STUDIO TECNICO ASSOCIATO
ING. SERGIO BRIZZOLARA & ING. STEFANO STURLA
via Cap. Renato Orsi, 31/20
16043 Chiavari (GE)
P.I.V.A. e C.F.: 01455710994
☎ +39 0185 370127
+39 0185 368280
b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it
dott. ing. Sergio Brizzolara – sergio@b3s.it
dott. ing. Stefano Sturla – stefano@b3s.it
coll.: dott. ing. Riccardo Fugazzi – richi@b3s.it
coll.: dott. ing. Luca Taddei – b3s@b3s.it

COMMITTENTE

DITTA CAVE DI FRISOLINO s.r.l.

via Frisolino località Rocche
16040 Ne (GE)
P.I.V.A.: 00205190994
C.F.: 03121510105

sistemazione finale, in variante al Piano di coltivazione, della cava di oficalcite (Rosso Antico e Verde Imperiale) denominata Sopra la Fontana in località Iscioli nel Comune di Ne

TERRA RINFORZATA – ANALISI DI STABILITÀ

– RELAZIONE TECNICA

TAV. U

SCALA

STABS 0231

REV.	data	motivazione
	febbraio 2016	prima emissione

questo documento è di proprietà esclusiva – è proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza specifica autorizzazione

SOMMARIO

1. Premessa 3

2. Analisi di stabilità della terra rinforzata 4

2.1 Descrizione del metodo di analisi 5

2.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni 9

3. Verifica locale della stabilità della terra rinforzata 9

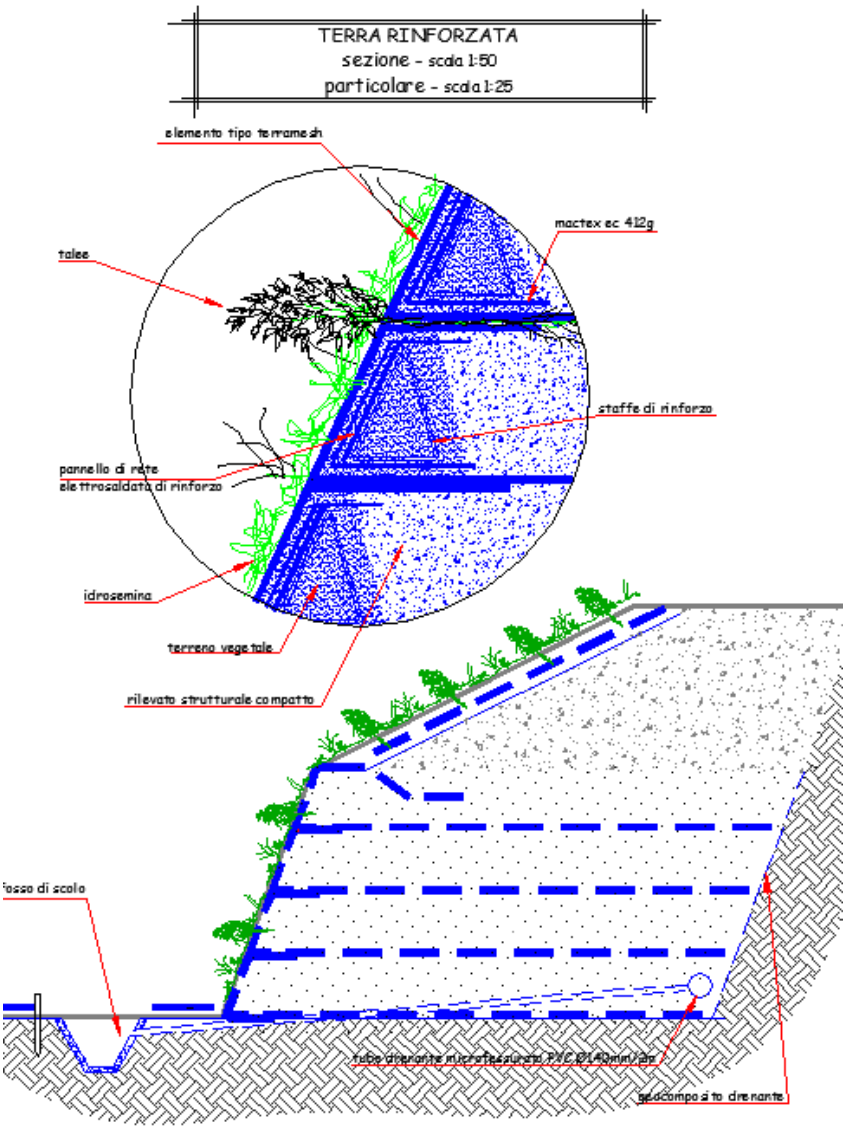
4. Conclusioni 41

1. Premessa

La presente relazione, unitamente agli elaborati redatti dal Tecnico incaricato Geom. Ugo Musante , viene redatta – per quanto di competenza - in merito alla "*sistemazione finale, in variante al Piano di coltivazione, della cava di oficalcite (Rosso Antico e Verde Imperiale) denominata Sopra la Fontana in località Iscioli nel Comune di Ne*" in risposta alla nota della Regione Liguria – Dipartimento Sviluppo Economico Settore Attività Estrattive prot. PG/2015/199200 del 13/11/2015.

In particolare, detta relazione ha finalità di analisi di dettaglio delle "strutture" in terra rinforzata in aggiornamento a quanto a suo tempo prodotto, sia considerando le nuove dimensioni adottate sia in ragione dell'applicazione delle N.T.C. 2008.

2. Analisi di stabilità della terra rinforzata



sezione tipo terra rinforzata - fuori scala

2.1 Descrizione del metodo di analisi

Le verifiche dell'opera sono state condotte mediante apposito software di calcolo MAC.ST.A.R.S 2000 – MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes fornito da Officine Maccaferri S.p.a., mediante il quale è stato possibile modellizzare la geometria del rinforzo del versante previsto in funzione del modellamento a progetto e delle reali tecnologie disponibili in commercio.

Il programma di calcolo impiegato consente la verifica della stabilità di opere in terra rinforzata, cioè di strutture atte al contenimento o alla stabilizzazione di scarpate, mediante la presenza di elementi di rinforzo capaci di assorbire sforzi di trazione.

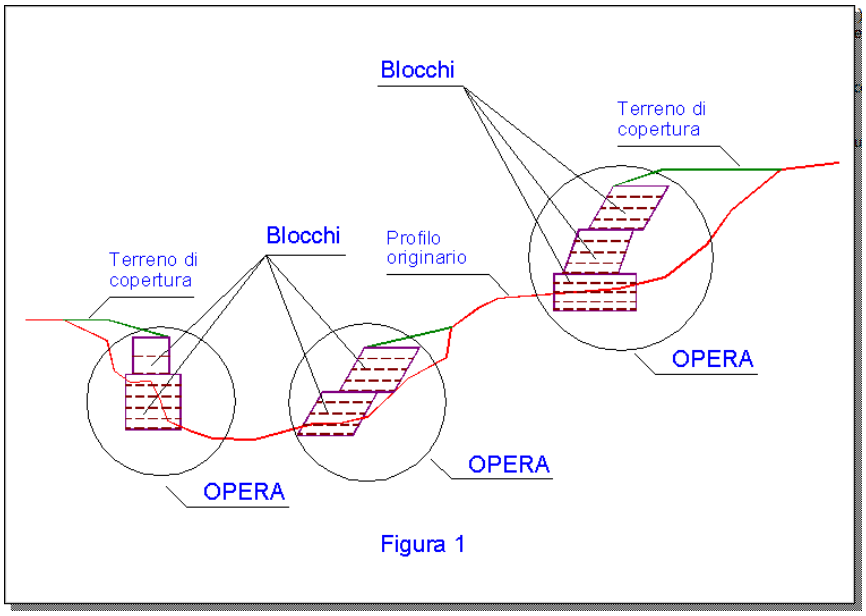


Figura 1

Le tipologie di verifica condotte, in relazione ai meccanismi di rottura potenziali nel complesso terreno - elementi di rinforzo, sono le seguenti:

- verifica di stabilità globale
- verifica di stabilità interna
- verifica dell'opera come muro di sostegno
- verifica di scorrimento

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 pendio. 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 (figura 2).

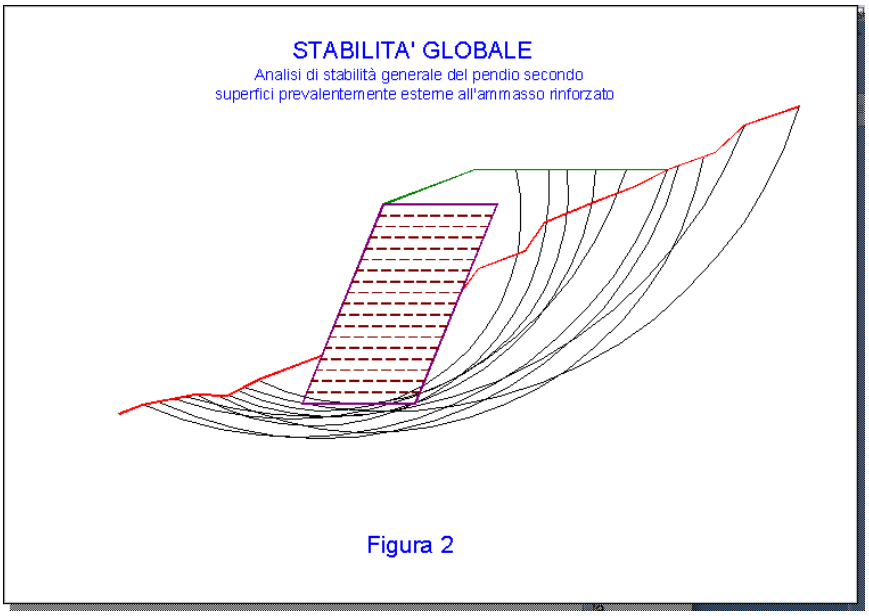


Figura 2

Verifica di stabilità interna

La verifica di stabilità interna 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 (figura 3).

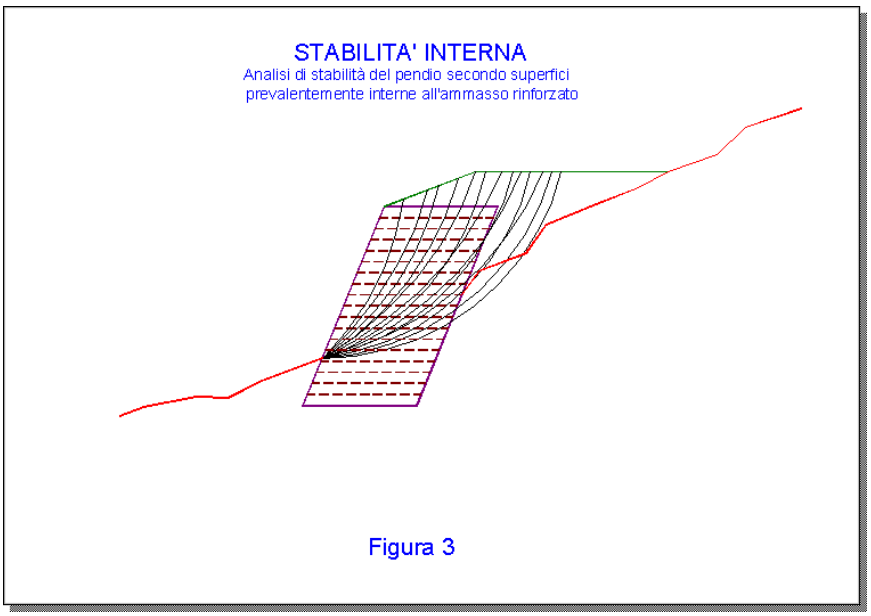


Figura 3

Verifica dell'opera come muro di sostegno

In tale verifica l'opera, intera o una sua parte, viene considerata come un muro monolitico, formato da blocchi che compongono l'opera stessa, che sostiene le spinte del terreno che si trova a monte.
La verifica dell'opera come muro di sostegno si articola a sua volta nelle tre verifiche classiche dei muri di sostegno (figura 5): verifica al ribaltamento (A), verifica allo scorrimento (B), verifica per capacità portante (C).

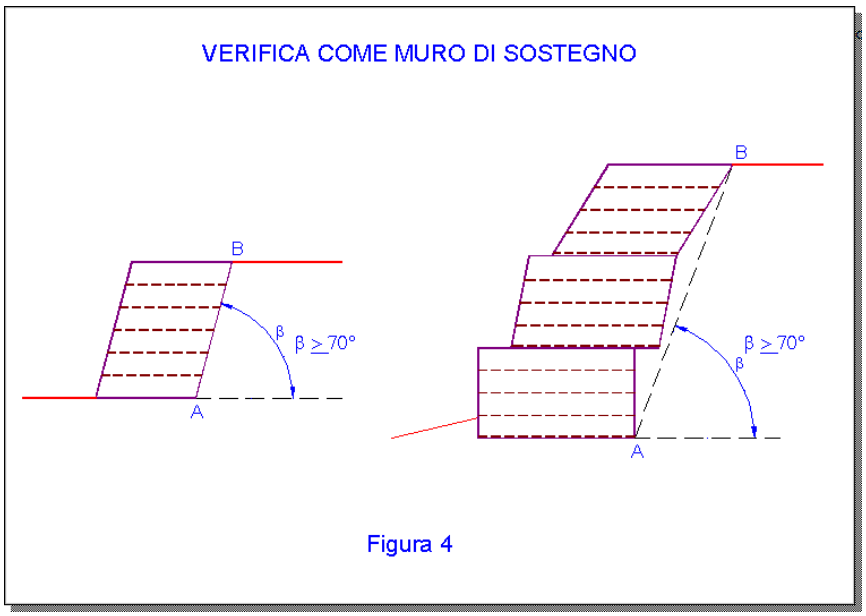


Figura 4

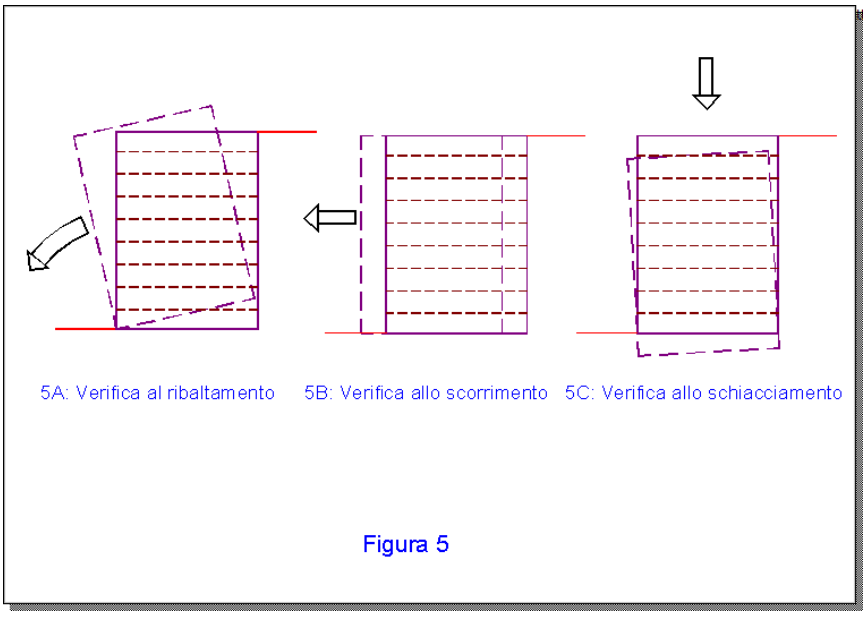


Figura 5

Verifica di scorrimento

In tale tipo di verifica si accerta la stabilità di un'opera (intera o di una sua porzione) allo scorrimento lungo un piano orizzontale con parametri di verifica (coesione e angolo di attrito sulla superficie di scorrimento) in funzione del tipo di contatto alla base.

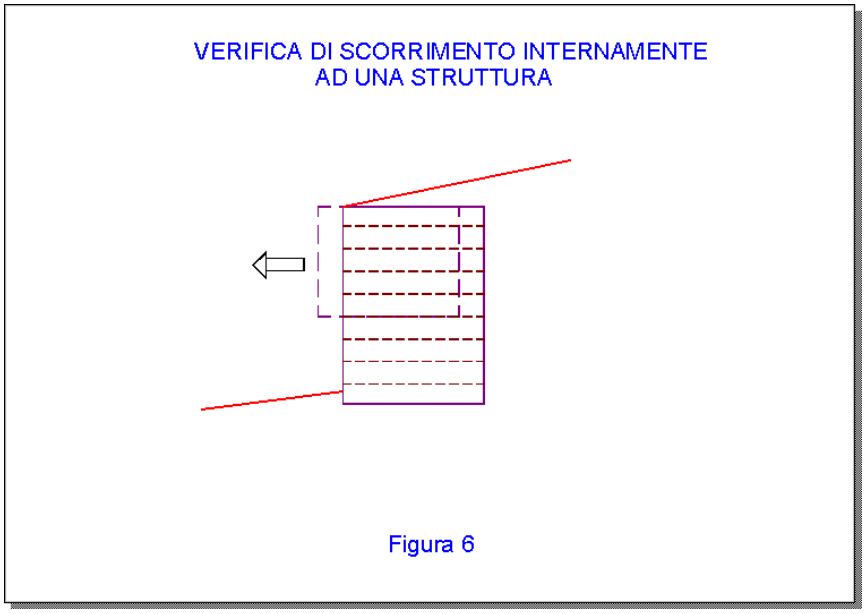


Figura 6

2.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

La caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti la stratigrafia interessata dal tipo di verifiche condotte è stata eseguita sulla base delle indicazioni fornite dalla relazione geologica facente parte della progettazione in esame.

Detta stratigrafia sinteticamente risulta costituita da:

- substrato roccioso appartenente alla formazione delle serpentiniti e oficalci
- terreni di riporto costituenti il rimodellamento a progetto

Le verifiche condotte a livello locale sulla sezione tipologica delle terre rinforzate coinvolgono esclusivamente il materiale di riporto impiegato per la riprofilatura del versante e per il quale sono stati desunti i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

- *terreni di riporto:* $\gamma_{naturale}$ = 18 KN/mc
  Ø' = 35°
  c' = 0 KPa

3. Verifica locale della stabilità della terra rinforzata

Di seguito sono riportati i risultati derivanti dall'analisi di stabilità in considerazione delle condizioni stratigrafiche assunte, delle caratteristiche geotecniche dei terreni, della geometria, dei carichi assunti in ipotesi e dei coefficienti parziali di sicurezza da adottarsi in riferimento al particolare caso in esame ed in osservanza di quanto prescritto con le N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : RIP Descrizione : riporto
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] : 20.00

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

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: R1 Descrizione: banca inf
Terreno : RIP

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	0.10	3.00	6.67	3.00	18.34	3.00

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TR1
Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 3.04
Coordinate Origine [m] : Ascissa = 6.67 Ordinata = 3.00
Inclinazione paramento [°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo: Sabbia
Rilevato strutturale: RIP
Terreno di riempimento a tergo: RIP
Terreno di copertura: RIP
Terreno di fondazione: RIP

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 - 70° - 8/2.7P - 0.76
Lunghezza [m] = 4.00
Interasse [m] = 0.76
Risvolto [m] = 0.65

Profilo di ricopertura:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
3.90	2.00	10.57	2.00				

CARICHI

Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione [m/s²] : Orizzontale = 0.34 Verticale = 0.17

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m] :	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m³/kN] :	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m] :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m] :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.27
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.15
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

VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

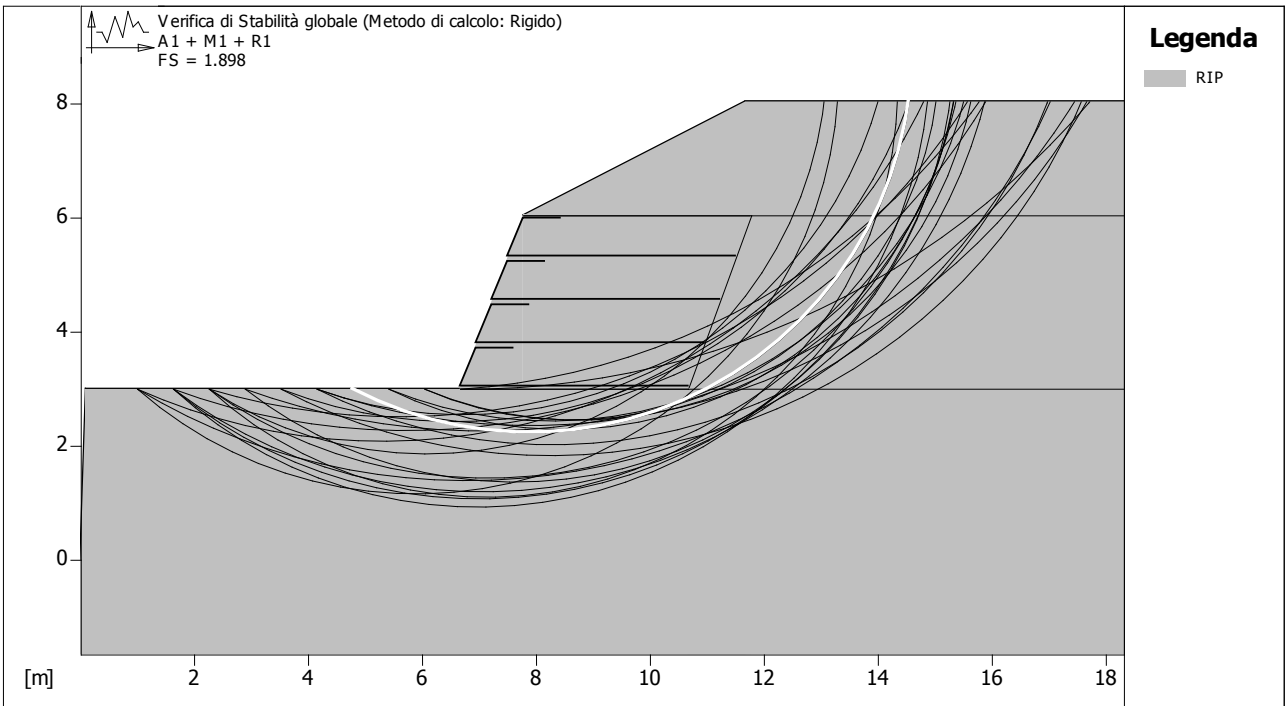
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R1
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.898

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 10
Numero totale superfici di prova : 110
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



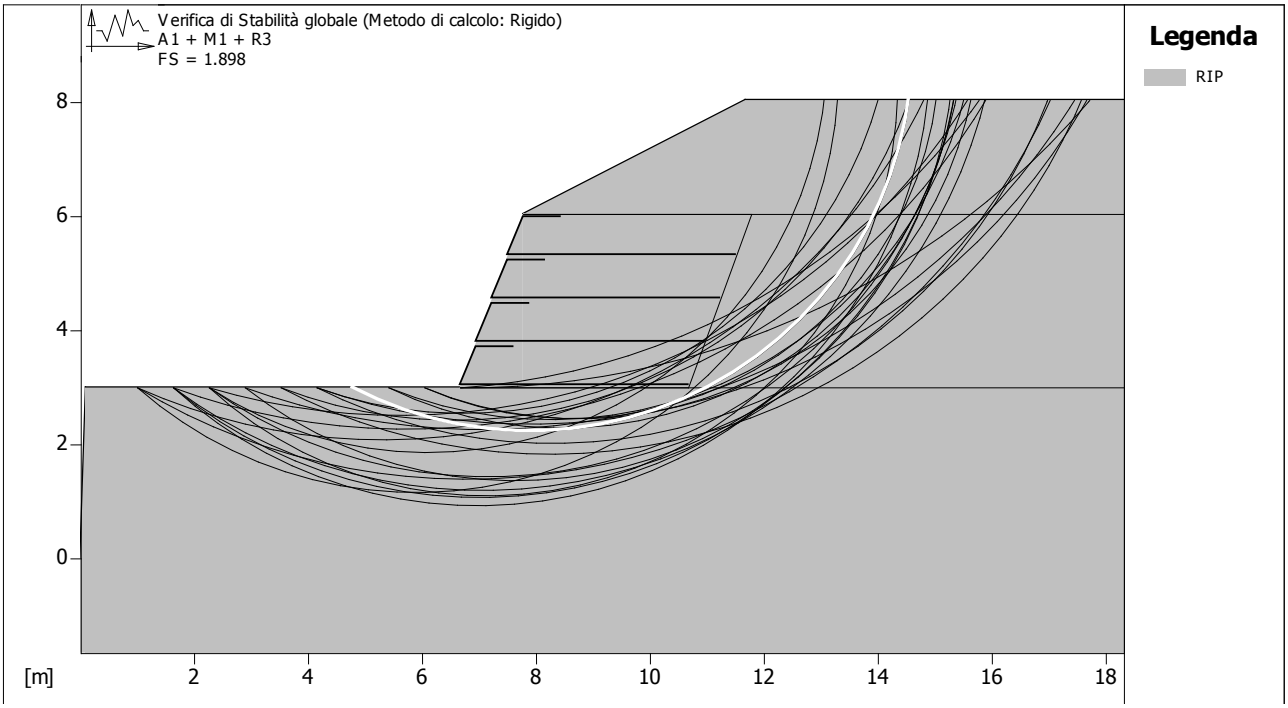
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.898

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



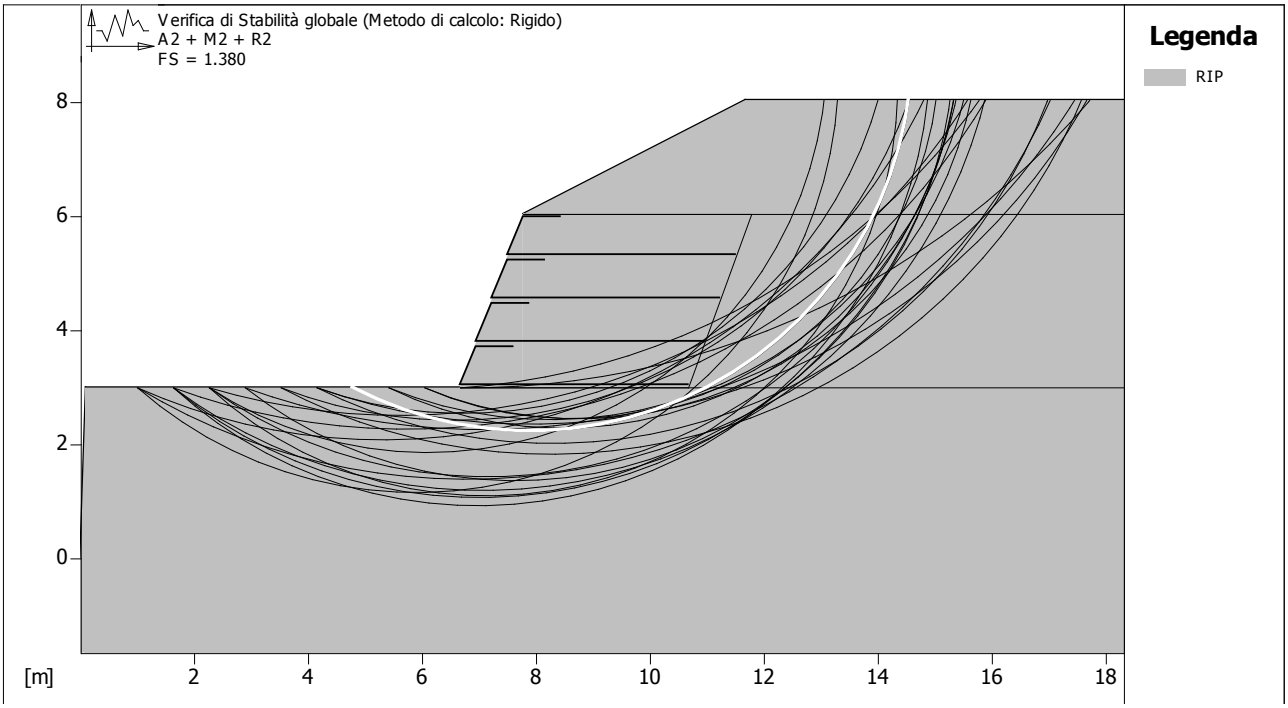
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.380

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



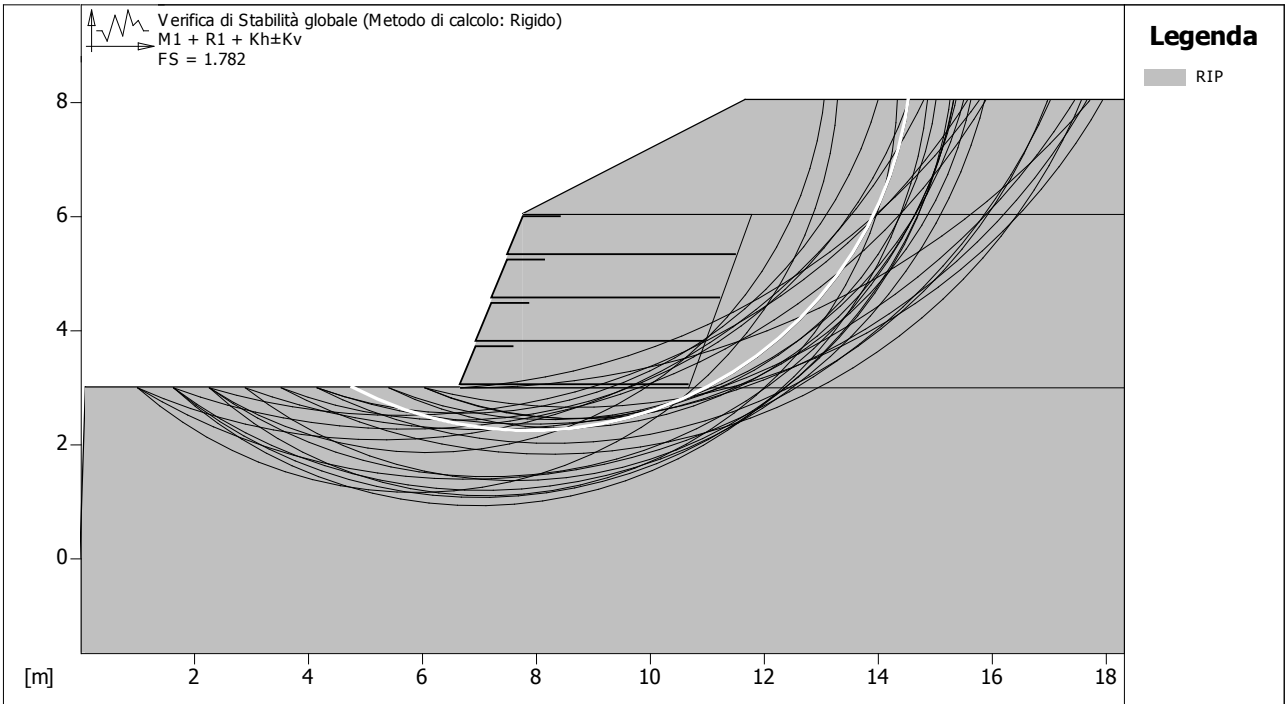
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.782

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



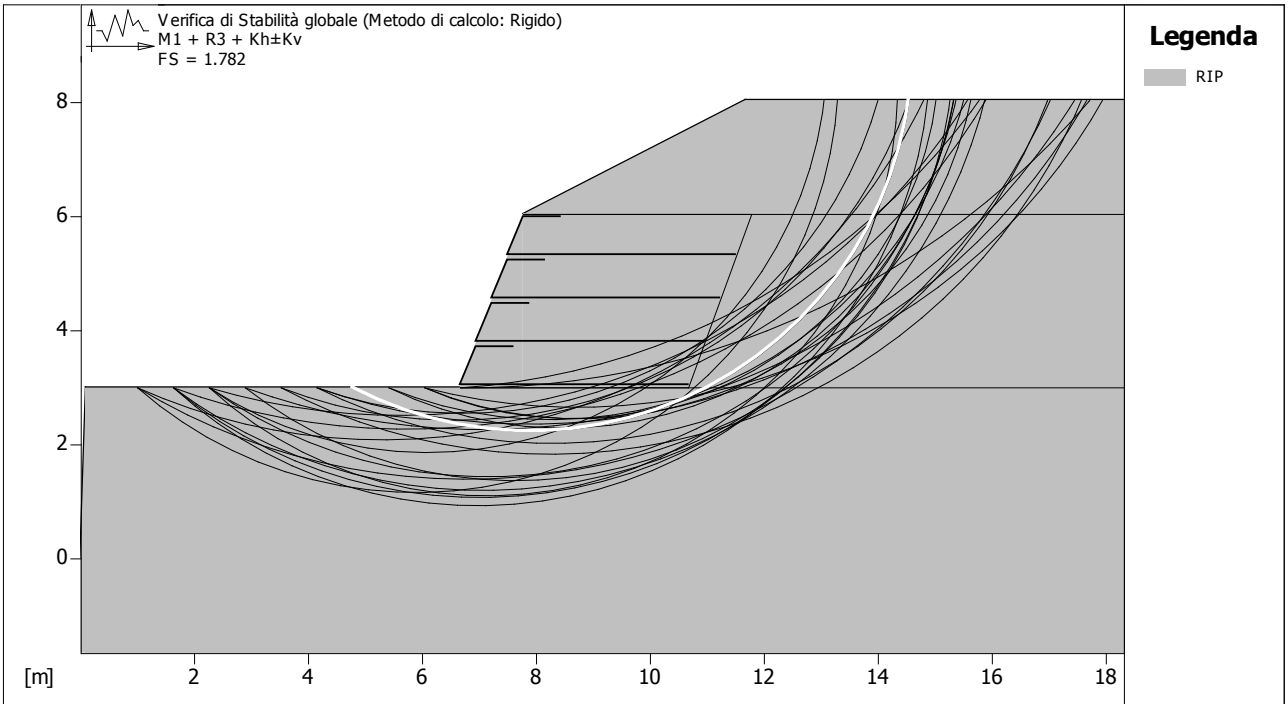
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.782

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



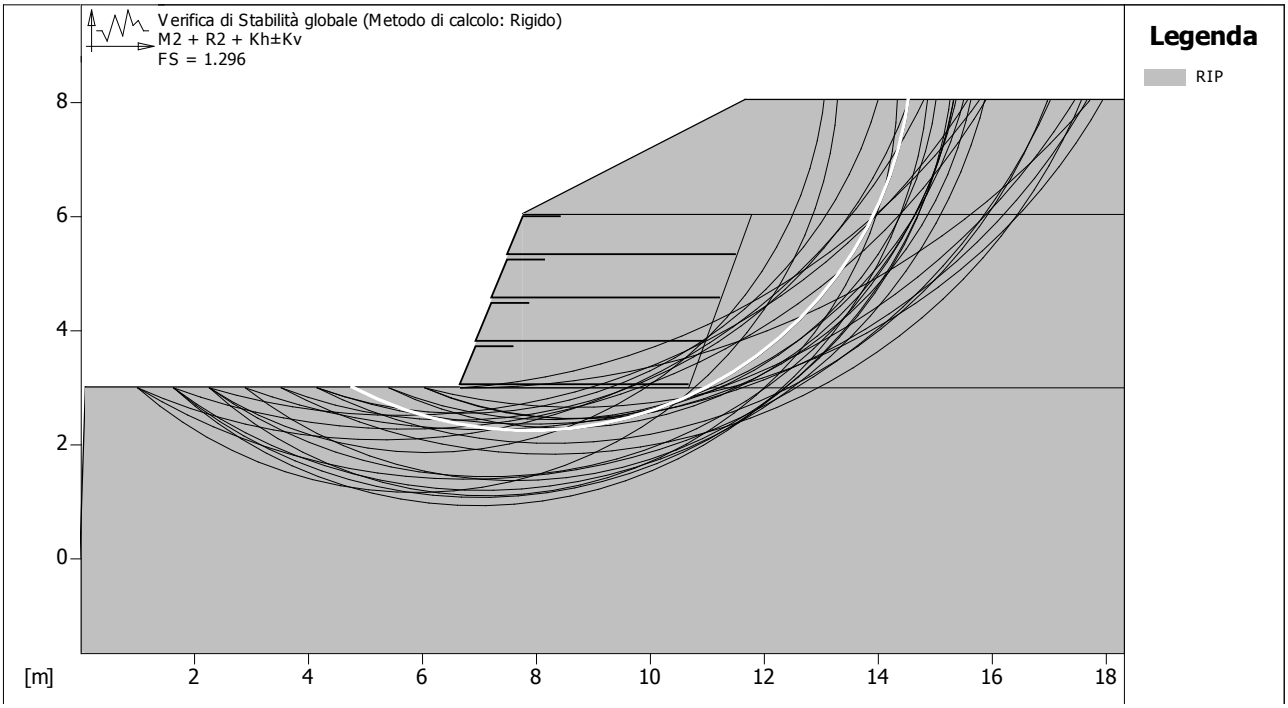
Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.296

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 di stabilità globale :

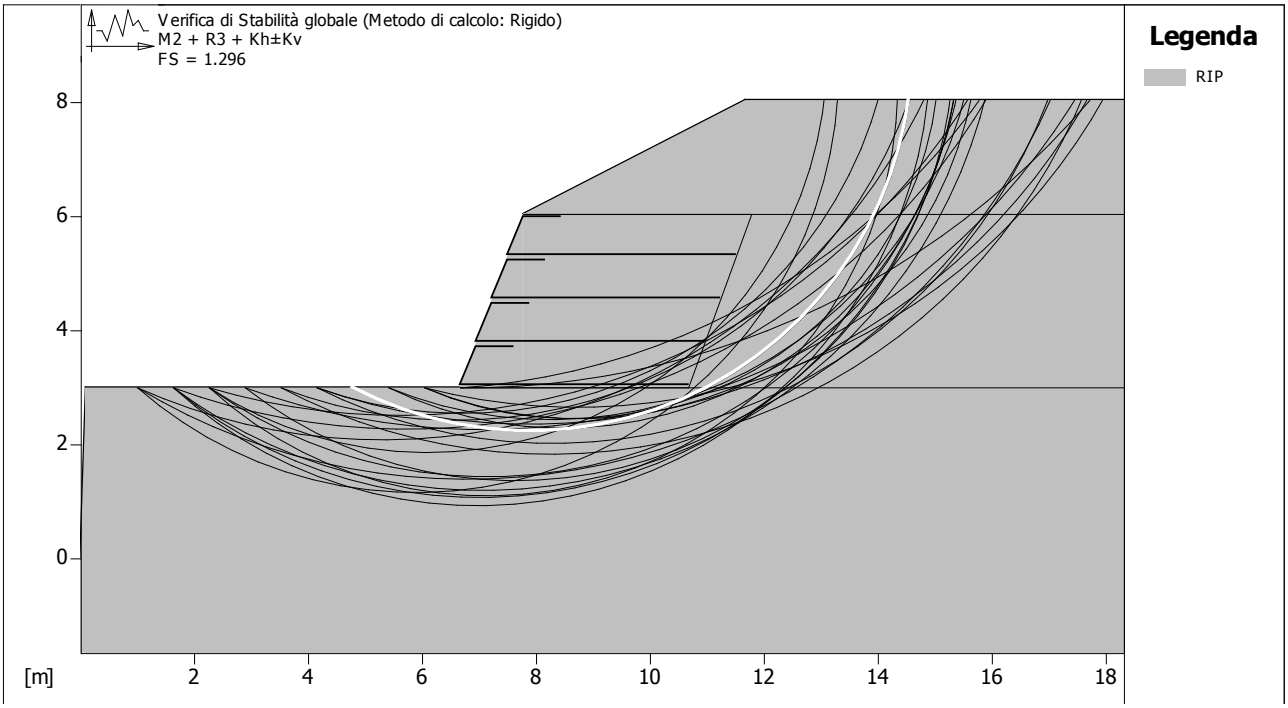
Combinazione di carico : M2 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.296

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	6.67	10.67	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza ..... : 10
Numero totale superfici di prova ..... : 110
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] ..... : 0.50
Angolo limite orario ..... [°] ..... : 0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] ..... : 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



VERIFICHE COME MURO DI SOSTEGNO

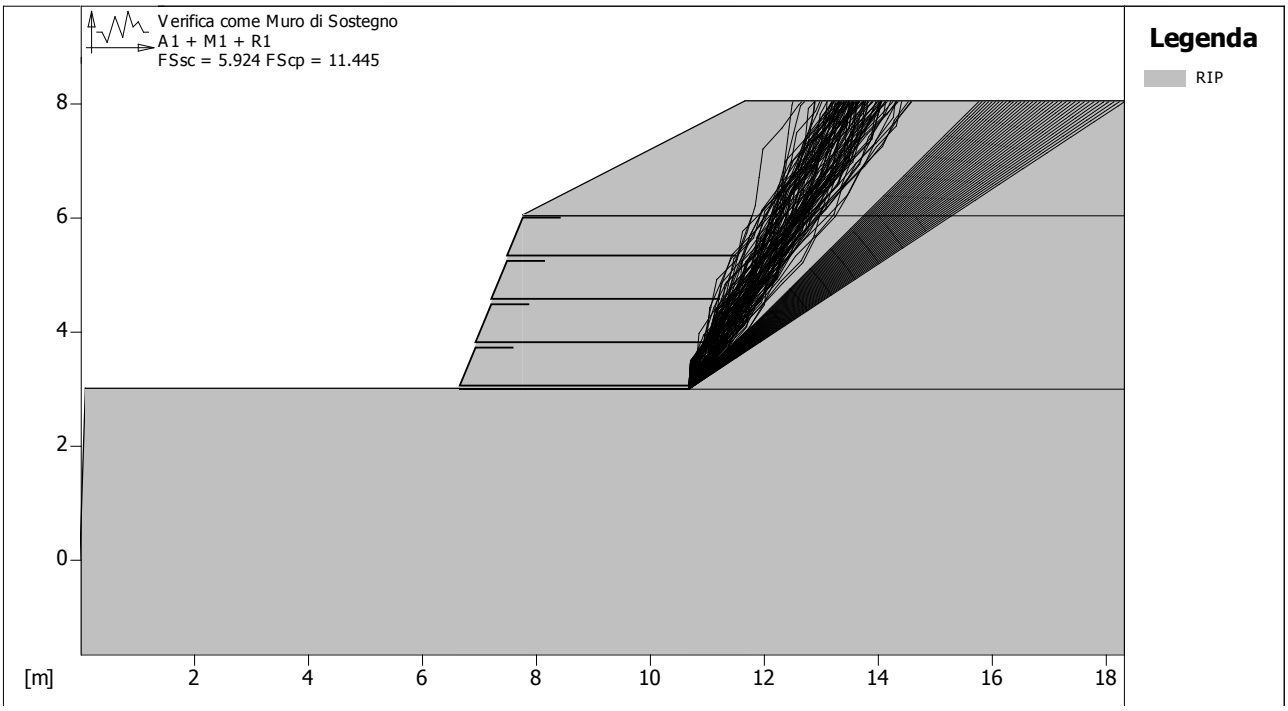
Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R1
Stabilità verificata sul blocco : TR1

Forza Stabilizzante	[kN/m]	:	204.94
Forza Instabilizzante	[kN/m]	:	34.60
Classe scorrimento	: Coeff. parziale R - Scorrimento		
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento		:	5.924

Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima	[kN/m²]	:	837.37
Pressione media agente	[kN/m²]	:	73.16
Classe pressione	: Coeff. parziale R - Capacità portante		
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante		:	11.445
Fondazione equivalente	[m]	:	4.00
Eccentricità forza normale	[m]	:	-0.56
Braccio momento	[m]	:	2.31
Forza normale	[kN]	:	292.69
Pressione estremo di valle	[kN/m²]	:	-16.13
Pressione estremo di monte	[kN/m²]	:	218.99

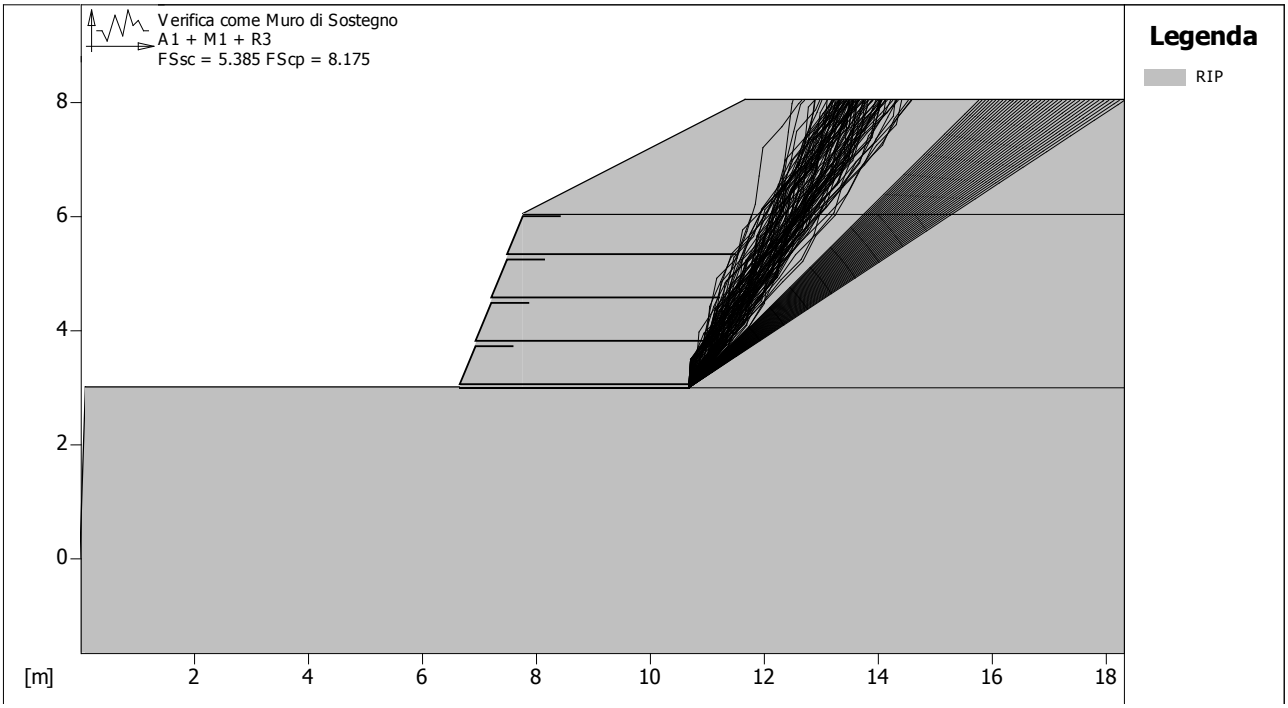
Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Forza Stabilizzante [kN/m] : 204.94
Forza Instabilizzante [kN/m] : 34.60
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 5.385
Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima [kN/m²] : 837.37
Pressione media agente [kN/m²] : 73.16
Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 8.175
Fondazione equivalente [m] : 4.00
Eccentricità forza normale [m] : -0.56
Braccio momento [m] : 2.31
Forza normale [kN] : 292.69
Pressione estremo di valle [kN/m²] : -16.13
Pressione estremo di monte [kN/m²] : 218.99

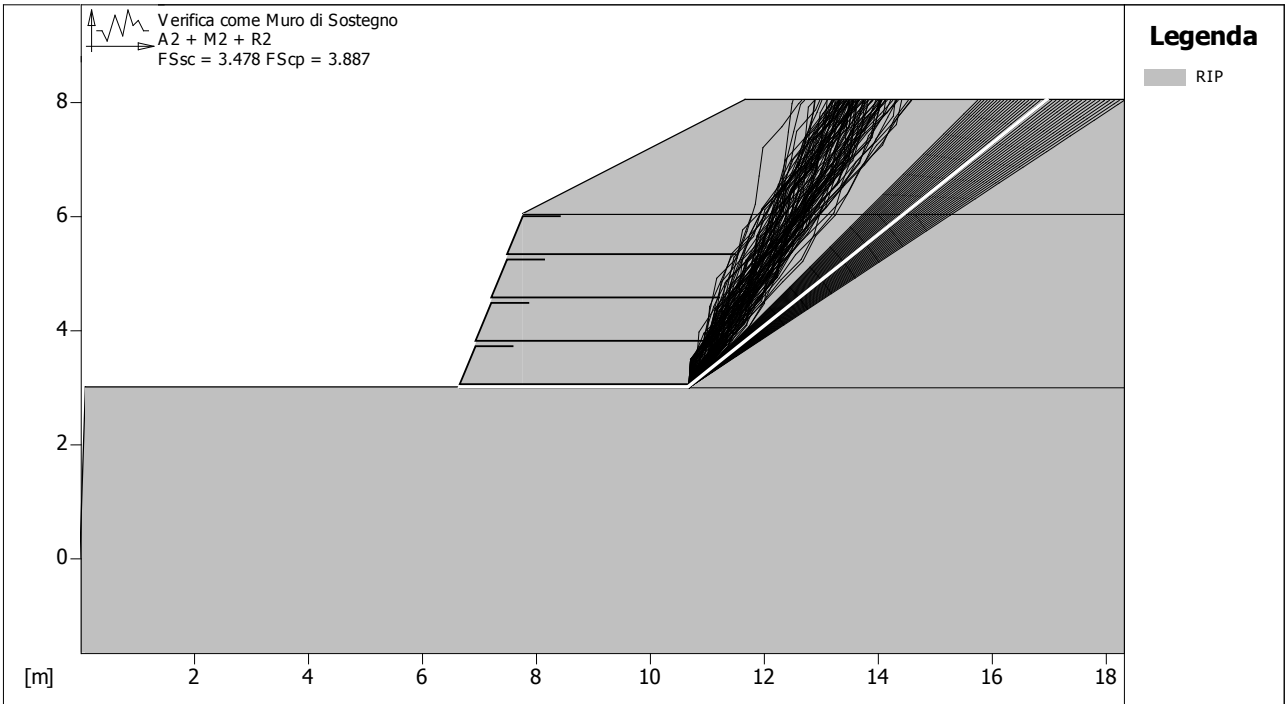
Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Forza Stabilizzante [kN/m] : 163.96
Forza Instabilizzante [kN/m] : 47.13
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 3.478
Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

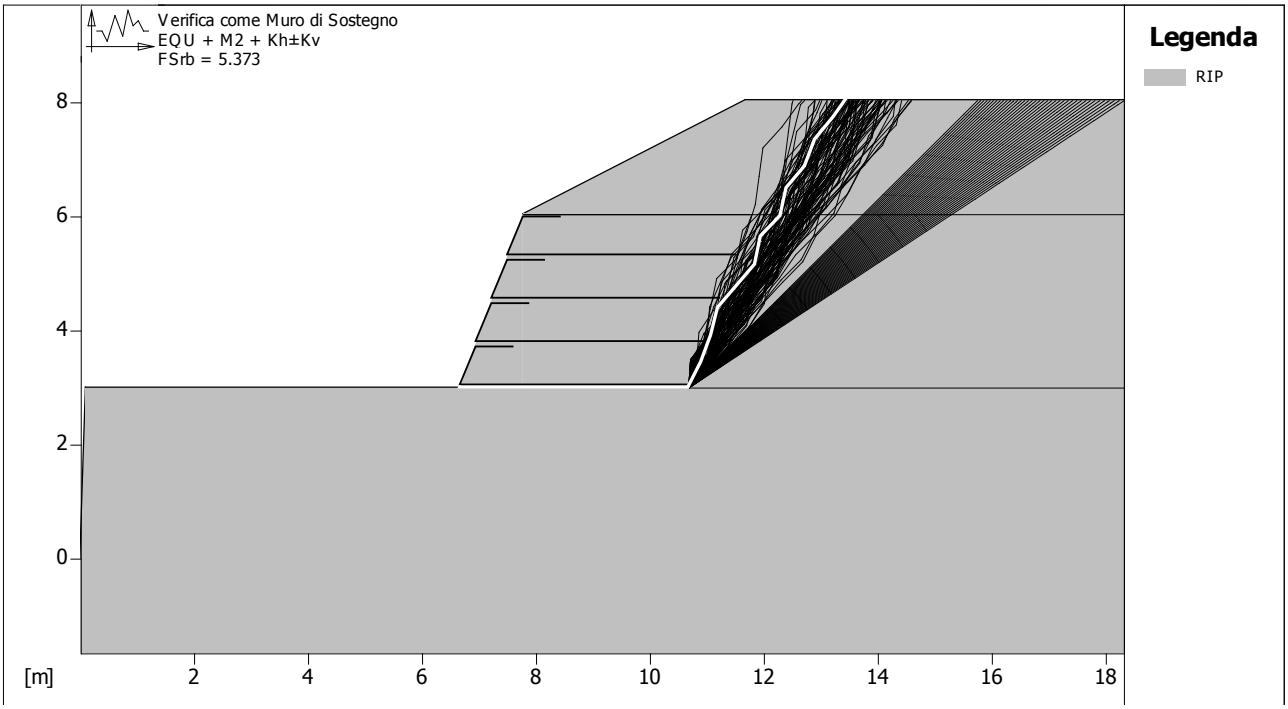
Pressione ultima [kN/m²] : 284.39
Pressione media agente [kN/m²] : 73.17
Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 3.887
Fondazione equivalente [m] : 4.00
Eccentricità forza normale [m] : -0.48
Braccio momento [m] : 2.19
Forza normale [kN] : 292.69
Pressione estremo di valle [kN/m²] : 5.46
Pressione estremo di monte [kN/m²] : 186.89

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



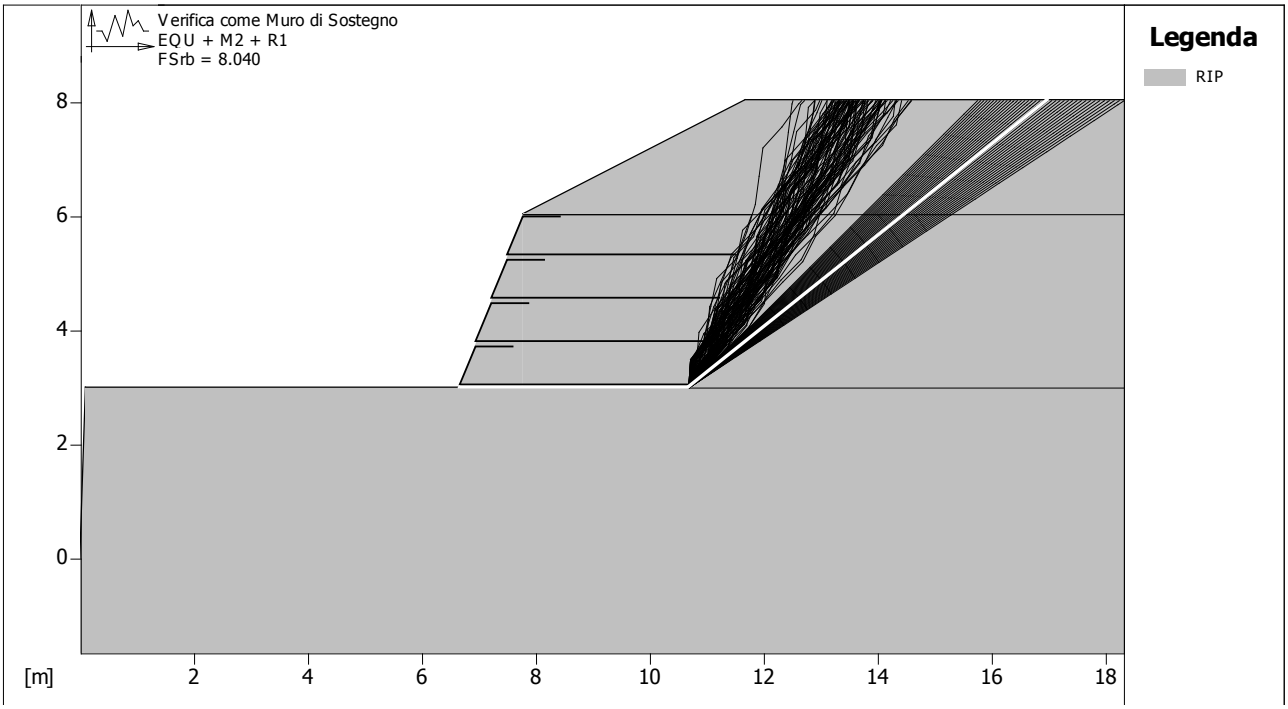
Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Momento Stabilizzante [kN*m/m] : 828.45
Momento Instabilizzante [kN*m/m] : 154.20
Classe momento : Coeff. parziale R - Ribaltamento
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento : 5.373

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : EQU + M2 + R1
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Momento Stabilizzante [kN*m/m] : 745.60
Momento Instabilizzante [kN*m/m] : 92.74
Classe momento : Coeff. parziale R - Ribaltamento
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento : 8.040

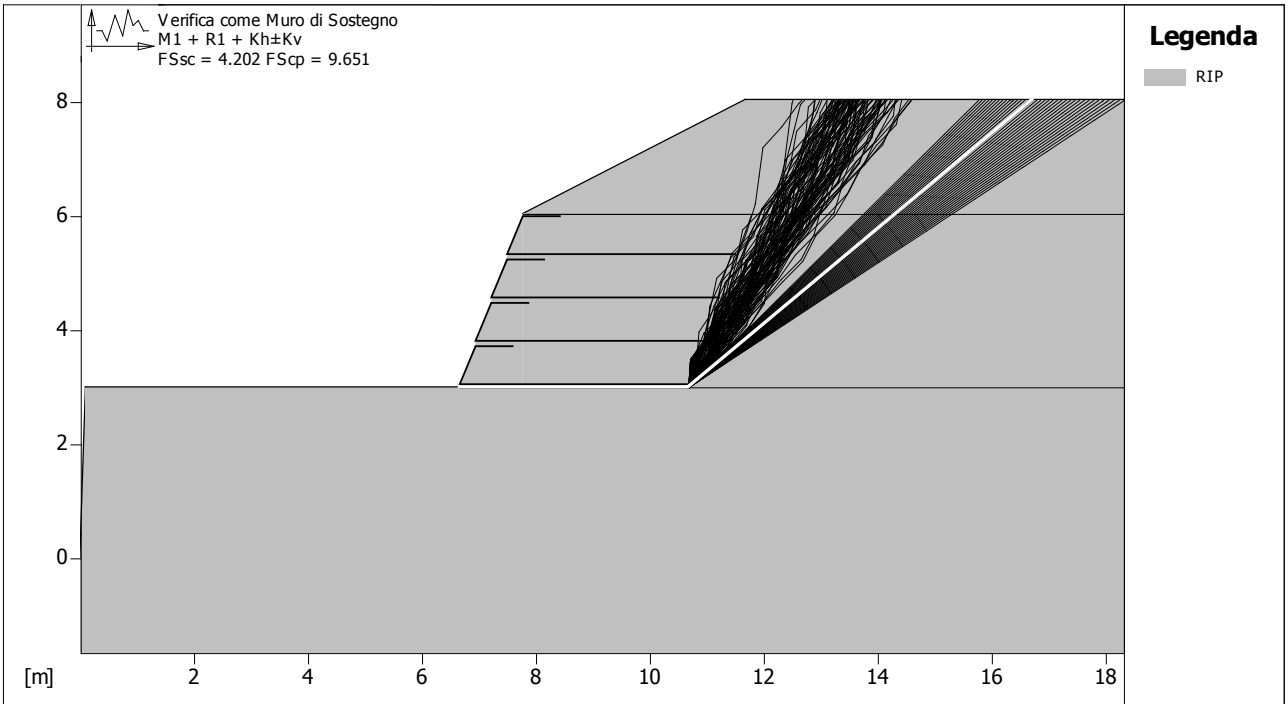
Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Forza Stabilizzante [kN/m] : 201.46
Forza Instabilizzante [kN/m] : 47.94
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 4.202
Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima [kN/m²] : 694.21
Pressione media agente [kN/m²] : 71.93
Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 9.651
Fondazione equivalente [m] : 4.00
Eccentricità forza normale [m] : -0.45
Braccio momento [m] : 2.55
Forza normale [kN] : 287.72
Pressione estremo di valle [kN/m²] : 10.92
Pressione estremo di monte [kN/m²] : 175.26

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



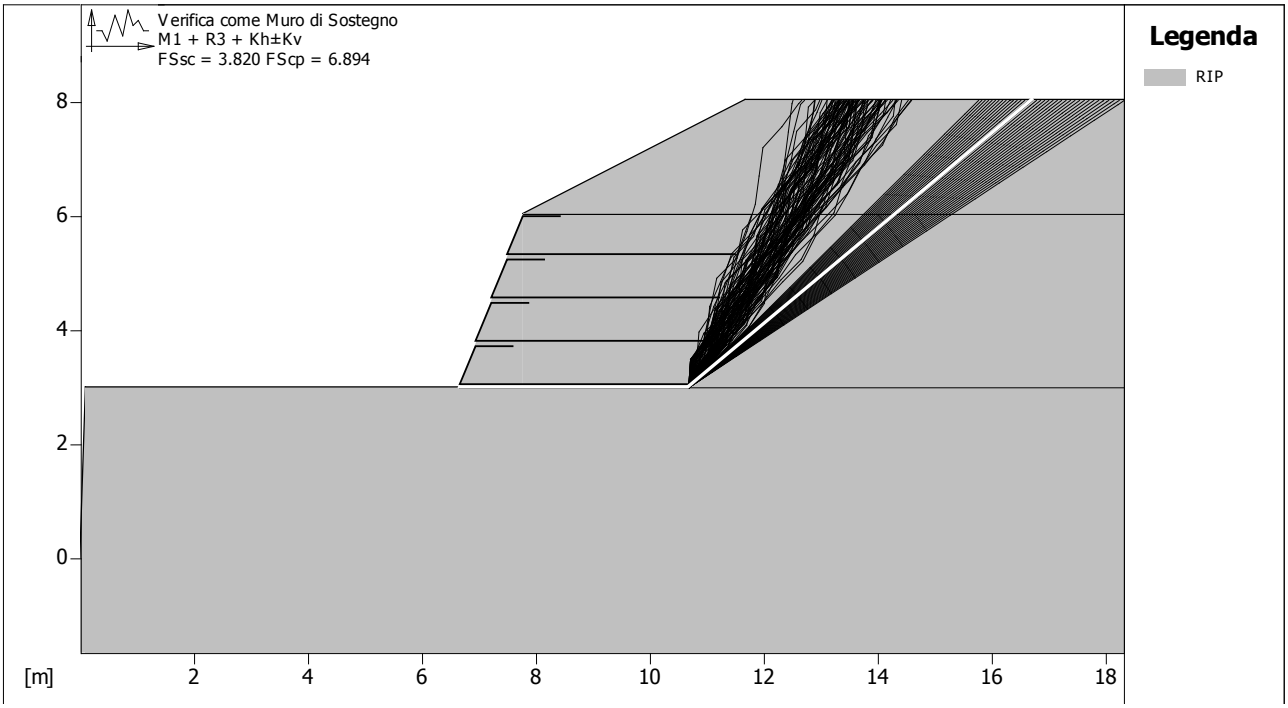
Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1

Forza Stabilizzante	[kN/m]	:	201.46
Forza Instabilizzante	[kN/m]	:	47.94
Classe scorrimento	: Coeff. parziale R - Scorrimento		
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento		:	3.820

Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima	[kN/m²]	:	694.21
Pressione media agente	[kN/m²]	:	71.93
Classe pressione	: Coeff. parziale R - Capacità portante		
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante		:	6.894
Fondazione equivalente	[m]	:	4.00
Eccentricità forza normale	[m]	:	-0.45
Braccio momento	[m]	:	2.55
Forza normale	[kN]	:	287.72
Pressione estremo di valle	[kN/m²]	:	10.92
Pressione estremo di monte	[kN/m²]	:	175.26

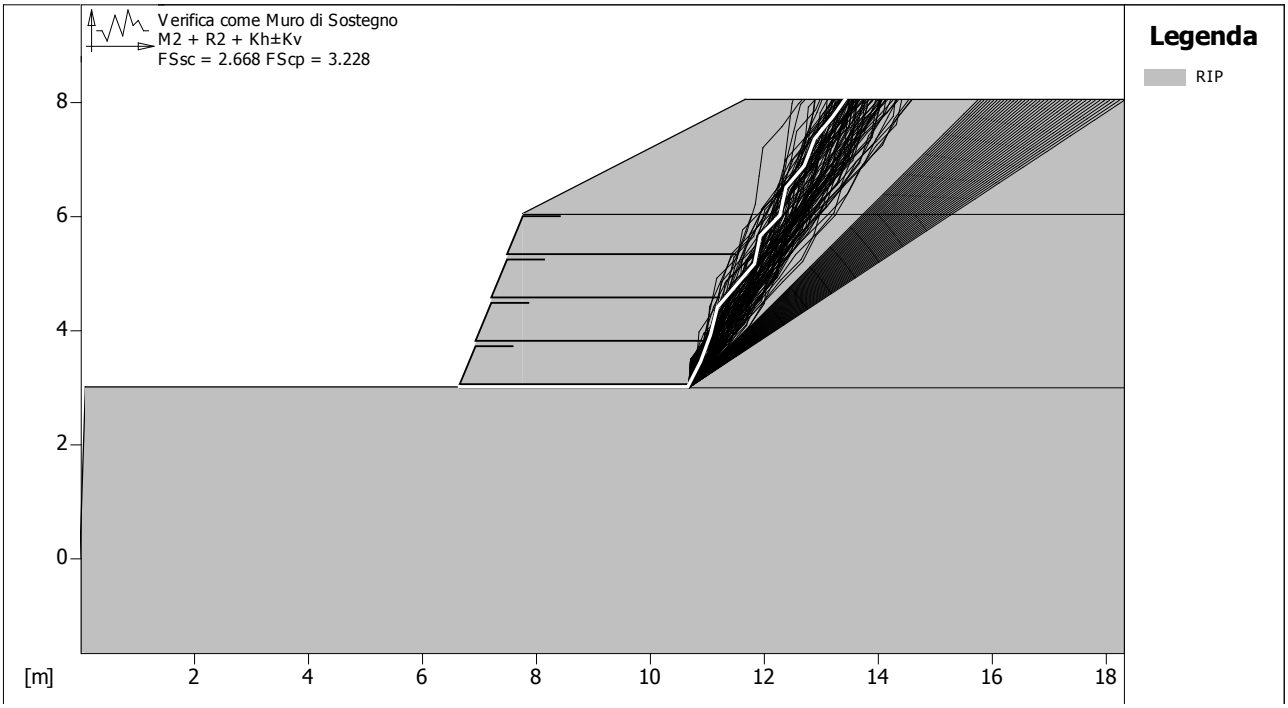
Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Forza Stabilizzante [kN/m] : 161.17
Forza Instabilizzante [kN/m] : 60.41
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.668
Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima [kN/m²] : 232.17
Pressione media agente [kN/m²] : 71.93
Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 3.228
Fondazione equivalente [m] : 4.00
Eccentricità forza normale [m] : -0.34
Braccio momento [m] : 2.55
Forza normale [kN] : 287.72
Pressione estremo di valle [kN/m²] : 32.82
Pressione estremo di monte [kN/m²] : 140.86

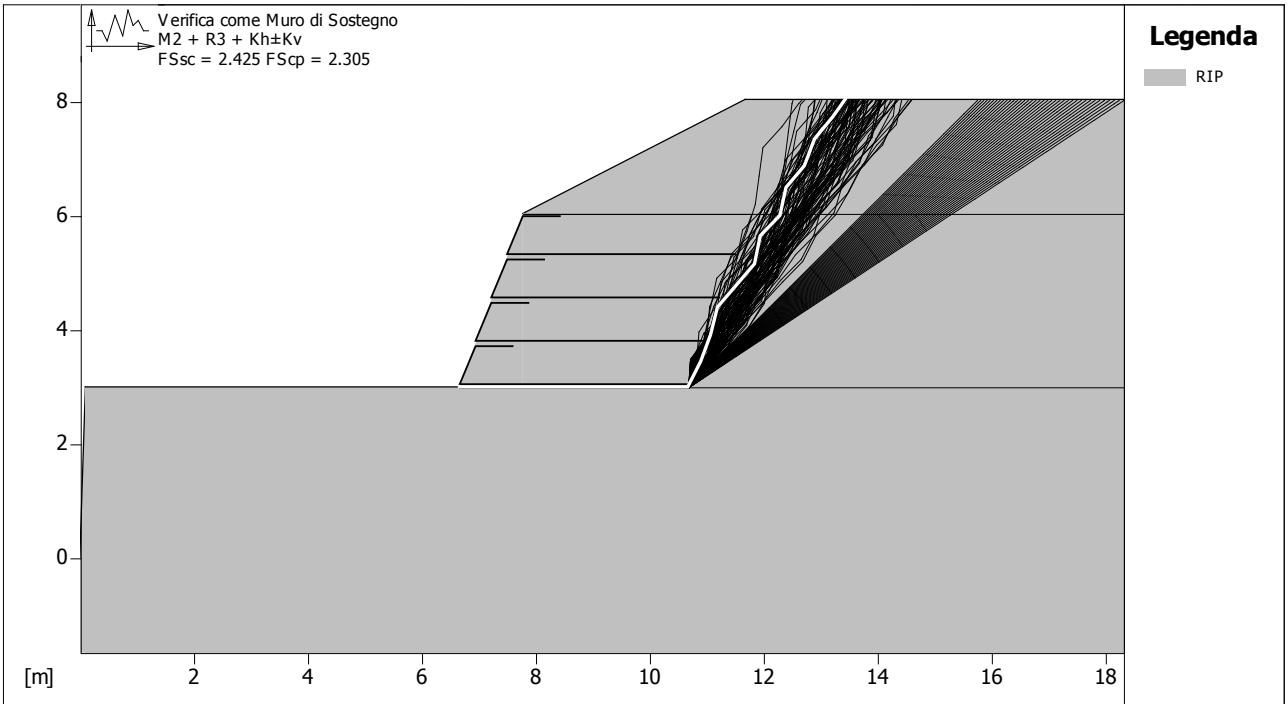
Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : M2 + R3 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Forza Stabilizzante [kN/m] : 161.17
Forza Instabilizzante [kN/m] : 60.41
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.425
Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima [kN/m²] : 232.17
Pressione media agente [kN/m²] : 71.93
Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 2.305
Fondazione equivalente [m] : 4.00
Eccentricità forza normale [m] : -0.34
Braccio momento [m] : 2.55
Forza normale [kN] : 287.72
Pressione estremo di valle [kN/m²] : 32.82
Pressione estremo di monte [kN/m²] : 140.86

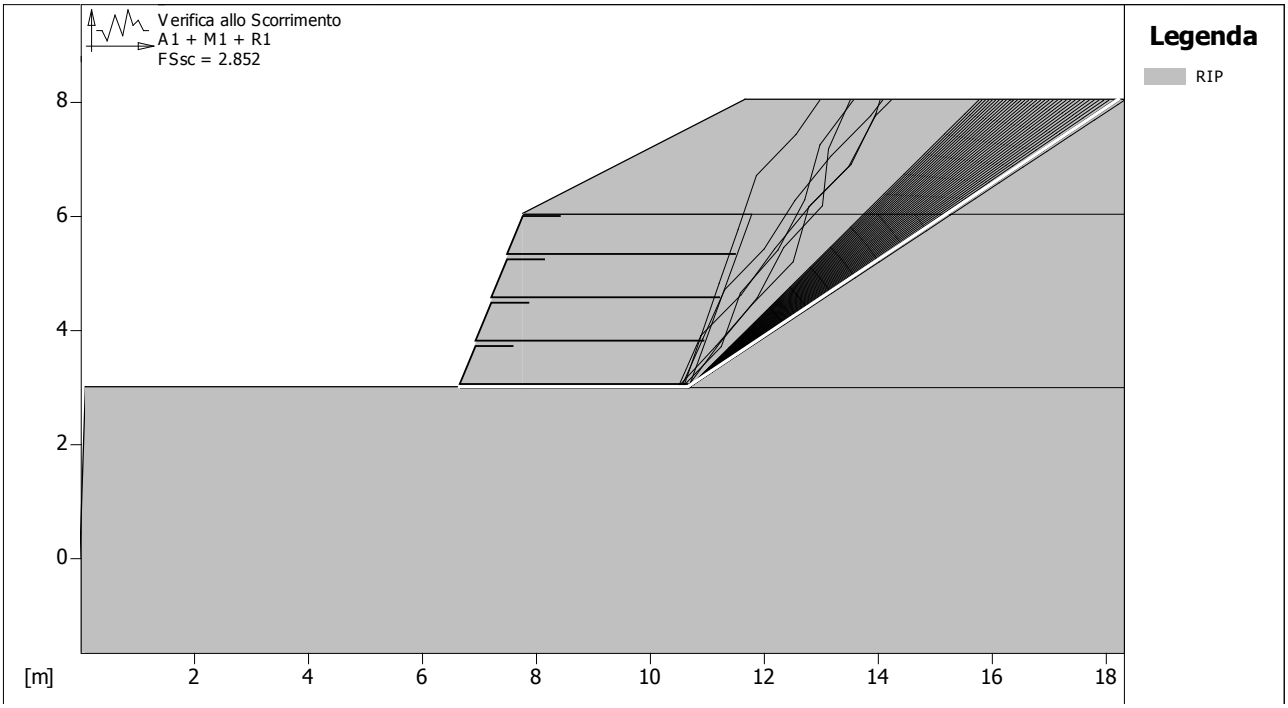
Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



VERIFICHE DI STABILITÀ ALLO SCORRIMENTO

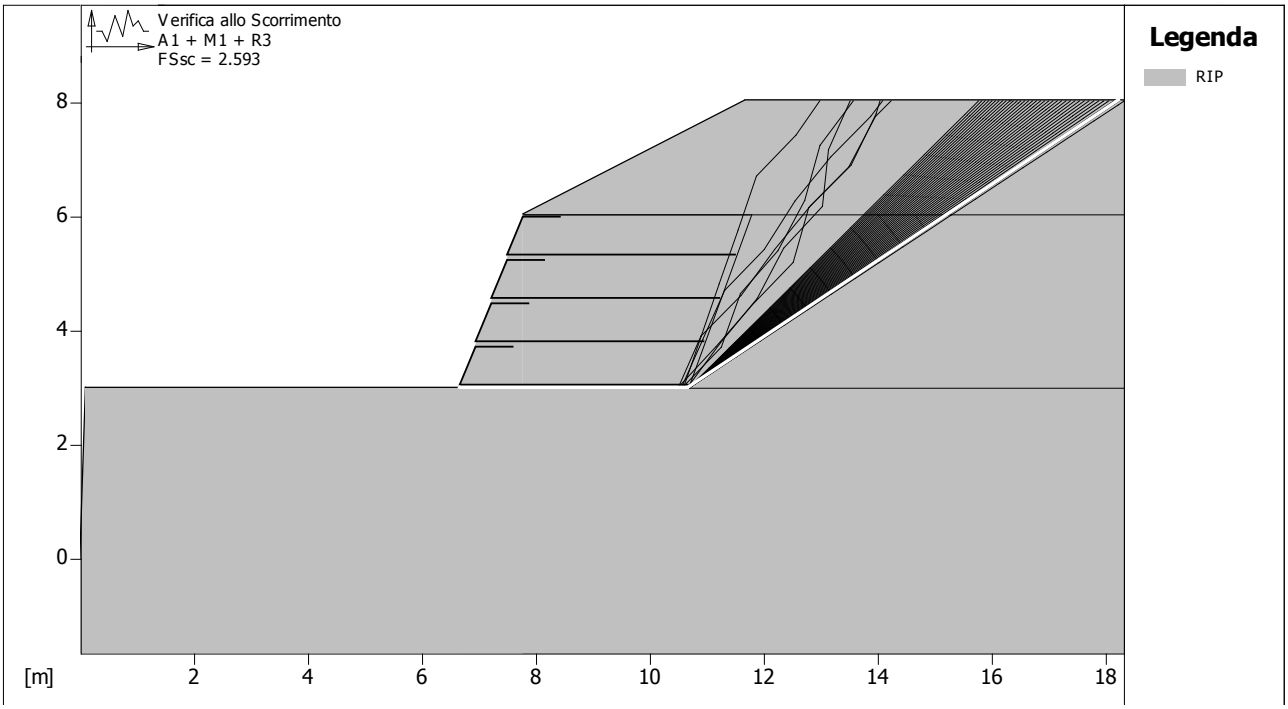
Verifica di stabilità allo scorrimento :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R1
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
Classe coesione : Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 35.00
Forza Stabilizzante [kN/m] : 151.75
Forza Instabilizzante [kN/m] : 53.21
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.852

Fattore	Classe
0.00	Sisma
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 - Scorrimento



Verifica di stabilità allo scorrimento :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
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
Forza Stabilizzante [kN/m] : 151.75
Forza Instabilizzante [kN/m] : 53.21
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.593

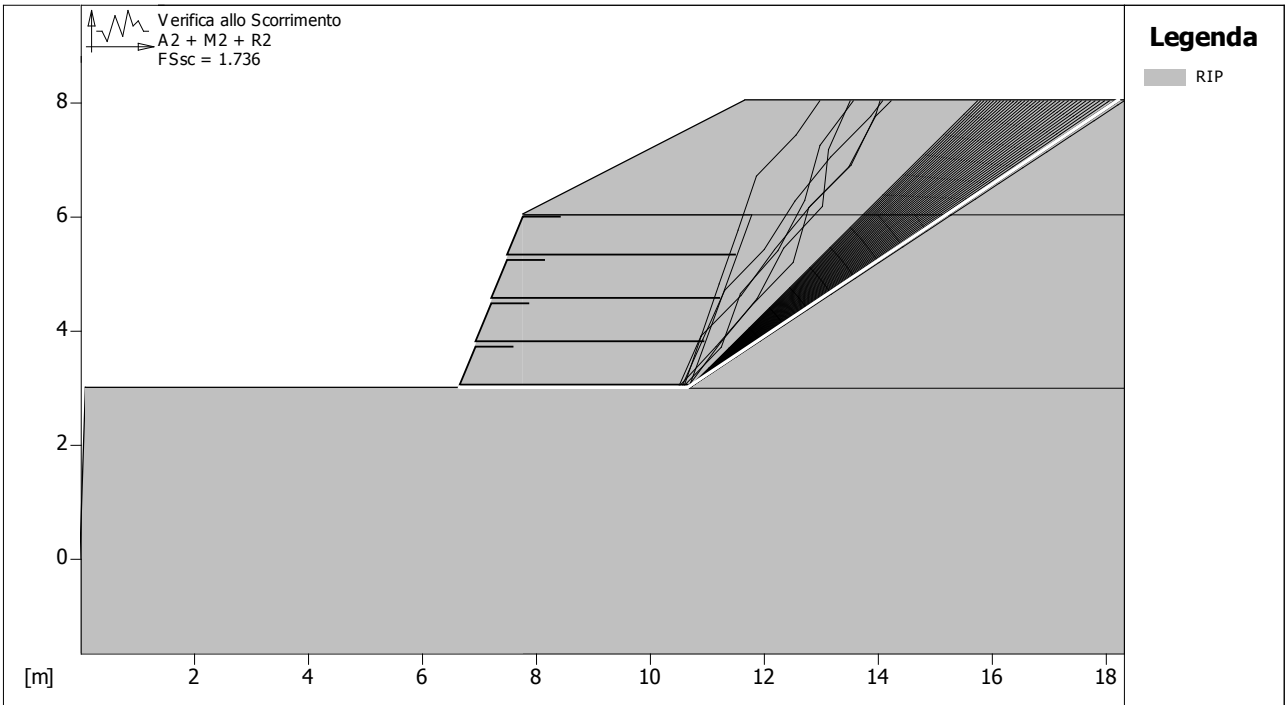
Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento



Verifica di stabilità allo scorrimento :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
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
Forza Stabilizzante [kN/m] : 121.40
Forza Instabilizzante [kN/m] : 69.93
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 1.736

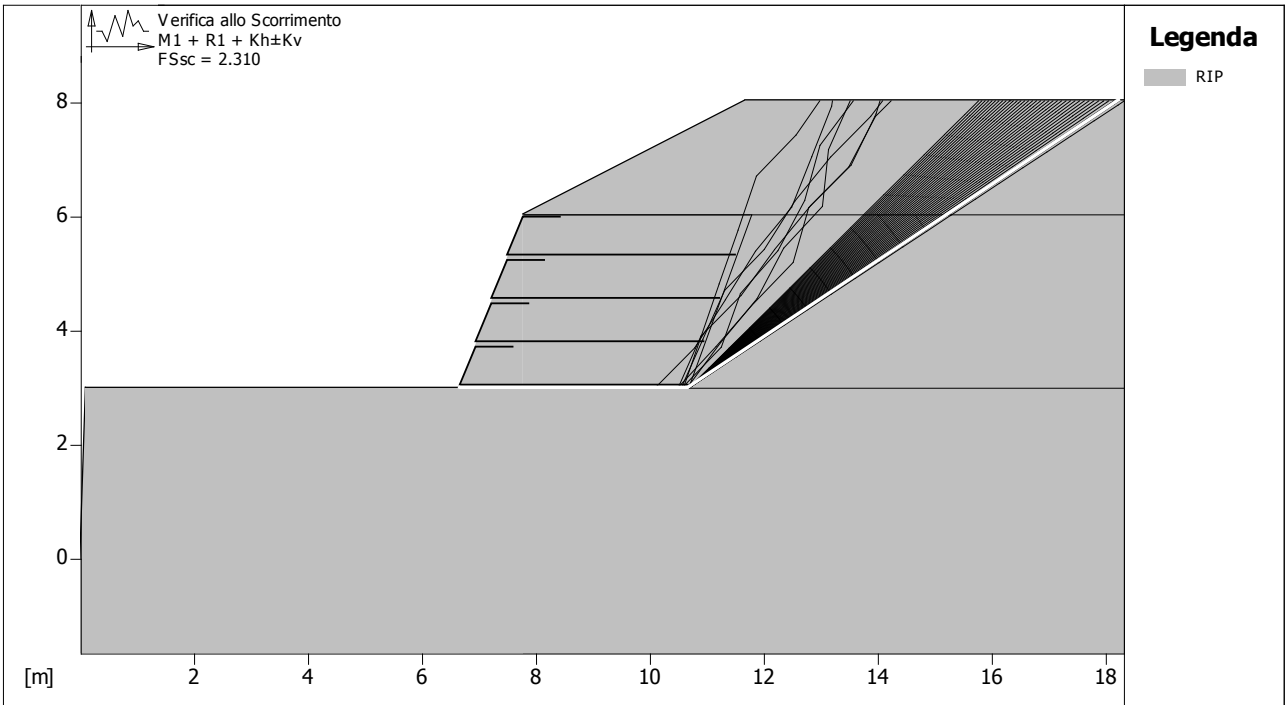
Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento



Verifica di stabilità allo scorrimento :

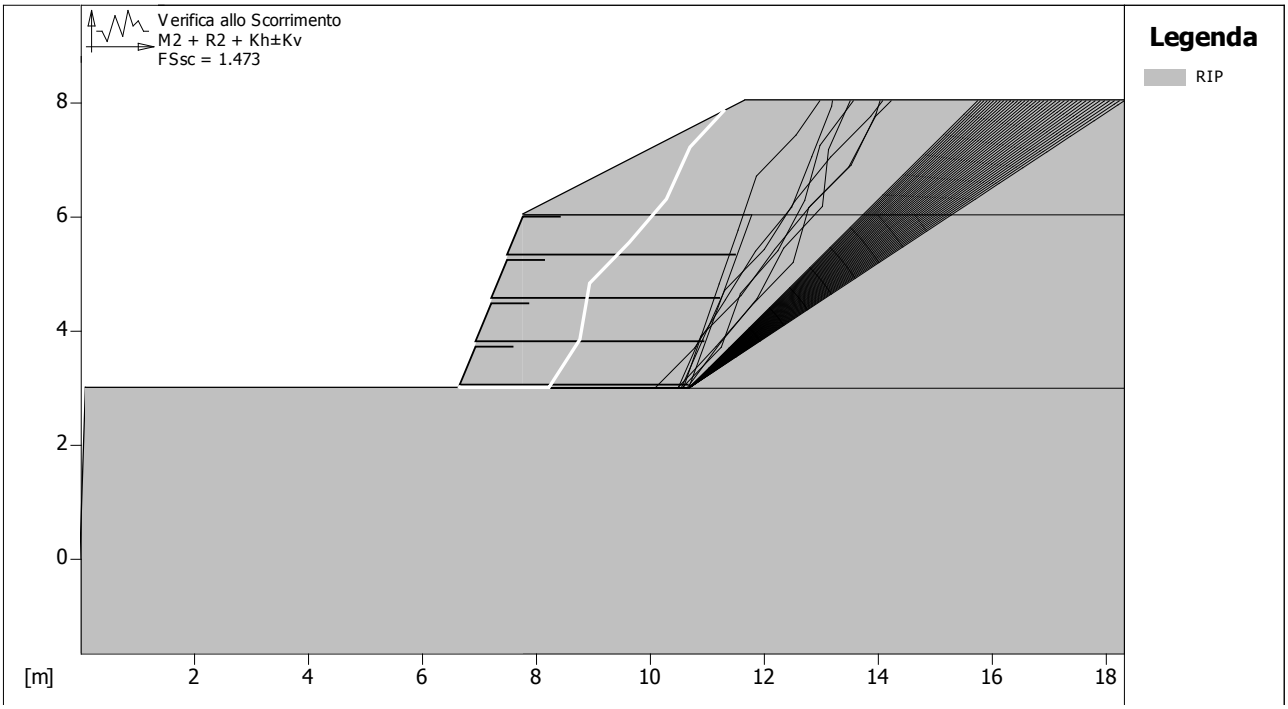
Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
Classe coesione : Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 35.00
Forza Stabilizzante [kN/m] : 149.17
Forza Instabilizzante [kN/m] : 64.57
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.310

Fattore	Classe
1.00	Sisma
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 - Scorrimento



Verifica di stabilità allo scorrimento :
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
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
Forza Stabilizzante [kN/m] : 119.34
Forza Instabilizzante [kN/m] : 81.00
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 1.473

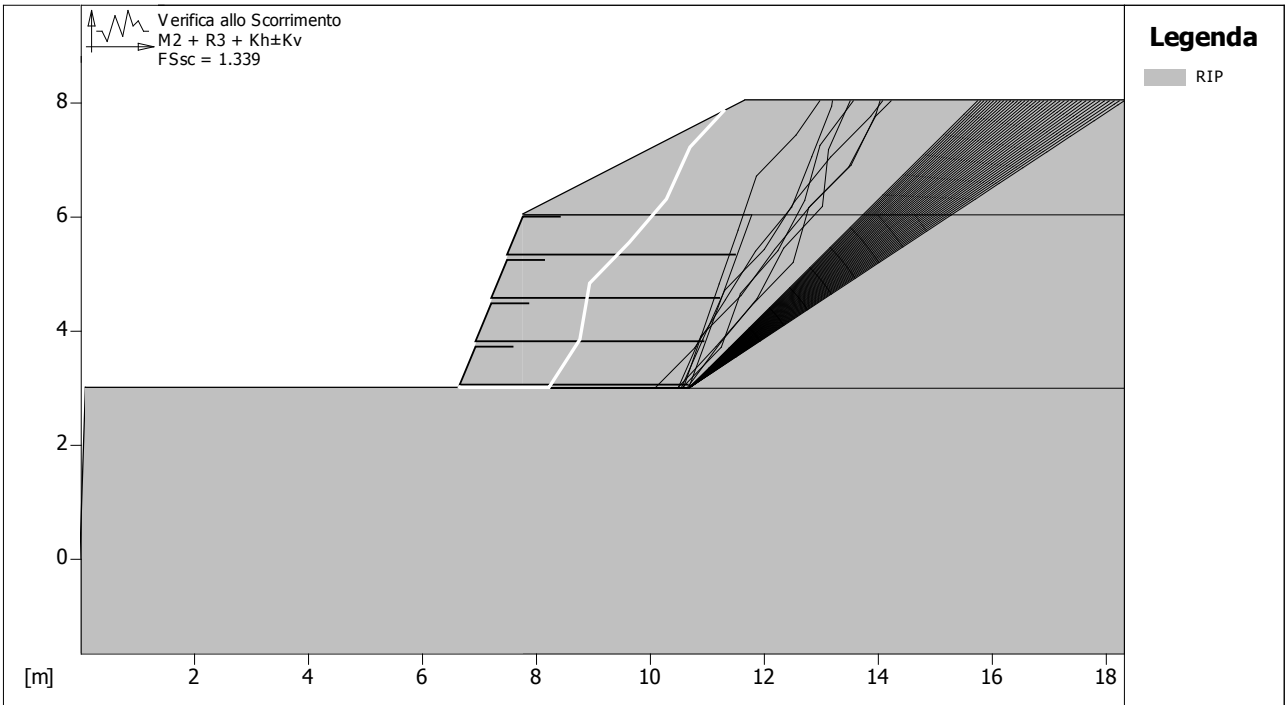
Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento



Verifica di stabilità allo scorrimento :

Combinazione di carico : M2 + R3 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TR1
Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno
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
Forza Stabilizzante [kN/m] : 119.34
Forza Instabilizzante [kN/m] : 81.00
Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 1.339

Fattore	Classe
1.00	Sisma
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 - Scorrimento



VERIFICHE DI STABILITÀ INTERNA

Verifica di stabilità interna :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R1
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 4.063

Intervallo di ricerca delle superfici

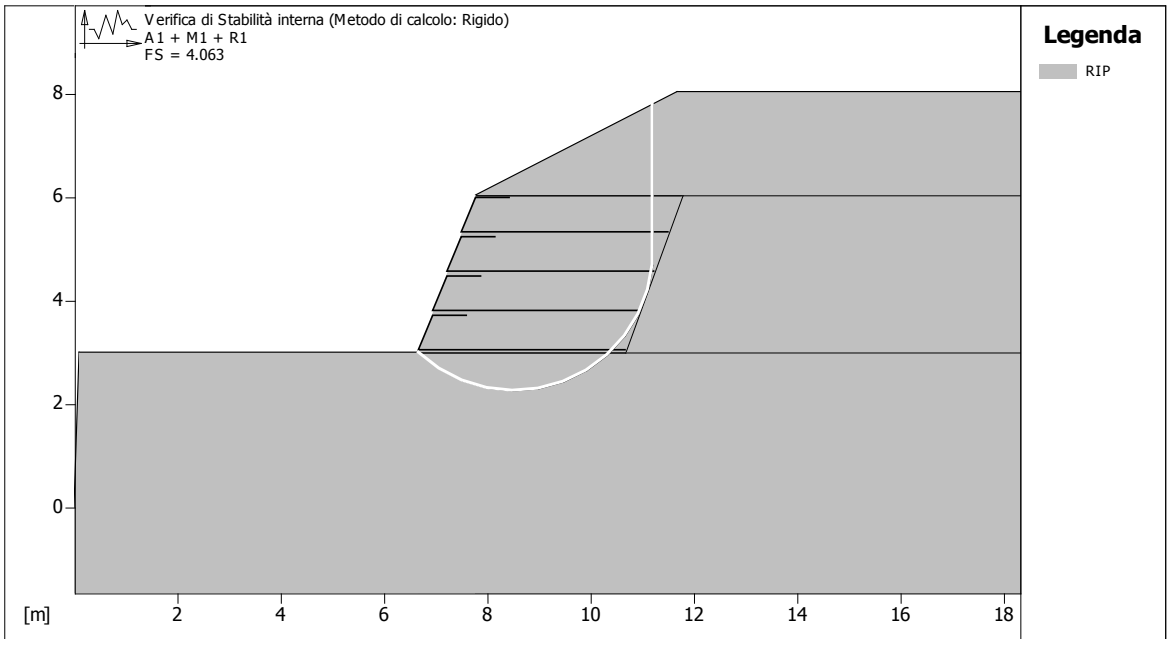
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



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 : 4.063

Intervallo di ricerca delle superfici

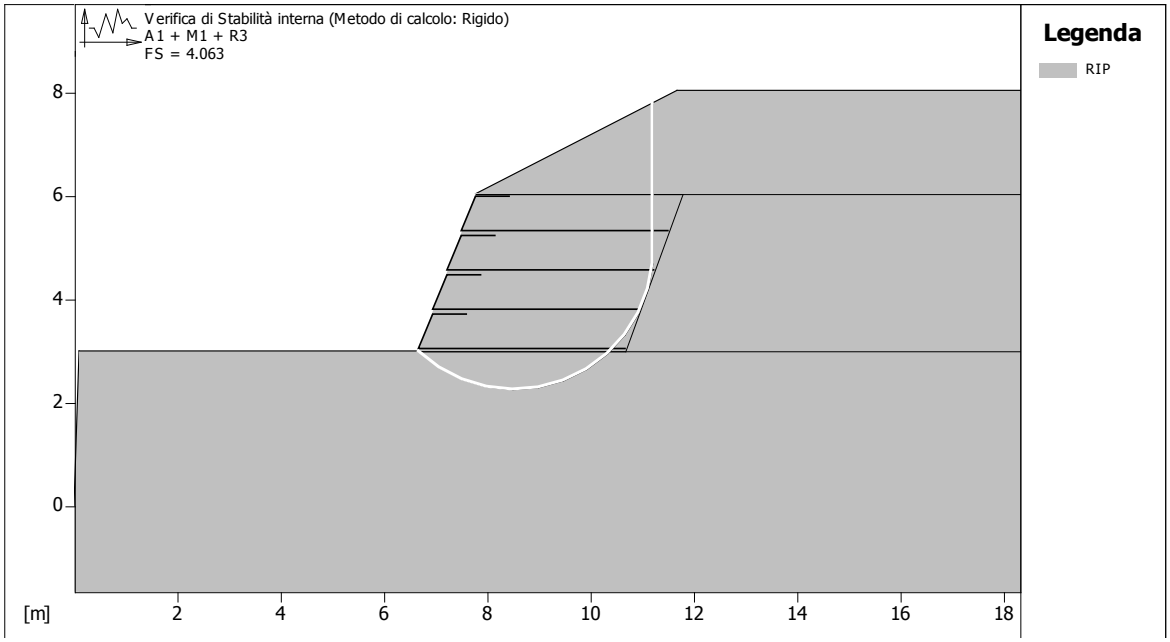
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



Verifica di stabilità interna :
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 : 2.955

Intervallo di ricerca delle superfici

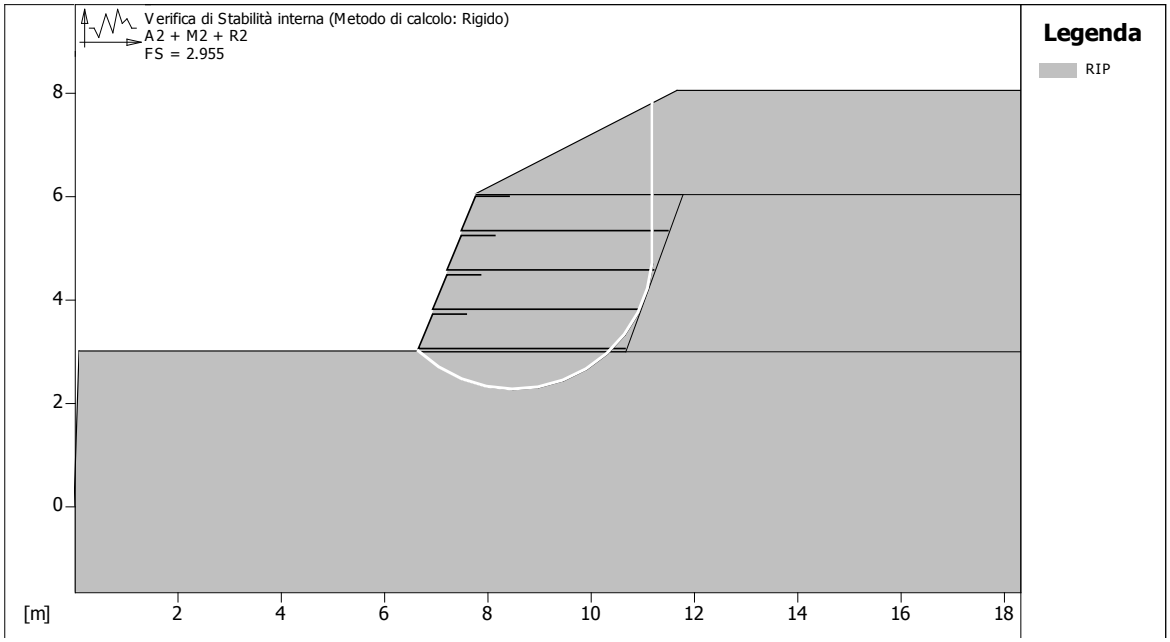
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 di stabilità interna :

Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 4.004

Intervallo di ricerca delle superfici

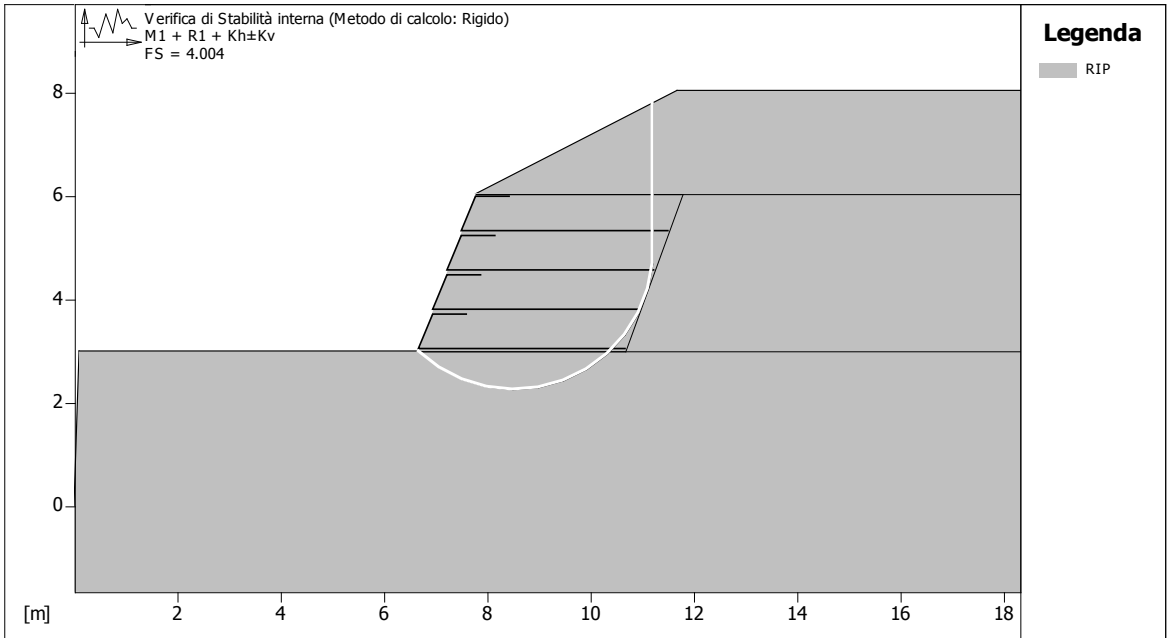
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 4.004

Intervallo di ricerca delle superfici

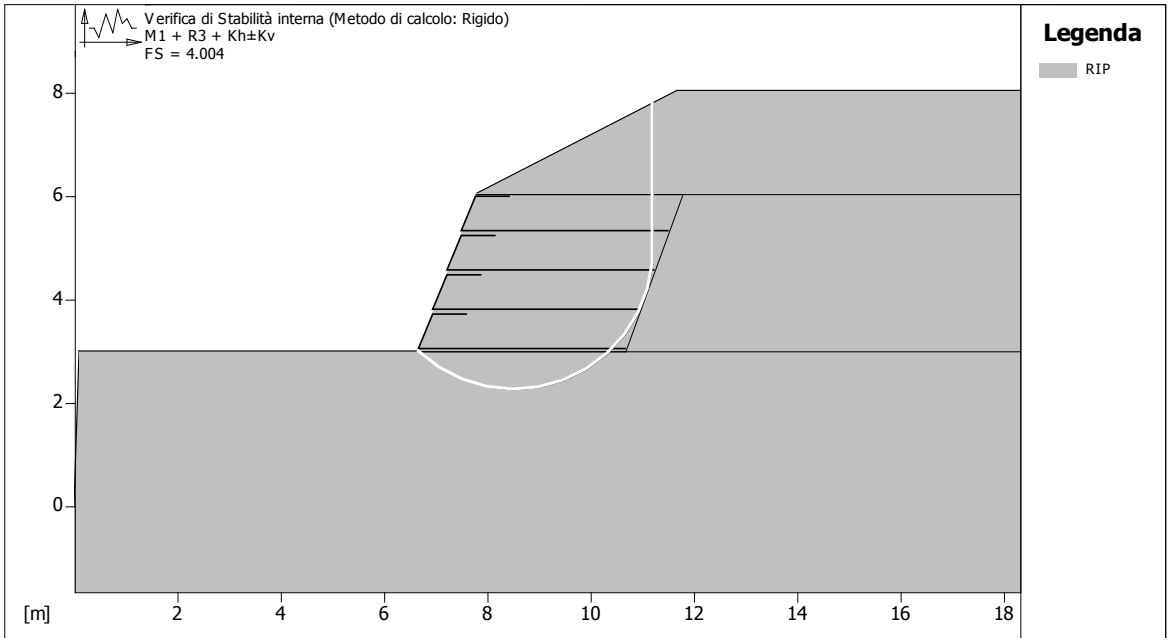
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 2.912

Intervallo di ricerca delle superfici

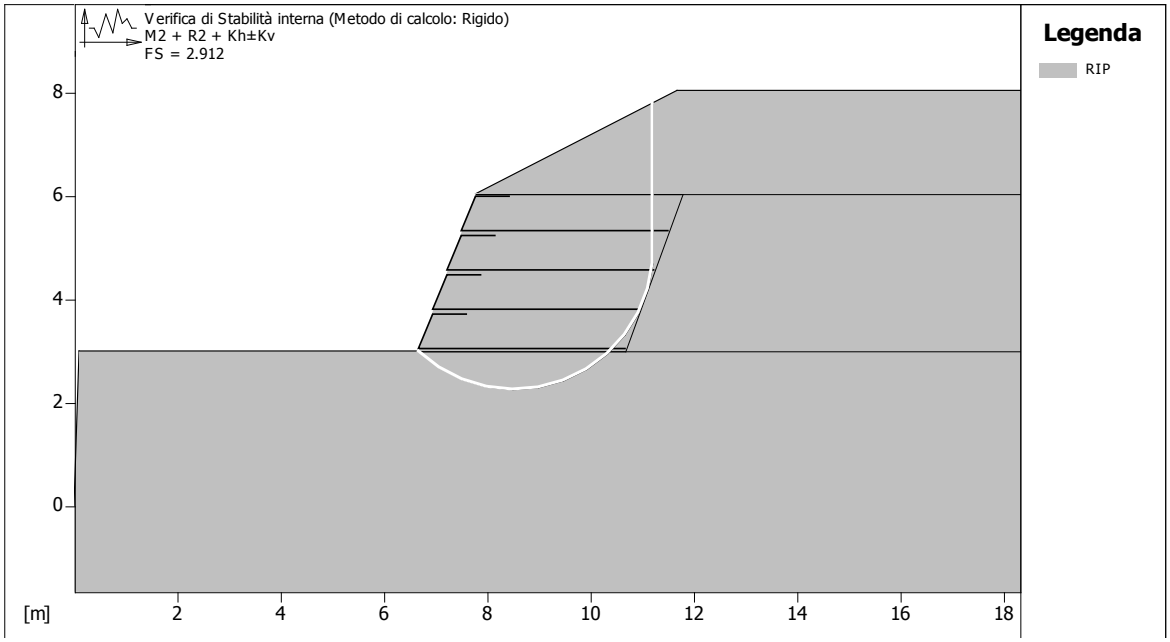
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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 di stabilità interna :
Combinazione di carico : M2 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 2.912

Intervallo di ricerca delle superfici

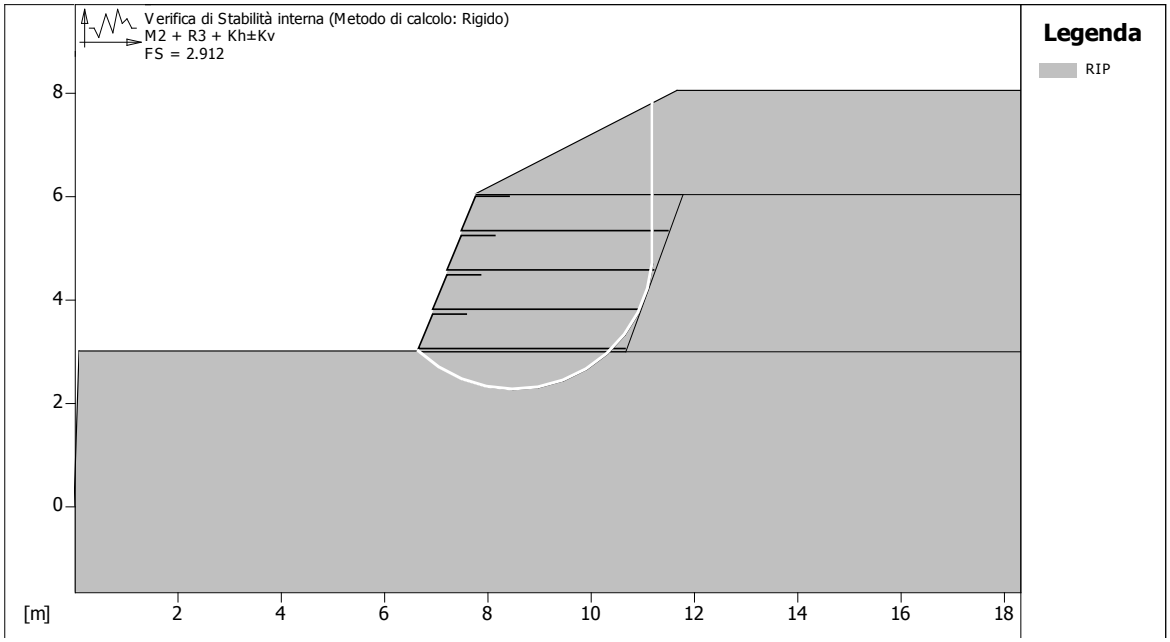
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	10.67

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 1
Numero totale superfici di prova : 100
Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50
Angolo limite orario [°] : 0.00
Angolo limite antiorario [°] : 0.00

Blocco : TR1
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.7	22.7	2.20	1.00
2.280	50.0	12.9	12.9	3.88	1.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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



4. Conclusioni

Da quanto sopra riportato si evince dunque come le opere di sostegno in terre rinforzate da realizzarsi per l'intervento a progetto risultino verificate nei confronti di quei meccanismi di rottura locale non presi in considerazione con la verifica di stabilità globale di cui alla relazione geologica.

Risulta inoltre utile segnalare che per la conduzione delle presenti verifiche si sono assunti materiali di rinforzo commerciali i quali, in funzione sia degli aspetti economici che soprattutto della disponibilità, in fase di realizzazione delle opere, ovviamente previa "riverifica" delle opere medesime, potranno essere oggetto di variazione.