



# FSC

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

## PROGRAMMAZIONE FSC 2014 - 2020

### Patto per lo Sviluppo della Regione Campania

PROGETTO FINANZIATO CON LA DELIBERAZIONE CIPE N. 26 / 2016  
C.U.P. E91B15000520009

## CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

## INTERVENTO DI VIABILITA' ZONA DIGA ALENTO COMPLETAMENTO STRADA - 3° LOTTO

TRATTO DI PROGETTO	<input type="checkbox"/> Nodo di Cicerale
	<input type="checkbox"/> Dal 5° innesto per Cicerale all'innesto per Monteforte Cilento
	<input checked="" type="checkbox"/> Dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio

FATTIB. TECN. - ECONOM.  PROGETTO DEFINITIVO  PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato	G.03	Scala	-	Data	Ottobre 2018	Revisione	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
-----------	------	-------	---	------	--------------	-----------	--

Oggetto:

### Relazione strutturale e fascicolo di calcolo - Terre armate -

TIPOLOGIA ELABORATO	<input checked="" type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input checked="" type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

### PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl

Loc. Piano Della Rocca 84060 PRIGNANO CILENTO (SA)  
Tel. 0974/837206 fax 0974/837154 - Pec: veliaingegneria@pec.it

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

### GEOLOGO

**Dott. Geol. Francesco Peduto**

Iscritto all'Albo dei Geologi Regione Campania n. 2683 dal 06.05.1988

### R.U.P.

**Ing. Marcello Nicodemo**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1931 dal 16.04.1984

Riferimento archivio digitale: N.023b.10.2018/Ve.Ing

## RELAZIONE STRUTTURALE E FASCICOLO DI CALCOLO (Terre armate)

### Sommario

1. PREMESSA .....	2
2. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA TERRENO-RINFORZI .....	4
3. TECNOLOGIA E CALCOLO DELLA TERRA RINFORZATA .....	6
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DI CONSULTAZIONE .....	7
5. DESCRIZIONE DELL' ORGANISMO STRUTTURALE .....	8
6. PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO .....	9
6.1 Verifica di stabilità globale .....	11
6.2 Verifica di stabilità interna .....	12
6.2.1 Comportamento dei Rinforzi: Modello rigido .....	12
6.2.1.1 Sfilamento esterno (tratto di ancoraggio) .....	13
6.2.1.2 Sfilamento interno .....	14
6.3 Verifica come muro di sostegno .....	14
6.3.1 calcolo delle azioni interne al muro .....	15
6.3.2 calcolo delle massime azioni agenti sul muro .....	17
6.3.3 Verifica al ribaltamento .....	17
6.3.4 Verifica allo scorrimento .....	18
Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento ( $F_{ssc}$ ) è dato dal seguente rapporto: .....	18
6.3.5 Verifica della capacità portate della fondazione .....	18
6.4 Carichi dinamici dovute a forze di natura sismica .....	18
7. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO .....	18
8. CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE .....	19
9. REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO .....	23
9.1 Compattazione .....	23
10. IPOTESI DI CALCOLO .....	23
11. COEFFICIENTI DI SOVRADIMENSIONAMENTO – VALORI MINIMI OTTENUTI .....	24
12. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI .....	24

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive gli interventi di manutenzione straordinaria, da realizzare lungo il tratto stradale esistente ricompreso tra l'innesto per Monteforte Cilento (SA) e Stio (SA) dovuti alla presenza di discontinuità e criticità di carattere idrogeologico, rientranti nella tipologia costruttiva "terre rinforzate".

Le criticità di carattere idrogeologico rilevate ed affrontate progettualmente con interventi di mitigazione consistenti in terreno di adeguate caratteristiche meccaniche compattato, con interposti elementi di rinforzo in materiale polimerico (terre armate), sono di seguito descritte secondo un ordine crescente in direzione di Stio (SA).

### Intervento 00

L'intervento "00" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 15 e la sezione 21 per una lunghezza di 34,40 metri ca. e mira alla risoluzione della criticità ivi riscontrata consistente nell'avvallamento lungo il lato valle della sede stradale, caratterizzante il tratto per ca. 20 m. lineari. Per risolvere la citata problematica si è optato per la realizzazione di terre rinforzate, il cui piano di posa si attesta a circa 6.60 m. dalla quota della strada. L'opera di sostegno scelta è 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 terra, che avviene per strati successivi. Nel caso in oggetto gli elementi di rinforzo sono disposti per strati di 70 cm estendendosi trasversalmente per 4 metri. Per garantire il buon comportamento strutturale si prevede uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) alla base del rilevato ed un sistema realizzato con materassino drenante a tergo dell'opera in modo da intercettare le acque filtrate prima che attraversino il rilevato armato. Si provvederà infine al ripristino del rilevato e al successivo completamento dei sovrastanti strati stradali di  $s = 45$  cm. (vedi grafici), ivi compresa la barriera stradale lungo il lato valle del tratto interessato.

### Intervento 01

L'intervento "01" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 48 e la sezione 58. Il movimento franoso a cinematica lenta di assestamento che caratterizza l'intervento ha implicato un cedimento del tombino nella sua mezzera, rendendo de facto impossibile la circolazione stradale in sicurezza. Per il ripristino del corrispondente percorso occorre dunque provvedere alla previa demolizione del manufatto e alla successiva ricostruzione ex - novo del tombino con paramenti in terra armata sia a monte che a valle, fondato sul lato di valle ad una profondità di almeno 3 m. dall'attuale quota di campagna. Gli elementi di rinforzo saranno disposti per strati di 70 cm e si estenderanno trasversalmente per 4 metri. Anche in questo caso, per garantire il buon comportamento strutturale i paramenti in terra armata fonderanno su uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) mentre un

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

sistema di drenaggio a tergo dell'opera da realizzare con materassino all'uopo concepito garantirà l'intercettazione delle acque filtrate prima che le stesse attraversino il rilevato armato. La continuità idraulica garantita allo stato dei luoghi dal tombino esistente sarà confermata dall'apposizione di un tubo armco DN2500 che attraverserà il nuovo manufatto tra le sezioni 52 e 53 e ai cui estremi si provvederà all'apposizione di un materassino tipo Reno capace di minimizzare il potenziale fenomeno erosivo all'imbocco e all'uscita dell'attraversamento. Una canaletta di drenaggio garantirà il corretto convogliamento delle acque meteoriche a monte del rilevato fino alla convergenza col tubo armco in ingresso al manufatto. Il riempimento interposto tra gli strati di terra armata garantirà la realizzazione di un adeguato piano di appoggio per il sovrastante pacchetto stradale, ai cui bordi verrà poi ubicata apposita barriera stradale di sicurezza.

### **Intervento 13**

L'intervento "13", tra le sezioni 416 e 423, si caratterizza per la sussistenza di un movimento franoso a cinematica lenta con conseguente cedimento del tombino. Per il ripristino del corrispondente percorso occorrerà dunque provvedere alla previa demolizione del manufatto e alla successiva ricostruzione ex - novo del tombino con paramenti in terra armata sia a monte che a valle, fondato sul lato di valle ad una profondità di almeno 7,70 m. dall'attuale quota di campagna. Gli elementi di rinforzo saranno disposti per strati di 70 cm e si estenderanno trasversalmente per 4 metri. Anche in questo caso, per garantire il buon comportamento strutturale i paramenti in terra armata fonderanno su uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) mentre un sistema di drenaggio a tergo dell'opera da realizzare con materassino all'uopo concepito garantirà l'intercettazione delle acque filtrate prima che le stesse attraversino il rilevato armato. La continuità idraulica garantita allo stato dei luoghi dal tombino esistente sarà confermata dall'apposizione di un tubo armco DN1500 che attraverserà il nuovo manufatto tra le sezioni 52 e 53 e ai cui estremi si provvederà all'apposizione di un materassino tipo Reno capace di minimizzare il potenziale fenomeno erosivo all'imbocco e all'uscita dell'attraversamento.

Una canaletta di drenaggio garantirà il corretto convogliamento delle acque meteoriche a monte del rilevato fino alla convergenza col tubo armco in ingresso al manufatto. Il riempimento interposto tra gli strati di terra armata garantirà la realizzazione di un adeguato piano di appoggio per il sovrastante pacchetto stradale, ai cui bordi verrà poi ubicata apposita barriera stradale di sicurezza.

## 2. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA TERRENO-RINFORZI

Le deformazioni di taglio che si manifestano nel terreno soggetto a forze esterne ed al peso proprio vengono contrastate da resistenze di tipo attritivo generate da diverse componenti, quali l'attrito e l'incastro tra le particelle, il loro grado di addensamento e le tensioni di confinamento. Le deformazioni di taglio che si generano lungo una generica superficie di rottura sono associate a sollecitazioni sia di trazione che di compressione ed affinché si generi una superficie di taglio nel terreno è necessario che le forze sollecitanti superino le resistenze mobilizzate dal terreno.

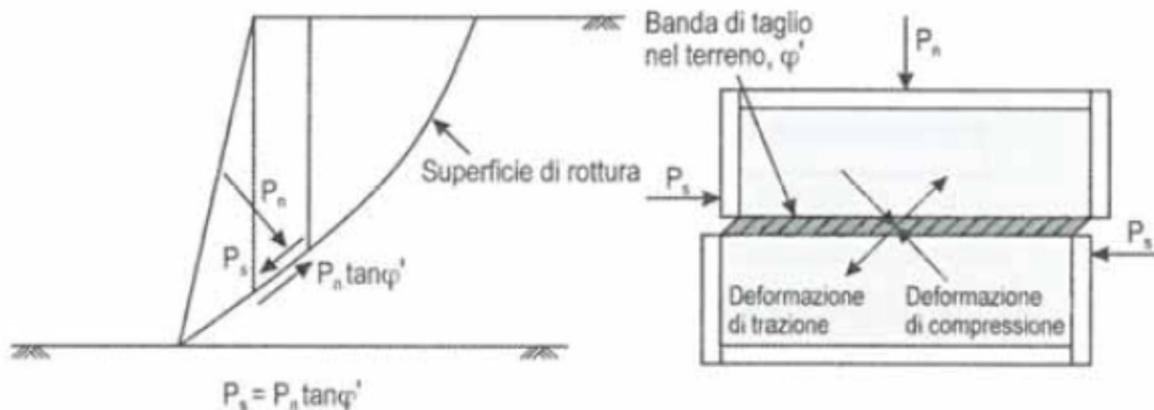


Fig. 1- rottura e deformazioni di taglio nei terreni (Jewell e Wroth, 1987)

La resistenza a taglio mobilizzata dal terreno lungo un tratto  $\Delta L$  di una generica superficie di rottura, in un terreno granulare, può essere correlata alla forza normale  $P_n$  agente lungo la superficie stessa tramite l'angolo di resistenza al taglio efficace  $\varphi'_m$  secondo il criterio di rottura di Coulomb:

$$P_r = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi'_m \quad (1)$$

con

- $\varphi'_m$  = angolo di resistenza al taglio mobilizzato per un dato valore di deformazione a taglio.

L'inserimento di un rinforzo nel terreno altera l'equilibrio delle forze agenti al suo interno poiché l'elemento incluso, interagendo con il terreno stesso, si oppone alla deformazione

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

di trazione determinano l'insorgere di una forza che si aggiunge alla forza resistente mobilizzata, come viene mostrato nell'immagine sotto riportata.

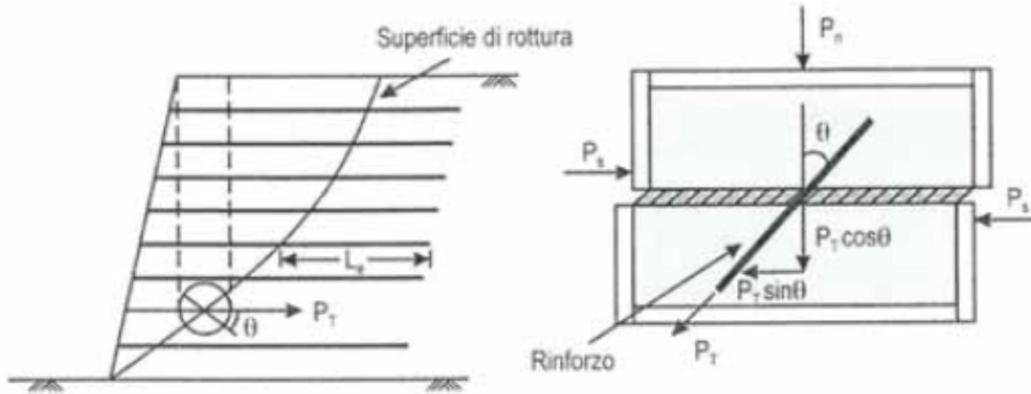


Fig. 2- effetto dell'inserimento del rinforzo nei terreni (Jewell e Wroth, 1987)

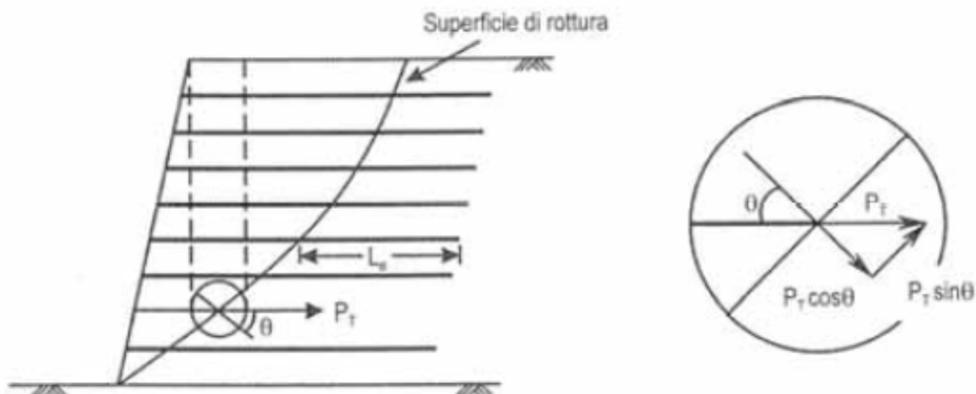


Fig. 3- forza mobilizzata dal rinforzo (Jewell e Wroth, 1987)

Come osservabile dall'immagine precedente la forza  $P_T$  mobilizzata dal rinforzo, in relazione ad un determinato livello di deformazione, può essere scomposta in due componenti, una normale alla superficie di taglio ed una parallela alla superficie stessa. In definitiva la resistenza complessiva  $P_{rtot}$  mobilizzata lungo il tratto  $\Delta L$  della generica superficie di taglio sarà determinata dal contributo della forza normale  $P_n$  e della forza  $P_T$  attraverso la seguente relazione:

$$P_r = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi'_m + P_T \cdot (\cos \theta \cdot \operatorname{tg} \varphi' + \operatorname{sen} \theta) \quad (2)$$

Il rinforzo pertanto contribuisce all'equilibrio del sistema fornendo una forza parallela alla forza resistente mobilizzata dal terreno e con una forza che sommandosi a quella normale produce un aumento della resistenza attritiva mobilizzata. Dal punto di vista tensionale il rinforzo genera un incremento delle tensioni orizzontali di confinamento ed in tal modo un terreno rinforzato si deformerà in misura minore di quanto accadrebbe in assenza di elementi resistenti a trazione. Affinché il sistema terreno-rinforzi sia efficace e tale da garantire l'equilibrio risultano necessarie tre condizioni fondamentali:

- Necessità di trasferimento di tensioni tra terreno e rinforzi;
- Rinforzi deformabili per mobilizzare la resistenza a trazione e contribuire alla stabilità;
- Deformazioni del rinforzo compatibili con quelle del terreno.

I terreni usati principalmente nella costruzione delle opere in terra rinforzata sono di tipo granulare, compresi nelle famiglie dei limi, delle sabbie o delle ghiaie. Questi tipi di terreni presentano migliori caratteristiche di interazione con i rinforzi e possono essere compattati più facilmente senza dare luogo a deformazioni differite nel tempo e non sono soggetti a rigonfiamenti dovuti alla presenza di acqua. A parità di geometria, dimensioni dell'opera e carichi esterni è proprio dalla resistenza al taglio del terreno che dipenderanno la quantità e la resistenza dei rinforzi necessari a garantire la stabilità, poiché più elevata risulta la resistenza al taglio del terreno, minore sarà la necessità di ricorrere alla resistenza fornita dai rinforzi stessi.

### 3. TECNOLOGIA E CALCOLO DELLA TERRA RINFORZATA

Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata, 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 terra, che avviene per strati successivi. Così facendo, il regime di sollecitazioni che si instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, sono tali da mobilitare la resistenza a trazione del rinforzo 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 correttamente i meccanismi di rottura potenziali nel terreno

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi. Un corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica pertanto una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessari a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, peso per unità di volume, coesione) 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.

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, terra rinforzata, muri cellulari).

Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della condizione:

$$Ed < Rd \quad (3)$$

Ed = azioni o effetto delle azioni di progetto;

Rd = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico.

Le verifiche da effettuare sono:

**SLU di tipo geotecnica (GEO) e di Equilibrio di corpo rigido (EQU)**

- stabilità globale del complesso dell'opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso del carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

**SLU di tipo strutturale (STR)**

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

**4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DI CONSULTAZIONE**

Nella redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente normativa italiana:

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.Min. 14/01/2008.

Sono state altresì consultate le seguenti normative:

- Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (Circ. CSLPP 02.02.09 n.617);
- Deliberazione di Giunta Regionale Campania n° 5447 del 07 novembre 2002.

## 5. DESCRIZIONE DELL' ORGANISMO STRUTTURALE

La struttura è costituita da un cuneo di terreno confinato da un sistema di rinforzo per strati formato da teli di geogriglie in polimero poliestere. Essa, ai fini delle verifiche di stabilità geotecniche viene per semplicità forzatamente modellata come corpo rigido, secondo un approccio non del tutto esente da critiche ma oramai consolidato nella prassi progettuale, in quanto conservativo.

Tale modello viene assunto uguale sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

Nella struttura si realizzano vincoli di tipo puramente attritivo, sia internamente, ad ogni interfaccia geogriglia terreno confinato, sia al piano basale di appoggio, tra terreno di fondazione e strato di rinforzo di base. Per sua tipologia propria, la struttura nel suo complesso non presenta alcun giunto. Gli strati di rinforzo presentano sovrapposizioni in affiancamento tali da realizzare un unico strutturale. Gli strati di rinforzo inoltre non risultano connessi esternamente ad alcuna struttura, risultando completamente sviluppati all'interno del rilevato.

I meccanismi di collasso allo stato limite ultimo considerati ai fini del dimensionamento strutturale dei layers di rinforzo sono relativi ai fenomeni interni al cuneo di terreno di seguito descritti. I rinforzi previsti per la realizzazione dei muri in terra rinforzata sono geogriglie costituite da un nucleo di filamenti di poliestere ad alta tenacità densamente raggruppati, paralleli e perfettamente allineati, racchiusi in una guaina protettiva in resina di polietilene a forma di nastro di larghezza compresa tra i 24 ed i 33 mm.

La geogriglia sarà costituita dalla saldatura di nastri costituiti secondo le caratteristiche suddette, aventi resistenza longitudinale e trasversale variabile a seconda della resistenza dei singoli nastri e della spaziatura nel loro assemblaggio. La geogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nel terreno alle normali concentrazioni, inalterabili da insetti, muffe e microrganismi, stabilizzato ai raggi UV. Il paramento in vista è sagomato mediante la posa in opera di un cassero "a perdere", con sola funzione di contenimento del terreno di riempimento, costituito da un pannello di rete metallica elettrosaldato  $\varnothing$  8 mm sagomato a "L" secondo la pendenza di progetto e

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

rinforzato da tiranti in tondino metallico che impediscono la deformazione del paramento della struttura verso l'esterno.

Il paramento interno è realizzato risvoltando la sola geogriglia di rinforzo.

Sulla superficie a vista del paramento vengono poste in opera delle geostuoie aventi funzione antierosiva, tali da evitare il dilavamento del corpo dei rilevati a seguito delle azioni meteoriche.

Si riportano di seguito le caratteristiche minime dei materiali da impiegare utilizzati nelle elaborazioni:

### PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico .....	[m <sup>3</sup> /kN]	1.10e-04
Rigidezza estensionale .....	[kN/m]	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio .....	[m]	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) .....		1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) .....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) .....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) .....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia .....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia .....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo .....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla .....		0.40

### 6. PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO

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 in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento.

**"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"**

In particolare in questa sede si fa riferimento al metodo di BISHOP modificato che prevede l'utilizzo di superfici di scorrimento circolari.

Il contributo dei rinforzi viene introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. La resistenza a trazione nei rinforzi può mobilizzarsi 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 determinata 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 devono essere 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.

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 trattasi di opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine del materiale; a tale proposito il parametro più complicato da individuare è la resistenza di lavoro, per la quale le diverse normative possono indicare metodologie differenti per la definizione. La stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo è stata fatta facendo riferimento allo schema illustrato di seguito (fig. 1) che la BS8006 (inglese) prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro  $T_d$  è designata ed è tale che:

$$T_d = T_b / f_m \quad (4)$$

dove  $f_m$  (1.44) è il fattore di sicurezza complessivo che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale  $T_b$  a quella di lavoro  $T_d$ , secondo lo schema riportato nella figura seguente.

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

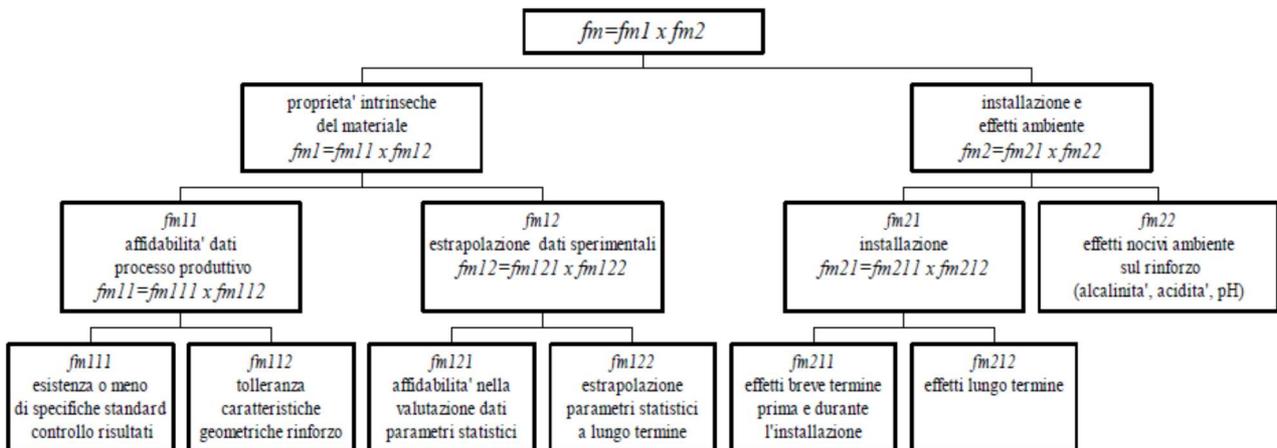


Fig. 4: schema adottato per la stima della resistenza di lavoro Td dei rinforzi

La valutazione di dettaglio dei fattori parziali di sicurezza è riportata nella nota tecnica n° 7 del manuale del software in allegato.

Per il valore di Tb, 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:

$$T_b = 50.11 \text{ kN/m}$$

Un ulteriore coefficiente di sicurezza per fenomeni di creep viene considerato nel caso di rinforzi in materiali sintetici:

$$f_{creep} = 1.5$$

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

### 6.1 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. 5).

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

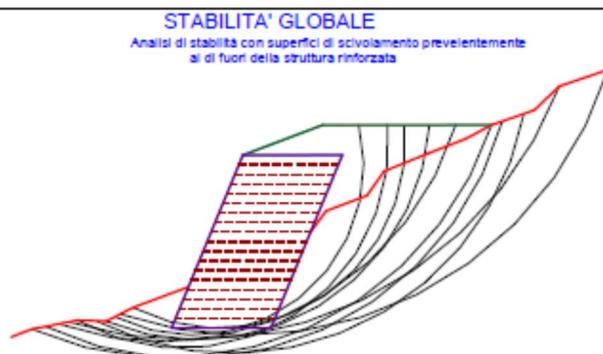


Fig. 5: stabilità globale

### 6.2 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. 6).

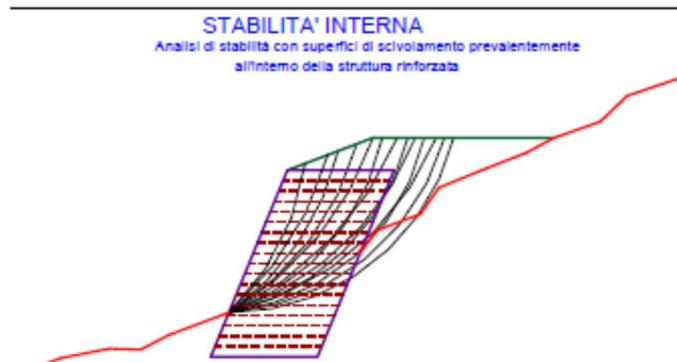


Fig. 6: stabilità interna

#### 6.2.1 Comportamento dei Rinforzi: 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 rigidezza dei rinforzi stessi. Per ciascun rinforzo devono essere verificate le seguenti condizioni:

**"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"**

- 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 ( $t_u$ ).

**6.2.1.1 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 ( $\tau_u$ ) dalla seguente relazione:

$$t_u = f \cdot s_v \quad (5)$$

dove:

$f$  = 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 ( $f_{tr}$ ).

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

$$s_v = (W + P_v - U) / dx \quad (6)$$

$W$  = 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.

### 6.2.1.2 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 ( $t_u$ ) dalla seguente relazione:

$$t_u = f \cdot s_v \quad (7)$$

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:

$$F_0 = F_1 + DF \quad (8)$$

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

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

$$DF = F_1 \cdot p \cdot f_{tr} \quad (9)$$

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

### 6.3 Verifica come muro di sostegno

In tale verifica l'opera in terra rinforzata, 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. A costituire il muro possono concorrere tutti i blocchi (intesi come rilevati strutturali) che costituiscono l'opera oppure tutti i blocchi a partire dal blocco di verifica, cioè tutti i blocchi di una opera che si trovano sopra un blocco scelto per tale verifica.

La verifica dell'opera come muro di sostegno, sia essa in terra rinforzata che muro in gabbioni, si articola a sua volta nelle tre verifiche classiche dei muri di sostegno (fig. 7): verifica al ribaltamento (5a), verifica allo scorrimento (5b), verifica per capacità portante

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

(5c). Per quest'ultima verifica il valore della pressione di rottura del terreno alla base del muro può essere fornita dall'utente oppure può essere calcolata automaticamente dal programma.

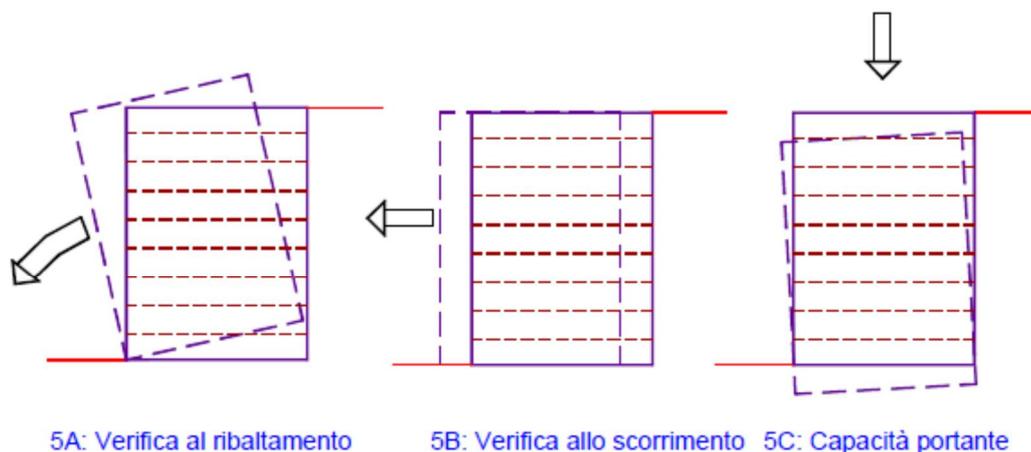


Fig. 7: verifica come muro di sostegno

### 6.3.1 calcolo delle azioni interne al muro

Il procedimento che consente il calcolo delle azioni interne al muro (forze e momenti) si basa sui dati che derivano dalla sezione del programma che esegue le verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Il muro, assegnato come superficie di scorrimento singola fittizia, viene suddiviso in conci e per ciascun concio si utilizzano le seguenti grandezze:

- 1) peso totale;
- 2) forze dovute a carichi distribuiti;
- 3) forze dovute a carichi lineari (in questa verifica senza diffusione trasversale);
- 4) forze dovute a carichi puntuali ripetuti o isolati (in questa verifica senza diffusione trasversale);
- 5) forze dovute a tiranti (in questa verifica senza diffusione trasversale);
- 6) forze sul contorno libero dovute alla presenza di falde;
- 7) pressione interstiziale alla base;
- 8) forze dovute a carichi di natura sismica;
- 9) forze interne dovute alla variazione di quota della falda (filtrazione o spinta idrostatica).

**"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"**

Il programma procede quindi calcolando la forza totale stabilizzante lungo la base, la forza orizzontale instabilizzante, il momento stabilizzante e il momento ribaltante.

**Forza totale stabilizzante**

Si applica il seguente procedimento:

- a) calcolo della forza verticale totale agente sulla base ( $F_v$ );
- b) calcolo della forza orizzontale stabilizzante ( $F_h$ ) dovuta alle forze da 2 a 6;
- c) calcolo della risultante (sottospinta) delle pressioni interstiziali alla base ( $U$ );
- d) calcolo della forza totale efficace agente sulla base:  $N = F_v - U$
- e) calcolo della forza resistente dovuta alla coesione ( $F_{coes}$ ) sulla base;
- f) calcolo dell'angolo d'attrito interno medio ( $\phi_{med}$ ) sulla base;
- g) calcolo della forza resistente complessiva stabilizzante ( $F_{stab}$ ):

$$F_{stab} = N \cdot \tan(\phi_{med}) + F_{coes} + F_h \quad (10)$$

**Forza totale instabilizzante**

La forza totale instabilizzante (orizzontale) interna al muro di sostegno ( $F_{hin}$ ) è ottenuta sommando le forze 8 e 9.

**Momento totale stabilizzante**

Il momento totale stabilizzante ( $M_s$ ) è ottenuto sommando i contributi dovuti ai singoli momenti delle forze da 1 a 6 rispetto allo spigolo di valle del muro.

**Momento totale ribaltante**

Il momento totale ribaltante ( $M_r$ ) è ottenuto sommando i contributi dovuti ai singoli momenti delle forze da 8 a 9 rispetto allo spigolo di valle del muro. Si considera altresì il momento instabilizzante ( $M_u$ ) dovuto alle pressioni interstiziali alla base.

### 6.3.2 calcolo delle massime azioni agenti sul muro

Il calcolo delle azioni agenti sul muro, dovute alle spinte del terreno a tergo, viene ottenuto con un procedimento basato ancora sui dati che derivano dalla sezione del programma che esegue le verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Il procedimento utilizzato è il seguente:

- 1) si analizzano 200 di superfici di scorrimento fittizie che comprendono tutta la base del muro e quindi terminano a monte secondo direzioni casuali o direzioni date dalla formulazione di Rankine + Mononobe e Okabe;
- 2) si analizza ciascuna superficie per determinare la spinta applicata al muro ed il relativo momento ribaltante;
- 3) la porzione di terreno interna ad una superficie viene suddivisa in conci e per ciascun concio si determinano tutte le forze già viste nella sezione precedente relativa al muro di sostegno, sottraendo tutte le forze già considerate nel muro ed aggiungendo le forze dovute ad eventuali rinforzi attraversati (con modello rigido); le forze così ottenute sono quelle da cui deriva la spinta sul muro;
- 4) la spinta sul muro viene calcolata sommando i contributi dei singoli conci;
- 5) la spinta dovuta al singolo concio viene ottenuta risolvendo il poligono delle forze composto da quattro forze complessive: la risultante delle componenti orizzontali, la risultante delle componenti verticali, la reazione alla base del concio inclinata dell'angolo di attrito rispetto alla base, la spinta attiva ipotizzata in direzione orizzontale (ipotesi conforme all'assunzione di Bishop nelle analisi di stabilità);
- 6) il momento ribaltante dovuto alla spinta è ottenuto considerando i singoli contributi di tutte le forze rispetto allo spigolo di valle del muro;
- 7) il valore della spinta ( $S_a$ ) per le verifiche di stabilità del muro di sostegno è ottenuto considerando il massimo delle spinte calcolato su tutte le superfici; il relativo momento ( $M_a$ ) viene a sua volta utilizzato nelle verifiche al ribaltamento.

### 6.3.3 Verifica al ribaltamento

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento ( $F_{srb}$ ) è dato dal seguente rapporto:

$$F_{srb} = (M_{stab} - M_u) / (M_a + M_r) \quad (11)$$

dove riepilogando:

- $M_{stab}$  = momento stabilizzante dovuto alle forze agenti sul muro;
- $M_u$  = momento ribaltante dovuto alle forze interstiziali alla base del muro;
- $M_a$  = momento ribaltante dovuto alla spinta (attiva) massima agente sul muro;
- $M_r$  = momento ribaltante dovuto alle forze orizzontali instabilizzanti agente nel muro (per sisma o forze idrauliche)

#### 6.3.4 Verifica allo scorrimento

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento ( $F_{ssc}$ ) è dato dal seguente rapporto:

$$F_{ssc} = F_{stab} / F_{htot} \quad (12)$$

essendo:  $F_{htot} = (S_a + F_{hin})$

dove riepilogando:

- $F_{stab}$  = forza totale stabilizzante agente alla base del muro;
- $S_a$  = spinta (attiva) massima agente sul muro;
- $F_{hin}$  = forza orizzontale instabilizzante agente nel muro (per sisma o forze idrauliche).

#### 6.3.5 Verifica della capacità portate della fondazione

Si rimanda alla "Relazione sulle fondazioni (G.08)"

#### 6.4 Carichi dinamici dovute a forze di natura sismica

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \text{ ed } F_v = k_v \times W,$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale.

Si rimanda alla "Relazione sulla modellazione sismica del sito (G.01)" per maggiori dettagli. Basta qui ricordare che ai fini dei calcoli, sono stati assunti i seguenti coefficienti sismici:

$$k_h = 0.04; k_v = +/- 0.02$$

### 7. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO

Si rimanda agli elaborati grafici allegati, per un maggiore dettaglio sulle caratteristiche geometriche delle opere progettate.

Si specifica che gli elementi di rinforzo utilizzati hanno uguali caratteristiche meccaniche e geometriche per tutti e tre gli interventi in progetto. Ovvero, trattasi di geogriglie polimeriche disposte ad intervalli di 70 cm e di lunghezza pari a 4 metri, con carico nominale di rottura:  $T_d = 80 \text{ KN/m}$ .

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

Dopo aver livellato il piano di fondazione, si procede al posizionamento ed allineamento dei casseri in rete elettrosaldata avendo cura di legarli tra loro con punti metallici o filo di ferro. Nella parte interna del cassero deve essere fissata la stuoia antiersiva sintetica mediante punti metallici o filo di ferro. Successivamente devono essere tagliate le geogriglie secondo le lunghezze indicate nel progetto (come meglio specificate nella relazione di calcolo strutturale e negli elaborati grafici allegati), determinate dalla profondità di ancoraggio, dal risvolto in facciata (almeno 0,80 m) e dalla lunghezza del risvolto superiore (almeno 1,50 m).

I teli di geogriglia tagliati, devono essere adagiati sul piano di lavoro, all'interno del cassero, con i nastri di rinforzo perpendicolari al fronte; la geogriglia deve essere aderente alla facciata interna del cassero e fuoriuscire verso l'esterno di una lunghezza pari a quella del risvolto. I teli di geogriglia adiacenti devono avere una sovrapposizione di almeno 10 cm. Al fine di evitare la deformazione del paramento verso l'esterno, vengono posizionati i tiranti avendo cura di fissarli al cassero in modo da avere il minimo gioco possibile. Di seguito si stende il terreno strutturale di riempimento per tutta la lunghezza del rinforzo con spessore pari a circa la metà dell'interasse dei rinforzi avendo cura di non addossarlo al paramento da cui ci si deve mantenere scostati di almeno 30 ÷ 40 cm.

Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare eventuali danni causati dalle attività di cantiere oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici. Lungo la facciata dell'opera, a tergo del paramento ed a completamento del riempimento di rilevato strutturale, si sistema lo strato di terreno vegetale la cui compattazione dovrà essere effettuata mediante l'impiego di piastre vibranti o rulli leggeri. Le fasi di stesa e compattazione del terreno vegetale e strutturale, si devono ripetere fino al raggiungimento dello spessore di progetto dello strato di terra rinforzata, in corrispondenza del quale deve essere piegato il risvolto di geogriglia precedentemente lasciato esterno al cassero metallico risvoltandolo sul terrapieno compattato.

La posa degli elementi sovrastanti si ripete rispettando la successione delle operazioni sopra riportate. Ad opera finita si procede con la saturazione della stuoia antiersiva mediante idrosemina eseguita con attrezzatura a pressione in due o più passaggi. Il periodo per la semina e la scelta delle sementi da utilizzare, devono essere idonei al tipo di terreno ed al clima specifico del luogo. A completamento dell'opera dovranno essere adottati accorgimenti idonei a garantire il corretto allontanamento delle acque meteoriche e ad evitare fenomeni di ruscellamento lungo le scarpate naturali ed in terra rinforzata.

## 8. CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Il dimensionamento della struttura è stata condotta secondo il metodo degli Stati limite Ultimi (SLU - SLV) sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

**"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"**

---

In accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 - capitolo 6 - sono stati applicati coefficienti parziali ai carichi, ai parametri geotecnici ed alle resistenze.

Per quanto riguarda la **stabilità globale** si è utilizzato l' Approccio 1 Combinazione 2 :

A2+M2+R2.

Per quanto riguarda le verifiche agli **SLU di tipo geotecnico (GEO)** cioè per le verifiche esterne a scorrimento della fondazione e per la verifica di portanza della fondazione si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2:

A2+M2+R2 (in accordo con quanto riportato nella Circolare Interpretativa par. C6.5.3.1.1.)

Per quanto riguarda invece le verifiche e agli **SLU di tipo strutturale (STR)** (D.M. 2008, par.6.5.3.1.1 Muri di sostegno), per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 1:

A1+M1+R1.

In accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 - capitolo 7.11 - sono state condotte anche le verifiche in condizioni Sismiche applicando i coefficienti parziali dei parametri geotecnici e quelli delle resistenze (come definiti nel capitolo successivo), mentre i coefficienti parziali dei carichi sono stati posti pari ad 1.

Per quanto riguarda la **stabilità globale** si è utilizzato l' Approccio 1 Combinazione 2 :

M2+R2+kh+/-kv

Per quanto riguarda le verifiche agli **SLU di tipo geotecnico (GEO)** cioè per le verifiche esterne a scorrimento della fondazione e per la verifica di portanza della fondazione si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2:

M2+R2+kh+/-kv (in accordo con quanto riportato nella Circolare Interpretativa par. C6.5.3.1.1)

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

---

Per quanto riguarda invece le verifiche e agli **SLU di tipo strutturale (STR)** (par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno), per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 1:

M1+ R1+ kh +/- kv.

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte. Nessuna combinazione di carico allo stato limite di esercizio viene prevista, in quanto:

Nessuna determinazione di spostamento dell'opera a fini di controllo di funzionalità della stessa viene effettuata, risultando poco significativa vista la intrinseca deformabilità della tipologia di struttura di sostegno esaminata;

Le verifiche di resistenza dell'armatura del terreno (geogriglie), riportate nella seguente relazione di calcolo, sono riferite esclusivamente allo stato limite ultimo.

Il progetto strutturale e geotecnico delle opere in esame sarà condotto in conformità alle indicazioni del NTC D.M. 14/01/2008 (rif. Cap. 6). Nell'ambito delle verifiche allo stato limite ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI DI RESISTENZA $\gamma_R$		
$R_d = R_k / \gamma_R$	R1	R2
Stabilità globale	-	1.1
Scorrimento - Slittamento per attrito	1,00	1,0
Ribaltamento	1,00	1,0
Capacità portante della Fondazione - Punzonamento	1,00	1,0

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI GEOTECNICI $\gamma_M$		
	M1	M2
Peso unità di volume $\gamma_f$	1,00	1,00
Angolo di attrito $\tan\Phi'_k (\gamma_\Phi)$	1,00	1,25(±)
Coesione efficace $c'_k (\gamma_c)$	1,00	1,25(±)
Resistenza non drenata $c_{uk} (\gamma_{cu})$	1,00	1,40(±)

Coefficienti PARZIALI AZIONI $\gamma_F = \gamma_F$		FASE STATICA SLU		
		A1	A2	EQU
<u>PERMANENTE:</u> (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti) ( $\gamma_G = \gamma_{FG}$ )	Sfavorevole	1,30	1,00	1,10
	Favorevole	1,00	1,00	0,90
<u>VARIABLE:</u> (sovraccarichi variabili; sisma; spinte relative indotte) ( $\gamma_Q = \gamma_{F1Q}$ )	Sfavorevole	1,50	1,30	1,50
	Favorevole	0,00	0,00	0,00

Fig. 8: coeff. parziali adottati per le verifiche strutturali (STR) e geotecniche (GEO)

Nel calcolo è stato considerato un sovraccarico (variabile sfavorevole), posto in corrispondenza della sede stradale, pari a 20 KPa, atto a simulare il sovraccarico da traffico veicolare per strade extraurbane.

## 9. REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO

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 riportate alle Norme UNI 10006 dovrà appartenere ai gruppi 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 saranno esclusi elementi di diametro maggiore o uguale a 250mm, e i materiali che, da prove opportune, presentino angoli d'attrito minori di quelli previsti in progetto. Il peso di volume del terreno di riempimento, compattato, dovrà essere superiore a 19 kN/mc. Tale materiale sarà compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO (ASTM D1557), ed un angolo di attrito maggiore di 30°.

### 9.1 Compattazione

Per tale operazione devono essere sottoposte alla preventiva approvazione del Committente, il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti è modesto e gli spazi di lavoro disponibili sono 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 operino ad una distanza non inferiore a m 0,50 dal paramento esterno. Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare eventuali danni causati dalle attività di cantiere oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici.

## 10. IPOTESI DI CALCOLO

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nelle seguenti tabelle ed eventualmente integrato e dettagliato nel proseguo del paragrafo. Per maggiori dettagli si rimanda ai relativi tabulati di calcolo ed ai disegni acclusi nelle tavole di progetto.

		$\gamma_{sat}$ (KN/mc)	$\gamma_{secco}$ (KN/mc)	$\phi$ (°)	$C'$ (Kpa)
<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<i>Rilevato strutturale</i>	21.00	19.00	30	0.00
	<i>Materiale di riempimento a tergo terre rinforzate</i>	21.00	19.00	30	5.00
<b>CARICHI</b>	CARICO STRADALE	20 KPa			
	SISMICO	Kh=0,04      Kv= +/- 0,02			

**Tab. 1: parametri geotecnici e carichi assunti per la progettazione**

La veridicità dei dati geotecnici in fase esecutiva deve essere verificata attraverso prove di laboratorio e di cantiere. Sarà compito della DD.LL. verificare che i materiali posti in opera corrispondano a quelli di progetto, al fine di assicurare, nella costruzione dei rilevati, i coefficienti di sicurezza previsti. La geometria delle sezioni tipo di terra rinforzata (lunghezza dei teli, pendenza e geometria del paramento, spessore degli strati), e le caratteristiche meccaniche di progetto dei layers di rinforzo si sono dimostrati adeguati alle previsioni di utilizzo, in quanto l'analisi condotta ha mostrato come l'opera mantenga il margine di sicurezza di progetto rispetto ai cinematismi di collasso interni, esterni e misti ipotizzati per la struttura in esame (cfr. Fascicolo dei Calcoli allegato).

## 11. 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 i coefficienti di sicurezza parziali che i fattori di amplificazione dei carichi, è sufficiente che i coefficienti 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.

## 12. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Allegati alle presente relazione vengono riportati i tabulati di calcolo generati dal software MACSTAR W. Le caratteristiche geomeccaniche dei materiali presenti in sito, tratte dalla "Relazione Geologica (B2.01/a)" allegata al progetto, e di quelli costituenti il riempimento dei gabbioni, nonché i carichi sismici ed accidentali utilizzati, sono riportati nelle tabelle seguenti:

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

		$\gamma_{sat}$ (KN/mc)	$\gamma_{secco}$ (KN/mc)	$\phi$ (°)	C' (Kpa)
<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<i>Pendio a tergo delle gabbionate</i>	21.4	19.4	26.60	3
	<i>Materiale di riempimento gabbioni</i>	17.50	17.50	40	12.50
<b>CARICHI</b>	SISMICO	Kh=0,04      Kv= +/- 0,02			

Tab. 2: caratteristiche geomeccaniche dei materiali e carichi agenti assunti per la progettazione

Codice	Descrizione	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson
Rs	Ripporto stradale ed antropico	-	-	-	-	-	-	-	-
Fr_a	Deposito di frana attivo	14,5	16,6	16	4,90	14,7	2450	1950	0,49
Fr_q	Deposito di frana quiescente	16,2	17,6	25	10	26	4700	4410	0,46
CII	Depositi eluvio-colluviali	16,7	17,6	15	10	44	4500		0,46
All	Ghiaie e sabbie sciolte	19,1	20,6	36	0	0	49000	-	0,30
TNC (a)	Detrito calcareo-marnoso deformato con livelli limoso argillosi allentati ed alterati	20,1	20,6	27	14	0	22550	-	0,35
TNC	Calcari marnosi fratturati con livelli limoso argillosi	20,3	20,8	33	28	94	44130	-	0,38

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

	mediamente consistenti								
GSO (a)	Limo argilloso allentato ed alterato con clasti arenacei eterometrici e livelli calcarenitici	17,3	18,5	23	14	47	7060	5600	0,44
GSO	Argilla limosa consistente con clasti calcarei e livelli litoidi calcareo marnosi	18,5	19,5	27	21	94	14120	12500	0,43
SCE (a)	Arenarie pelitiche calcareo marnose alterate ed allentate	17,6	18,63	22	15	44	17260	11278	0,40
SCE	Arenarie pelitiche calcareo marnose	19,3	20,6	31	24	65	27459	15789	0,38

**Tab. 3: caratteristiche geotecniche dei terreni**

Rimandando ai tabulati di calcolo allegati per una più completa disamina dei risultati ottenuti, di seguito si riporta una tabella riassuntiva di tali risultati in termini di coefficiente di sicurezza per la stabilità globale ( $F_s$ ), coefficiente di sicurezza allo scorrimento del muro ( $F_{sc}$ ), coefficiente di sicurezza al ribaltamento del muro ( $F_{rb}$ ) e coefficiente di sicurezza a carico limite ( $F_{cp}$ ). L'intervento 00 si compone di un unico rilevato (blocco B1), mentre gli interventi 01 e 13, sono costituiti da un rilevato sinistro (blocchi B1+B2) ed un rilevato destro (blocco B3). Si specifica che è stato indicato con B1 il blocco di base del rilevato sinistro e con B2 il blocco di testa. Il blocco B3 costituisce invece l'intero rilevato destro.

Ai fini del dimensionamento dei rilevati in terra rinforzata, le verifiche eseguite hanno riguardato sia il rilevato nella sua interezza, sia il singolo blocco (scorrimento, ribaltamento, capacità portante e stabilità interna del blocco B2 rispetto al B1).

"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"

	GEO				STR	Blocco	Rilevato	INT
	Fs	Fsc	Fcp	Frb	Fs			
Dinamico	1,18	2,21	3,17	3,9	3,07	B1	SX	00
Statico	1,24	2,79	3,71	4,6	3,37			
Dinamico	1,08	2,57	1,3	4,51	3,34	B1	SX	01
		3,27	1,12	7,24	2,75	B2	SX	
		1,92	2,63	1,56	4,38	20,88	B3	
Statico	1,13	3,3	1,5	5,72	3,48	B1	SX	
		4,48	1,41	9,9	2,81	B2	SX	
	2	3,37	1,74	5,46	26,94	B3	dx	
Dinamico	1,1	2,77	1,28	6,38	2,64	B1	SX	13
		3,81	1,53	8,48	4,12	B2	SX	
		1,61	5,15	2,72	10,86	3,97	B3	
statico	1,11	3,73	1,51	8,18	2,75	B1	SX	
		5,07	1,82	10,83	4,15	B2	SX	
	1,67	7,27	2,93	14,43	4,24	B3	dx	

Tab. 4: tabella riassuntiva dei risultati ottenuti

Dalla tabella precedente si evince che tutte le verifiche risultano soddisfatte ( $F_s > 1.1$ ;  $F_{cp} > 1$ ;  $F_{sc} > 1$ ;  $F_{rb} > 1$ ).

Come meglio riportato nei tabulati di calcolo allegati, le verifiche di resistenza dei rinforzi (STR) ottenute a seguito della verifica di stabilità interna del generico blocco, hanno dato tutti risultati positivi. Infatti i rapporti  $T_b/T_d$  e  $T_p/T_d$  risultano sempre  $\geq 1$ , con:

- $T_d$ = carico agente;
- $T_b$ = carico di rottura dei rinforzi (80 KN/m);
- $T_p$ = carico di sfilamento.

**ALLEGATI:**

- I. Nota Tecnica: Validazione codice di calcolo MACSTARS W
- II. Fascicoli dei calcoli nel caso statico e dinamico

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int00\_DINAMICO.mac

Data.....: 16/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	5
VERIFICHE.....	6
Verifica di stabilità interna : .....	6
Verifica di stabilità globale : .....	8
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica come muro di sostegno : .....	10



Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: 1**

Descrizione: R.C.

Terreno : R.C.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
20.58	12.95	20.77	13.03	20.82	13.06	21.43	13.53
21.54	13.61	21.98	13.87	22.10	13.94	22.24	14.03
22.25	14.03	22.83	14.32	23.15	14.53	23.26	14.53
23.27	14.54	23.31	14.57	23.75	15.03	23.77	15.03
24.13	15.40	24.26	15.53	24.45	15.70	24.81	16.03
24.84	16.06	25.00	16.23	25.17	16.42	25.29	16.53
25.72	16.96	25.79	17.03	26.23	17.34	26.49	17.53
26.84	17.81	27.05	17.96	27.06	17.97	27.13	18.03
27.79	18.45	27.95	18.52	27.95	18.52	28.27	18.65
28.27	18.65	28.27	18.65	28.27	18.65	29.00	20.10
29.00	20.10	29.09	20.40	29.09	20.41	29.15	20.53
29.97	20.53	30.00	20.53	30.00	20.52	30.05	20.38
32.40	20.38	32.70	20.38	32.80	20.38	35.45	20.38
35.55	20.38	35.55	20.38	35.60	20.53	36.45	20.53

**Strato: 2**

Descrizione: CII

Terreno : CII

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	7.64	0.11	7.68	0.25	7.73	0.90	8.03
0.90	8.03	0.97	8.07	1.91	8.53	2.37	8.82
2.70	9.03	3.80	9.46	3.97	9.53	4.14	9.53
4.96	9.53	5.18	9.53	5.93	9.53	8.52	9.53
8.57	9.50	8.57	9.50	8.58	9.50	8.93	9.51
9.00	9.50	10.46	9.46	10.47	9.47	10.48	9.47
10.64	9.53	11.71	9.92	11.87	9.98	12.02	10.03
12.11	10.07	12.49	10.23	12.58	10.30	12.78	10.43
12.86	10.48	12.98	10.53	13.26	10.65	13.95	11.03
14.13	11.08	14.18	11.11	14.40	11.15	14.85	11.19
15.15	11.24	15.19	11.24	15.32	11.30	15.38	11.32
15.54	11.37	15.64	11.46	16.13	11.53	16.32	11.53
16.61	11.53	16.61	11.53	16.73	11.53	18.21	11.97
18.42	12.03	18.69	12.14	19.18	12.34	19.62	12.53
20.58	12.95	22.74	12.95				

**Strato: 3**

Descrizione: TNC(a)

Terreno : TNC(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	6.15	0.92	6.34	2.40	6.72	3.45	6.97
4.44	7.20	5.73	7.54	6.68	7.83	8.44	8.12
10.43	8.54	11.75	8.85	13.04	9.14	14.62	9.39
17.72	10.26	19.15	10.73	21.27	11.88	22.74	12.95
27.10	12.95	33.36	19.20	33.89	19.20	34.68	19.36
35.19	19.46	35.70	19.62	35.95	19.73	36.45	20.53
37.30	22.84	37.42	23.03	37.42	23.03	37.43	23.05
37.54	23.53	37.58	23.69	37.66	24.03	37.71	24.26
37.77	24.53	37.99	24.53	38.35	24.80	38.71	24.99
38.73	25.00	38.76	25.03	38.78	25.05	39.11	25.53

39.42	25.93	39.48	26.03	39.56	26.08	40.11	26.53
40.65	26.92	40.70	26.94	40.81	27.03	40.90	27.10
41.48	27.52	41.49	27.53	41.52	27.54	42.16	28.03
42.41	28.23	42.48	28.27	42.77	28.51	42.79	28.53
43.03	28.76	43.27	28.96	43.29	28.98	43.34	29.03
43.80	29.47	43.86	29.53	43.90	29.57	44.37	30.03
45.95	30.32	46.80	30.48	47.04	30.53	47.10	30.53
47.31	30.62	47.65	30.71	48.03	31.03	48.65	31.25
49.06	31.39	49.55	31.53	49.71	31.57	50.21	31.63
50.79	31.66	50.91	31.67	52.64	31.68	53.38	31.69
53.48	31.71	53.54	31.71	53.59	31.72	53.77	31.76
54.45	32.03	54.49	32.03	54.52	32.03	54.70	32.15
55.18	32.53	55.63	32.84	55.83	33.03	56.05	33.15
56.74	33.53	57.01	33.67				

**Strato: 4**

Descrizione: TNC

Terreno : TNC

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	0.00	0.63	0.21	1.65	0.66	2.55	1.00
3.37	1.31	4.40	1.51	5.67	1.84	6.70	2.05
8.55	2.46	10.79	2.96	12.30	3.33	13.61	3.61
15.05	4.00	16.73	4.40	17.39	4.63	18.75	5.08
20.09	5.58	21.04	5.98	23.07	6.64	24.45	7.22
25.26	7.55	26.22	8.05	27.71	8.75	28.44	9.15
29.41	9.69	29.92	10.11	30.76	10.57	31.47	10.91
32.71	11.73	33.49	12.15	34.33	12.66	34.98	13.07
35.84	13.74	36.43	14.16	36.87	14.56	37.41	15.08
37.93	15.69	38.71	16.54	39.17	17.08	40.11	17.96
40.54	18.43	41.33	19.15	42.03	19.76	42.48	20.26
42.99	20.76	43.68	21.29	44.84	22.27	45.71	22.92
46.34	23.45	47.38	24.30	48.14	24.79	48.83	25.27
50.15	26.16	50.66	26.57	51.54	27.36	52.16	27.72
53.05	28.38	53.53	28.73	54.19	29.29	54.69	29.58
55.94	30.32	56.60	30.61	57.01	30.86		

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 5.60  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 22.62 Ordinata.....= 13.45  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.C.  
 Terreno di copertura.....: R.C.  
 Terreno di fondazione.....: TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 4.00  
 Interasse.....[m].....= 0.70  
 Risvolto.....[m].....= 1.50

**CARICHI****Pressione : C1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 30.05 To = 35.55

**Sisma :**

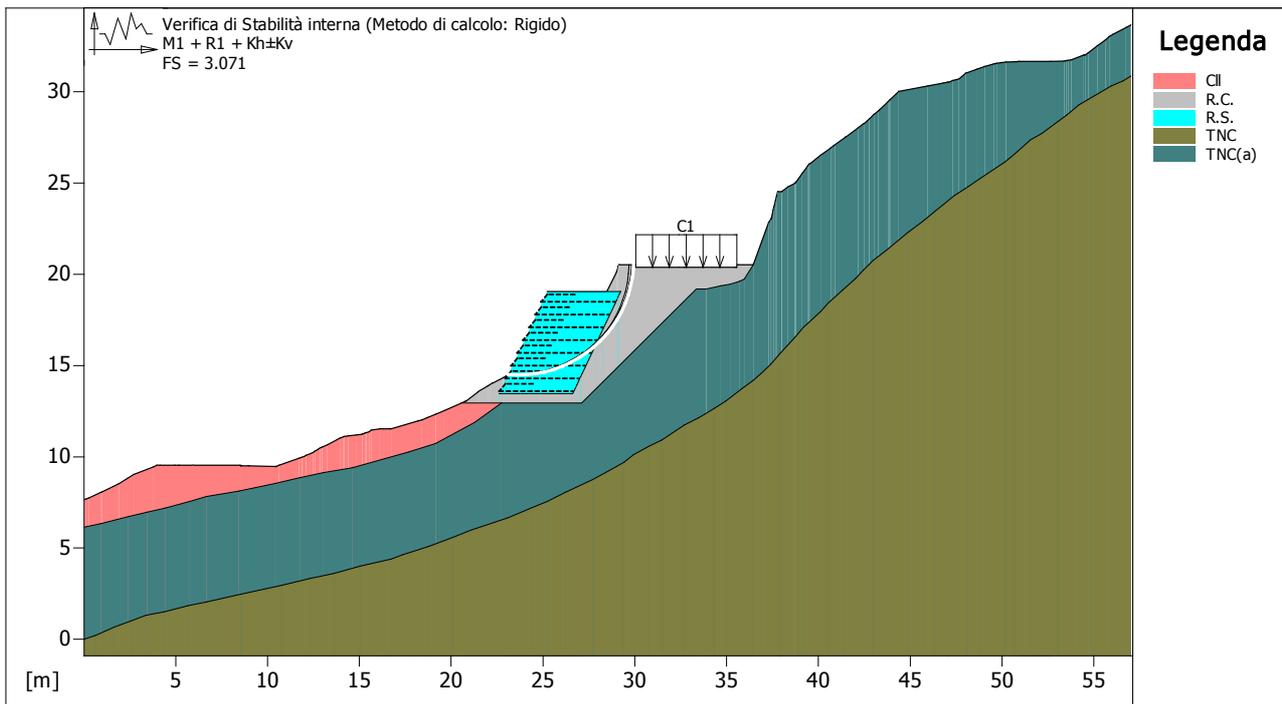
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale..... = 0.39      Verticale..... = 0.20**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	:	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico .....	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale .....	[kN/m]	:	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio .....	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) .....		:	1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) .....		:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) .....		:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) .....		:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia .....		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia .....		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo .....		:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla .....		:	0.40

**VERIFICHE**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>16/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int00_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**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.....: 3.071

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
B1	25.00	30.00
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		

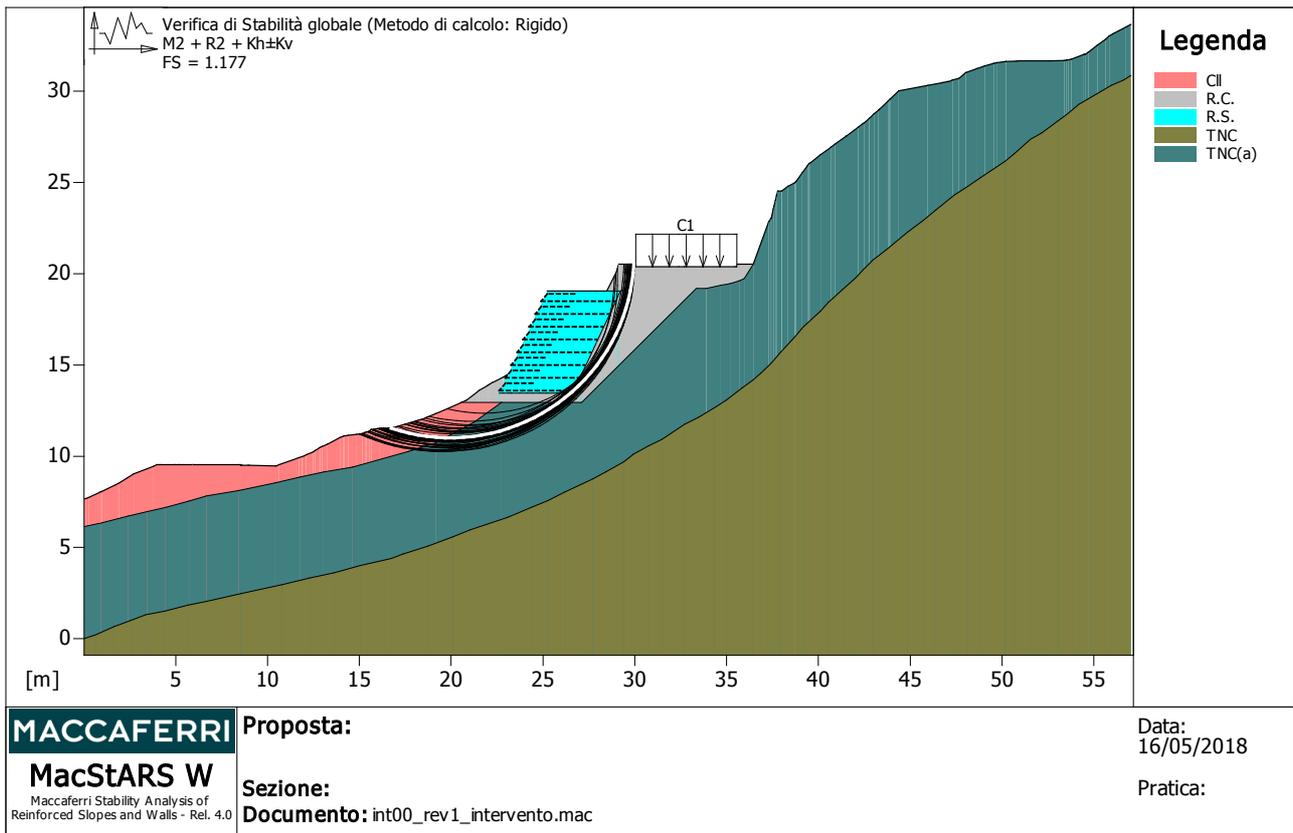
Blocco : B1

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.400	80.0	125.4	72.1	1.11	1.74
2.100	80.0	31.0	31.0	2.58	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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.....: 1.177

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
15.00	23.00	20.00	30.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 47

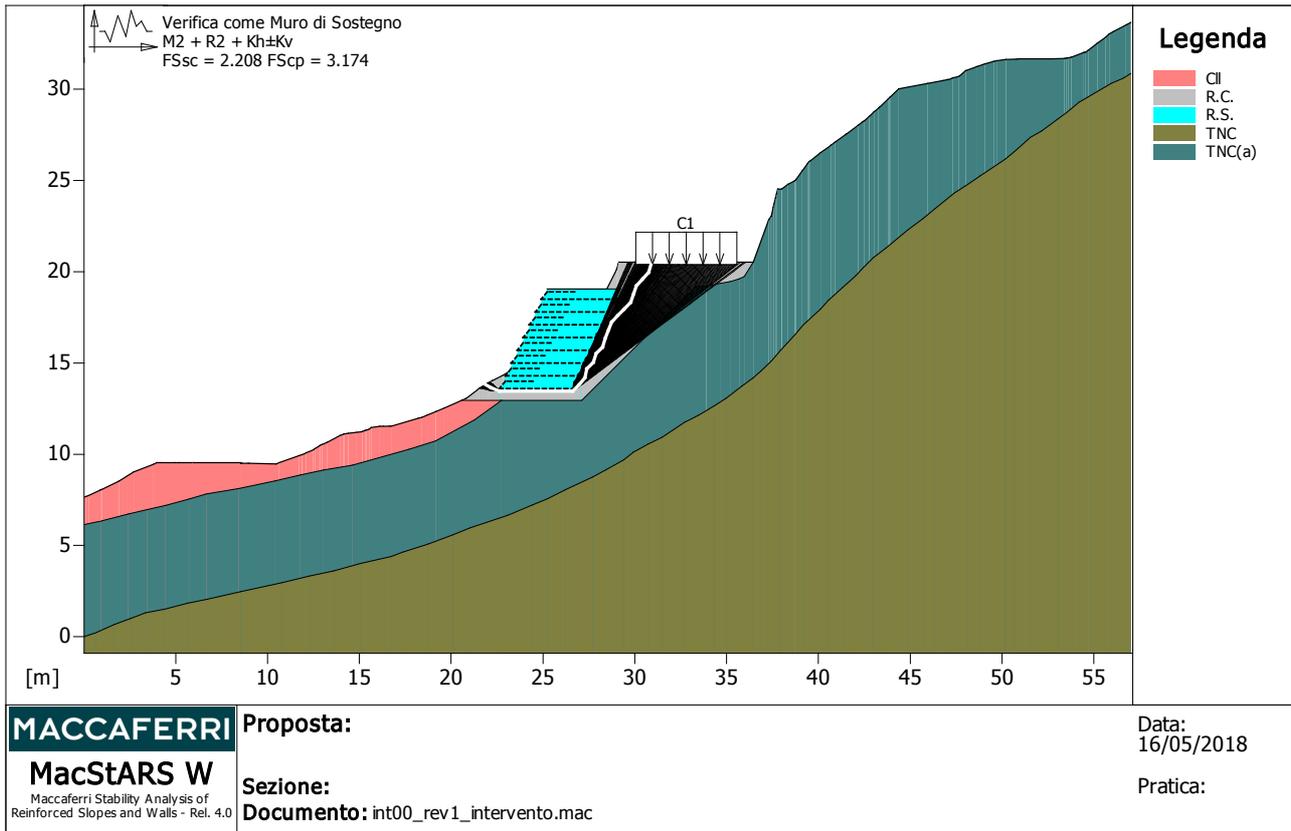
Numero totale superfici di prova.....: 470

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50

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

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

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int00\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 16/05/2018  
**Pratica:**

### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 219.31

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 99.32

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.208

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 342.38

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 107.88

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.174

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.58

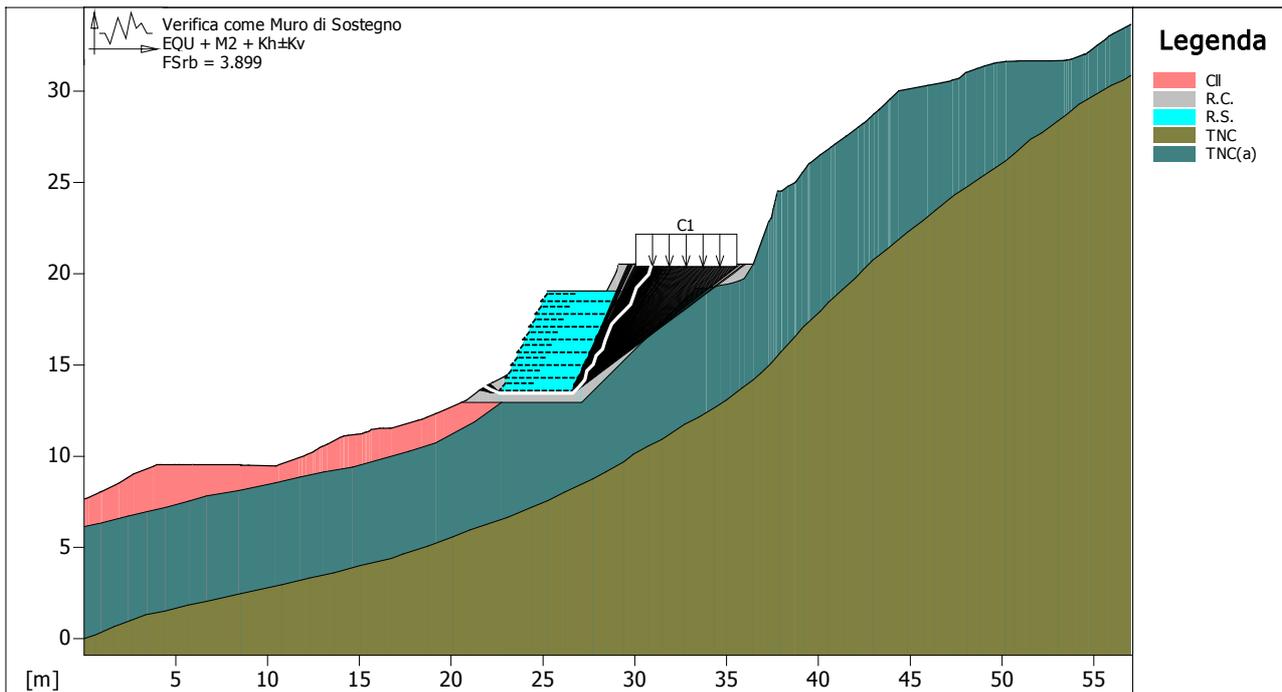
Braccio momento.....[m].....: 3.87

Forza normale.....[kN].....: 431.51

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -36.23

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 341.01

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>16/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int00_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1499.70

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 384.61

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.899

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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

*Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.*

*Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.*

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int00\_STATICO.mac

Data.....: 16/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	5
VERIFICHE.....	6
Verifica di stabilità interna : .....	6
Verifica di stabilità globale : .....	8
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica come muro di sostegno : .....	10

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : CII**                                      Descrizione : Depositi eluvio-colluviali

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	15.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.70
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.C.**                                      Descrizione : riempimento centrale

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.S.**                                      Descrizione : rilevato strutturale

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC**                                      Descrizione : Calcarei marnosi fratturati

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	28.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.30
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.80
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC(a)**                                      Descrizione : Detrito calcareo-marnoso

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	14.00
Angolo d'attrito.....	[°]	:	27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.10
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.60

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: 1**

Descrizione: R.C.

Terreno : R.C.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
20.58	12.95	20.77	13.03	20.82	13.06	21.43	13.53
21.54	13.61	21.98	13.87	22.10	13.94	22.24	14.03
22.25	14.03	22.83	14.32	23.15	14.53	23.26	14.53
23.27	14.54	23.31	14.57	23.75	15.03	23.77	15.03
24.13	15.40	24.26	15.53	24.45	15.70	24.81	16.03
24.84	16.06	25.00	16.23	25.17	16.42	25.29	16.53
25.72	16.96	25.79	17.03	26.23	17.34	26.49	17.53
26.84	17.81	27.05	17.96	27.06	17.97	27.13	18.03
27.79	18.45	27.95	18.52	27.95	18.52	28.27	18.65
28.27	18.65	28.27	18.65	28.27	18.65	29.00	20.10
29.00	20.10	29.09	20.40	29.09	20.41	29.15	20.53
29.97	20.53	30.00	20.53	30.00	20.52	30.05	20.38
32.40	20.38	32.70	20.38	32.80	20.38	35.45	20.38
35.55	20.38	35.55	20.38	35.60	20.53	36.45	20.53

**Strato: 2**

Descrizione: CII

Terreno : CII

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	7.64	0.11	7.68	0.25	7.73	0.90	8.03
0.90	8.03	0.97	8.07	1.91	8.53	2.37	8.82
2.70	9.03	3.80	9.46	3.97	9.53	4.14	9.53
4.96	9.53	5.18	9.53	5.93	9.53	8.52	9.53
8.57	9.50	8.57	9.50	8.58	9.50	8.93	9.51
9.00	9.50	10.46	9.46	10.47	9.47	10.48	9.47
10.64	9.53	11.71	9.92	11.87	9.98	12.02	10.03
12.11	10.07	12.49	10.23	12.58	10.30	12.78	10.43
12.86	10.48	12.98	10.53	13.26	10.65	13.95	11.03
14.13	11.08	14.18	11.11	14.40	11.15	14.85	11.19
15.15	11.24	15.19	11.24	15.32	11.30	15.38	11.32
15.54	11.37	15.64	11.46	16.13	11.53	16.32	11.53
16.61	11.53	16.61	11.53	16.73	11.53	18.21	11.97
18.42	12.03	18.69	12.14	19.18	12.34	19.62	12.53
20.58	12.95	22.74	12.95				

**Strato: 3**

Descrizione: TNC(a)

Terreno : TNC(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	6.15	0.92	6.34	2.40	6.72	3.45	6.97
4.44	7.20	5.73	7.54	6.68	7.83	8.44	8.12
10.43	8.54	11.75	8.85	13.04	9.14	14.62	9.39
17.72	10.26	19.15	10.73	21.27	11.88	22.74	12.95
27.10	12.95	33.36	19.20	33.89	19.20	34.68	19.36
35.19	19.46	35.70	19.62	35.95	19.73	36.45	20.53
37.30	22.84	37.42	23.03	37.42	23.03	37.43	23.05
37.54	23.53	37.58	23.69	37.66	24.03	37.71	24.26
37.77	24.53	37.99	24.53	38.35	24.80	38.71	24.99
38.73	25.00	38.76	25.03	38.78	25.05	39.11	25.53

39.42	25.93	39.48	26.03	39.56	26.08	40.11	26.53
40.65	26.92	40.70	26.94	40.81	27.03	40.90	27.10
41.48	27.52	41.49	27.53	41.52	27.54	42.16	28.03
42.41	28.23	42.48	28.27	42.77	28.51	42.79	28.53
43.03	28.76	43.27	28.96	43.29	28.98	43.34	29.03
43.80	29.47	43.86	29.53	43.90	29.57	44.37	30.03
45.95	30.32	46.80	30.48	47.04	30.53	47.10	30.53
47.31	30.62	47.65	30.71	48.03	31.03	48.65	31.25
49.06	31.39	49.55	31.53	49.71	31.57	50.21	31.63
50.79	31.66	50.91	31.67	52.64	31.68	53.38	31.69
53.48	31.71	53.54	31.71	53.59	31.72	53.77	31.76
54.45	32.03	54.49	32.03	54.52	32.03	54.70	32.15
55.18	32.53	55.63	32.84	55.83	33.03	56.05	33.15
56.74	33.53	57.01	33.67				

**Strato: 4**

Descrizione: TNC

Terreno : TNC

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	0.00	0.63	0.21	1.65	0.66	2.55	1.00
3.37	1.31	4.40	1.51	5.67	1.84	6.70	2.05
8.55	2.46	10.79	2.96	12.30	3.33	13.61	3.61
15.05	4.00	16.73	4.40	17.39	4.63	18.75	5.08
20.09	5.58	21.04	5.98	23.07	6.64	24.45	7.22
25.26	7.55	26.22	8.05	27.71	8.75	28.44	9.15
29.41	9.69	29.92	10.11	30.76	10.57	31.47	10.91
32.71	11.73	33.49	12.15	34.33	12.66	34.98	13.07
35.84	13.74	36.43	14.16	36.87	14.56	37.41	15.08
37.93	15.69	38.71	16.54	39.17	17.08	40.11	17.96
40.54	18.43	41.33	19.15	42.03	19.76	42.48	20.26
42.99	20.76	43.68	21.29	44.84	22.27	45.71	22.92
46.34	23.45	47.38	24.30	48.14	24.79	48.83	25.27
50.15	26.16	50.66	26.57	51.54	27.36	52.16	27.72
53.05	28.38	53.53	28.73	54.19	29.29	54.69	29.58
55.94	30.32	56.60	30.61	57.01	30.86		

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 5.60  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 22.62 Ordinata.....= 13.45  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.C.  
 Terreno di copertura.....: R.C.  
 Terreno di fondazione.....: TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 4.00  
 Interasse.....[m].....= 0.70  
 Risvolto.....[m].....= 1.50

**CARICHI****Pressione : C1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 30.05 To = 35.55

**Sisma :**

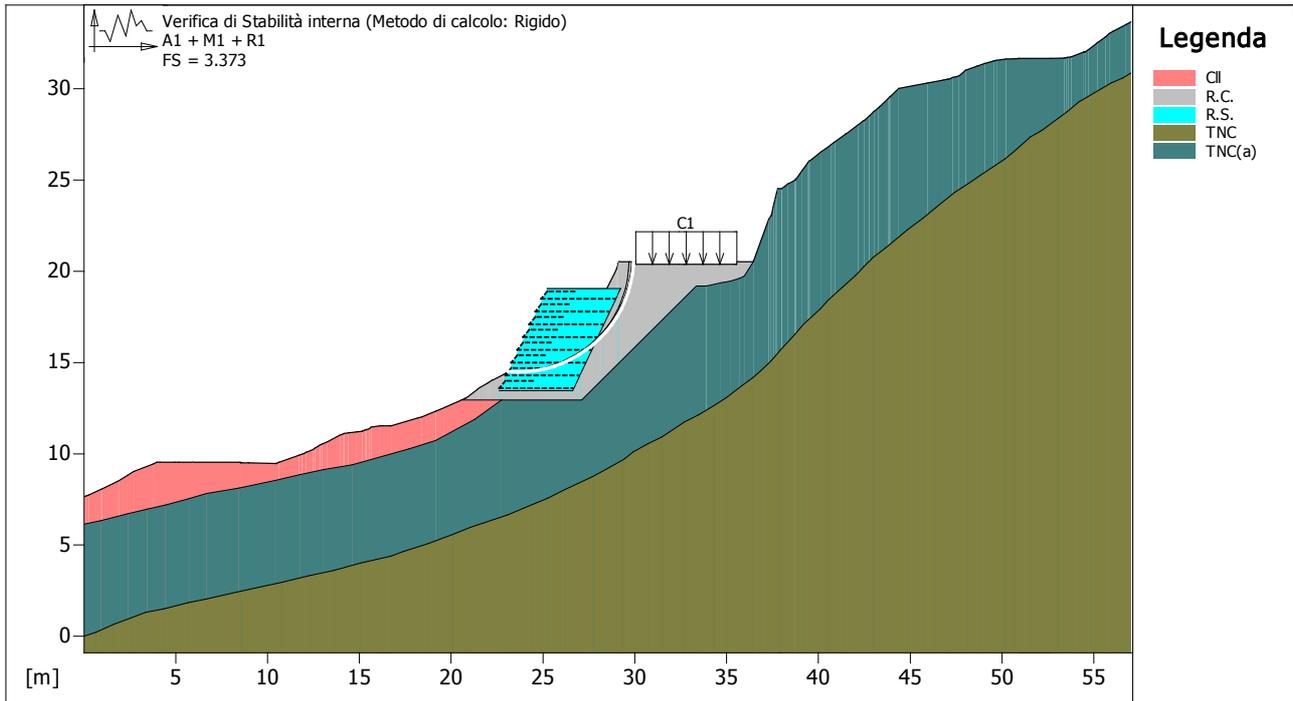
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale..... = 0.39      Verticale..... = 0.20**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m] :	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....	:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico .....	[m <sup>3</sup> /kN] :	1.10e-04
Rigidezza estensionale .....	[kN/m] :	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio .....	[m] :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) .....	:	1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) .....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) .....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) .....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia .....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia .....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo .....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla .....	:	0.40

**VERIFICHE**



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int00\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 16/05/2018  
**Pratica:**

**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.....: 3.373

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B1	Primo punto	Secondo punto
	25.00	30.00
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	

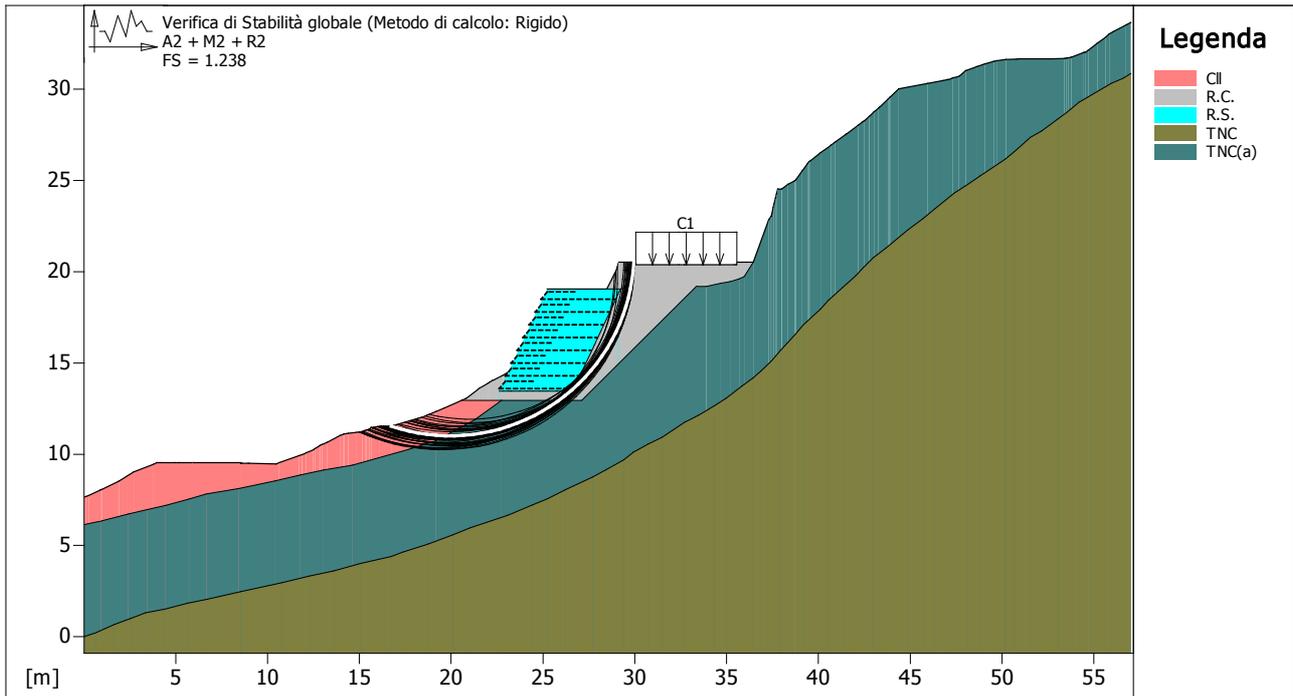
**Blocco : B1**

**Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic**

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.400	80.0	125.4	72.1	1.11	1.74
2.100	80.0	31.0	31.0	2.58	1.00

<b>Fattore</b>	<b>Classe</b>
1.50	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>16/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int00_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica di stabilità globale :**

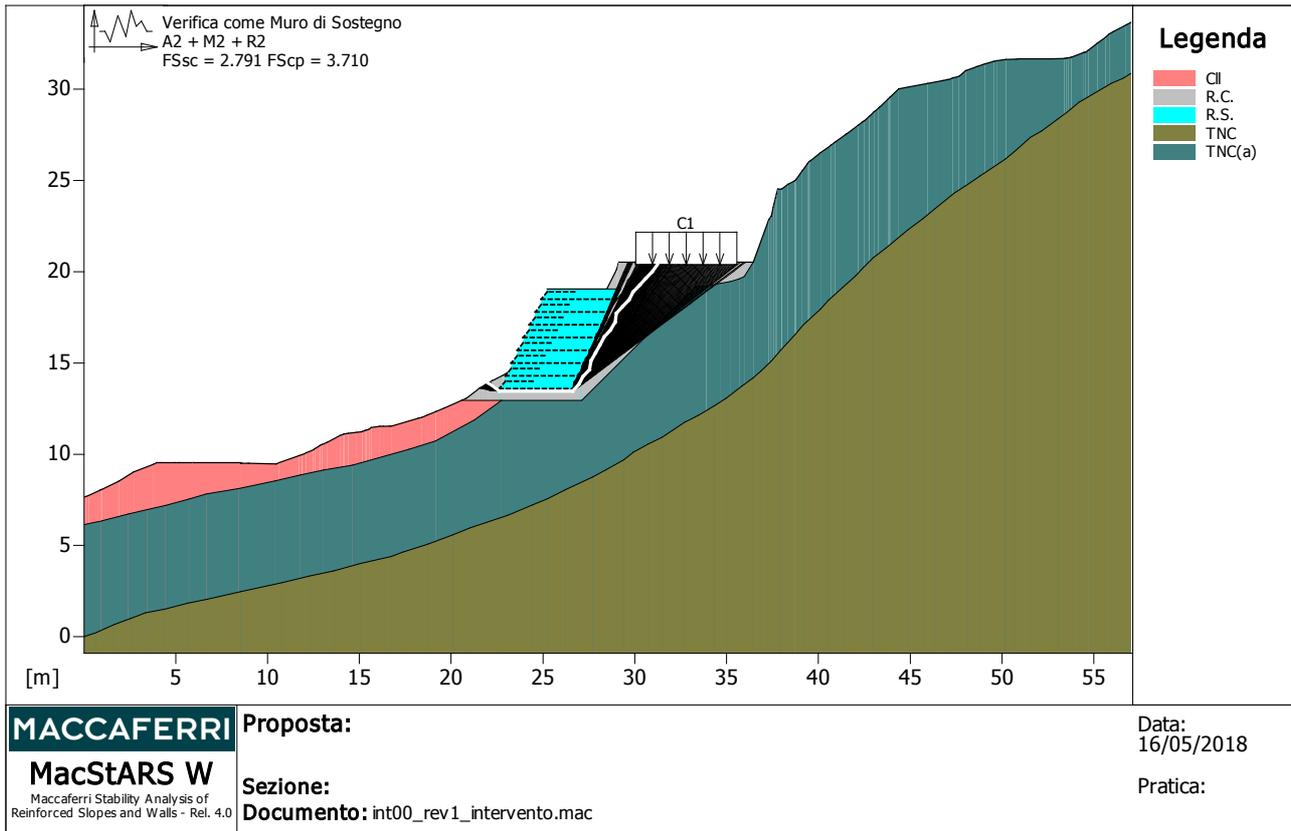
Combinazione di carico : A2 + M2 + R2  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.238

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
15.00	23.00	20.00	30.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 47  
 Numero totale superfici di prova.....: 470  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int00\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 16/05/2018  
**Pratica:**

### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 223.37

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 80.03

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.791

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 408.35

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 110.08

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.710

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.73

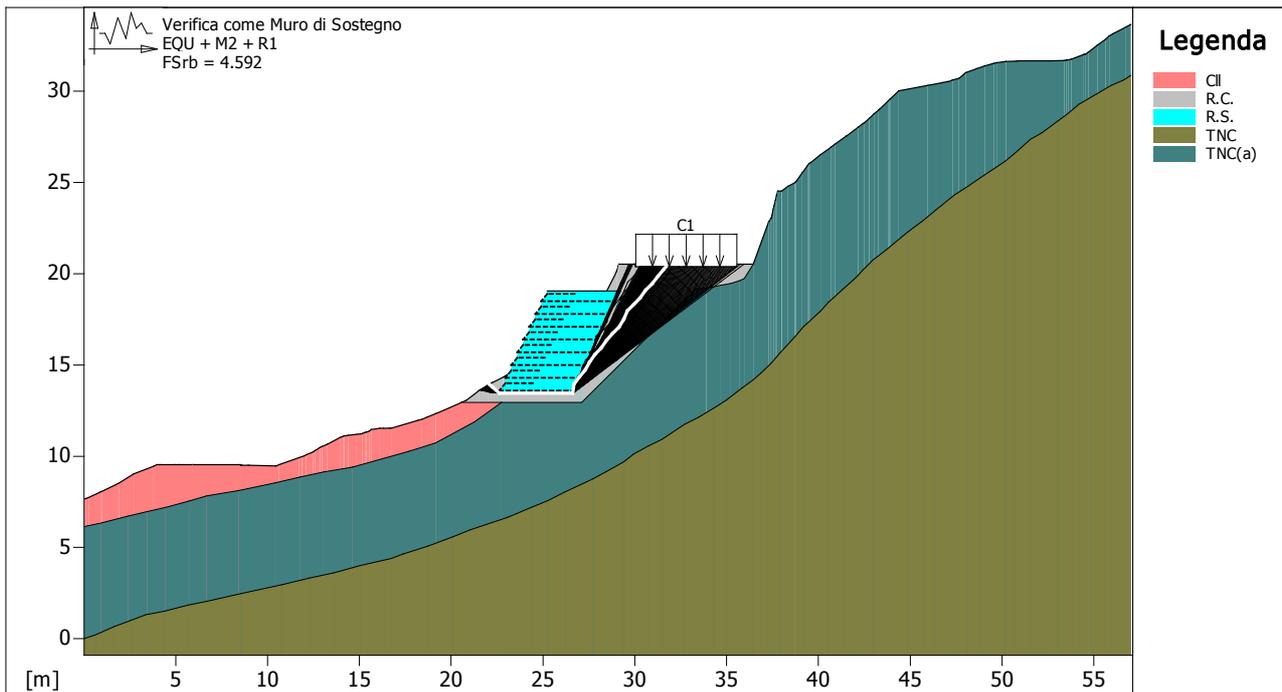
Braccio momento.....[m].....: 3.70

Forza normale.....[kN].....: 440.31

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -128.04

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 475.65

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p>Proposta:</p>	<p>Data:</p> <p>16/05/2018</p>
	<p>Sezione:</p> <p>Documento: int00_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1349.70

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 293.91

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.592

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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

-----

**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int01\_DINAMICO.mac

Data.....: 15/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
Blocco : B3 .....	5
Blocco : B2 .....	5
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	6
VERIFICHE.....	7
Verifica di stabilità globale : .....	7
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica come muro di sostegno : .....	10
Verifica di stabilità interna : .....	11
Verifica come muro di sostegno : .....	13
Verifica come muro di sostegno : .....	14
Verifica di stabilità interna : .....	15
Verifica di stabilità globale : .....	17
Verifica come muro di sostegno : .....	19
Verifica come muro di sostegno : .....	20
Verifica di stabilità interna : .....	21

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : Fr\_q**                      Descrizione : deposito di frana quiescente

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.20
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.C.**                      Descrizione : materiale di riempimento

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.S.**                      Descrizione : Rilevato Strutturale

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC**                      Descrizione : calcari manosi fratturati

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	28.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.30
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.80
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC(a)**                      Descrizione : detrito calcareo-marnoso

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	14.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.10
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.60

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: 1**

Descrizione: Rimp.centrale

Terreno : R.C.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
27.14	13.43	29.01	13.43	29.41	13.43	30.13	13.43
30.61	13.43	30.78	13.43	30.85	13.43	30.99	13.43
31.80	13.43	31.84	13.43	32.09	13.43	32.28	13.43
32.99	13.43	33.24	13.43	33.49	13.43	33.52	13.43
33.52	13.43	34.43	13.43	34.53	13.43	34.56	13.43
34.67	13.43	34.68	13.43	34.69	13.43	34.74	13.43
34.77	13.43	35.03	13.43	35.20	15.13	35.27	15.13
35.41	15.09	35.79	14.99	36.01	14.95	36.12	14.93
36.21	14.91	37.39	14.73	37.64	14.68	37.75	14.69
37.81	14.63	37.86	14.81	37.89	14.83	37.93	14.85
38.01	14.91	38.10	15.56	38.56	19.18	38.86	21.62
39.64	21.62	39.71	21.62	39.76	21.48	39.76	21.47
42.16	21.47	42.26	21.47	42.51	21.47	42.77	21.47
45.26	21.47	45.31	21.60	45.31	21.62	46.09	21.62
46.16	21.62	46.31	21.12	46.56	20.52	47.01	16.10
47.03	16.20	47.12	16.30	47.18	16.40	47.25	16.50
47.42	16.50	47.45	16.70	47.50	16.80	47.57	16.90
47.79	17.00	47.91	17.10	48.08	17.20	48.31	17.30
48.55	17.40	48.59	17.50	49.09	17.60	49.97	17.70
50.17	17.80	50.58	17.90	51.13	18.00	51.33	18.10
51.37	18.20	51.38	18.30	51.86	18.40	52.14	18.50
53.01	19.13	53.28	19.30	54.13	19.63	54.31	19.83
54.50	20.13	54.71	20.49	54.82	20.63	54.82	20.63
54.91	20.64						

**Strato: 2**

Descrizione: Frq

Terreno : Fr\_q

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	9.06	0.52	9.13	2.44	9.13	2.62	9.13
2.80	9.13	2.95	9.13	3.35	9.20	3.41	9.21
3.58	9.24	4.00	9.30	4.87	9.47	5.06	9.48
5.20	9.48	5.71	9.49	6.10	9.53	6.63	9.63
6.87	9.63	7.11	9.65	8.27	9.71	9.53	9.63
10.01	9.60	10.58	9.63	10.65	9.63	11.70	9.63
11.71	9.63	11.84	9.63	11.85	9.63	11.91	9.63
12.05	9.63	16.49	10.13	16.49	10.13	16.49	10.13
16.88	10.27	17.74	10.63	18.10	10.77	18.23	10.82
18.61	11.04	18.63	11.05	18.64	11.06	18.74	11.13
19.27	11.55	19.37	11.63	19.45	11.69	19.49	11.70
19.66	11.72	20.10	11.77	20.17	11.78	20.33	11.79
20.45	11.80	21.23	12.13	21.59	12.28	22.41	12.63
23.07	12.89	23.31	12.69	23.97	12.66	24.57	12.76
25.18	12.91	25.48	12.88	25.48	12.88	27.14	13.43
29.11	9.77						

**Strato: 3**

Descrizione: TNC(a)

Terreno : TNC(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	2.00	1.18	2.14	1.90	2.20	2.16	2.23
2.61	2.36	3.31	2.50	3.87	2.73	4.46	2.98
5.52	3.49	5.91	3.71	6.23	3.90	6.47	4.05
6.86	4.20	9.51	5.15	11.62	5.45	13.48	5.84
14.93	6.21	15.68	6.34	17.33	6.64	19.63	6.96
20.14	7.05	22.53	7.40	24.00	7.66	25.31	8.04
26.21	8.40	26.99	8.62	27.56	8.91	29.10	9.36
29.11	9.77	29.11	9.77	31.39	9.77	37.23	9.77
41.43	13.97	51.58	13.97	54.91	20.64	55.93	20.69
56.17	20.69	56.37	20.76	56.52	20.82	56.62	20.84
56.81	20.91	59.27	21.85	60.05	22.05	60.10	22.05
60.15	22.05	60.47	22.13	62.09	22.48	62.41	22.53
62.48	22.54	63.04	22.63	63.07	22.63	63.09	22.63
63.54	22.63	64.51	22.63	64.74	22.63	65.03	22.63
65.12	22.63	65.22	22.63	65.41	22.63	65.87	22.63
66.71	22.63	66.83	22.63	66.95	22.63	67.06	22.63
67.13	22.63	67.22	22.63	67.99	22.63	68.13	22.63
68.29	22.63	69.03	22.63	69.11	22.63	69.44	22.63

**Strato: 4**

Descrizione: TNC

Terreno : TNC

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	0.01	2.05	0.00	4.00	0.19	5.06	0.36
6.61	0.58	9.72	1.03	12.36	1.47	15.07	2.00
17.16	2.29	18.67	2.48	20.83	2.89	21.82	3.04
22.39	3.19	23.04	3.37	23.53	3.49	24.32	3.67
24.96	3.83	25.62	3.98	26.19	4.08	26.75	4.17
27.35	4.28	28.10	4.43	28.39	4.51	29.08	4.63
29.76	4.73	30.28	4.84	31.18	5.00	32.18	5.19
32.82	5.31	33.98	5.52	35.13	5.71	36.05	5.87
37.14	6.04	37.80	6.15	38.34	6.30	39.60	6.55
40.10	6.68	40.81	6.90	41.03	7.01	41.22	7.09
41.62	7.26	42.05	7.35	42.56	7.49	43.20	7.64
43.72	7.78	44.41	8.00	44.91	8.20	45.28	8.40
45.98	8.78	46.63	9.14	47.23	9.49	47.75	9.77
48.76	10.35	49.61	10.87	50.06	11.20	51.17	11.97
51.80	12.36	52.29	12.72	53.53	13.66	53.88	14.00
54.30	14.37	54.59	14.73	54.95	15.02	55.52	15.39
55.97	15.70	56.55	16.11	56.93	16.37	57.60	16.78
58.06	17.22	58.71	17.71	59.34	18.13	60.16	18.69
60.81	19.14	61.64	19.61	62.86	20.21	63.92	20.54
65.10	20.78	66.10	20.79	67.45	20.83	69.44	20.68

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1 (base rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 6.30  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 30.74 Ordinata.....= 10.25  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.C.

Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 6.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B3 (rilevato destro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 6.30  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 50.76 Ordinata = 14.45  
 Inclinazione paramento...[°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo..... : R.C.  
 Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B2 (testa rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 4.20  
 Arretramento.....[m] = 2.00 da B1  
 Inclinazione paramento...[°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo..... : R.C.  
 Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : R.S.

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**CARICHI**

**Pressione : C1**                      Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>].. = 20.00      Inclinazione.....[°].. = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 39.77 To = 45.27

**Sisma :**

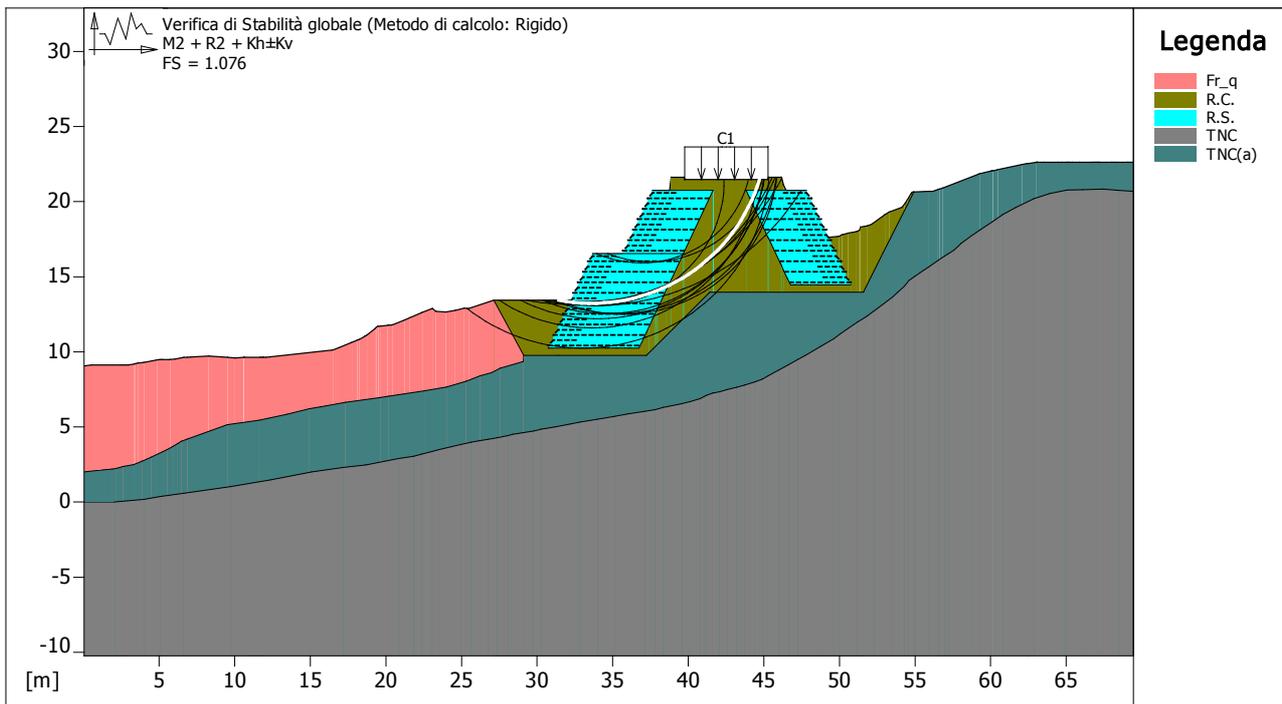
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]..: Orizzontale..... = 0.39      Verticale..... = 0.20**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]..... :	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....	:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]..... :	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40

**VERIFICHE**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	Proposta:	Data:
	Sezione:	15/05/2018
	Documento: int01_rev1_intervento.mac	Pratica:

**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.....: 1.076

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	40.00	35.00	50.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		71	
Numero totale superfici di prova.....:		710	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

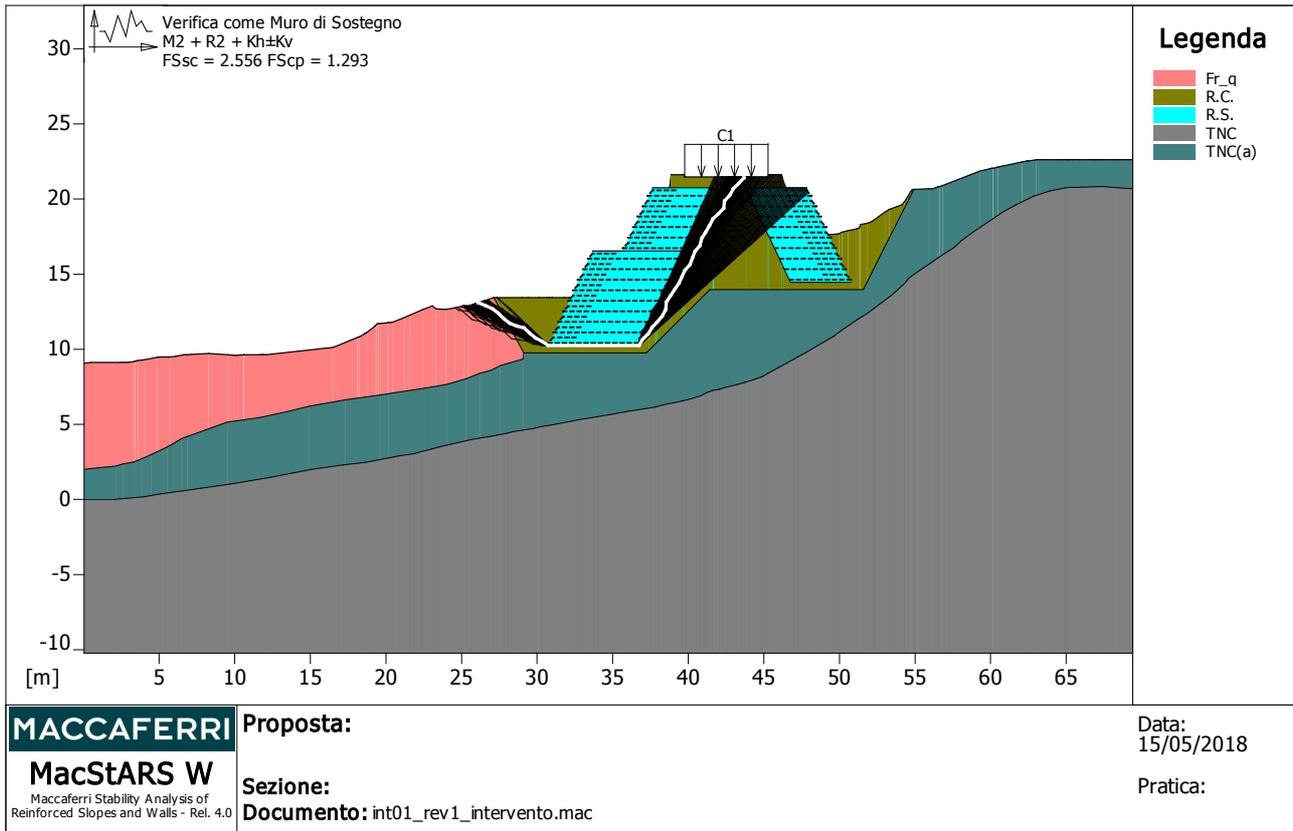
Blocco : B1

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	179.8	72.1	1.11	2.49

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 554.60

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 217.02

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.556

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 246.38

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 190.49

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.293

Fondazione equivalente.....[m].....: 5.96

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.47

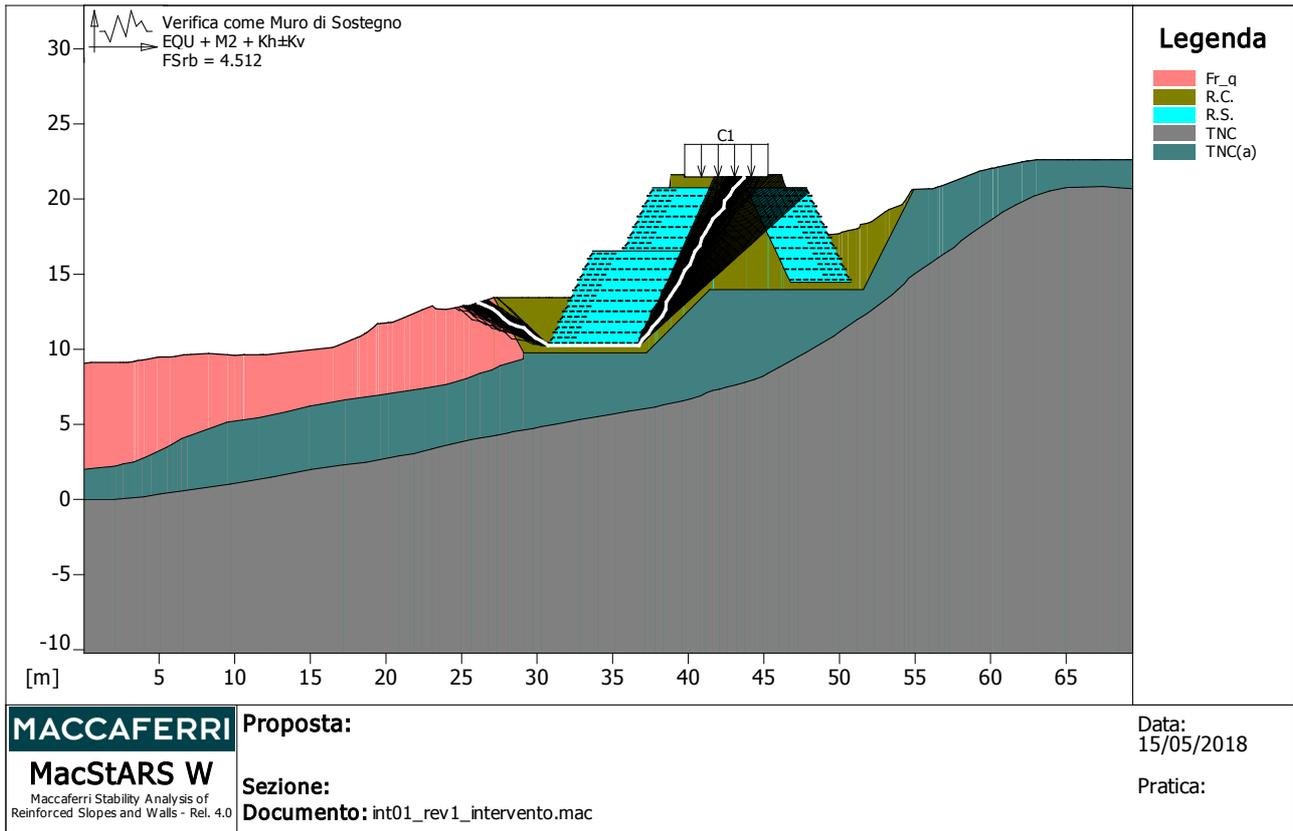
Braccio momento.....[m].....: 6.64

Forza normale.....[kN].....: 1136.20

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -721.34

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 1473.05

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

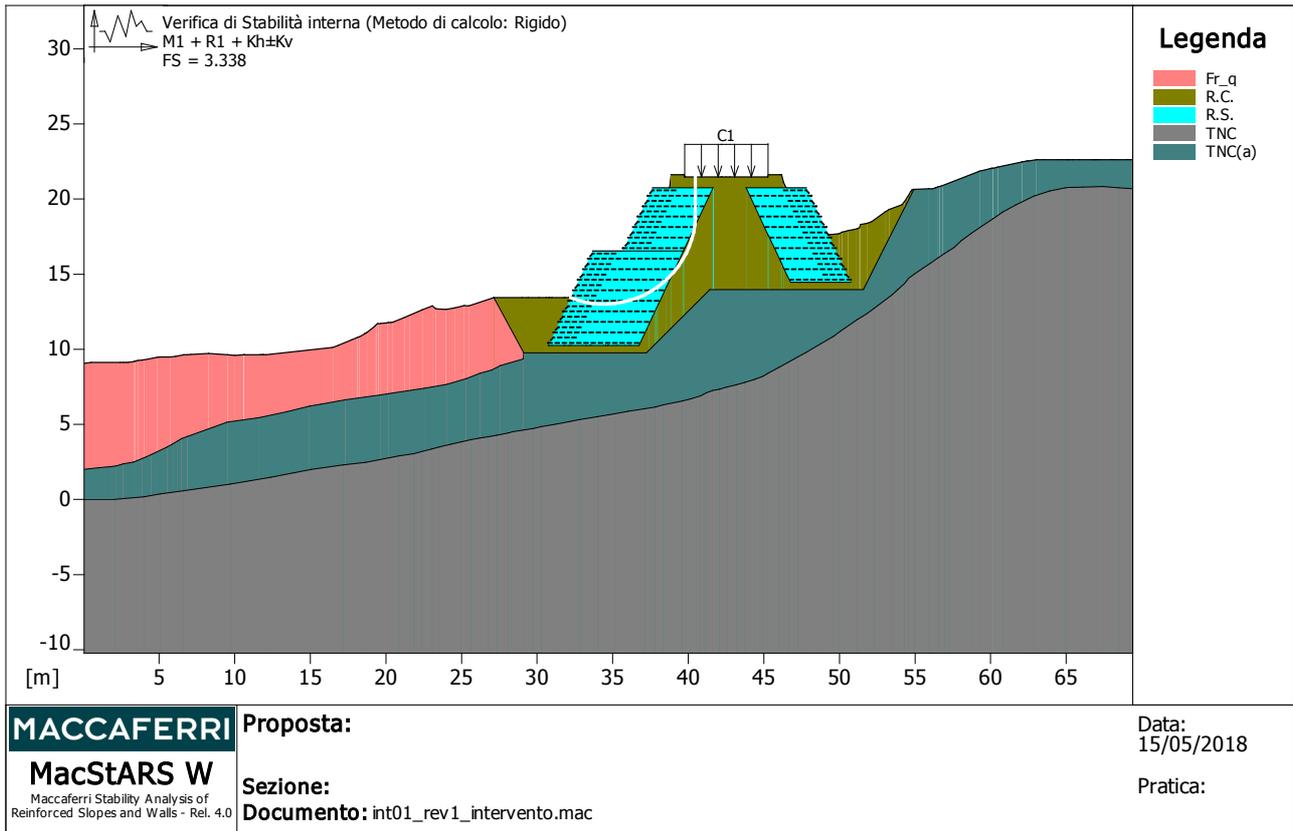
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 6500.10

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1440.60

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.512

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 3.338

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B1	Primo punto	Secondo punto
	33.00	40.00
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 : B1

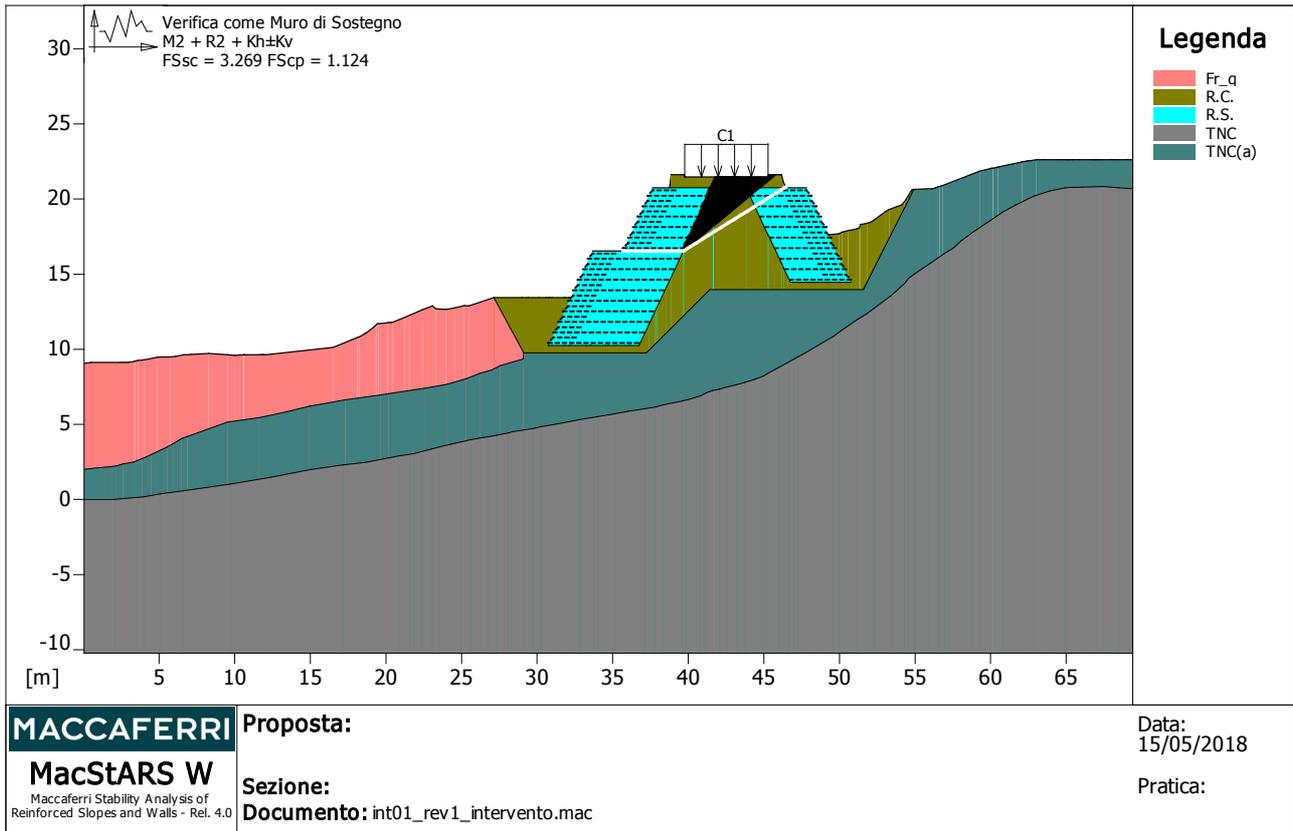
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.800	80.0	227.3	72.1	1.11	3.15
3.500	80.0	142.8	72.1	1.11	1.98
4.200	80.0	43.1	43.1	1.86	1.00

Blocco : B2  
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.100	80.0	14.7	14.7	5.44	1.00
2.800	80.0	31.7	31.7	2.52	1.00
3.500	80.0	40.6	40.6	1.97	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 180.34

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 55.17

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.269

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 109.76

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 97.61

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.124

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.91

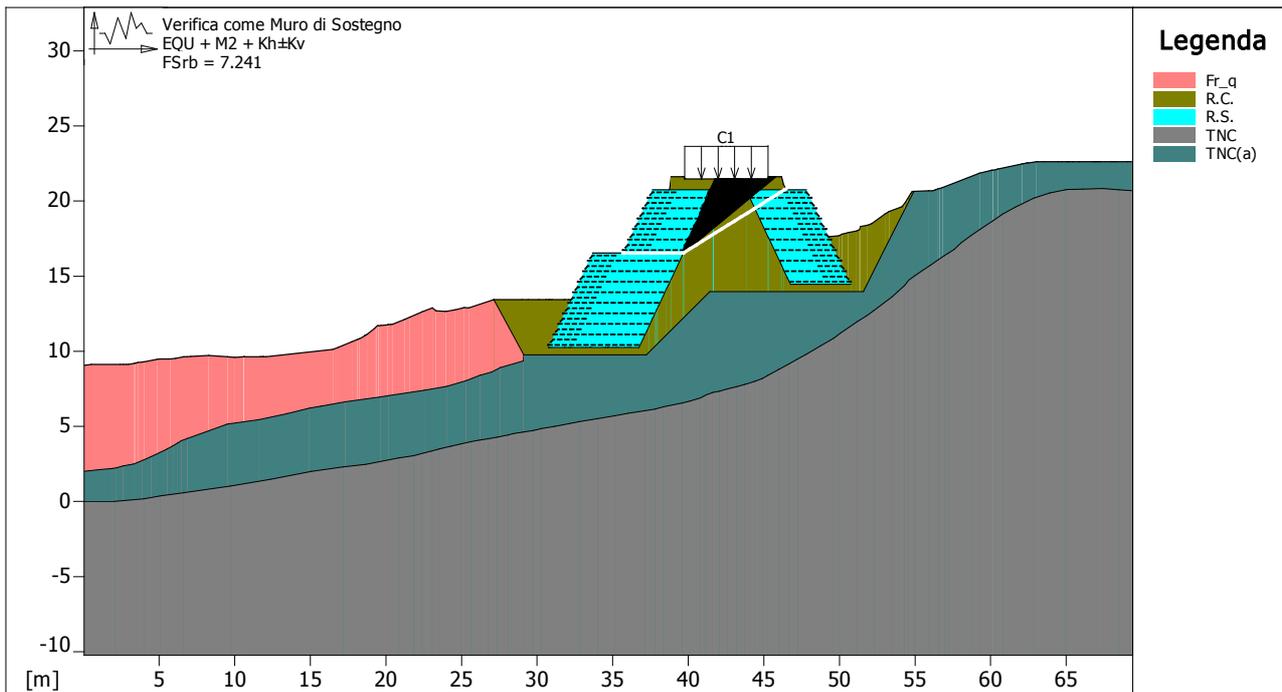
Braccio momento.....[m].....: 3.30

Forza normale.....[kN].....: 390.45

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -272.85

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 632.02

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p>Proposta:</p>	<p>Data:</p> <p>15/05/2018</p>
	<p>Sezione:</p> <p>Documento: int01_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B2

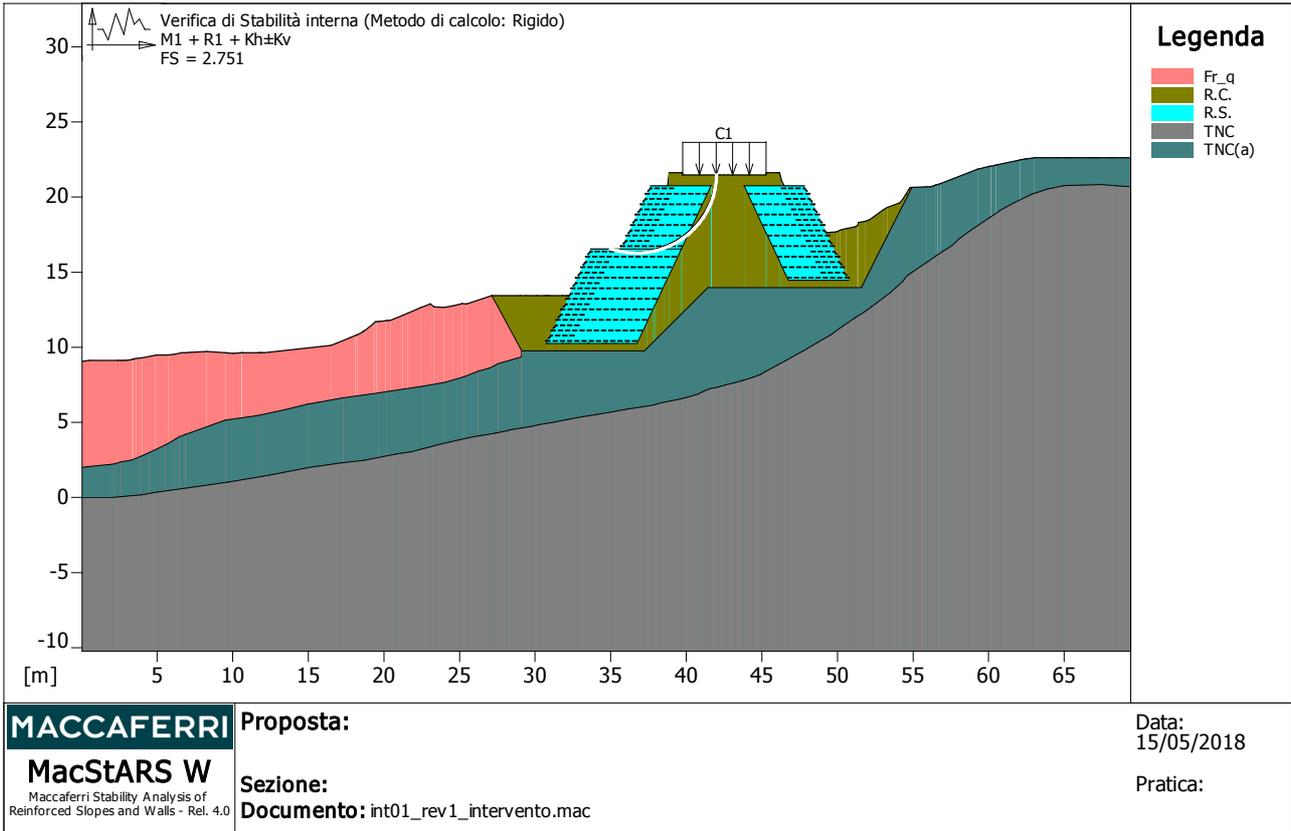
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1319.60

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 182.23

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 7.241

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 2.751

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B2	Primo punto	Secondo punto
	35.00	42.00
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	

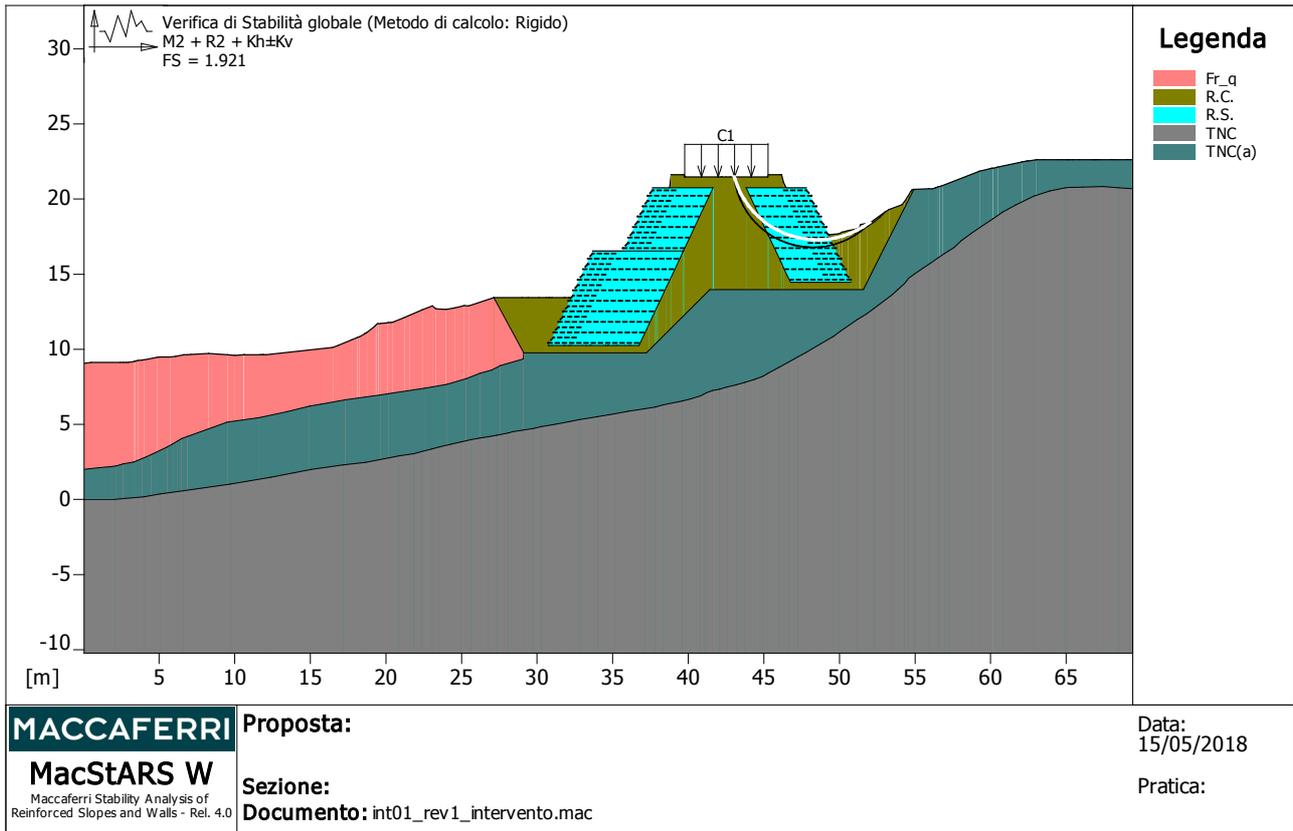
Blocco : B2

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	119.8	72.1	1.11	1.66
0.700	80.0	23.4	23.4	3.42	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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.....: 1.921

Intervallo di ricerca delle superfici

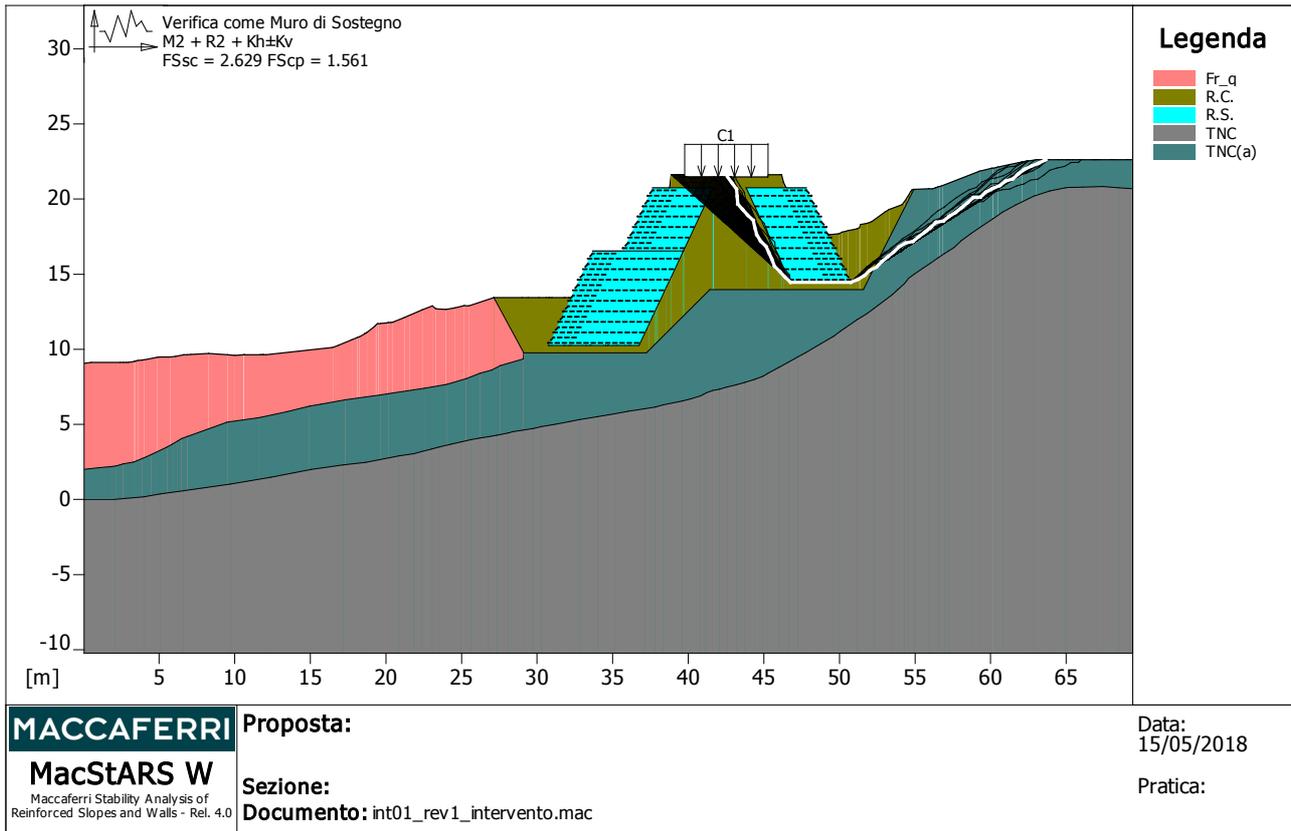
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
45.00	55.00	43.00	52.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		21	
Numero totale superfici di prova.....:		210	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Blocco : B3  
 Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	56.9	56.9	1.41	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B3

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 288.57

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 109.78

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.629

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 226.91

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 145.37

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.561

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.76

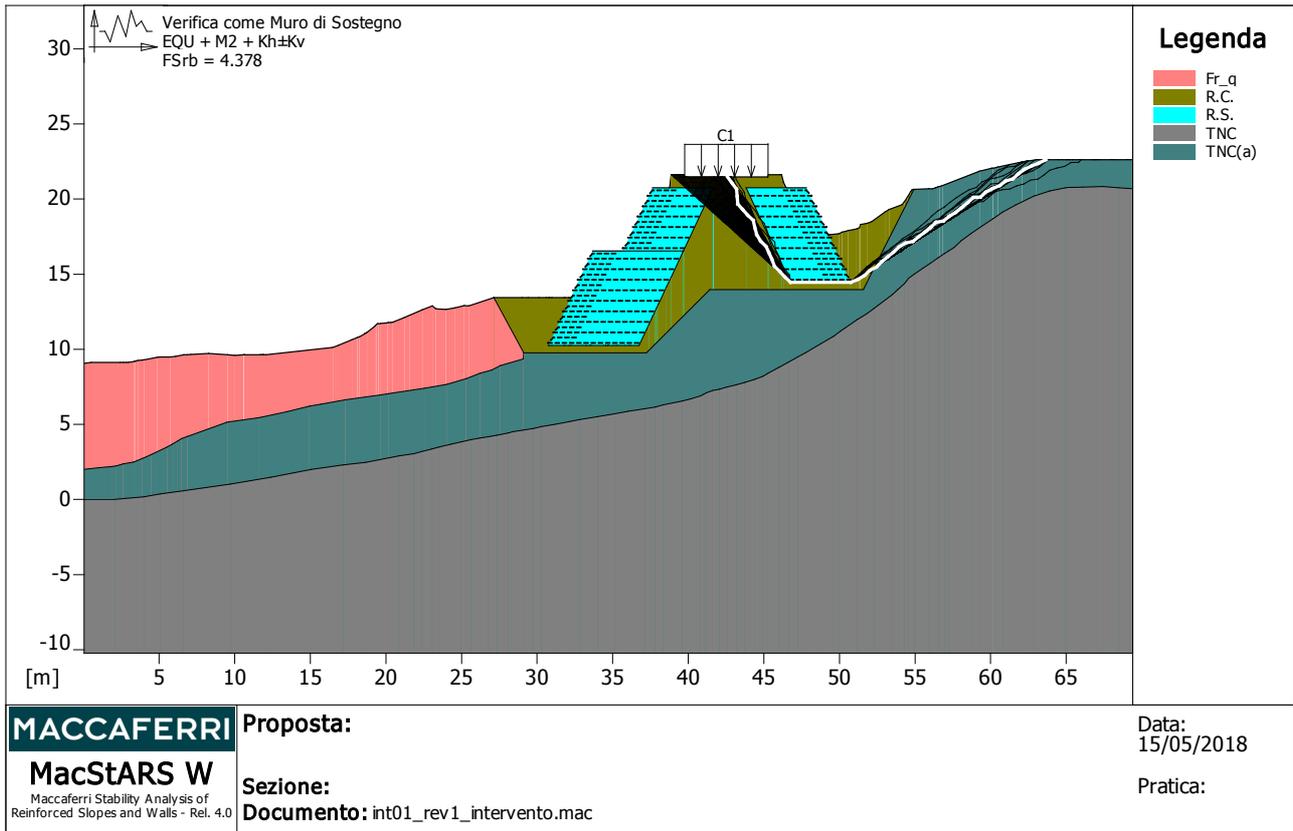
Braccio momento.....[m].....: 4.33

Forza normale.....[kN].....: 581.46

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -200.19

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 670.36

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B3

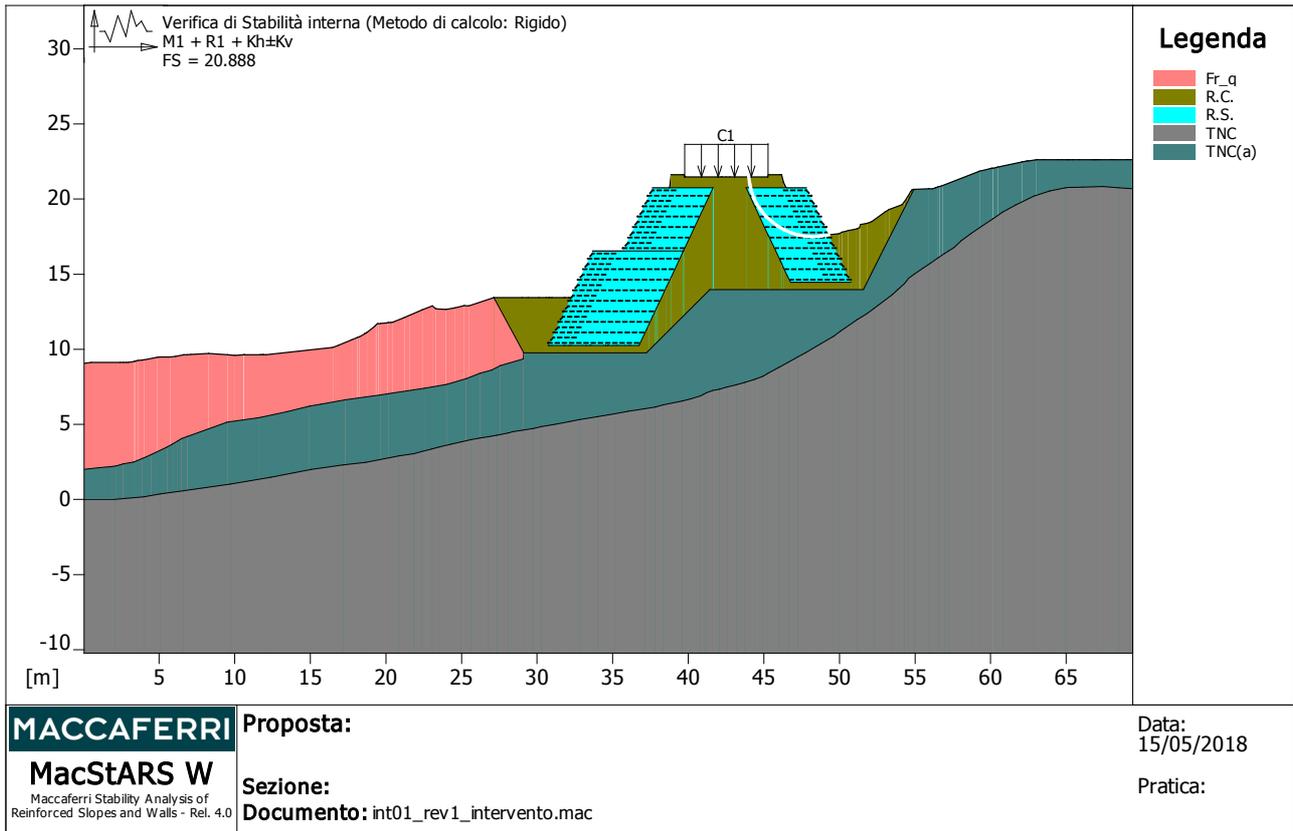
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2082.40

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 475.60

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.378

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 20.888

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B3	Primo punto	Secondo punto
	44.00	47.00

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 : B3

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	89.7	72.1	1.11	1.24
4.200	80.0	40.5	40.5	1.98	1.00
4.900	80.0	17.0	17.0	4.71	1.00
5.600	80.0	9.9	9.9	8.08	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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

-----  
***Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.***

***Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.***

-----

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int01\_STATICO.mac

Data.....: 15/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
Blocco : B3 .....	5
Blocco : B2 .....	5
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	6
VERIFICHE.....	7
Verifica di stabilità globale : .....	7
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica come muro di sostegno : .....	10
Verifica di stabilità interna : .....	11
Verifica come muro di sostegno : .....	13
Verifica come muro di sostegno : .....	14
Verifica di stabilità interna : .....	15
Verifica di stabilità globale : .....	17
Verifica come muro di sostegno : .....	19
Verifica come muro di sostegno : .....	20
Verifica di stabilità interna : .....	21

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : Fr\_q**                      Descrizione : deposito di frana quiescente

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.20
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.C.**                      Descrizione : materiale di riempimento

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.S.**                      Descrizione : Rilevato Strutturale

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC**                      Descrizione : calcari manosi fratturati

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	28.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.30
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.80
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : TNC(a)**                      Descrizione : detrito calcareo-marnoso

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	14.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.10
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.60

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**

Descrizione: Rimp.centrale

Terreno : R.C.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
27.14	13.43	29.01	13.43	29.41	13.43	30.13	13.43
30.61	13.43	30.78	13.43	30.85	13.43	30.99	13.43
31.80	13.43	31.84	13.43	32.09	13.43	32.28	13.43
32.99	13.43	33.24	13.43	33.49	13.43	33.52	13.43
33.52	13.43	34.43	13.43	34.53	13.43	34.56	13.43
34.67	13.43	34.68	13.43	34.69	13.43	34.74	13.43
34.77	13.43	35.03	13.43	35.20	15.13	35.27	15.13
35.41	15.09	35.79	14.99	36.01	14.95	36.12	14.93
36.21	14.91	37.39	14.73	37.64	14.68	37.75	14.69
37.81	14.63	37.86	14.81	37.89	14.83	37.93	14.85
38.01	14.91	38.10	15.56	38.56	19.18	38.86	21.62
39.64	21.62	39.71	21.62	39.76	21.48	39.76	21.47
42.16	21.47	42.26	21.47	42.51	21.47	42.77	21.47
45.26	21.47	45.31	21.60	45.31	21.62	46.09	21.62
46.16	21.62	46.31	21.12	46.56	20.52	47.01	16.10
47.03	16.20	47.12	16.30	47.18	16.40	47.25	16.50
47.42	16.50	47.45	16.70	47.50	16.80	47.57	16.90
47.79	17.00	47.91	17.10	48.08	17.20	48.31	17.30
48.55	17.40	48.59	17.50	49.09	17.60	49.97	17.70
50.17	17.80	50.58	17.90	51.13	18.00	51.33	18.10
51.37	18.20	51.38	18.30	51.86	18.40	52.14	18.50
53.01	19.13	53.28	19.30	54.13	19.63	54.31	19.83
54.50	20.13	54.71	20.49	54.82	20.63	54.82	20.63
54.91	20.64						

**Strato: 2**

Descrizione: Frq

Terreno : Fr\_q

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	9.06	0.52	9.13	2.44	9.13	2.62	9.13
2.80	9.13	2.95	9.13	3.35	9.20	3.41	9.21
3.58	9.24	4.00	9.30	4.87	9.47	5.06	9.48
5.20	9.48	5.71	9.49	6.10	9.53	6.63	9.63
6.87	9.63	7.11	9.65	8.27	9.71	9.53	9.63
10.01	9.60	10.58	9.63	10.65	9.63	11.70	9.63
11.71	9.63	11.84	9.63	11.85	9.63	11.91	9.63
12.05	9.63	16.49	10.13	16.49	10.13	16.49	10.13
16.88	10.27	17.74	10.63	18.10	10.77	18.23	10.82
18.61	11.04	18.63	11.05	18.64	11.06	18.74	11.13
19.27	11.55	19.37	11.63	19.45	11.69	19.49	11.70
19.66	11.72	20.10	11.77	20.17	11.78	20.33	11.79
20.45	11.80	21.23	12.13	21.59	12.28	22.41	12.63
23.07	12.89	23.31	12.69	23.97	12.66	24.57	12.76
25.18	12.91	25.48	12.88	25.48	12.88	27.14	13.43
29.11	9.77						

**Strato: 3**

Descrizione: TNC(a)

Terreno : TNC(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	2.00	1.18	2.14	1.90	2.20	2.16	2.23
2.61	2.36	3.31	2.50	3.87	2.73	4.46	2.98
5.52	3.49	5.91	3.71	6.23	3.90	6.47	4.05
6.86	4.20	9.51	5.15	11.62	5.45	13.48	5.84
14.93	6.21	15.68	6.34	17.33	6.64	19.63	6.96
20.14	7.05	22.53	7.40	24.00	7.66	25.31	8.04
26.21	8.40	26.99	8.62	27.56	8.91	29.10	9.36
29.11	9.77	29.11	9.77	31.39	9.77	37.23	9.77
41.43	13.97	51.58	13.97	54.91	20.64	55.93	20.69
56.17	20.69	56.37	20.76	56.52	20.82	56.62	20.84
56.81	20.91	59.27	21.85	60.05	22.05	60.10	22.05
60.15	22.05	60.47	22.13	62.09	22.48	62.41	22.53
62.48	22.54	63.04	22.63	63.07	22.63	63.09	22.63
63.54	22.63	64.51	22.63	64.74	22.63	65.03	22.63
65.12	22.63	65.22	22.63	65.41	22.63	65.87	22.63
66.71	22.63	66.83	22.63	66.95	22.63	67.06	22.63
67.13	22.63	67.22	22.63	67.99	22.63	68.13	22.63
68.29	22.63	69.03	22.63	69.11	22.63	69.44	22.63

**Strato: 4**

Descrizione: TNC

Terreno : TNC

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	0.01	2.05	0.00	4.00	0.19	5.06	0.36
6.61	0.58	9.72	1.03	12.36	1.47	15.07	2.00
17.16	2.29	18.67	2.48	20.83	2.89	21.82	3.04
22.39	3.19	23.04	3.37	23.53	3.49	24.32	3.67
24.96	3.83	25.62	3.98	26.19	4.08	26.75	4.17
27.35	4.28	28.10	4.43	28.39	4.51	29.08	4.63
29.76	4.73	30.28	4.84	31.18	5.00	32.18	5.19
32.82	5.31	33.98	5.52	35.13	5.71	36.05	5.87
37.14	6.04	37.80	6.15	38.34	6.30	39.60	6.55
40.10	6.68	40.81	6.90	41.03	7.01	41.22	7.09
41.62	7.26	42.05	7.35	42.56	7.49	43.20	7.64
43.72	7.78	44.41	8.00	44.91	8.20	45.28	8.40
45.98	8.78	46.63	9.14	47.23	9.49	47.75	9.77
48.76	10.35	49.61	10.87	50.06	11.20	51.17	11.97
51.80	12.36	52.29	12.72	53.53	13.66	53.88	14.00
54.30	14.37	54.59	14.73	54.95	15.02	55.52	15.39
55.97	15.70	56.55	16.11	56.93	16.37	57.60	16.78
58.06	17.22	58.71	17.71	59.34	18.13	60.16	18.69
60.81	19.14	61.64	19.61	62.86	20.21	63.92	20.54
65.10	20.78	66.10	20.79	67.45	20.83	69.44	20.68

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1 (base rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 6.30  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 30.74 Ordinata.....= 10.25  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.C.

Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 6.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B3 (rilevato destro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 6.30  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 50.76 Ordinata = 14.45  
 Inclinazione paramento...[°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo..... : R.C.  
 Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : TNC(a)

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B2 (testa rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 4.20  
 Arretramento.....[m] = 2.00 da B1  
 Inclinazione paramento...[°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo..... : R.C.  
 Terreno di copertura..... : R.C.  
 Terreno di fondazione..... : R.S.

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00  
 Interasse.....[m] = 0.70  
 Risvolto.....[m] = 1.50

**CARICHI**

**Pressione : C1** Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>].. = 20.00      Inclinazione.....[°].. = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 39.77 To = 45.27

**Sisma :**

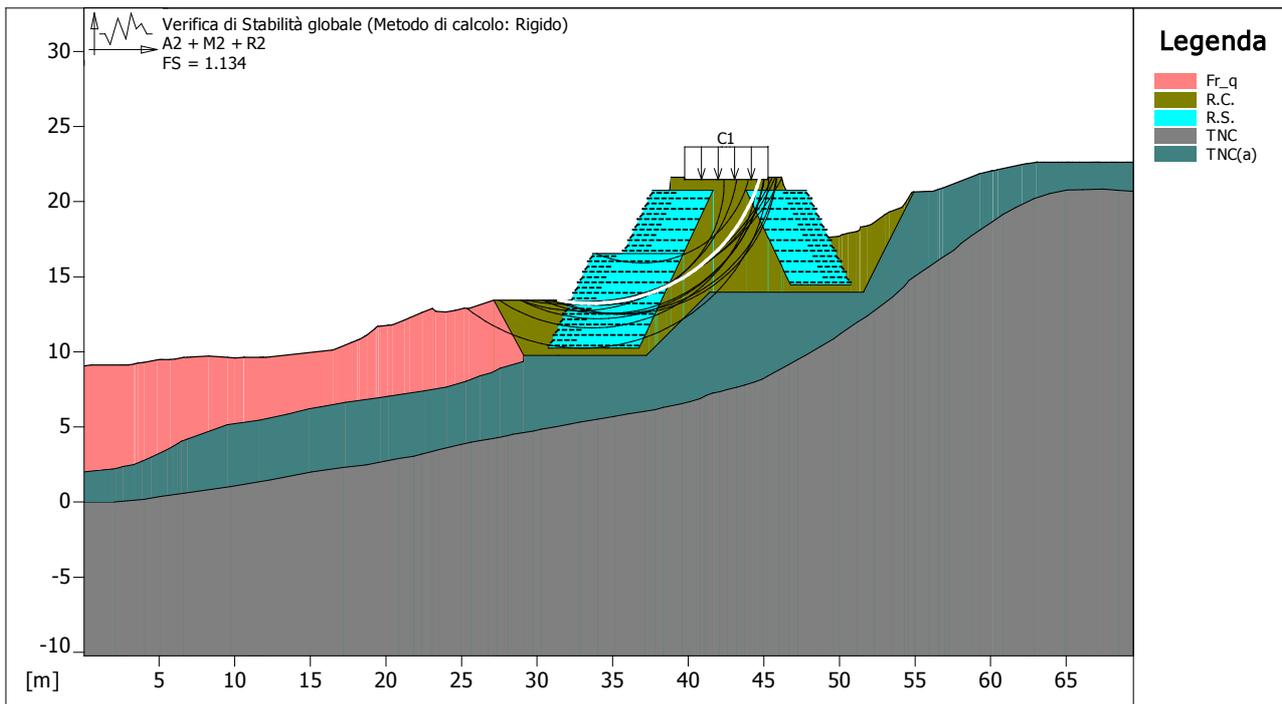
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]..: Orizzontale..... = 0.39      Verticale..... = 0.20**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

**VERIFICHE**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>15/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p>	<p>Pratica:</p>
	<p><b>Documento:</b> int01_rev1_intervento.mac</p>	

**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.....: 1.134

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	40.00	35.00	50.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		71	
Numero totale superfici di prova.....:		710	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

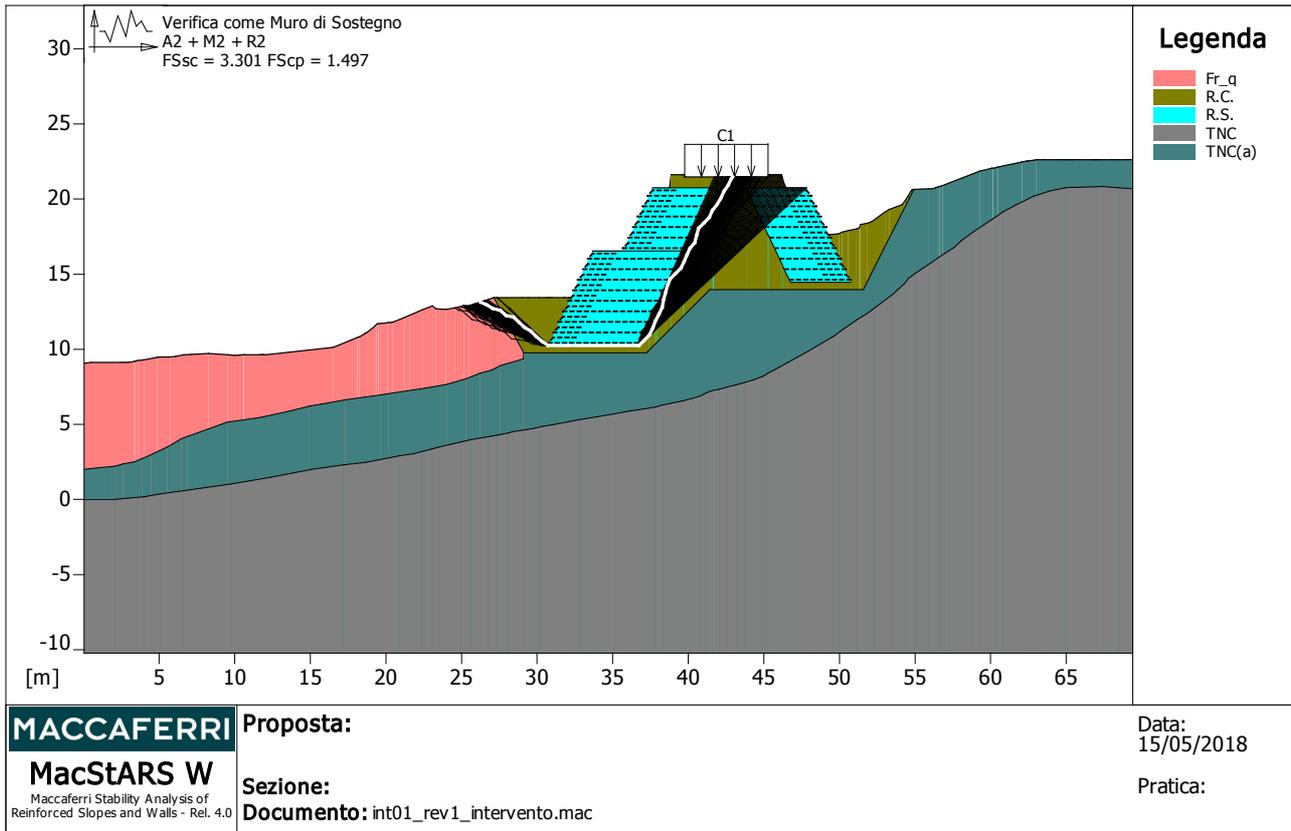
Blocco : B1

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	179.8	72.1	1.11	2.49

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 570.13

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 172.73

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.301

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 293.56

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 196.12

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.497

Fondazione equivalente.....[m].....: 5.96

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.73

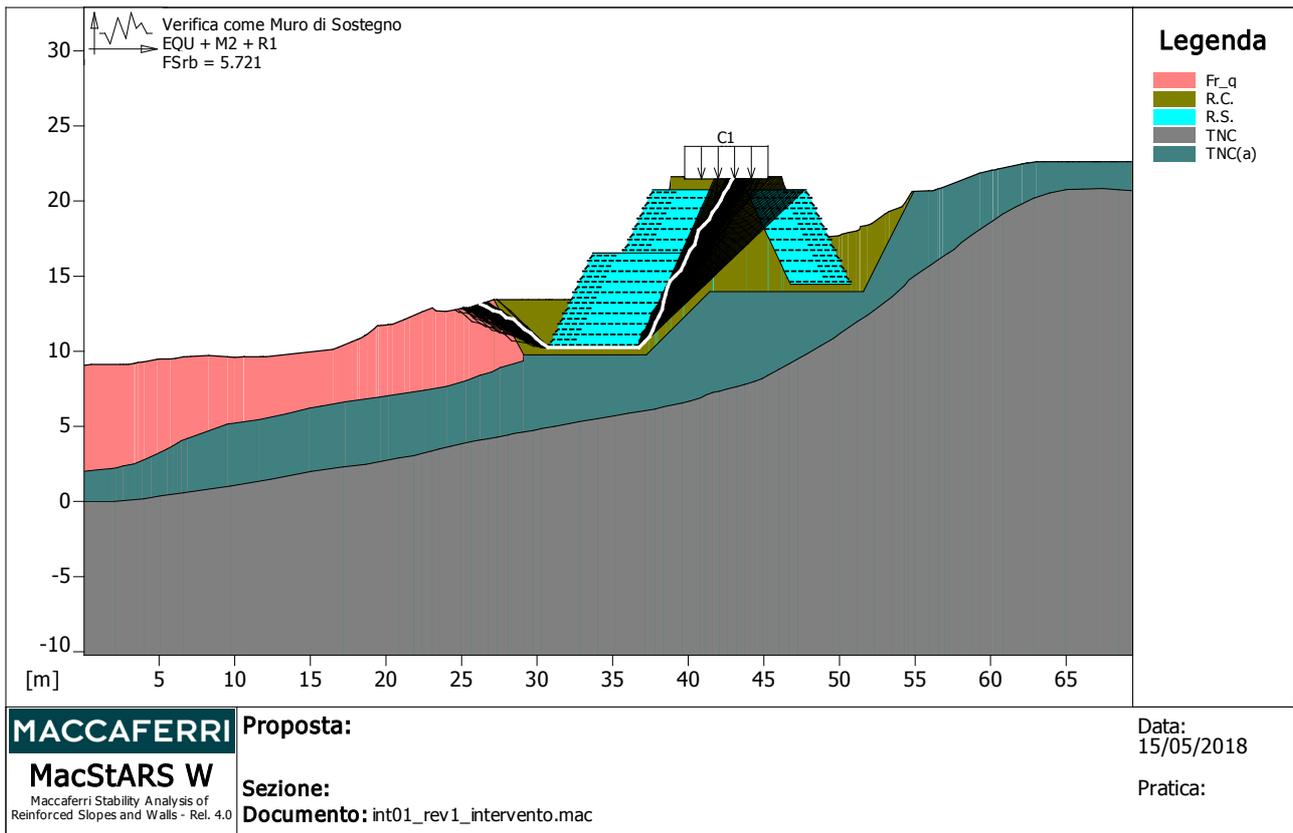
Braccio momento.....[m].....: 6.36

Forza normale.....[kN].....: 1169.80

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -1469.38

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 2403.65

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

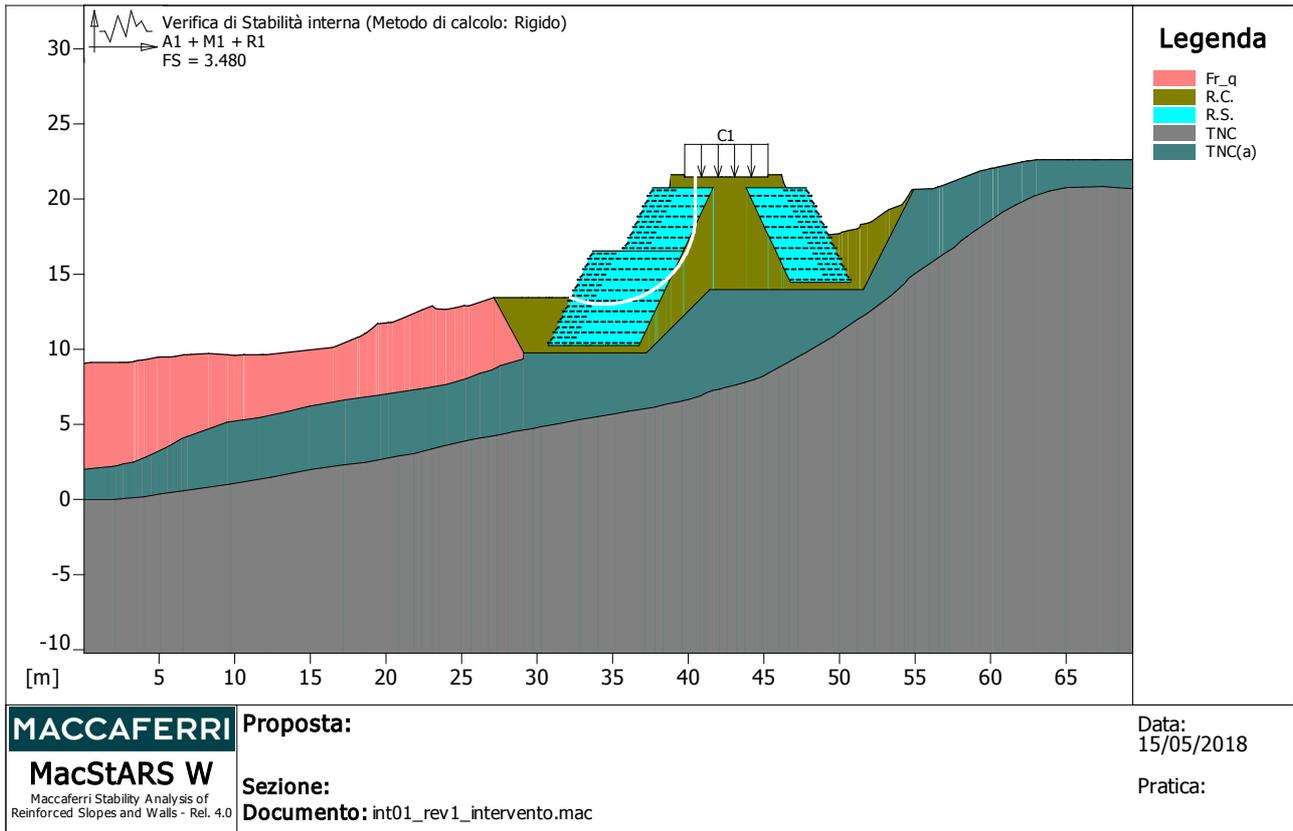
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 6072.60

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1061.50

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.721

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 3.480

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
B1	33.00	40.00

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 : B1

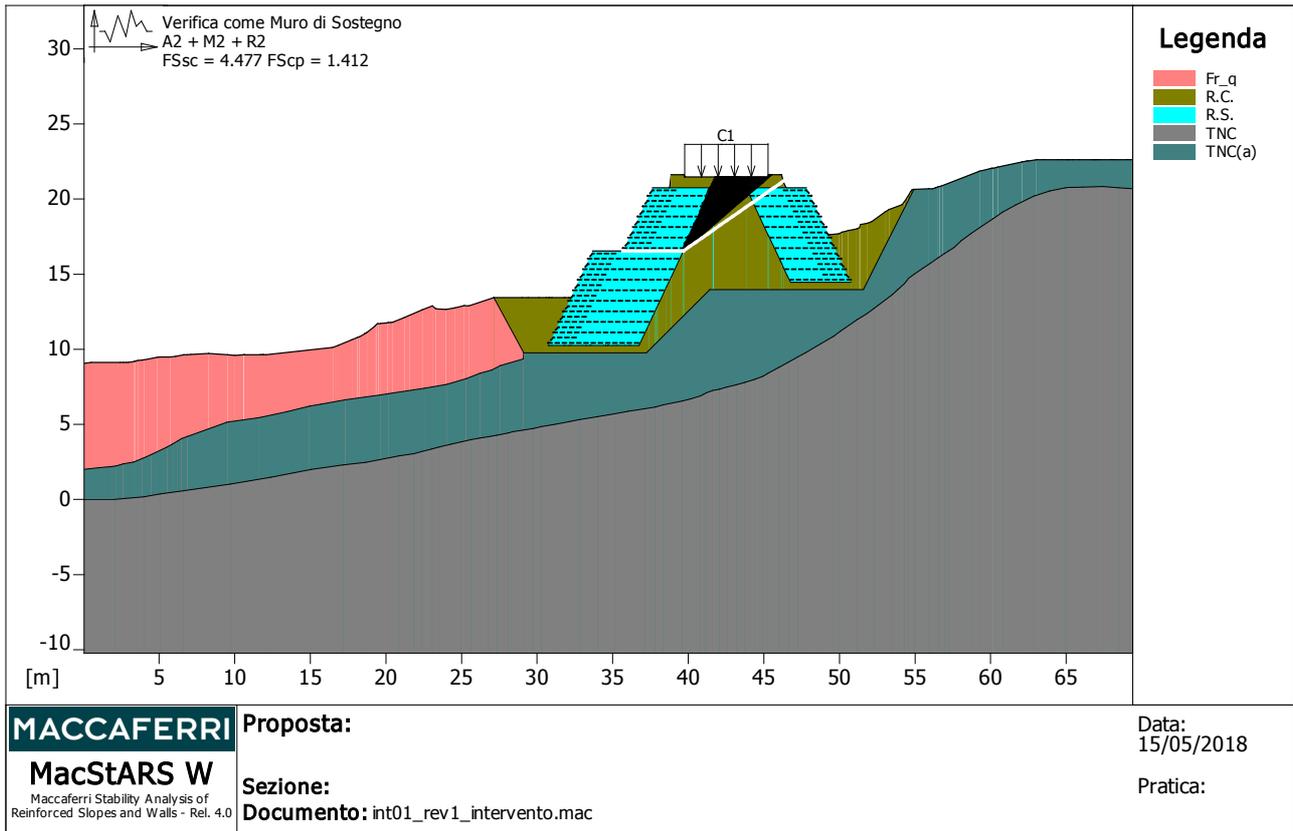
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.800	80.0	227.3	72.1	1.11	3.15
3.500	80.0	142.8	72.1	1.11	1.98
4.200	80.0	43.1	43.1	1.86	1.00

Blocco : B2  
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.100	80.0	16.7	16.7	4.79	1.00
2.800	80.0	36.9	36.9	2.17	1.00
3.500	80.0	49.2	49.2	1.63	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 188.84

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 42.18

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 4.477

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 144.28

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 102.21

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.412

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.05

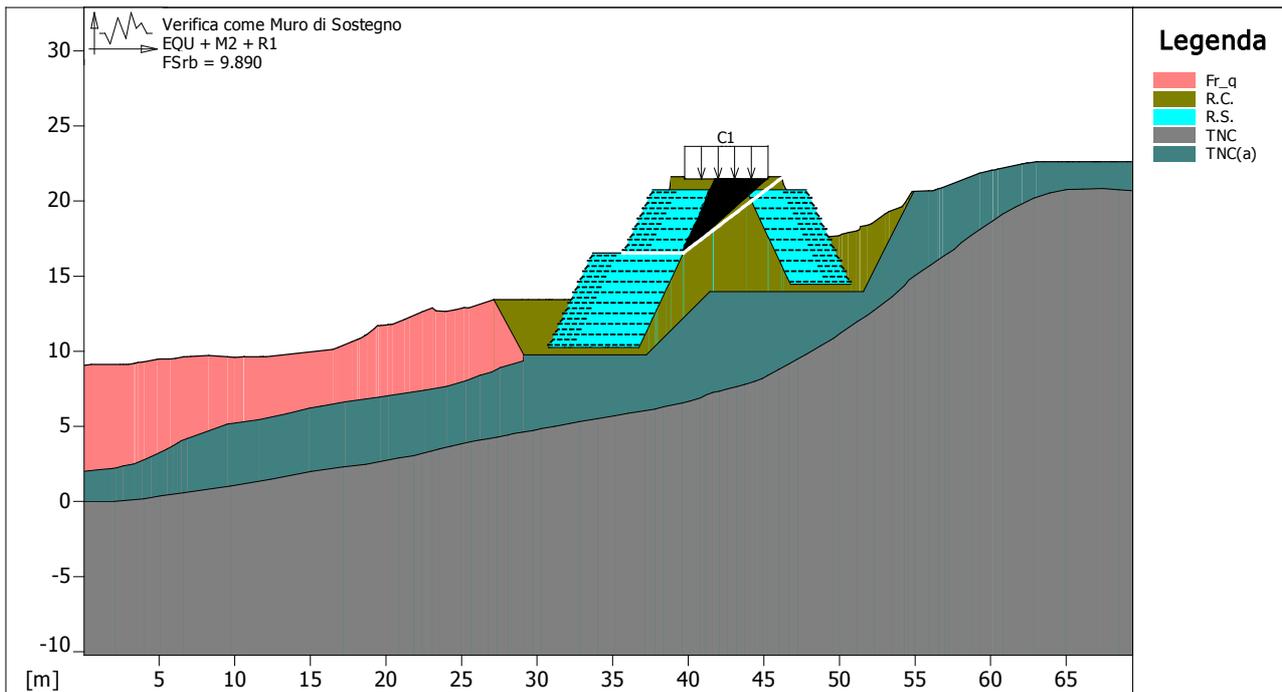
Braccio momento.....[m].....: 3.03

Forza normale.....[kN].....: 408.86

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -502.85

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 934.27

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>15/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int01_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B2

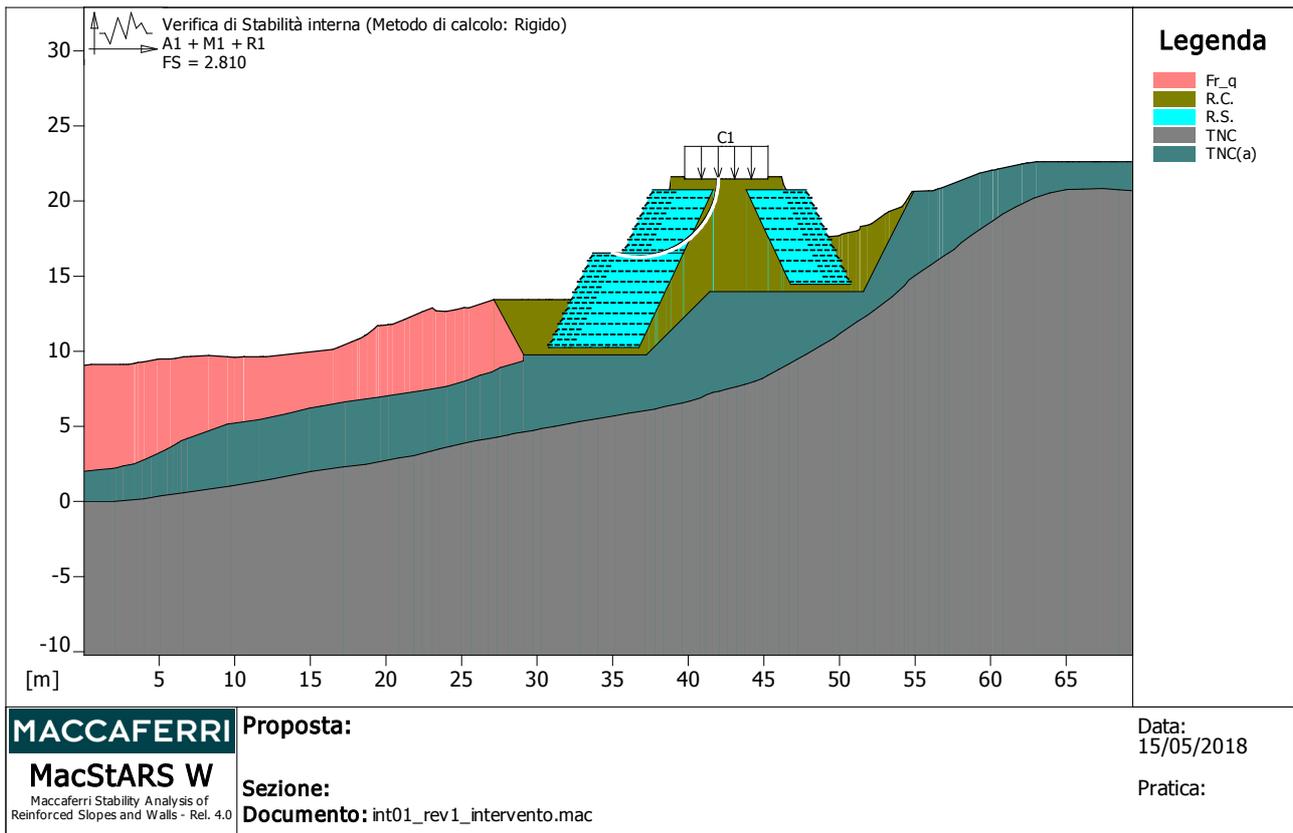
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1300.20

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 131.47

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 9.890

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 2.810

Intervallo di ricerca delle superfici

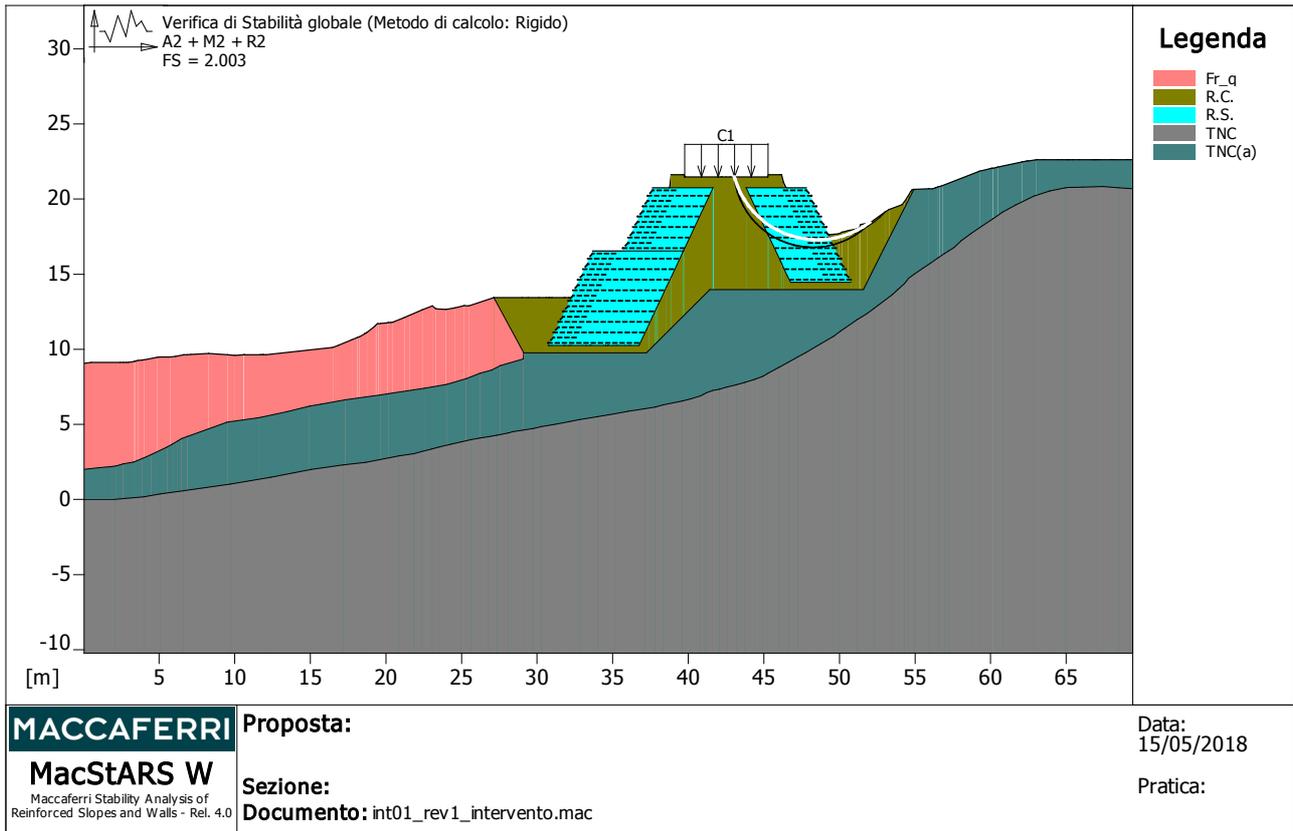
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B2	Primo punto	Secondo punto
	35.00	42.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : B2  
 Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	119.8	72.1	1.11	1.66
0.700	80.0	25.8	25.8	3.10	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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.....: 2.003

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
45.00	55.00	43.00	52.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		21	
Numero totale superfici di prova.....:		210	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

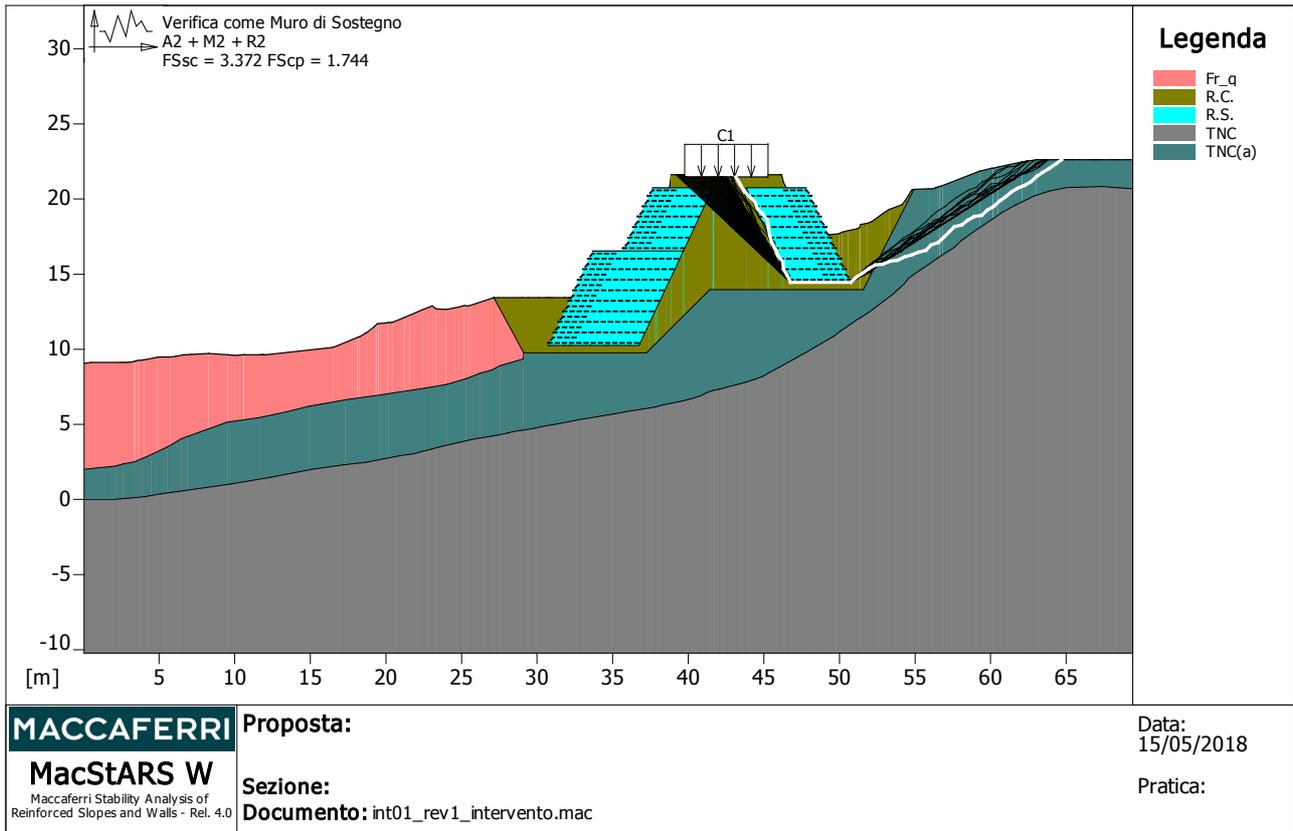
Blocco : B3

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	57.8	57.8	1.38	1.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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 come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B3

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 297.79

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 88.32

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.372

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 262.27

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 150.36

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.744

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.95

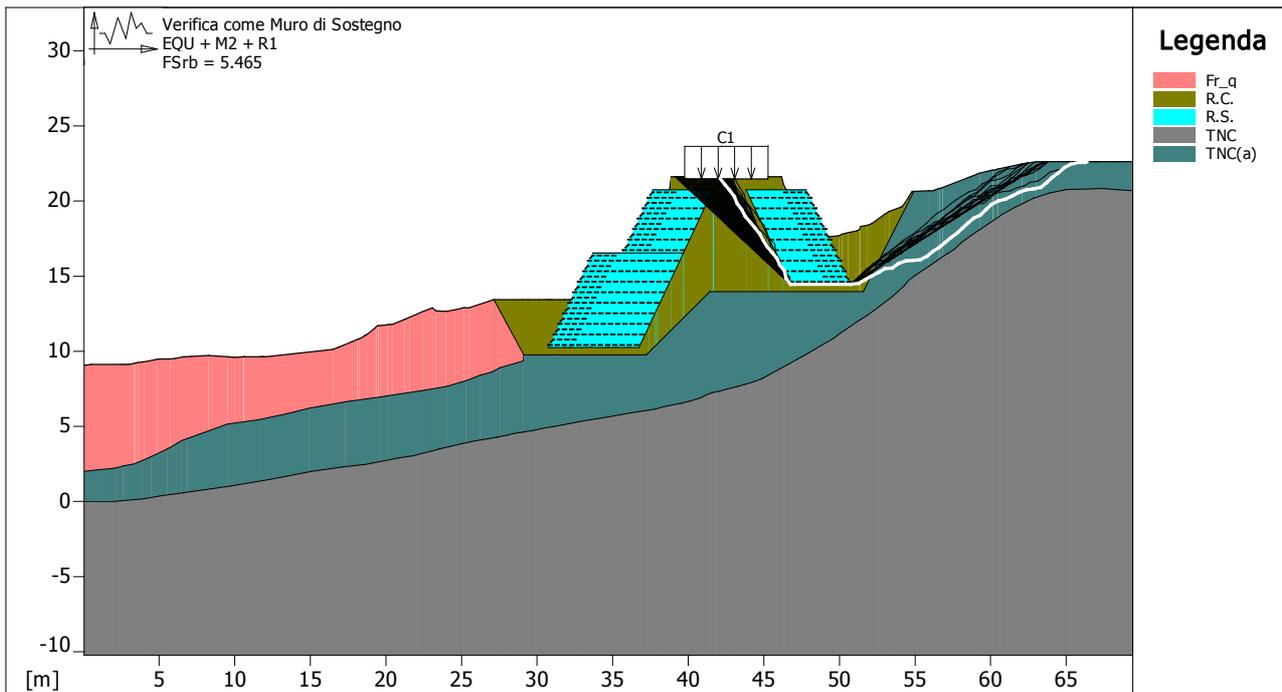
Braccio momento.....[m].....: 4.12

Forza normale.....[kN].....: 601.43

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -486.68

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 1058.32

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b>  <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data: 15/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int01_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B3

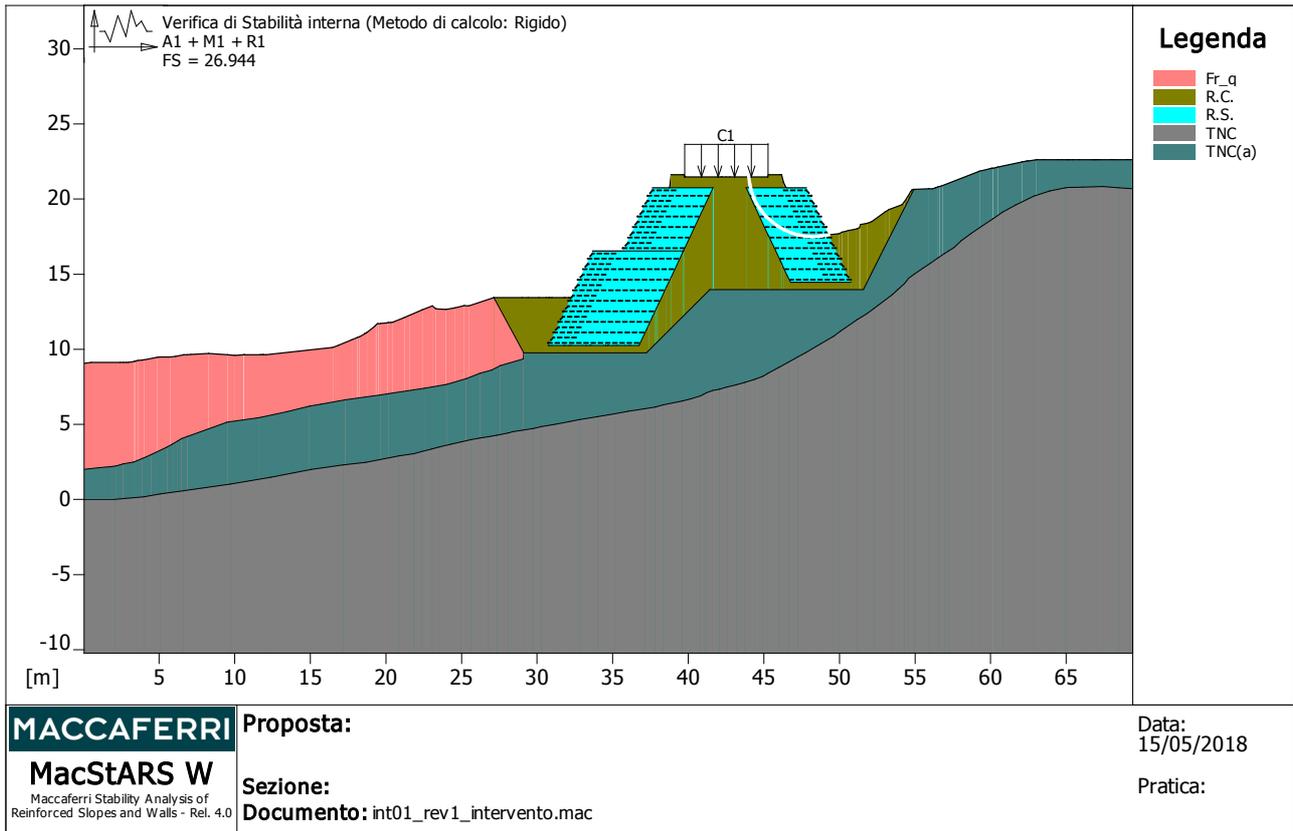
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1982.20

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 362.71

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.465

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 26.944

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B3	Primo punto	Secondo punto
	44.00	47.00
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 : B3

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.500	80.0	91.3	72.1	1.11	1.27
4.200	80.0	45.3	45.3	1.77	1.00
4.900	80.0	19.8	19.8	4.04	1.00
5.600	80.0	12.0	12.0	6.67	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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

-----  
***Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.***

***Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.***

-----

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int13\_DINAMICO.mac

Data.....: 14/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
Blocco : B2 .....	4
Blocco : B3 .....	5
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	5
VERIFICHE.....	7
Verifica di stabilità globale : .....	7
Verifica come muro di sostegno : .....	8
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica di stabilità interna : .....	10
Verifica come muro di sostegno : .....	12
Verifica come muro di sostegno : .....	13
Verifica di stabilità interna : .....	14
Verifica come muro di sostegno : .....	16
Verifica come muro di sostegno : .....	17
Verifica di stabilità interna : .....	18
Verifica di stabilità globale : .....	20

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : CNN**                      Descrizione : argille limose

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	25.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	24.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.60
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.50
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : CNN(a)**                      Descrizione : argille limose alterate

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	17.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.80
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.50
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : Fr\_q**                      Descrizione : deposito di frana quiescente

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.20
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.c.**                      Descrizione : materiale di riempimento

Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

**Terreno : R.S.**                      Descrizione : Rilevato Strutturale

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: 1**

Descrizione: Rimp.centrale

Terreno : R.c.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
9.46	9.52	12.51	10.25	13.48	10.97	13.80	11.09
13.96	11.17	14.42	11.22	14.58	11.19	15.05	11.27
15.20	11.33	15.66	11.42	15.82	11.42	16.76	11.69
16.90	11.73	18.39	12.50	19.19	17.60	19.24	17.87
19.26	17.87	20.09	17.87	20.09	17.87	20.14	17.72
22.49	17.72	22.82	17.72	22.89	17.72	22.95	17.72
25.64	17.72	25.64	17.73	25.69	17.87	25.71	17.87
26.54	17.87	26.61	17.59	26.80	15.00	27.93	15.30
31.65	16.10	32.13	16.20	32.85	16.30	33.92	17.13
34.39	17.44						

**Strato: 2**

Descrizione: Fr\_q

Terreno : Fr\_q

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	4.92	0.05	4.91	0.12	4.90	0.24	4.91
0.38	4.92	0.45	4.94	0.93	5.07	1.70	5.20
2.02	5.28	2.14	5.30	2.22	5.29	2.33	5.27
2.52	5.31	2.59	5.30	2.67	5.32	2.76	5.35
2.85	5.38	2.96	5.43	2.99	5.44	3.55	5.39
3.59	5.40	3.70	5.40	4.29	5.57	4.79	5.85
5.07	6.03	5.09	6.04	5.12	6.07	5.12	6.07
5.13	6.07	5.22	6.13	5.59	6.57	5.59	6.57
5.78	6.79	6.03	7.07	6.47	7.07	6.64	7.07
6.67	7.07	6.72	7.10	7.49	8.16	7.58	8.22
9.10	9.40	9.46	9.52	18.86	9.52	23.06	13.72
30.68	13.72	34.39	17.44	35.34	17.68	37.18	17.59
38.71	18.27	38.91	18.41	38.96	18.43	39.17	18.53
39.21	18.54	39.26	18.57	39.58	18.72	39.64	18.74
39.80	18.83	40.37	18.89	40.56	18.93	40.64	18.94
40.85	18.98	41.05	19.07	41.09	19.09	41.80	19.57
41.84	19.60	41.86	19.61	42.00	19.74	42.09	19.79
42.34	20.07	42.49	20.23	42.68	20.39	42.90	20.57
42.94	20.59	43.15	20.69	43.21	20.71		

**Strato: 3**

Descrizione: CNN(a)

Terreno : CNN(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	3.22	0.07	3.23	2.62	3.60	3.71	3.80
5.01	4.09	7.37	4.61	8.61	4.99	10.00	5.35
11.56	5.83	12.71	6.15	13.92	6.47	14.78	6.76
15.42	6.99	16.50	7.41	17.73	7.83	18.72	8.19
19.42	8.43	19.95	8.67	20.90	9.17	21.69	9.51
22.15	9.73	23.08	10.17	24.21	10.67	24.97	11.02
25.83	11.39	26.92	11.90	27.46	12.15	28.07	12.38
28.64	12.57	29.34	12.88	30.36	13.19	31.20	13.55
32.16	13.86	33.02	14.10	34.13	14.51	35.25	14.87

36.05	15.13	36.98	15.37	38.43	15.72	40.37	16.17
41.22	16.35	42.86	16.58	43.21	16.61		

**Strato: 4**

Descrizione: CNN

Terreno : CNN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	1.01	5.40	1.04	5.99	1.00	6.51	1.04
7.00	1.05	7.78	1.14	8.32	1.20	9.06	1.34
9.65	1.42	10.04	1.47	10.56	1.55	11.04	1.59
11.68	1.70	12.41	1.84	13.00	1.94	14.28	2.16
15.04	2.33	15.73	2.49	16.62	2.78	17.23	2.91
18.17	3.29	18.81	3.49	19.47	3.72	21.17	4.33
21.87	4.56	22.98	4.98	23.86	5.29	24.80	5.68
26.51	6.29	27.20	6.48	28.06	6.79	29.11	7.20
29.91	7.53	30.71	7.92	31.62	8.26	32.32	8.60
32.97	8.87	33.71	9.25	34.45	9.54	34.95	9.76
35.35	10.01	36.41	10.52	36.98	10.84	37.75	11.13
38.26	11.37	39.09	11.65	39.70	11.83	40.32	12.07
40.96	12.30	41.75	12.55	42.44	12.77	42.88	12.88
43.21	12.99						

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1 (base rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.50  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 12.39 Ordinata.....= 10.02  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.c.  
 Terreno di copertura.....: R.c.  
 Terreno di fondazione.....: Fr\_q

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
 Interasse.....[m].....= 0.70  
 Risvolto.....[m].....= 1.50

**Blocco : B2 (testa rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.50  
 Arretramento.....[m].....= 2.00 da B1  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.c.  
 Terreno di copertura.....: R.c.  
 Terreno di fondazione.....: R.S.

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00

Interasse.....[m] = 0.70

Risolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B3 (rilevato destro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.80

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 29.86 Ordinata..... = 14.25

Inclinazione paramento.....[°] : 25.00

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

Rilevato strutturale..... : R.S.

Terreno di riempimento a tergo..... : R.c.

Terreno di copertura..... : R.c.

Terreno di fondazione..... : Fr\_q

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00

Interasse.....[m] = 0.70

Risolto.....[m] = 1.50

**CARICHI****Pressione : C1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 20.14 To = 25.54

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale..... = 0.39 Verticale..... = 0.20

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr.....[kN/m] : 80.00

Rapporto di Scorrimento plastico..... : 0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m] : 665.00

Lunghezza minima di ancoraggio.....[m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... : 1.21

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... : 1.10

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... : 1.10

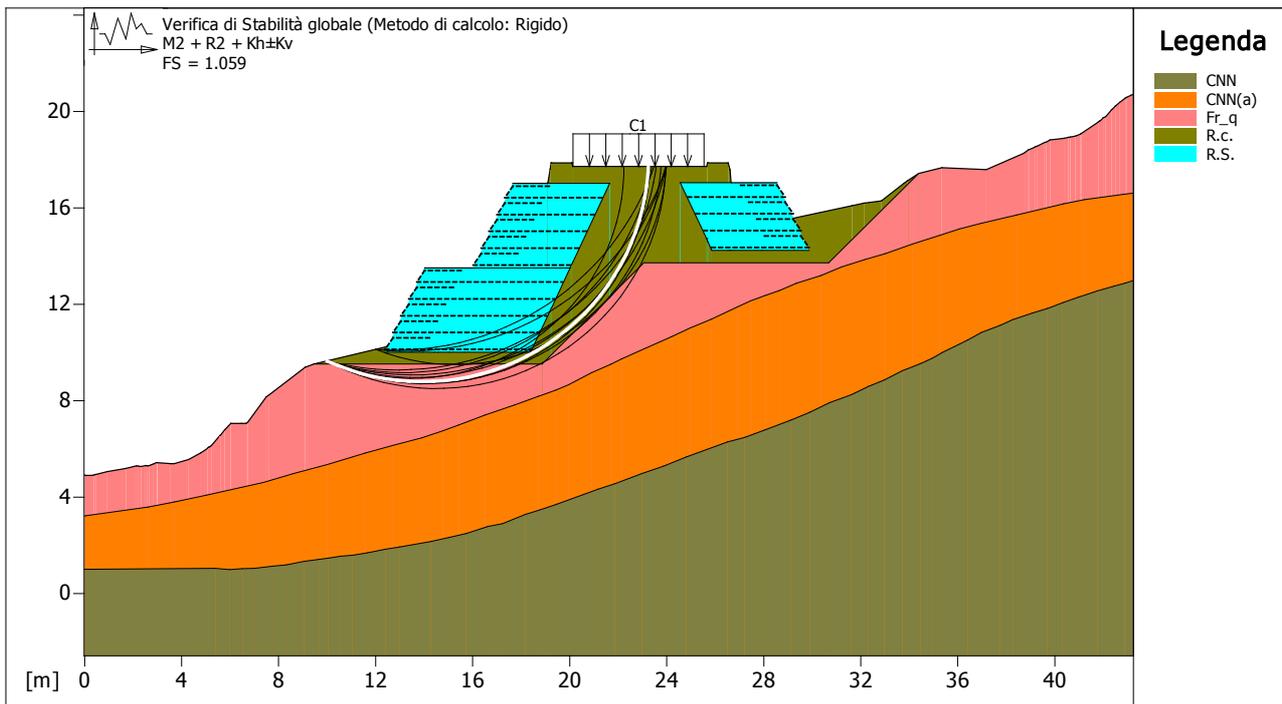
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... : 1.10

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40

**VERIFICHE**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

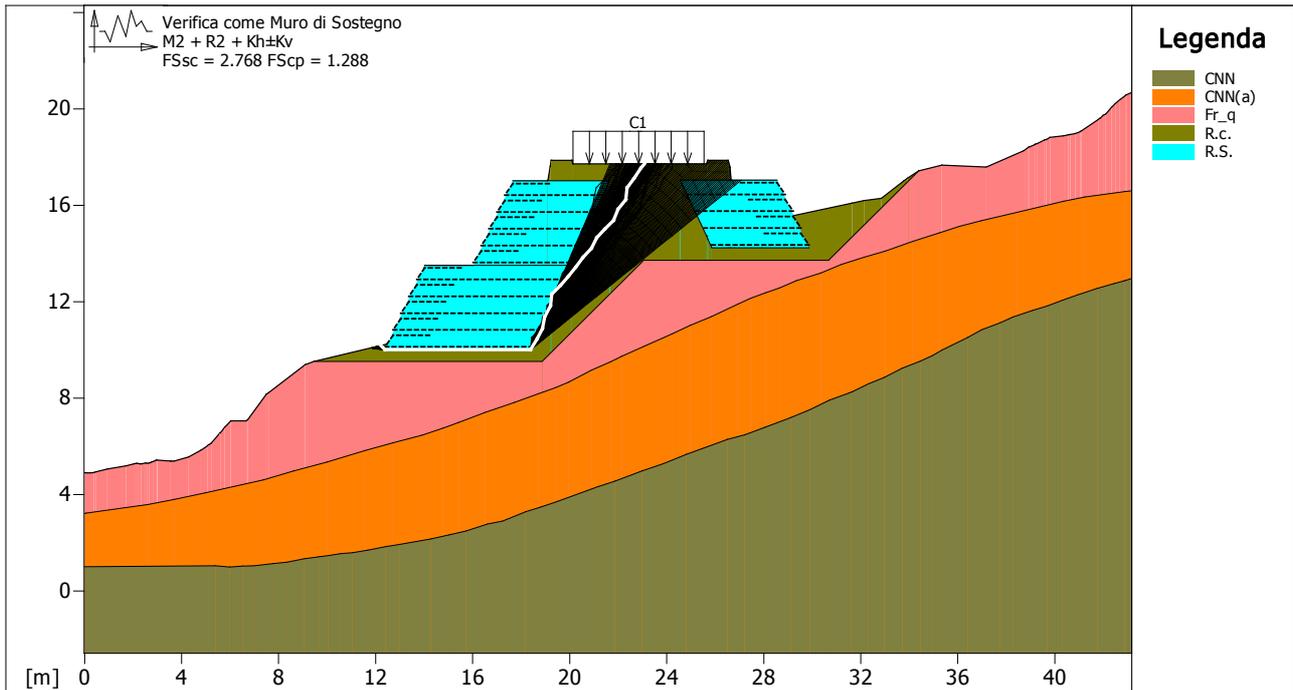
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.1

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	18.00	18.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		5	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 361.36

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 130.54

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.768

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 153.95

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 119.57

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.288

Fondazione equivalente.....[m].....: 6.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.45

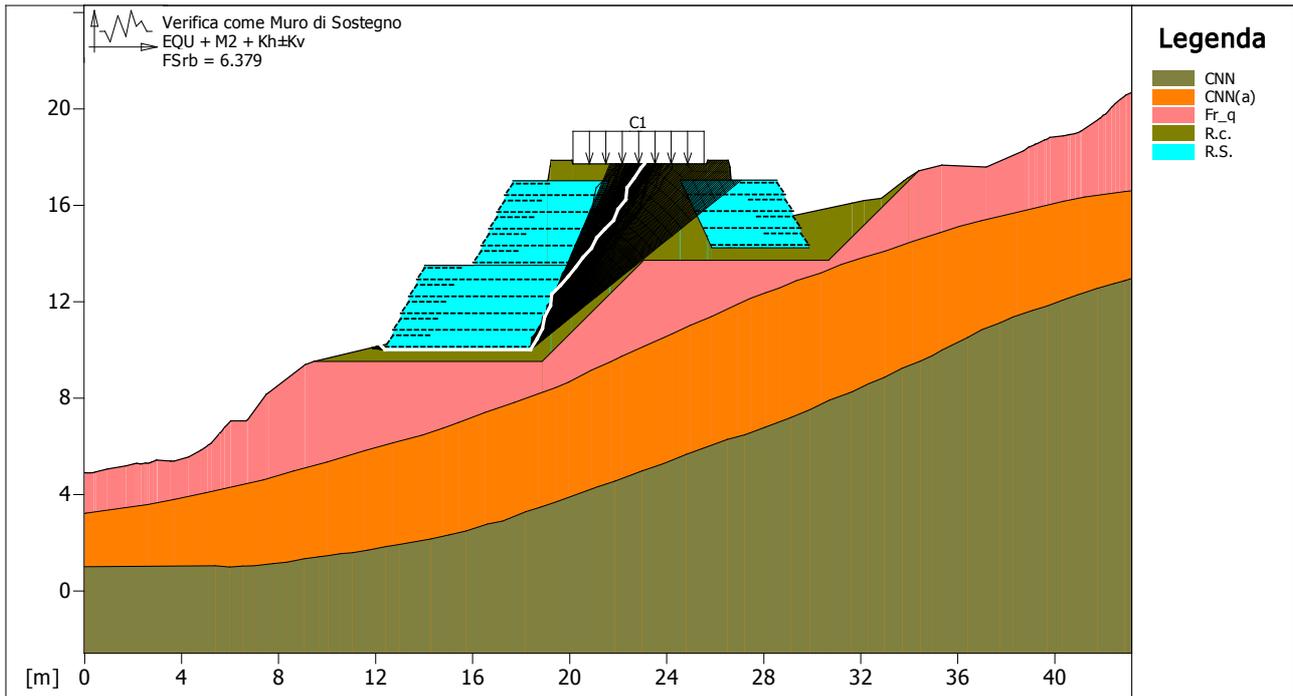
Braccio momento.....[m].....: 4.55

Forza normale.....[kN].....: 717.41

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -422.85

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 886.95

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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

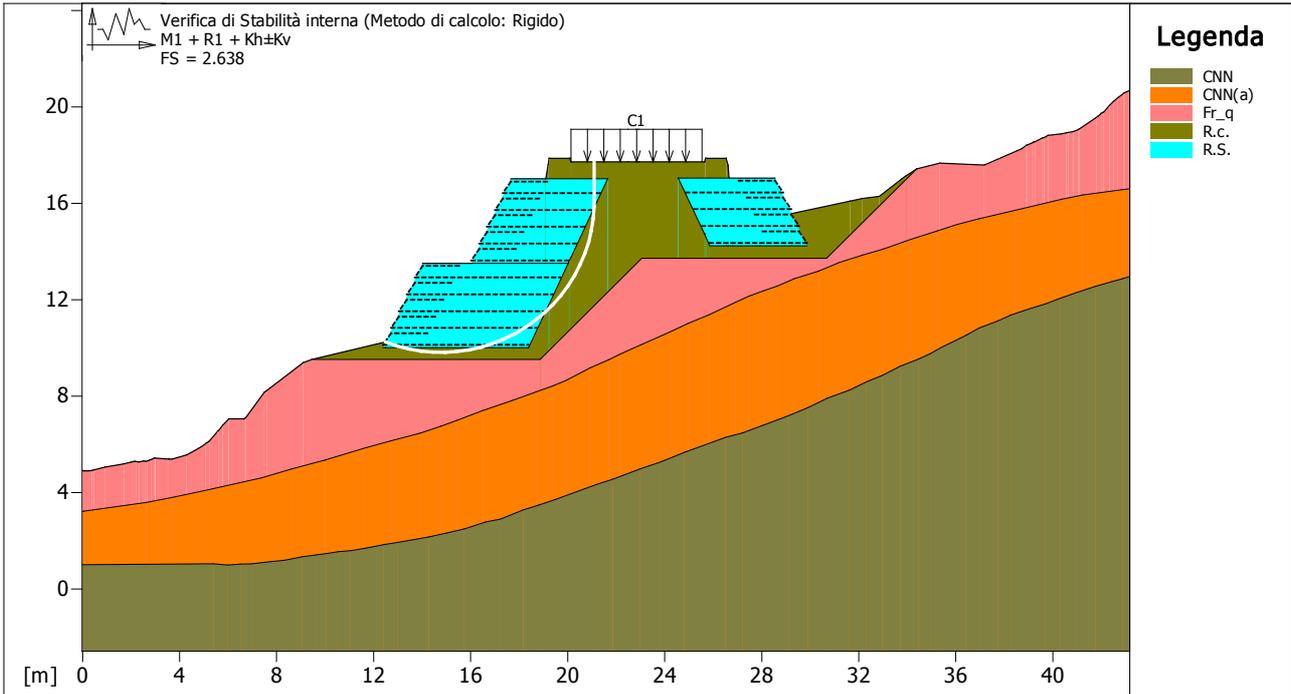


<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b>  <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p>Proposta:</p>	<p>Data: 14/05/2018</p>
	<p>Sezione: Documento: int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv  
 Stabilità verificata sul blocco : B1  
 Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 3789.50  
 Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 594.04  
 Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento  
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 6.379

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p>	<p>Pratica:</p>
	<p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	

**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.....: 2.638

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
B1	17.00	21.00
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 : B1

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

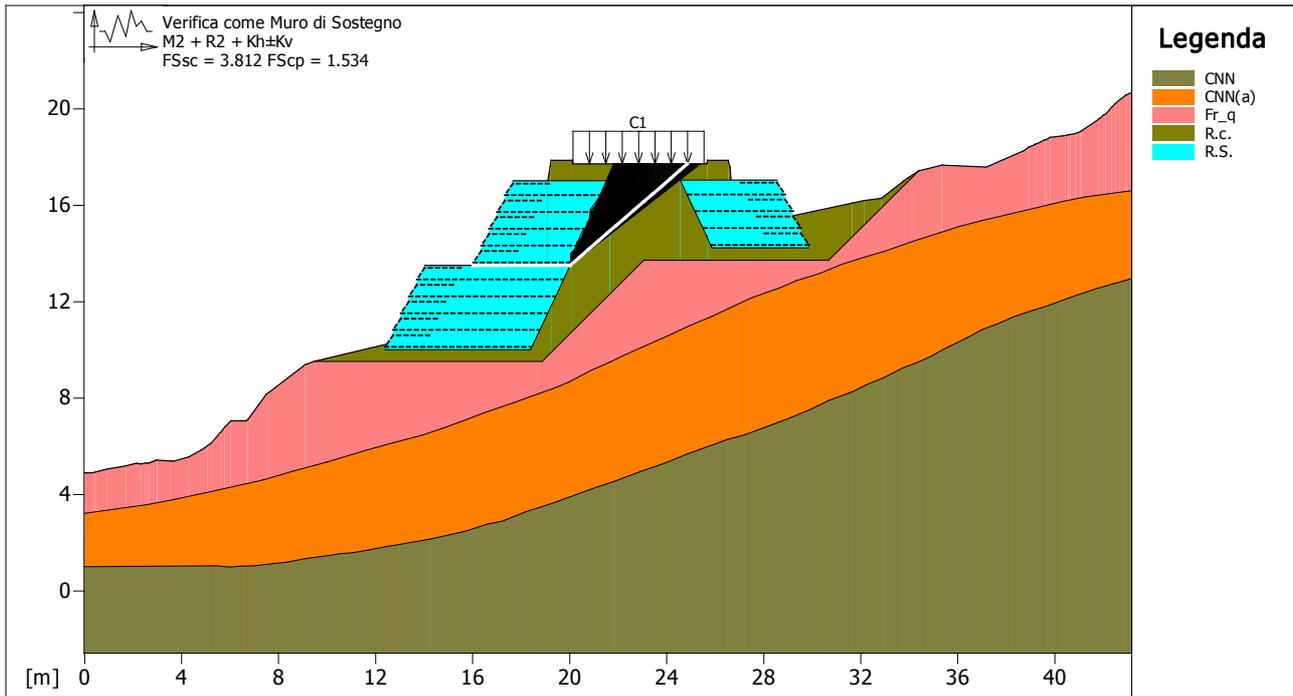
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	208.5	66.1	1.21	3.15
0.700	80.0	85.2	66.1	1.21	1.29

Blocco : B2

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.800	80.0	11.1	11.1	7.21	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 150.66

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 39.52

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.812

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 125.13

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 81.54

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.534

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.84

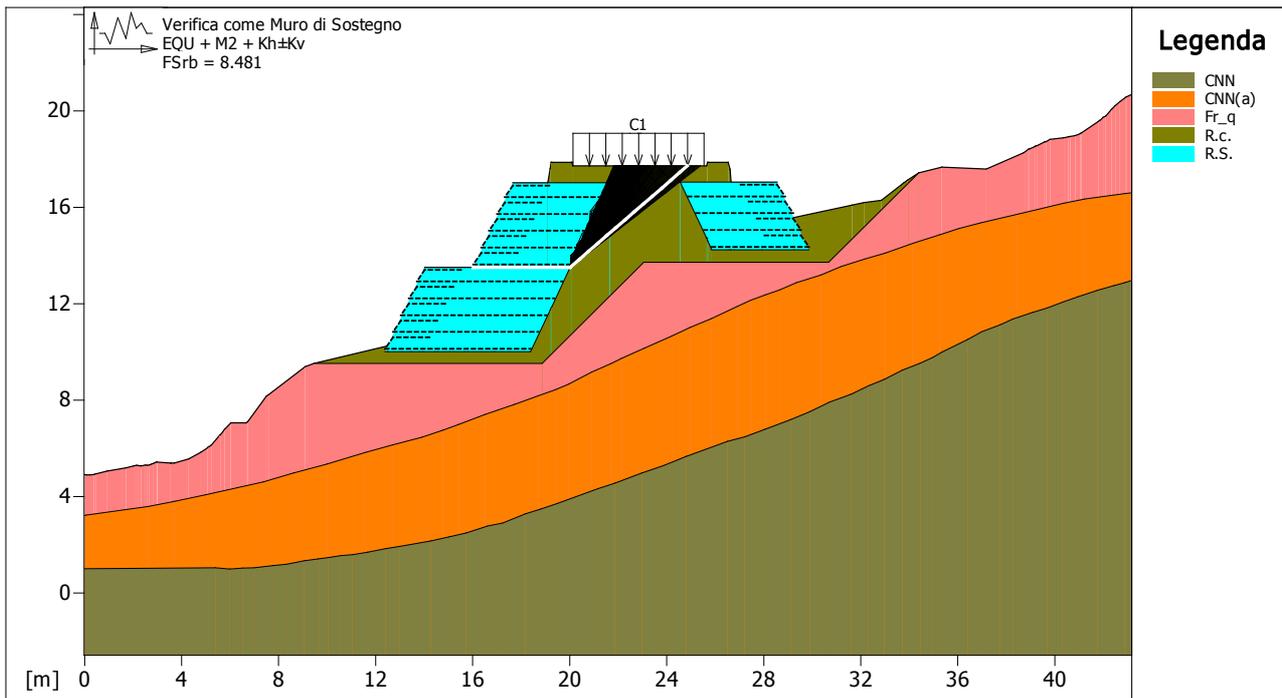
Braccio momento.....[m].....: 3.13

Forza normale.....[kN].....: 326.18

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -163.20

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 443.88

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int13\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 14/05/2018  
**Pratica:**

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B2

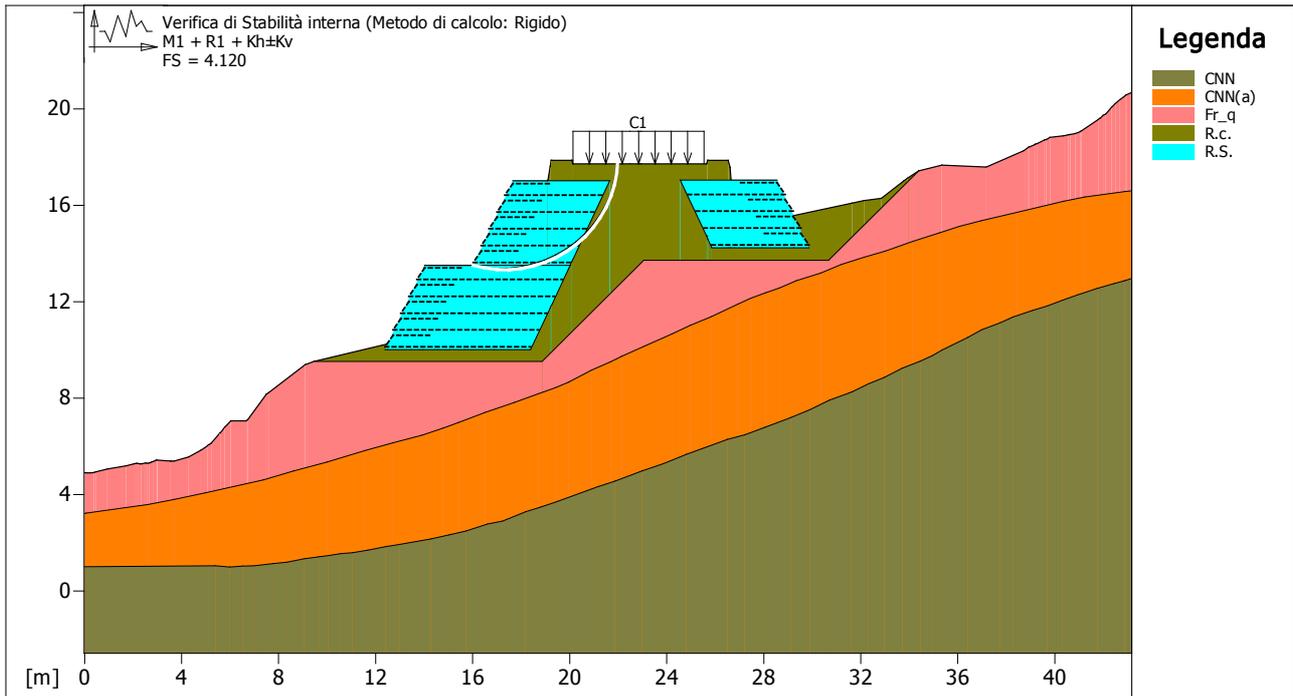
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1049.40

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 123.74

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 8.481

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**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.....: 4.120

Intervallo di ricerca delle superfici

	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Blocco	Primo punto	Secondo punto
B2	17.00	22.00
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		

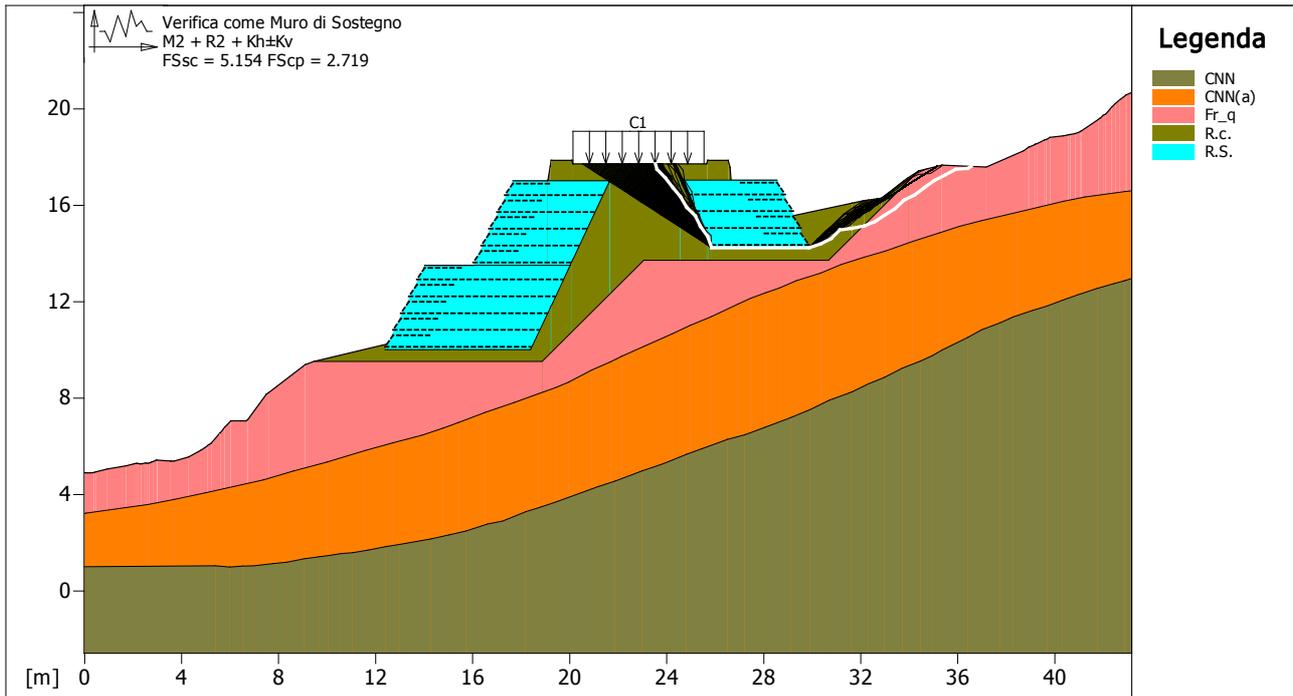
Blocco : B2

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	111.5	66.1	1.21	1.69
0.700	80.0	25.1	25.1	3.19	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B3

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 142.47

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 27.64

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.154

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 180.21

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 66.29

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.719

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.69

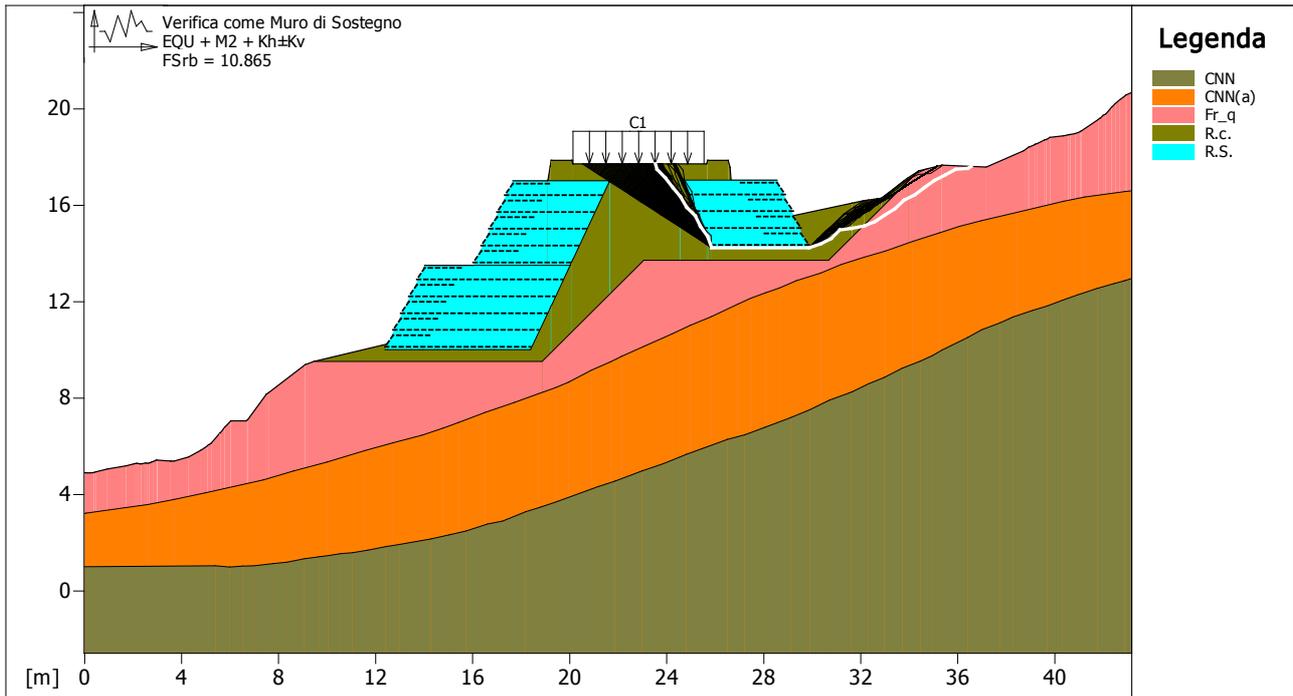
Braccio momento.....[m].....: 2.62

Forza normale.....[kN].....: 265.16

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: -59.43

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 262.13

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



<b>MACCAFERRI</b> <b>MacStARS W</b> <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	Proposta:	Data: 14/05/2018
	Sezione: Documento: int13_rev1_intervento.mac	Pratica:

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B3

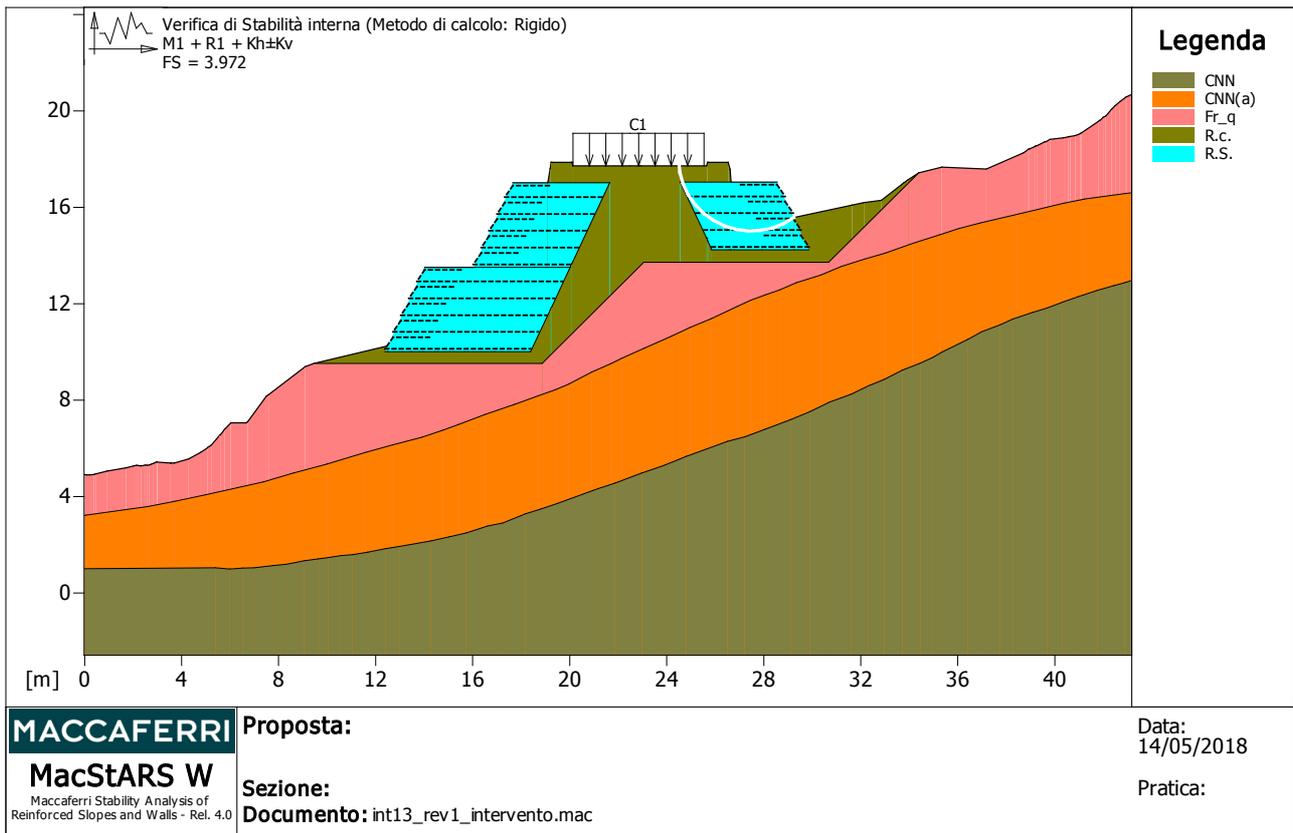
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 786.10

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 72.35

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 10.865

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 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.....: 3.972

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B3	Primo punto	Secondo punto
	24.50	28.00
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	

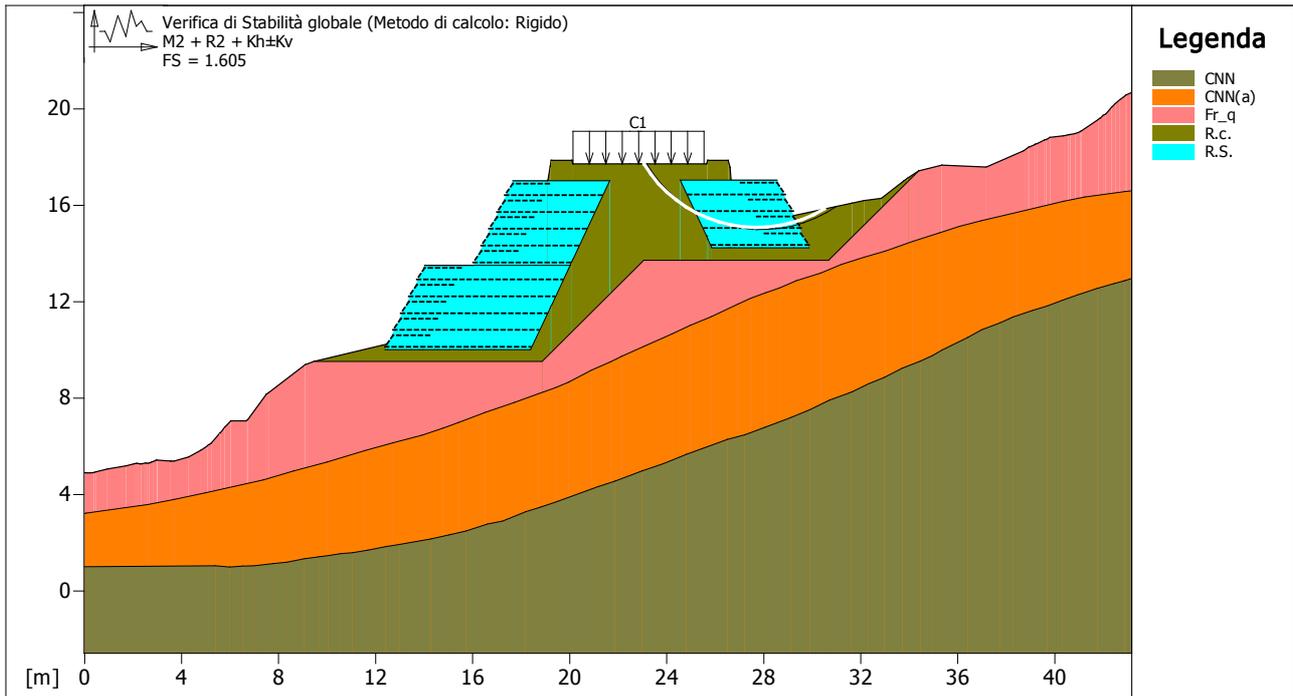
Blocco : B3

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.400	80.0	26.0	26.0	3.08	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int13\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 14/05/2018  
**Pratica:**

**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.....: 1.605

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
28.00	32.00	23.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		9	
Numero totale superfici di prova.....:		108	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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

*Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.*

*Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.*

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: int13\_STATICO.mac

Data.....: 14/05/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	4
Blocco : B1 .....	4
Blocco : B2 .....	4
Blocco : B3 .....	5
CARICHI.....	5
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	5
VERIFICHE.....	7
Verifica di stabilità globale :.....	7
Verifica come muro di sostegno : .....	8
Verifica come muro di sostegno : .....	9
Verifica di stabilità interna : .....	10
Verifica come muro di sostegno : .....	12
Verifica come muro di sostegno : .....	13
Verifica di stabilità interna : .....	14
Verifica come muro di sostegno : .....	16
Verifica come muro di sostegno : .....	17
Verifica di stabilità interna : .....	18
Verifica di stabilità globale : .....	20

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

<b>Terreno : CNN</b>	Descrizione : argille limose
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 25.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 24.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 20.60
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 21.50
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

<b>Terreno : CNN(a)</b>	Descrizione : argille limose alterate
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 17.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 17.80
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 19.50
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

<b>Terreno : Fr_q</b>	Descrizione : deposito di frana quiescente
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 10.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 16.20
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

<b>Terreno : R.c.</b>	Descrizione : materiale di riempimento
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

<b>Terreno : R.S.</b>	Descrizione : Rilevato Strutturale
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: 1**

Descrizione: Rimp.centrale

Terreno : R.c.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
9.46	9.52	12.51	10.25	13.48	10.97	13.80	11.09
13.96	11.17	14.42	11.22	14.58	11.19	15.05	11.27
15.20	11.33	15.66	11.42	15.82	11.42	16.76	11.69
16.90	11.73	18.39	12.50	19.19	17.60	19.24	17.87
19.26	17.87	20.09	17.87	20.09	17.87	20.14	17.72
22.49	17.72	22.82	17.72	22.89	17.72	22.95	17.72
25.64	17.72	25.64	17.73	25.69	17.87	25.71	17.87
26.54	17.87	26.61	17.59	26.80	15.00	27.93	15.30
31.65	16.10	32.13	16.20	32.85	16.30	33.92	17.13
34.39	17.44						

**Strato: 2**

Descrizione: Fr\_q

Terreno : Fr\_q

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	4.92	0.05	4.91	0.12	4.90	0.24	4.91
0.38	4.92	0.45	4.94	0.93	5.07	1.70	5.20
2.02	5.28	2.14	5.30	2.22	5.29	2.33	5.27
2.52	5.31	2.59	5.30	2.67	5.32	2.76	5.35
2.85	5.38	2.96	5.43	2.99	5.44	3.55	5.39
3.59	5.40	3.70	5.40	4.29	5.57	4.79	5.85
5.07	6.03	5.09	6.04	5.12	6.07	5.12	6.07
5.13	6.07	5.22	6.13	5.59	6.57	5.59	6.57
5.78	6.79	6.03	7.07	6.47	7.07	6.64	7.07
6.67	7.07	6.72	7.10	7.49	8.16	7.58	8.22
9.10	9.40	9.46	9.52	18.86	9.52	23.06	13.72
30.68	13.72	34.39	17.44	35.34	17.68	37.18	17.59
38.71	18.27	38.91	18.41	38.96	18.43	39.17	18.53
39.21	18.54	39.26	18.57	39.58	18.72	39.64	18.74
39.80	18.83	40.37	18.89	40.56	18.93	40.64	18.94
40.85	18.98	41.05	19.07	41.09	19.09	41.80	19.57
41.84	19.60	41.86	19.61	42.00	19.74	42.09	19.79
42.34	20.07	42.49	20.23	42.68	20.39	42.90	20.57
42.94	20.59	43.15	20.69	43.21	20.71		

**Strato: 3**

Descrizione: CNN(a)

Terreno : CNN(a)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	3.22	0.07	3.23	2.62	3.60	3.71	3.80
5.01	4.09	7.37	4.61	8.61	4.99	10.00	5.35
11.56	5.83	12.71	6.15	13.92	6.47	14.78	6.76
15.42	6.99	16.50	7.41	17.73	7.83	18.72	8.19
19.42	8.43	19.95	8.67	20.90	9.17	21.69	9.51
22.15	9.73	23.08	10.17	24.21	10.67	24.97	11.02
25.83	11.39	26.92	11.90	27.46	12.15	28.07	12.38
28.64	12.57	29.34	12.88	30.36	13.19	31.20	13.55
32.16	13.86	33.02	14.10	34.13	14.51	35.25	14.87

36.05	15.13	36.98	15.37	38.43	15.72	40.37	16.17
41.22	16.35	42.86	16.58	43.21	16.61		

**Strato: 4**

Descrizione: CNN

Terreno : CNN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	1.01	5.40	1.04	5.99	1.00	6.51	1.04
7.00	1.05	7.78	1.14	8.32	1.20	9.06	1.34
9.65	1.42	10.04	1.47	10.56	1.55	11.04	1.59
11.68	1.70	12.41	1.84	13.00	1.94	14.28	2.16
15.04	2.33	15.73	2.49	16.62	2.78	17.23	2.91
18.17	3.29	18.81	3.49	19.47	3.72	21.17	4.33
21.87	4.56	22.98	4.98	23.86	5.29	24.80	5.68
26.51	6.29	27.20	6.48	28.06	6.79	29.11	7.20
29.91	7.53	30.71	7.92	31.62	8.26	32.32	8.60
32.97	8.87	33.71	9.25	34.45	9.54	34.95	9.76
35.35	10.01	36.41	10.52	36.98	10.84	37.75	11.13
38.26	11.37	39.09	11.65	39.70	11.83	40.32	12.07
40.96	12.30	41.75	12.55	42.44	12.77	42.88	12.88
43.21	12.99						

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : B1 (base rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.50  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 12.39 Ordinata.....= 10.02  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.c.  
 Terreno di copertura.....: R.c.  
 Terreno di fondazione.....: Fr\_q

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
 Interasse.....[m].....= 0.70  
 Risvolto.....[m].....= 1.50

**Blocco : B2 (testa rilevato sinistro)**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.50  
 Arretramento.....[m].....= 2.00 da B1  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: R.S.  
 Terreno di riempimento a tergo.....: R.c.  
 Terreno di copertura.....: R.c.  
 Terreno di fondazione.....: R.S.

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00

Interasse.....[m] = 0.70

Risolto.....[m] = 1.50

**Blocco : B3 (rilevato destro)**

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.80

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 29.86 Ordinata..... = 14.25

Inclinazione paramento.....[°] : 25.00

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

Rilevato strutturale..... : R.S.

Terreno di riempimento a tergo..... : R.c.

Terreno di copertura..... : R.c.

Terreno di fondazione..... : Fr\_q

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 :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 4.00

Interasse.....[m] = 0.70

Risolto.....[m] = 1.50

**CARICHI****Pressione : C1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 20.14 To = 25.54

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale..... = 0.39 Verticale..... = 0.20

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr.....[kN/m] : 80.00

Rapporto di Scorrimento plastico..... : 0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m] : 665.00

Lunghezza minima di ancoraggio.....[m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... : 1.21

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... : 1.10

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... : 1.10

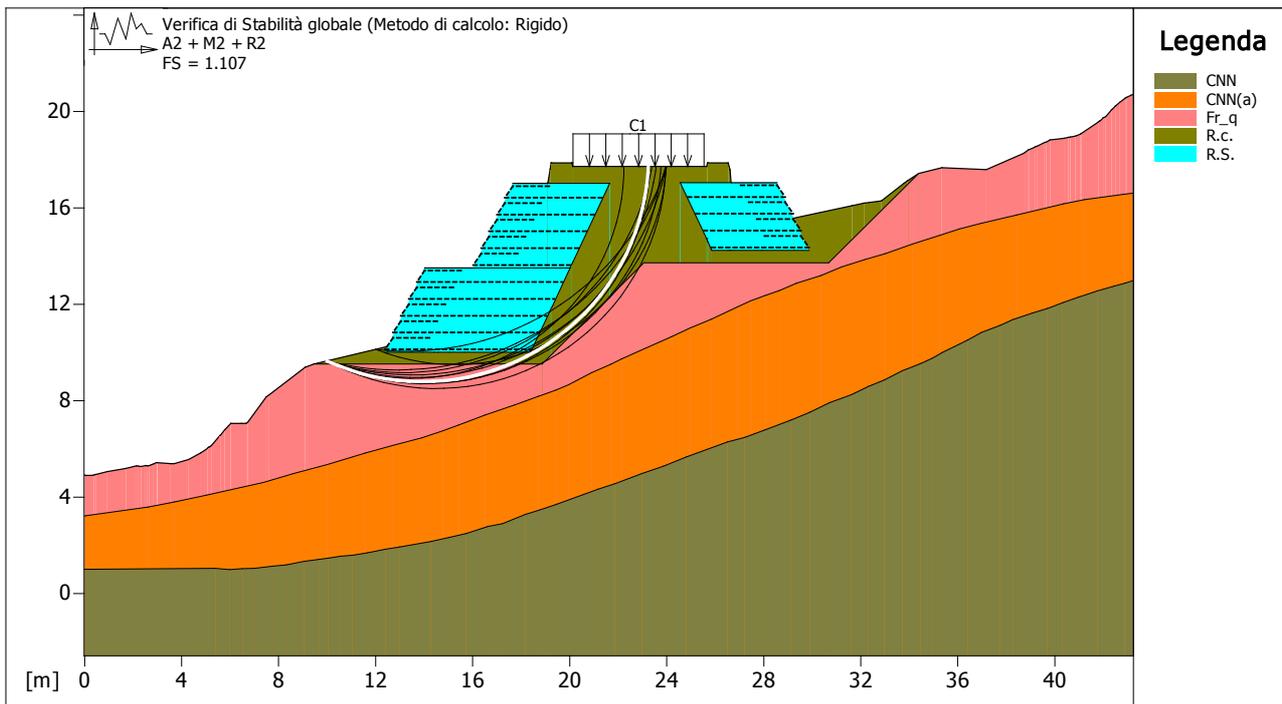
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... : 1.10

Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40

**VERIFICHE**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

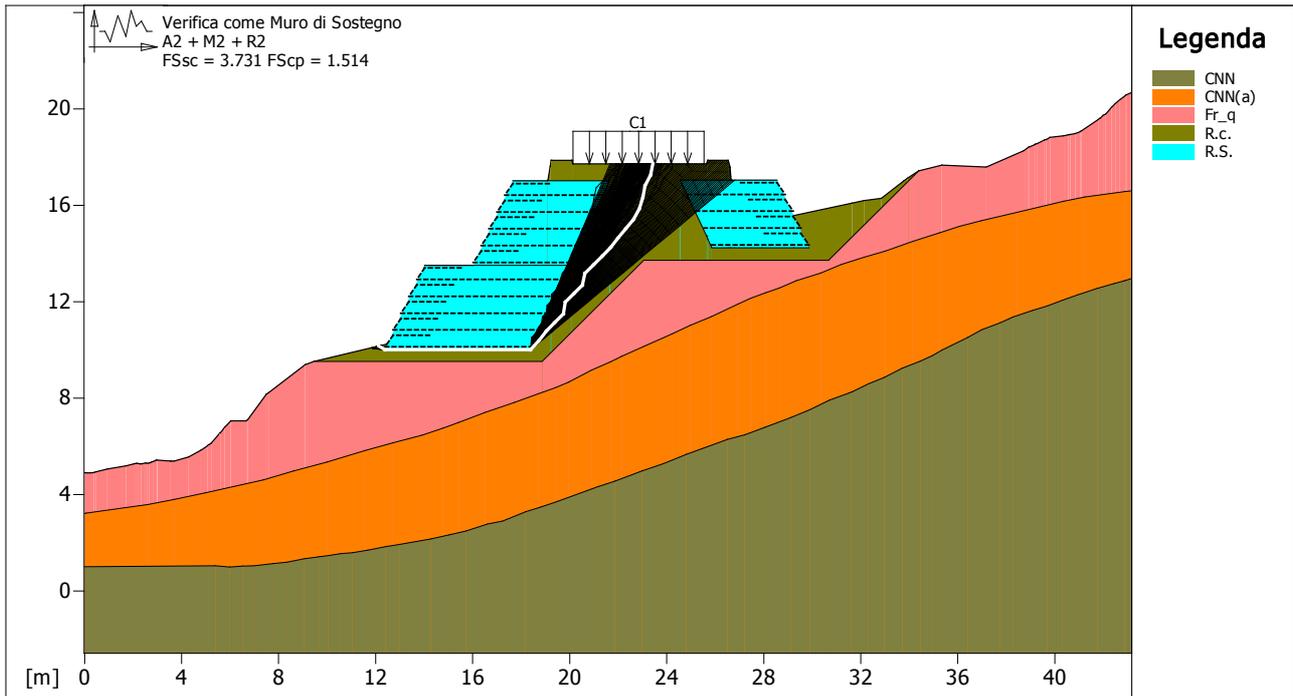
**Verifica di stabilità globale :**

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.....: 1.107

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	18.00	18.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		5	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 372.03

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 99.71

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.731

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 186.92

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 123.42

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.514

Fondazione equivalente.....[m].....: 6.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.63

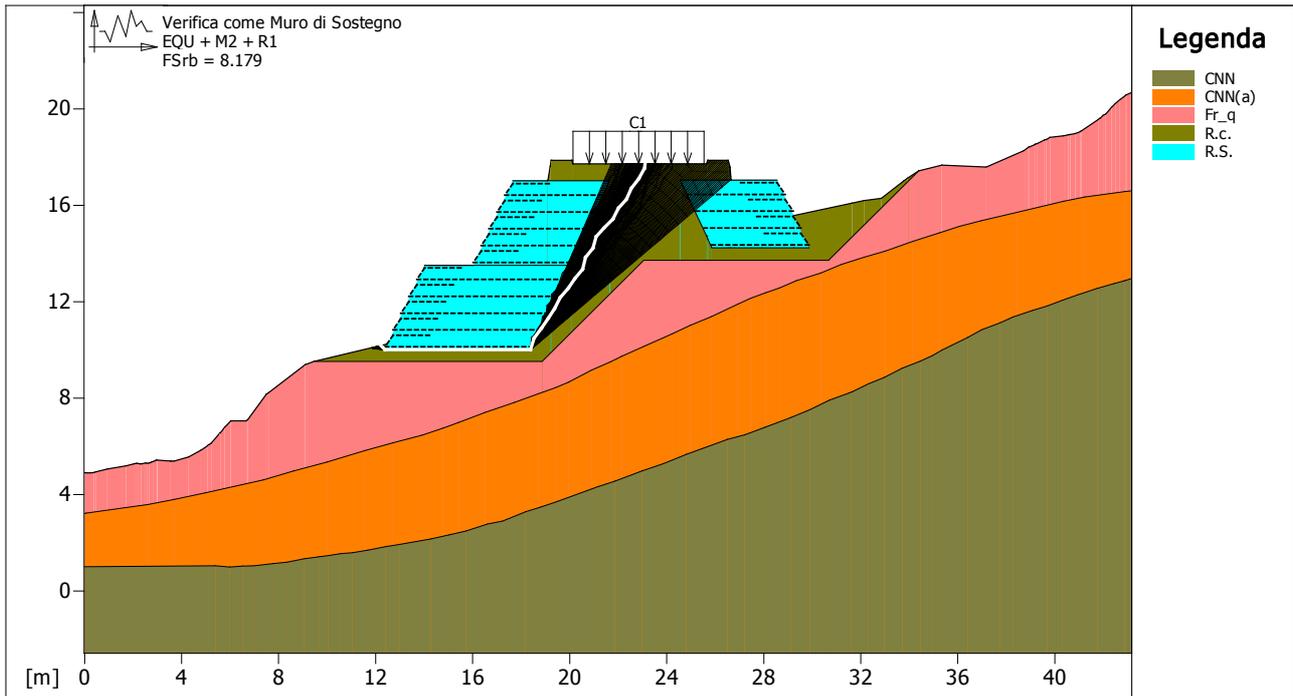
Braccio momento.....[m].....: 4.41

Forza normale.....[kN].....: 740.52

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -690.44

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 1230.10

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p>Proposta:</p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p>Sezione:</p> <p>Documento: int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

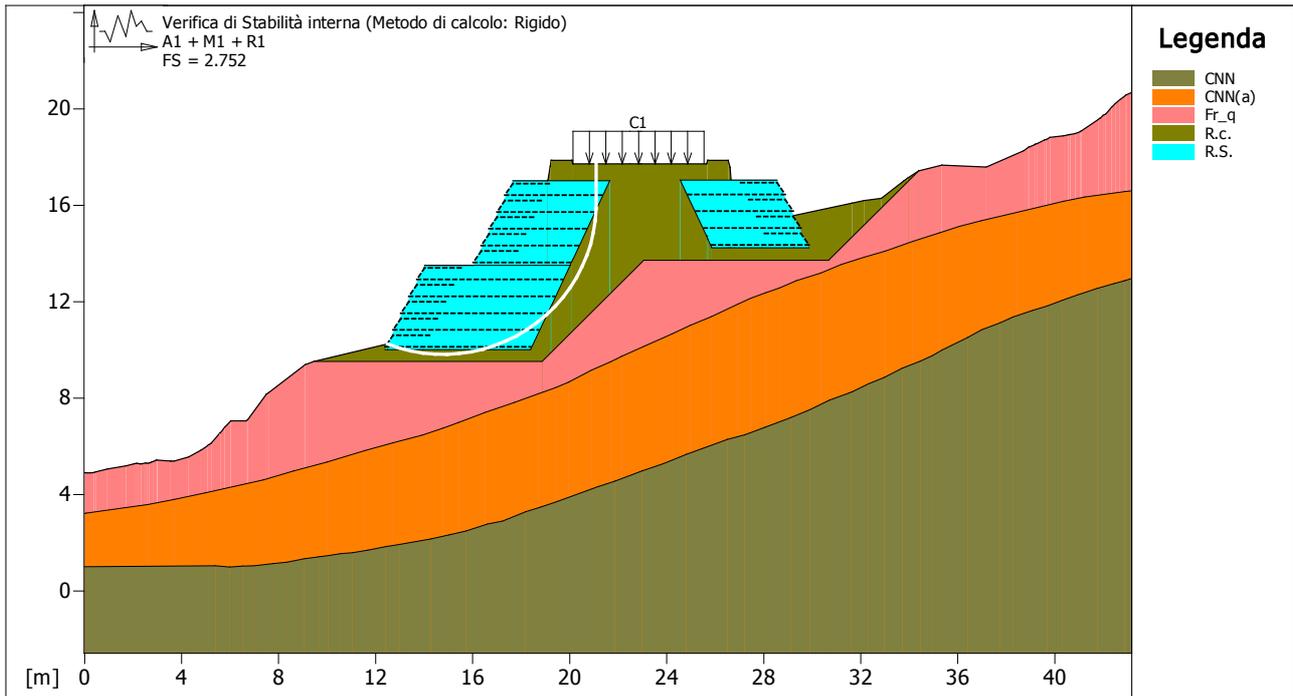
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 3565.30

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 435.89

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 8.179

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



<b>MACCAFERRI</b> <b>MacStARS W</b> <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	<b>Proposta:</b>  <b>Sezione:</b> <b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac	Data: 14/05/2018  Pratica:
--	--	-------------------------------------

**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.....: 2.752

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B1	Primo punto	Secondo punto
	17.00	21.00
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 : B1

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

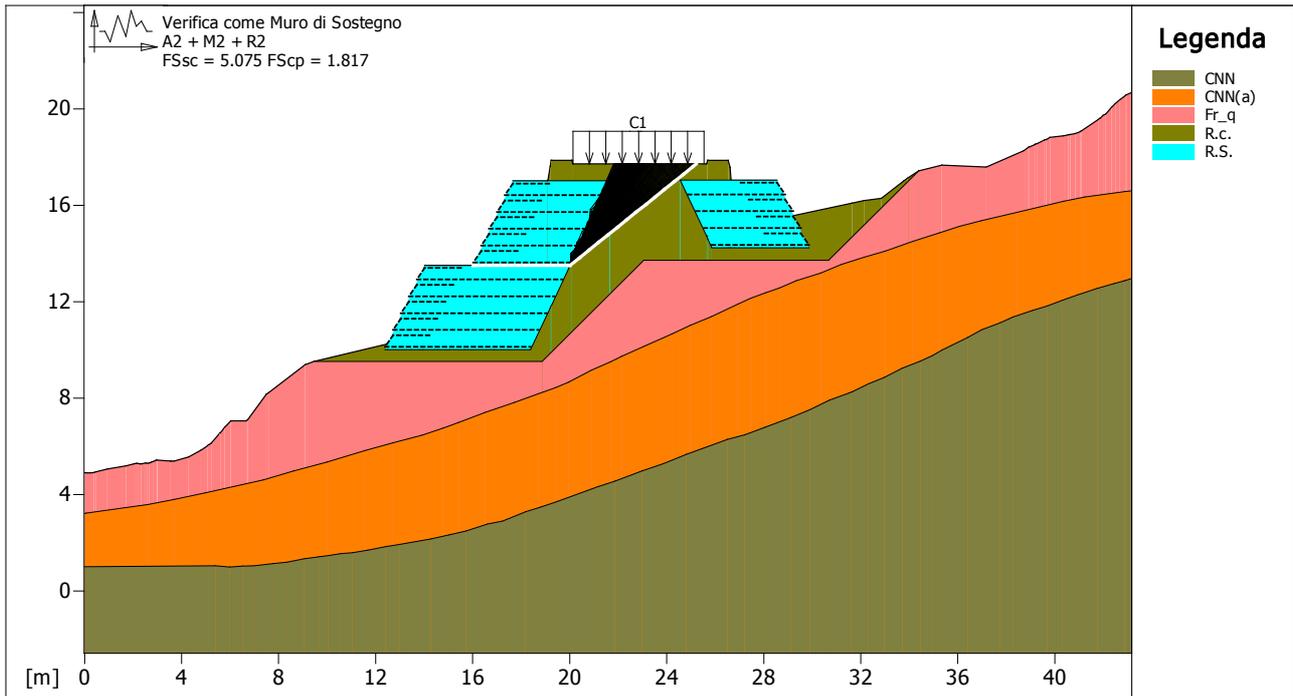
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	208.5	66.1	1.21	3.15
0.700	80.0	85.2	66.1	1.21	1.29

Blocco : B2

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.800	80.0	13.5	13.5	5.93	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



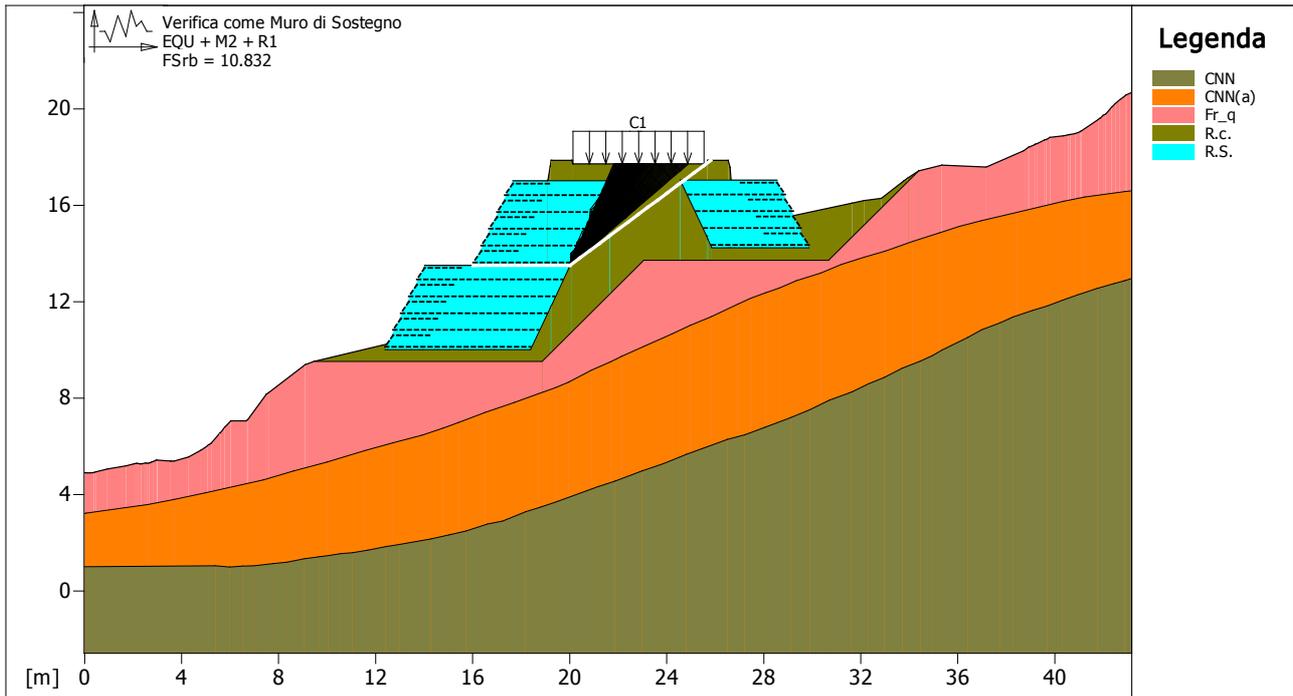
<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2  
 Stabilità verificata sul blocco : B2  
 Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 157.65  
 Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 31.07  
 Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.075  
 Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 155.00  
 Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 85.33  
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.817  
 Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00  
 Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.94  
 Braccio momento.....[m].....: 2.94  
 Forza normale.....[kN].....: 341.31  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -264.06  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 585.16

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p>Proposta:</p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p>Sezione:</p> <p>Documento: int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B2

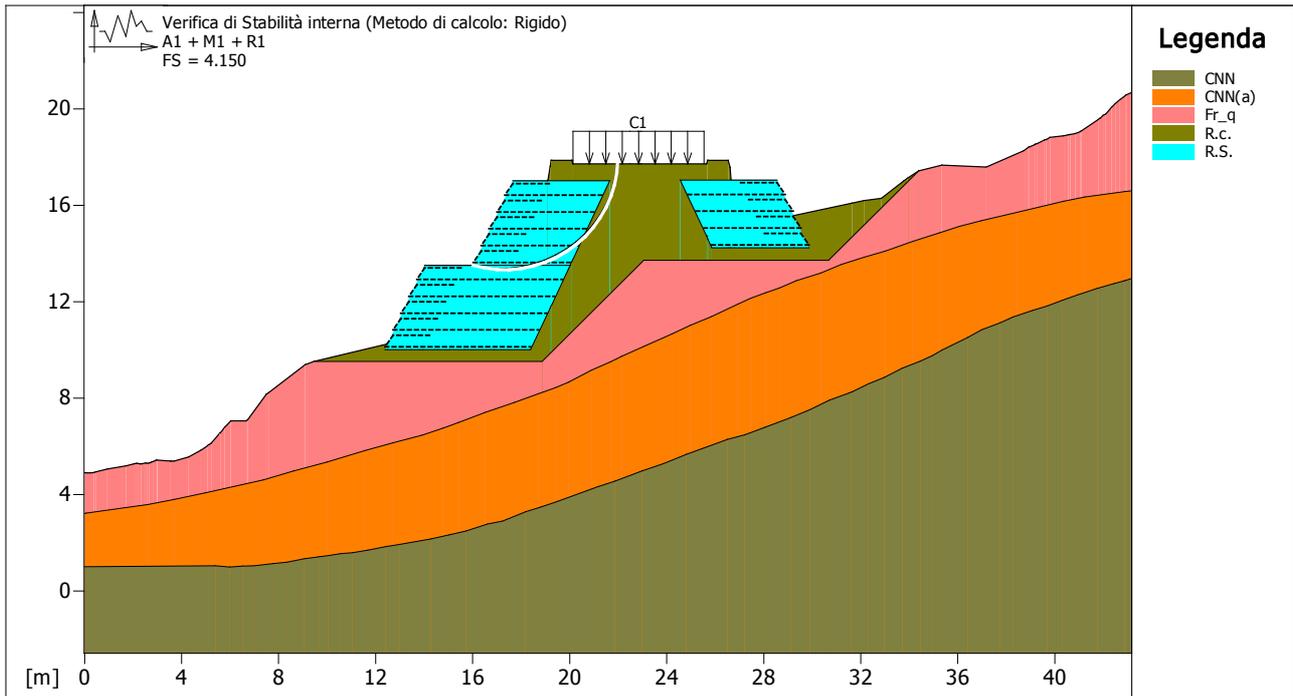
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1033.10

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 95.38

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 10.832

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



<b>MACCAFERRI</b> <b>MacStARS W</b> <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	<b>Proposta:</b>  <b>Sezione:</b> <b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac	Data: 14/05/2018  Pratica:
--	--	-------------------------------------

**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.....: 4.150

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B2	Primo punto	Secondo punto
	17.00	22.00
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	

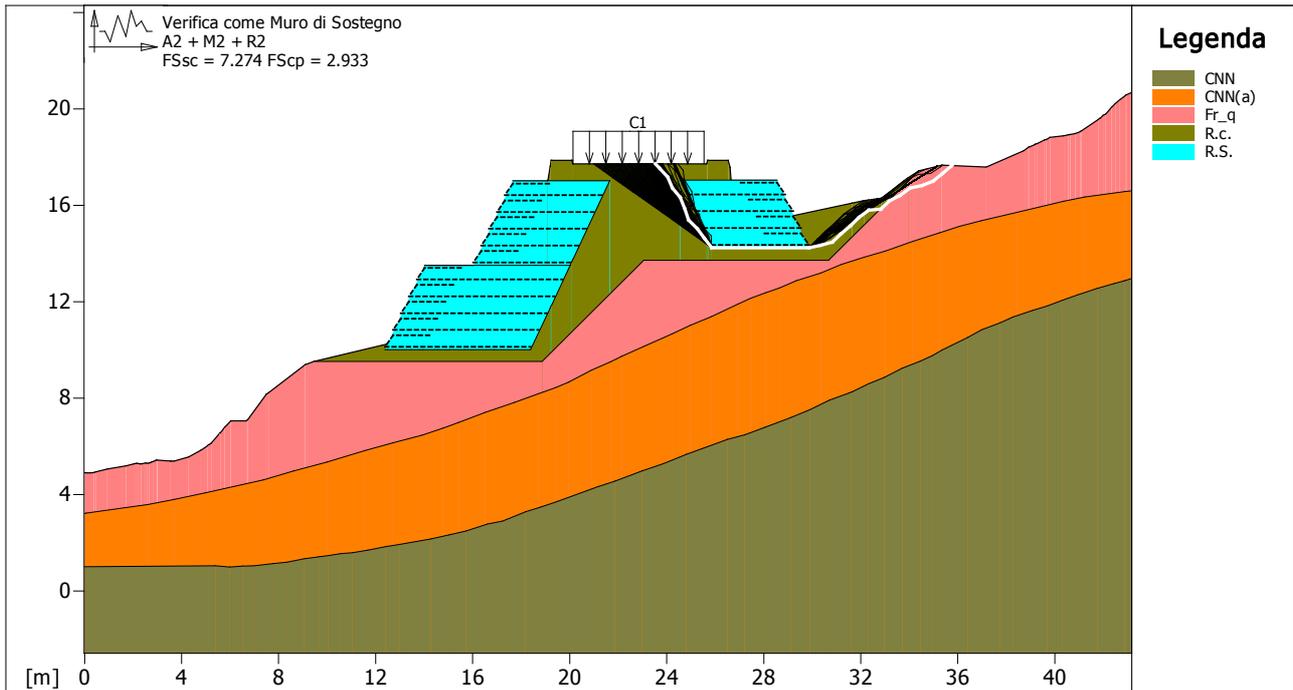
Blocco : B2

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	111.5	66.1	1.21	1.69
0.700	80.0	27.3	27.3	2.93	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B3

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 147.52

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 20.28

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 7.274

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 202.47

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 69.02

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.933

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.77

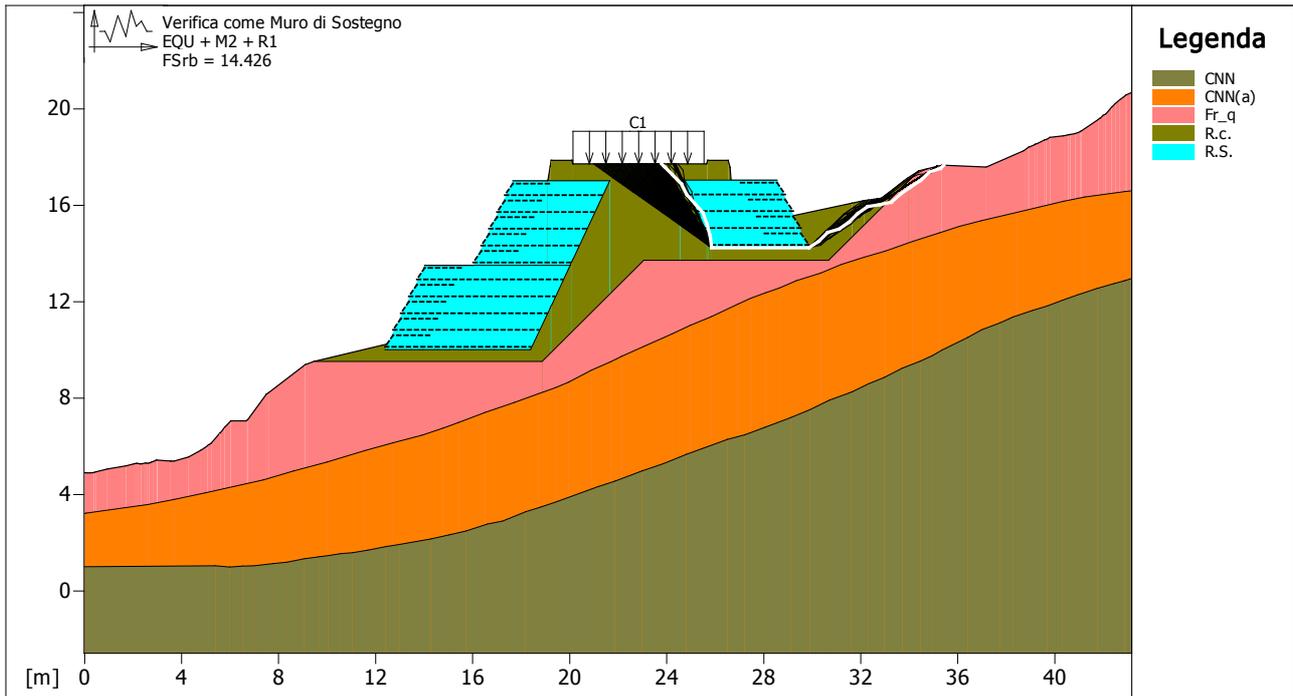
Braccio momento.....[m].....: 2.44

Forza normale.....[kN].....: 276.09

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: -99.31

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 324.04

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p> <p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	<p>Pratica:</p>

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B3

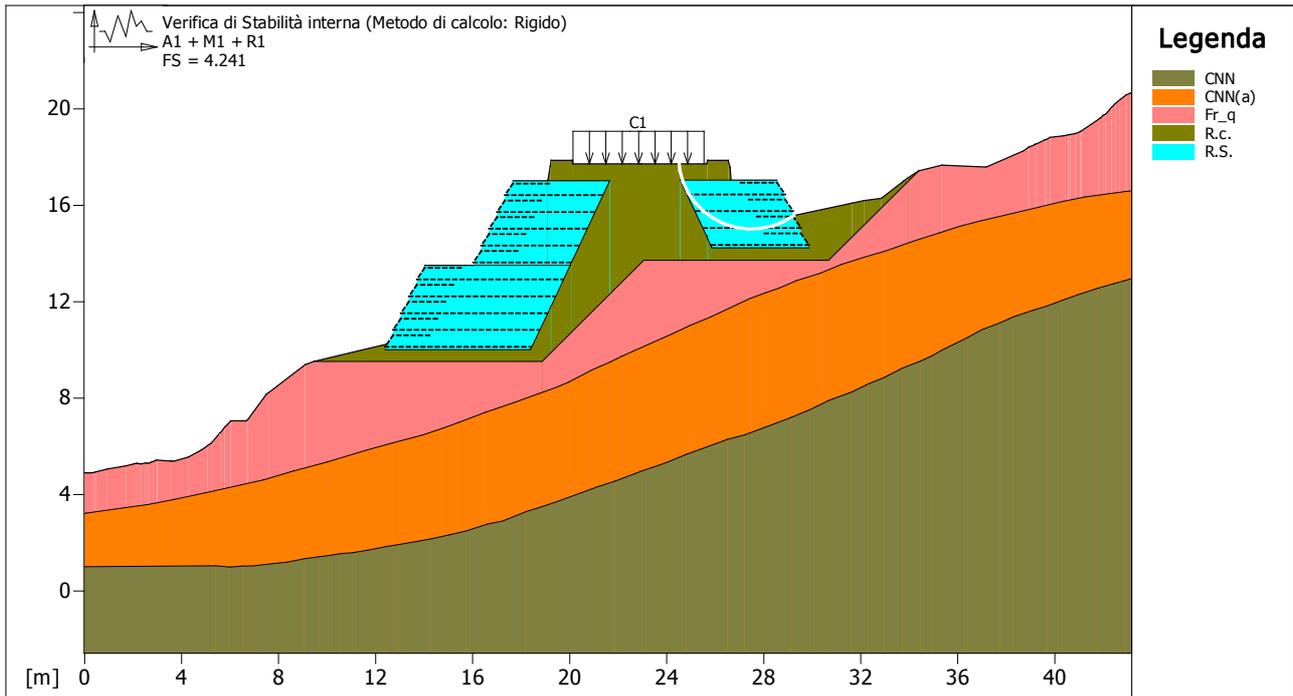
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 764.48

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 52.99

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 14.426

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Proposta:</b></p>	<p>Data:</p> <p>14/05/2018</p>
	<p><b>Sezione:</b></p>	<p>Pratica:</p>
	<p><b>Documento:</b> int13_rev1_intervento.mac</p>	

**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.....: 4.241

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
B3	Primo punto	Secondo punto
	24.50	28.00
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	

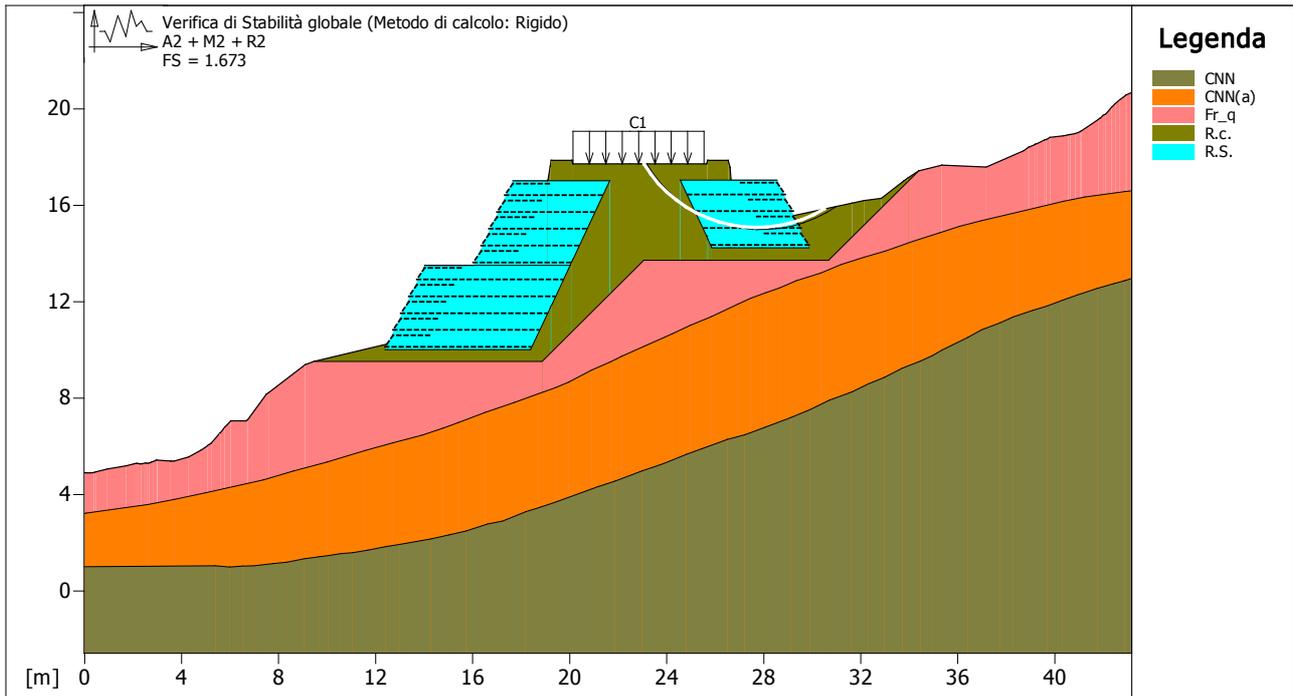
Blocco : B3

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.400	80.0	29.5	29.5	2.71	1.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** int13\_rev1\_intervento.mac

**Data:**  
 14/05/2018  
**Pratica:**

**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.....: 1.673

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
28.00	32.00	23.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		9	
Numero totale superfici di prova.....:		108	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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

*Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.*

*Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.*

-----

## NOTA TECNICA 7 - FATTORE DI SICUREZZA DEL TERRAMESH 8X10/2.7 PVC

La procedura per determinare le proprietà del rinforzo da considerare nel calcolo sono descritte in Annex A di BS 8006. I fattori parziali sono attribuiti a ciascuna forza potenziale che riduce le influenze per produrre un di fattore totale di materiali  $f_m$ . Questo è applicato alla resistenza nominale del rinforzo,  $T_B$ :

$$T_D = T_B / F_m$$

Dove  $T_D$  è la resistenza a trazione di esercizio.

### 1 È Resistenza nominale, $T_B$

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, ed è stato trovato il seguente valore medio:

$$T_B = 50.11 \text{ kN/m}$$

Deve essere notato che questo valore è il risultato dei test di trazione su pannelli con contrazione laterale impedita e questo spiega perché il valore è più grande del valore storico pari a 47 kN/m

### 2 - Fattore di sicurezza del materiale, $f_m$

Il fattore  $f_m$  è calcolato su un numero di sotto-fattori:

$$f_m = f_{m11} \times f_{m12} \times f_{m21} \times f_{m22}$$

dove:

$f_{m11}$  è un fattore riferito al processo manifatturiero

$f_{m12}$  è un fattore riferito all'estrapolazione dei dati

$f_{m21}$  è un fattore riferito al danneggiamento causato ai prodotti durante il processo dell'installazione

$f_{m22}$  è un fattore riferito agli effetti dell'ambiente sui prodotti.

#### VALUTAZIONE DEI FATTORI PARZIALI PER IL TERRAMESH

Le considerazioni seguenti si riferiscono al paragrafo 5.3.3 (fattori parziali dei materiali di rinforzo) e all'Appendice A dal codice BS 8006.

I fattori parziali  $f_{m1}$  e  $f_{m2}$  sono applicabili ai rinforzi. Il fattore  $f_{m1}$  è riferito alle proprietà dei materiali stessi, mentre  $f_{m2}$  è riferito agli effetti della costruzione e dell'ambiente.

Il fattore totale  $f_m$  è dato da:

$$f_m = f_{m1} \times f_{m2}$$

dove:

$$f_{m1} = f_{m11} \times f_{m12}$$

$$f_{m2} = f_{m21} \times f_{m22}$$

#### $f_{m11}$ - Produzione

Questo fattore è una combinazione di:

- Esistenza o meno di uno standard per specifica, produzione e di controllo del materiale di base ( $f_{m111}$ )
- Esistenza o meno di tolleranze dimensionali del particolare prodotto fabbricato ( $f_{m112}$ )

#### $f_{m111}$

Seguendo l'approccio richiesto per i rinforzi polimerici (per prendere in considerazione la distribuzione dei risultati di prova), si fa riferimento alla resistenza caratteristica a trazione (cioè con percentile 95%).

Facendo riferimento alla resistenza media,  $f_{m111}$  è determinato come segue:

$$f_{m111} = 1 + \frac{1.64 \sigma}{\mu - 1.64 \sigma}$$

Dove:

$\mu$  = resistenza caratteristica = 50.11 kN/m

$\sigma$  = deviazione standard = 2.301

perciò:

$$f_{m111} = 1.081$$

#### $f_{m112}$

Poiché la resistenza caratteristica dipende dalle tolleranze della sezione trasversale e quindi dalle tolleranze di diametro di filo, deve essere usato un fattore più grande dell'unità.

Poiché la tolleranza sul filo di diametro 2.7 mm è  $\pm 0.06$  mm (vedi la Tavola 1 EN 10223-3), il rapporto corrispondente tra l'area nominale (5.72 mm<sup>2</sup> per diametro 2.7 mm) e minima (5.47 mm<sup>2</sup> per 2.64 mm) è 1.04 si ha

$$f_{m112} = 1.04$$

Avendo così:

$$f_{m11} = f_{m111} \times f_{m112} = 1.081 \times 1.04 = 1.124$$

#### $f_{m12}$ - Estrapolazione

L'estrapolazione copre la combinazione di:

- valutazione dei dati disponibili per dedurre una distribuzione statistica ( $f_{m121}$ )
- l'estrapolazione della distribuzione statistica fino alla vita utile richiesta ( $f_{m122}$ )

#### $f_{m121}$

È riferito alla valutazione di qualità, quantità e durata dei dati disponibili.  $f_{m121}$  rappresenta una misura dell'affidabilità di tali dati. Nel caso di numerosi dati disponibili attinenti ad un periodo lungo di tempo, l'analisi statistica permette un valore di 1,0 per  $f_{m121}$ . Un valore di 1.0 può essere adottato per i rinforzi in Terramesh, sulla base delle numerose prove eseguite durante il corso di molti anni.

**f<sub>m122</sub>**

Questo fattore riguarda l'estrapolazione dei dati disponibili su un periodo più lungo, pari alla vita utile della struttura. Un valore di 1.05 può essere adottato per i rinforzi in Terramesh, grazie ai 100 anni di esperienza sulle applicazioni della rete metallica.

$$f_{m12} = f_{m121} \times f_{m122} = 1.0 \times 1.05 = 1.05$$

**f<sub>m21</sub> - Installazione**

I fattori di sicurezza parziali per danneggiamento meccanico durante l'installazione sono riportati nella tavola sottostante, che si basa sul tipo di terreno di riempimento usato, nell'ipotesi che questo sia ben distribuito ed uniforme. Alcuni riempimenti, per esempio pietre angolari, possono richiedere che una stesa protettiva di materiale granulare sia messa prima dell'installazione delle reti in maglia di PVC per evitare danni al rivestimento. L'acciaio galvanizzato normalmente non viene danneggiato durante il processo di costruzione.

I fattori di danneggiamento comprendono:

- gli effetti a breve termine di un danneggiamento prima e durante l'installazione, f<sub>m211</sub>
- gli effetti a lungo termine del danneggiamento, f<sub>m212</sub>

**f<sub>m211</sub>**

L'acciaio galvanizzato normalmente non viene danneggiato durante il processo di costruzione (effetto a breve termine) se il materiale rispetta gli standard comuni sui materiali del riempimento usati per strutture rinforzate.

La protezione offerta dalla galvanizzazione è un processo chimico, che incide sul metallo stesso ed è diverso da un rivestimento o da un rivestimento epossidico. La galvanizzazione è un processo autocatodico con alcune rientranze che creano un processo di autoriparazione elettrochimica. Il rivestimento in PVC è estruso sul filo di acciaio a forte zincatura usato nel Terramesh e perciò è in accordo con le considerazioni precedentemente esposte. Per i rinforzi di Terramesh può essere adottato un valore di 1.0.

$$f_{m211} = 1.0$$

**f<sub>m212</sub>**

Un valore massimo di 1.165 può essere adottato per il Terramesh, presumendo di usare per il riempimento strutturale un terreno col peggior fuso granulometrico (0-50 mm). Granulometrie oltre questi valori (fino a 0-200 mm) sono accettabili purché uno strato protettivo di materiale fine sia messo prima della stesa della rete in PVC per evitare danneggiamenti. Un riassunto dei risultati della prova è riportato nella tavola seguente:

Materiale di riempimento	max. diametro (mm)	# danni (per m2)	f <sub>m212</sub>
Limi e argille	0.06	0	1.05
Sabbie	7	0	1.05
Ghiaia	50	4	1.165

Per granulometrie all'interno della serie riportata, possono essere adottati valori intermedi tra 1.05 (assunzione conservativa) e 1.165.

$$f_{m212} = 1.05 - 1.165$$

Avendo così:

$$f_{m21} = f_{m211} \times f_{m212} = 1.0 \times (1.05 \text{ o } 1.165) = 1.05 \text{ o } 1.165$$

**f<sub>m22</sub> Fattore di Componente Ambientale**

Questo fattore considera il comportamento del materiale sotto sforzo. Il rivestimento in PVC dei rinforzi in Terramesh non è soggetto a trazione in quanto incomparabilmente più deformabile del filo in acciaio. È stato confermato che il materiale di PVC non è chimicamente aggredibile quando usato in ambienti caratterizzati da un pH superiore a 2.5, per cui in queste condizioni possiamo assumere un valore di 1.05.

$$f_{m22} = 1.05$$

**CONCLUSIONI**

La tavola seguente riassume i fattori parziali del Terramesh adottati da MACSTARS W

f <sub>m111</sub>	1.081	Resistenza caratteristica
f <sub>m112</sub>	1.04	Tolleranze sulla sezione trasversale
f <sub>m121</sub>	1.00	Certificazione ISO 9002
f <sub>m122</sub>	1.05	100 anni di dati disponibili
f <sub>m211</sub>	1.00	Nessun effetto a breve termine per danneggiamento
f <sub>m212</sub>	1.05 - 1.165	Valore massimo per riempimenti granulari
f <sub>m22</sub>	1.05	Nessuna degradazione del rivestimento di PVC
<b>f<sub>m</sub> totale</b>	<b>1.30 - 1.44</b>	

Dove:

f <sub>m111</sub>	controllo qualità
f <sub>m112</sub>	tolleranze nella produzione
f <sub>m121</sub>	affidabilità dei dati disponibili
f <sub>m122</sub>	affidabilità dell'estrapolazione alla vita utile
f <sub>m211</sub>	effetti a breve termine del danneggiamento
f <sub>m212</sub>	effetti a lungo termine del danneggiamento
f <sub>m22</sub>	degradazione chimica, biologica e di UV

In definitiva la resistenza a lungo termine (LTDS) del Terramesh calcolata secondo la BS 8006 - Annexe A è uguale a:

$$T_D = T_B / f_m = 50.11 / 1.30 = 38.5 \text{ kN/m LTDS (in argilla, ghiaia, sabbia)}$$

$$T_D = T_B / f_m = 50.11 / 1.44 = 34.8 \text{ kN/m LTDS (nella ghiaia)}$$

## NOTA TECNICA 10: VALIDAZIONE DI MACSTARS W

**Il programma MACSTARS W è stato sottoposto a numerosi confronti numerici sia con calcoli manuali che con altri softwares di analisi di stabilità dei pendii, allo scopo di verificare la correttezza dei suoi risultati.**

Gli studi hanno visto il confronto tra i risultati del Macstars e:

- calcolo manuale
- software PANGEO-Pendii
- software SLOPE-W
- software TALREN

### 1 - CONFRONTO CON IL CALCOLO MANUALE UTILIZZANDO IL METODO JANBU

Il confronto è stato realizzato utilizzando il metodo di Janbu, prefissando la superficie di scivolamento e studiando, per semplicità, un caso di 2 concii [1].

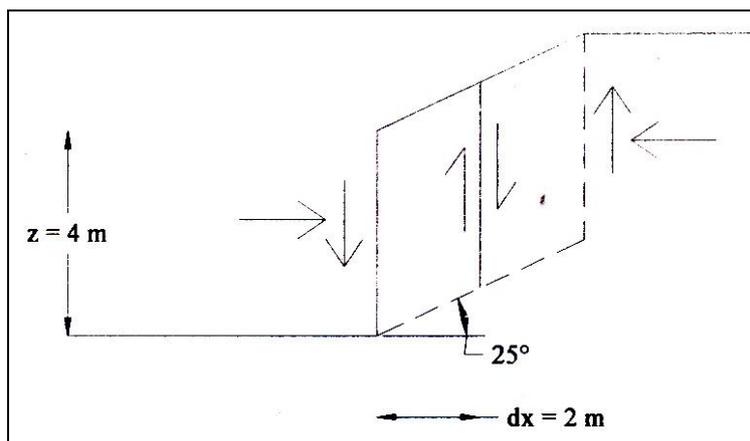


Fig. 1: Schema utilizzato nel calcolo manuale

I risultati, riportati nella tabella seguente sono pressoché coincidenti (scostamento massimo pari al 1.4%), tranne il caso 5 (scostamento pari al 13%), in cui entrano in gioco le diverse ipotesi di diffusione dei carichi all'interno del rilevato tra calcolo manuale (che riporta il carico applicato in sommità alla base del concio interessato) e MACSTARS W (che utilizza un semiangolo di circa 27° dalla direzione del carico).

CASO	SCHEMA DI CALCOLO	FS Macstars	FS Manuale	Differenza %
1	Naturale	1.341	1.34	0
2	Sovraccarico orizzontale uniforme sul pendio	3.918	3.917	0
3	Sovraccarico uniforme ortogonale al pendio	2.339	2.339	0
4	Carichi concentrati ortogonali al pendio nei punti medi dei concii	1.940	1.939	0
5	Carichi concentrati ad inclinazione 25° nei punti medi dei concii	1.150	0.994	+ 13.5
6	Carico concentrato ortogonale al pendio nel punto medio del primo concio	1.640	1.639	0
7	Falda in quiete	0.678	0.664	+ 2
8	Falda in moto	0.706	0.696	+ 1.4
9	Con rinforzo	1.971	1.971	0

Tab. 1: confronto con il calcolo manuale

### 2 - CONFRONTO CON IL PROGRAMMA DI CALCOLO PANGEO È PENDII

Pangeo-Pendii è un programma che consente di determinare il coefficiente di sicurezza lungo possibili superfici di rottura per definite sezioni di un pendio, utilizzando metodi all'equilibrio limite [1]

Il codice considera la presenza di terreni anisotropi omogenei e stratificati, coesivi e incoerenti, in presenza di falda freatica e di eventuali carichi esterni quali azioni sismiche superficiali e tiranti di ancoraggio.

Sono state effettuate verifiche con varie situazioni di falda in quiete e con filtrazione ed in varie condizioni di sovraccarico, utilizzando pendii omogenei infinitamente estesi e con inclinazione 25° in ghiaia, sabbia, limo e argilla, sia senza rinforzi che con forze applicate per simulare i rinforzi.

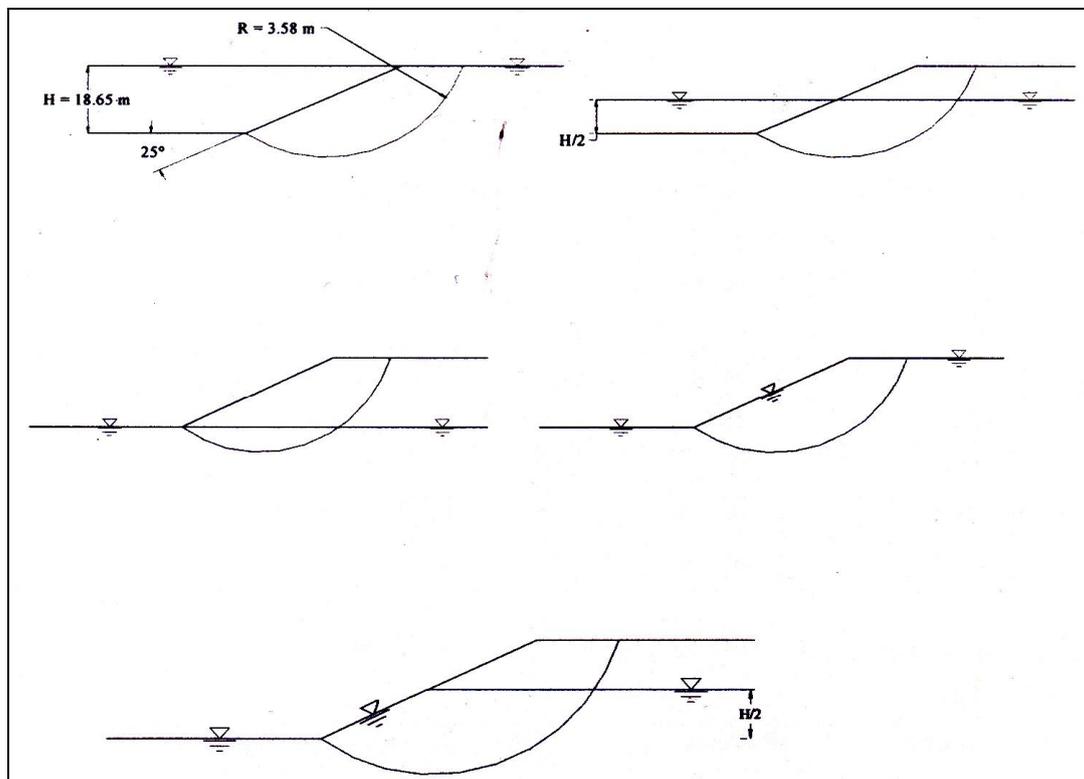


Fig. 2: Schemi utilizzati nel confronto con Pangeo-Pendii

Le verifiche sono state effettuate con i metodi di Bishop e Janbu con superficie assegnata e i risultati sono riportati nella tabella seguente relativamente ai casi con ghiaia e argilla:

<b>Casi con falda (Bishop È Argilla)</b>	<b>FS Macstars</b>	<b>FS Pendii</b>	<b>À %</b>
Pendio completamente sommerso . falda in quieta	2.237	2.226	<b>+0.3</b>
Pendio parzialmente sommerso . falda in quieta	1.703	1.678	<b>+0.3</b>
Pendio fuori falda . falda in quieta	1.912	1.902	<b>+0.5</b>
Pendio completamente in filtrazione	0.69	1.026	<b>-48.7</b>
Pendio parzialmente in filtrazione	0.977	1.145	<b>-17</b>
<b>Casi con falda (Bishop È Ghiaia)</b>	<b>FS Macstars</b>	<b>Fs Pendii</b>	<b>À %</b>
Pendio completamente sommerso . falda in quieta	2.942	2.93	<b>+0.4</b>
Pendio parzialmente sommerso . falda in quieta	2.306	2.286	<b>+0.9</b>
Pendio fuori falda . falda in quieta	2.549	2.542	<b>+0.3</b>
Pendio completamente in filtrazione	1.037	1.511	<b>-45.7</b>
Pendio parzialmente in filtrazione	1.608	1.876	<b>-16.7</b>
<b>Casi con sovraccarico distribuito (Argilla È Janbu)</b>	<b>FS Macstars</b>	<b>Fs Pendii</b>	<b>À %</b>
Q = 0	2.233	2.263	<b>-1.3</b>
Q = 100 kPa	1.897	1.768	<b>+5.8</b>
Q = 500 kPa	1.363	1.127	<b>+17.3</b>
Q = 1000 kPa	1.14	0.891	<b>+21.8</b>
<b>Casi con sovraccarico distribuito (Ghiaia È Janbu)</b>	<b>Fs Macstars</b>	<b>Fs Pendii</b>	<b>À %</b>
Q = 0	2.871	2.907	<b>-1.3</b>
Q = 100 kPa	2.442	2.34	<b>+4.2</b>
Q = 500 kPa	1.835	1.531	<b>+16.6</b>
Q = 1000 kPa	1.539	1.214	<b>+21.1</b>

Tab. 2: confronto con il programma Pangeo-Pendii

Gli scostamenti tra i due programmi risultano sensibili solo per pendio in filtrazione (fino al 50% quando la falda è parallela al profilo del pendio), in quanto le ipotesi di calcolo di Pangeo . Pendii non sono in grado di tenere in conto correttamente della componente orizzontale di una falda inclinata. Macstars, invece, considera correttamente le forze idrodinamiche come verificato dal confronto con il calcolo manuale (caso 8).

Per quanto riguarda invece le differenze dei risultati nel caso con carichi distribuiti, essa è dovuta al fatto che in Macstars i carichi distribuiti vengono riportati alla base dei concetti interessati in sommità, senza alcuna diffusione laterale, mentre tale Pangeo . Pendii la considera. In ogni caso tale differenza risulta essere sostanziale solo in caso di presenza di carichi distribuiti molto superiori a quelli realmente presenti.

### 3 - CONFRONTO CON SLOPE/W E MACSTARS W

Slope/W è un programma di stabilità dei pendii realizzato dalla Geo-Slope International, ampiamente utilizzato in geotecnica per le verifiche di stabilità che prevede la possibilità di inserire elementi di rinforzo del tipo geosintetici.

Il confronto è stato realizzato su di una struttura mista costituita da tre bancate sovrapposte, ciascuna di altezza 5 m e composta da 7 elementi Terramesh a 3 geogriglie Paralink 200 M.

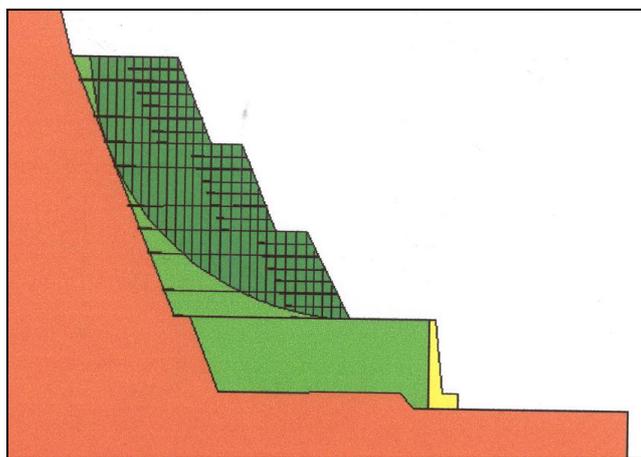


Fig. 3: schema utilizzato nel confronto con Slope/W

I risultati ottenuti sono messi a confronto nei grafici seguenti:

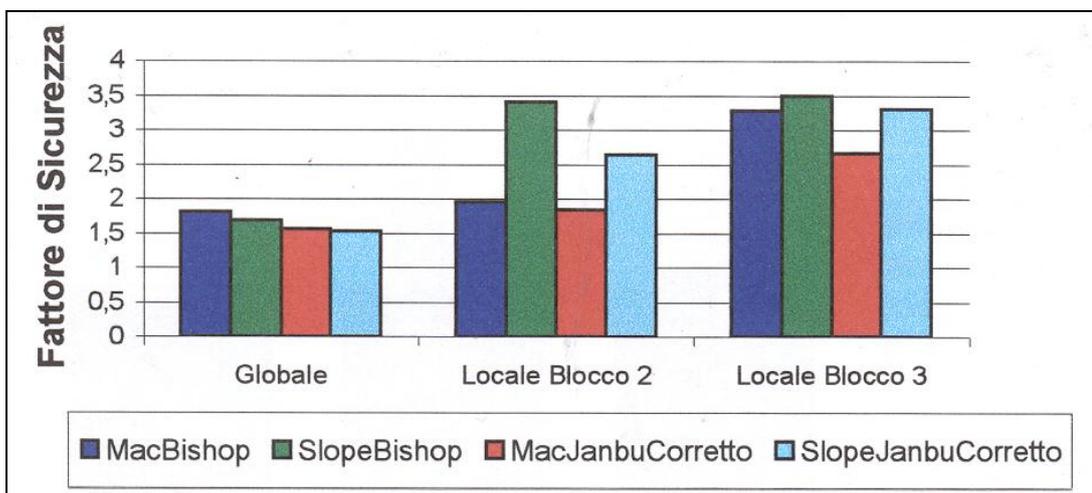


Fig. 4: confronto con il programma Slope/W. Coefficienti di sicurezza minimi ottenuti con i diversi metodi dell'equilibrio limite

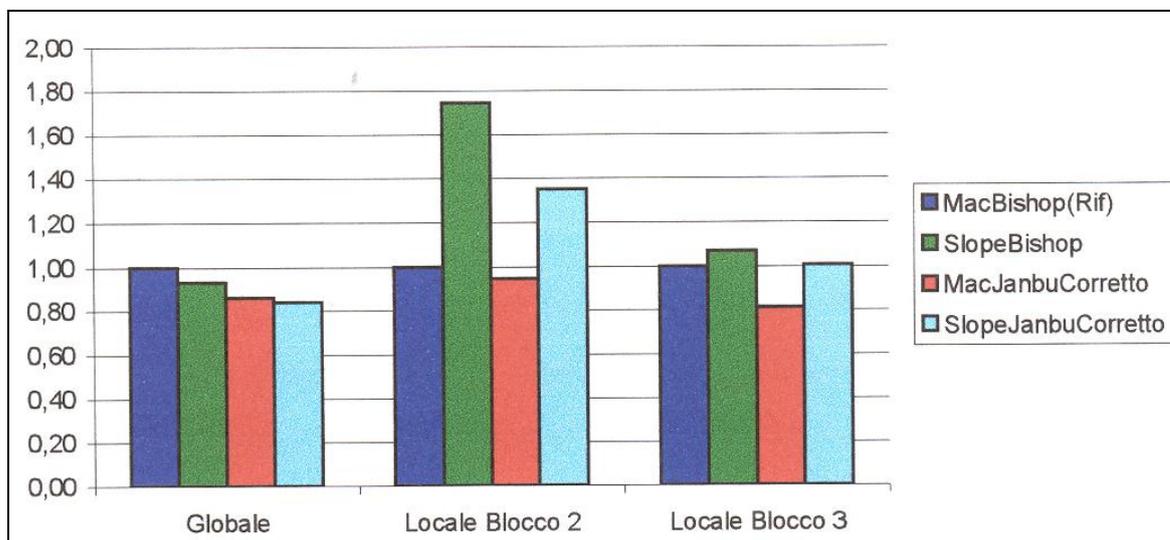


Fig. 5: confronto con il programma Slope/W. Spostamenti percentuali dei coefficienti di sicurezza rispetto al valore di riferimento di Macstars-Bishop

Dai grafici si vede che nelle verifiche globali i valori che si sono ottenuti dai due diversi programmi per i due metodi analizzati (Bishop e Janbu semplificati) portano a valori decisamente confrontabili.

Per quel che riguarda le verifiche locali si hanno scostamenti più importanti tra i due softwares, in particolare per la verifica locale sulla seconda bancata i due programmi danno valori molto differenti per il fatto che, trattando in maniera differente le forze d'interfaccia dovute ai rinforzi, se la superficie di scorrimento va ad intersecare la maggior parte di questi verso la fine del tratto di ancoraggio, la risposta del software cambia. Ciò è dovuto al fatto che Macstars utilizza un approccio più conservativo dato che non viene considerato come contributo all'ancoraggio quello fornito dagli ultimi 0.15 m di rinforzo, per tenere conto delle possibili tolleranze che si hanno in cantiere sull'effettiva lunghezza dei rinforzi rispetto a quelle teoriche di progetto.

A riprova di ciò, si noti che gli scarti sulla terza bancata, dove è limitato il numero dei rinforzi intersecati, si attenua lo scarto tra i risultati.

**4 - CONFRONTO CON IL SOFTWARE TALREN**

Il software Talren, realizzato dalla Terrasol, permette il calcolo di strutture geotecniche con il metodo dell'equilibrio limite, secondo superfici circolari o non-circolari. I rinforzi che possono essere utilizzati dal programma sono: tiranti, pali, micropali e geosintetici. Il confronto tra i risultati di Talren e quelli di Macstars è stato realizzato su di una struttura mista costituita da Terramesh System e geogriglie Paralink 200M

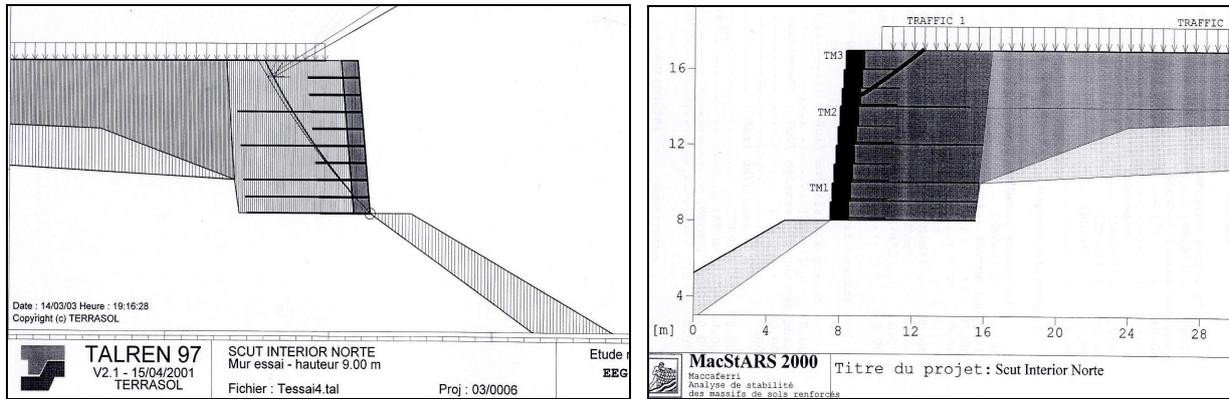


Fig. 6: schemi utilizzati nel confronto con Talren

ed ha portato ai seguenti risultati [3]:

Caso	Superficie critica E combinazione di carico	FS Macstars	FS Talren	Δ %
1	Stabilità interna (combinazione A); rottura circolare al piede	1.02	1.03	0
2	Stabilità interna (combinazione A); rottura circolare a 2/3 dal piede	1.24	1.24	0
3	Stabilità interna (combinazione B); rottura circolare al piede	1.27	1.24	+ 2
4	Stabilità interna (combinazione B); rottura circolare a 2/3 dal piede	1.75	1.68	+ 4
5	Stabilità generale (combinazione A);	1.21	1.21	0
6	Stabilità generale (combinazione B);	1.40	1.37	+ 2

Tab. 3: confronto con il programma Talren

Come si vede le differenze tra i risultati sono pressoché nulle.

**5 - CONFRONTO CON LE FORMULE DI LETTERATURA**

È stato analizzato un esempio riportato in letteratura [4] di un pendio inclinato di 12° rispetto all'orizzontale, in condizioni sature e con la falda parallela al pendio, per verificare la congruità del calcolo di Macstars con le formule teoriche nel caso di falda inclinata, ottenendo gli stessi risultati numerici.

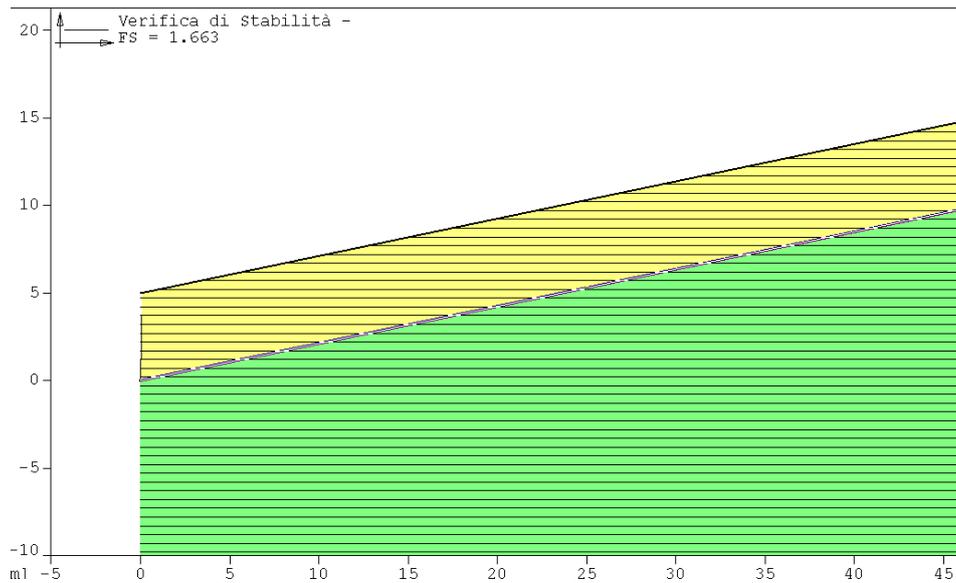


Fig. 7 Caso (a) con i valori di peak strength: FS=1.663 (FS teorico = 1.66)

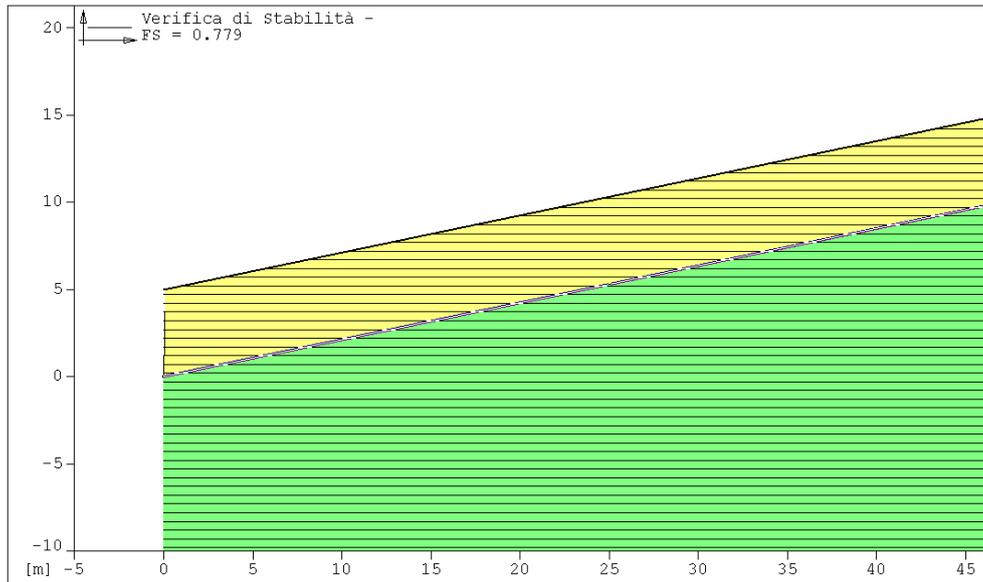


Fig. 8: Caso (b) con i valori di residual strength: FS=0.779 (FS teorico = 0.78)

#### CONCLUSIONI

I risultati che si sono ottenuti evidenziano un pieno accordo quantitativo e qualitativo sulle verifiche di stabilità del pendio condotte con Macstars rispetto agli altri softwares.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] GIVANNI I. 2001  
*Limiti dei metodi tradizionali nelle verifiche di stabilità di opere in terra rinforzata con geomateriali, Università degli Studi di Ferrara - Tesi di Laurea*
- [2] COEN G. 2001  
*Analisi di strutture in terra rinforzata; Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Tesi di Laurea*
- [3] EEG SIMECSOL 2003  
*Norinter . Soutements en remblai renforce, Rapport non pubblicato*
- [4] CRAIG R.F 1992.  
*Soil Mechanics ; Chapman & Hall, London.*

Roma, 27/10/2011

## **TO WHOM IT MAY CONCERN**

### **SUBJECT: Validation of Macstars W software**

This is to declare that the comparative checks made with both hand calculations and other commercial softwares (Pangeo, Flac, Plaxis, Geoslope, Slope-W, Talren: see bibliography) have shown that the software Macstars-W developed by Officine Maccaferri S.p.A. for the design and check of reinforced soil structures is fully reliable and its numerical results are comparable with those of the above referred softwares.

Name: Prof. Eng. Quintilio Napoleoni

Designation: Assistant Professor in Geotechnical Engineering at the Engineering Faculty of the University of Rome "Sapienza"

(Office Stamp)



#### **BIBLIOGRAFIA**

- [1] GIVANNI I. 2001 - Limiti dei metodi tradizionali nelle verifiche di stabilità di opere in terra rinforzata con geomateriali. Università degli Studi di Ferrara - Tesi di Laurea
- [2] COEN G. 2001 - Analisi di strutture in terra rinforzata; Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Tesi di Laurea
- [3] EEG SIMECSOL 2003 - Norinter – Soutements en remblai renforcé; Rapporto non pubblicato
- [4] VICARI M., DURAN DA SILVA J. - Lessons learned from the numerical modelling of a retaining wall with non-uniform reinforcements. INFOGEO 2005, Belo Horizonte
- 5) NAPOLEONI Q. 2010 – Verifica di terre rinforzate con software all'equilibrio globale e agli elementi finiti. Rapporto non pubblicato