

S.S.131 "Carlo Felice"
 Completamento itinerario Sassari – Olbia.
 Potenziamento e messa in sicurezza S.S.131
 dal km 192+500 al km 209+500.
 2° Lotto dal km 202+000 al km 209+500

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA357

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Frasca

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



**OPERE D'ARTE MAGGIORI
 VIADOTTI E PONTI
 OPERE PROVVISORIALI
 Relazione di calcolo**



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA357_P00VI00STRRE01_A			
DPCA0357	D 20	CODICE ELAB.	P00VI00STRRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	GIU. 2021	A. SCHIRRIPA	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	OGGETTO	4
1.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
1.2.1	<i>Paratie provvisionali</i>	5
1.2.2	<i>Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo - Muri in terra rinforzata provvisionali (sistema "Fastwall")</i>	11
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	18
3	NORME TECNICHE	18
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO – PARATIE PROVVISORIALI	19
4.1	CALCESTRUZZI	19
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	19
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	20
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	22
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	22
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	22
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	23
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	23
4.3.1	<i>Acciaio per micropali</i>	23
4.3.2	<i>Acciaio per travi di ripartizione</i>	24
4.3.3	<i>Acciaio per trefoli</i>	24
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	25
5.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO – PARATIE PROVVISORIALI	25
5.2	STRATIGRAFIE DI CALCOLO – MURI IN TERRA RINFORZATA PROVVISORIALI	26
6	CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE	27
6.1	MODELLO DI CALCOLO	27

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

6.2	COEFFICIENTI DI SPINTA	28
6.3	STORIE DI CARICO	30
6.4	METODOLOGIA DI CALCOLO	31
6.4.1	<i>Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)</i>	31
6.4.2	<i>Verifiche dei tiranti.....</i>	32
6.4.3	<i>Verifiche della trave porta tiranti</i>	34
6.4.4	<i>Verifiche di stabilità globale del complesso paratia-terreno</i>	35
7	ANALISI DEI CARICHI – PARATIE PROVVISORIALI	37
7.1	ANALISI ESEGUITE	37
7.2	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI	37
7.3	SPINTA DELLE TERRE	37
7.4	CARICHI ACCIDENTALI	37
7.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	37
8	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE – PARATIE PROVVISORIALI.....	39
8.1	RISULTATI DEL CALCOLO	39
8.2	VERIFICHE MICROPALI	39
8.2.1	<i>Verifiche strutturali (A1+M1).....</i>	39
8.2.2	<i>Verifiche geotecniche del grado di mobilitazione della spinta passiva (A2+M2)</i> 39	
8.2.3	<i>Verifiche SLE</i>	40
8.2.4	<i>Verifiche di stabilità globale.....</i>	41
8.3	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI ANCORAGGIO E CONTRASTO	44
8.3.1	<i>Verifiche strutturali (A1+M1) e geotecniche (A2+M2) dei tiranti.....</i>	44
8.3.2	<i>Verifiche strutturali travi di contrasto.....</i>	44
9	MATERIALI IMPIEGATI – SISTEMA FASTWALL.....	46
9.1	ELEMENTI DI RINFORZO - FASTWALL.....	46
9.2	REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE	46
10	ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE – MURI IN TERRA RINFORZATA	48

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

10.1	POSA DEGLI ELEMENTI DI RINFORZO	48
10.2	COMPATTAZIONE	49
7.4	CONDIZIONI CLIMATICHE	49
7.5	EVENTUALI RILEVATI DI PROVA	50
7.6	PROVE DI CONTROLLO.....	50
11	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO – MURI IN TERRA RINFORZATA.....	52
11.1	ANALISI ESEGUITE	52
11.2	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI	52
11.3	SPINTA DELLE TERRE	52
11.4	CARICHI ACCIDENTALI	52
11.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	52
12	CRITERI DI VERIFICA – MURI IN TERRA RINFORZATA	55
12.1	GENERAZIONE DELLE SUPERFICI DI ROTTURA.....	59
12.2	CARICHI DINAMICI DOVUTI A FORZE DI NATURA SISMICHE	60
13	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE – MURI IN TERRA RINFORZATA	63
13.1	COEFFICIENTI DI SOVRADIMENSIONAMENTO – VALORI MINIMI OTTENUTI	63
14	ALLEGATI.....	64
14.1	ALLEGATO 1 - STRUTTURA 1 MURO H=4.00 M – CONDIZIONE STATICA	64
14.2	ALLEGATO 2 – STRUTTURA 2 MURO H=6.00 M – CONDIZIONE STATICA	74
14.3	ALLEGATO 3 – STRUTTURA 3 MURO H=8.00 M – CONDIZIONE STATICA	84
14.4	ALLEGATO 4 – STRUTTURA 4 MURO H=10.00 M – CONDIZIONE STATICA	94
14.5	ALLEGATO 5 – STRUTTURA 5 MURO H=12.00 M – CONDIZIONE STATICA	105
14.6	ALLEGATO 6 - PARATIA TIPO A	116
14.7	ALLEGATO 7 - PARATIA TIPO B	117
14.8	ALLEGATO 8 - PARATIA TIPO C.....	118
14.9	ALLEGATO 9 - PARATIA TIPO D.....	119

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione delle **Paratie Provvisionali** e dei **Muri in Terra Rinforzata Provvisionali, realizzati con il sistema Fastwall**, necessari per le fasi di realizzazione dei **Viadotti**, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S. 131 Carlo Felice – Completamento itinerario Sassari-Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 – 2° lotto dal km 202 al km 209+500".

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. Gli stati limite di tipo geotecnico vengono verificati secondo l'equilibrio limite.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

1.2 Descrizione delle opere

1.2.1 Paratie provvisionali

Le opere oggetto della presente relazione sono le paratie di micropali da realizzarsi come opere di sostegno a carattere provvisoriale durante l'esecuzione dei lavori in oggetto.

Al di sopra dei vari ordini di tiranti delle paratie, si prevede l'inserimento di tubi microfessurati di diametro $\Phi 60$ mm, lunghezza 3.0 m, posti ad interasse $i=2.40$ m con inclinazione di 2° e tali da garantire il drenaggio di eventuale acqua meteorica in potenziale accumolo a tergo delle paratie stesse.

Nello specifico:

- **TIPO A:** paratia di micropali a sbalzo.

La paratia è costituita da micropali $\Phi 240$ mm di lunghezza $L_m=7.6$ m e armati con tubolare in acciaio $\Phi 168.3$ mm spessore 10 mm e lunghezza $L_t=8.0$ m. I micropali verticali sono posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

È presente un cordolo in c.a. di larghezza 0.60 m e di altezza 0.60 m.

L'altezza di scavo massima, misurata da estradosso cordolo, è di 3.00 m.

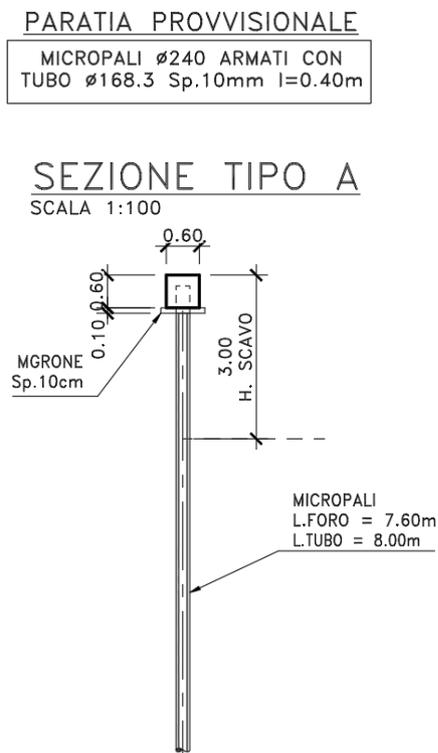


Figura 1.1 Sezione Paratia tipo A

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

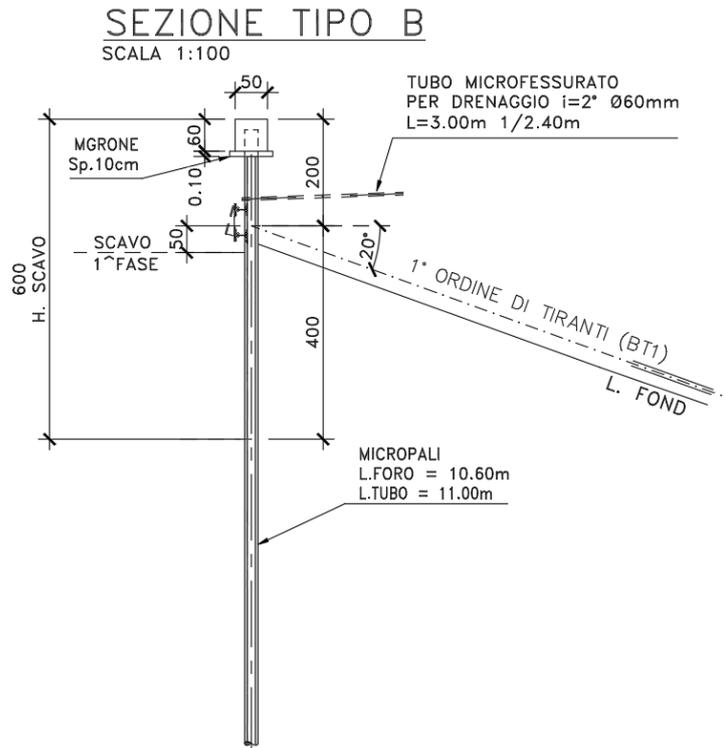
- **TIPO B:** paratia di micropali con un ordine di tiranti attivi.

La paratia è costituita da micropali $\Phi 240$ mm di lunghezza variabile da $L_m=7.6$ m a 10.6 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 168.3$ mm spessore 10 mm e lunghezza variabile da $L_t=8.0$ a 11.0 m. I micropali verticali sono posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

I tiranti attivi a trefoli con $\Phi 150$ mm, sono inclinati di 20° e posti ad un interasse $i_t=2.40$ m. Ogni tirante con tre trefoli, da $0.6''$, di lunghezza totale 16.00 m (di cui il bulbo da 9.0 m) è posto ad una distanza di 2.0 m da estradosso cordolo. I tiranti sono contrastati con 2 profili **HEB180**.

È presente un cordolo in c.a. di larghezza 0.60 m e di altezza 0.60 m.

L'altezza di scavo massima, misurata da estradosso cordolo, è di 6.00 m.



SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

- **TIPO C:** paratia di micropali con due ordini di tiranti attivi.

La paratia è costituita da micropali $\Phi 240$ mm di lunghezza variabile da $L_m=10.6$ m a 13.6 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 168.3$ mm spessore 10 mm e lunghezza variabile da $L_t=11.0$ a 14.0 m. I micropali verticali sono posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

I tiranti attivi a trefoli con $\Phi 150$ mm, sono inclinati di 20° e posti ad un interasse $i_t=2.40$ m. Ogni tirante con tre trefoli, da $0.6''$, di lunghezza totale di 18.00 m (di cui il bulbo da 9.0 m). Il primo ordine di tiranti è posto ad una distanza di 2.0 m da estradosso cordolo, mentre il secondo ordine ad una distanza di 3.50 m, dal primo ordine. I tiranti sono contrastati con 2 profili **HEB180**.

È presente un cordolo in c.a. di larghezza 0.60 m e di altezza 0.6 m.

L'altezza di scavo massima, misurata da estradosso cordolo, è di 9.00 m.

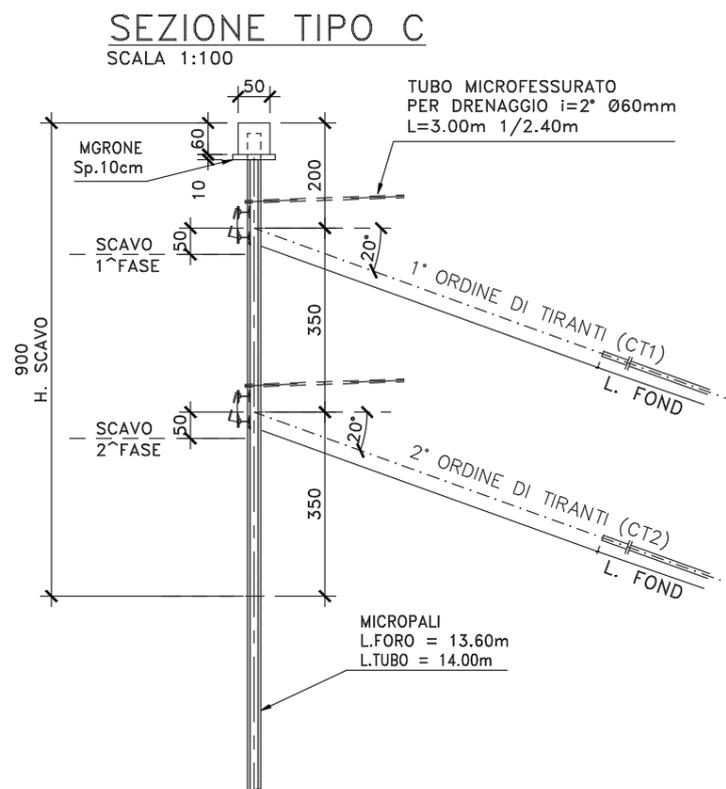


Figura 1.3 Sezione Paratia tipo C

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

- **TIPO D:** paratia di micropali con tre ordini di tiranti attivi.

La paratia è costituita da micropali $\Phi 240$ mm di lunghezza variabile da $L_m=13.6$ m a 17.6 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 168.3$ mm spessore 10 mm e lunghezza variabile da $L_t=14.0$ a 18.0 m. I micropali verticali sono posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

I tiranti attivi a trefoli con $\Phi 150$ mm, sono inclinati di 20° e posti ad un interasse $i_t=2.40$ m. Ogni tirante con tre trefoli, da $0.6''$, di lunghezza totale di 21.00 m (di cui il bulbo da 9.0 m). Il primo ordine di tiranti è posto ad una distanza di 2.0 m da estradosso cordolo, il secondo ordine ad una distanza di 3.50 m dal primo ordine e il terzo ordine di tiranti è posto ad una distanza di 3.00 m dal secondo ordine. I tiranti sono contrastati con 2 profili **HEB180**.

È presente un cordolo in c.a. di larghezza 0.60 m e di altezza 0.6 m.

L'altezza di scavo massima, misurata da estradosso cordolo, è di 12.00 m.

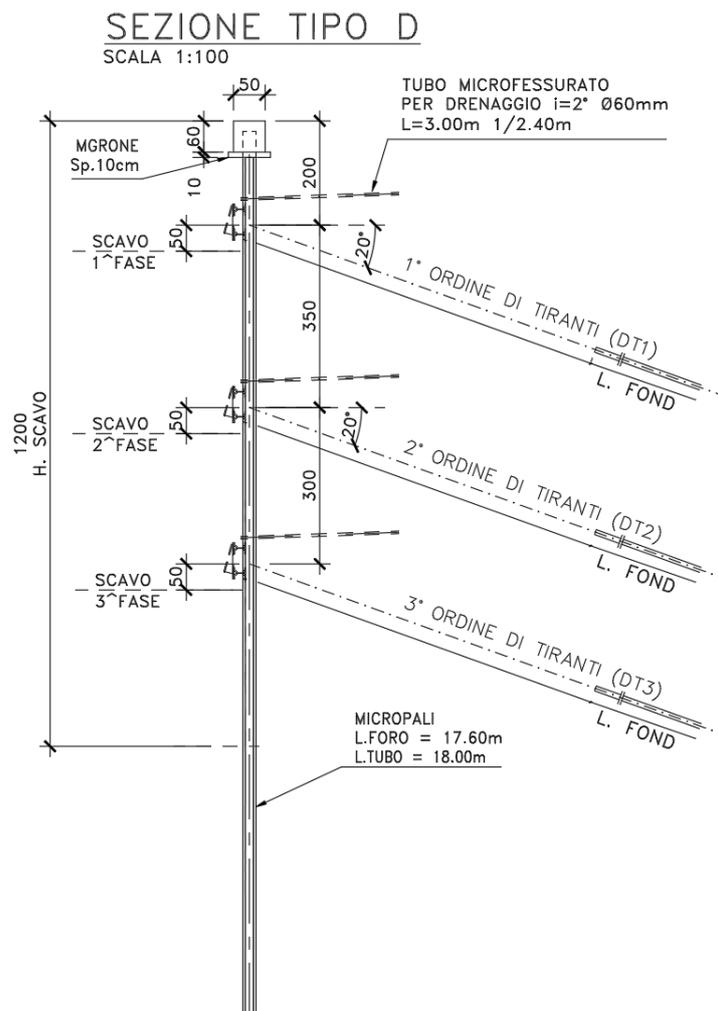


Figura 1.4 Sezione Paratia tipo D

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

1.2.1.1 Descrizione delle sezioni di calcolo – Paratie provvisionali

Sono state analizzate 4 sezioni di calcolo avente le seguenti caratteristiche:

Paratie di micropali a sbalzo:

Dati generali		TIPO A
∅ micropalo	m	0.24
∅ tubo	mm	168.3
sp tubo	mm	10
int	mm	0.4
L micropalo	m	7.4
H cordolo	m	0.6
H _{tubo nel cord}	m	0.4
L tubo	m	7.8
H _{da intr cord}	m	2.4
H _{da estr cord}	m	3
H infissione	m	5
L tot	m	8
As	mm ²	4973.1
I	m ⁴	0.0000156
Wel	mm ³	185856.67
E	N/mm ²	210000
f _{yk}	MPa	355
Cl _s		C25/30

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Paratie di micropali con tiranti attivi a trefoli:

Dati generali		TIPO B	TIPO C	TIPO D
∅ micropalo	m	0.24	0.24	0.24
∅ tubo	mm	168.3	168.3	168.3
sp tubo	mm	10	10	10
int	mm	0.4	0.4	0.4
L micropalo = L foro	m	10.6	13.6	17.6
H cordolo	m	0.6	0.6	0.6
H _{tubo nel cord}	m	0.4	0.4	0.4
L tubo	m	11	14	18
H _{da intr cord}	m	5.4	8.4	11.4
H _{da estr cord}	m	6	9	12
H infissione	m	5.2	5.2	6.2
L tot	m	11.2	14.2	18.2
As	mm ²	4973.1	4973.1	4973.1
I	m ⁴	0.0000156	0.0000156	0.0000156
Wel	mm ³	185856.67	185856.67	185856.67
E	N/mm ²	210000	210000	210000
f _{yk}	MPa	355	355	355
Cls		C25/30	C25/30	C25/30

Tipologia di ancoraggio		TIRANTI ATTIVI	TIRANTI ATTIVI	TIRANTI ATTIVI
n° ordini	-	1	2	3
∅ bulbo	m	0.15	0.15	0.15
∅ trefoli	"	0.6	0.6	0.6
n° trefoli	-	3	3	3
A tot trefoli	m ²	0.00042	0.00042	0.00042
int	m	2.4	2.4	2.4
α sull'oriz	°	20	20	20
L tot	m	16	18	21
L libera	m	7	9	12
L bulbo	m	9	9	9
f _{ptk}	Mpa	1860	1860	1860
f _{p(1)k}	Mpa	1670	1670	1670

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

1.2.2 Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo - Muri in terra rinforzata provvisionali (sistema "Fastwall")

Sono definiti muri di sostegno o altre strutture miste ad essi assimilabili:

- muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, ture, terra rinforzata, muri cellulari).

Nel campo della geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terreno strutturale, che avviene per strati successivi.

Così facendo, il regime di sollecitazioni che s'instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, è tale da mobilitare la resistenza a trazione dei rinforzi in virtù della propria aderenza per attrito con il terreno.

Il terreno che costituisce il rilevato strutturale, invece, offrirà il suo contributo di resistenza alla compressione per effetto dei carichi verticali.

Nella progettazione di queste strutture è pertanto necessario individuare i meccanismi di rottura potenziali nel terreno al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi.

Il dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica pertanto la scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessarie a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, peso specifico) e le caratteristiche meccaniche dei rinforzi (carico rottura, coeff. aderenza terreno).

I meccanismi di scivolamento schematizzati nel calcolo saranno in generale diversi secondo le caratteristiche dei rinforzi e soprattutto della geometria e della stratigrafia della scarpata.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Più nel dettaglio, la presente relazione ha come oggetto le seguenti tipologie di muri, classificate in funzione dell'altezza, che coincidono anche con le sezioni di verifica analizzate:

- Struttura 1 - MURO "MTRP" H=4,00 m;
- Struttura 2 - MURO "MTRP" H=6,00 m;
- Struttura 3 - MURO "MTRP" H=8,00 m;
- Struttura 4 - MURO "MTRP" H=10,00 m;
- Struttura 5 - MURO "MTRP" H=12,00 m.

Si faccia riferimento alle seguenti immagini, per maggiori dettagli.

MTRP – H4

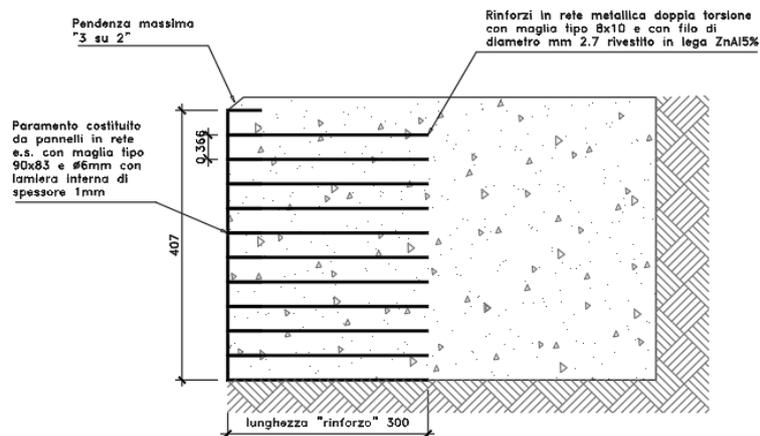


Figura 1.5 Muro in terra rinforzata MTRP – H4

MTRP – H6

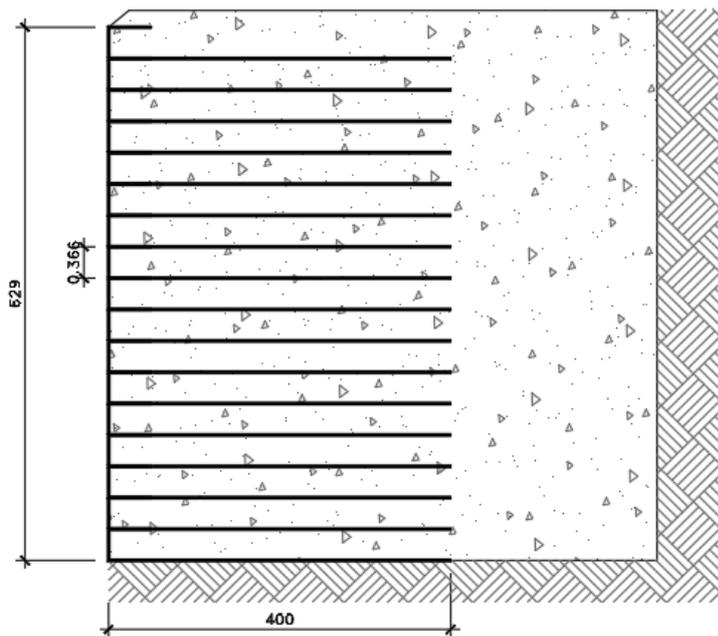


Figura 1.6 Muro in terra rinforzata MTRP – H4

MTRP - H8

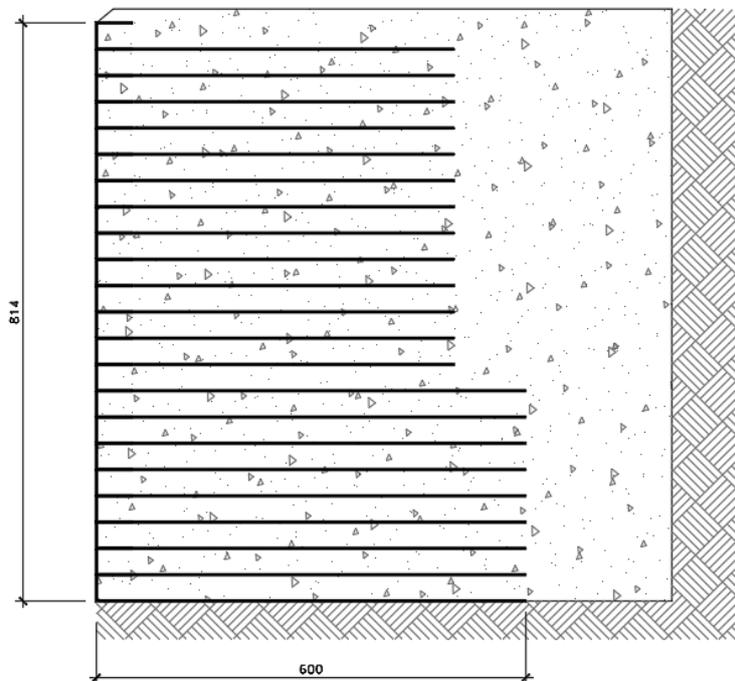


Figura 1.7 Muro in terra rinforzata MTRP - H4

MTRP - H10

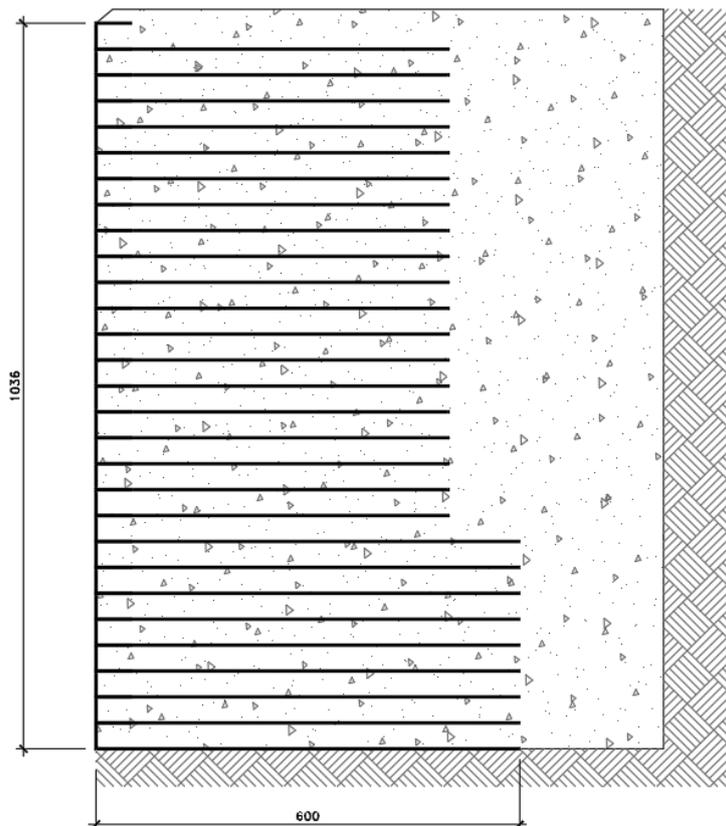


Figura 1.8 Muro in terra rinforzata MTRP - H4

MTRP - H12

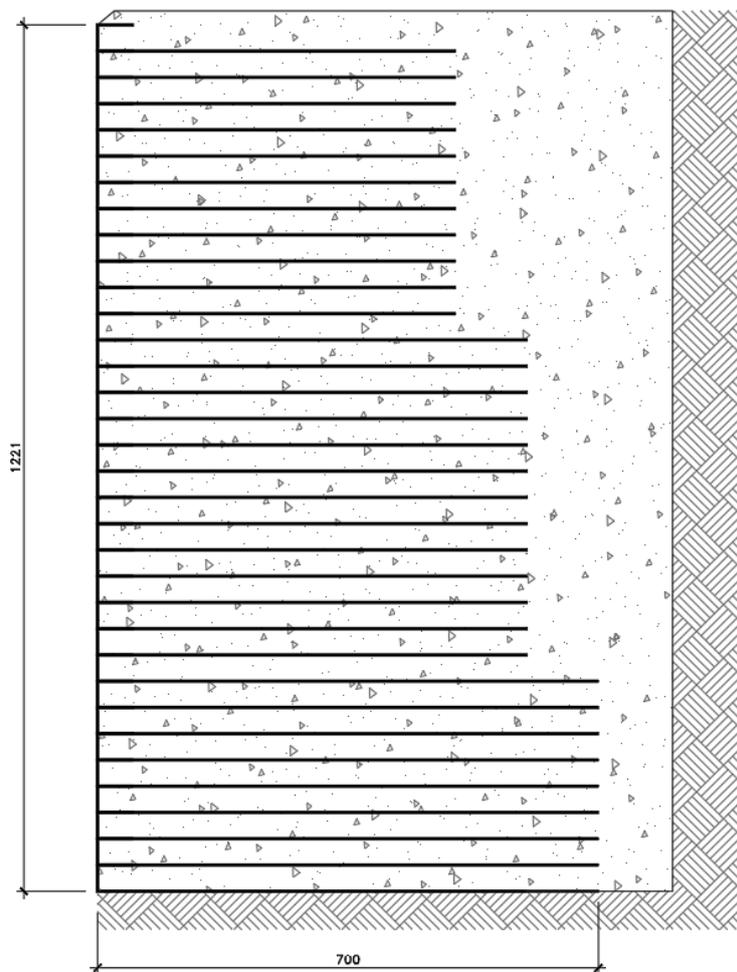


Figura 1.9 Muro in terra rinforzata MTRP - H4

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI RINFORZO

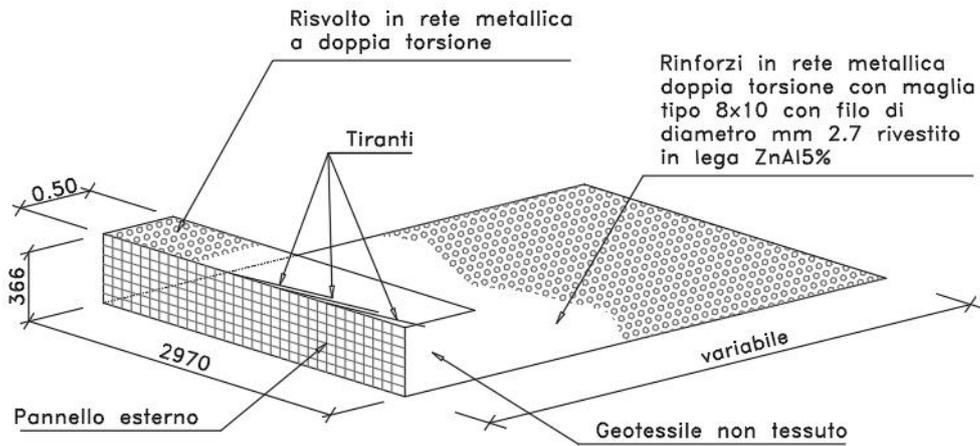


Figura 1.10 Muro in terra rinforzata - Caratteristiche rinforzi

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).
- [D_5]. Eurocodice 7 "Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali", aprile 1997.
- [D_6]. UNI EN 14475 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata
- [D_7]. UNI 10006 - Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre
- [D_8]. ASTM D 3282 - Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- [D_9]. UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade
- [D_10]. UNI EN 13285 - Miscele non legate - Specifiche
- [D_11]. UNI EN ISO 14688-1 - Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO – PARATIE PROVVISORIALI

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4].

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)		
CALCESTRUZZO PER	Magrone di sottofondazione	Cordoli
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C25/30
Classe di esposizione ambientale	-	XC2
φ max inerti (mm)	Dupper	32
	Dlower	20
Classe di consistenza	-	S4
Rapporto max acqua/cemento	-	0.6
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	150	300

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 5 mm, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Per le produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferrini, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRINI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC	2
Vita nominale dell'opera	V_N	anni 50

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	R_{ckmin}	R_{ck0}	barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} < R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Elemento		Cordoli
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1
Elemento a piastra		SI
Classe di esposizione		XC2
Ambiente		ordinario
Rck	Mpa	30
Check Rck min		OK
coprifermo minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	20
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	0
elem. prefabbricato con ver. Coprifermi*		NO
riduzione per produzioni con ver. Coprifermi		0
Tolleranza di posa		10
coprifermo nominale	mm	30
<i>* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la ve</i>		
coprifermo nominale di progetto	mm	35

Tabella 4.2 – Valori dei coprifermi nominali in base alle NTC2018

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità		
coefficiente γ_s	γ_s		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

4.3 Acciaio per carpenteria metallica

4.3.1 Acciaio per micropali

Acciaio tipo **S355**

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica	Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio			S355 W
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40$ mm	f_{yk}	Mpa 355
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa 510
Tensione caratteristica di snervamento	40 mm < $t \leq 80$ mm	f_{yk}	Mpa 335
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa 490
Modulo elastico		Es	Mpa 210000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}	1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrane γ_{m1}		γ_{m1}	1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}	1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}	1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa 338.1
Resistenza all'instabilità delle membrane	$t \leq 40$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 338.1
Resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa 367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa 319.0
Resistenza all'instabilità delle membrane	40 mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 319.0
Resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa 392.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

4.3.2 Acciaio per travi di ripartizione

Acciaio tipo **S275**

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				S275
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	275
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	430
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	255
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	430
Modulo elastico		Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	261.9
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	261.9
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	250.0
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	309.6
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	242.9
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	242.9
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	231.8
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	344.0

4.3.3 Acciaio per trefoli

Caratteristiche Acciaio da precompressione	Var	unità	
Tipologia di armatura			Trefoli
Tensione caratteristica a carico ultimo	f_{ptk}	Mpa	1860
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk} f_{p(0.1)k} f_{p(1)k}^*$	Mpa	1670
Modulo elastico	Es	Mpa	195000

* f_{pyk} per acciaio in barre $f_{p(0.1)k}$ per acciaio in fili $f_{p(1)k}$ per acciaio in trefoli e trecce

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	1452

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 Stratigrafie di calcolo – Paratie provvisionali

Per le paratie sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

Strato 1	ALF
Profondità - z (m)	0 – 8.0
Peso di volume – γ (kN/mc)	17.6
Angolo di attrito – φ' (°)	28.5
Coesione drenata – c' (kPa)	0

Strato 2	CB
Profondità - z (m)	8.0 – in giù
Peso di volume – γ (kN/mc)	20.1
Angolo di attrito – φ' (°)	26.7
Coesione drenata – c' (kPa)	125

Ai fini del dimensionamento delle opere, in via cautelativa, è stata considerata un'unica stratigrafia per la quale si sono assunti i parametri geotecnici sopra indicati, costituita da due strati, di cui uno superficiale rappresentato dalle alluvioni a grana fine "ALF" (per uno spessore di 8.0 m) e un secondo più profondo, rappresentato dai calcari bioclastici "CB".

Cautelativamente e a favore di sicurezza, tenuto conto del peso della coesione nei problemi geotecnici di scarico tensionale e per tener conto di una possibile riduzione di questo parametro a lungo termine, per i terreni di natura rocciosa, sono stati adottati valori di c' dimezzati rispetto a quelli indicati nella Relazione Geotecnica.

Si è inoltre tenuto conto direttamente della presenza di prescavi a tergo delle opere.

Nel caso in esame la falda non è stata considerata in quanto non risulta presente.

Relativamente ai moduli elastici del terreno sono stati adottati valori "operativi", che tengono conto del livello di deformazione tipico del problema esaminato, pari $E_0 = 14$ MPa (per le alluvioni a grana fine "ALF") e pari $E_0 = 530$ MPa (per i calcari bioclastici "CB").

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

5.2 Stratigrafie di calcolo – Muri in terra rinforzata provvisionali

L'opera è costituita da materiale selezionato da rilevato, che coincide con il materiale di spinta. I terreni di fondazione interessati dalle opere in oggetto, risultano essere di natura prevalentemente rocciosa, costituita da calcari bioclastici "CB".

In via cautelativa, il calcolo è stato effettuato, assumendo come terreno di fondazione, il materiale da rilevato.

Per i muri sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici medi:

Strato 1	Rilevato
Profondità - z (m)	-
Peso di volume – γ (kN/mc)	18.0
Angolo di attrito – φ' (°)	35.0
Coesione drenata – c' (kPa)	0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

6 CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE

6.1 Modello di calcolo

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo Paratie Plus prodotto da CeAS.

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

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

Il problema è risolto con una schematizzazione a modello piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria.

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie puntonate/tirantate viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un insieme di puntoni/tiranti applicati, da una precisa disposizione di carichi.

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

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step. Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno.

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

6.2 Coefficienti di spinta

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo Paratie Plus, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a ed il coefficiente di spinta passiva K_p .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (OCR)^m$$

Dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($OCR=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Secondo la formulazione di Coulomb il coefficiente di spinta attiva K_a vale:

$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \varphi') \cdot \text{sen}(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

φ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno posto pari a $2/3 \varphi'$.

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Secondo la formulazione di Caquot – Kerisel il coefficiente di spinta passiva K_p viene calcolato secondo la seguente figura:

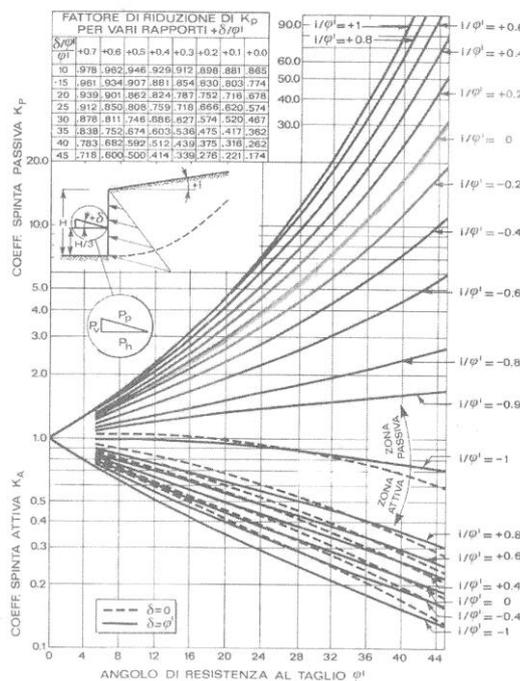


Figura 6.1: Formulazione di Caquot – Kerisel per K_p che considera superfici di rottura curvilinee

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

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

$$K = E / L$$

ove E è un modulo di rigidezza del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidezza di ogni molla è:

$$K = (E \cdot \Delta) / L$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

in zona attiva (uphill) $L_A = 2/3 \cdot l_a \cdot \tan(45^\circ - \phi'/2)$

in zona Passiva (downhill) $L_P = 2/3 \cdot l_p \cdot \tan(45^\circ + \phi'/2)$

con l_a e l_p rispettivamente:

$$l_a = \min(l, 2H)$$

$$l_p = \min(l - H, H)$$

dove l = altezza totale della paratia e H = altezza corrente dello scavo

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

6.3 Storie di carico

Tenendo conto delle verifiche da effettuare agli SLE ed agli SLU sono state considerate le seguenti storie di carico:

- **Configurazione A1+M1 (STATICA):** Una prima storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali e gli spostamenti orizzontali delle paratie per le successive verifiche agli SLE. Inoltre, le sollecitazioni per la verifica SLU

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo γ_F .

- **Configurazione A2+M2 (STATICA):** Una terza storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.

6.4 Metodologia di calcolo

6.4.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e R_d è il valore di progetto della resistenza del terreno.

La resistenza R_d è stata determinata nei casi in oggetto con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale γ_m specificato nella tabella 6.2.II delle suddette norme:

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

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

Le Azioni e i relativi coefficienti parziali γ_i sono indicate nella tabella 6.2.I delle norme.

Le verifiche agli SLU strutturali sono state condotte per le combinazioni **A1 + M1**, mentre le verifiche agli SLU geotecniche con le combinazioni **A2 + M2**.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

6.4.2 Verifiche dei tiranti

L'armatura e la lunghezza delle fondazioni dei tiranti sono state dimensionate in base ai criteri nel seguito esposti tenendo conto del loro massimo carico di esercizio, della loro inclinazione rispetto all'orizzontale e del loro interasse.

Devono essere soddisfatte le seguenti verifiche:

- Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali;
- Verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali

Le sollecitazioni di output del codice di calcolo per i tiranti sono fornite per metro lineare per cui, nelle verifiche di resistenza, è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei tiranti. La verifica a rottura dei tiranti di ancoraggio risulta soddisfatta quando:

$$T_{Ed} \leq T_{Rd}$$

Con:

$$T_{Ed} = T_{Ed,ml} \cdot i_{tiranti} \cdot \cos(\theta)$$

Dove:

$T_{Ed,ml}$ è il tiro massimo al metro lineare ottenuto dall'analisi SLU;

$i_{tiranti}$ è l'interasse tra i tiranti;

θ è l'angolo di inclinazione dei tiranti nel piano orizzontale;

T_{Ed} è il tiro massimo sul singolo tirante ottenuto dall'analisi SLU;

T_{Rd} è il tiro resistente del singolo tirante allo stato limite ultimo.

Il tiro resistente allo SLU dei tiranti a trefoji è calcolato come segue:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

$$T_{Rd} = 0,9 \cdot \frac{f_{pt(1)k} \cdot n_t \cdot A_t}{\gamma_S}$$

Dove:

$f_{pt(1)k}$ è la tensione caratteristica all'1% della deformazione totale;

γ_S è il coefficiente di sicurezza dell'acciaio e vale 1,15;

n_t è il numero di trefoli che compongono il tirante;

A_t è l'area di ciascun trefolo.

Da cui: $N_{ys} = f_{p(1)k} / 1,15 = 1670 / 1,15 = 1452$ Mpa

Per i micropali a cavalletto si considera la seguente relazione:

$$N_{ys} = f_{yk} / 1,05 = 355 / 1,05 = 338,1$$
 Mpa

Verifica allo sfilamento della fondazione

La verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione $T_{max,d}$ considerando tutti i possibili SLU con la resistenza di progetto R_{ad} determinata applicando alla resistenza caratteristica i seguenti fattori parziali:

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

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Poiché nel caso in esame si hanno esclusivamente opere provvisionali, si è adottato un coefficiente parziale $\gamma_{Ra,t} = 1,1$.

Il valore caratteristico R_{ak} è stato determinato analiticamente in funzione dei parametri geotecnici:

$$R_{ak} = R_{a,c} / \xi$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

dove ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine. Avendo a disposizione 1 verticale d'indagine per ogni opera in oggetto, si assume $\xi = 1.8$. Il valore di $R_{a,c}$ è stato stimato con l'approccio di Bustamante e Doix:

$$R_{a,c} = \pi \cdot D_e \cdot \tau_{lim} \cdot L_{anc}$$

ove:

- D_e = diametro efficace della fondazione dopo l'iniezione;
- τ_{lim} = adesione unitaria limite fondazione - terreno.

Il valore di D_e non dipende oltre che dal diametro di perforazione dal tipo di terreno e dalla modalità di iniezione ed è calcolato come:

$$D_e = \alpha \cdot D, \text{ con } D = \text{diametro di perforazione.}$$

Con riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) e tenendo conto del tipo d'iniezione del bulbo d'ancoraggio (IRS) sono stati assunti i seguenti valori:

- $\alpha = 1.10$
- $\tau_{lim} = 250 \text{ KPa}$

6.4.3 Verifiche della trave porta tiranti

La verifica di questo elemento strutturale è eseguita come una trave continua su più appoggi, con luce pari all'interasse tra i tiranti, sottoposta ad un carico ripartito (p). La sezione risulta verificata se vale:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

Con:

$$M_{Ed} = T_{Ed,ml} \cdot \frac{i_{tiranti}^2}{10}$$

Avendo posto:

$T_{Ed,ml}$ è il tiro massimo al metro lineare ottenuto dall'analisi SLU;

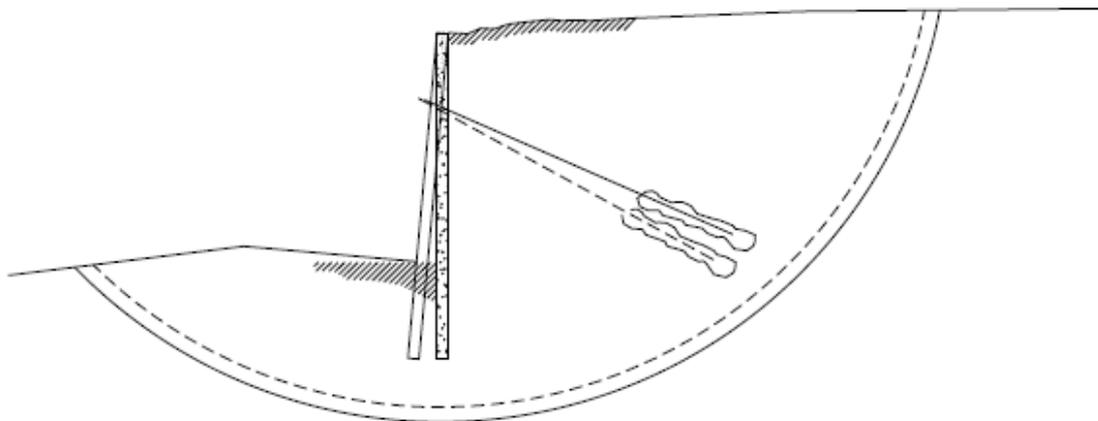
$i_{tiranti}$ è l'interasse orizzontale tra i tiranti

M_{Rd} è il momento resistente ultimo della sezione delle travi porta-tiranti.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

6.4.4 Verifiche di stabilità globale del complesso paratia-terreno

Al fine di pervenire alla definizione della sicurezza dell'opera di sostegno, è necessario, tra le altre cose, garantire la stabilità globale del complesso paratia-terreno.



Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo dell'opera. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri posta in prossimità della sommità del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il [metodo di Bishop](#). Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \varphi_i \cdot \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione η è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La verifica viene effettuata secondo la combinazione 2 ($A2+M2+R2$) dell'approccio 1 come previsto dalle NTC2018.

Mentre i coefficienti A2 e M2 sono integrati nel software di calcolo PARATIE-PLUS, il coefficiente riduttivo della resistenza viene utilizzato come termine di confronto con il coefficiente di sicurezza restituito dall'analisi che, quindi, dovrà essere $FS \geq 1.10$.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

7 ANALISI DEI CARICHI – PARATIE PROVVISORIALI

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per le tipologie di opere in oggetto ed i carichi considerati. Data la natura **provvisoria** delle opere, il D.M.17/01/2018 consente **l'omissione delle verifiche sismiche**.

7.1 Analisi eseguite

Sono stati analizzati tutti i casi di verifica, secondo i criteri esposti al Cap. 6, come segue:

SLE	STR
SLU (A1+M1)	STR
SLU (A2+M2)	GEO

7.2 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali é automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi.

7.3 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della paratia determina una spinta laterale sulla stessa avente distribuzione triangolare. L'effetto di incremento della spinta per la presenza di prescavi e inclinazioni a monte, è preso in conto mediante pendenza equivalente della superficie inclinata.

7.4 Carichi accidentali

A tergo delle paratie è stato considerato un carico accidentale distribuito pari a **20 kPa** per modellare la presenza della strada esistente.

7.5 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione rara*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanent)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

8 RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE – PARATIE PROVVISORIALI

8.1 Risultati del calcolo

Si rimanda agli output di calcolo per la visione completa dei risultati.

8.2 Verifiche micropali

8.2.1 Verifiche strutturali (A1+M1)

La verifiche, tutte ampiamente soddisfatte, sono riportate in allegato.

8.2.2 Verifiche geotecniche del grado di mobilitazione della spinta passiva (A2+M2)

La sicurezza nei confronti dello stato limite d'equilibrio geotecnico è calcolata confrontando la spinta passiva mobilitata con la spinta passiva disponibile:

Tipo A:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	255.0
Max spinta ammissib (kN/m)	2084.0
c.u.	12%

Tipo B:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	282.0
Max spinta ammissib (kN/m)	2307.0
c.u.	12%

Tipo C:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	439.0
Max spinta ammissib (kN/m)	2340.0
c.u.	19%

Tipo D:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	575.0
Max spinta ammissib (kN/m)	2973.0
c.u.	19%

La sicurezza nei confronti della mobilitazione della resistenza limite del terreno è garantita per ogni tipologia di opera provvisoria prevista.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

8.2.3 Verifiche SLE

Di seguito si riporta lo spostamento massimo delle paratie calcolato nella fase di raggiungimento del fondo scavo:

Tipo A:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

H fuori terra (m)	3.00
δ_{sle} (mm)	24
δ_{sle}/H	0.8%

Tipo B:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

H fuori terra (m)	6.00
δ_{sle} (mm)	15
δ_{sle}/H	0.25%

Tipo C:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

H fuori terra (m)	9.00
δ_{sle} (mm)	15
δ_{sle}/H	0.17%

Tipo D:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

H fuori terra (m)	12.00
δ_{sle} (mm)	15
δ_{sle}/H	0.13%

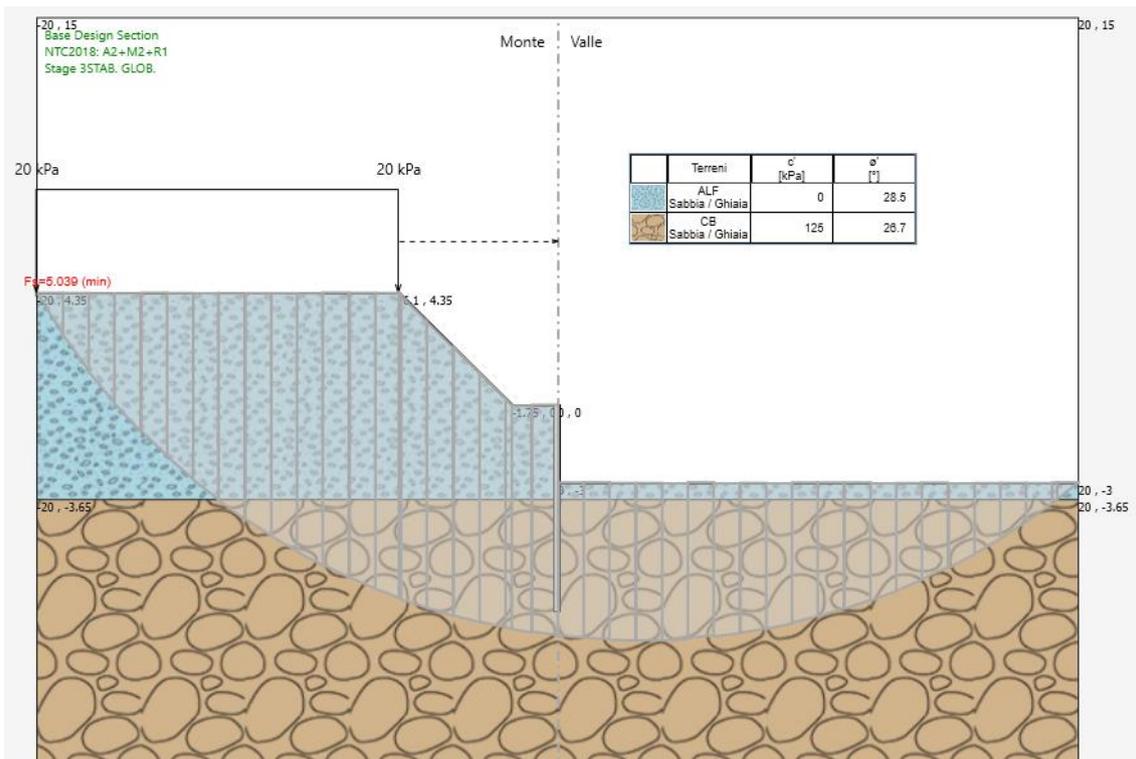
Il rapporto fra spostamento massimo e altezza totale fuori terra è inferiore all' 2%. Pertanto, tenuto conto dell'assenza di strutture a tergo delle opere e della natura provvisoria delle paratie stesse, si ritiene che i requisiti prestazionali in termini di deformabilità risultino soddisfatti.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

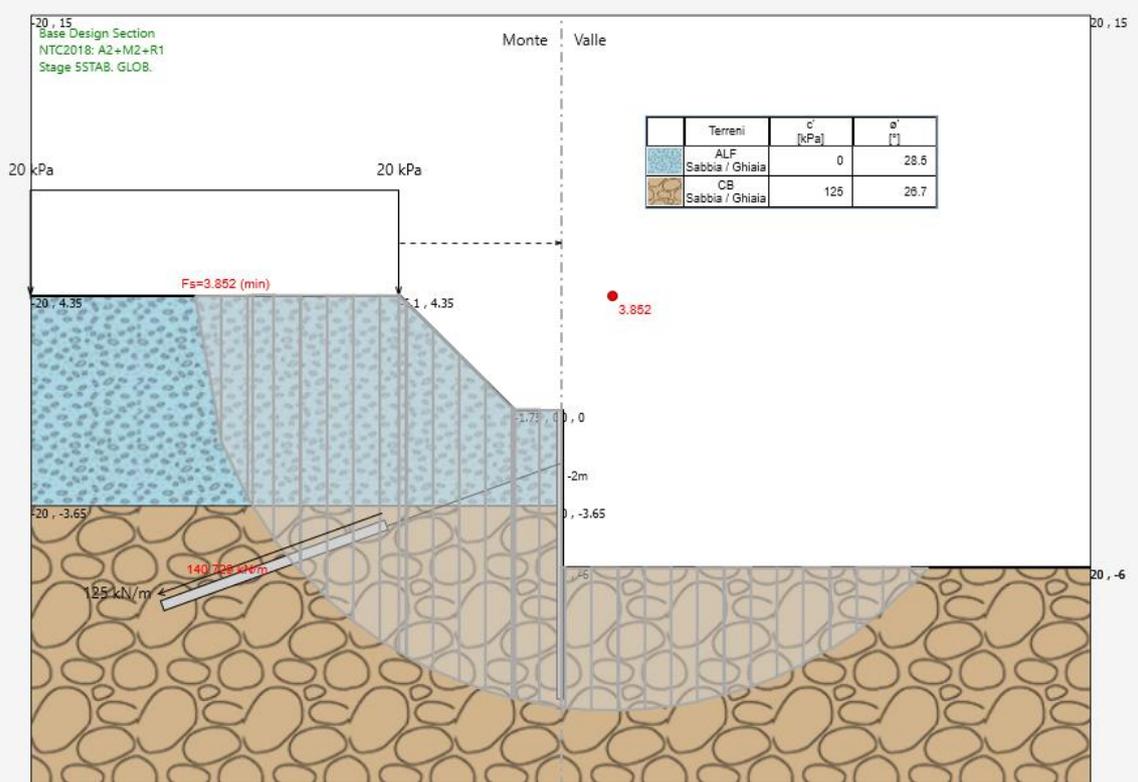
8.2.4 Verifiche di stabilità globale

Di seguito si riporta la verifica di stabilità globale del complesso paratia-terreno, calcolato nella fase di raggiungimento del fondo scavo:

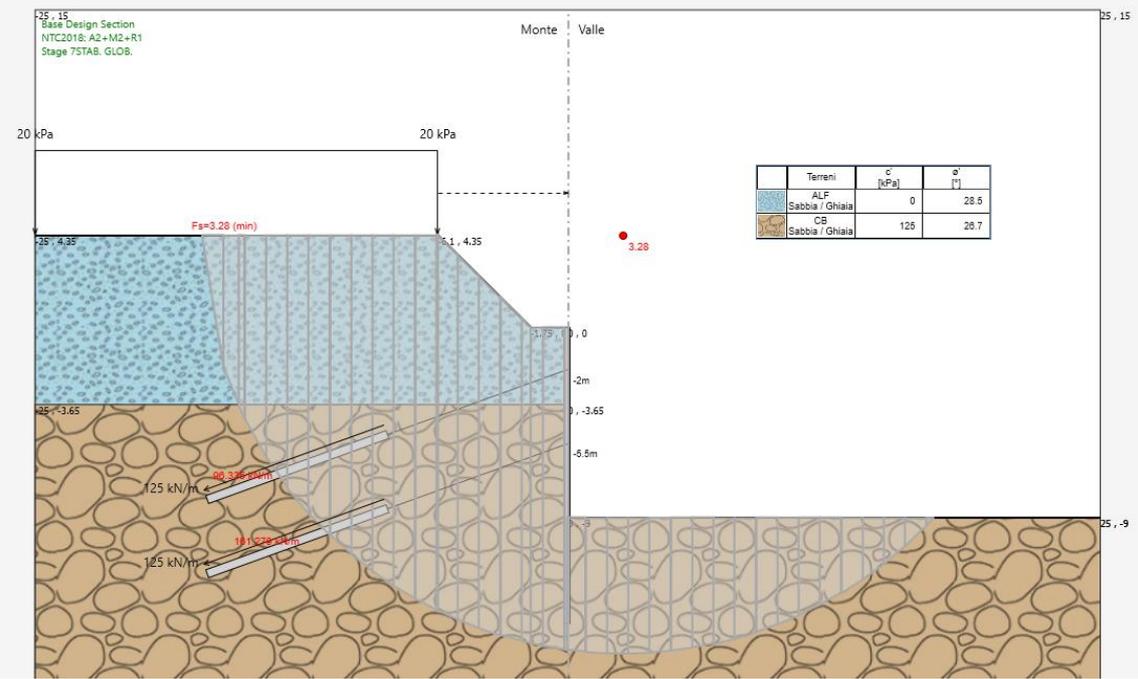
Tipo A:



Tipo B:

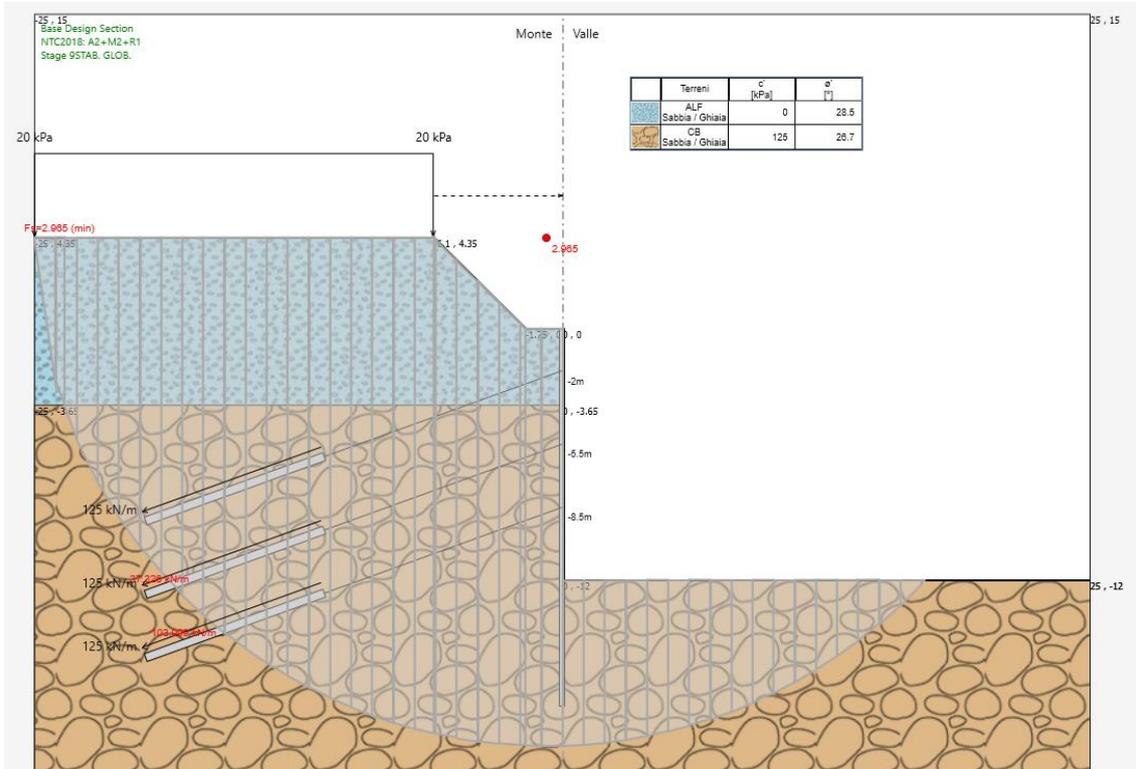


Tipo C:



SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Tipo D:



Il fattore di sicurezza associato alla stabilità globale risulta in ogni sezione superiore a **1.10**.
 Risulta pertanto verificata la stabilità del complesso paratia-terreno.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

8.3 Verifiche degli elementi ancoraggio e contrasto

8.3.1 Verifiche strutturali (A1+M1) e geotecniche (A2+M2) dei tiranti

Tipo B:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
1° ordine di tiranti	Stage 4_Fondo scavo	394.5	589.05	550.44	0.67	0.717	✓

Tipo C:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione	395.19	589.05	550.44	0.671	0.718	✓
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓

Tipo D:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione	394.33	589.05	550.44	0.669	0.716	✓
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓
3° ordine	Stage 7_Activazione	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓

Come è possibile evincere dalle precedenti tabelle, tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

8.3.2 Verifiche strutturali travi di contrasto

Ogni ordine di tiranti sarà contrastato tramite due travi **HEB180**. Di seguito si riportano le verifiche strutturali a flessione e taglio delle suddette travi.

Tipo B:

Verifiche travi di contrasto

Ntirante (kN/m)	164.58
Med (kNm)	94.80
Ved (kNm)	197.50
Wrd (cm ³)	425.7
Mrd (kNm)	222.99
c.u.	43%
Vrd (kNm)	437.60
c.u.	45%

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Tipo C:

Verifiche travi di contrasto

Ntirante (kN/m)	164.58
Med (kNm)	94.80
Ved (kNm)	197.50
Wrd (cm ³)	425.7
Mrd (kNm)	222.99
c.u.	43%
Vrd (kNm)	437.60
c.u.	45%

Tipo D:

Verifiche travi di contrasto

Ntirante (kN/m)	164.17
Med (kNm)	94.56
Ved (kNm)	197.00
Wrd (cm ³)	425.7
Mrd (kNm)	222.99
c.u.	42%
Vrd (kNm)	437.60
c.u.	45%

Come è possibile evincere dalle precedenti tabelle, tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

9 MATERIALI IMPIEGATI – SISTEMA FASTWALL

9.1 Elementi di rinforzo - Fastwall

Elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da [rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10](#) in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm , galvanizzato con lega di Zinco conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 gr/m². Il paramento in vista sarà costituito da un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldato con maglia variabile e diametro non inferiore a 6mm e da una lamiera metallica zincata dello spessore di 1mm.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

Le lunghezze dei rinforzi sono riportate negli elaborati grafici di dettaglio e nei tabulati di dimensionamento allegati.

9.2 Requisiti richiesti per il rilevato strutturale

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera, potrà provenire sia da scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni ASTM D 3282 o UNI 10006 dovrà appartenere ai [A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5](#) con esclusione di pezzature superiori a 150mm.

Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale. In ogni caso dovranno essere esclusi i materiali che, da prove opportune, presentino parametri geomeccanici (angoli d'attrito e coesione) minori di quelli previsti in progetto.

Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere superiore a [18-19 kN/m³](#).

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio.

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di compattazione AASHTO.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa degli elementi di rinforzo, in relazione alle caratteristiche dei terreni utilizzati.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

10 ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE – MURI IN TERRA RINFORZATA

10.1 Posa degli elementi di rinforzo

Il piano di posa dovrà essere predisposto fino a raggiungere la quota d'imposta del primo elemento di rinforzo da eseguire, secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

Si dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc, il terreno dovrà quindi essere adeguatamente rullato e compattato fino ad ottenere le caratteristiche previste nel capitolato.

Il piano di fondazione dovrà essere regolare ed idoneo per la posa e compattazione del primo strato di riporto con ottenimento dei requisiti richiesti.

Non si dovrà operare in presenza di ristagni d'acqua o con terreni rammolliti, né in presenza di elevato contenuto organico (nell'eventualità questi dovranno essere bonificati, per completa sostituzione).

Nel caso in cui il piano di posa si trovi localmente depresso, in condizioni favorevoli ai ristagni d'acqua, si dovranno eseguire delle canalette di scolo laterale in pendenza con adeguato recapito.

Prima di eseguire il primo riporto occorre eseguire almeno 2-3 passate con un rullo liscio.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Fastwall

Gli elementi di Fastwall dovranno essere posti in opera per strati costanti, secondo le modalità di seguito riportate:

1. Apertura e predisposizione dell'elemento Fastwall avendo cura di stendere il telo di rinforzo eliminando le linee di piegatura preformate in fase di produzione e mettere in posizione gli elementi;
2. Posizionamento degli elementi a squadra per dare l'inclinazione al paramento. Per l'assemblaggio e la legatura degli elementi, è necessario essere provvisti di pinze e tenaglie e di una graffatrice tipo pneumatico, con alimentazione ad aria compressa (6-8 bar). In generale, per le operazioni di legatura per una continuità strutturale, si consiglia un intervallo tra punto e punto massimo di 20 cm;
3. Riempimento degli elementi di rinforzo in rete con materiale idoneo, fino a formare uno strato di spessore di 350/400 mm;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

4. Compattazione del materiale posto in opera mediante rullatura, secondo le indicazioni successivamente riportate;
5. Risagomatura del piano di posa per l'esecuzione dell'elemento Fastwall successivo;
6. Ripetizione delle azioni da 1 a 6 fino a completamento della struttura.

10.2 Compattazione

Le operazioni di compattazione, il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) devono essere tali da garantire la prevista densità finale del materiale.

In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti sia modesto e gli spazi di lavoro disponibili siano esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano. Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 95% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557).

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante. La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori a rullo operino ad una distanza non inferiore a m 0.50 dal paramento esterno, e procedere quindi ad una successiva compattazione con "rana compattatrice" o piastra vibrante della porzione di terreno posta ad una distanza inferiore a 0,50 m dal paramento.

Questo procedimento consente di non generare deformazioni locali indotte dal passaggio o urto meccanico dei mezzi contro i componenti del sistema. Durante la costruzione, nel caso di danni causati dalle attività di cantiere o dovuti ad eventi meteorologici si dovrà provvedere al ripristino delle condizioni iniziali.

7.4 Condizioni climatiche

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia). Nella esecuzione di rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei rulli gommati che permettano la chiusura della superficie dell'ultimo strato in caso di pioggia.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

7.5 Eventuali rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà alla esecuzione dei rilevati di prova.

In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di individuare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

7.6 Prove di controllo

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno nel rilevato rinforzato, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La frequenza delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come indicativa e potrà essere diminuita o aumentata, secondo quanto prescritto dalla Direzione Lavori in considerazione della maggiore o minore omogeneità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa.

L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori.

La serie di prove sui primi 5000 mc. potrà essere effettuata una sola volta a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tipo di Prova	PRIMI 5000 m ³	SUCCESSIVI m ³
	Ripetere la prova ogni (m ³)	
Classif. CNR - UNI 10006	2000	5000
Costipazione AASHTO Mod. CNR	2000	5000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR 9 - 70317	1000	5000

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

Controllo umidità	*	*
-------------------	---	---

* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali costituenti il rilevato

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

11 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO – MURI IN TERRA RINFORZATA

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per le tipologie di opere in oggetto ed i carichi considerati. Data la natura [provvisoria](#) delle opere, il D.M.17/01/2018 consente [l'omissione delle verifiche sismiche](#).

11.1 Analisi eseguite

Sono stati analizzati tutti i casi di verifica, secondo i criteri esposti al Cap. 6, come segue:

SLE	STR
SLU (A1+M1)	STR
SLU (A2+M2)	GEO

11.2 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali é automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi.

11.3 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo dell'opera determina una spinta laterale sulla stessa avente distribuzione triangolare, valutato con riferimento al coefficiente di [spinta attiva ka](#).

11.4 Carichi accidentali

A tergo delle opere è stato considerato un carico accidentale distribuito pari a [20 kPa](#) per modellare la presenza del carico stradale.

11.5 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione rara*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Il dimensionamento della struttura è stato condotto sulla base dei dati forniti dal cliente secondo gli Stati Limite Ultimi (SLU) in condizioni statiche.

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 6 – sono stati applicati coefficienti parziali ai carichi, ai parametri geotecnici ed alle resistenze (come definiti nel capitolo successivo).

Per quanto riguarda la stabilità globale si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo geotecnico (**GEO**) cioè per le Verifiche Esterne a Scorrimento della Fondazione, verifica di Capacità Portante della Fondazione e verifica a Ribaltamento della Struttura si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo strutturale (**STR**), per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Il progetto strutturale e geotecnico delle opere in esame sarà condotto in conformità alle indicazioni del D.M. 17/01/2018 (rif. Cap. 6 e Cap. 7).

Nell'ambito delle verifiche allo Stato Limite Ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

Coefficients PARZIALI DEI PARAMETRI DI RESISTENZA γ_R				
$R_d = R_k / \gamma_R$	R2	R2(*)	R3	R3(*)
Stabilità	1,10	1,20	1,00	1,20
Scorrimento - Slittamento per attrito	1,00	1,00	1,10	1,00
Ribaltamento	1,00	1,00	1,15	1,00
Capacità portante della Fondazione - Punzonamento	1,00	1,00	1,40	1,20

Coefficients PARZIALI DEI PARAMETRI GEOTECNICI γ_M				
	M1	M1(*)	M2	M2(*)

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Peso unità di volume (γ_r)	1,00	1,00	1,00	1,00
Angolo di attrito $\tan\Phi'_k$ (γ_ϕ)	1,00	1,00	1,25	1,00
Coesione efficace c'_k (γ_c)	1,00	1,00	1,25	1,00
Resistenza non drenata c_{uk} (γ_{cu})	1,00	1,00	1,40	1,00

Coefficients PARZIALI DELLE AZIONI γ_F					
		A1	A1(*)	A2	A2(*)
<u>PERMANENTI:</u> (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti) (γ_{e1})	Favorevole	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sfavorevole	1,30	1,00	1,00	1,00
<u>VARIABILI:</u> (sovraccarichi variabili; sisma; spinte relative indotte) (γ_{e2})	Favorevole	0,00	1,00	0,00	1,00
	Sfavorevole	1,50	1,00	1,30	1,00

(Rif. D.M. 17/01/2018 Tab. 6.2.I, Tab. 6.2.II, Par. 7.11.6.2.2 e Par. 7.11.4)

Nota:

Coefficienti parziali dei carichi e delle spinte (i carichi permanenti non strutturali sono assimilati ai sovraccarichi permanenti in quanto compiutamente definiti).

I coefficienti parziali di riduzione delle prestazioni dei rinforzi definiti nel report di calcolo di MacStars W come "Fs Rottura Rinforzi" e "Fs Sfilamento Rinforzi" sono posti pari all'unità poiché non definiti nelle "Nuove Norme Tecniche 2018".

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

12 CRITERI DI VERIFICA – MURI IN TERRA RINFORZATA

L'esame delle condizioni di stabilità dei rilevati viene condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato MacStars W cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. In particolare in questa sede si fa riferimento al metodo di BISHOP modificato che prevede l'utilizzo di superfici di scorrimento circolari.

Metodi utilizzati nel codice

Nel codice di calcolo di MacStars W si utilizzano i metodi semplificati di Bishop e Janbu.

In entrambi i metodi il criterio di rottura adottato è quello di Mohr - Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma - u) * \tan (\phi')$$

dove:

τ = tensione tangenziale massima

c = coesione

σ = pressione normale totale

u = pressione interstiziale

ϕ' = angolo di attrito

Applicando al valore della tensione tangenziale massima il coefficiente di sicurezza si ottiene la forza tangenziale mobilitata

Caratteristiche del metodo semplificato di Bishop sono:

- vale solo per superfici circolari e quasi circolari, cioè superfici che vengono assimilate a superfici circolari adottando un centro di rotazione fittizio;
- ipotizza che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali;
- ottiene il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla rotazione intorno al centro della circonferenza;
- non soddisfa l'equilibrio globale in direzione orizzontale.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

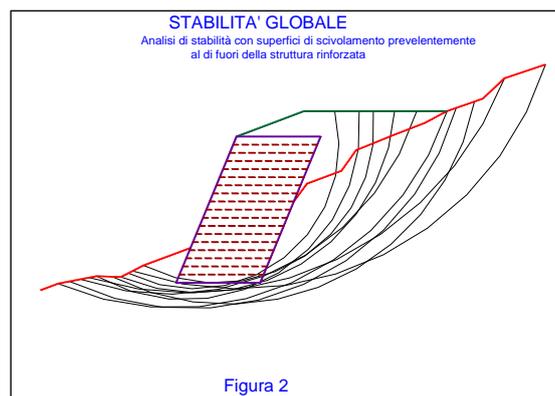
Caratteristiche del metodo semplificato di Janbu sono:

- vale per superfici di forma qualsiasi;
- ipotizza inizialmente che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali;
- ottiene il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla traslazione verticale e quindi orizzontale;
- consente di tenere in conto le forze di interazione verticali (tangenziale) tra i conci mediante applicazione al precedente coefficiente di sicurezza di un fattore correttivo che dipende dalla geometria del problema e dal tipo di terreno;
- non soddisfa l'equilibrio globale alla rotazione del cuneo.

In relazione ai modelli di comportamento dei rinforzi una verifica di stabilità può essere condotta con il metodo rigido o con il metodo degli spostamenti.

Verifica di stabilità globale

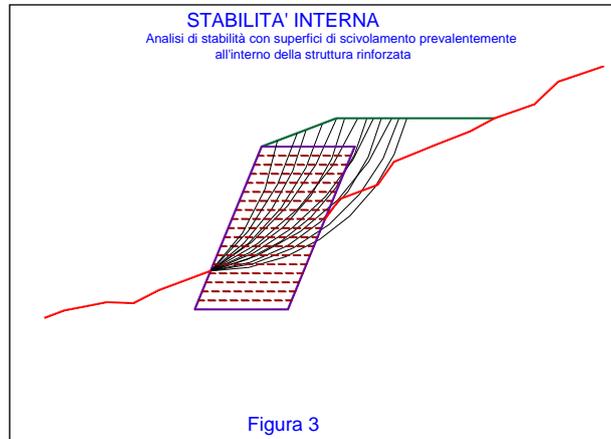
La verifica di stabilità globale, o stabilità di base, è da intendersi come la verifica di stabilità con i metodi all'equilibrio limite di un pendio, rinforzato o meno. Può quindi essere utilizzato per valutare la stabilità del pendio in assenza di rinforzi, prima delle ipotesi di progetto di rinforzo. A seguito del progetto, tale verifica è da utilizzare per valutare la stabilità dell'opera nei confronti di meccanismi di potenziale scivolamento profondi e quindi eventualmente esterni ai rinforzi stessi (fig. 2).



Verifica di stabilità interna

La verifica di stabilità interna (o stabilità di pendio) è quella verifica che consente di valutare il dimensionamento dell'opera, intesa come definizione dei rinforzi (tipologia, spaziatura, lunghezza, ecc.). In tale tipo di verifica le superfici di potenziale scivolamento partono dal piede di valle dell'opera di rinforzo e terminano nella parte superiore del pendio dopo aver attraversato l'opera progettata (fig. 3).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	



Modello rigido

Nel modello rigido si ipotizza che un qualsiasi rinforzo che attraversi la superficie di potenziale scorrimento analizzata fornisca la forza di rottura del rinforzo, penalizzata dal relativo coefficiente di sicurezza, indipendentemente dai valori di rigidità dei rinforzi stessi. Per ciascun rinforzo devono essere verificate le seguenti condizioni:

- deve essere garantito un ancoraggio minimo (fornito dall'utente);
- deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;
- deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

Nel primo caso, una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo

Nel secondo e nel terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento.

Il calcolo delle forze ultime di sfilamento viene eseguito con il seguente procedimento, che si basa sulla considerazione che in tutti i punti del rinforzo sia raggiunta la condizione ultima (τ_u).

Sfilamento esterno (tratto di ancoraggio)

La zona di ancoraggio viene suddivisa in tratti e per ciascun tratto si calcola il valore della tensione tangenziale ultima (τ_u) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma_v$$

dove:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

f = coefficiente di attrito totale del rinforzo sui materiali sopra e sotto nel tratto interessato, potendo essere rinforzo su rinforzo (f_{rr}) o rinforzo su terreno (f_{tr}).

σ_v = tensione verticale efficace sul tratto considerato, ottenuta dalla relazione:

$$\sigma_v = (W + P_v - U) / dx$$

W = peso totale della colonna di terreno sovrastante;

P_v = componente verticale del carico distribuito uniforme agente in sommità;

U = pressione neutra;

dx = larghezza del tratto considerato.

L'integrale delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza di sfilamento esterna ultima del rinforzo. Al valore così determinato può essere applicato un coefficiente di sicurezza definito dall'utente.

Sfilamento interno

Nel caso di rinforzi secondari il procedimento per il calcolo della forza di sfilamento ultima è identico a quella dello sfilamento esterno.

La lunghezza del rinforzo all'interno del blocco instabile viene suddivisa in tratti e per ciascun tratto si calcola il valore della tensione tangenziale ultima (τ_u) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma_v$$

dove il significato dei simboli è il medesimo del caso precedente. L'integrazione delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza ultima di sfilamento interno.

Nel caso di rinforzi principali è da aggiungere il contributo resistente dovuto al risvolto. Tale contributo (F_0) può essere calcolato mediante somma di due contributi:

$$F_0 = F_1 + \Delta F$$

Dove F_1 è il contributo che genera sfilamento nella parte risvoltata (orizzontale), mentre ΔF è l'ulteriore contributo che tiene conto delle forze radenti lungo il tratto subverticale, adiacente al paramento.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

F_1 viene calcolata con procedimento analogo a quello dello sfilamento esterno (integrazione delle forze tangenziali ultime), mentre ΔF viene calcolato, nell'ipotesi che il tratto in oggetto assuma una configurazione semicircolare, dalla relazione:

$$\Delta F = F_1 \cdot \pi \cdot f_{tr}$$

Al valore di forza ultima totale di sfilamento interno può essere applicato un coefficiente di sicurezza definito dall'utente.

12.1 Generazione delle superfici di rottura

Nel codice di calcolo MacStars W è possibile assegnare una superficie di scorrimento mediante le coordinate (da utilizzare quando siano acquisite informazioni tali da conoscere la posizione della superficie di rottura del pendio) oppure è possibile far eseguire una ricerca della superficie di potenziale scorrimento, cioè la ricerca di quella superficie che presenta il coefficiente di sicurezza minore e quindi la superficie che presenta la maggiore probabilità di generare un collasso del pendio, qualora uno o più parametri di resistenza fossero inferiori a quelli del calcolo o i carichi fossero superiori.

La generazione delle superfici può essere di due tipi:

- superfici circolari;
- superfici casuali.

Il metodo di calcolo associabile alle superfici generate è: Bishop per superfici circolari, Janbu per superfici circolari e casuali.

Nel caso di superficie assegnata è possibile il calcolo sia con il metodo di Janbu che con il metodo di Bishop, ma in questo caso la forma della superficie deve essere prossima ad un arco di circonferenza.

La ricerca della superficie critica è sostanzialmente guidata dall'utente mediante l'utilizzo di alcuni parametri geometrici quali:

- l'estensione del tratto da cui partono le superfici;
- l'estensione del tratto in cui terminano le superfici;
- l'ampiezza dell'angolo di partenza delle superfici;
- la lunghezza di ogni singolo tratto della superficie di scorrimento;
- una quota minima sotto la quale le superfici non possono arrivare;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

- un profilo geometrico all'interno del quale le superfici non possono entrare (ad esempio un profilo roccioso).

Il risultato finale può dipendere anche sensibilmente da tali scelte per cui è sempre opportuno eseguire più calcoli con differenti parametri. L'utente ovviamente può anche scegliere quante superfici generare. Ogni singola superficie viene generata mediante successione di tratti (della lunghezza stabilita dall'utente) la cui inclinazione è generata in modo casuale, ma comunque parzialmente guidata per rispettare i vincoli imposti.

12.2 Carichi dinamici dovuti a forze di natura sismiche

MacStars W riconduce il calcolo in presenza di carichi sismici al metodo pseudostatico, introducendo nel calcolo forze di massa in direzione orizzontale ed in direzione verticale, ottenute moltiplicando il peso totale di ogni concio per i due coefficienti di intensità sismica.

Valori positivi dei coefficienti di intensità sismica, che vanno espressi come % di g, danno luogo a forze orientate verso l'esterno del pendio e verso l'alto.

Il contributo dei teli di rinforzo viene introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. La resistenza a trazione nei rinforzi può mobilitarsi per l'aderenza tra il rinforzo stesso ed i materiali (terreno o altri rinforzi) che si trovano sopra e/o sotto.

Tale contributo viene simulato con una forza stabilizzante diretta verso l'interno del rilevato applicata nel punto di contatto tra superficie di scorrimento e rinforzo stesso. Il modulo di tale forza è determinato scegliendo il minore tra il valore della resistenza a rottura del rinforzo ed il valore della resistenza allo sfilamento del rinforzo nel tratto di ancoraggio o nel tratto interno alla porzione di terreno instabile.

Per tenere conto dell'effetto dei rinforzi è stato implementato un modello di comportamento rigido. Nel modello rigido si ipotizza che un qualsiasi rinforzo, che attraversi la superficie di potenziale scorrimento analizzata, fornisca la forza di rottura del rinforzo penalizzata del relativo coefficiente di sicurezza, indipendentemente dai valori di rigidità dei rinforzi stessi.

Per ciascun rinforzo vengono verificate le seguenti condizioni:

- deve essere garantito un ancoraggio minimo;
- deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;
- deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Nel primo caso una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo. Nel secondo e terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento.

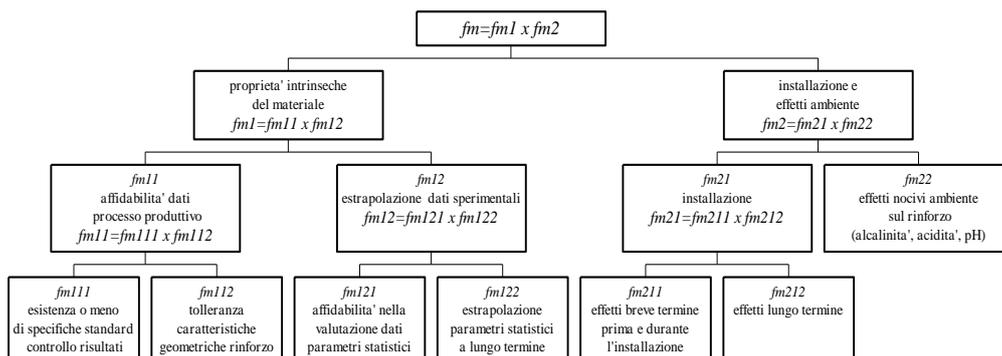
Ai fini del calcolo strutturale si è tenuto conto che si tratta di un'opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine dei materiali metallici.

A tale proposito viene valutato il parametro di resistenza di lavoro T_d . Mancando in Italia uno specifico riferimento normativo, la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo è stata determinata facendo riferimento allo schema illustrato di seguito che la normativa inglese BS8006 prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro T_d è valutata secondo la formula:

$$T_d = T_b / f_m$$

Dove f_m è il fattore di sicurezza complessivo che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale T_b a quella di progetto e si compone secondo lo schema indicato sotto:



Per il valore di T_b , resistenza nominale del rinforzo, ci si è basati sulle prove di trazione eseguite al CTC, Denver - Stati Uniti in accordo all'ASTM A-975, che hanno portato alla definizione del seguente valore per la resistenza a trazione nominale della rete metallica a doppia torsione:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

$$T_b = 50 \text{ kN/m}$$

Per rinforzi realizzati in rete metallica doppia torsione, che non subiscono effetti di creep alle condizioni di carico di lavoro, tale coefficiente di riduzione non viene applicato.

La tabella seguente mostra i valori della resistenza a trazione di ogni rinforzo e del valore del coefficiente di sicurezza alla rottura applicato f_m .

		TERRAMESH VERDE (mesh 8x10 wire 2.7/3.7mm)	
		Gravel	Sandy gravel
Resistenza caratteristica a trazione (UTS)	kN/m	50	50
Coefficiente di sicurezza globale - f_m	-	1.26	1.09
Resistenza a trazione di progetto	kN/m	39.6	45.8

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

13 RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE – MURI IN TERRA RINFORZATA

13.1 Coefficienti di sovradimensionamento – Valori minimi ottenuti

Nella verifica di stabilità esterna ed interna si definiscono i cosiddetti coefficienti di sovradimensionamento, cioè i rapporti fra le capacità di resistenza della struttura e le azioni agenti sulla struttura stessa. Poiché nel calcolo si introducono sia coefficienti di sicurezza parziali che fattori di amplificazione dei carichi, è sufficiente che i fattori di sovradimensionamento siano maggiori od uguali a 1,00 per garantire la sicurezza nei confronti del criterio considerato. I valori minimi ottenuti nella struttura in oggetto sono riportati in dettaglio nei tabulati di calcolo allegati.

Sezione	Coefficienti Minimi di Sovradimensionamento				
	Stabilità Esterna				Stabilità Interna
	Globale	Scorrimento	Ribaltamento	Capacità Portante	
1	1,417	2,104	2,494	1,693	1,828
2	1,383	2,178	2,446	1,518	2,098
3	1,483	2,733	3,622	2,321	2,047
4	1,334	2,237	2,386	1,205	1,557
5	1,277	2,366	2,589	1,250	1,489
Condizione da soddisfare	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 4.07

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 9.70

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 3.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risvolto.....[m]..... = 0.50

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

CARICHI

Pressione : CS

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

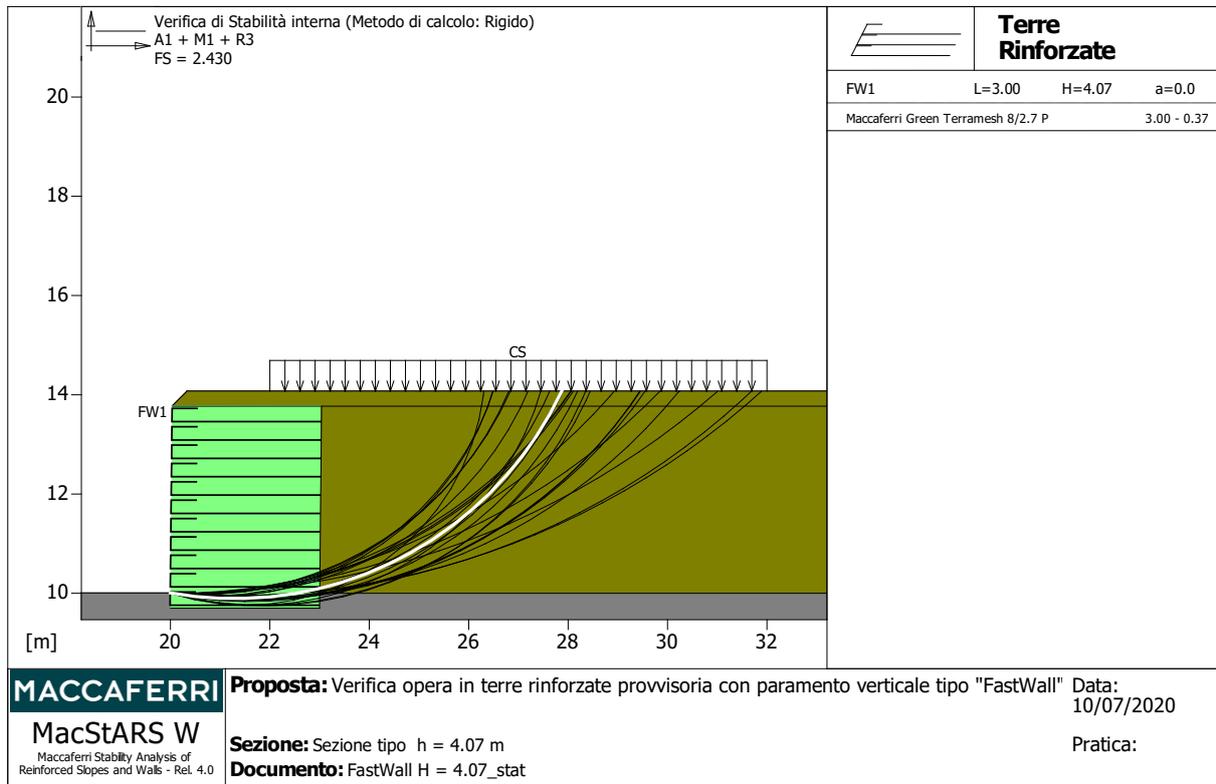
Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....: 0.65
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....: 0.50
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....: 0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.430

Intervallo di ricerca delle superfici

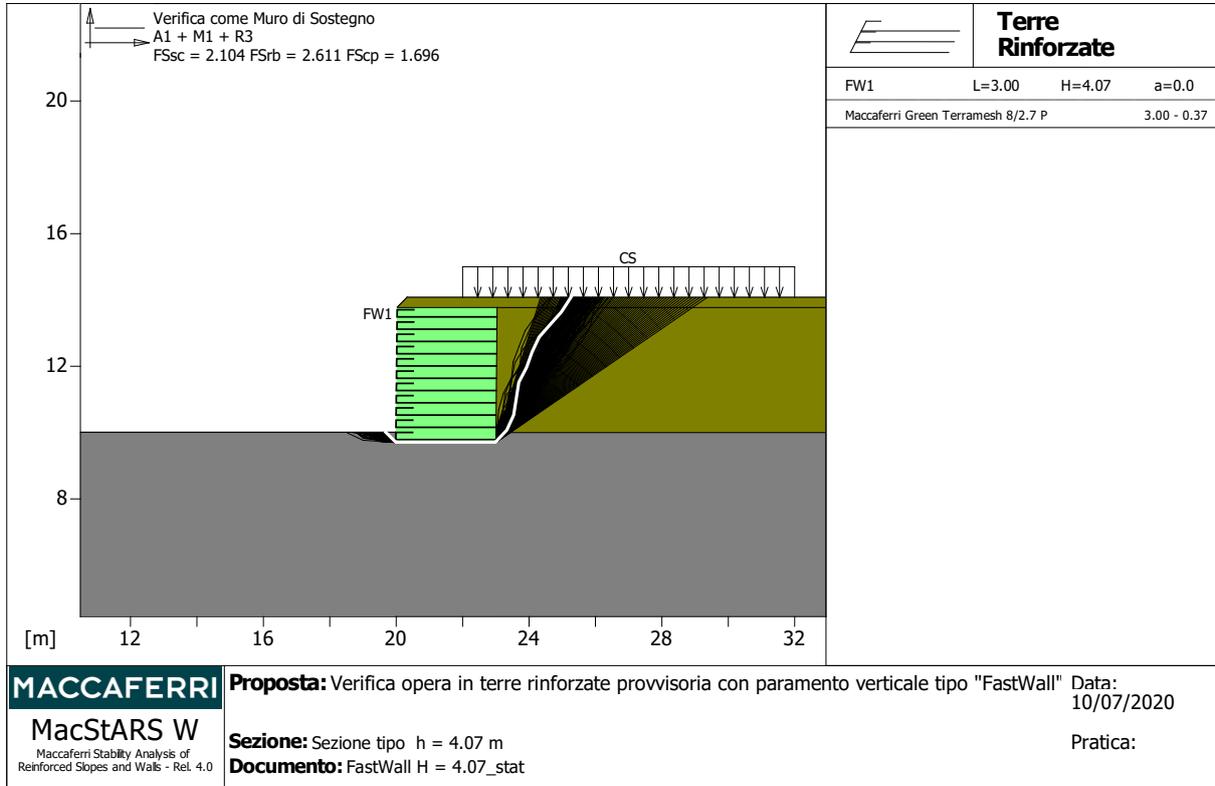
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1
 Numero totale superfici di prova.....: 500
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 186.56

Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : 80.62

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 2.104

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m]..... : 437.74

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m]..... : 145.80

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento..... : 2.611

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²]..... : 301.68

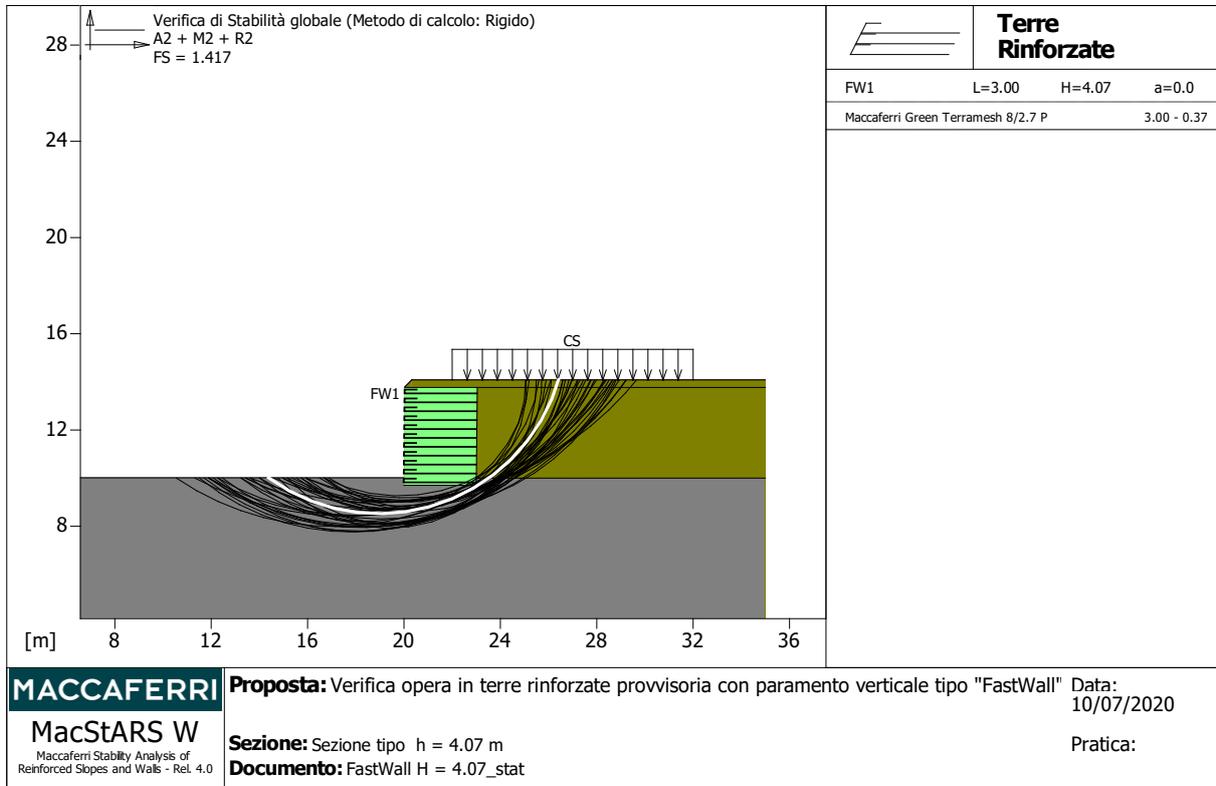
Pressione media agente.....[kN/m²]..... : 127.02

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....	:	1.696
Fondazione equivalente.....[m].....	:	2.19
Eccentricità forza normale.....[m].....	:	0.40
Braccio momento.....[m].....	:	1.81
Forza normale	[kN].....	266.43
Pressione estremo di valle.....	[kN/m ²].....	160.62
Pressione estremo di monte.....	[kN/m ²].....	17.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.417

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.59

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 9.50

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 4.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 3.70

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

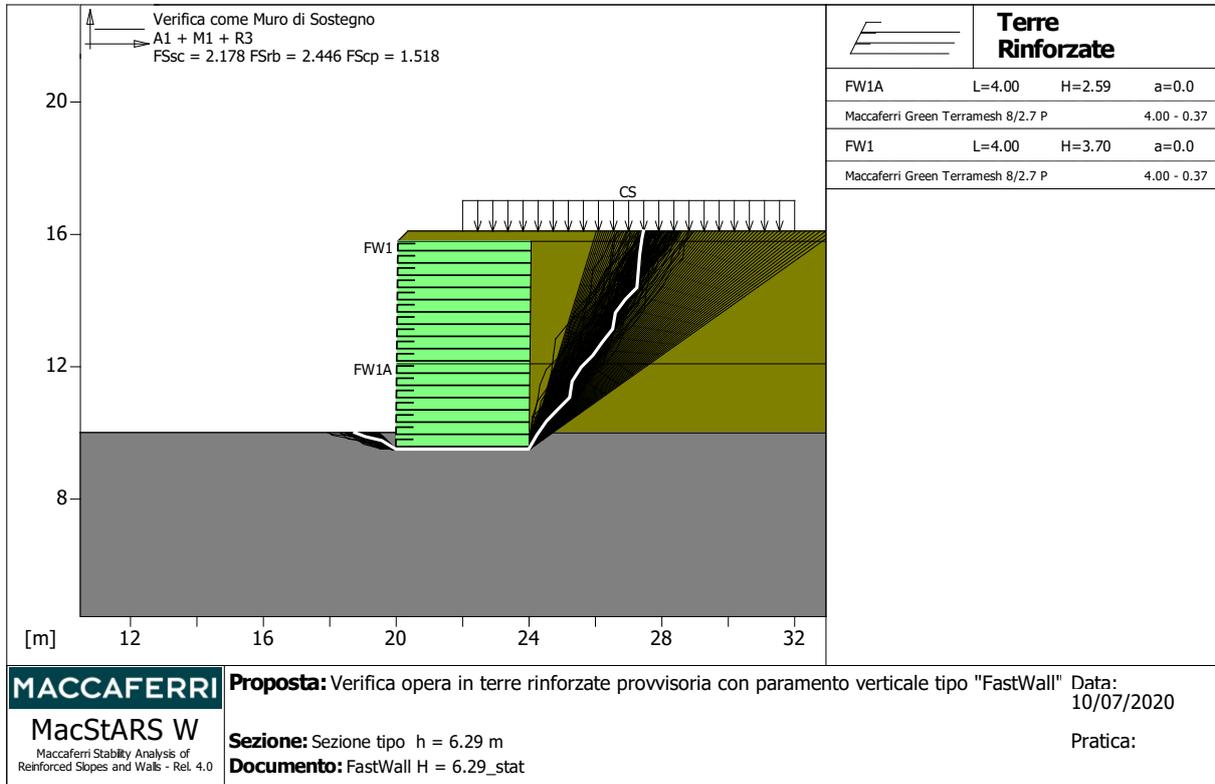
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.30

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 375.04

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 156.55

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.178

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1152.10

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 409.66

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.446

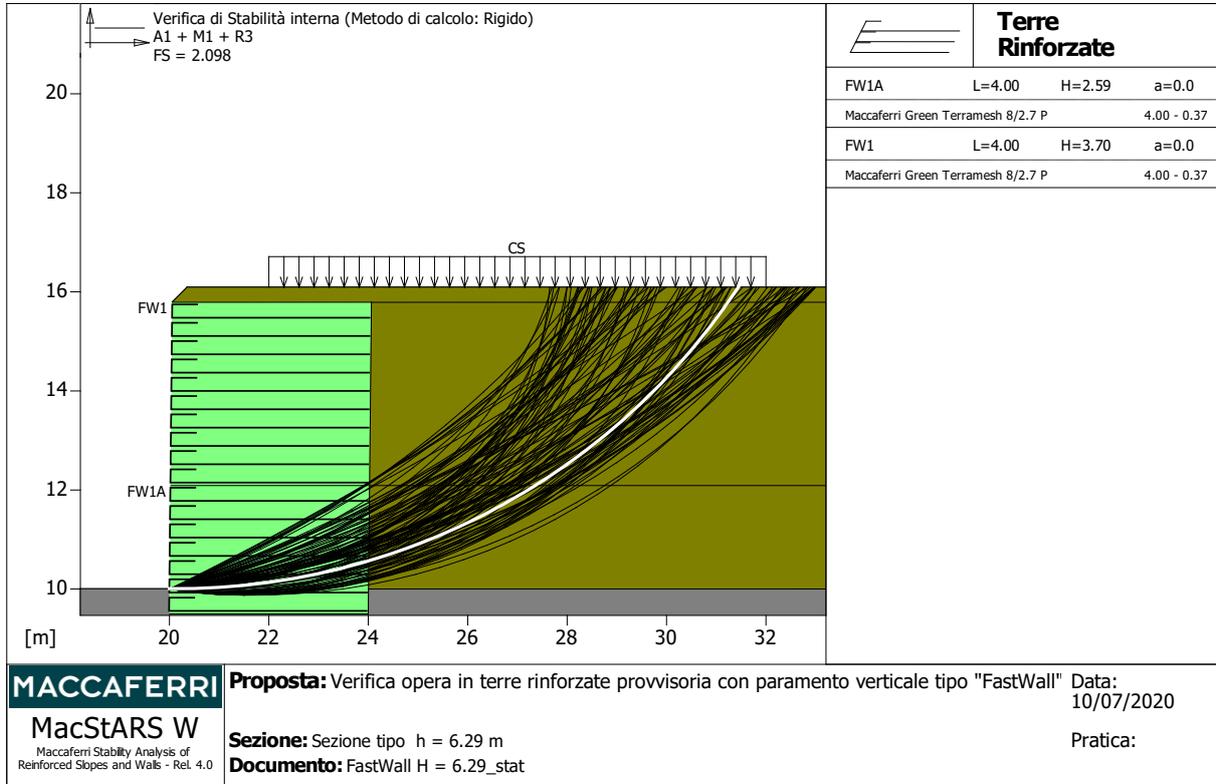
Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 427.71

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 201.27
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.518
 Fondazione equivalente.....[m].....: 2.77
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.61
 Braccio momento.....[m].....: 2.62
 Forza normale[kN].....: 535.61
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 257.19
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 10.62

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.098

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

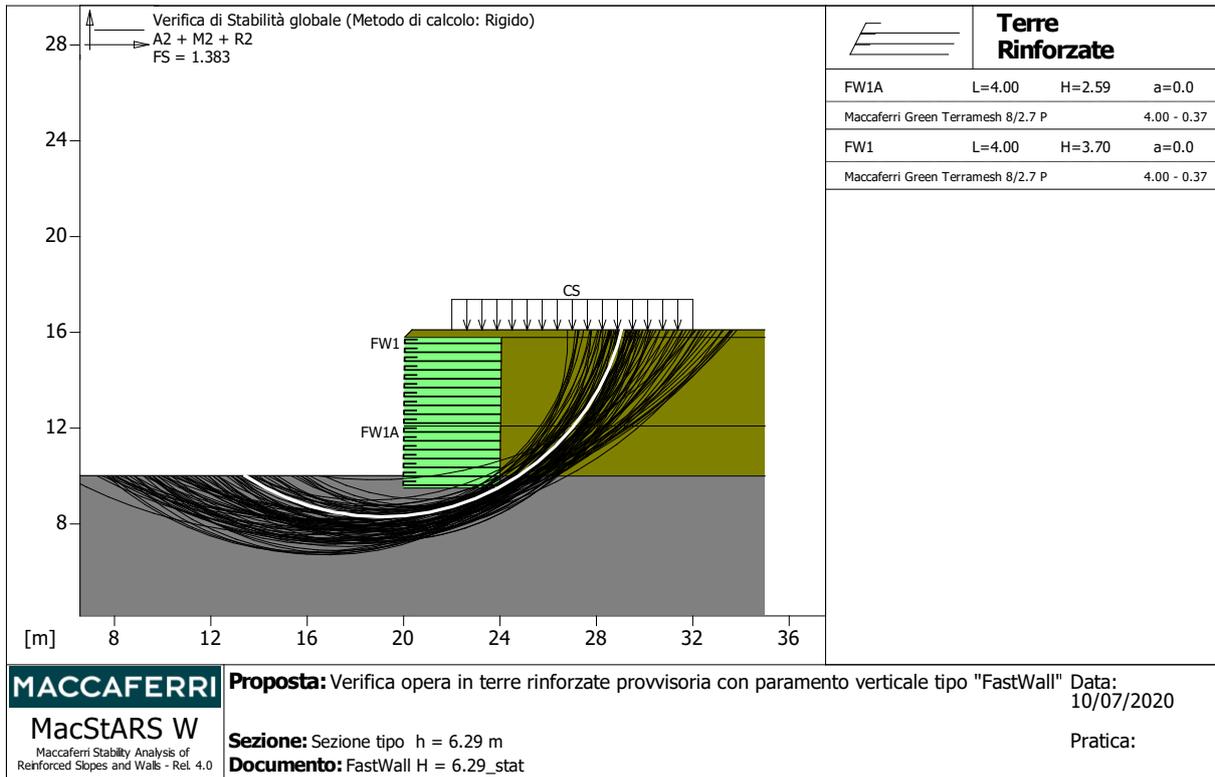
SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	225.6	39.7	1.26	5.68

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	1.00 Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.383

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 3.33

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 9.50

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 6.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 4.81

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

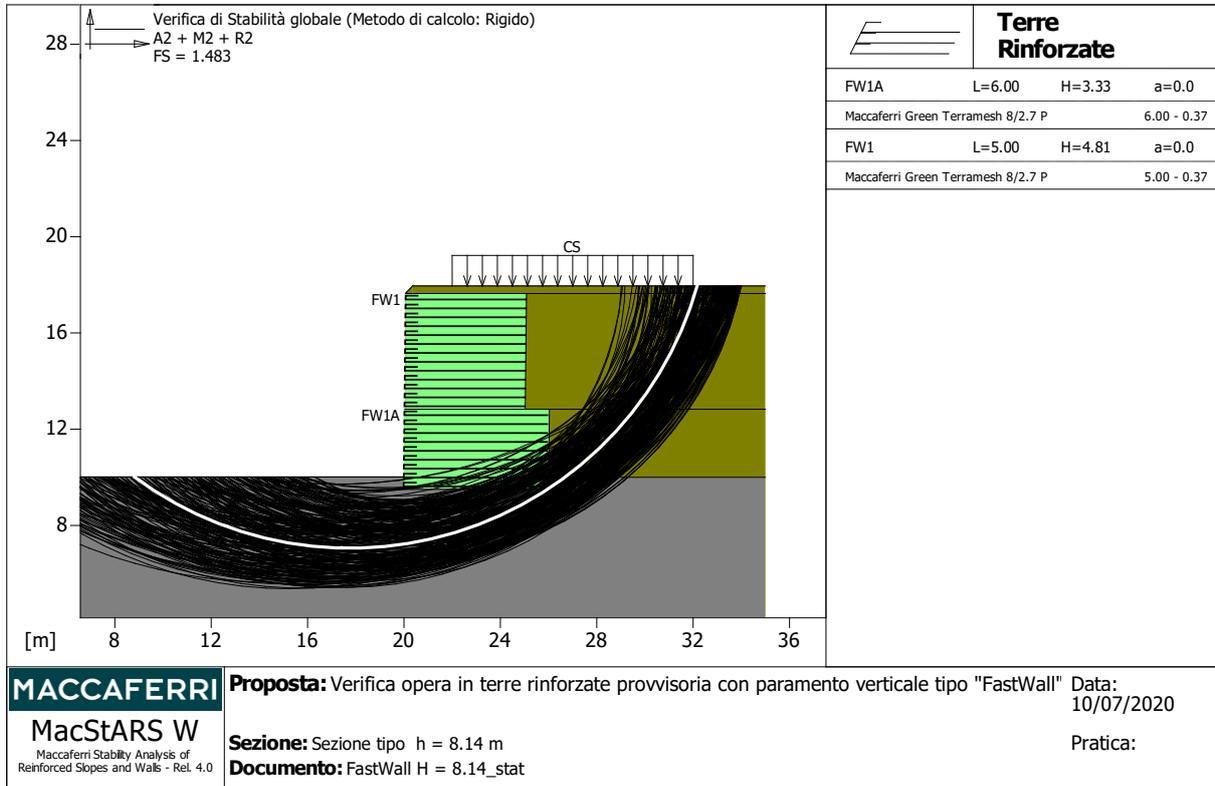
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.30

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.483

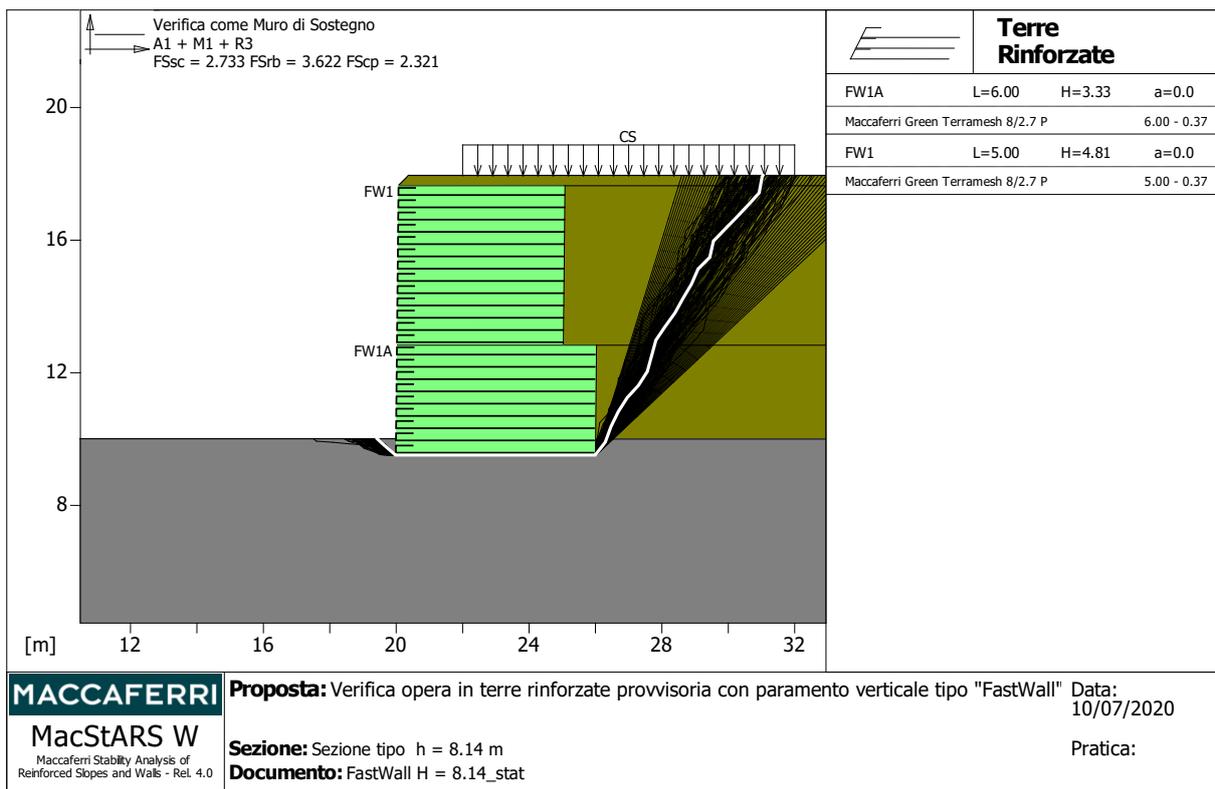
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 720.86

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 239.76

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.733

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 3245.30

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 779.09

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.622

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 717.05

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 220.63

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.321

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.79

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.60

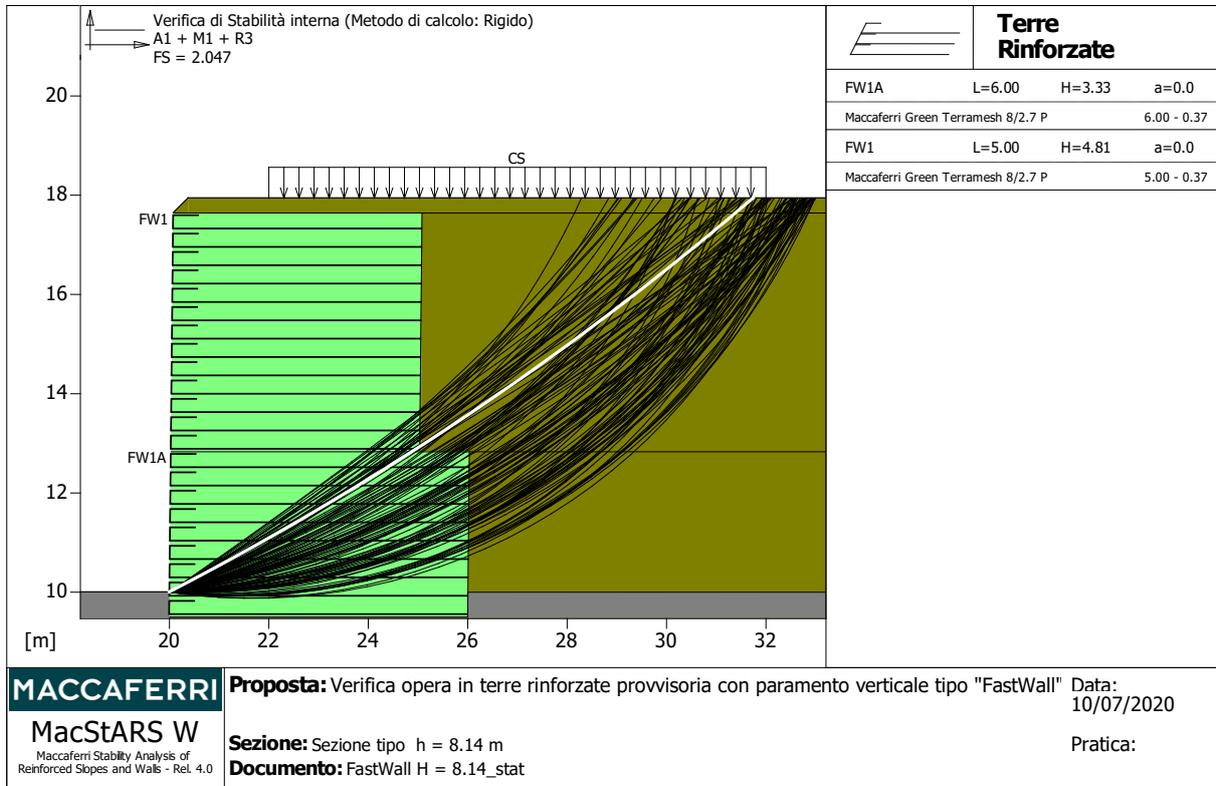
Braccio momento.....[m].....: 3.25

Forza normale.....[kN].....: 1029.50

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 275.30

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 67.87

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.047

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	201.4	39.7	1.26	5.07
1.110	50.0	273.8	39.7	1.26	6.90
1.480	50.0	337.6	39.7	1.26	8.50
1.850	50.0	404.0	39.7	1.26	10.18
2.220	50.0	465.0	39.7	1.26	11.71
2.590	50.0	395.1	39.7	1.26	9.95
2.960	50.0	279.0	39.7	1.26	7.03
Fattore	Classe				
1.50	Variabile - sfavorevole				
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio				
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace				
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata				
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole				
1.00	Fs Rottura Rinforzi				
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi				
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità				

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

14.4 Allegato 4 – Struttura 4 Muro H=10.00 m – Condizione statica

Proposta.....: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo "FastWall"

Sezione.....: Sezione tipo h = 10.36 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 10.36_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

_Verifiche di sicurezza (SLU)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : FOND	Descrizione : terreno di fondazione
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m ²].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	19.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : RIL2 Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : STR

Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 3.33
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 9.50
 Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 6.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 4.81

Arretramento.....[m]..... = 0.00 da FW1A

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 5.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 2.22

Arretramento.....[m]..... = 0.00 da FW1

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 5.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Risolto.....[m].....= 0.50

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

CARICHI

Pressione : CS

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

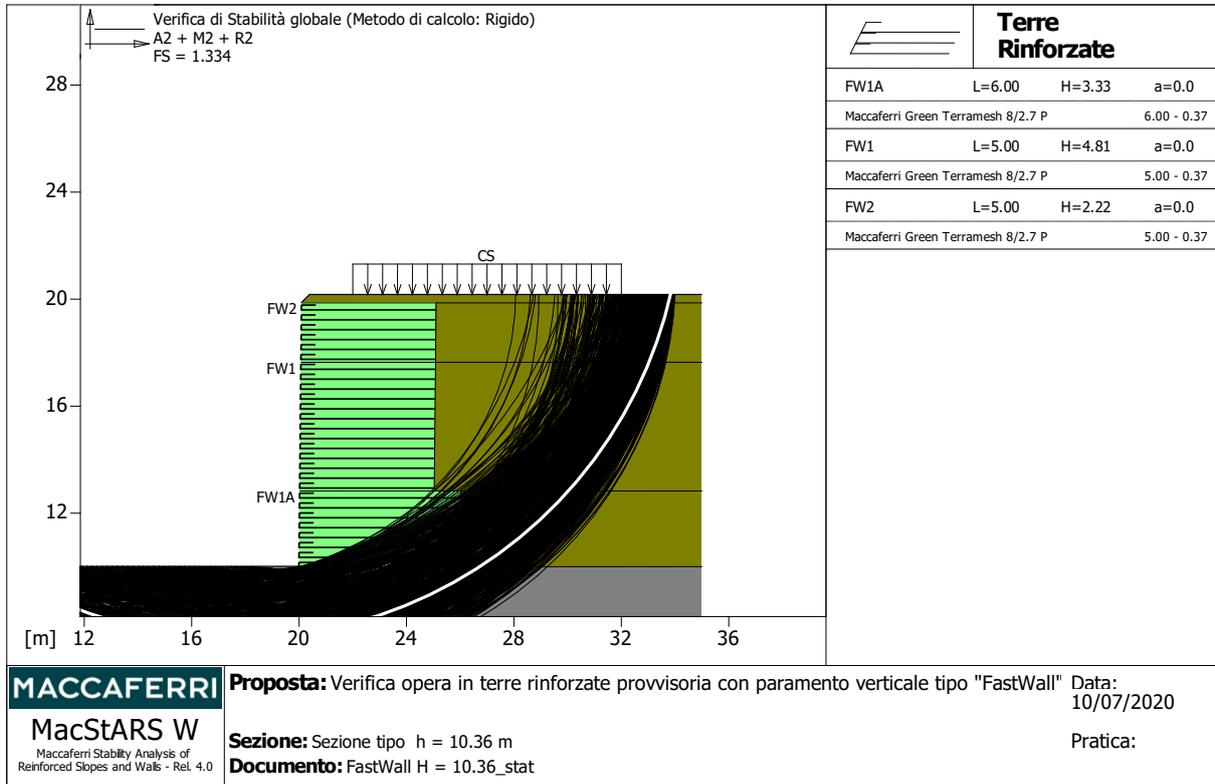
Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	1.00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.334

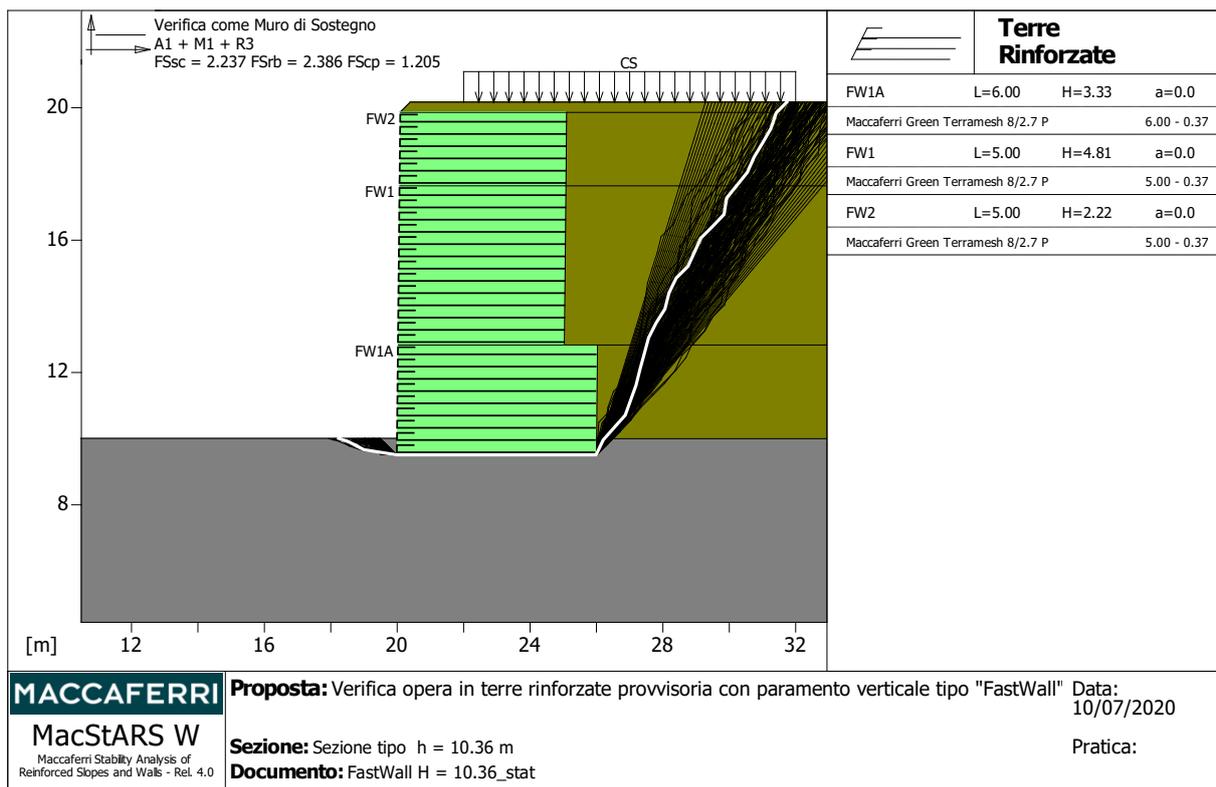
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 887.07

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 360.51

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.237

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m]....: 3972.90

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m]....: 1447.70

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.386

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²]....: 557.56

Pressione media agente.....[kN/m²]....: 330.40

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.205

Fondazione equivalente.....[m]....: 3.99

Eccentricità forza normale.....[m]....: 1.01

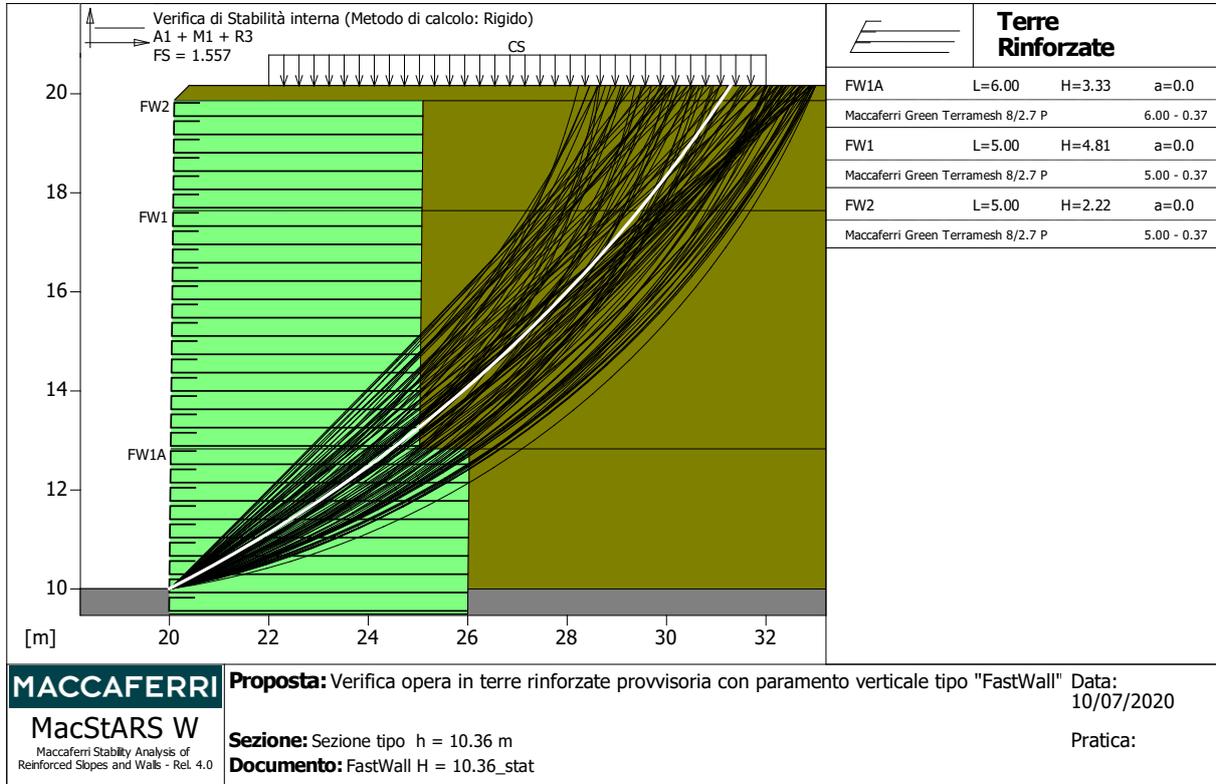
Braccio momento.....[m]....: 4.02

Forza normale.....[kN]....: 1266.90

Pressione estremo di valle.....[kN/m²]....: 423.73

Pressione estremo di monte.....[kN/m²]....: 0.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.557

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	256.3	39.7	1.26	6.46
1.110	50.0	351.1	39.7	1.26	8.84
1.480	50.0	434.9	39.7	1.26	10.95
1.850	50.0	515.3	39.7	1.26	12.98
2.220	50.0	590.2	39.7	1.26	14.87
2.590	50.0	564.0	39.7	1.26	14.21
2.960	50.0	433.7	39.7	1.26	10.92

Blocco : FW1

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	112.2	39.7	1.26	2.83

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 7.00 Altezza..... = 3.33
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 9.50
 Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 7.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 4.81

Arretramento.....[m]..... = 0.00 da FW1A

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 6.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

Blocco : FW2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 4.07

Arretramento.....[m]..... = 0.00 da FW1

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 5.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Risolto.....[m].....= 0.50

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

CARICHI

Pressione : CS

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]..= 20.00 Inclinazione.....[°]..= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

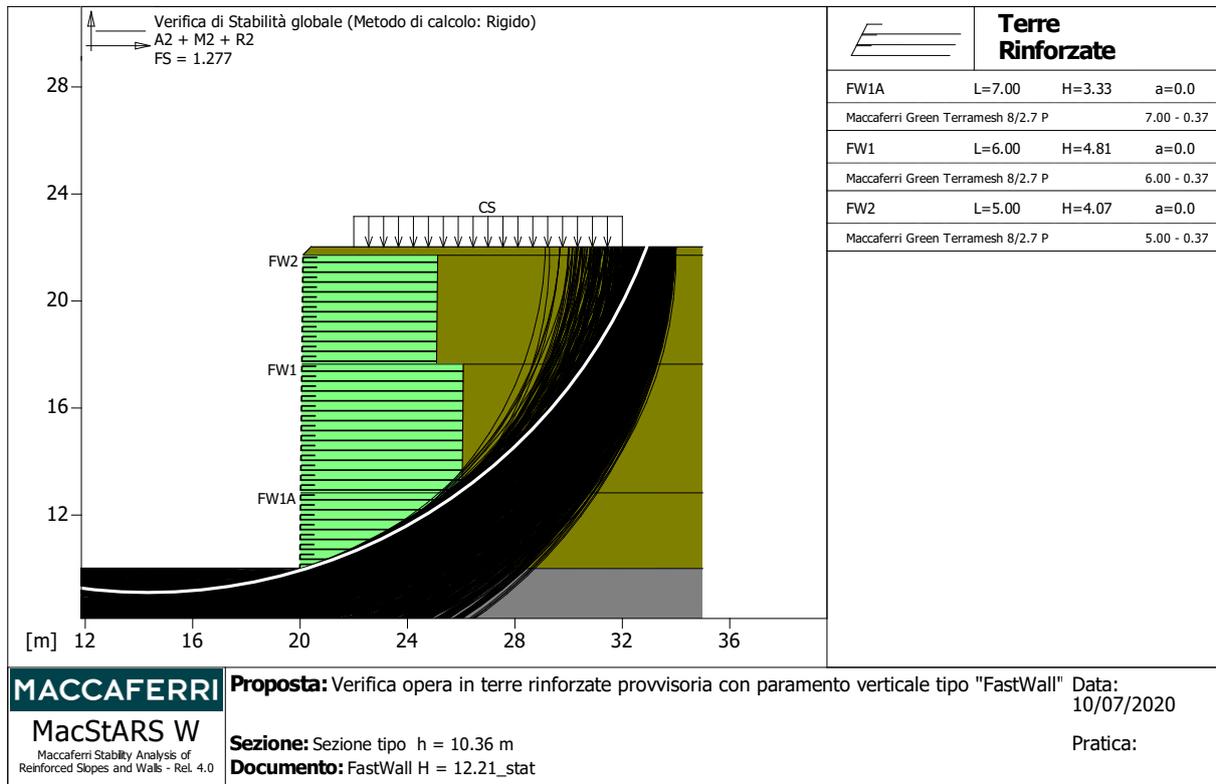
Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.30

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....: 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....: 0.65
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....: 0.50
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....: 0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.277

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

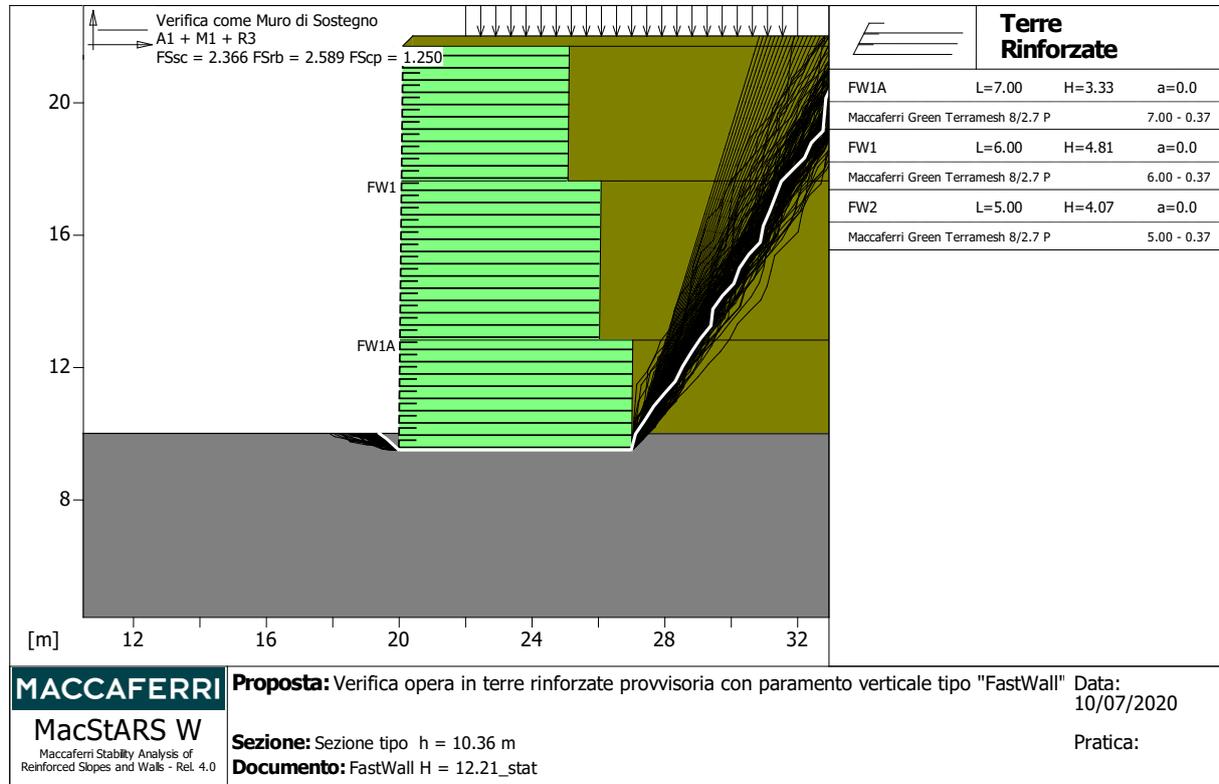
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100
 Numero totale superfici di prova.....: 1000
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.740	50.0	402.7	39.7	1.26	10.14
1.110	50.0	573.7	39.7	1.26	14.45
1.480	50.0	728.4	39.7	1.26	18.35
1.850	50.0	855.3	39.7	1.26	21.54
2.220	50.0	747.5	39.7	1.26	18.83
2.590	50.0	563.2	39.7	1.26	14.19
2.960	50.0	405.1	39.7	1.26	10.20

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 1203.80

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 462.60

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.366

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 6245.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 2097.90

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.589

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 645.68

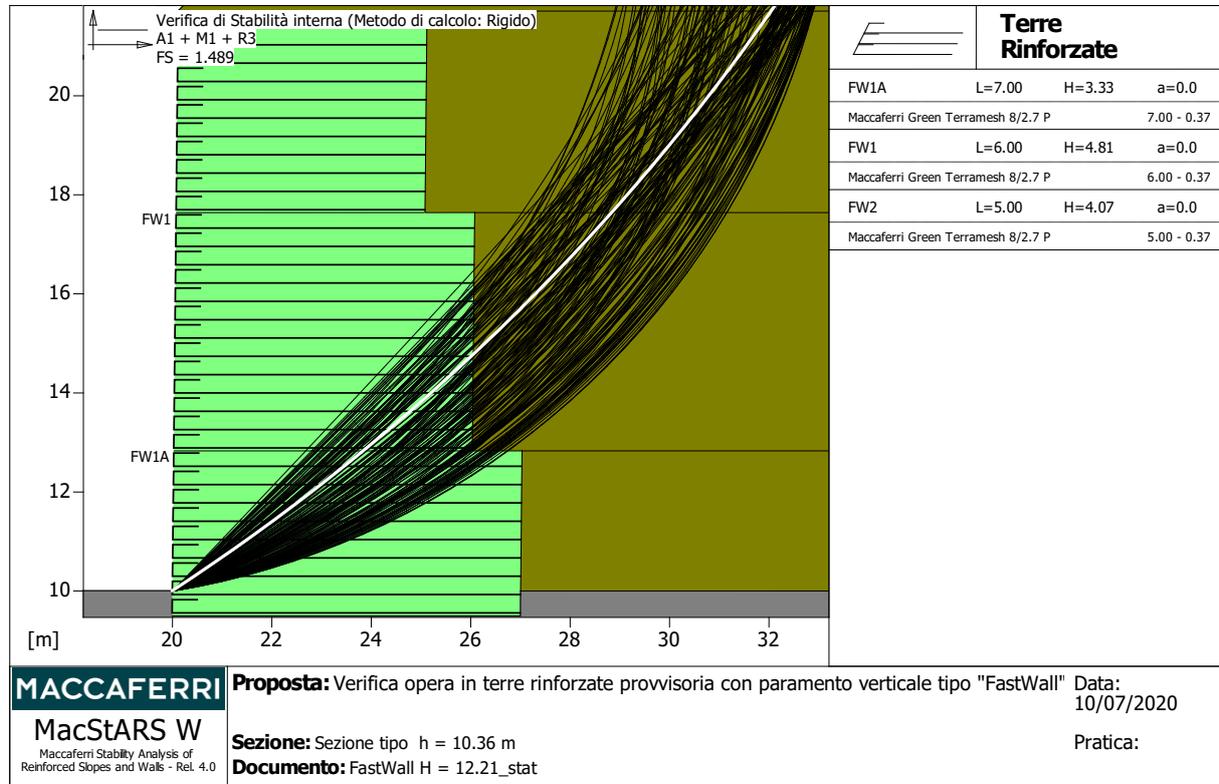
Pressione media agente.....[kN/m²].....: 368.96

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.250
 Fondazione equivalente.....[m].....: 4.83
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 1.09
 Braccio momento.....[m].....: 4.54
 Forza normale[kN].....: 1719.20
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 474.51
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 16.69

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.489

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Relazione di Calcolo Opere Provvisionali	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	287.5	39.7	1.26	7.24
1.110	50.0	372.8	39.7	1.26	9.39
1.480	50.0	458.0	39.7	1.26	11.54
1.850	50.0	534.1	39.7	1.26	13.45
2.220	50.0	613.7	39.7	1.26	15.46
2.590	50.0	685.3	39.7	1.26	17.26
2.960	50.0	748.5	39.7	1.26	18.85

Blocco : FW1

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	537.2	39.7	1.26	13.53
0.370	50.0	414.2	39.7	1.26	10.43
0.740	50.0	301.2	39.7	1.26	7.59
1.110	50.0	197.7	39.7	1.26	4.98
1.480	50.0	103.7	39.7	1.26	2.61

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità

<p>SS 131 "Carlo Felice"</p> <p>Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500</p>		
<p>CA-357</p>	<p><i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i></p>	

14.6 Allegato 6 - Paratia tipo A

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL
 Quota : 5 m
 OCR : 1

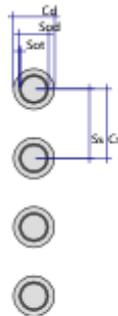
Tipo : HORIZONTAL
 Quota : -3.65 m
 OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	ϕ_{cv}	ϕ_p	c'	S_u	Modulo Elastico	E_u	E_{vc}	E_{ur}	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	ALF	17.6	17.6	28.5				0		Constant		14000	22400										
2	CB	20.1	20.1	26.7				125		Constant		540000	864000										

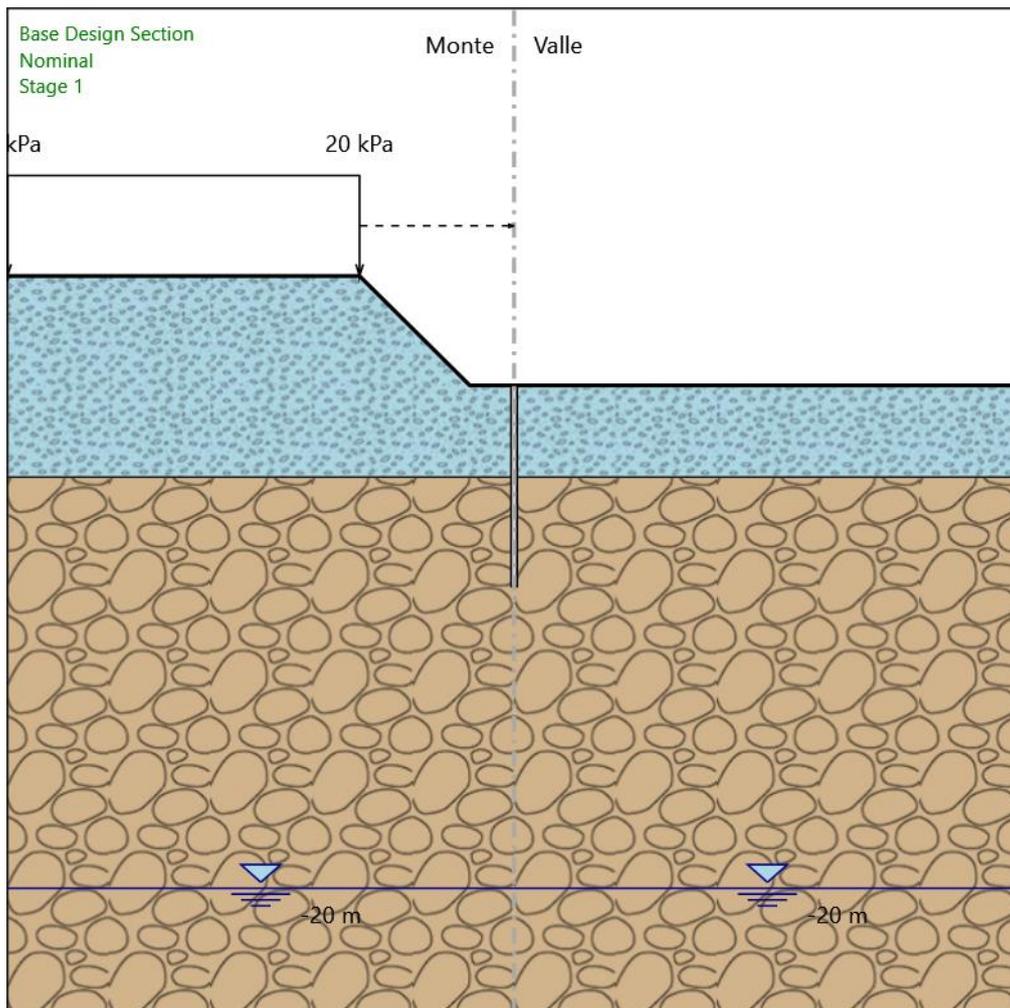
Descrizione Pareti

X : 0 m
 Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -8 m
 Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
 Area equivalente : 0.019045141329815 m
 Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m
 Materiale calcestruzzo : C25/30
 Tipo sezione : Tangent
 Spaziatura : 0.4 m
 Diametro : 0.24 m
 Efficacia : 0.5
 Materiale acciaio : S355
 Sezione : CHS168.3*10
 Tipo sezione : O
 Spaziatura : 0.4 m
 Spessore : 0.01 m
 Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo
Stage 1



Stage 1
 Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;4.35)
 (-6.1;4.35)
 (-1.75;0)
 (0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m
 Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -20 m
 X finale : -6.1 m
 Pressione iniziale : 20 kPa
 Pressione finale : 20 kPa

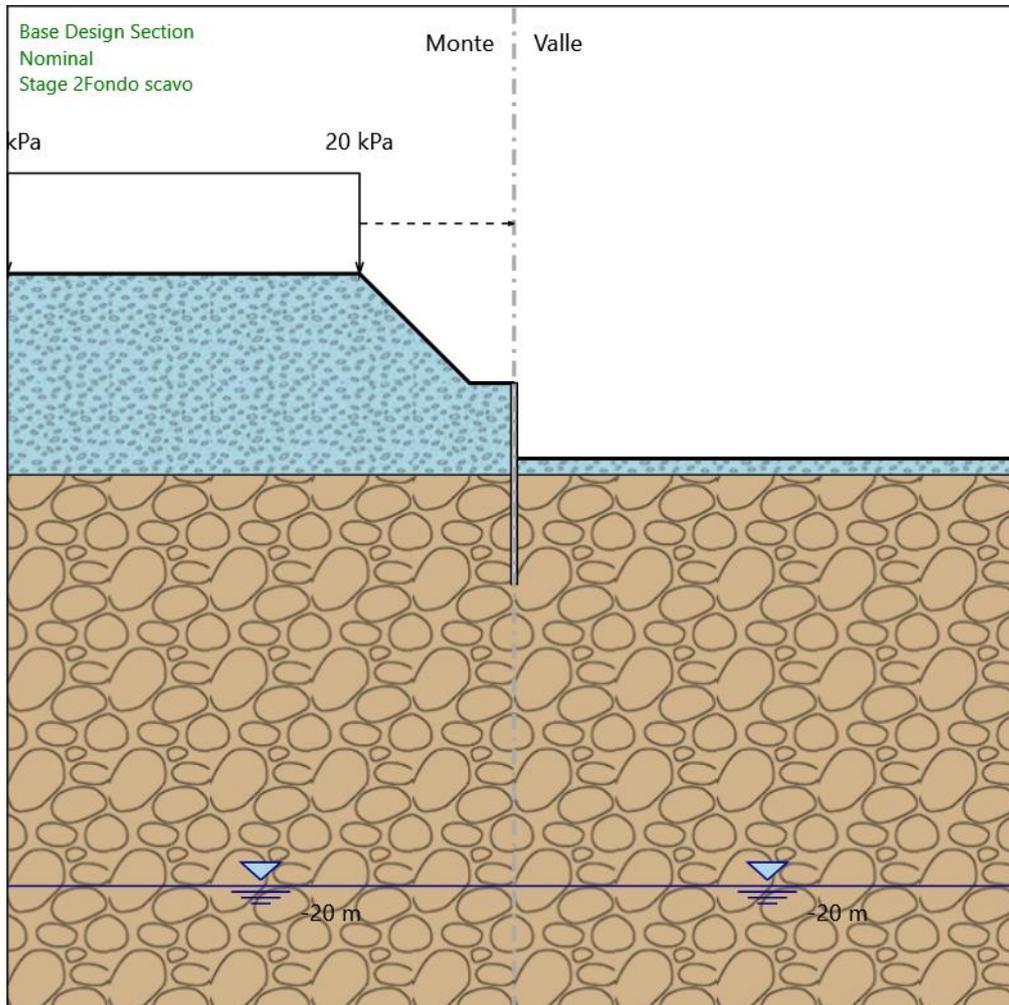
Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
 Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -8 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Fondo scavo



Stage 2_Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;4.35)

(-6.1;4.35)

(-1.75;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-3 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -20 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

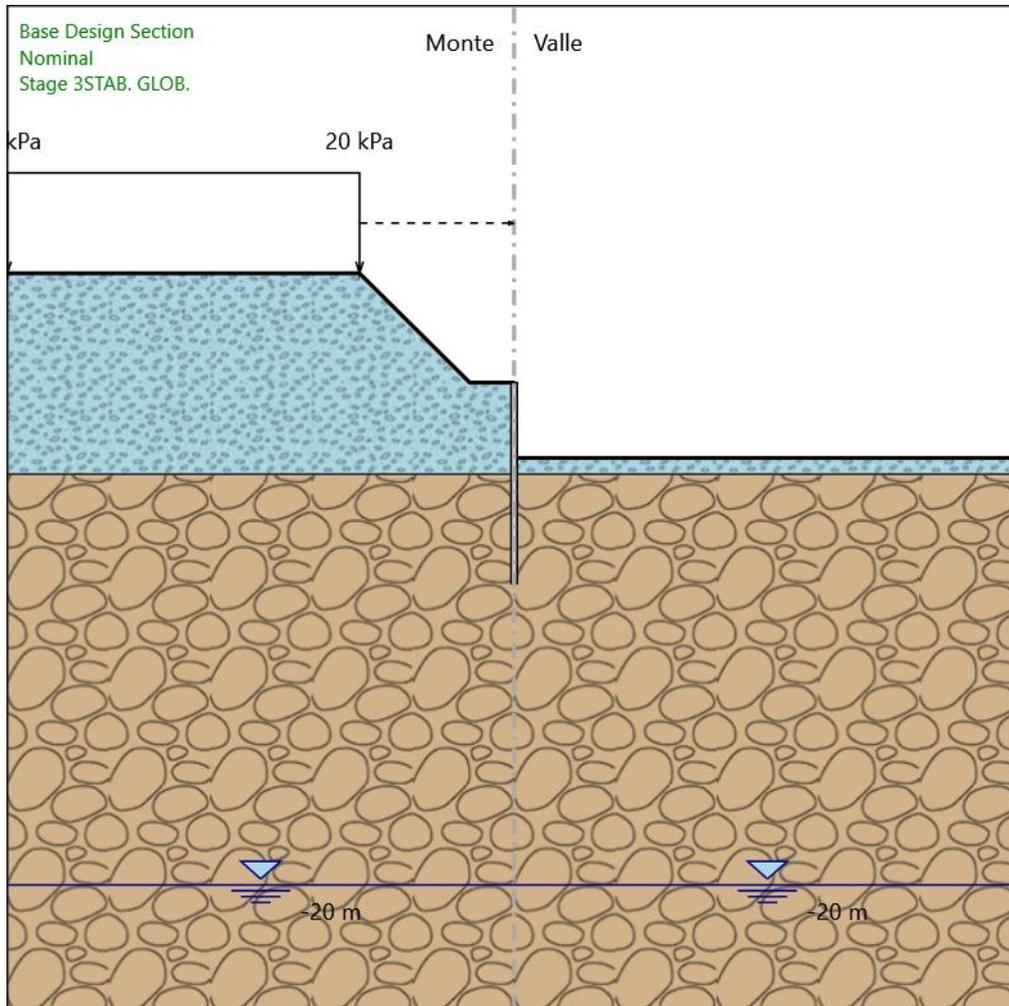
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -8 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 3_STAB. GLOB.



Stage 3_STAB. GLOB.

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;4.35)

(-6.1;4.35)

(-1.75;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-3 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -20 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

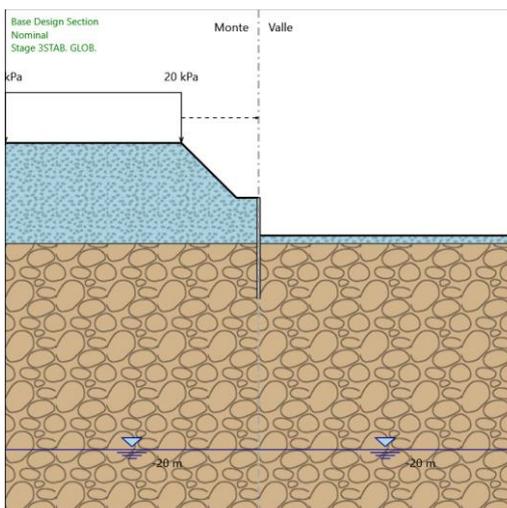
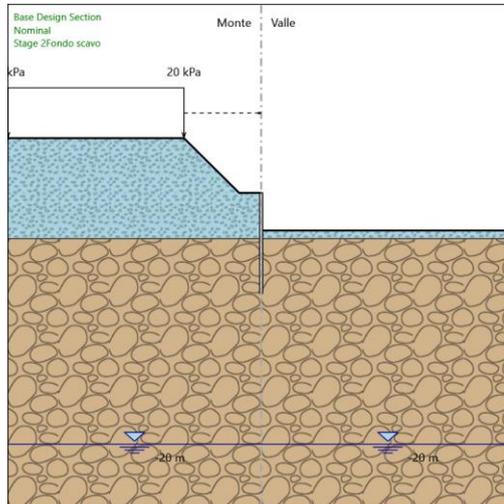
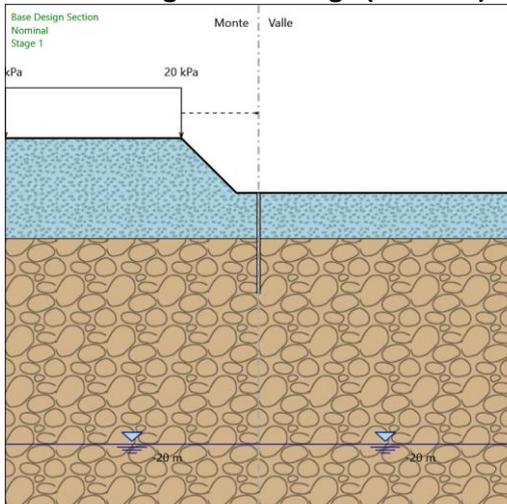
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -8 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Perma- nenti Sfavore- voli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Perma- nenti Favore- voli (F_dead_load_f avour)	Carichi Varia- bili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Varia- bili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Si- smico (F_seism_loa d)	Pres- sioni Acqua Lato Mont (F_Wa terDR Res)	Pres- sioni Acqua Lato Valle (F_Wa terDR Res)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_HYD_QDSta b)
Simbolo	yG	yG	yQ	yQ	yQE	yG	yG	yGdst	yGstb	yQdst	yGdst	yGstb	yQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre- quente/Qua- si Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per ti- rantanti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan(φ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	yφ	yc	ycu	yqu	γγ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	yRe	yap	yat	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Fondo scavo	Stage 3	STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)					
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V			
NTC2018: A2+M2+R1					

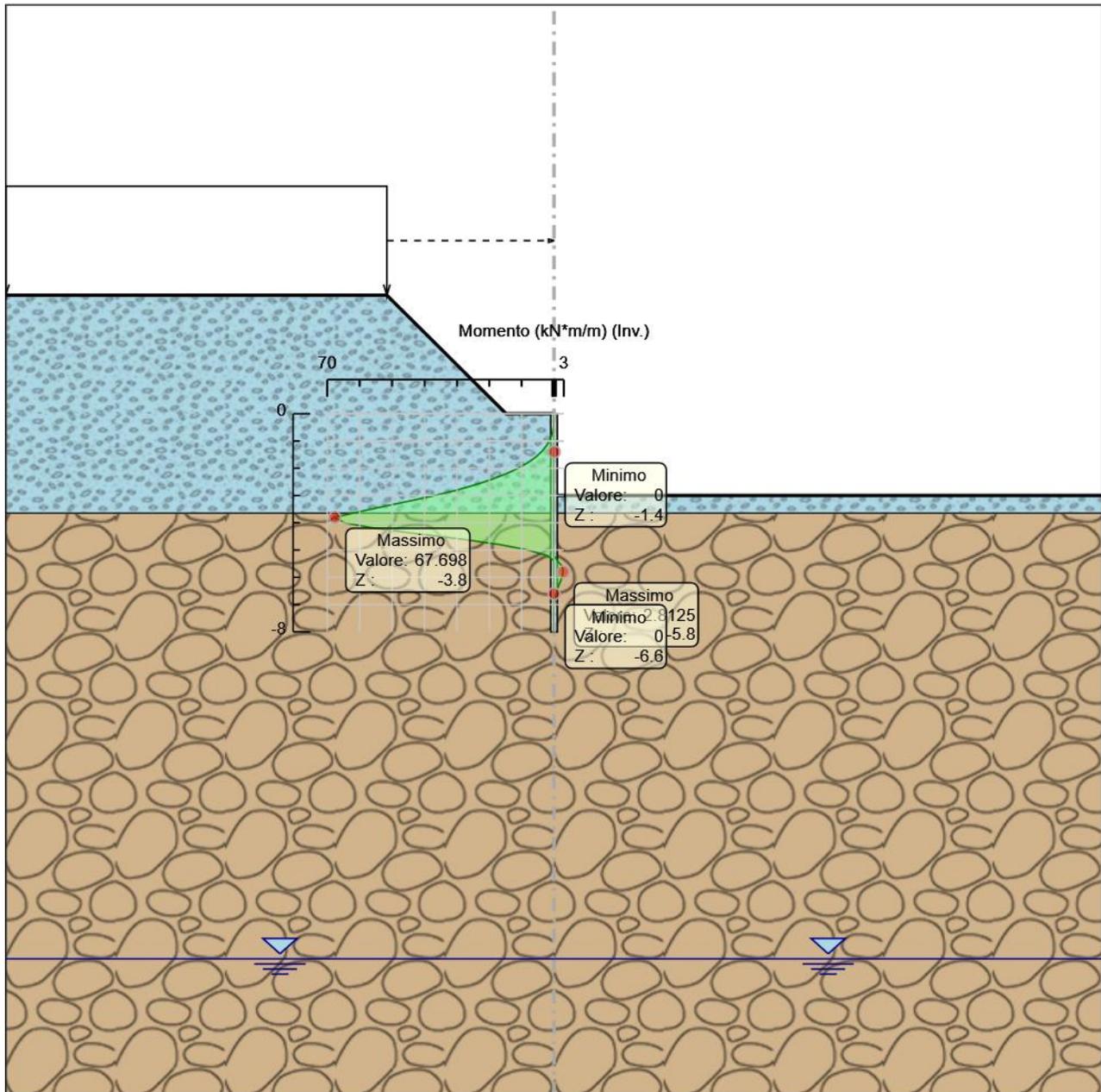
Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.2	0.009	0	
-0.4	0.098	0	
-0.6	0.328	0	
-0.8	0.763	0	
-1	1.465	0	
-1.2	2.495	0	
-1.4	3.917	0	
-1.6	5.791	0	
-1.8	8.182	0	
-2	11.15	0	
-2.2	14.759	0	
-2.4	19.07	0	
-2.6	24.145	0	
-2.8	30.048	0	
-3	36.84	0	
-3.2	44.582	0	
-3.4	52.62	0	
-3.6	60.297	0	
-3.8	67.698	0	
-4	64.724	0	
-4.2	55.375	0	
-4.4	42.391	0	
-4.6	28.508	0	
-4.8	16.707	0	
-5	7.951	0	
-5.2	2.201	0	
-5.4	0	1.065	
-5.6	0	2.526	
-5.8	0	2.812	
-6	0	2.419	
-6.2	0	1.776	
-6.4	0	1.134	
-6.6	0	0.615	
-6.8	0	0.256	

Selected Design Assumptions Z (m)	Involupi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
-7	0		0.044
-7.2	0.054		0
-7.4	0.075		0
-7.6	0.053		0
-7.8	0.02		0
-8	0		0

Grafico Involupi Momento

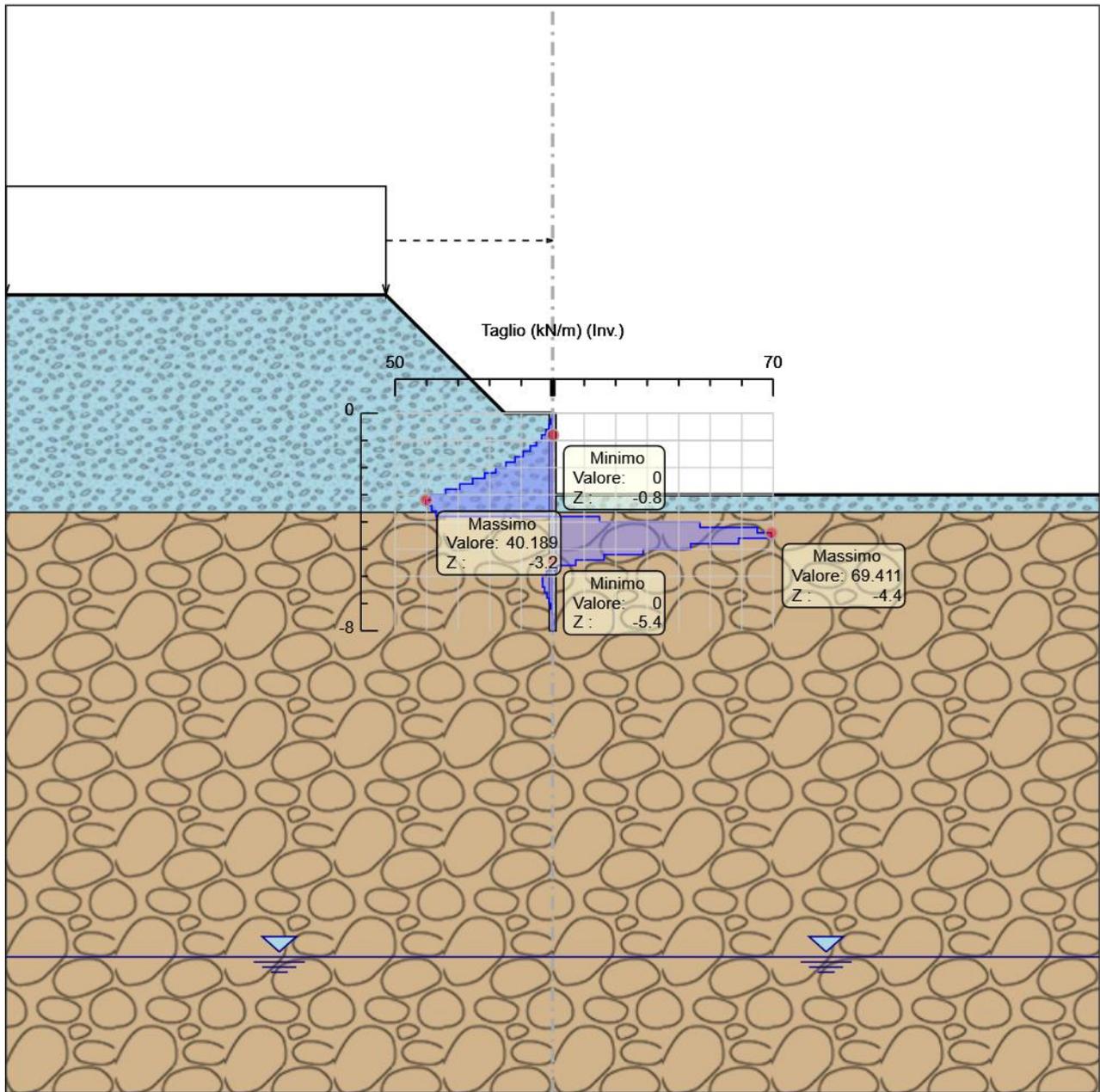


Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.044	0
-0.2	0.443	0
-0.4	1.154	0
-0.6	2.175	0
-0.8	3.508	0
-1	5.152	0
-1.2	7.107	0
-1.4	9.374	0
-1.6	11.952	0
-1.8	14.842	0
-2	18.043	0
-2.2	21.555	0
-2.4	25.378	0
-2.6	29.513	0
-2.8	33.958	0
-3	38.714	0
-3.2	40.189	0
-3.4	40.189	0
-3.6	38.384	0
-3.8	37.005	14.871
-4	0	46.743
-4.2	0	64.924
-4.4	0	69.411
-4.6	0	69.411
-4.8	0	59.004
-5	0	43.784
-5.2	0	28.746
-5.4	0	16.335
-5.6	0	7.305
-5.8	1.965	1.43
-6	3.218	0
-6.2	3.218	0
-6.4	3.209	0
-6.6	2.593	0
-6.8	1.798	0
-7	1.061	0
-7.2	0.488	0
-7.4	0.104	0.107
-7.6	0	0.168
-7.8	0	0.168
-8	0	0.098

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	5.08
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 2_Fondo scavo	Left Wall	RIGHT	8.15

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 2_Fondo scavo	Left Wall	LEFT	557.36
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	771.04

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_3	1.65
γ_s	1.15

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

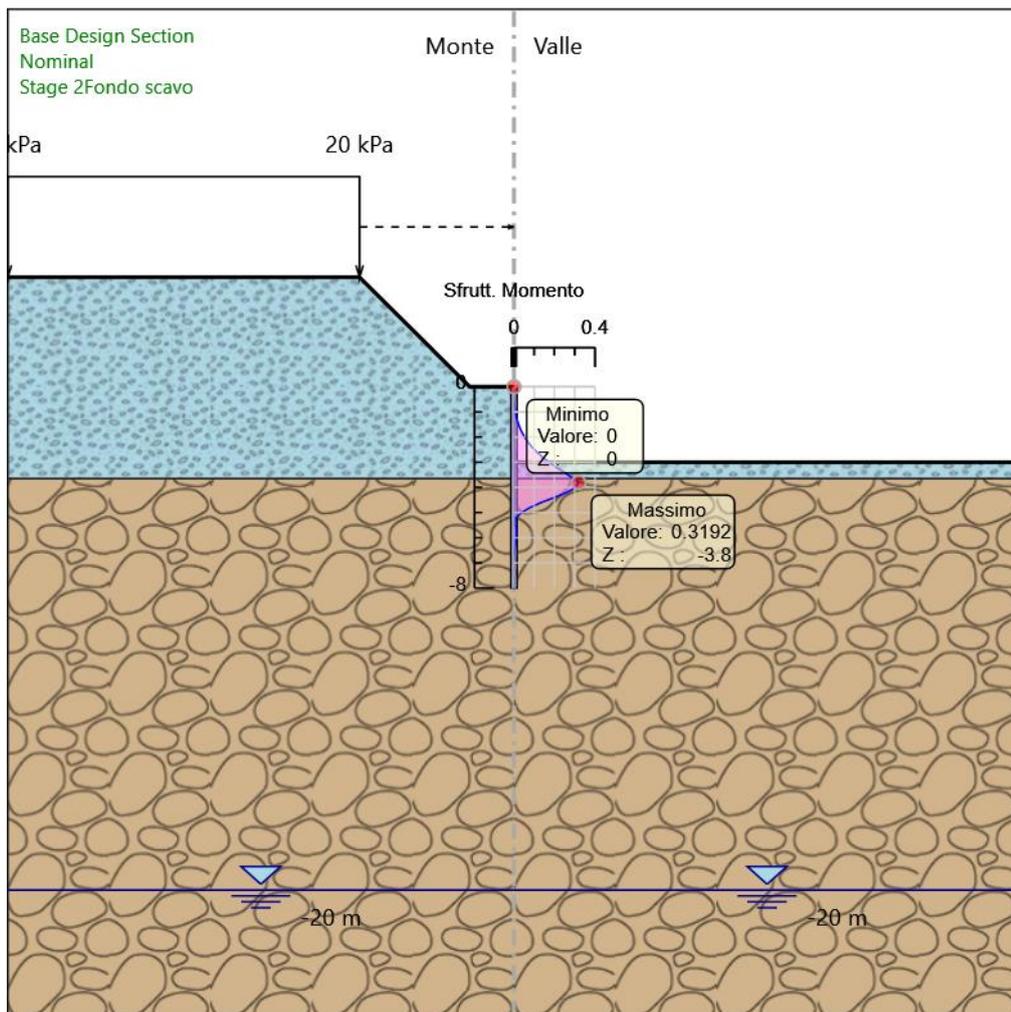
Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Fondo scavo	Stage 3_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)			
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1			

Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0
-0.6	0.002
-0.8	0.004
-1	0.007
-1.2	0.012
-1.4	0.018
-1.6	0.027
-1.8	0.039
-2	0.053
-2.2	0.07
-2.4	0.09
-2.6	0.114
-2.8	0.142
-3	0.174
-3.2	0.21
-3.4	0.248
-3.6	0.284
-3.8	0.319
-4	0.305
-4.2	0.261
-4.4	0.2
-4.6	0.134
-4.8	0.079
-5	0.037
-5.2	0.01
-5.4	0.005
-5.6	0.012
-5.8	0.013
-6	0.011
-6.2	0.008
-6.4	0.005
-6.6	0.003
-6.8	0.001
-7	0
-7.2	0
-7.4	0
-7.6	0
-7.8	0
-8	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

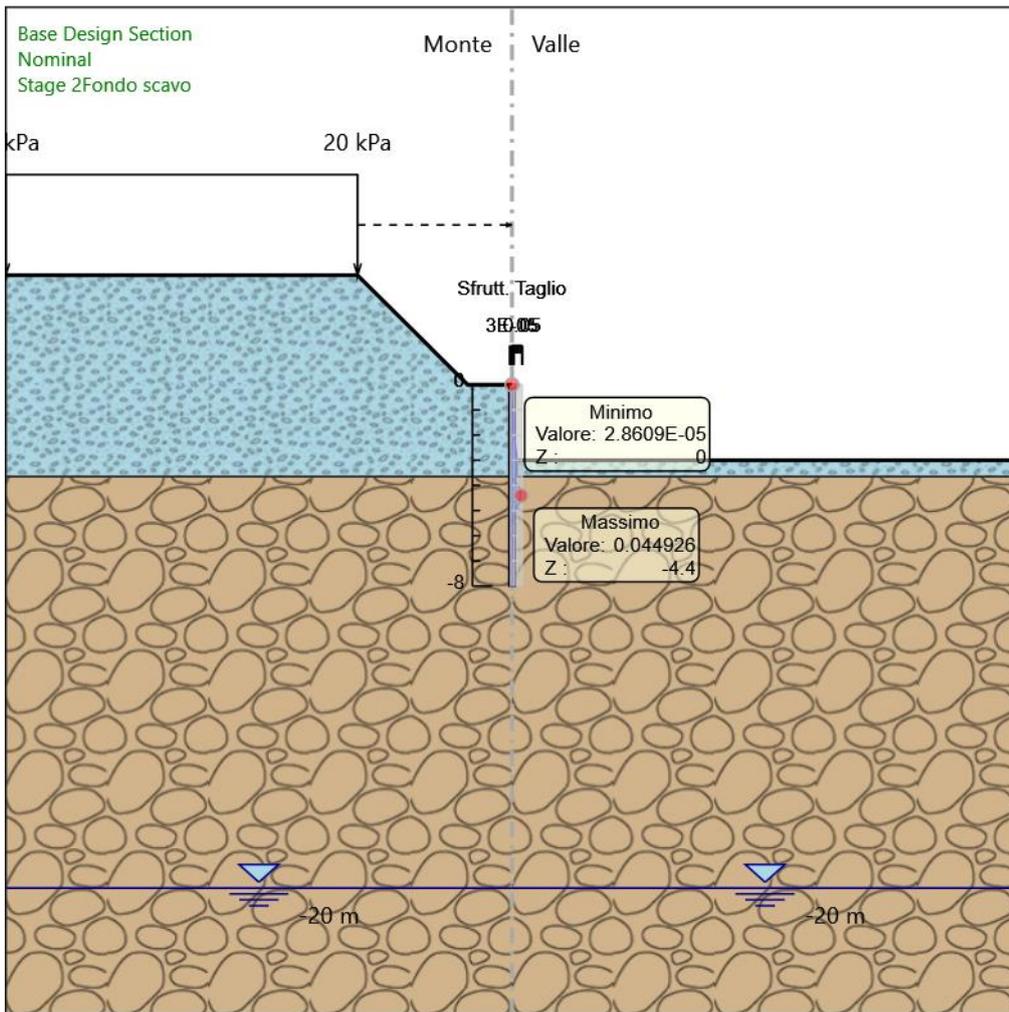


Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0.001
-0.6	0.001
-0.8	0.002
-1	0.003
-1.2	0.005
-1.4	0.006
-1.6	0.008
-1.8	0.01
-2	0.012
-2.2	0.014
-2.4	0.016
-2.6	0.019
-2.8	0.022
-3	0.025
-3.2	0.026
-3.4	0.025
-3.6	0.024
-3.8	0.01
-4	0.03
-4.2	0.042
-4.4	0.045
-4.6	0.038
-4.8	0.028
-5	0.019
-5.2	0.011
-5.4	0.005
-5.6	0.001
-5.8	0.001
-6	0.002
-6.2	0.002
-6.4	0.002
-6.6	0.001
-6.8	0.001
-7	0
-7.2	0
-7.4	0
-7.6	0
-7.8	0
-8	0

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

<p>SS 131 "Carlo Felice"</p> <p>Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500</p>		
<p>CA-357</p>	<p><i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i></p>	

14.7 Allegato 7 - Paratia tipo B

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

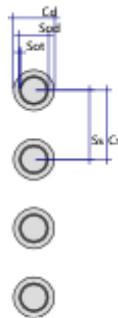
Tipo : HORIZONTAL
Quota : 5 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -3.65 m
OCR : 1

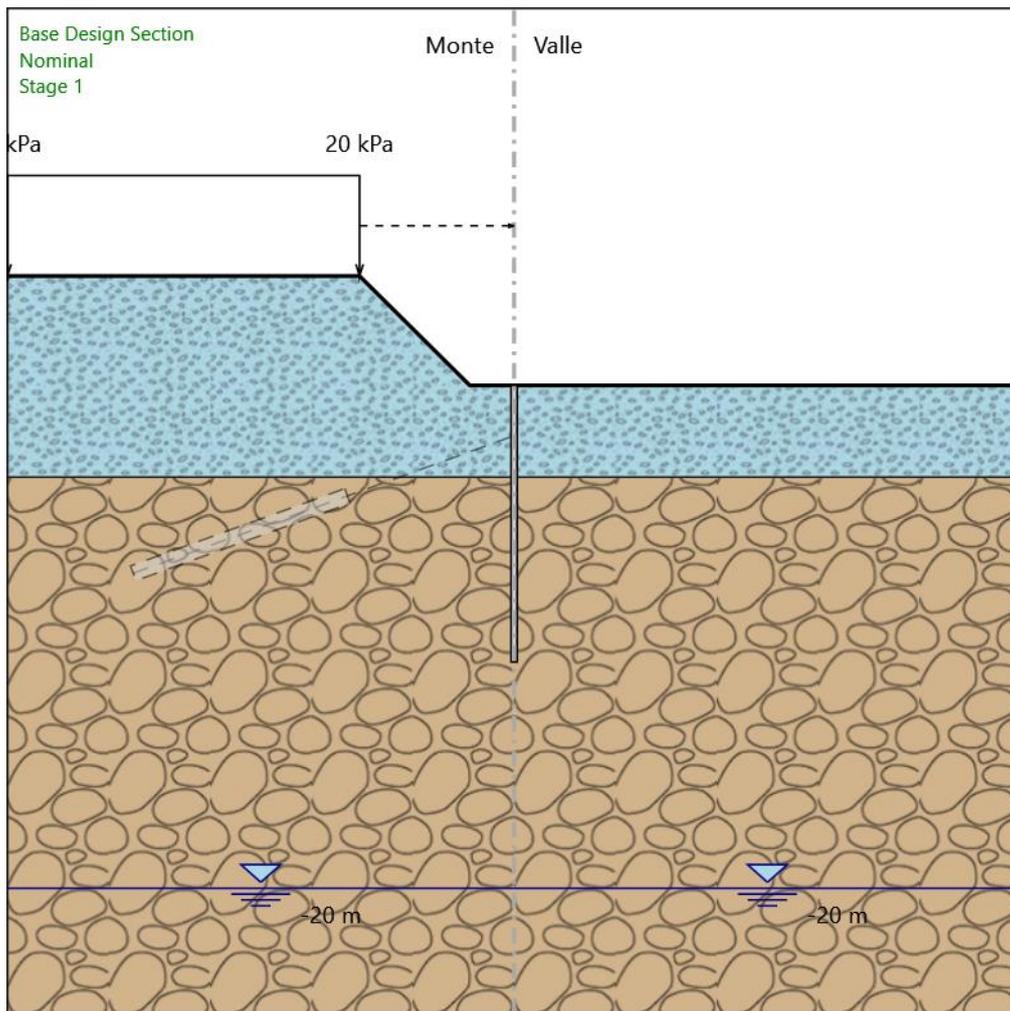
Descrizione Pareti

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -11 m
Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
Area equivalente : 0.019045141329815 m
Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m
Materiale calcestruzzo : C25/30
Tipo sezione : Tangent
Spaziatura : 0.4 m
Diametro : 0.24 m
Efficacia : 0.5
Materiale acciaio : S355
Sezione : CHS168.3*10
Tipo sezione : O
Spaziatura : 0.4 m
Spessore : 0.01 m
Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo
Stage 1



Stage 1

Elementi strutturali

Paratia : Sx

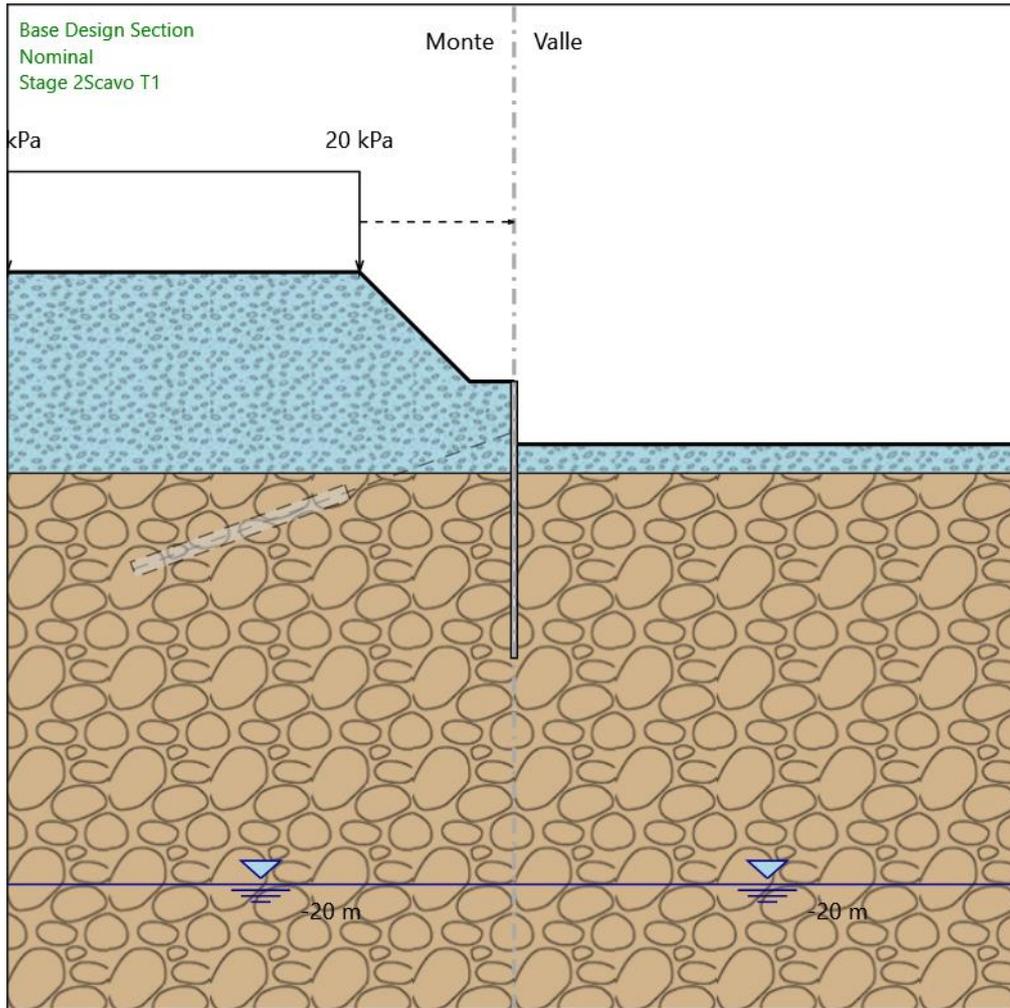
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Elementi strutturali

Paratia : Sx

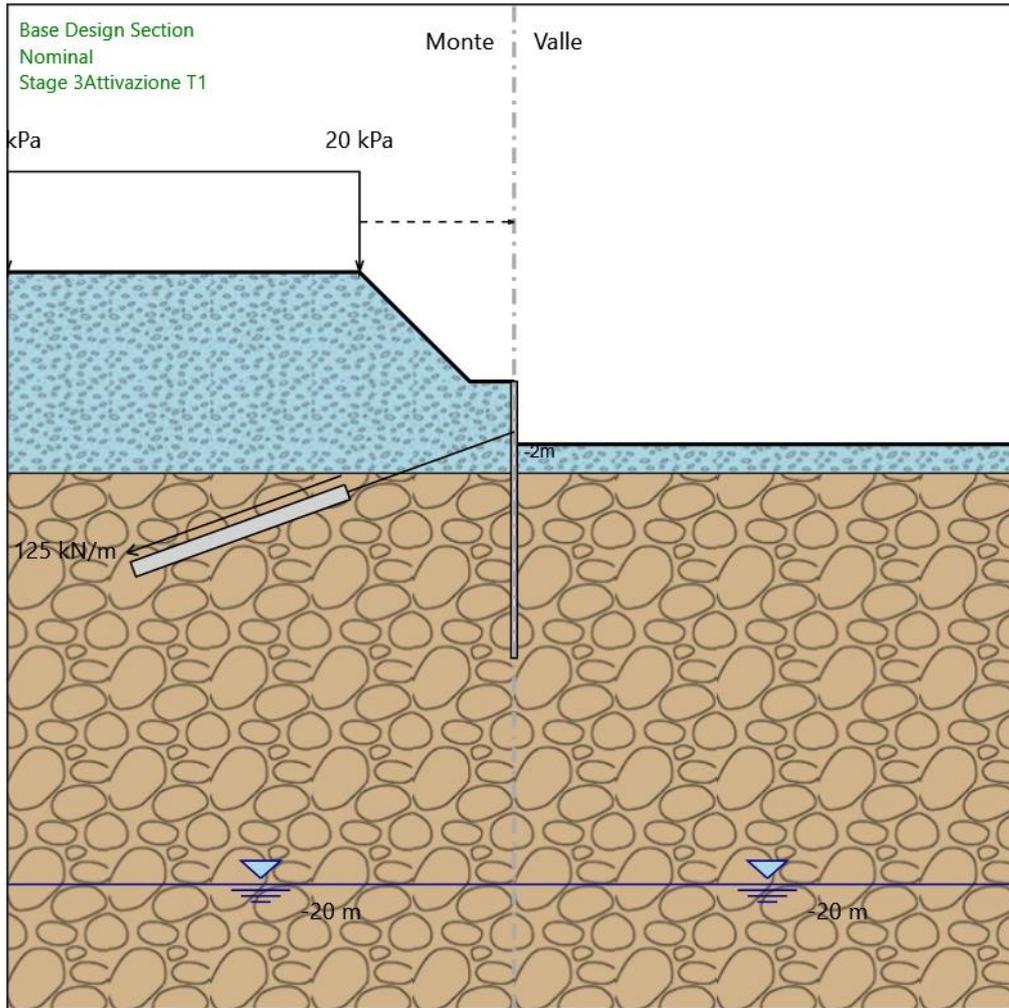
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 3_Attivazione T1



Stage 3_Attivazione T1

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 7 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

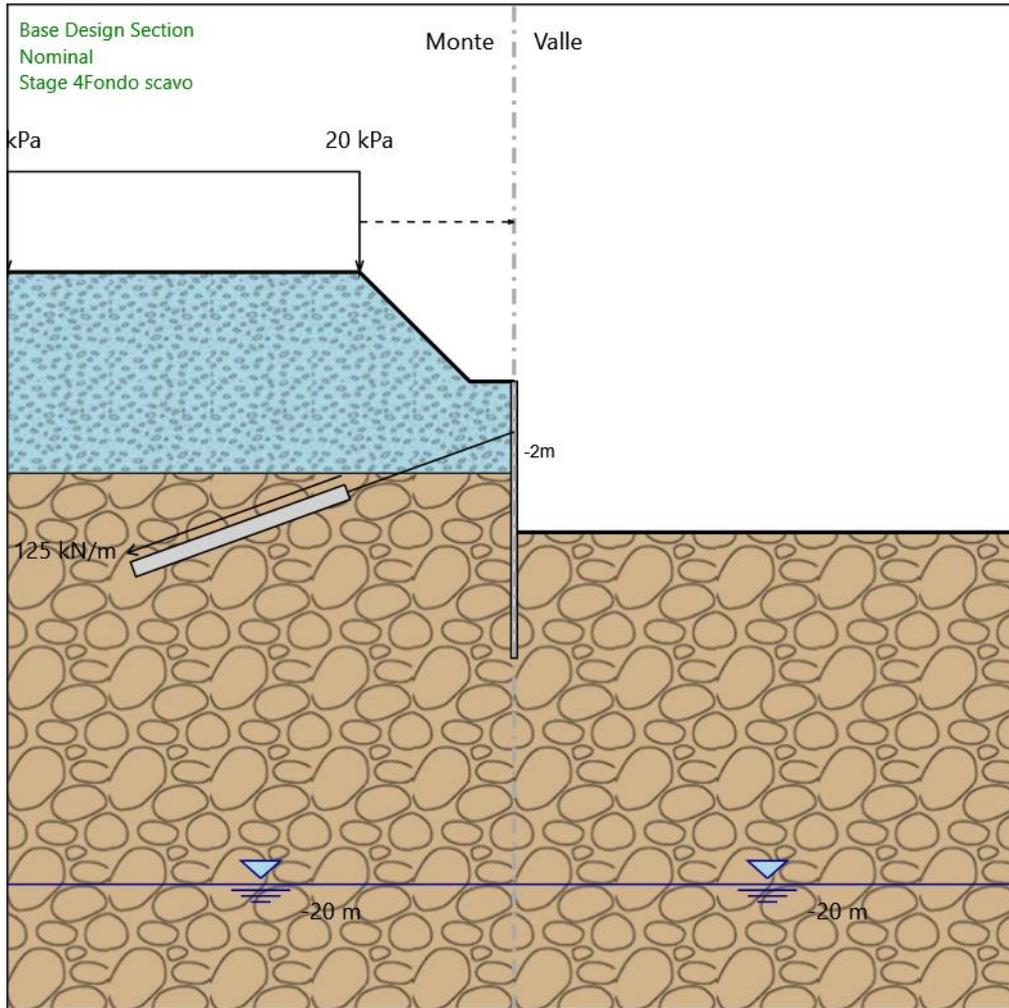
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Stage 4_Fondo scavo



Stage 4_Fondo scavo

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 7 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

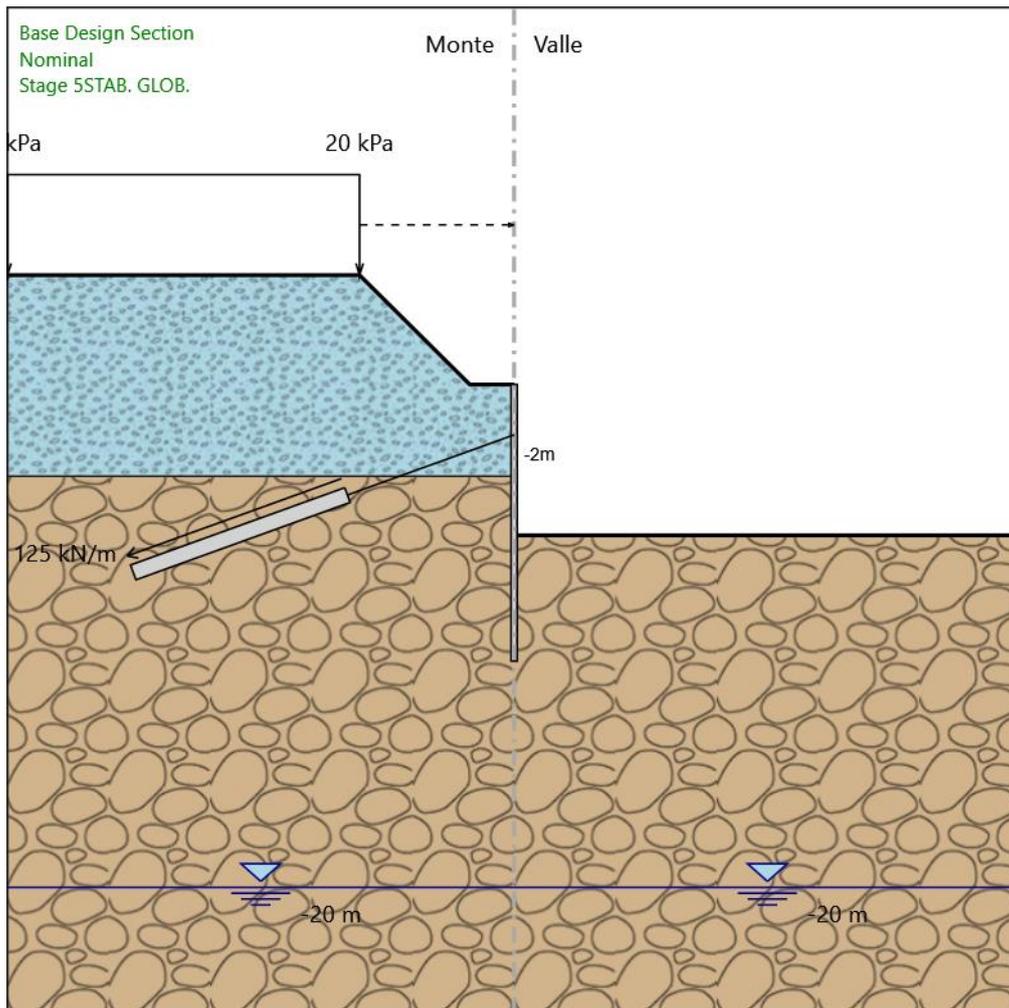
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Stage 5_STAB. GLOB.



Stage 5_STAB. GLOB.

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 7 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Perma- nenti Sfavore- voli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Perma- nenti Favore- voli (F_dead_load_f avour)	Carichi Varia- bili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Varia- bili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Si- smico (F_seism_loa d)	Pres- sioni Acqua Lato Mont) (F_Wa- terDR Res)	Pres- sioni Acqua Lato Valle) (F_Wa- terDR Res)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_HYD_QDSta b)
------	--	---	--	---	---	---	--	--	---	---	--	---	---

Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre- quente/Qua- si Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

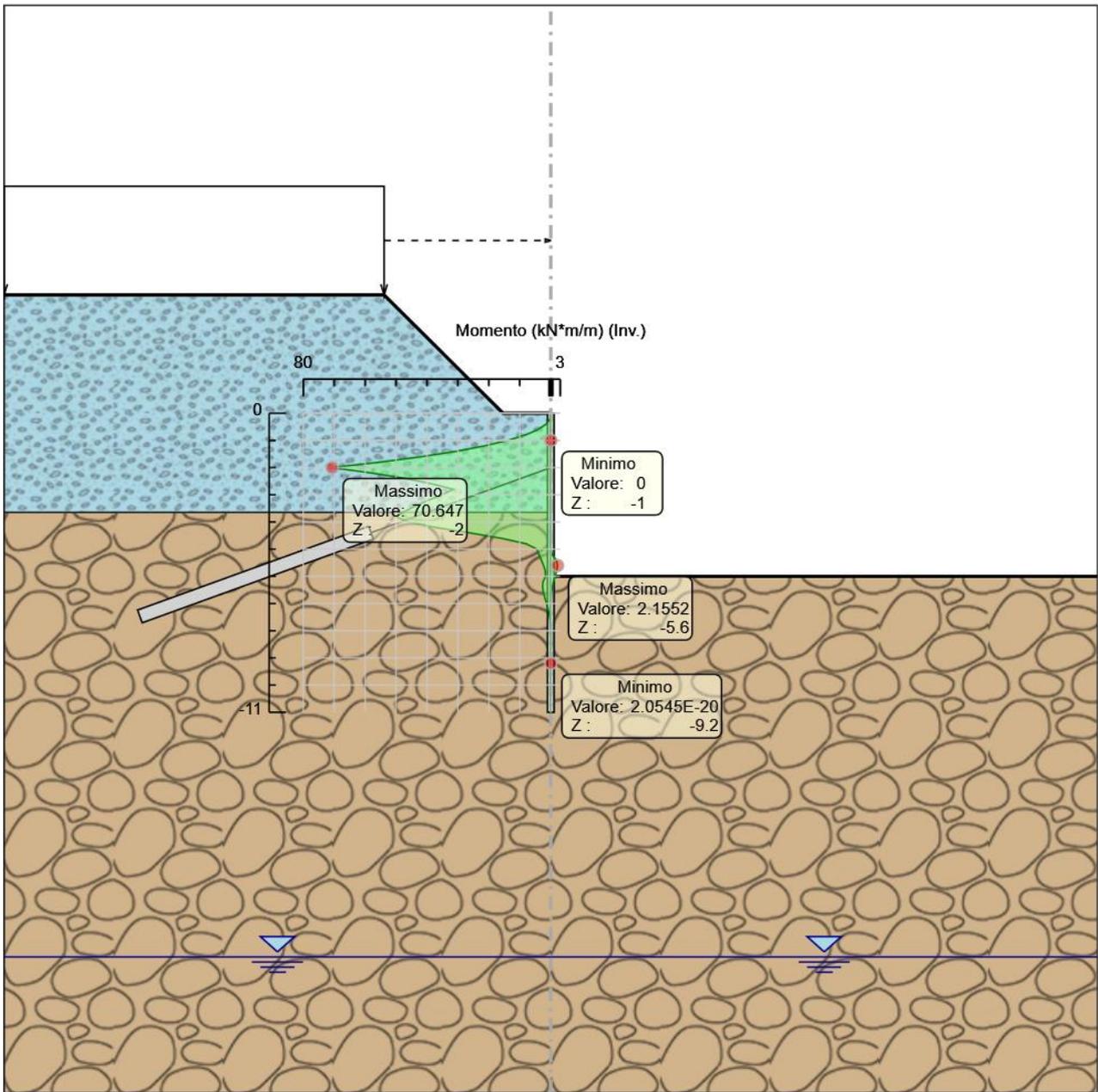
Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo	Stage 3_Attivazione	Stage 4_Fondo scavo	Stage 5_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)					
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1					

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.2	0.163	0	
-0.4	1.498	0	
-0.6	4.144	0	
-0.8	8.241	0	
-1	13.915	0	
-1.2	21.288	0	
-1.4	30.542	0	
-1.6	41.815	0	
-1.8	55.163	0	
-2	70.647	0	
-2.2	57.747	0	
-2.4	46.977	0	
-2.6	38.274	0	
-2.8	31.523	0	
-3	35.044	0	
-3.2	39.616	0	
-3.4	43.555	0	
-3.6	47.004	0	
-3.8	50.147	0	
-4	45.927	0	
-4.2	37.31	0	
-4.4	26.181	0	
-4.6	15.945	0	
-4.8	8.051	0	
-5	4.49	0	
-5.2	3.782	0.352	
-5.4	3.074	1.793	
-5.6	2.366	2.155	
-5.8	1.772	1.895	
-6	1.708	1.391	
-6.2	2.545	0.876	
-6.4	2.676	0.46	
-6.6	2.384	0.175	
-6.8	1.897	0.05	
-7	1.371	0	
-7.2	0.899	0	
-7.4	0.523	0	
-7.6	0.254	0	
-7.8	0.079	0	
-8	0.023	0.019	
-8.2	0.01	0.064	
-8.4	0.003	0.073	
-8.6	0.001	0.064	
-8.8	0	0.046	
-9	0	0.027	
-9.2	0	0.01	
-9.4	0.002	0.001	
-9.6	0.01	0.001	
-9.8	0.014	0	
-10	0.014	0	
-10.2	0.012	0	
-10.4	0.009	0	
-10.6	0.005	0	
-10.8	0.002	0	
-11	0	0	

Grafico Involuppi Momento

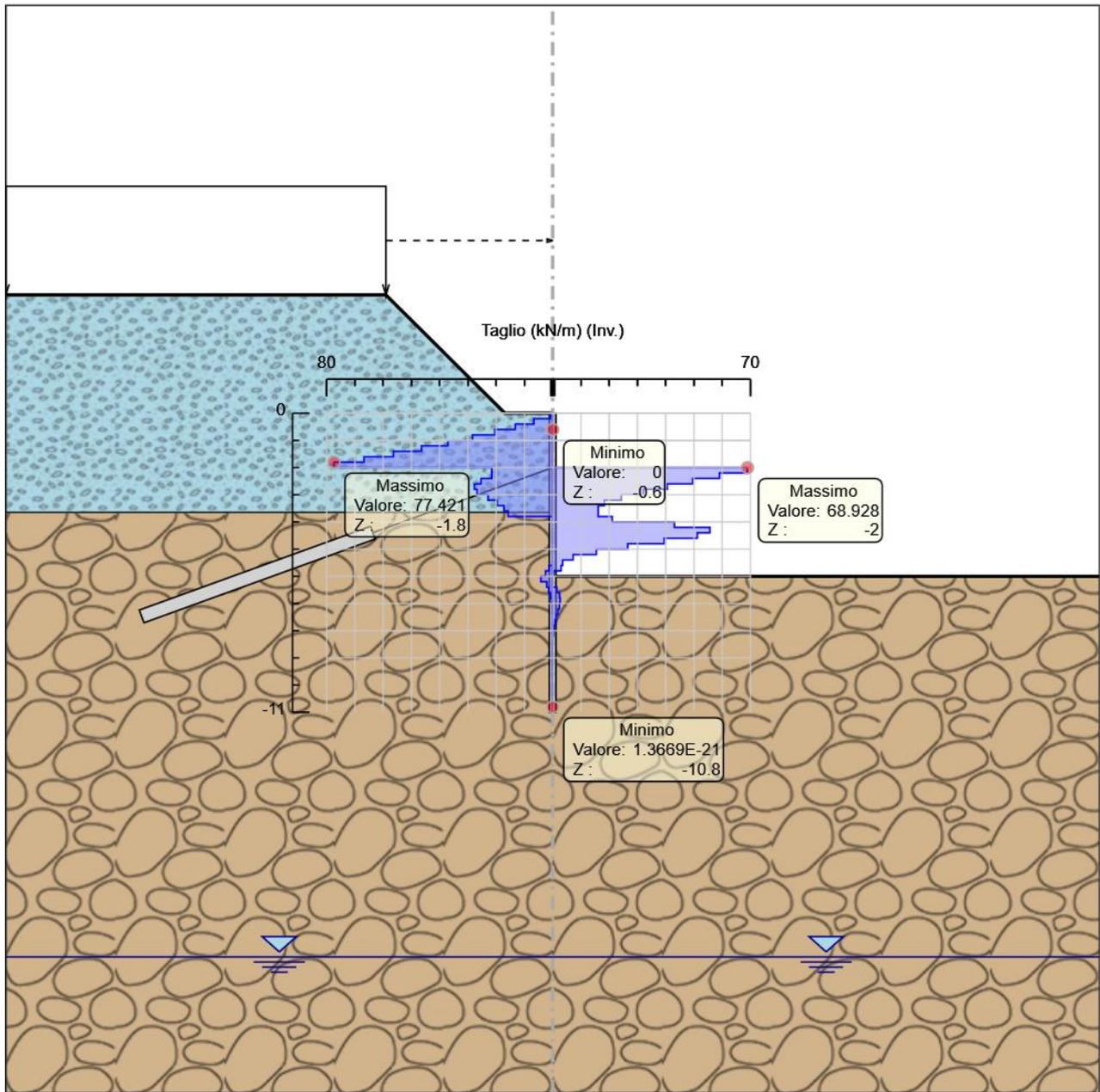


Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.815	0
-0.2	6.673	0
-0.4	13.234	0
-0.6	20.481	0
-0.8	28.37	0
-1	37.076	0
-1.2	46.435	0
-1.4	56.361	0
-1.6	66.741	0
-1.8	77.421	0
-2	77.421	68.928
-2.2	21.555	68.928
-2.4	25.378	59.045
-2.6	27.717	49.558
-2.8	27.717	40.578
-3	26.776	32.154
-3.2	22.858	24.278
-3.4	19.699	18.247
-3.6	17.244	16.118
-3.8	15.715	21.099
-4	0	43.089
-4.2	0	55.642
-4.4	0	55.642
-4.6	0	51.18
-4.8	0	39.47
-5	0	26.566
-5.2	0	15.449
-5.4	0	7.207
-5.6	1.302	3.54
-5.8	2.521	2.967
-6	4.186	0.323
-6.2	4.186	0
-6.4	2.078	1.461
-6.6	1.428	2.437
-6.8	0.839	2.629
-7	0.396	2.629
-7.2	0.121	2.36
-7.4	0.029	1.877
-7.6	0	1.349
-7.8	0	0.872
-8	0	0.493
-8.2	0	0.222
-8.4	0.048	0.048
-8.6	0.09	0.02
-8.8	0.096	0.007
-9	0.096	0.002
-9.2	0.083	0
-9.4	0.062	0
-9.6	0.039	0
-9.8	0.018	0
-10	0.002	0.01
-10.2	0.001	0.017
-10.4	0	0.019
-10.6	0	0.019
-10.8	0	0.017
-11	0	0.008

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva	%
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3_Activazione T1	Left Wall	LEFT		5.55
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4_Fondo scavo	Left Wall	RIGHT		8.57

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva	%
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4_Fondo scavo	Left Wall	LEFT		930.27
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT		1420.39

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.1

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
	1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 4_Fondo scavo	303.279	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 5_STAB. GLOB.	303.279	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
	1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 4_Fondo scavo	394.497	589.049	550.44	0.67	0.717		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 5_STAB. GLOB.	394.497	589.049	550.44	0.67	0.717		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
	1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 4_Fondo scavo	306.764	589.049	550.44	0.521	0.557		NO
	1° ordine di tiranti	Stage 5_STAB. GLOB.	306.764	589.049	550.44	0.521	0.557		NO

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

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
1° ordine di tiranti	Stage 4_Fondo scavo	394.497	589.049	550.44	0.67	0.717		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	<i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i>	

14.8 Allegato 8 - Paratia tipo C

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL
 Quota : 5 m
 OCR : 1

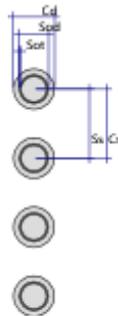
Tipo : HORIZONTAL
 Quota : -3.65 m
 OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c'	c	S_u	Modulo Elastico	E_u	E_{vc}	E_{ur}	A_h	A_v	\exp	P_a	R_{ur}/R_{vc}	R_{vc}	K_u	K_{vc}	K_{ur}	
		kN/m^3	kN/m^3	$^\circ$	$^\circ$	kPa	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^3	
1	ALF	17.6	17.6	28.5		0			Constant		14000	22400										
2	CB	20.1	20.1	26.7		125			Constant		540000	864000										

Descrizione Pareti

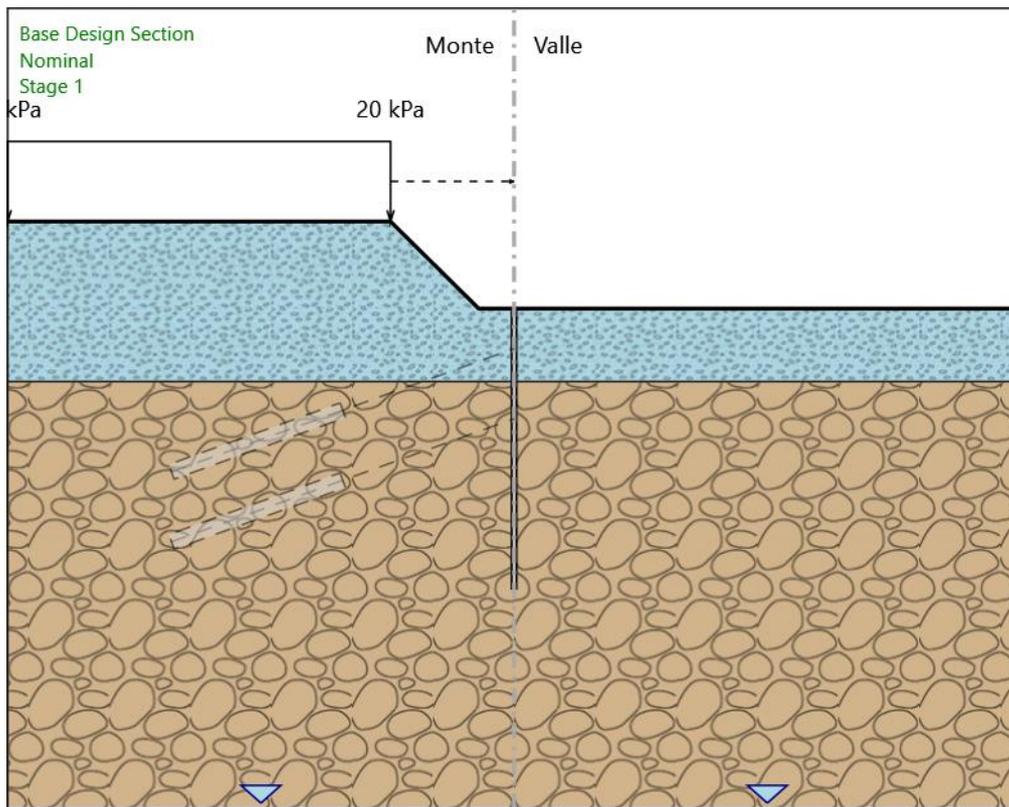
X : 0 m
 Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -14 m
 Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
 Area equivalente : 0.019045141329815 m
 Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m
 Materiale calcestruzzo : C25/30
 Tipo sezione : Tangent
 Spaziatura : 0.4 m
 Diametro : 0.24 m
 Efficacia : 0.5
 Materiale acciaio : S355
 Sezione : CHS168.3*10
 Tipo sezione : O
 Spaziatura : 0.4 m
 Spessore : 0.01 m
 Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)

(-6.1;4.35)

(-1.75;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m

Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

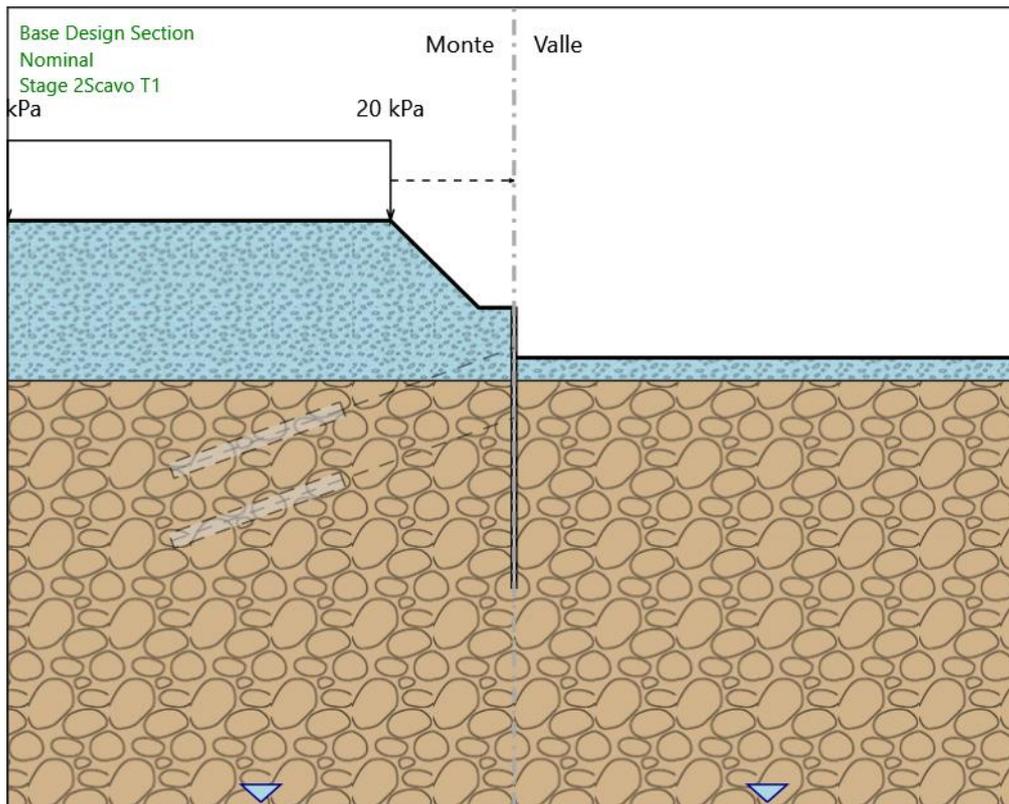
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

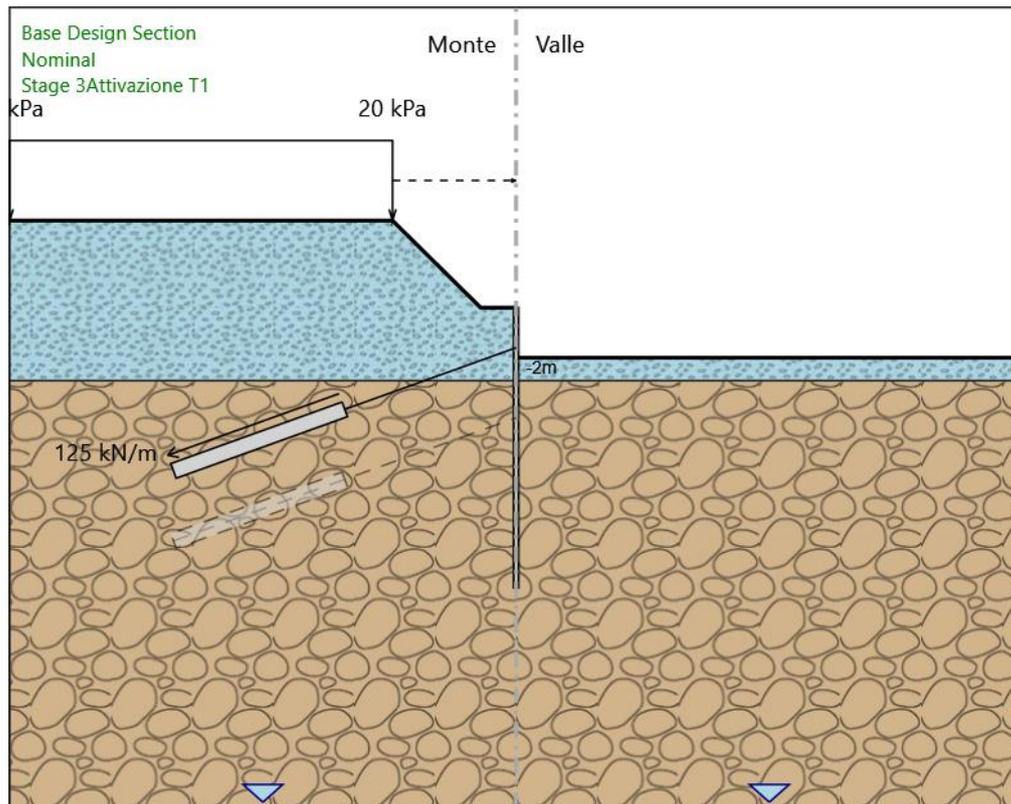
X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -14 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 3_Activazione T1



Stage 3_Activazione T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

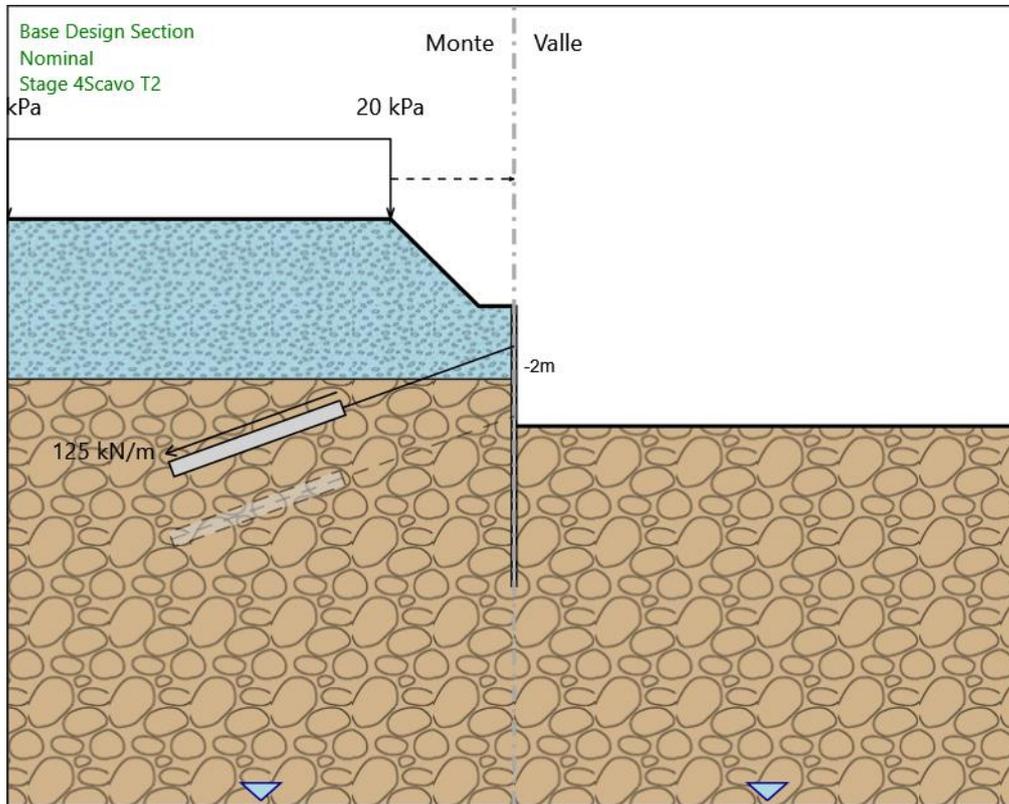
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -14 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 4_Scavo T2



Stage 4_Scavo T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)

(-6.1;4.35)

(-1.75;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m

Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

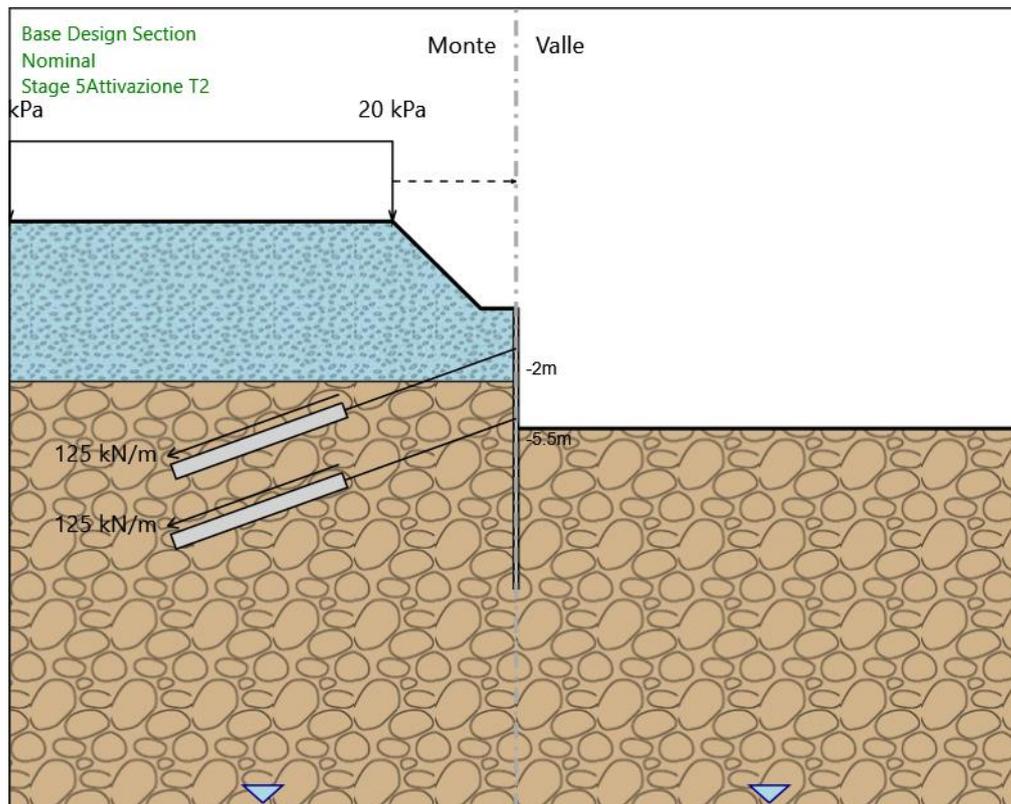
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
Tirante : 1° ordine di tiranti
X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 5_Activazione T2



Stage 5_Activazione T2
Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)
(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge
X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -14 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

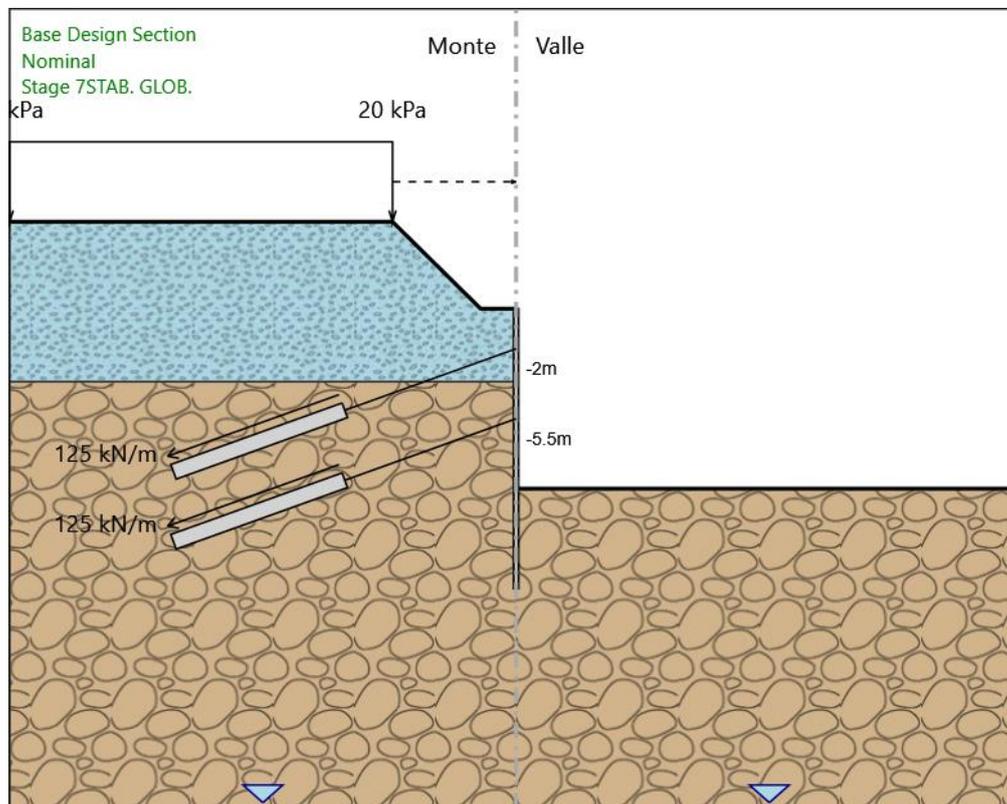
X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²
 Tirante : 2° ordine di tiranti
 X : 0 m
 Z : -5.5 m
 Lunghezza bulbo : 9 m
 Diametro bulbo : 0.15 m
 Lunghezza libera : 9 m
 Spaziatura orizzontale : 2.4 m
 Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 7_STAB. GLOB.



Stage 7_STAB. GLOB.

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : -9 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
 (-6.1;4.35)
 (-1.75;0)
 (0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m

Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -5.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 9 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

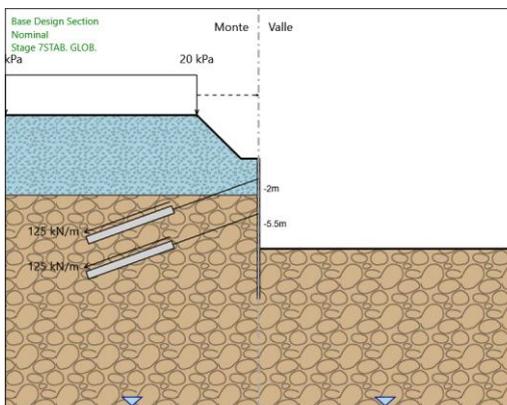
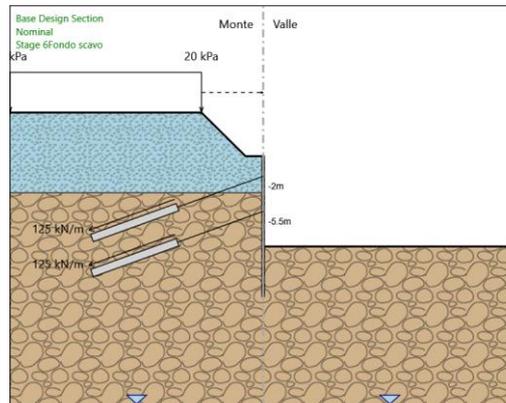
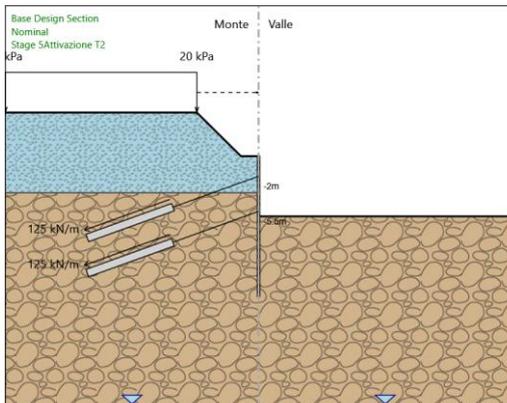
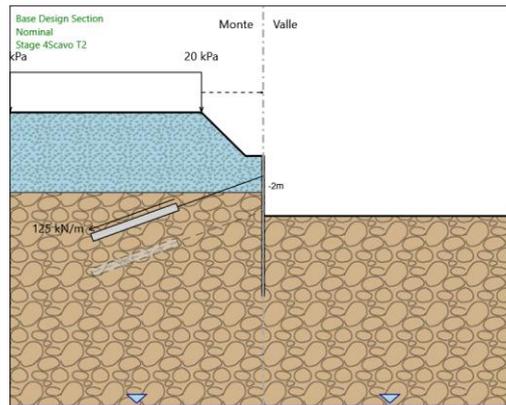
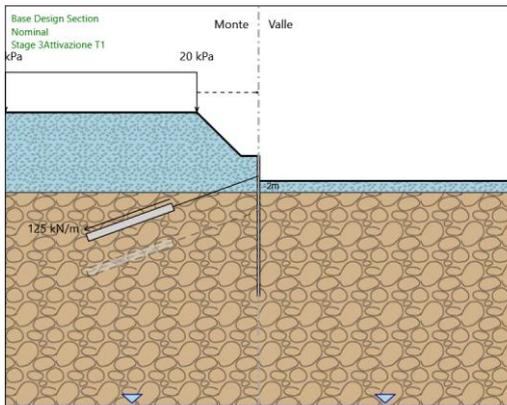
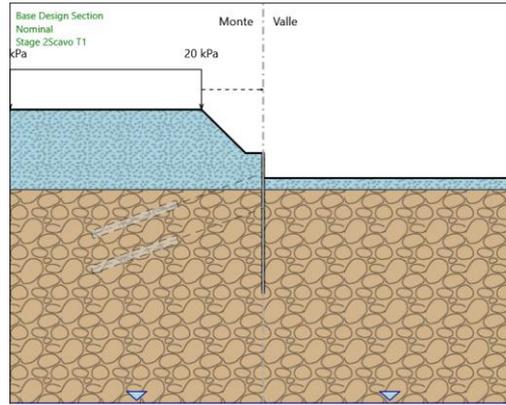
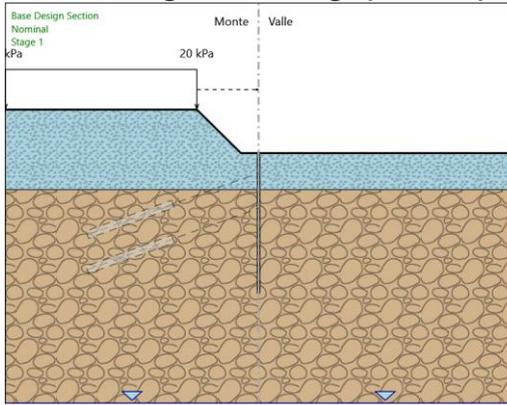
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Perma- nenti Sfavore- voli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Perma- nenti Favore- voli (F_dead_load_f avour)	Carichi Varia- bili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Varia- bili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Si- smico (F_seism_loa d)	Pres- sioni Acqua Lato Mont) (F_Wa terDR Res)	Pres- sioni Acqua Lato Valle) (F_Wa terDR Res)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_HYD_QDSta b)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre- quente/Qua- si Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

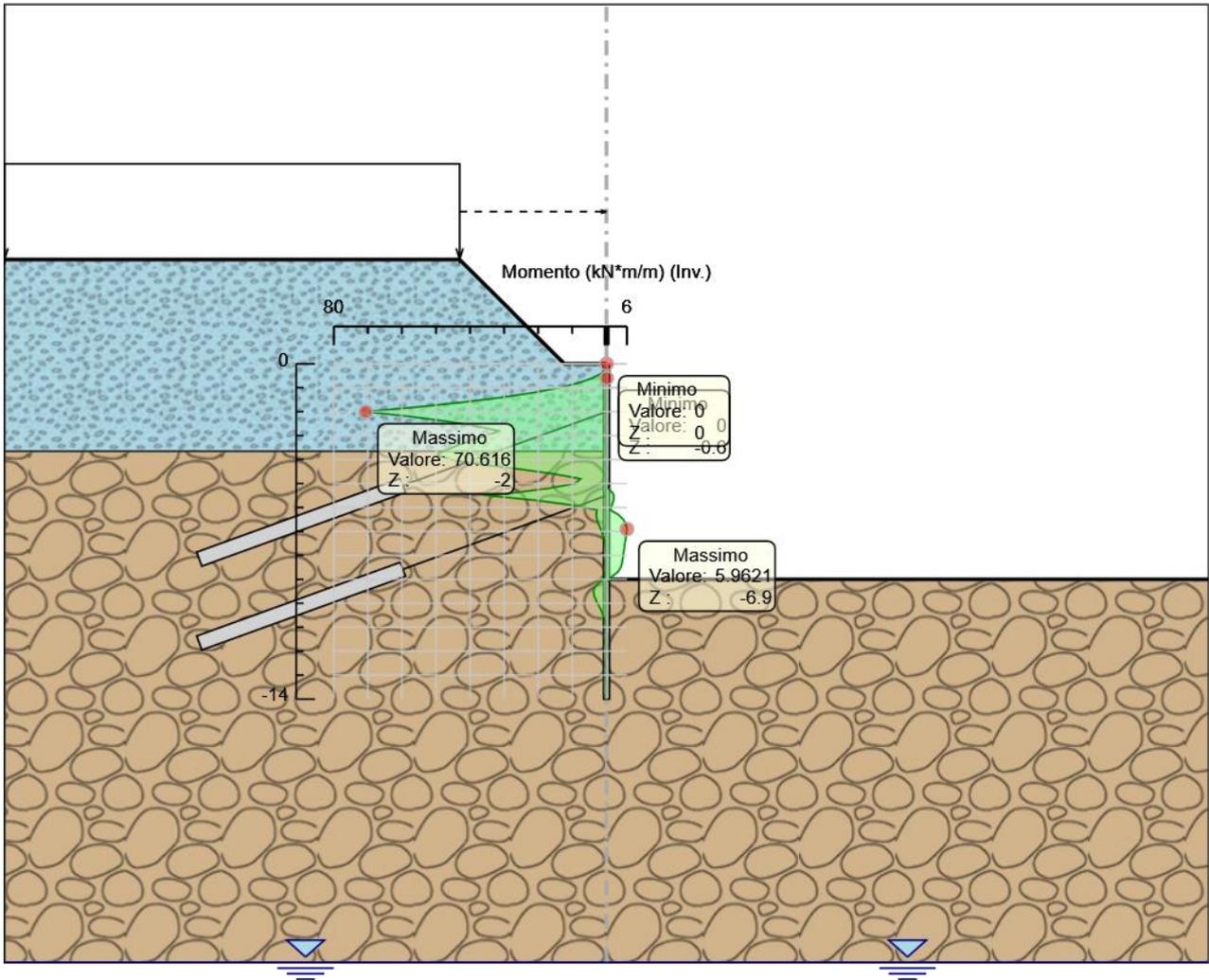
Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attivazione T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attivazione T2	Stage 6_Fondo scavo	Stage 7_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)							
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1							

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.2	0.167	0	
-0.4	1.496	0	
-0.6	4.131	0	
-0.8	8.206	0	
-1	13.851	0	
-1.2	21.232	0	
-1.4	30.513	0	
-1.6	41.781	0	
-1.8	55.128	0	
-2	70.616	0	
-2.2	57.726	0	
-2.4	46.974	0	
-2.6	38.296	0	
-2.8	31.581	0	
-3	35.126	0	
-3.2	39.679	0	
-3.4	43.567	0	
-3.6	46.934	0	
-3.8	49.967	0	
-4	45.599	0	
-4.2	36.707	0	
-4.4	25.473	0	
-4.6	15.334	0	
-4.8	7.602	0	
-5	9.207	0	
-5.2	16.83	0.502	
-5.4	27.934	1.84	
-5.5	34.829	2.114	
-5.7	20.748	2.054	
-5.9	10.18	1.61	
-6.1	2.806	1.078	
-6.3	3.032	3.497	
-6.5	2.785	4.929	
-6.7	2.293	5.687	
-6.9	1.726	5.962	
-7.1	1.191	5.826	
-7.3	0.746	5.619	
-7.5	0.41	5.413	
-7.7	0.179	5.206	
-7.9	0.036	5	
-8.1	0.037	4.793	
-8.3	0.197	4.587	
-8.5	0.261	4.192	
-8.7	0.263	3.277	
-8.9	0.23	1.437	
-9.1	1.785	0.019	
-9.3	3.394	0.003	
-9.5	3.847	0.001	
-9.7	3.593	0	
-9.9	2.983	0	
-10.1	2.258	0	
-10.3	1.57	0	
-10.5	0.995	0	
-10.7	0.559	0	
-10.9	0.257	0	
-11.1	0.068	0	
-11.3	0.011	0.034	
-11.5	0.01	0.077	
-11.7	0.008	0.082	
-11.9	0.008	0.068	
-12.1	0.007	0.045	
-12.3	0.007	0.022	
-12.5	0.006	0.003	
-12.7	0.01	0	
-12.9	0.017	0	
-13.1	0.019	0	
-13.3	0.016	0	
-13.5	0.011	0	
-13.7	0.005	0	
-13.9	0.001	0	
-14	0	0	

Grafico Involuppi Momento

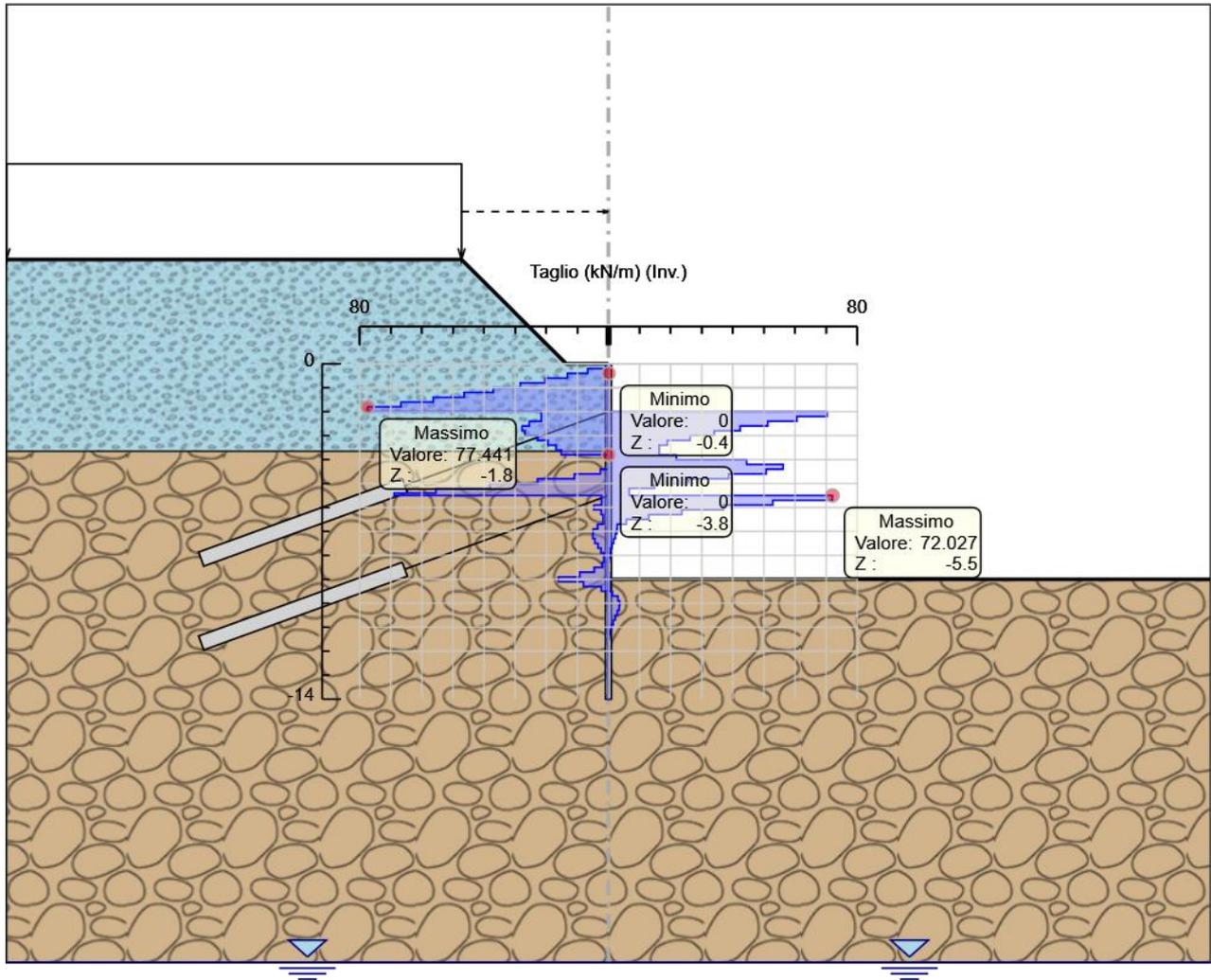


Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.833	0
-0.2	6.648	0
-0.4	13.172	0
-0.6	20.375	0
-0.8	28.328	0
-1	37.038	0
-1.2	46.402	0
-1.4	56.34	0
-1.6	66.737	0
-1.8	77.441	0
-2	77.441	70.315
-2.2	21.6	70.315
-2.4	25.43	60.565
-2.6	27.776	51.207
-2.8	27.776	42.348
-3	26.842	34.032
-3.2	22.768	26.248
-3.4	19.441	18.935
-3.6	16.831	16.323
-3.8	15.165	21.838
-4	0	44.462
-4.2	0	56.168
-4.4	2.596	56.168
-4.6	10.953	50.697
-4.8	22.79	38.658
-5	38.113	25.752
-5.2	55.521	14.77
-5.4	68.946	6.689
-5.5	68.946	72.027
-5.7	2.22	72.027
-5.9	4.679	52.841
-6.1	4.679	37.002
-6.3	2.321	23.603
-6.5	1.696	12.987
-6.7	3.487	5.74
-6.9	4.955	2.836
-7.1	5.031	2.673
-7.3	5.031	2.225
-7.5	4.354	1.68
-7.7	3.372	1.156
-7.9	2.364	0.714
-8.1	1.486	0.379
-8.3	1.976	0.148
-8.5	4.576	0.027
-8.7	9.196	0.161
-8.9	16.113	0.232
-9.1	16.113	0.239
-9.3	8.041	0.239
-9.5	2.269	1.269
-9.7	0.037	3.054
-9.9	0.019	3.622
-10.1	0.006	3.622
-10.3	0	3.441
-10.5	0	2.877
-10.7	0	2.181
-10.9	0.004	1.509
-11.1	0.006	0.943
-11.3	0.006	0.512
-11.5	0.005	0.213
-11.7	0.073	0.027
-11.9	0.113	0.004
-12.1	0.114	0.003
-12.3	0.114	0.003
-12.5	0.095	0.003
-12.7	0.066	0.004
-12.9	0.036	0.005
-13.1	0.009	0.012
-13.3	0	0.026
-13.5	0	0.03
-13.7	0	0.03
-13.9	0	0.023
-14	0	0.007

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	6.6
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 6_Fondo scavo	Left Wall	RIGHT	12.99

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 6_Fondo scavo	Left Wall	LEFT	1556.2
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	2650.87

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_3	1.8
γ_s	1.1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Activazione T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Activazione T2	Stage 6_Fondo scavo	Stage 7_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)							
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1							

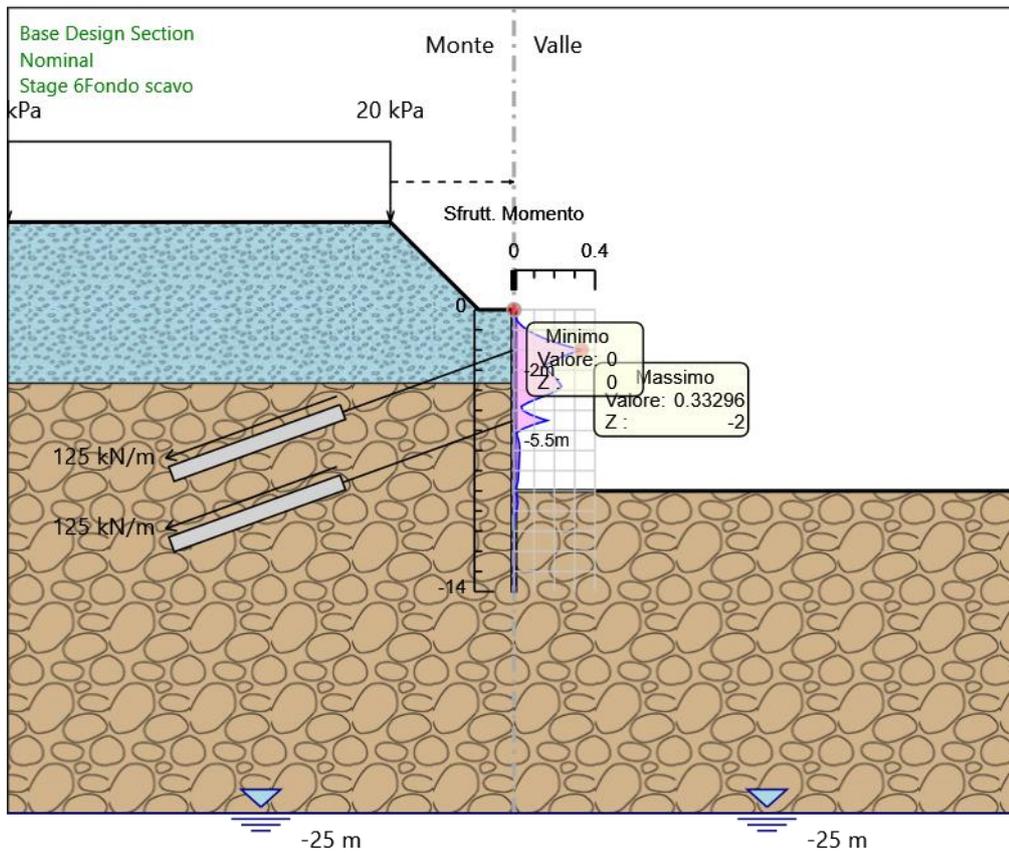
Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
Z (m)	
0	0
-0.2	0.001
-0.4	0.007
-0.6	0.019
-0.8	0.039
-1	0.065
-1.2	0.1
-1.4	0.144
-1.6	0.197
-1.8	0.26
-2	0.333
-2.2	0.272
-2.4	0.221
-2.6	0.181
-2.8	0.149
-3	0.166
-3.2	0.187
-3.4	0.205
-3.6	0.221
-3.8	0.236
-4	0.215
-4.2	0.173
-4.4	0.12
-4.6	0.072
-4.8	0.036
-5	0.043
-5.2	0.079
-5.4	0.132
-5.5	0.164
-5.7	0.098
-5.9	0.048
-6.1	0.013
-6.3	0.016
-6.5	0.023
-6.7	0.027
-6.9	0.028
-7.1	0.027
-7.3	0.026
-7.5	0.026
-7.7	0.025
-7.9	0.024
-8.1	0.023
-8.3	0.022
-8.5	0.02
-8.7	0.015
-8.9	0.007
-9.1	0.008
-9.3	0.016
-9.5	0.018
-9.7	0.017
-9.9	0.014

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
-10.1		0.011
-10.3		0.007
-10.5		0.005
-10.7		0.003
-10.9		0.001
-11.1		0
-11.3		0
-11.5		0
-11.7		0
-11.9		0
-12.1		0
-12.3		0
-12.5		0
-12.7		0
-12.9		0
-13.1		0
-13.3		0
-13.5		0
-13.7		0
-13.9		0
-14		0

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

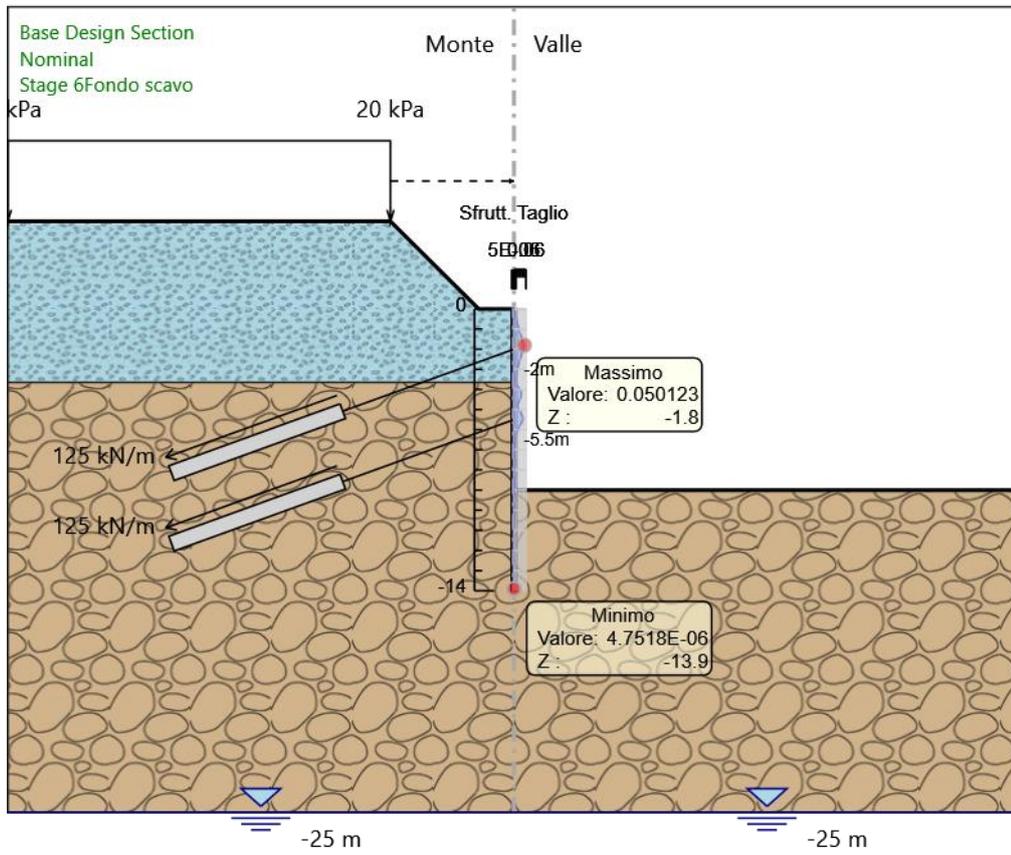


Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.001
-0.2	0.004
-0.4	0.009
-0.6	0.013
-0.8	0.018
-1	0.024
-1.2	0.03
-1.4	0.036
-1.6	0.043
-1.8	0.05
-2	0.046
-2.2	0.039
-2.4	0.033
-2.6	0.027
-2.8	0.022
-3	0.017
-3.2	0.013
-3.4	0.011
-3.6	0.01
-3.8	0.014
-4	0.029
-4.2	0.036
-4.4	0.033
-4.6	0.025
-4.8	0.017
-5	0.025
-5.2	0.036
-5.4	0.045
-5.5	0.047
-5.7	0.034
-5.9	0.024
-6.1	0.015
-6.3	0.008
-6.5	0.004
-6.7	0.002
-6.9	0.003
-7.1	0.003
-7.3	0.003
-7.5	0.002
-7.7	0.002
-7.9	0.001
-8.1	0.001
-8.3	0.001
-8.5	0.003
-8.7	0.006
-8.9	0.01
-9.1	0.005
-9.3	0.001
-9.5	0.001
-9.7	0.002
-9.9	0.002
-10.1	0.002
-10.3	0.002
-10.5	0.001
-10.7	0.001
-10.9	0.001
-11.1	0
-11.3	0
-11.5	0
-11.7	0
-11.9	0
-12.1	0
-12.3	0
-12.5	0
-12.7	0
-12.9	0
-13.1	0
-13.3	0
-13.5	0
-13.7	0
-13.9	0
-14	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	303.155	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	303.81	1166.316	550.44	0.26	0.552		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	303.813	1166.316	550.44	0.26	0.552		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	303.813	1166.316	550.44	0.26	0.552		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	300.112	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	300.112	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	394.339	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	395.189	589.049	550.44	0.671	0.718		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	395.192	589.049	550.44	0.671	0.718		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	395.192	589.049	550.44	0.671	0.718		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	390.155	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	390.155	589.049	550.44	0.662	0.709		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	306.411	589.049	550.44	0.52	0.557		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	307.105	589.049	550.44	0.521	0.558		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	307.099	589.049	550.44	0.521	0.558		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	307.099	589.049	550.44	0.521	0.558		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Fondo scavo	300.158	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_STAB. GLOB.	300.158	589.049	550.44	0.51	0.545		NO

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

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti		NTC2018 (ITA)							Design Assumption
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	395.189	589.049	550.44	0.671	0.718		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

<p>SS 131 "Carlo Felice"</p> <p>Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500</p>		
<p>CA-357</p>	<p><i>Relazione di Calcolo Opere Provvisionali</i></p>	

14.9 Allegato 9 - Paratia tipo D

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL
 Quota : 5 m
 OCR : 1

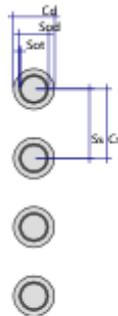
Tipo : HORIZONTAL
 Quota : -3.65 m
 OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c'	c	S_u	Modulo Elastico	E_u	E_{vc}	E_{ur}	A_h	A_v	\exp	P_a	R_{ur}/R_{vc}	R_{vc}	K_u	K_{vc}	K_{ur}
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	kPa	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³
1	ALF	17.6	17.6	28.5		0			Constant		14000	22400									
2	CB	20.1	20.1	26.7		125			Constant		540000	864000									

Descrizione Pareti

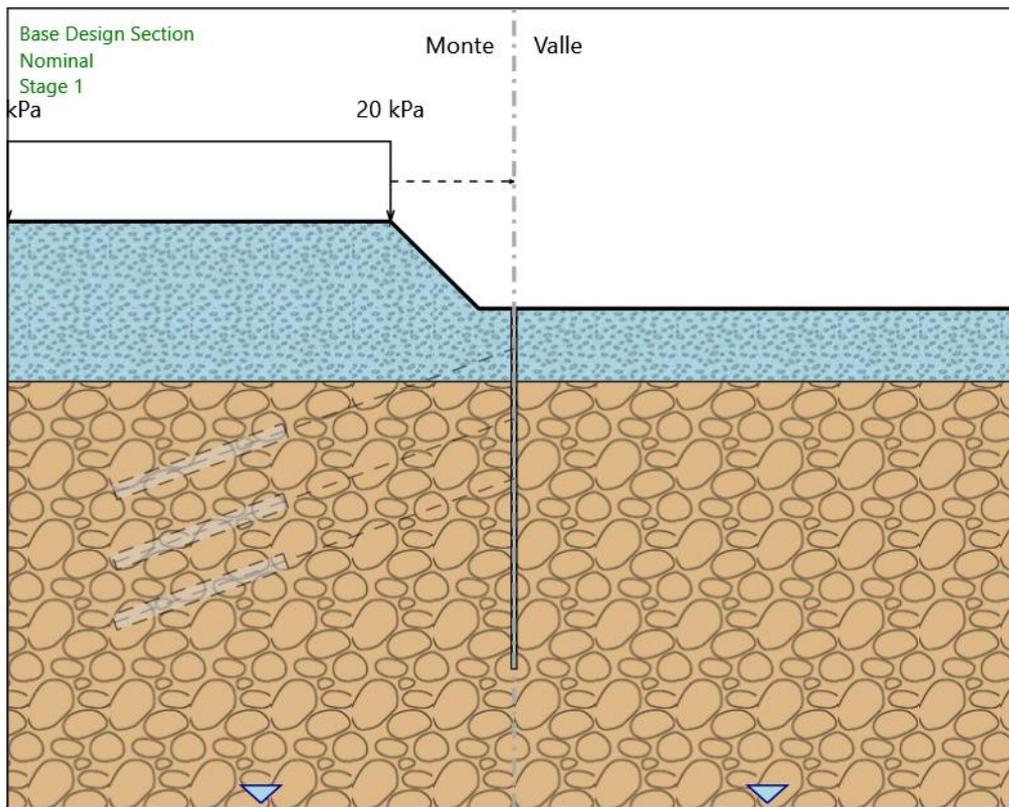
X : 0 m
 Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -18 m
 Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
 Area equivalente : 0.019045141329815 m
 Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m
 Materiale calcestruzzo : C25/30
 Tipo sezione : Tangent
 Spaziatura : 0.4 m
 Diametro : 0.24 m
 Efficacia : 0.5
 Materiale acciaio : S355
 Sezione : CHS168.3*10
 Tipo sezione : O
 Spaziatura : 0.4 m
 Spessore : 0.01 m
 Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)

(-6.1;4.35)

(-1.75;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m

Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

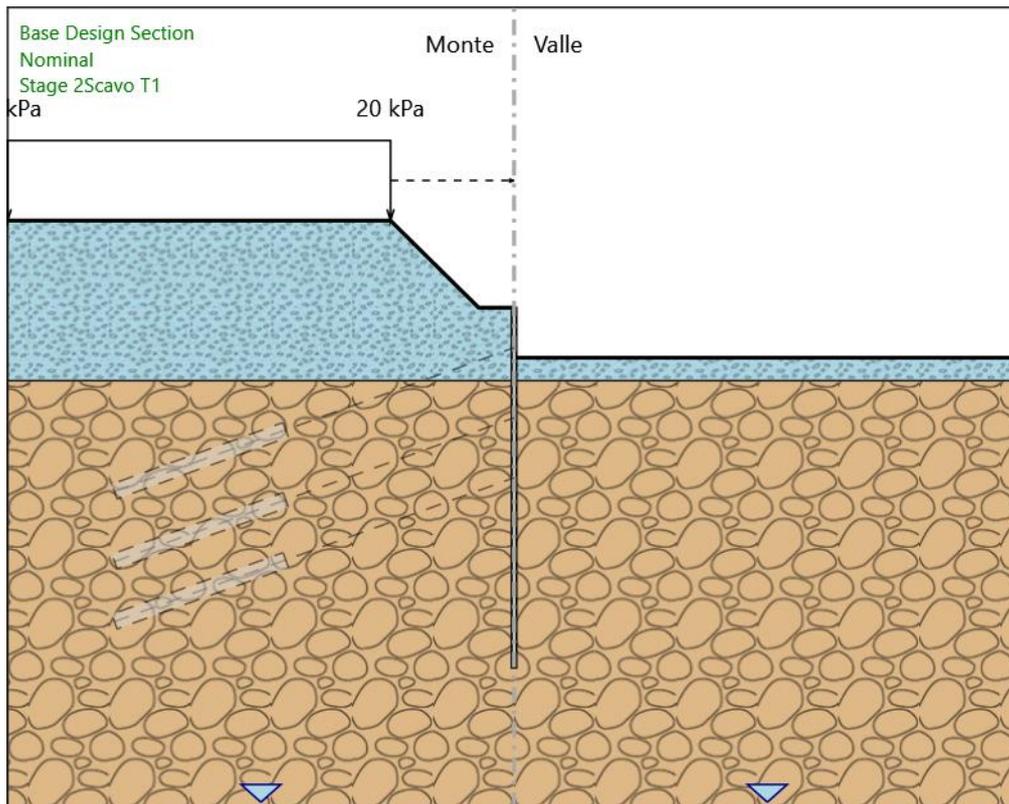
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

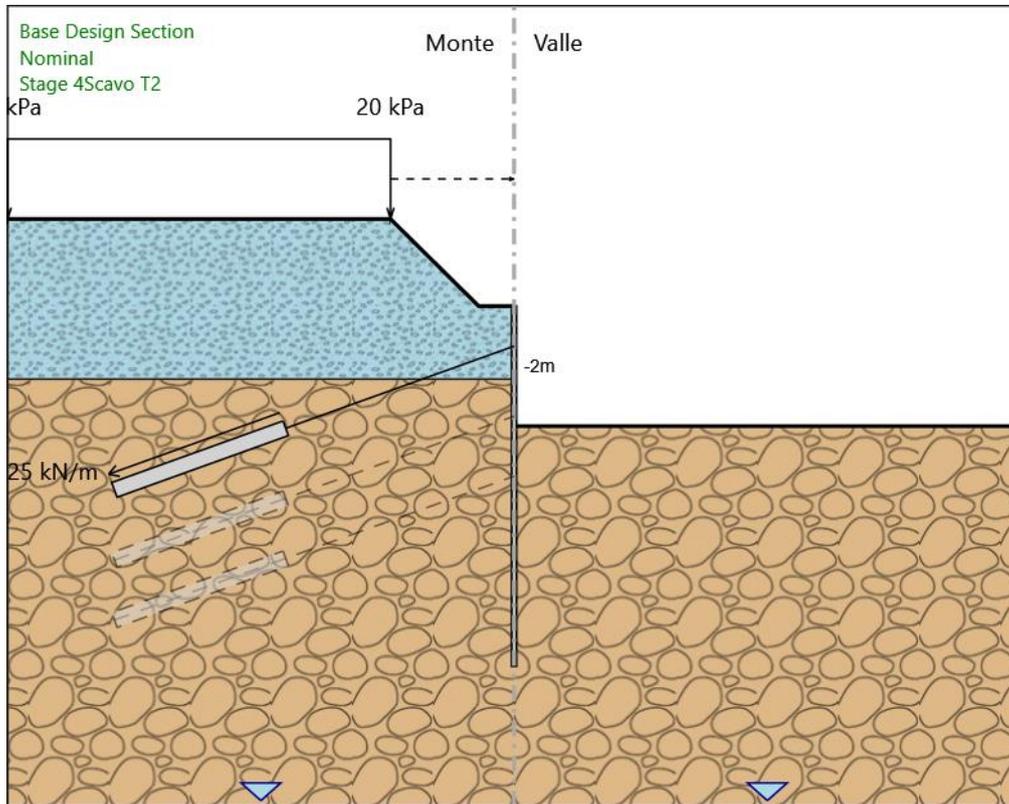
Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 4_Scavo T2



Stage 4_Scavo T2
 Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
 (-6.1;4.35)
 (-1.75;0)
 (0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
 Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
 X finale : -6.1 m
 Pressione iniziale : 20 kPa
 Pressione finale : 20 kPa

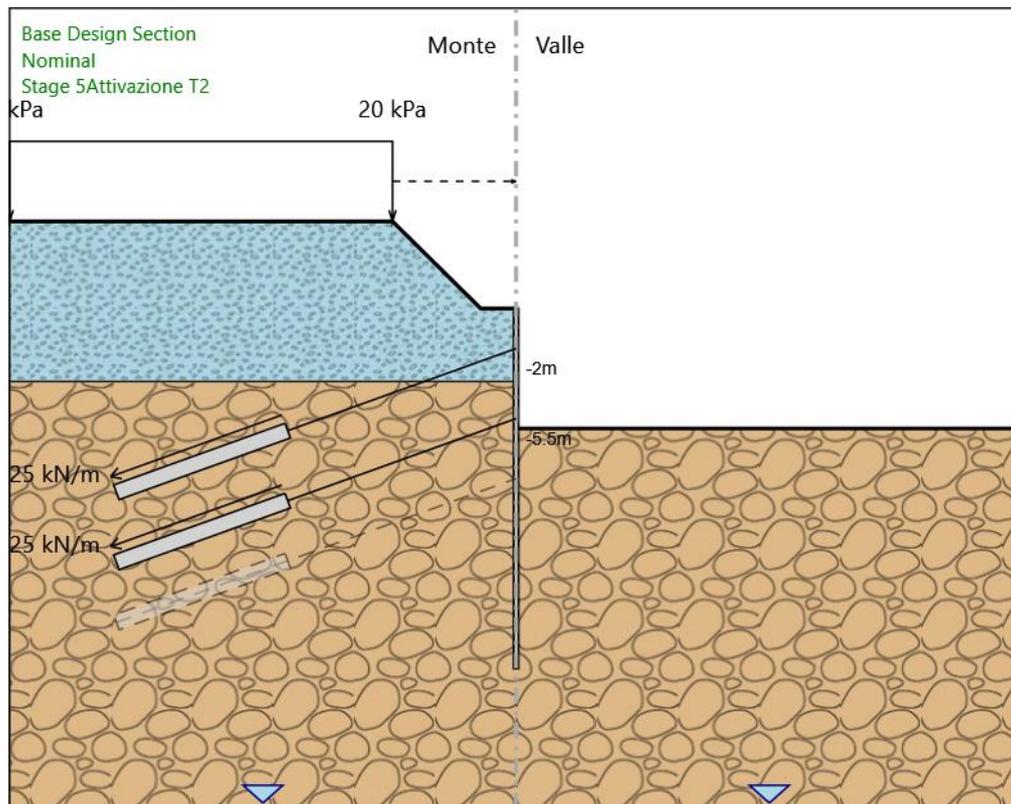
Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
 Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -18 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
 Tirante : 1° ordine di tiranti
 X : 0 m
 Z : -2 m
 Lunghezza bulbo : 9 m
 Diametro bulbo : 0.15 m
 Lunghezza libera : 12 m
 Spaziatura orizzontale : 2.4 m
 Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 5_Activazione T2



Stage 5_Activazione T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
 (-6.1;4.35)
 (-1.75;0)
 (0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
 Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge
 X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

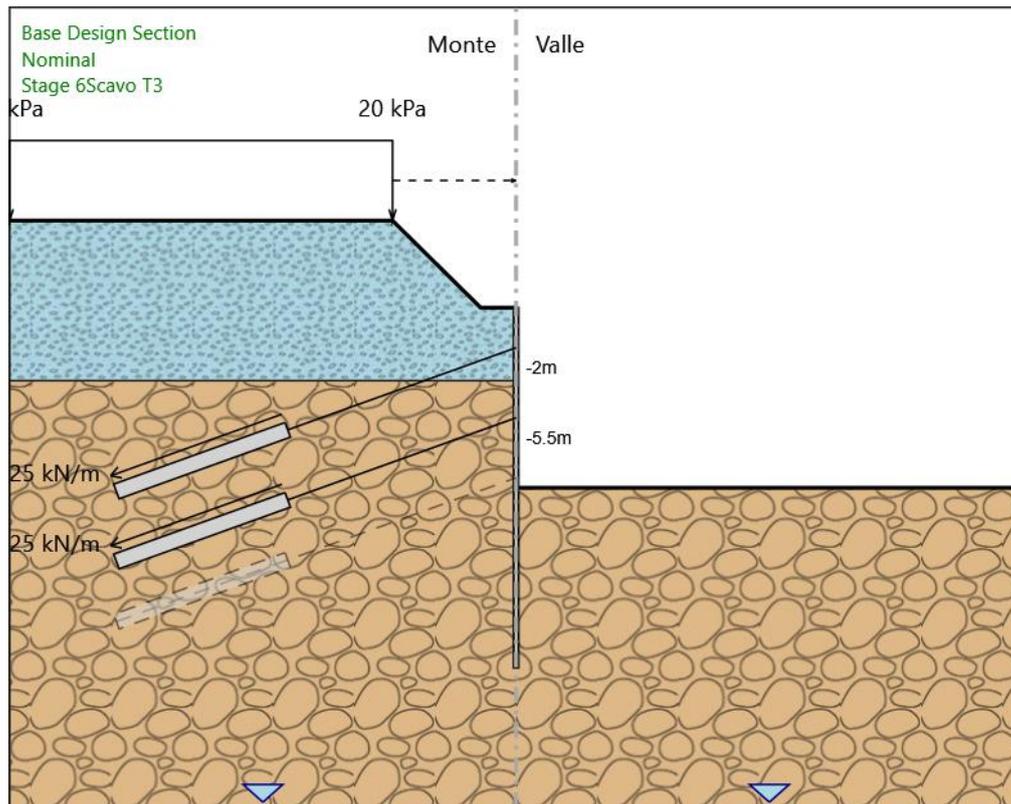
Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 6_Scavo T3



Stage 6_Scavo T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -9 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Preacarico : 300 kN

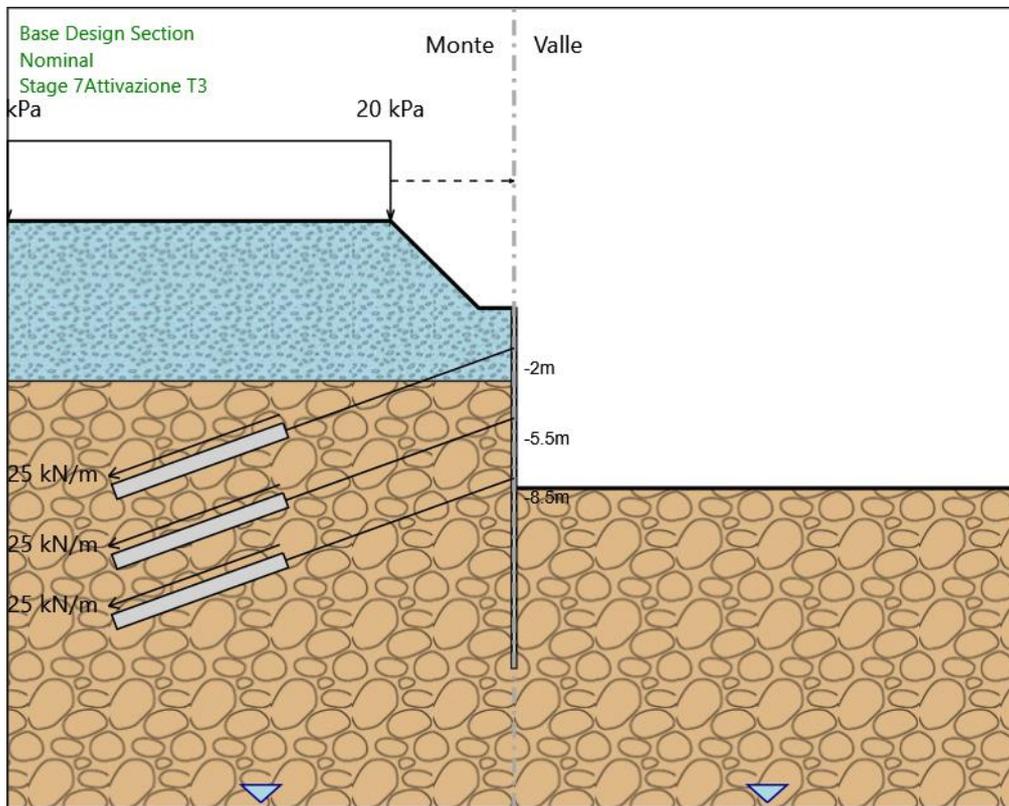
Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m
 Z : -5.5 m
 Lunghezza bulbo : 9 m
 Diametro bulbo : 0.15 m
 Lunghezza libera : 12 m
 Spaziatura orizzontale : 2.4 m
 Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 7_Activazione T3



Stage 7_Activazione T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : -9 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
 (-6.1;4.35)
 (-1.75;0)
 (0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m

Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m

X finale : -6.1 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 12 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m

Z : -5.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 12 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : 3° ordine

X : 0 m

Z : -8.5 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 12 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

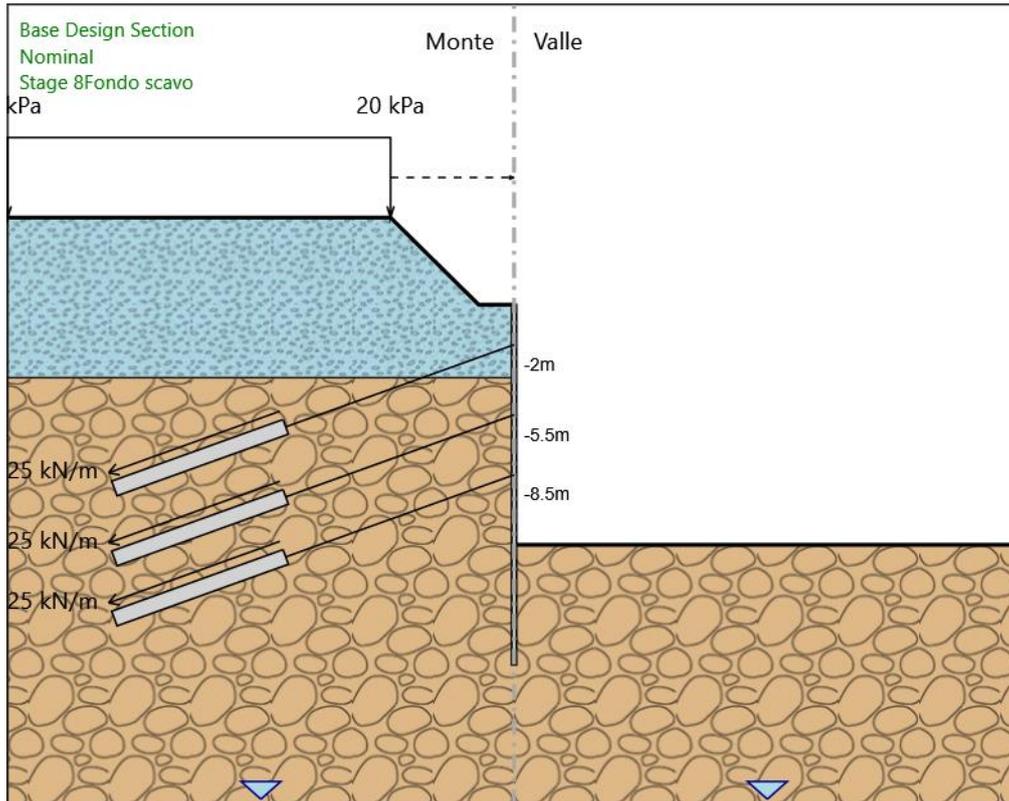
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Stage 8_Fondo scavo



Stage 8_Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -12 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-12 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : 2° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli

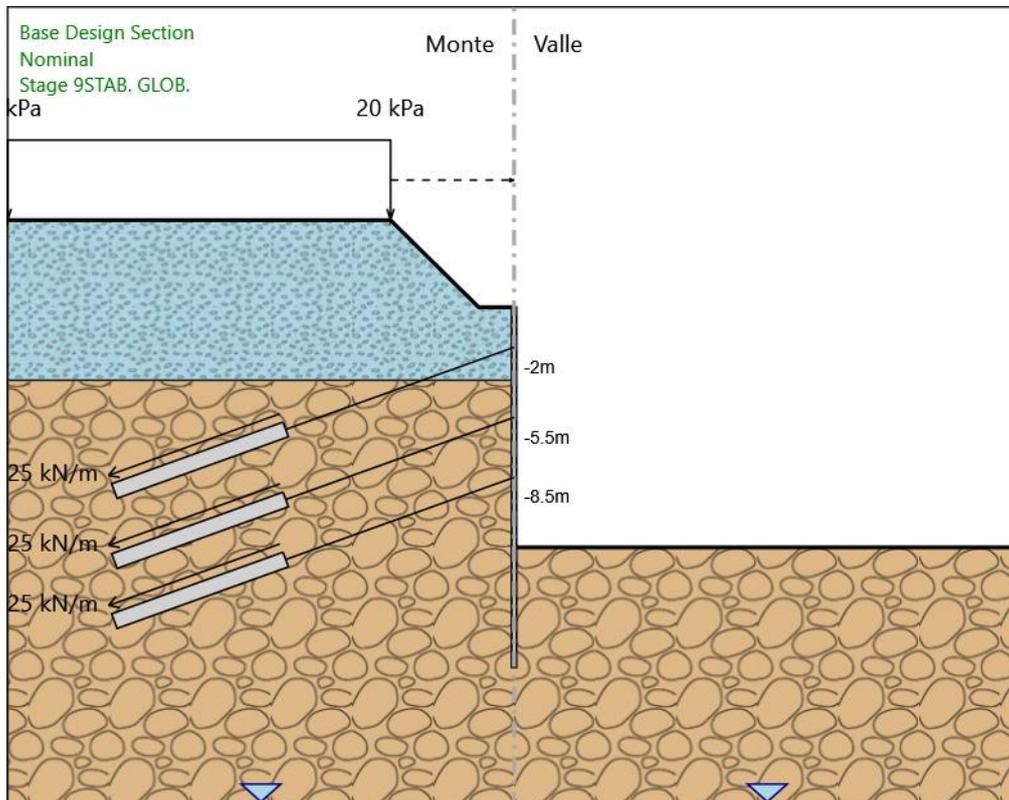
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : 3° ordine

X : 0 m
Z : -8.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 9_STAB. GLOB.



Stage 9_STAB. GLOB.
Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -12 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;4.35)
(-6.1;4.35)
(-1.75;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-12 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -25 m
Falda di destra : -25 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -25 m
X finale : -6.1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : 1° ordine di tiranti

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

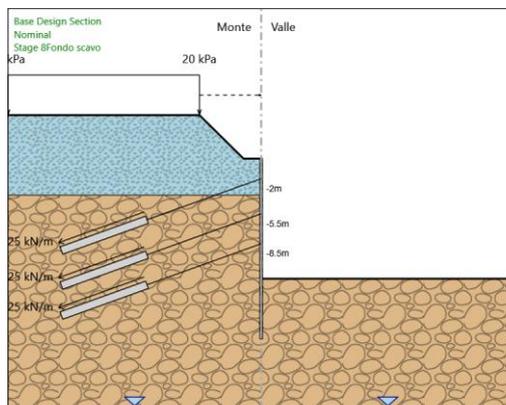
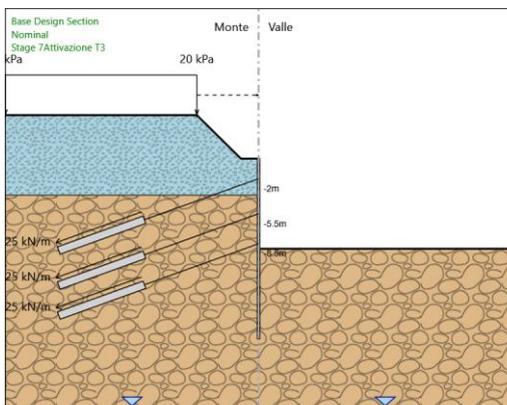
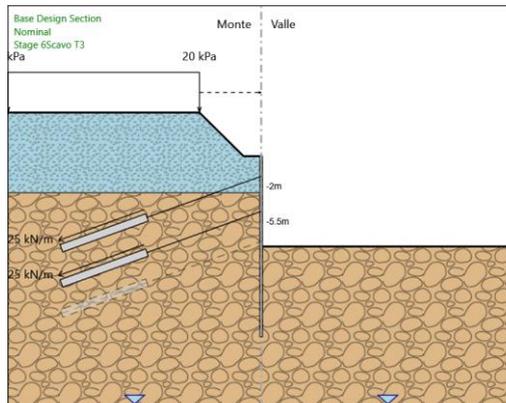
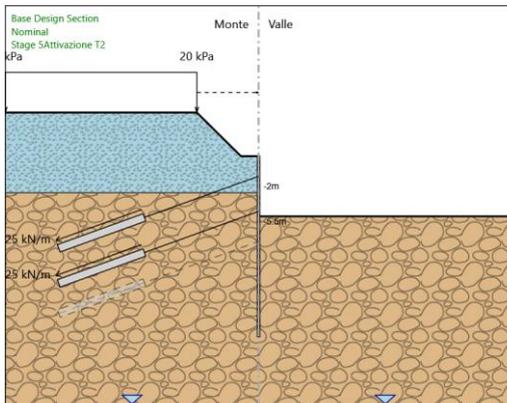
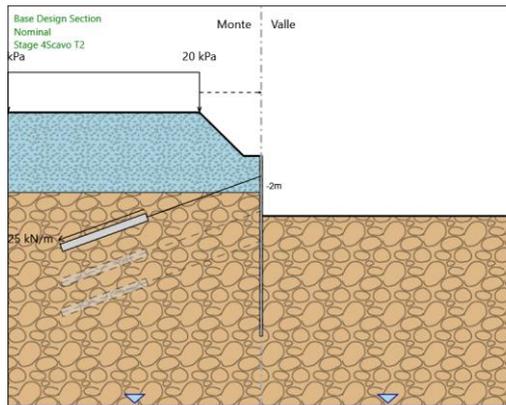
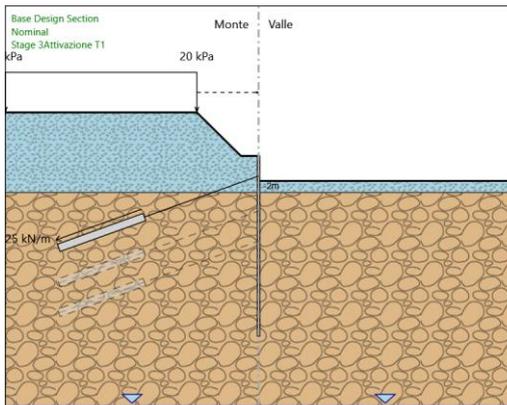
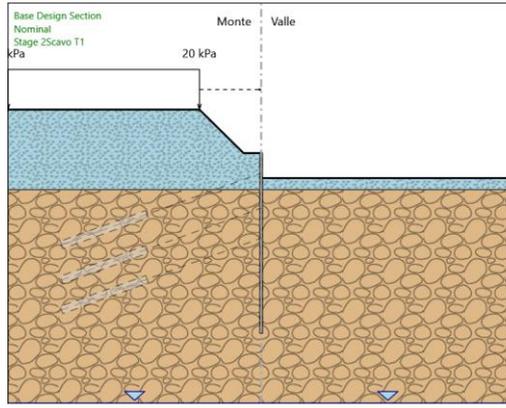
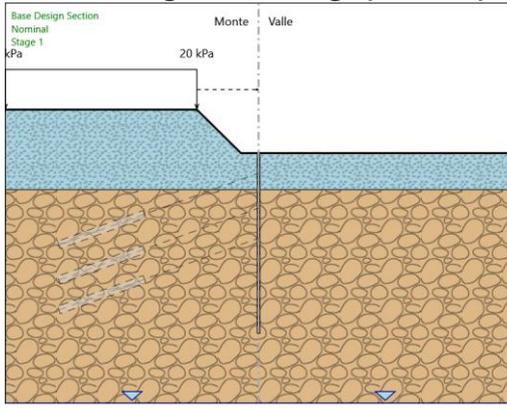
Tirante : 2° ordine di tiranti

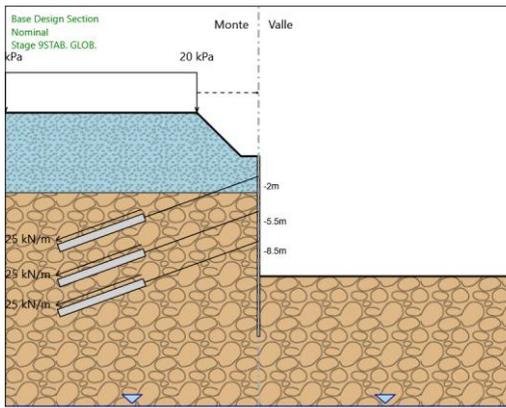
X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : 3° ordine

X : 0 m
Z : -8.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 12 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tabella Configurazione Stage (Nominal)





Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_f avour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDSta b)
Simbolo	yG	yG	yQ	yQ	yQE	yG	yG	yGdst	yGstb	yQdst	yGdst	yGstb	yQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma\phi$	γc	γcu	γqu	$\gamma\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γRe	γap	γat	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

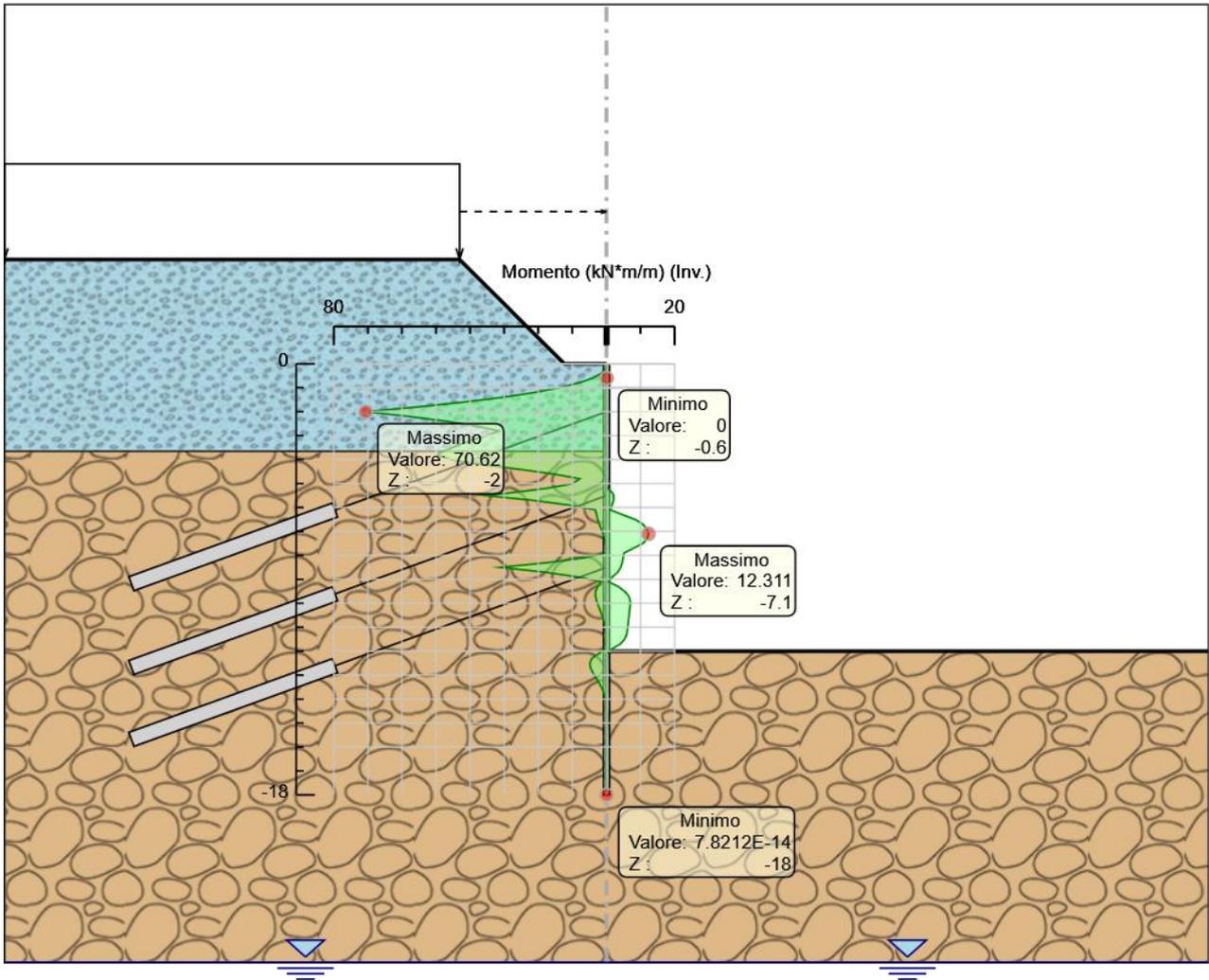
Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attivazione T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attivazione T2	Stage 6_Scavo T3	Stage 7_Attivazione T3	Stage 8_Fondo scavo	Stage 9_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)									
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1									

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.2	0.167	0	
-0.4	1.493	0	
-0.6	4.122	0	
-0.8	8.188	0	
-1	13.824	0	
-1.2	21.232	0	
-1.4	30.513	0	
-1.6	41.781	0	
-1.8	55.13	0	
-2	70.62	0	
-2.2	57.733	0	
-2.4	46.983	0	
-2.6	38.309	0	
-2.8	31.598	0	
-3	35.126	0	
-3.2	39.674	0	
-3.4	43.552	0	
-3.6	46.903	0	
-3.8	49.909	0	
-4	45.619	0	
-4.2	36.958	0	
-4.4	25.82	0	
-4.6	15.649	0	
-4.8	7.847	0	
-5	9.863	0	
-5.2	17.521	0.399	
-5.4	28.696	1.79	
-5.5	35.621	2.087	
-5.7	21.531	2.066	
-5.9	10.864	1.638	
-6.1	3.284	1.109	
-6.3	2.92	4.692	
-6.5	2.6	8.446	
-6.7	2.091	10.653	
-6.9	1.539	11.891	
-7.1	1.037	12.311	
-7.3	0.628	11.964	
-7.5	0.327	10.66	
-7.7	0.125	7.956	
-7.9	0.031	5.148	
-8.1	6.622	4.882	
-8.3	17.208	4.615	
-8.5	31.14	4.174	
-8.7	18.036	3.303	
-8.9	8.311	1.689	
-9.1	1.551	0.519	
-9.3	2.568	3.437	
-9.5	3.212	5.308	
-9.7	3.244	6.532	
-9.9	2.91	6.941	
-10.1	2.4	6.922	
-10.3	1.844	6.767	
-10.5	1.325	6.611	
-10.7	0.885	6.455	
-10.9	0.54	6.299	
-11.1	0.289	6.143	
-11.3	0.124	5.899	
-11.5	0.245	5.31	
-11.7	0.291	4.039	
-11.9	0.289	1.676	
-12.1	2.243	0.059	
-12.3	4.271	0.047	
-12.5	4.924	0.031	
-12.7	4.704	0.014	
-12.9	4.015	0	
-13.1	3.144	0	
-13.3	2.278	0	
-13.5	1.524	0	
-13.7	0.924	0	
-13.9	0.486	0	
-14.1	0.192	0	
-14.3	0.024	0	
-14.5	0.022	0.077	
-14.7	0.02	0.109	
-14.9	0.018	0.106	
-15.1	0.016	0.084	
-15.3	0.015	0.054	
-15.5	0.013	0.026	
-15.7	0.012	0.001	
-15.9	0.017	0	
-16.1	0.029	0	
-16.3	0.035	0	
-16.5	0.037	0	
-16.7	0.035	0	
-16.9	0.031	0	
-17.1	0.025	0	
-17.3	0.018	0	
-17.5	0.011	0	
-17.7	0.005	0	
-17.9	0.001	0	
-18	0	0	

Grafico Involuppi Momento

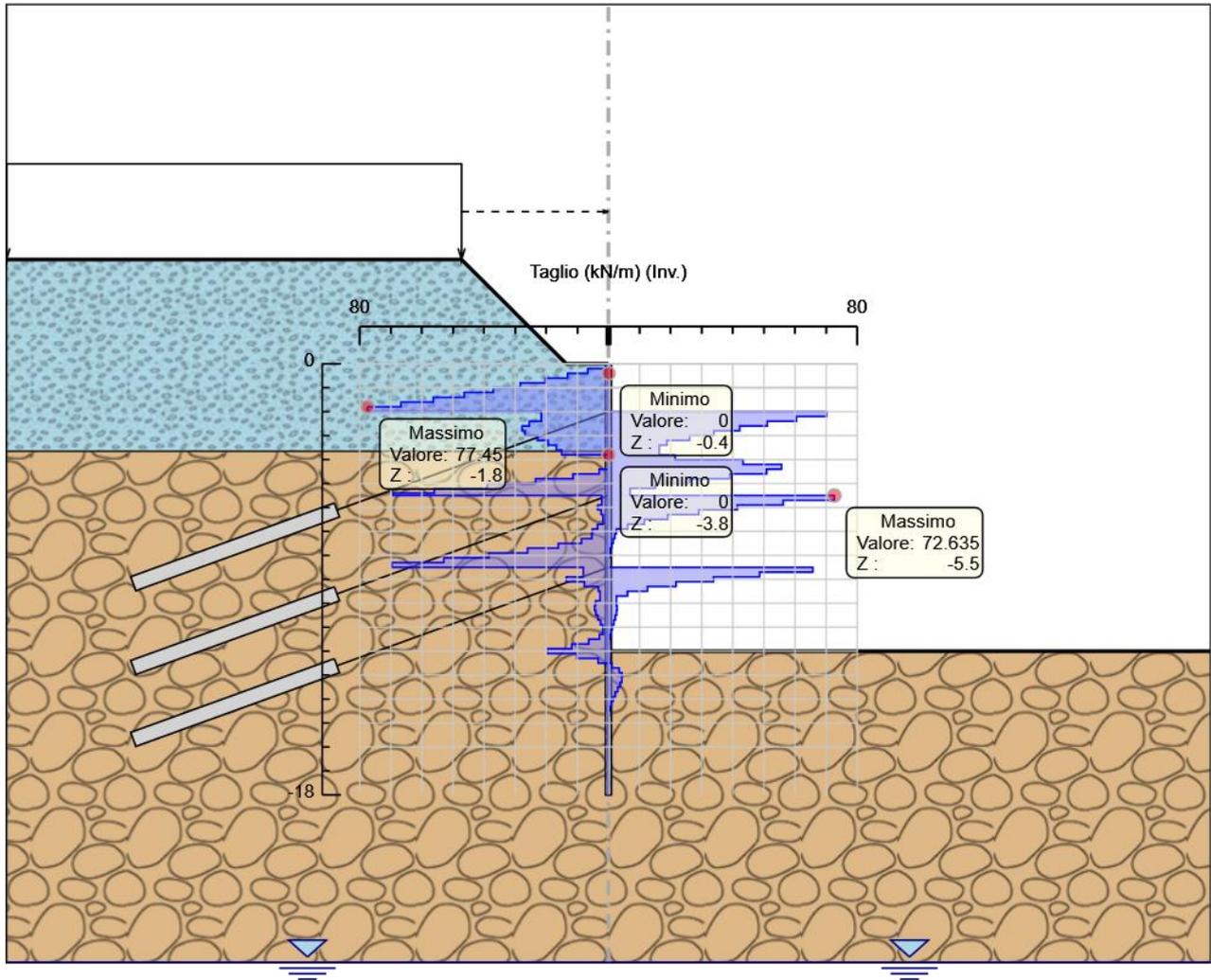


Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.833	0
-0.2	6.634	0
-0.4	13.144	0
-0.6	20.328	0
-0.8	28.328	0
-1	37.039	0
-1.2	46.404	0
-1.4	56.344	0
-1.6	66.744	0
-1.8	77.45	0
-2	77.45	70.158
-2.2	21.6	70.158
-2.4	25.43	60.417
-2.6	27.776	51.064
-2.8	27.776	42.208
-3	26.842	33.891
-3.2	22.742	26.102
-3.4	19.392	18.783
-3.6	16.752	16.339
-3.8	15.029	21.449
-4	0	43.303
-4.2	0	55.69
-4.4	2.989	55.69
-4.6	11.395	50.855
-4.8	23.442	39.009
-5	38.938	26.132
-5.2	56.016	15.101
-5.4	69.253	6.952
-5.5	69.253	72.635
-5.7	2.139	72.635
-5.9	3.442	56.201
-6.1	3.442	41.44
-6.3	2.348	29.039
-6.5	1.734	19.036
-6.7	3.534	11.529
-6.9	5.206	6.192
-7.1	5.358	2.513
-7.3	8.667	2.042
-7.5	16.125	1.508
-7.7	26.022	1.012
-7.9	38.394	0.604
-8.1	52.928	0.302
-8.3	69.659	0.099
-8.5	69.659	65.721
-8.7	8.069	65.721
-8.9	13.55	48.624
-9.1	13.55	33.803
-9.3	7.734	21.734
-9.5	3.222	12.562
-9.7	2.702	6.117
-9.9	4.146	2.552
-10.1	4.455	2.778
-10.3	4.455	2.778
-10.5	4.086	2.597
-10.7	3.377	2.199
-10.9	2.561	1.722
-11.1	1.783	1.255
-11.3	2.944	0.846
-11.5	6.354	0.517
-11.7	11.815	0.273
-11.9	19.595	0.152
-12.1	19.595	0.217
-12.3	10.14	0.231
-12.5	3.266	1.098
-12.7	0.083	3.449
-12.9	0.073	4.355
-13.1	0.057	4.355
-13.3	0.04	4.326
-13.5	0.024	3.774
-13.7	0.011	2.997
-13.9	0.002	2.191
-14.1	0	1.47
-14.3	0.001	0.888
-14.5	0.003	0.456
-14.7	0.017	0.163
-14.9	0.111	0.01
-15.1	0.146	0.009
-15.3	0.146	0.008
-15.5	0.144	0.007
-15.7	0.122	0.006
-15.9	0.091	0.005
-16.1	0.06	0.004
-16.3	0.032	0.004
-16.5	0.009	0.009
-16.7	0	0.022
-16.9	0	0.03
-17.1	0	0.035
-17.3	0	0.035
-17.5	0	0.035
-17.7	0	0.031
-17.9	0	0.021
-18	0	0.006

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	6.19
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8_Fondo scavo	Left Wall	RIGHT	13.39

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8_Fondo scavo	Left Wall	LEFT	1682.37
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	3763.11

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

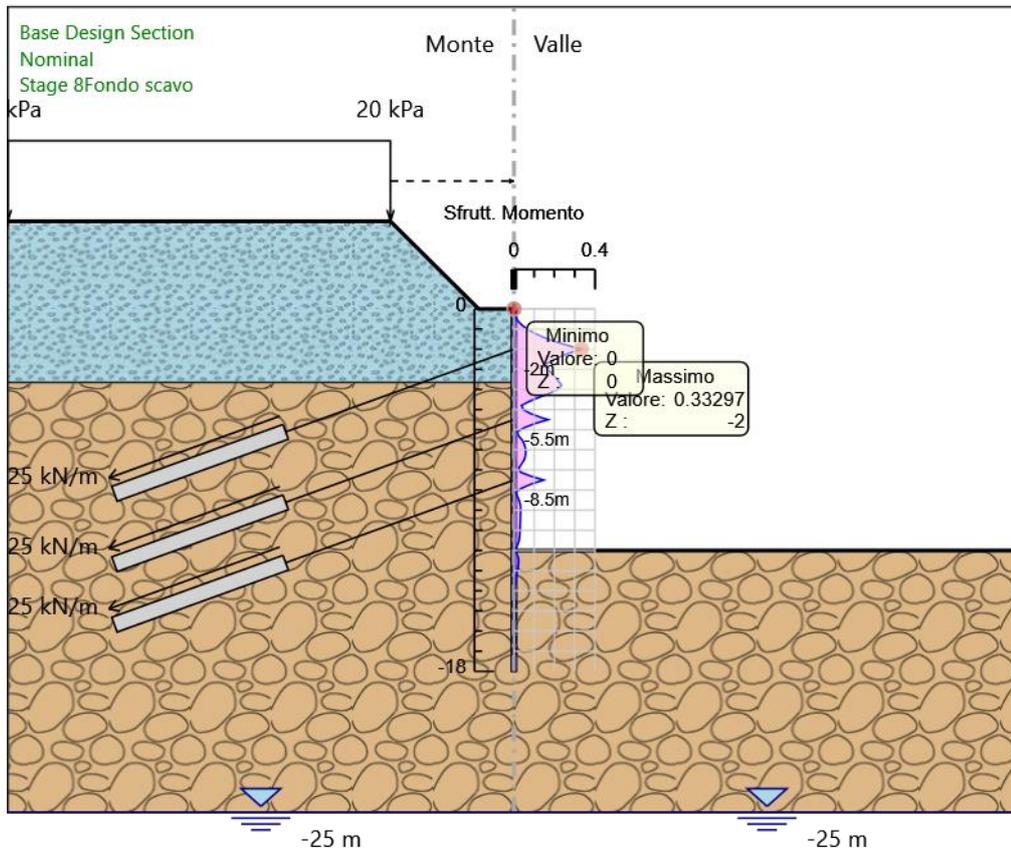
Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attivazione T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attivazione T2	Stage 6_Scavo T3	Stage 7_Attivazione T3	Stage 8_Fondo scavo	Stage 9_STAB. GLOB.
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)									
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1									

Risultati SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0.001
-0.4	0.007
-0.6	0.019
-0.8	0.039
-1	0.065
-1.2	0.1
-1.4	0.144
-1.6	0.197
-1.8	0.26
-2	0.333
-2.2	0.272
-2.4	0.222
-2.6	0.181
-2.8	0.149
-3	0.166
-3.2	0.187
-3.4	0.205
-3.6	0.221
-3.8	0.235
-4	0.215
-4.2	0.174
-4.4	0.122
-4.6	0.074
-4.8	0.037
-5	0.047
-5.2	0.083
-5.4	0.135
-5.5	0.168
-5.7	0.102
-5.9	0.051
-6.1	0.015
-6.3	0.022
-6.5	0.04
-6.7	0.05
-6.9	0.056
-7.1	0.058
-7.3	0.056
-7.5	0.05
-7.7	0.038
-7.9	0.024
-8.1	0.031
-8.3	0.081
-8.5	0.147
-8.7	0.085
-8.9	0.039
-9.1	0.007
-9.3	0.016
-9.5	0.025
-9.7	0.031
-9.9	0.033
-10.1	0.033
-10.3	0.032
-10.5	0.031
-10.7	0.03
-10.9	0.03
-11.1	0.029
-11.3	0.028
-11.5	0.025
-11.7	0.019
-11.9	0.008
-12.1	0.011
-12.3	0.02
-12.5	0.023
-12.7	0.022
-12.9	0.019
-13.1	0.015
-13.3	0.011
-13.5	0.007
-13.7	0.004
-13.9	0.002
-14.1	0.001
-14.3	0
-14.5	0
-14.7	0.001
-14.9	0
-15.1	0
-15.3	0
-15.5	0
-15.7	0
-15.9	0
-16.1	0
-16.3	0
-16.5	0
-16.7	0
-16.9	0
-17.1	0
-17.3	0
-17.5	0
-17.7	0
-17.9	0
-18	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

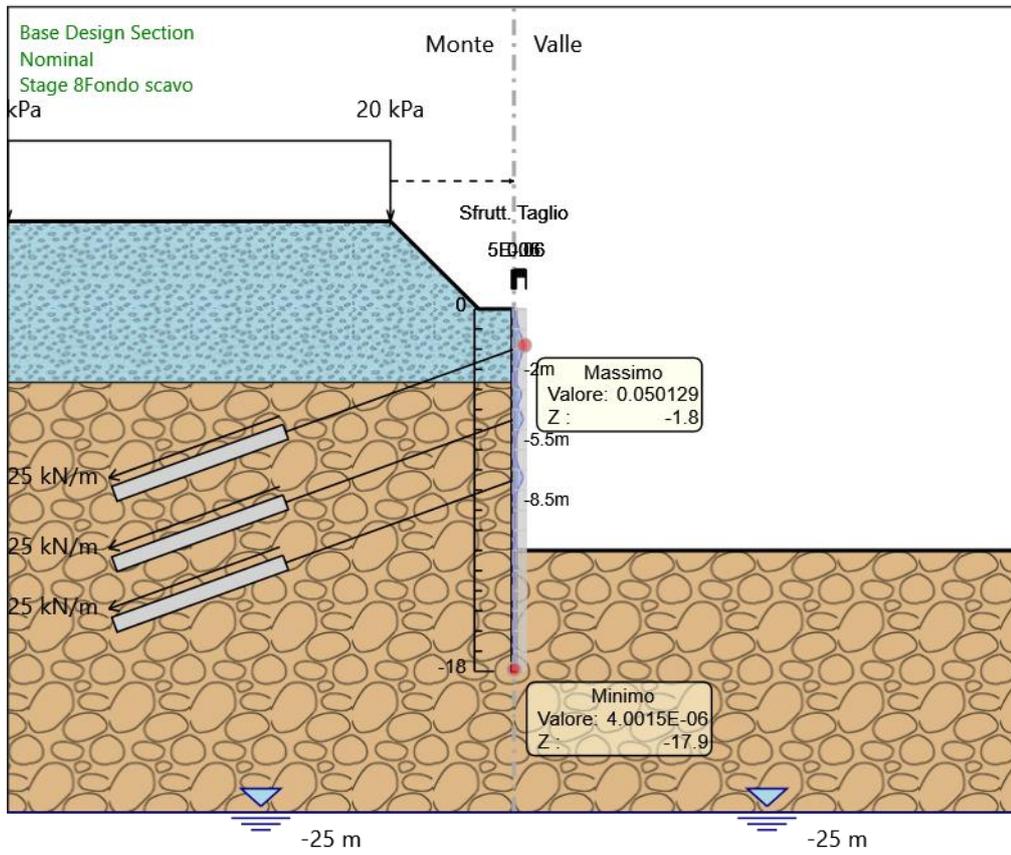


Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.001
-0.2	0.004
-0.4	0.009
-0.6	0.013
-0.8	0.018
-1	0.024
-1.2	0.03
-1.4	0.036
-1.6	0.043
-1.8	0.05
-2	0.045
-2.2	0.039
-2.4	0.033
-2.6	0.027
-2.8	0.022
-3	0.017
-3.2	0.013
-3.4	0.011
-3.6	0.01
-3.8	0.014
-4	0.028
-4.2	0.036
-4.4	0.033
-4.6	0.025
-4.8	0.017
-5	0.025
-5.2	0.036
-5.4	0.045
-5.5	0.047
-5.7	0.036
-5.9	0.027
-6.1	0.019
-6.3	0.012
-6.5	0.007
-6.7	0.004
-6.9	0.003
-7.1	0.003
-7.3	0.006
-7.5	0.01
-7.7	0.017
-7.9	0.025
-8.1	0.034
-8.3	0.045
-8.5	0.043
-8.7	0.031
-8.9	0.022
-9.1	0.014
-9.3	0.008
-9.5	0.004
-9.7	0.002
-9.9	0.003
-10.1	0.003
-10.3	0.003
-10.5	0.002
-10.7	0.002
-10.9	0.001
-11.1	0.001
-11.3	0.002
-11.5	0.004
-11.7	0.008
-11.9	0.013
-12.1	0.007
-12.3	0.002
-12.5	0.001
-12.7	0.002
-12.9	0.003
-13.1	0.003
-13.3	0.002
-13.5	0.002
-13.7	0.001
-13.9	0.001
-14.1	0.001
-14.3	0
-14.5	0
-14.7	0
-14.9	0
-15.1	0
-15.3	0
-15.5	0
-15.7	0
-15.9	0
-16.1	0
-16.3	0
-16.5	0
-16.7	0
-16.9	0
-17.1	0
-17.3	0
-17.5	0
-17.7	0
-17.9	0
-18	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	302.622	1166.316	550.44	0.259	0.55		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	303.181	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	303.178	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	303.156	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
1° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	303.155	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
1° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	303.155	1166.316	550.44	0.26	0.551		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	300.094	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	300.193	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	300.191	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	300.191	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
3° ordine	Stage 7_Activazione T3	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
3° ordine	Stage 8_Fondo scavo	300.254	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
3° ordine	Stage 9_STAB. GLOB.	300.254	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO

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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	393.603	589.049	550.44	0.668	0.715		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	394.327	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	394.322	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	394.292	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
1° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	394.292	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
1° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	394.292	589.049	550.44	0.669	0.716		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	390.13	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	390.258	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	390.256	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
2° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	390.256	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
3° ordine	Stage 7_Activazione T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
3° ordine	Stage 8_Fondo scavo	390.339	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
3° ordine	Stage 9_STAB. GLOB.	390.339	589.049	550.44	0.663	0.709		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
1° ordine di tiranti	Stage 3_Activazione T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
1° ordine di tiranti	Stage 4_Scavo T2	305.377	589.049	550.44	0.518	0.555		NO
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	305.969	589.049	550.44	0.519	0.556		NO
1° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	305.954	589.049	550.44	0.519	0.556		NO
1° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	305.928	589.049	550.44	0.519	0.556		NO
1° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	305.928	589.049	550.44	0.519	0.556		NO
1° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	305.928	589.049	550.44	0.519	0.556		NO
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 6_Scavo T3	300.138	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 7_Activazione T3	300.248	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 8_Fondo scavo	300.245	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
2° ordine di tiranti	Stage 9_STAB. GLOB.	300.245	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
3° ordine	Stage 7_Activazione T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
3° ordine	Stage 8_Fondo scavo	300.321	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
3° ordine	Stage 9_STAB. GLOB.	300.321	589.049	550.44	0.51	0.546		NO

Involuppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti		NTC2018 (ITA)						Design Assumption	
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
1° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	394.327	589.049	550.44	0.669	0.716		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
2° ordine di tiranti	Stage 5_Activazione T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
3° ordine	Stage 7_Activazione T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)