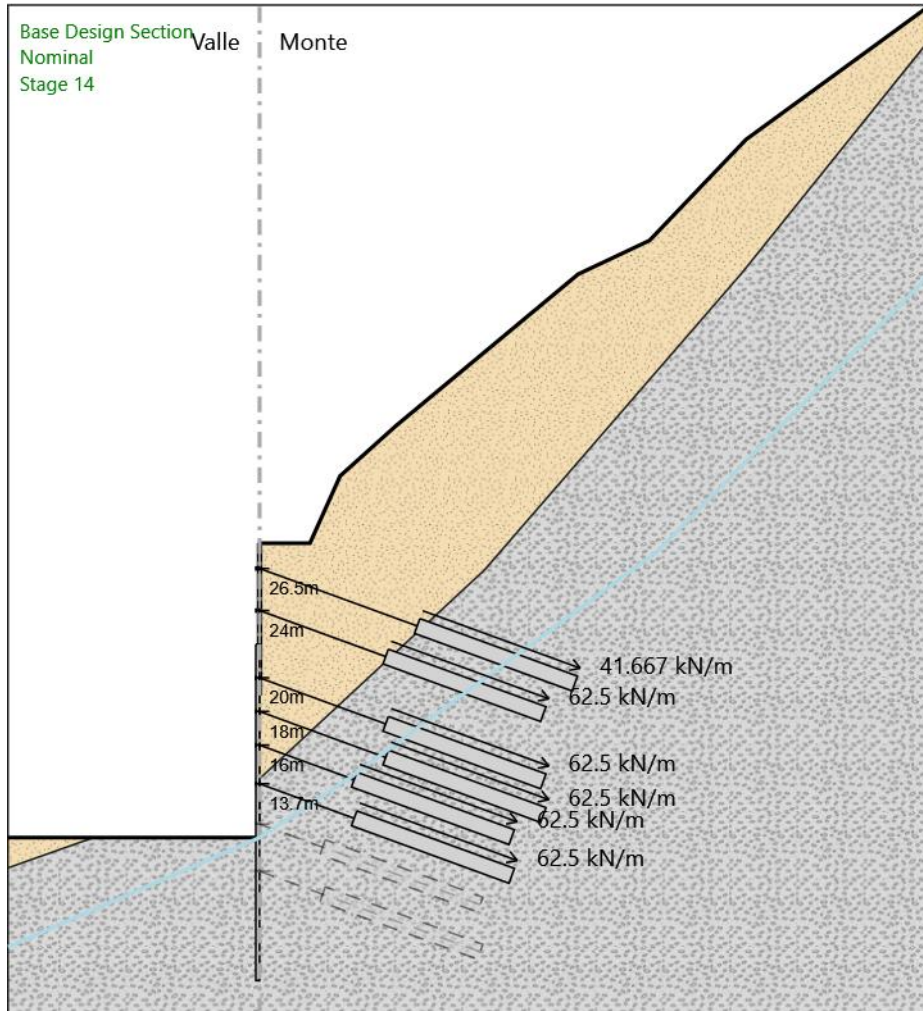
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

# Stage 14



Stage 14

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 10.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m



Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

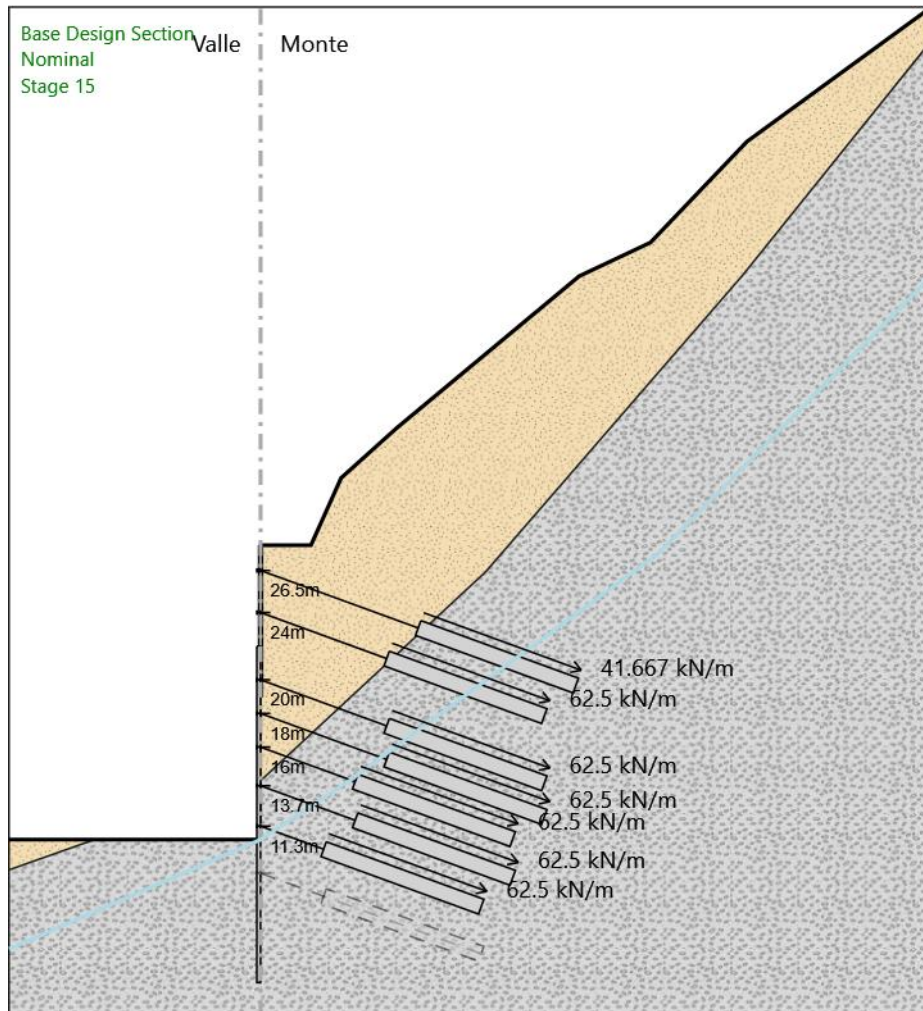
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 15



Stage 15

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 10.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 11.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

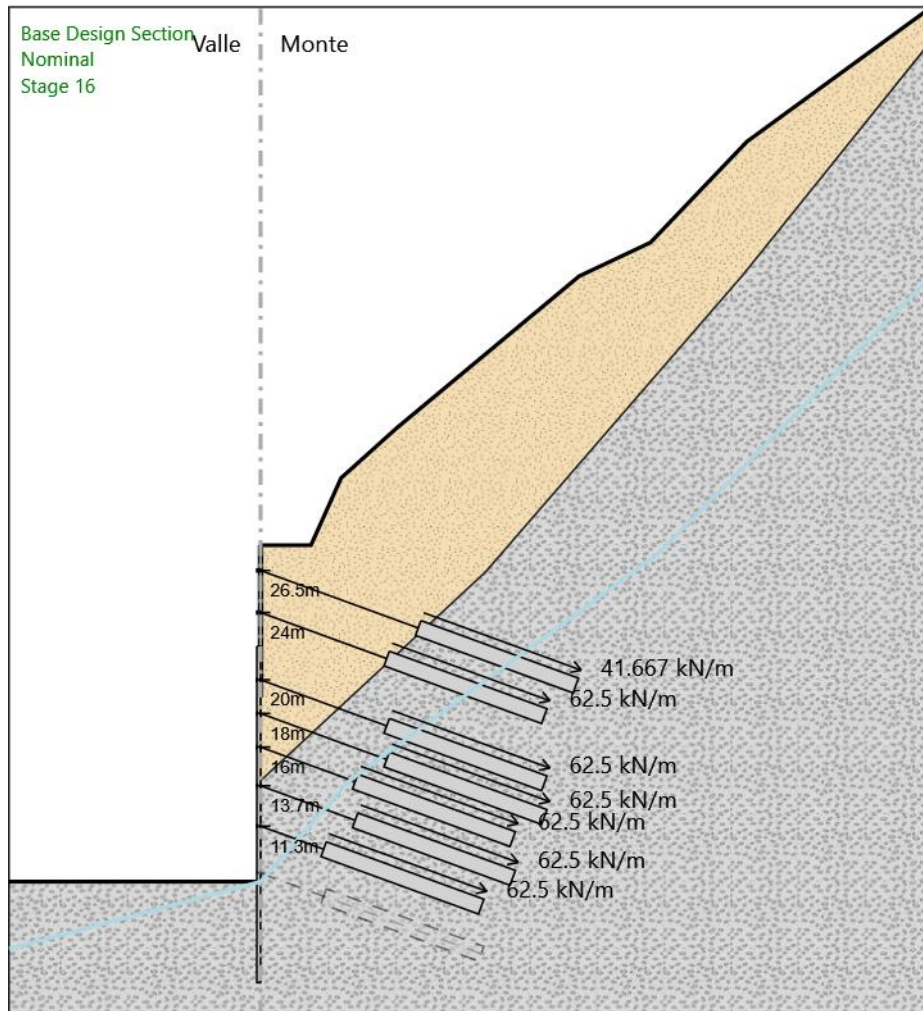
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 16



Stage 16

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m



Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 11.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

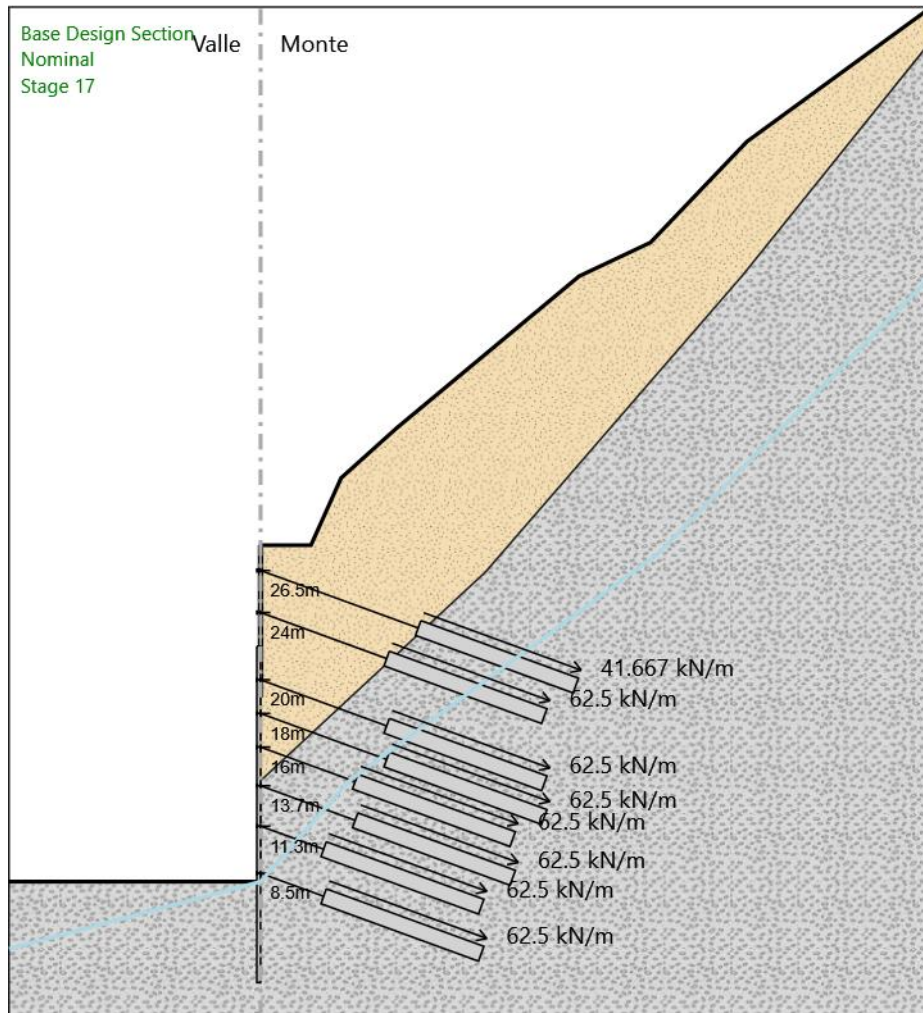
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

# Stage 17



Stage 17

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)

(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 11.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR6

X : 0 m

Z : 8.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

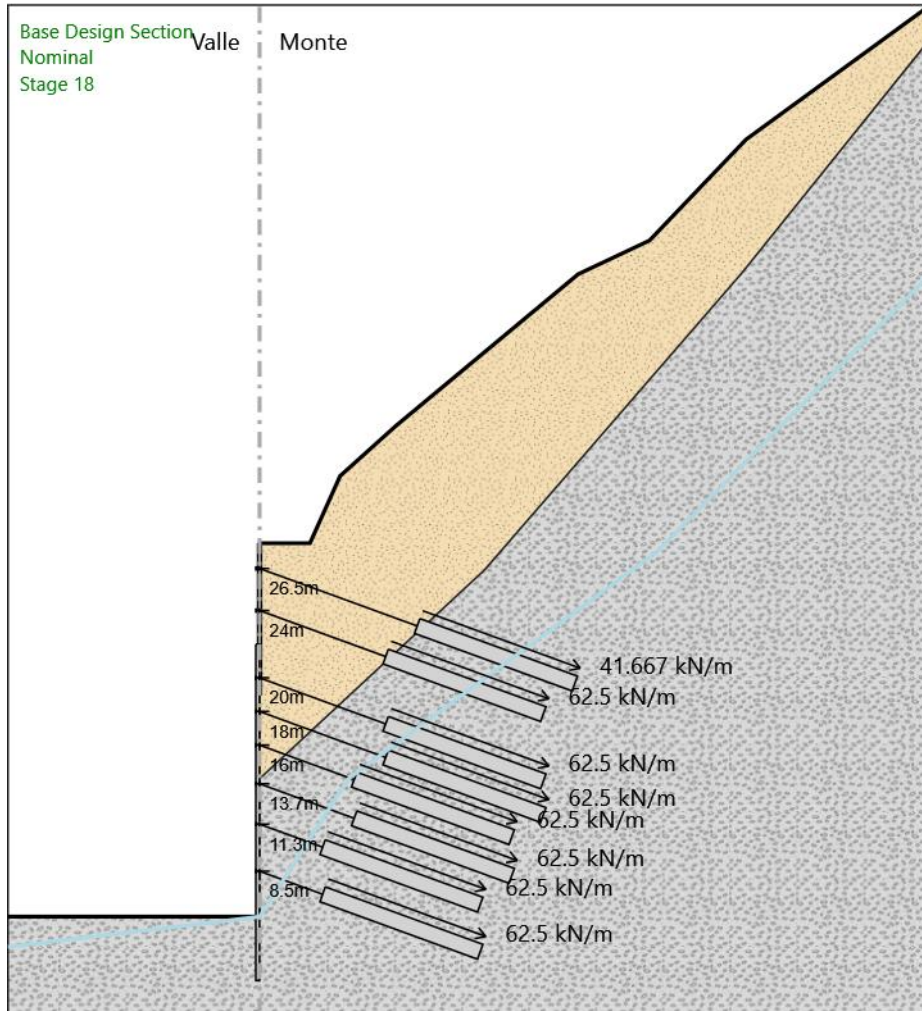
X : 0 m

Quota in alto : 22 m

Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

# Stage 18



Stage 18

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 28 m

Lato valle : 5.8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

5.8 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;28)

(3;28)



(4.8;32)  
(8.15;35)  
(19;44)  
(23.25;46)  
(29;52)  
(40;60)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 28 m

Quota di fondo : 19 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1-SUP

X : 0 m

Z : 26.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 100 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2-SUP

X : 0 m

Z : 24 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 8 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 20 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2  
X : 0 m  
Z : 18 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 8 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR3  
X : 0 m  
Z : 16 m  
Lunghezza bulbo : 10 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220  
Sezione : UPN220  
    UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR4

X : 0 m

Z : 13.7 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR5

X : 0 m

Z : 11.3 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR6

X : 0 m

Z : 8.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Paratia : WallElement2

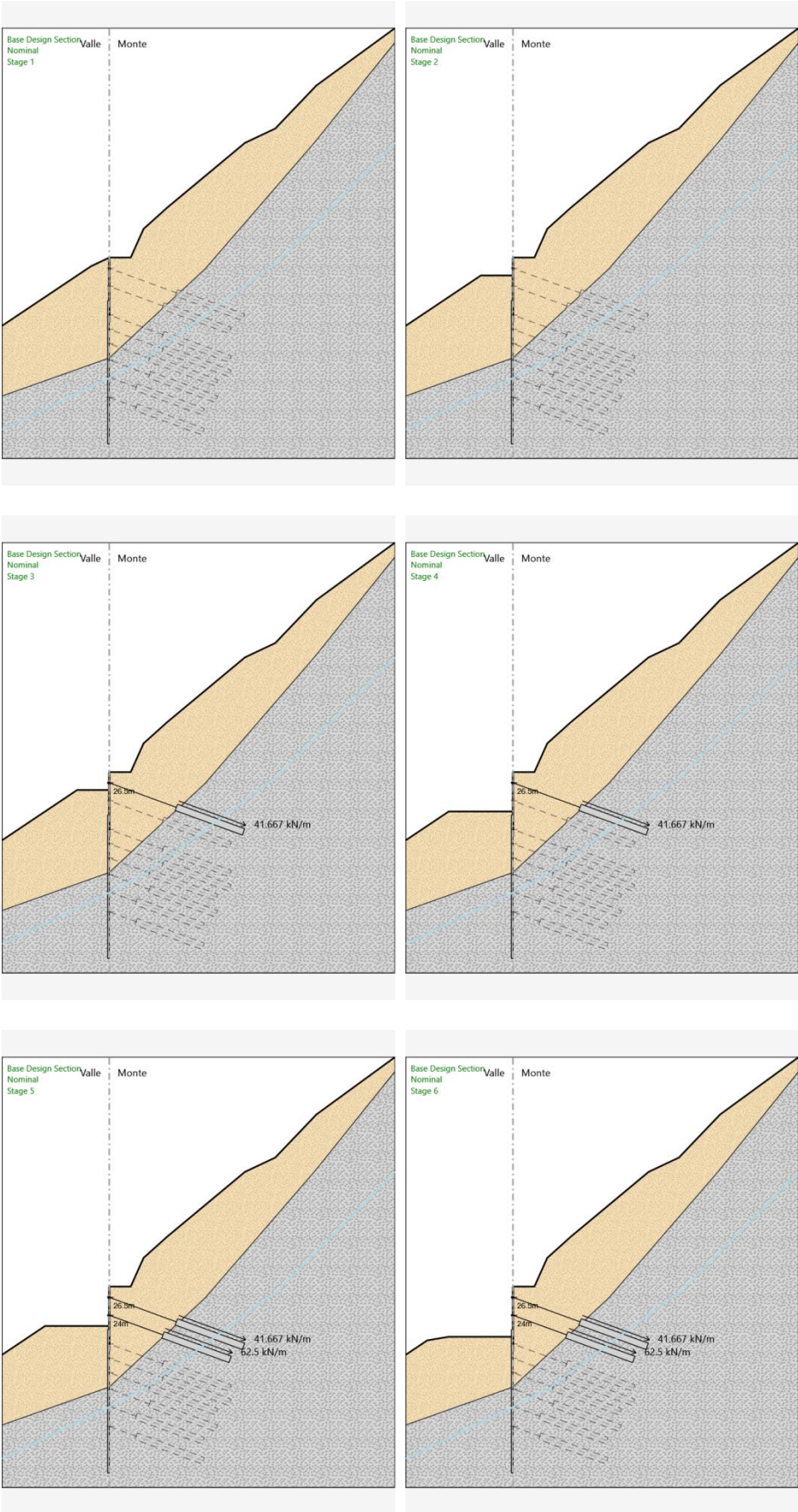
X : 0 m

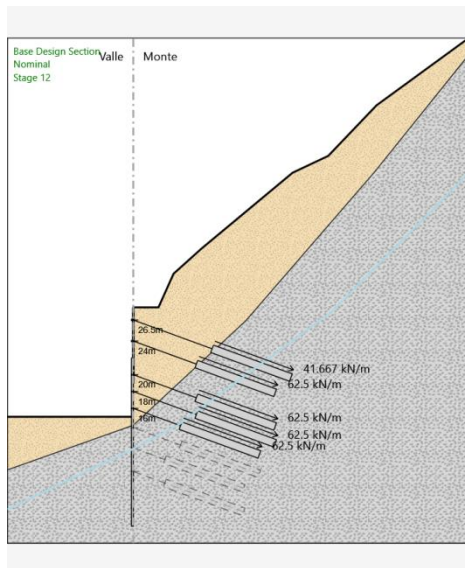
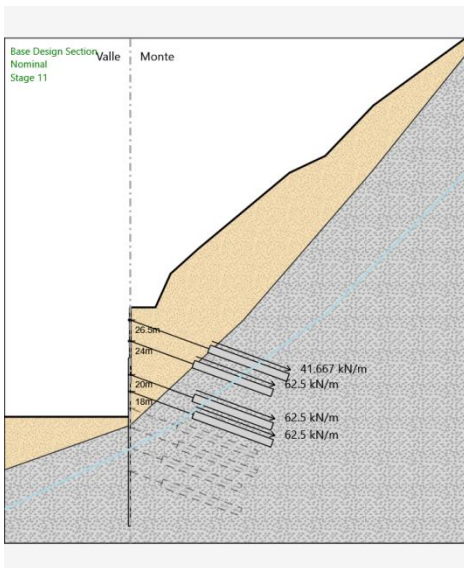
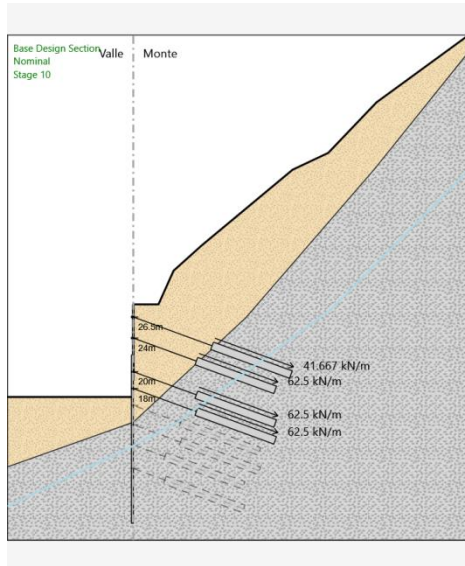
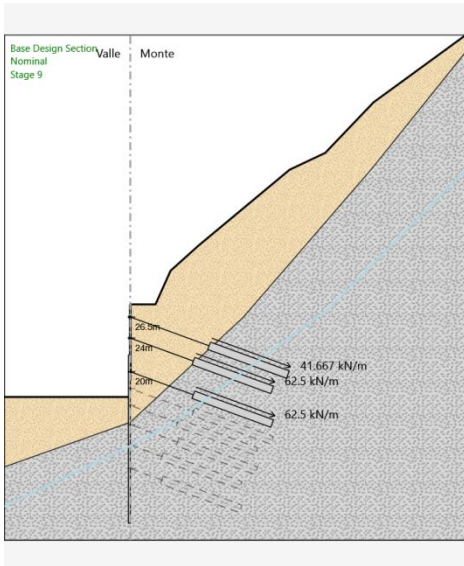
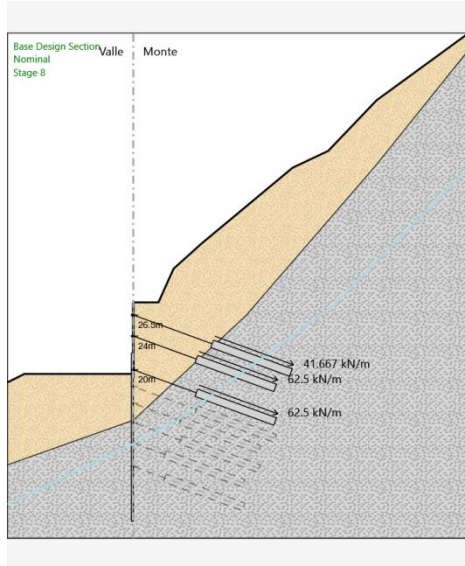
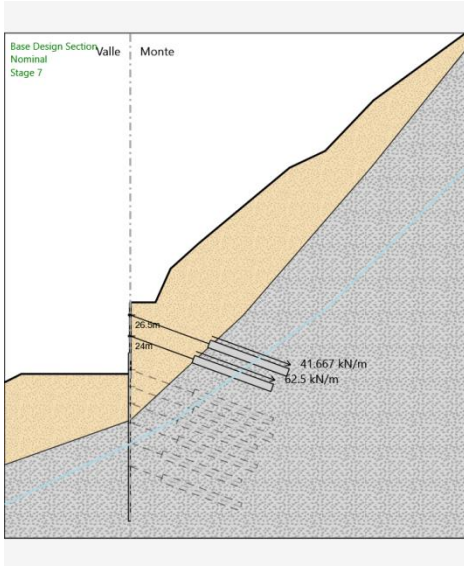
Quota in alto : 22 m

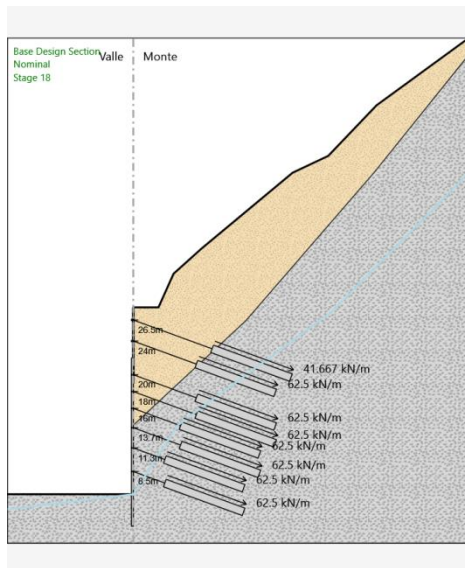
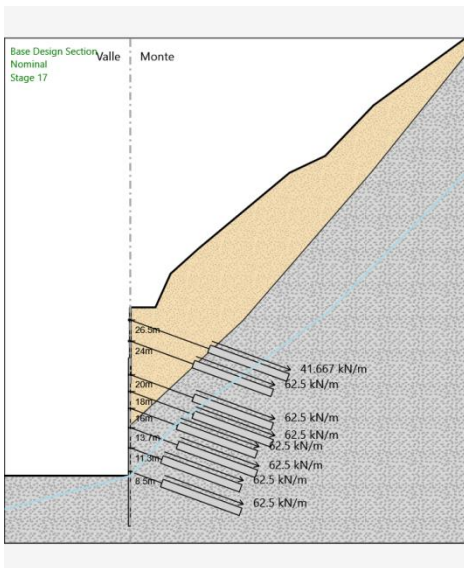
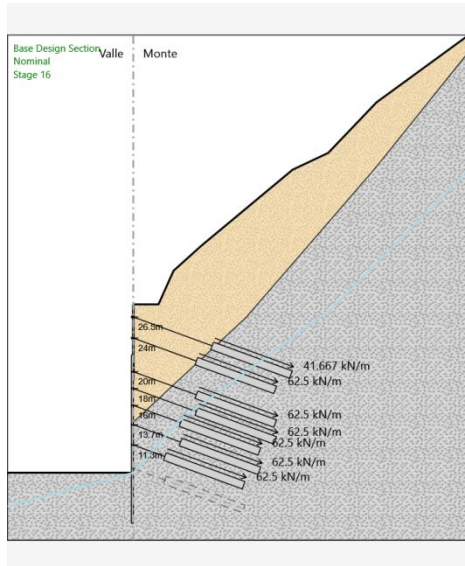
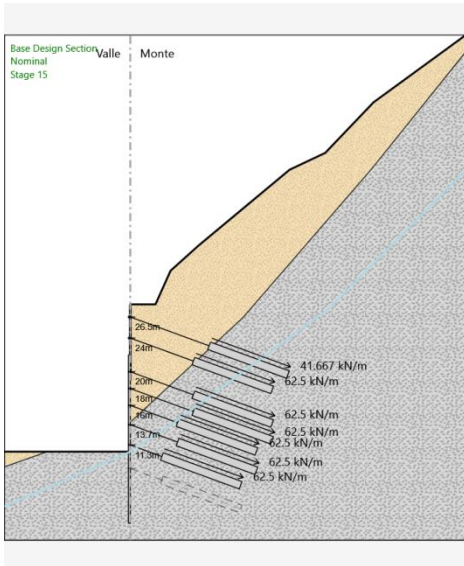
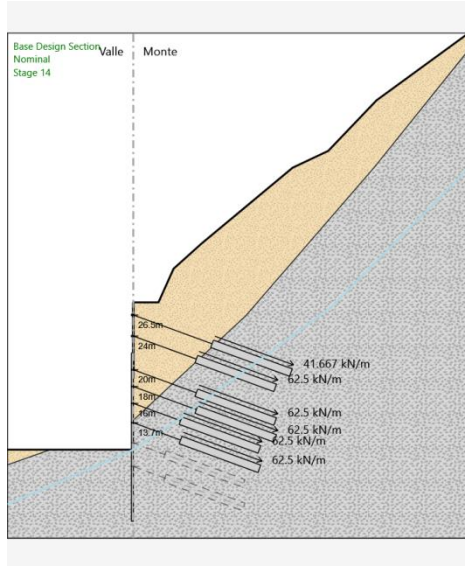
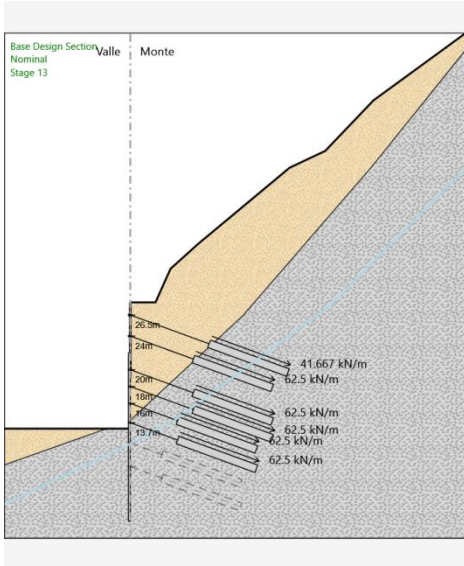
Quota di fondo : 2 m

Sezione : MICROØ220

# Tabella Configurazione Stage (Nominal)











**PARATIE** plus™



## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-10;19.7)

(0;17.4)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

(40;-30)

(-25;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-10;13)

(0;11.8)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

(35;0)

(-20;0)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi_p$	$c'$	$S_u$	Modulo Elastico	$E_u$	$E_{vc}$	$E_{ur}$	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa			kPa		kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	C	19.5	19.5	40				0		Constant		60000	96000									
2	D	27	27	56				340		Constant		80000	128000									

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Muro di destra

Sezione : MICRO $\emptyset$ 220

Area equivalente : 0.0220558688993843 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : 0.127x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

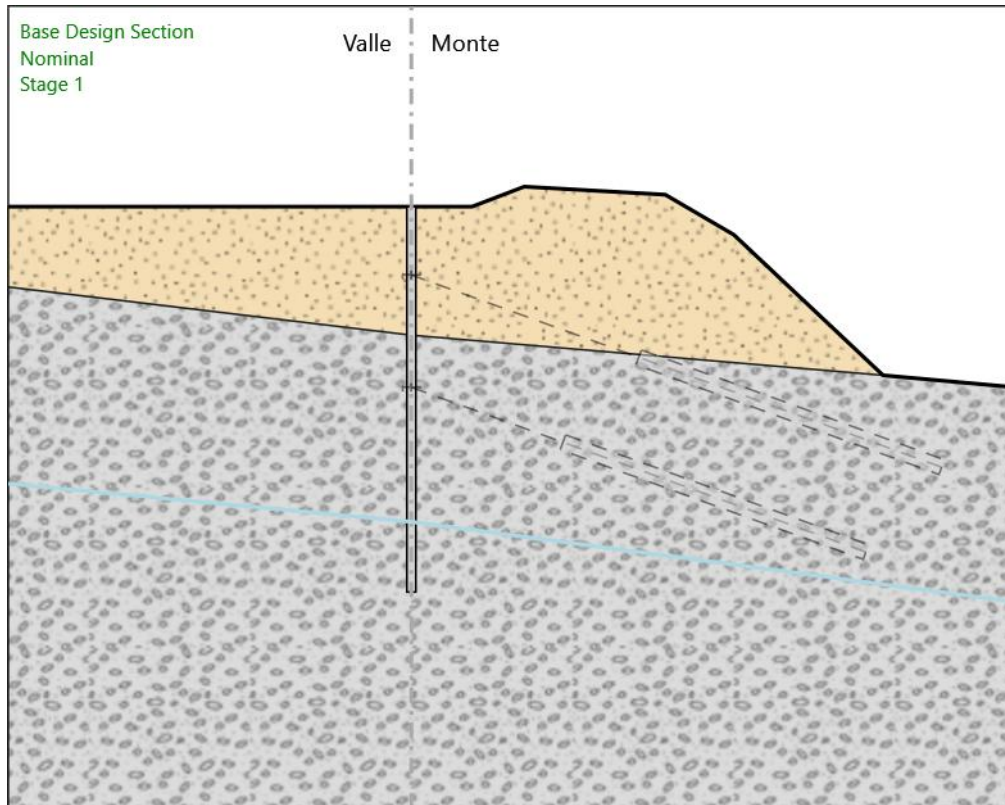
Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.127 m



# Fasi di Calcolo

## Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 15 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

15 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

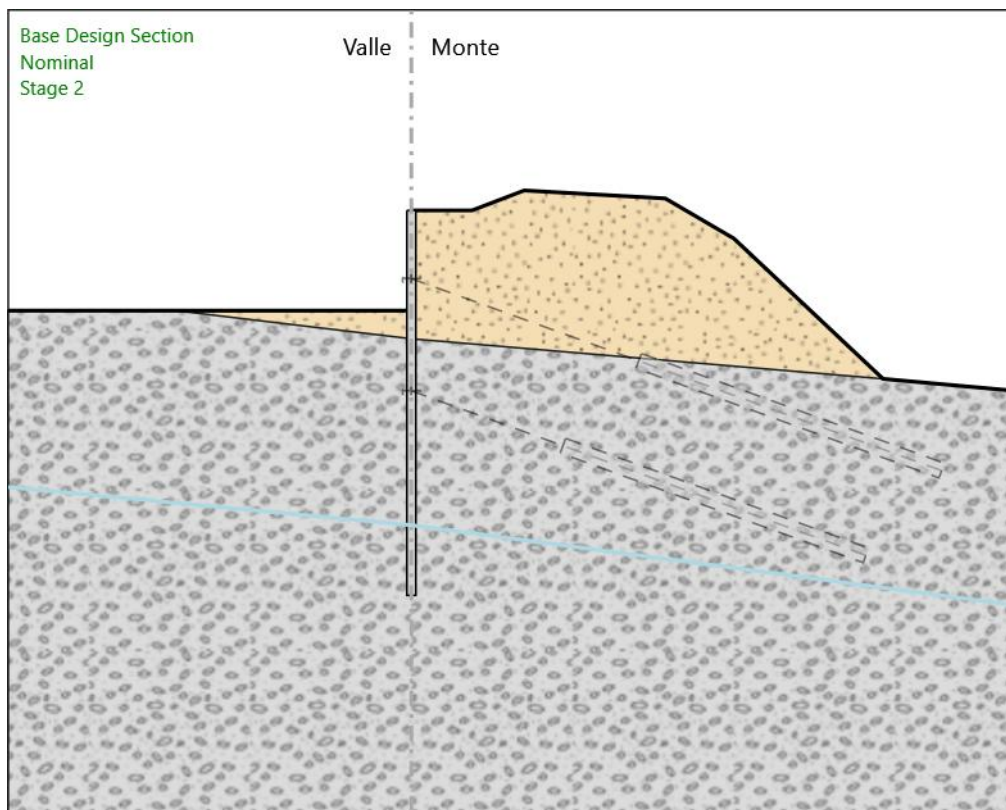
X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICROØ220

## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

12.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

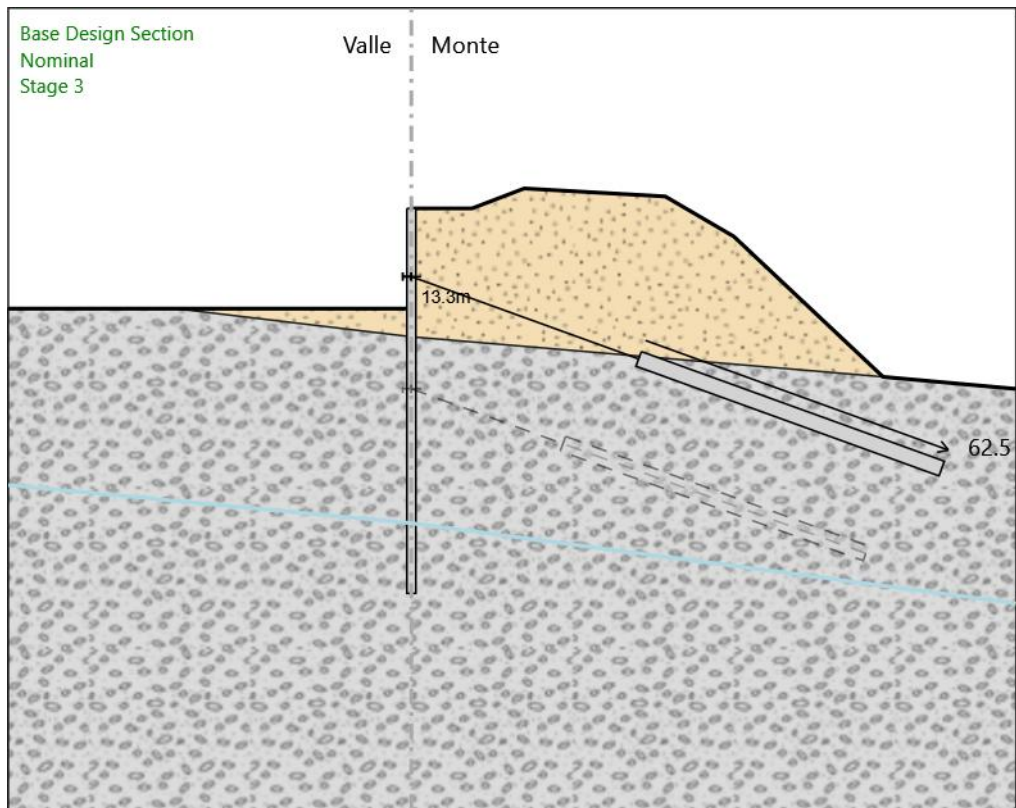
X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 15 m  
Quota di fondo : 5.4 m  
Sezione : MICROØ220



## Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

12.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 15 m  
Quota di fondo : 5.4 m  
Sezione : MICROØ220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13.3 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

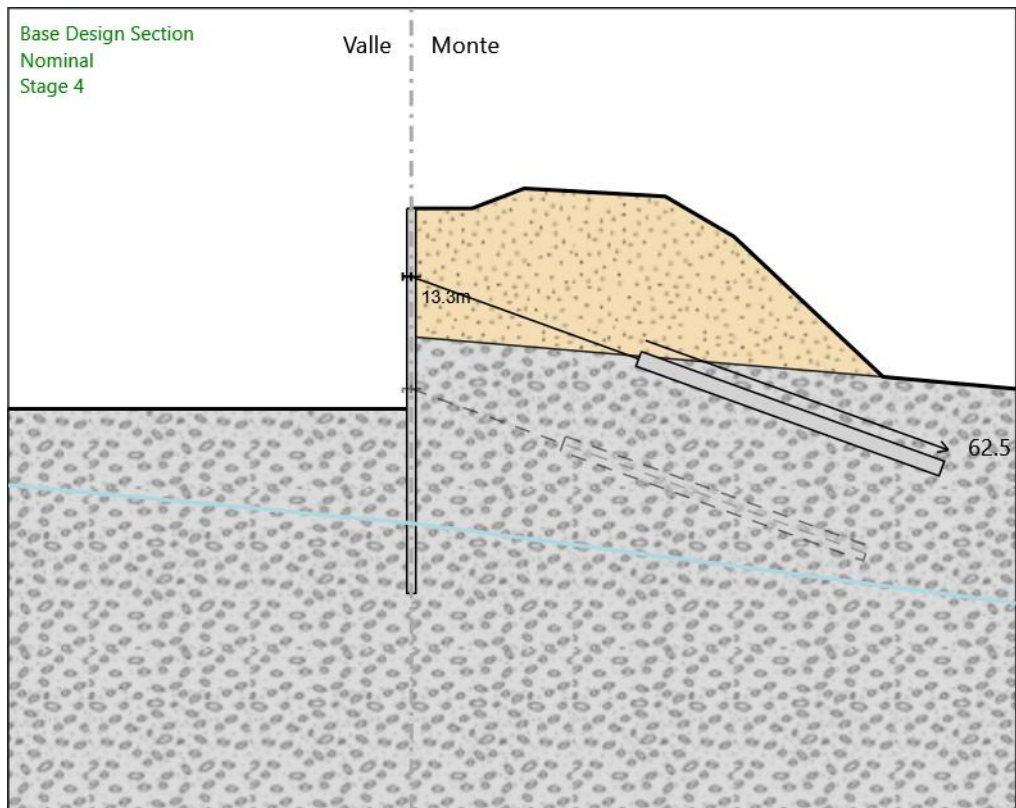
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 10 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 15 m  
Quota di fondo : 5.4 m  
Sezione : MICROØ220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13.3 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

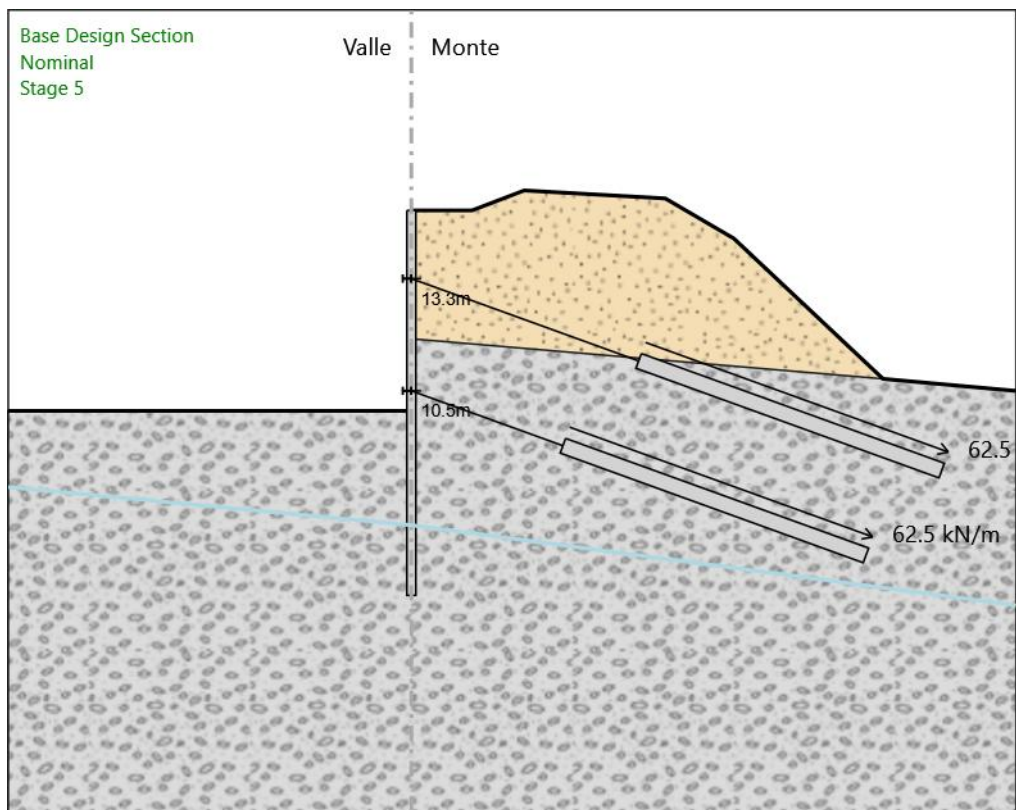
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 10 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

10 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 15 m  
Quota di fondo : 5.4 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

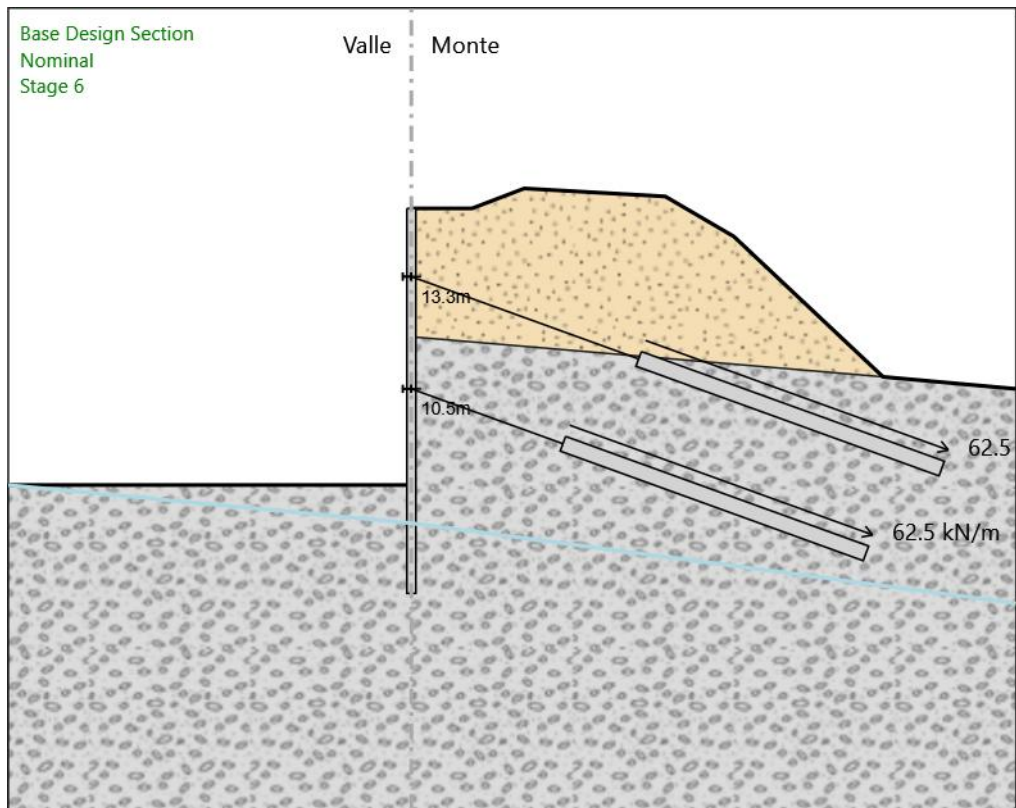
Tirante : TIR2

X : 0 m  
Z : 10.5 m  
Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 8.1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8.1 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1.5;15)

(2.8;15.5)

(6.3;15.3)

(8;14.3)

(11.7;10.8)

(15;10.5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

ParatiePlus 2021 [v: 21.1.0]

Quota in alto : 15 m  
Quota di fondo : 5.4 m  
Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m  
Z : 13.3 m  
Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 6 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355

Tirante : TIR2

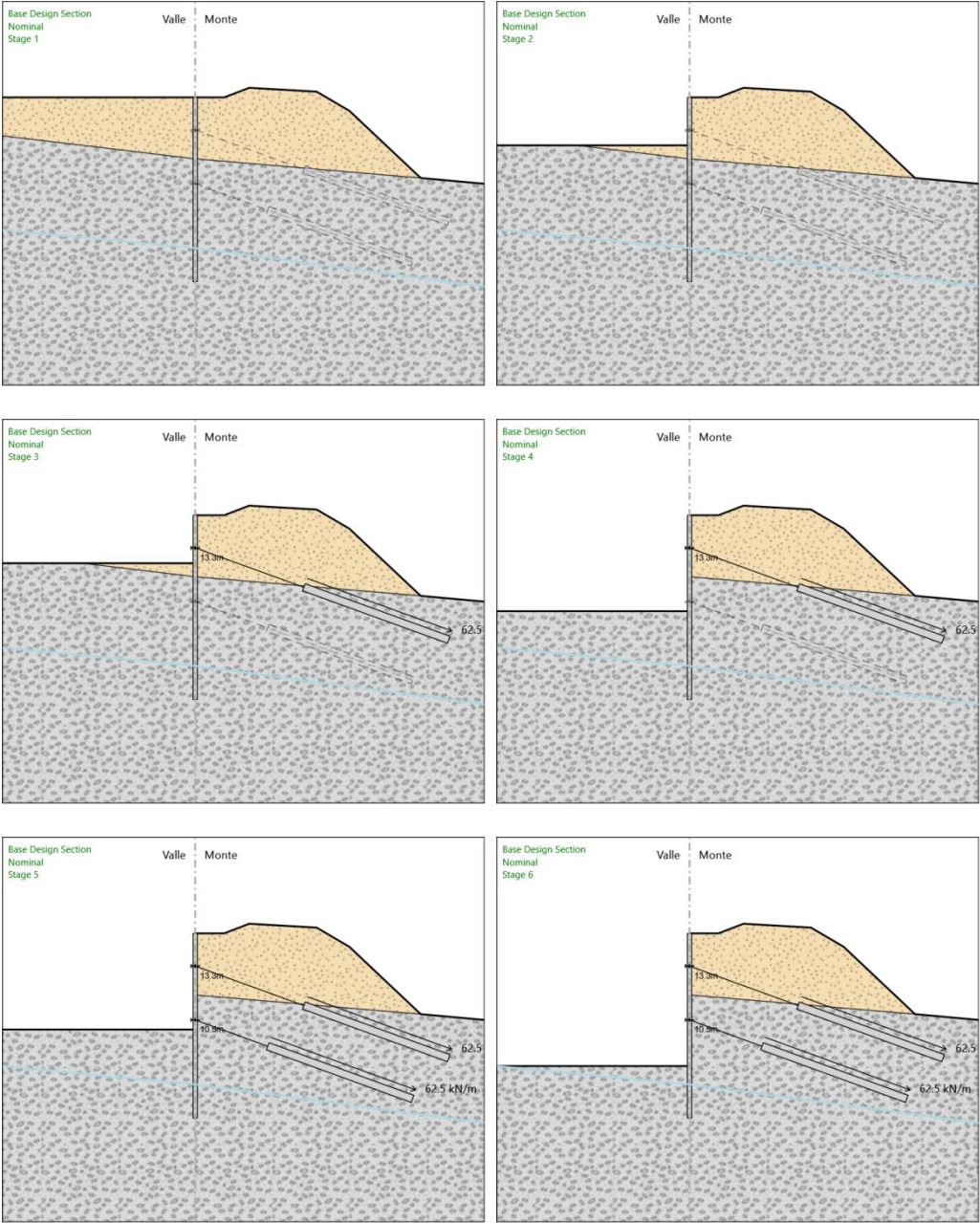
X : 0 m  
Z : 10.5 m  
Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands  
    Tipo di barre : Barre trefoli  
    Numero di barre : 3  
    Diametro : 0.01331 m  
    Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220  
    UPN 220  
    Materiale : S355



# Tabella Configurazione Stage (Nominal)





**PARATIE** plus™



## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-10;9.5)  
 (0;15.5)  
 (2.15;17)  
 (8;23)  
 (9.6;24)  
 (10.6;25)  
 (15;29)  
 (40;-30)  
 (-25;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-10;4.5)  
 (-4;6.2)  
 (0;8.5)  
 (8.9;15.7)  
 (15;24)  
 (35;0)  
 (-20;0)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi$	$c'$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa			kPa		kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	C	19.5	19.5	40				0	Constant		60000	96000										
2	D	27	27	56				340	Constant		80000	128000										

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Muro di destra

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Area equivalente : 0.0220558688993843 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : 0.127x0.01

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.127 m





(0;15)  
Linea di scavo di destra (Irregolare)  
(0;15)  
(1;15)  
(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

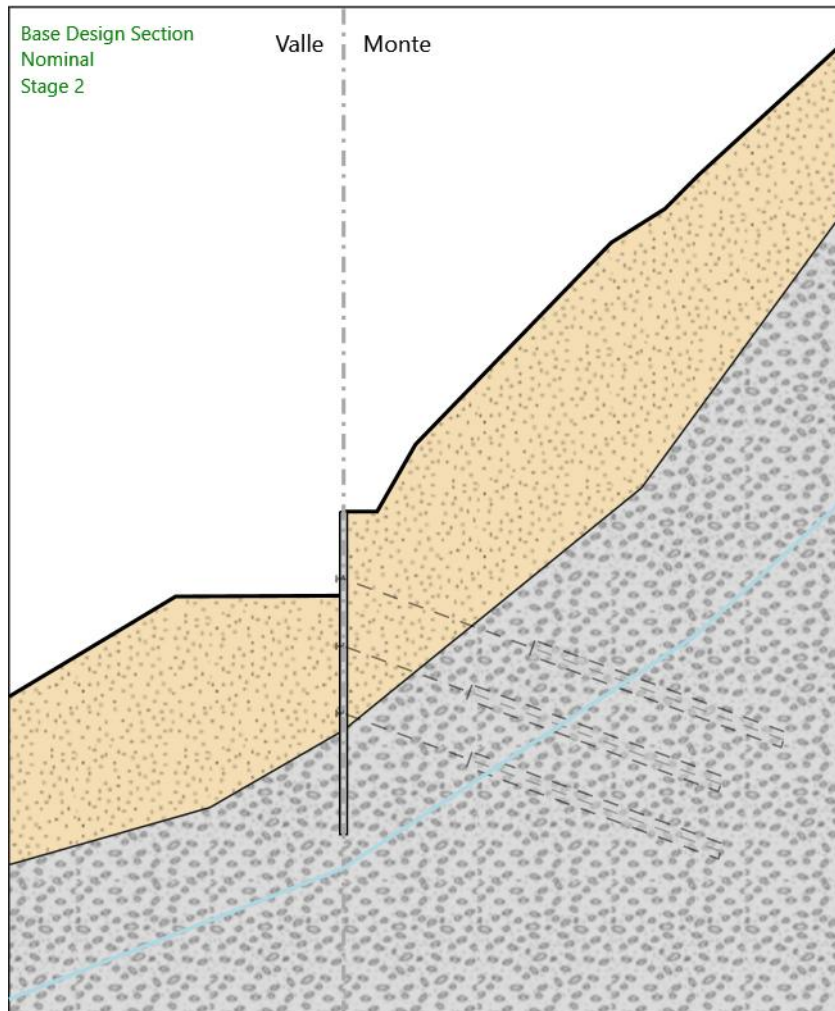
Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICROØ220



## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-10;9.5)

(-5.01927126435378;12.4776095702233)

(0;12.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)  
(1;15)  
(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

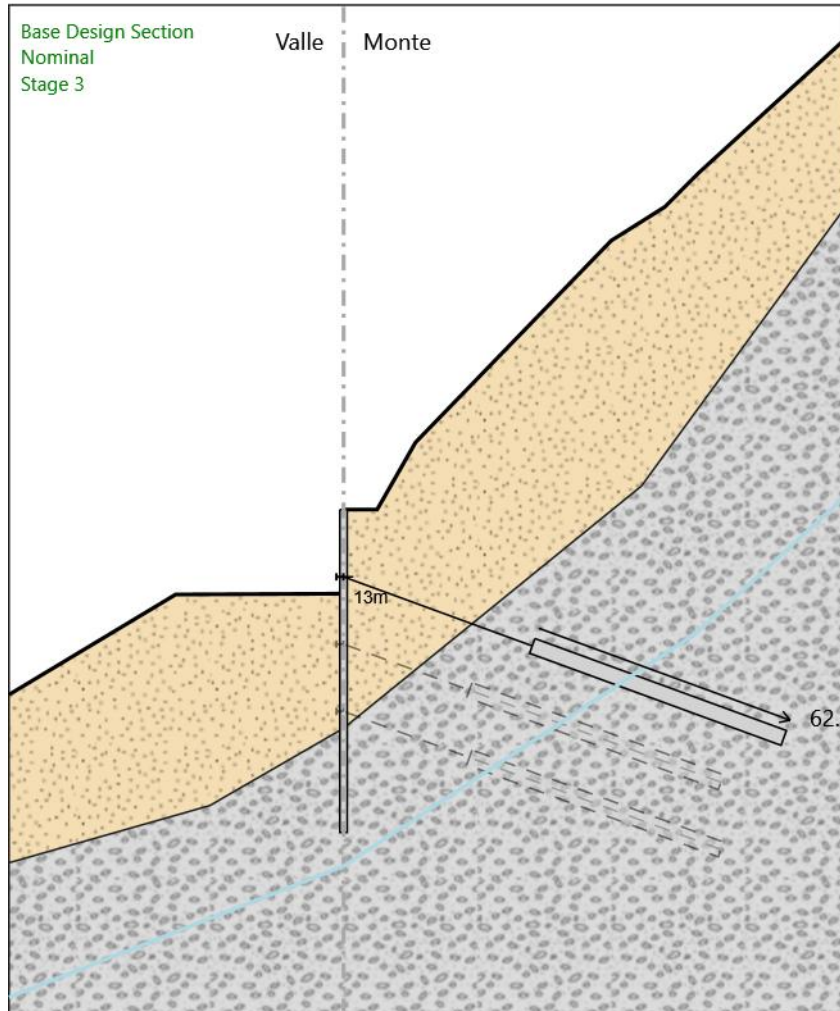
X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

## Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-10;9.5)

(-5.01927126435378;12.4776095702233)

(0;12.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)  
(1;15)  
(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

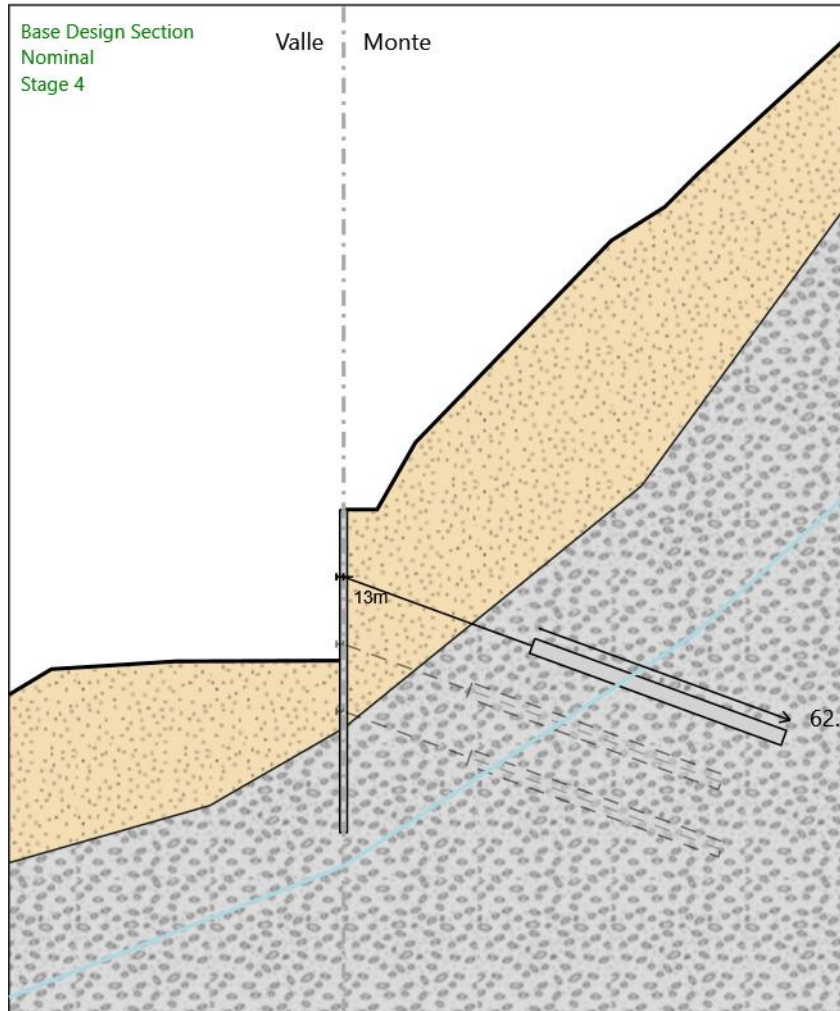
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 10.5111952148884 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-10;9.5)

(-8.73367931288413;10.2570395412106)

(-5.01927126435378;10.4888047851116)

(0;10.5111952148884)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1;15)

(2.15;17)

(8;23)

(9.6;24)

(10.6;25)

(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

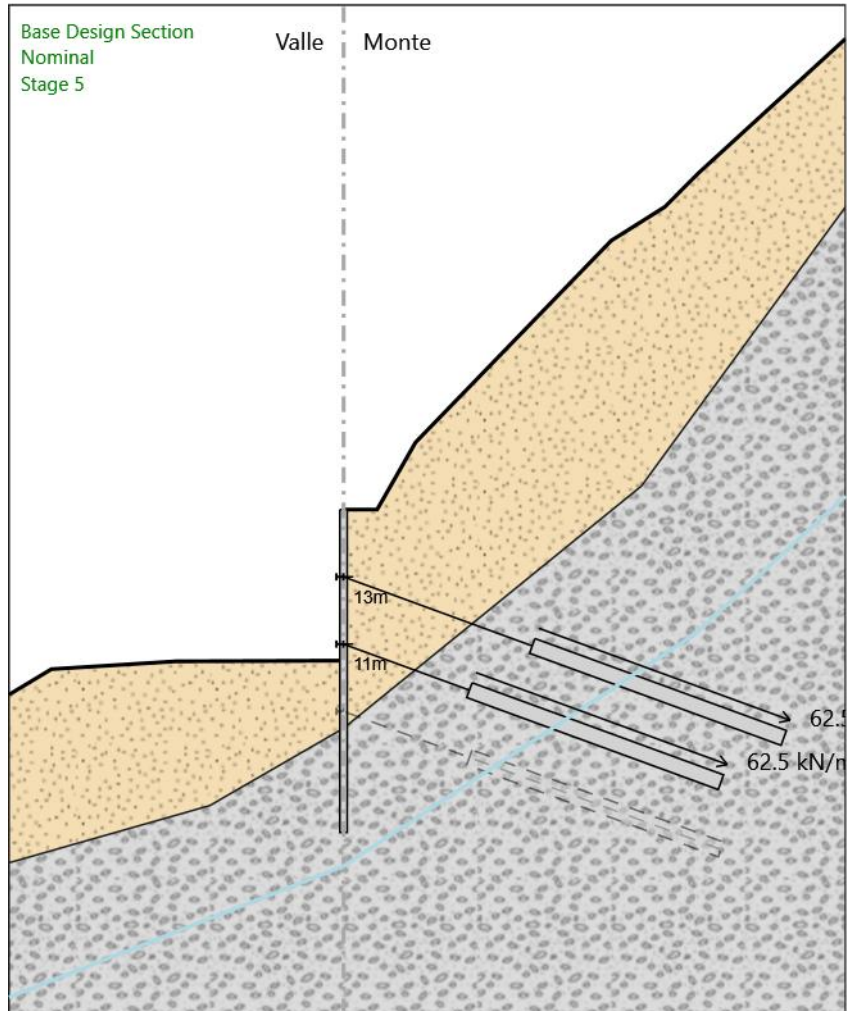
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 10.5111952148884 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-10;9.5)

(-8.73367931288413;10.2570395412106)

(-5.01927126435378;10.4888047851116)

(0;10.5111952148884)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1;15)

(2.15;17)

(8;23)

(9.6;24)

(10.6;25)

(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 11 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

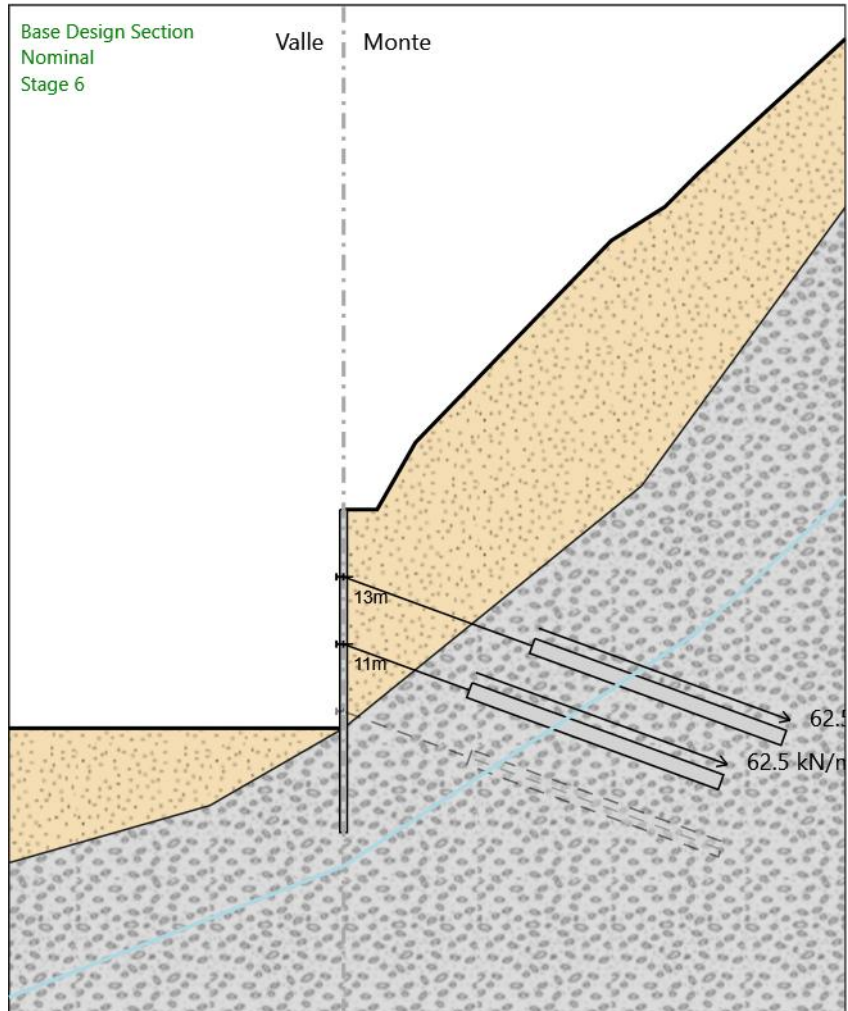
Sezione : UPN220

UPN 220



Materiale : S355

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1;15)

(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 11 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

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

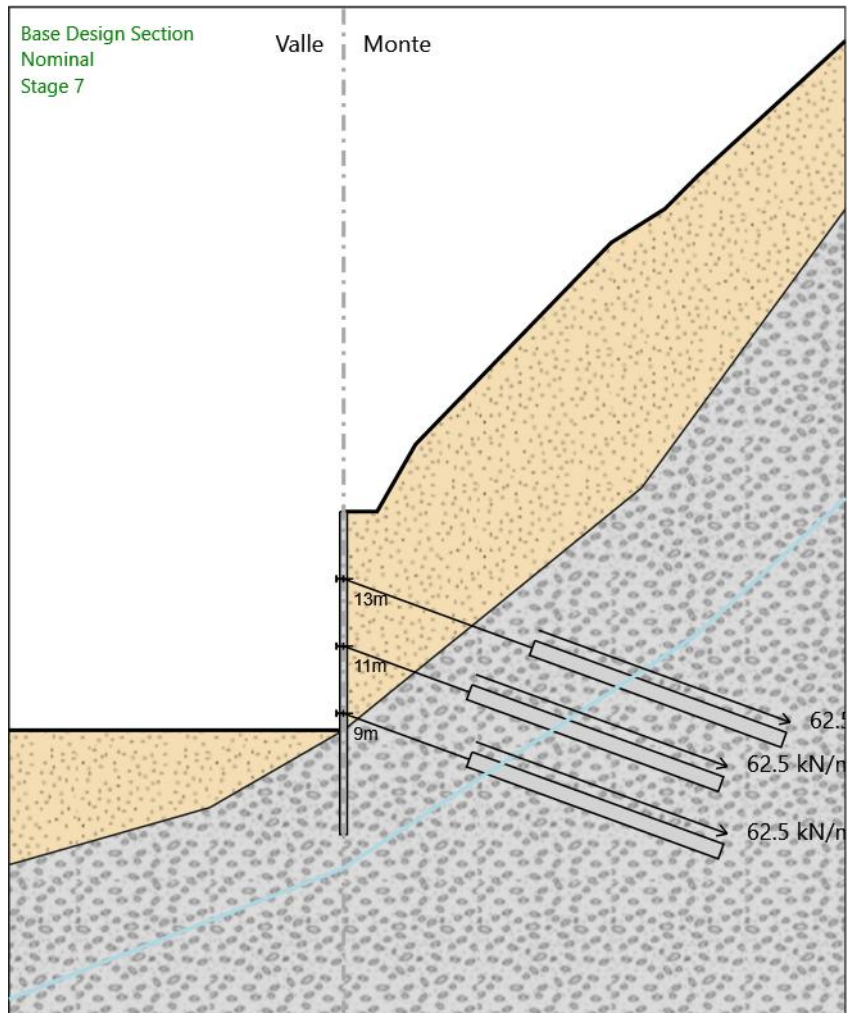
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1;15)

(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 11 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : 9 m

Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli  
Numero di barre : 3  
Diametro : 0.01331 m  
Area : 0.000417 m<sup>2</sup>

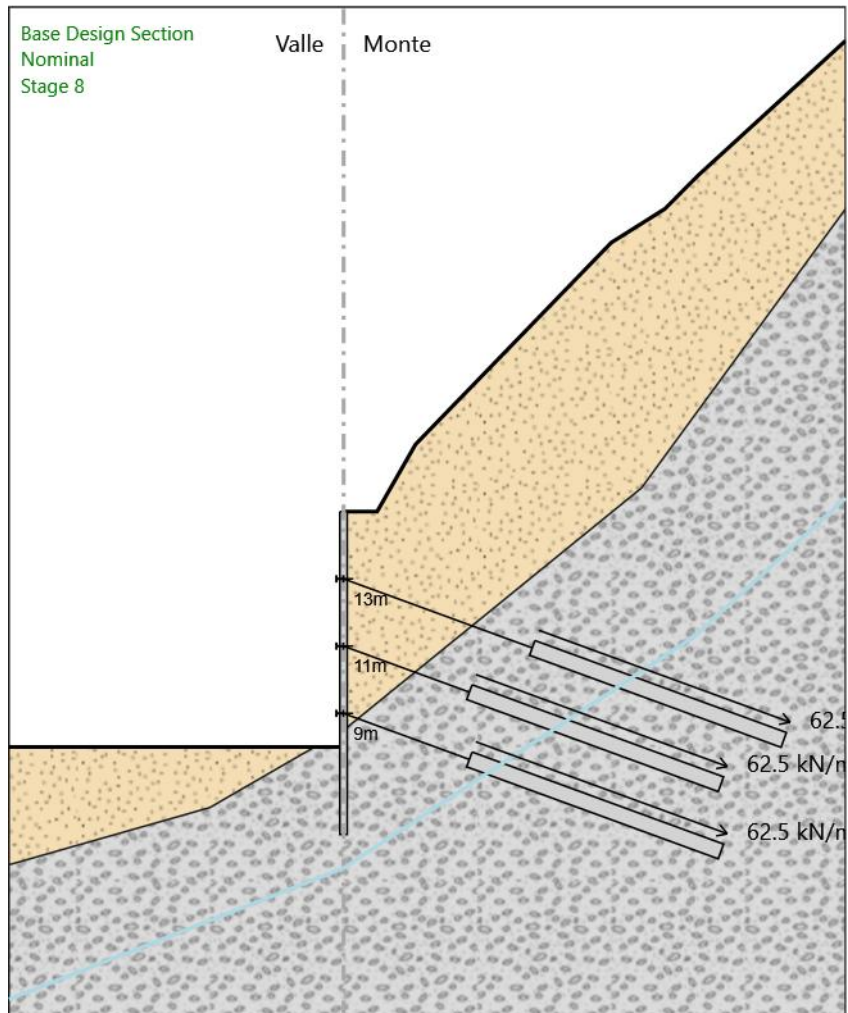
Trave di Ripartizione : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

## Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 15 m

Lato valle : 8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

8 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;15)

(1;15)

(2.15;17)  
(8;23)  
(9.6;24)  
(10.6;25)  
(15;29)

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 15 m

Quota di fondo : 5.4 m

Sezione : MICRO $\phi$ 220

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : 13 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : 11 m

Lunghezza bulbo : 8 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 4 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 160 °

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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : 9 m



Lunghezza bulbo : 8 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 4 m  
Spaziatura orizzontale : 2.4 m  
Precarico : 150 kN  
Angolo : 160 °  
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 : UPN220

Sezione : UPN220

UPN 220

Materiale : S355

# Tabella Configurazione Stage (Nominal)

