



REGIONE LIGURIA

**autostrade // per l'italia**

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA  
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA

**PROGETTO DEFINITIVO**

**OPERE D'ARTE MINORI**

PARTE GENERALE

MURI IN TERRA ARMATA/RINFORZATA  
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO

<p><b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Marco Pietro D'Angelantonio Ord. Ingg. Milano N.20155 <b>RESPONSABILE UFFICIO APE</b></p>	<p><b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A <b>CAPO COMMESSA</b></p>	<p><b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 <b>RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE</b></p>
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA: DICEMBRE 2014	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
-	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.			
-	1	1001302		STPAPE		0304				
	SCALA: -									

 <b>ingegneria europea</b>	<p><b>RESPONSABILE PROGETTO GENOVA</b> Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496</p>	<p>ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :</p>	
			<p>ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :</p>
<p>CONSULENZA A CURA DI :</p>		<p>IL RESPONSABILE UNITA' STP</p>	<p>Ing. Andrea Tanzi O.I. Parma N.1154</p>

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  R.U.P. - Ing. Andrea Frediani	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	---	---

**SPEA Ingegneria Europea**

**COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA  
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA**

**MURI IN TERRA ARMATA / RINFORZATA  
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI .....</b>	<b>6</b>
2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI .....	6
2.2	SOFTWARE DI CALCOLO .....	7
2.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI PRINCIPALI .....	7
<b>3</b>	<b>STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
3.1	PROFILO STRATIGRAFICO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO.....	8
3.2	LIVELLO DELLA FALDA.....	9
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>10</b>
4.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	10
4.2	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	10
4.3	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	10
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.....</b>	<b>12</b>
5.1	TERRE RINFORZATE .....	12
5.2	OPERE DI PRESIDIO .....	12
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....</b>	<b>13</b>
6.1	TERRE RINFORZATE IMBOCCHI GALLERIE CARAVAGGIO E FONTANABUONA.....	13
6.2	TERRA ARMATA (TA09).....	15
6.3	TERRA RINFORZATA (TA12).....	16
<b>7</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE TERRE VERDI.....</b>	<b>18</b>
7.1	SFILAMENTO ESTERNO (TRATTO DI ANCORAGGIO).....	19
7.2	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA.....	21

7.3	RISULTATI ANALISI.....	24
7.3.1	<i>Terre Rinforzate imbocco Galleria Caravaggio lato Arboccò.....</i>	24
7.3.2	<i>Terre Armata TA09.....</i>	25
7.3.3	<i>Terre Rinforzata TA12.....</i>	25
<b>8</b>	<b>VERIFICHE DELL'OPERA DI PRESIDIO.....</b>	<b>27</b>
8.1	DETERMINAZIONE DEI CARICHI AGENTI SULL'OPERA DI PRESIDIO.....	27
8.2	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONE SUI SINGOLI MICROPALI.....	33
8.2.1	<i>Premessa.....</i>	33
8.2.2	<i>Criteri di Progettazione agli Stati Limite.....</i>	33
8.2.3	<i>Verifiche di sicurezza.....</i>	36
8.2.4	<i>Resistenza caratteristica (Rk) di pali soggetti a carichi assiali.....</i>	38
8.2.5	<i>Stima della resistenza dei pali/micropali soggetti a carichi assiali.....</i>	41
8.2.6	<i>Comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali.....</i>	42
8.3	STIMA DELLA RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI.....	47
8.4	AZIONI DI CALCOLO IN FONDAZIONE.....	50
8.4.7	<i>Verifiche geotecniche.....</i>	51
8.4.8	<i>Verifiche strutturali.....</i>	52
<b>9</b>	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE.....</b>	<b>54</b>
9.1	DESCRIZIONE DEL METODO.....	54
9.2	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE EFFETTUATE.....	54
9.3	SINTESI DEI RISULTATI.....	55
9.3.9	<i>Terre Rinforzate imbocco Galleria Caravaggio lato Arboccò.....</i>	56
9.3.10	<i>Terre Rinforzate imbocco Galleria Fontanabuona lato Arboccò.....</i>	57
9.3.11	<i>Terre Armate TA09.....</i>	58

9.3.12 Terre Rinforzata TA12 ..... 59

**ALLEGATI..... 60**

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento ha come oggetto il dimensionamento e le verifiche geotecniche delle opere di sostegno in Terra Armata/Rinforzata nell'ambito della nuovo collegamento tra la Valfontanabuona e l'autostrada A12- Genova-Roma.

Per quanto riguarda la sismicità dell'area si rimanda a quanto diffusamente riportato all'interno della Relazione Geotecnica Generale (rif GEI-APE 001)

Le verifiche geotecniche fanno riferimento a quanto contenuto nelle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 14/01/2008 (NTC).

## 2 RIFERIMENTI

### 2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

- [1] Legge 1086 del 05.11.1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato.”
- [2] D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- [3] Circolare 02/02/2009, n. 617 - “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”.
- [4] Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998.
- [5] Linee Guida “Valutazione della sicurezza sismica di opere d’arte esistenti nel loro stato attuale e successivo ad interventi strutturali di ampliamento”
- [6] Linee guida “Progettazione geotecnica – opere di sostegno non tirantate su fondazione diretta” (SPEA 2006)
- [7] Linee guida “Progettazione geotecnica – rilevati in terre armate” ( Progetto Definitivo Gronda di Genova SPEA 2010)
- [8] Normativa francese: AFNOR A 05 - 252 luglio 1990 – “Aciers galvanisés ou non mis au contact des matériaux naturels de ramblais (sols)”.
- [9] Normativa francese: AFNOR NF P 94-220 luglio 1992 e successive integrazioni “Renforcement des sols. Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples”.

## 2.2 SOFTWARE DI CALCOLO

Group for Windows - Version 6, Ensoft Inc (1985-2003).

MACSTARS 2000 - Version 2.2, Maccaferri 1998

## 2.3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI PRINCIPALI

- [10] Lancellotta R., 1993, "Geotecnica" – Zanichelli, Bologna, 2a ed., 555pp.
- [11] Bustamante M. e Doix B., 1985, "Une Méthode pour le Calcul des Tirants et des Micropieux Injectés", Bull. Liaison Labo. P. et Ch. N. 140, nov dic 1985 – Réf. 3047.
- [12] Mononobe N., and Matuo H., 1929, "On the determination of earth pressure during earthquakes", Proceedings of World Engineering conference, Vol.9.
- [13] Okabe S., 1926, "General theory of earth pressure", Journal, Japanese Society of Civil engineers, Vol.12, No.1.
- [14] Janbu N., 1973, "Slope stability computations", Casagrande Volume. Embankment Dam Engineering. John Wiley & Sons ed.
- [15] Ito T. e Matsui T., 1975, "Method to stabilize lateral force acting on stabilizing piles", Soil and Foundations, Vol. 15 n. 4.
- [16] Seed H.B. and Whitman R.V. – "Design of earth retaining structures for dynamics loads". Proceeding of the 1970 Specialty Conference on Lateral Stresses and Design of Earth Retaining Structures – Cornell University 22-24 giugno 1970.
- [17] Richardson G.N. et al. "Seismic Design of Reinforced Earth Walls" - Journal of Geotechnical Engineering Division – ASCE, Vol 101 October 1975 e ASCE Vol 103 January 1977
- [18] Whitman R.V. and Liao S. (1985) – "Seismic design of retaining walls".

### 3 STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO

#### 3.1 PROFILO STRATIGRAFICO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Il terreno a tergo dell'opera di sostegno è costituito dal rilevato stradale mentre per quanto riguarda i terreni di fondazione sono presenti terreni di copertura e/o substrato roccioso.

Quindi, secondo quanto indicato nella relazione geotecnica generale si farà riferimento ai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

##### Rilevato stradale (Terreno di riempimento):

$\gamma$  = peso di volume totale 19 kN/m<sup>3</sup>

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio 35-38°

$c'$  = coesione in termini di sforzi efficaci 0 kPa

##### Terreno di copertura:

$\gamma$  = peso di volume totale 19 kN/m<sup>3</sup>

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio 33-34°

$c'$  = coesione in termini di sforzi efficaci 0 kPa

##### Substrato Roccioso:

$\gamma$  = peso di volume totale 26 kN/m<sup>3</sup>

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio 20-45°

$c'$  = coesione in termini di sforzi efficaci 30-80 kPa

Cu = coesione in termini di sforzi totali

300-350 kPa

I parametri di progetto per le verifiche geotecniche agli stati limite ultimi saranno definiti applicando i coefficienti riduttivi definiti dalla normativa vigente (vedi § 7).

### 3.2 LIVELLO DELLA FALDA

La quota di falda è tale da poter essere trascurata nei calcoli in quanto risulta essere ad una profondità non significativa per le verifiche dei muri.

## 4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

### 4.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Sulla base di quanto evidenziato nella relazione geotecnica generale il terreno di fondazione può essere classificato di Categoria E: “*Depositi di terreni a grana grossa o terreni a grana fina con spessori non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con  $V_s$  800 m/s)*”.

### 4.2 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Come stabilito nel C.S.A. la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale  $V_N = 50$  anni
- classe d'uso / Coefficiente d'uso  $IV / C_U = 2.0$

in base a ciò risulta:

- periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni

### 4.3 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Si riporta, nelle illustrazioni seguenti, l'identificazione sismica del sito in esame:

ID	Denominazione	Punti della griglia adiacenti (da Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP, 2009)	Parametri di definizione dell'azione sismica interpolati al punto di interesse.																									
1	Svincolo A12		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SLATO LIMITE</th> <th><math>T_R</math> [anni]</th> <th><math>a_g</math> [g]</th> <th><math>F_0</math> [-]</th> <th><math>T_C^*</math> [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLO</td> <td>60</td> <td>0.039</td> <td>2.551</td> <td>0.228</td> </tr> <tr> <td>SLD</td> <td>101</td> <td>0.047</td> <td>2.527</td> <td>0.254</td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td>949</td> <td>0.108</td> <td>2.518</td> <td>0.292</td> </tr> <tr> <td>SLC</td> <td>1950</td> <td>0.140</td> <td>2.484</td> <td>0.297</td> </tr> </tbody> </table>	SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]	SLO	60	0.039	2.551	0.228	SLD	101	0.047	2.527	0.254	SLV	949	0.108	2.518	0.292	SLC	1950	0.140	2.484	0.297
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]																								
SLO	60	0.039	2.551	0.228																								
SLD	101	0.047	2.527	0.254																								
SLV	949	0.108	2.518	0.292																								
SLC	1950	0.140	2.484	0.297																								
4	SP22		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SLATO LIMITE</th> <th><math>T_R</math> [anni]</th> <th><math>a_g</math> [g]</th> <th><math>F_0</math> [-]</th> <th><math>T_C^*</math> [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLO</td> <td>60</td> <td>0.041</td> <td>2.534</td> <td>0.230</td> </tr> <tr> <td>SLD</td> <td>101</td> <td>0.051</td> <td>2.529</td> <td>0.251</td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td>949</td> <td>0.119</td> <td>2.505</td> <td>0.290</td> </tr> <tr> <td>SLC</td> <td>1950</td> <td>0.153</td> <td>2.476</td> <td>0.294</td> </tr> </tbody> </table>	SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]	SLO	60	0.041	2.534	0.230	SLD	101	0.051	2.529	0.251	SLV	949	0.119	2.505	0.290	SLC	1950	0.153	2.476	0.294
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]																								
SLO	60	0.041	2.534	0.230																								
SLD	101	0.051	2.529	0.251																								
SLV	949	0.119	2.505	0.290																								
SLC	1950	0.153	2.476	0.294																								

**Figura 1: Identificazione del grado di sismicità del sito**

Si verifica allo stato limite di salvaguardia della vita con una probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  pari al 10%, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ :

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -100 / \ln(1-0.10) = 949 \text{ anni}$$

Trattandosi di zone con inclinazione media del pendio nell'intorno dell'opera superiore a 15°, si associa al sito di riferimento una categoria topografica T2.

Di seguito si riportano i valori di accelerazione di picco e gli altri parametri significativi degli spettri di progetto, per la zona di interesse:

DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO ALLO STATO LIMITE SLV ( $T_R = 475$ ANNI)						
Sito	Sottosuolo	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]
Svincolo A12	E	0.108	2.518	0.254	1.6	1.2
SP22	E	0.119	2.505	0.290	1.6	1.2

**Tabella 1: Parametri di riferimento per la progettazione sismica**

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

I materiali che costituiscono le opere di sostegno sono i seguenti:

### 5.1 TERRE RINFORZATE

#### Green Terramesh

- Carico di rottura Nominale 50.11 kN/m
- Rigidezza estensionale 500 kN/m

#### Geogriglia paralink 300m

- Carico di rottura Nominale 300 kN/m
- Rigidezza estensionale 2500 kN/m

### 5.2 OPERE DI PRESIDIO

#### Calcestruzzo per Cordolo presidio:

- Caratteristica di resistenza minima C25/30
- Classe di esposizione XC2

#### Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati:

- Tipo EN 10025-2 S355 J0+N

#### Acciaio in profili a sezione cava:

- Tipo EN 10210-1 S355 J0H+N

#### Malta e Miscela cementizia per micropali

Secondo NTA - soggetto ad approvazione della Direzione Lavori

Caratteristica di resistenza minima C25/30

Eventuali additivi secondo NTA

## 6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Nell'ambito della realizzazione della nuova viabilità sono previste le seguenti opere in terra armata/rinforzata:

- Terre Rinforzate nell'ambito della sistemazione finale degli imbocchi delle gallerie Caravaggio e Fontanabuona;
- Terra Armata (TA09) a sostegno della futura autostrada in zona Arboccò tra le due sopradette gallerie;
- Terra Rinforzata (TA12) a sostegno dell'ampliamento della SP22 sostenuta da un'opera di presidio.

### 6.1 TERRE RINFORZATE IMBOCCHI GALLERIE CARAVAGGIO E FONTANABUONA

La soluzione adottata prevede la realizzazione di terra rinforzata con paramento inclinato sull'orizzontale di circa 70°.

La metodologia utilizzata prevede dei rinforzi in geogriglie ad alta tenacità e in rete metallica a doppia torsione plasticati spazati di un interasse pari a 0.60 m e larghezza variabile sino ad un massimo di 6 metri per l'ordine inferiore e 4.0 m per l'ordine superiore.

Il sistema di terre rinforzate è costituito da ancoraggio e paramento esterno definiti da un unico elemento in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale 8x10 con filo in lega eutettica di Zn ed Al e plasticato, che per la terra verde inferiore è stato accoppiato a una geogriglia ad alta tenacità tipo Paralink300.

La resistenza nominale del rinforzo in rete metallica a maglia esagonale è non inferiore a 50 kN/m, mentre per le geogriglie è non inferiore a 300 kN/m. I rinforzi metallici sono provvisti di barrette di rinforzo (inserite trasversalmente all'orditura della rete) che conferiscono al paramento esterno, unitamente al pannello di rinforzo in rete

elettrosaldata, una robustezza ed una continuità complessiva della struttura agevolando le operazioni di posa in opera.

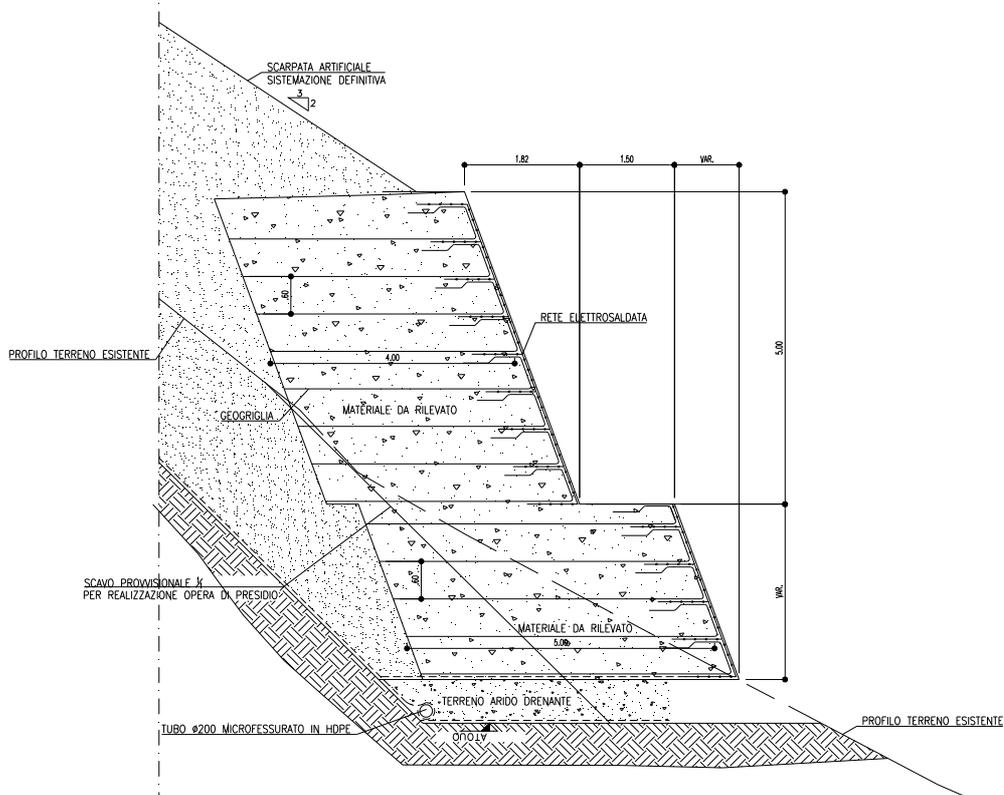


Figura 2 - Sezioni tipo

## 6.2 TERRA ARMATA (TA09)

La soluzione adottata prevede la realizzazione di terra armata con paramento verticale.

La struttura è costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 1.50m.

La resistenza nominale del rinforzo in rete metallica a maglia esagonale è non inferiore a 50 kN/m.

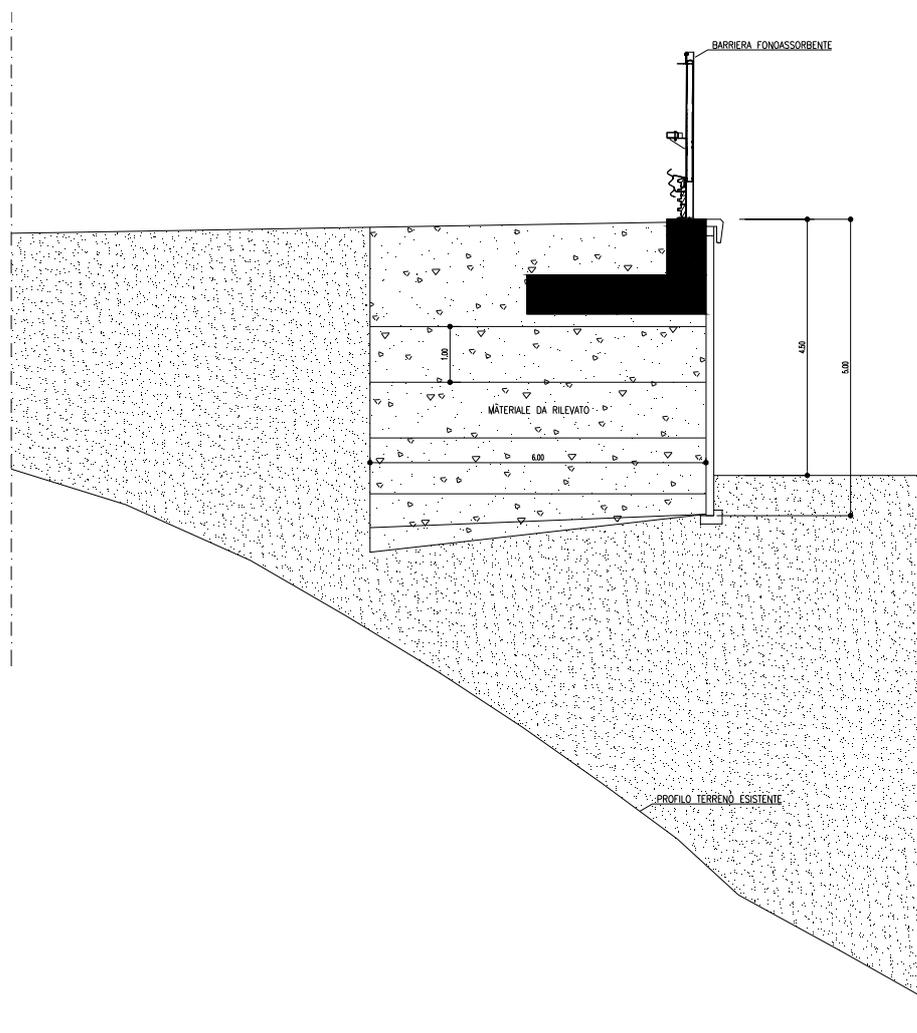


Figura 3 - Sezioni tipo

### 6.3 TERRA RINFORZATA (TA12)

La soluzione adottata prevede la realizzazione di terra rinforzata con paramento inclinato sull'orizzontale di circa 70°.

La metodologia utilizzata prevede dei rinforzi in rete metallica a doppia torsione plasticati spazati di un interasse pari a 0.60 m e larghezza variabile sino ad un massimo di 5 metri per l'ordine inferiore e 4.0 m per l'ordine superiore.

Il sistema di terre rinforzate è costituito da ancoraggio e paramento esterno definiti da un unico elemento in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale 8x10 con filo in lega eutettica di Zn ed Al e plasticato.

La resistenza nominale del rinforzo in rete metallica a maglia esagonale è non inferiore a 50 kN/ml. rinforzi metallici sono provvisti di barrette di rinforzo (inserite trasversalmente all'orditura della rete) che conferiscono al paramento esterno, unitamente al pannello di rinforzo in rete elettrosaldato, una robustezza ed una continuità complessiva della struttura agevolando le operazioni di posa in opera.

Al piede del rilevato, a garanzia della stabilità globale dell'opera, è stata prevista un'opera di presidio in micropali disposti "a cavalletto" di cui di riassumono le principali caratteristiche:

#### Micropali

diametro D=240 mm

lunghezza pari a 9.0 m

interasse longitudinale pari a 1.5 m

interasse trasversale pari a 0.8 m

armatura con tubi Ø168.3 sp.12.5 mm

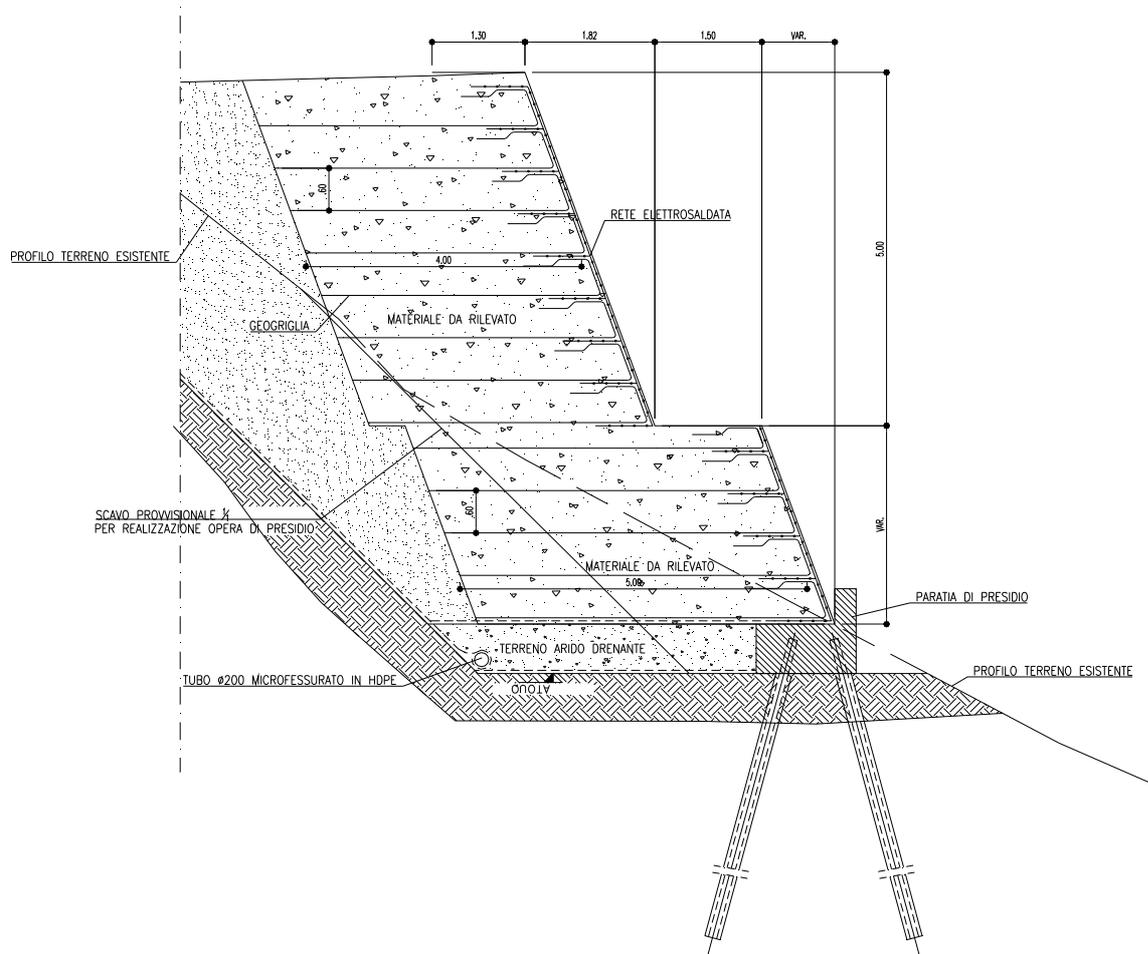


Figura 4 - Sezioni tipo

## 7 DIMENSIONAMENTO DELLE TERRE VERDI

Nei calcoli è stato utilizzato il programma di calcolo MACSTARS200.

In relazione ai metodi usualmente utilizzati per tenere in conto l'effetto dei rinforzi ed in relazione al reale comportamento dei rinforzi, nel programma MACSTARS200 è implementato, nelle analisi di stabilità, un modello di comportamento definito "rigido".

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

- deve essere garantito un ancoraggio minimo
- 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 ( $\tau_u$ ).

Per quanto riguarda i valori a rottura dei rinforzi si è tenuto conto dei seguenti valori:

Il valore  $T_{rottura}$  per i rinforzi realizzati in rete metallica a doppia torsione e' pari a

$$T_{rottura} = 50.1 \text{ kN/m (rete metallica)}$$

Il valore di rottura per i rinforzi realizzati in geogriglie è pari a:

$$T_{rottura} = 300.0 \text{ kN/m (Paralink 300)}$$

## 7.1 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:

$$\tau_u = f \cdot \sigma'_v$$

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 ( $f_{TR}$ ).

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace sul tratto considerato, ottenuta dalla relazione:

$$\sigma'_v = \frac{W + P_v - U}{dx}$$

$W$  = peso totale della colonna di terreno sovrastante

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

$U$  = pressione neutra

$dx$  = larghezza del tratto considerato

L'integrale delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza di sfilamento esterna ultima del rinforzo. Al valore di forza ultima totale di sfilamento interno può essere applicato un coefficiente di sicurezza definito nel database dei rinforzi.

## 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 ( $\tau_u$ ) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma'_v$$

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

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

$$F_0 = F_1 + D_F$$

Dove  $F_1$  è il contributo che genera sfilamento nella parte risvoltata (orizzontale), mentre  $D_F$  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  $D_F$  viene calcolato, nell'ipotesi che il tratto in oggetto assuma una configurazione semicircolare, dalla relazione:

$$D_F = F_1 \cdot \pi \cdot f_{TR}$$

Al valore di forza ultima totale di sfilamento interno può essere applicato un coefficiente di sicurezza definito nel database dei rinforzi.

Le sezioni di calcolo rappresentative degli interventi in oggetto sono state definite allo scopo di massimizzare le azioni instabilizzanti sull'opera. Tutte le considerazioni e analisi successive fanno quindi riferimento a tali sezioni.

## 7.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA

La verifica di stabilità interna è stata condotta in accordo alla normativa francese AFNOR NF P 94-220 [9] ed 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.

Nell'analisi verranno condotte tre combinazioni di carico:

- la combinazione A) prevede il carico variabile solo dietro il terreno rinforzato, col valore minimo del peso di volume del terreno rinforzato: tale condizione risulta determinante ai fini della verifica esterna a scorrimento e ribaltamento, oltre che alla verifica interna a sfilamento dei rinforzi;
- la combinazione B) prevede il carico variabile sia dietro che sopra il muro, col valore massimo del peso di volume dei terreni: tale condizione risulta determinante per la valutazione dei carichi massimi in fondazione ai fini della capacità portante del terreno di fondazione, oltre che per la verifica interna alla rottura dei rinforzi;
- la combinazione C) non prevede il carico variabile e considera pari all'unità i coefficienti parziali dei carichi permanenti, col valore massimo del peso di volume dei terreni: tale condizione risulta determinante per la valutazione dei cedimenti del terreno di fondazione a lungo termine.

Il coefficiente di sicurezza minimo da garantire in condizioni statiche è pari a  $\gamma_M = 1.00$ .

Con lo stesso modello sono verificate anche le condizioni sismiche, utilizzando un metodo classico pseudostatico ed andando ad assegnare i coefficiente di accelerazione orizzontale ( $k_h$ ) e verticale ( $k_v$ ). Tali coefficienti vengono determinati a partire dall'accelerazione di progetto  $a_{\max}$ :

$$a_{\max} = S_T \cdot S_S \cdot a_g$$

dove:

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica assunto pari a 1.2.

$S_S$  = coefficiente amplificativo della categoria del terreno assunto pari a 1,0

$a_g$  = accelerazione di picco su suolo roccioso assunto pari a 0,112g

In questo caso si ottiene:

$$a_{\max} = 0,1344 \text{ g}$$

da cui si ricava:

$$k_h = 0,5 \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,0363$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,018$$

Il coefficiente di accelerazione verticale verrà assegnato sia con il verso diretto verso il basso sia verso l'alto, considerando la situazione più gravosa.

In caso di calcolo sismico, i coefficienti parziali per le azioni  $\gamma_F$  ( $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ ) sono pari a 1.00.

Nella tabella seguente sono descritti i coefficienti parziali sulle azioni per le tre combinazioni di carico statiche e le due sismiche esaminate.

Combinazioni di Carico	$\gamma_{G1}$ Pesi propri della struttura	$\gamma_{G2}$ Spinta del terreno a tergo della struttura	$\gamma_{Q1}$ Sovraccarico sopra la struttura	$\gamma_{Q2}$ Spinta dovuta al sovraccarico
Caso statico				
A)	1.00	1.35	0	1.50
B)	1.35	1.35	1.50	1.50
C)	1.00	1.00	0	0
Caso Sismico				
As)	1.00	1.00	0	1.00
Bs)	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabella 2: Coefficienti parziali sulle azioni per le diverse condizioni di carico**

In fase di esecuzione sarà cura dell'impresa appaltatrice verificare che il fornitore del sistema degli elementi di rinforzo/sostegno verifichi l'adeguatezza delle geometrie in funzione delle ipotesi progettuali nei confronti del progetto fornito.

### 7.3 RISULTATI ANALISI

Vengono riportati i risultati delle verifiche

#### 7.3.1 Terre Rinforzate imbocco Galleria Caravaggio lato Arbocò

##### Condizione Statica

Combinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.103$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.078$  aderenza

Combinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.162$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.127$  aderenza

##### Condizione Sismica

Combinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.103$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.078$  aderenza

Combinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.162$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.127$  aderenza

### 7.3.2 Terre Armata TA09

#### Condizione Statica

Combinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.433$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.704$  aderenza

Combinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.133$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.425$  aderenza

#### Condizione Sismica

Combinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.514$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.982$  aderenza

Combinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.333$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.790$  aderenza

### 7.3.3 Terre Rinforzata TA12

#### Condizione Statica

Combinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.225$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.272$  aderenza

Combinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.188$  trazione

$\Rightarrow \gamma_M = 1.305$  aderenza

Condizione SismicaCombinazione A)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.265$  trazione $\Rightarrow \gamma_M = 1.323$  aderenzaCombinazione B)  $\Rightarrow \gamma_M = 1.255$  trazione $\Rightarrow \gamma_M = 1.349$  aderenza

## 8 VERIFICHE DELL'OPERA DI PRESIDIO

A fine di garantire la stabilità globale del rilevato è necessario prevedere un'opera di presidio al piede delle terre verdi inferiori (TA201).

Per minimizzare gli spazi di lavoro e gli ingombri dell'opera, si è previsto un cordolo in c.a. di dimensioni 0.7x1.4 m, con una veletta a valle, fondato su micropali disposti su due file "a cavalletto".

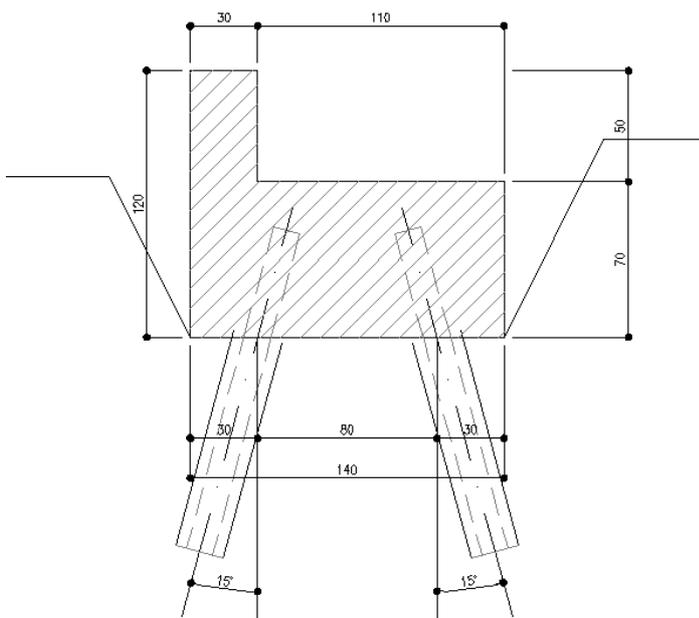


Figura 5 - Sezioni tipo

### 8.1 DETERMINAZIONE DEI CARICHI AGENTI SULL'OPERA DI PRESIDIO

Per determinare le azioni spingenti sull'opera di presidio è stato inserita una forza nel modello di GEO-SLOPE. Il valore di tale forza è stato variato fino a determinare fattori di sicurezza minimi di 1.1 sulla superficie critica analizzata in combinazione A2+M2 e 1.3 per la combinazione A1+M1 sia in campo sismico che statico.

Dalla Figura 6 alla Figura 9 vengono mostrate le superfici di scivolamento critiche in assenza di opera di presidio

Nelle figure successive, invece, i fattori di sicurezza tengono conto del contributo stabilizzante dell'opera di presidio.

Risulta quindi:

Condizioni statiche

$$A1+M1 \Rightarrow F = 100.0 \text{ kN}$$

$$A2+M2 \Rightarrow F = 215.0 \text{ kN}$$

Condizioni sismiche

$$A1+M1 \Rightarrow F = 130.0 \text{ kN}$$

$$A2+M2 \Rightarrow F = 300.0 \text{ kN}$$

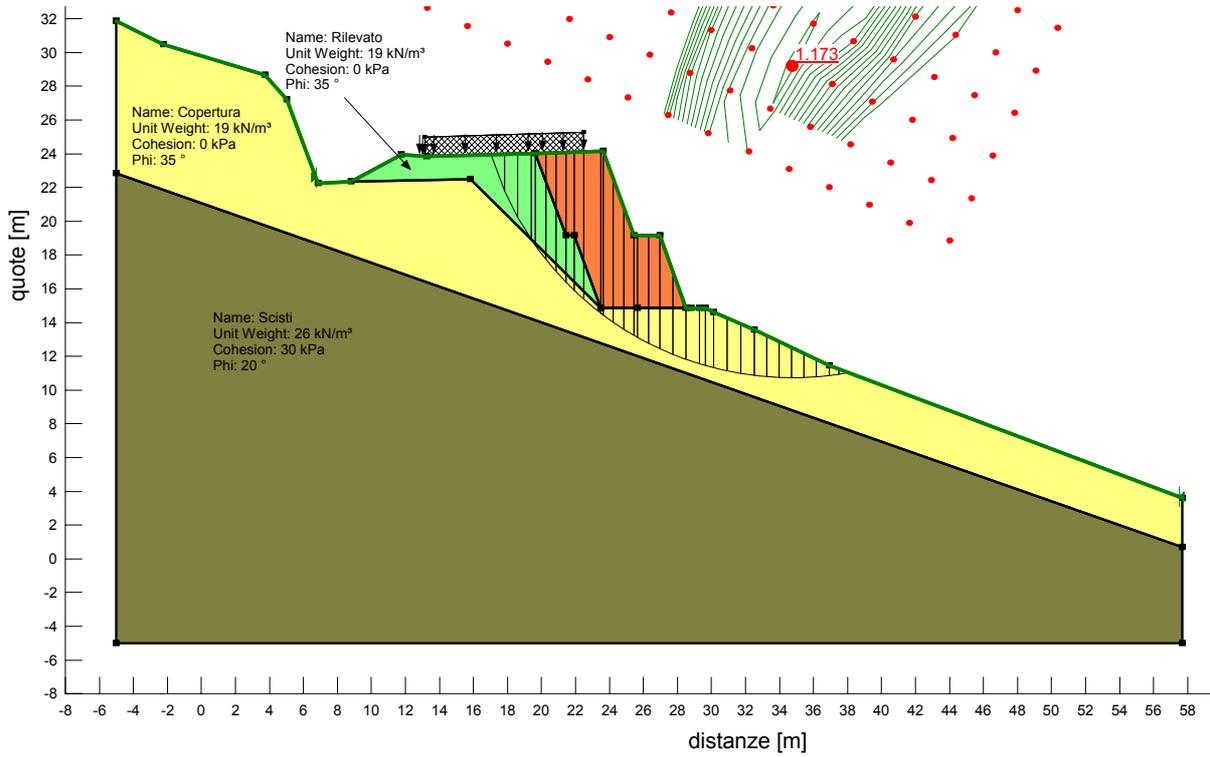


Figura 6 - Verifiche di stabilità globale senza opera di presidio - Statica A1+M1

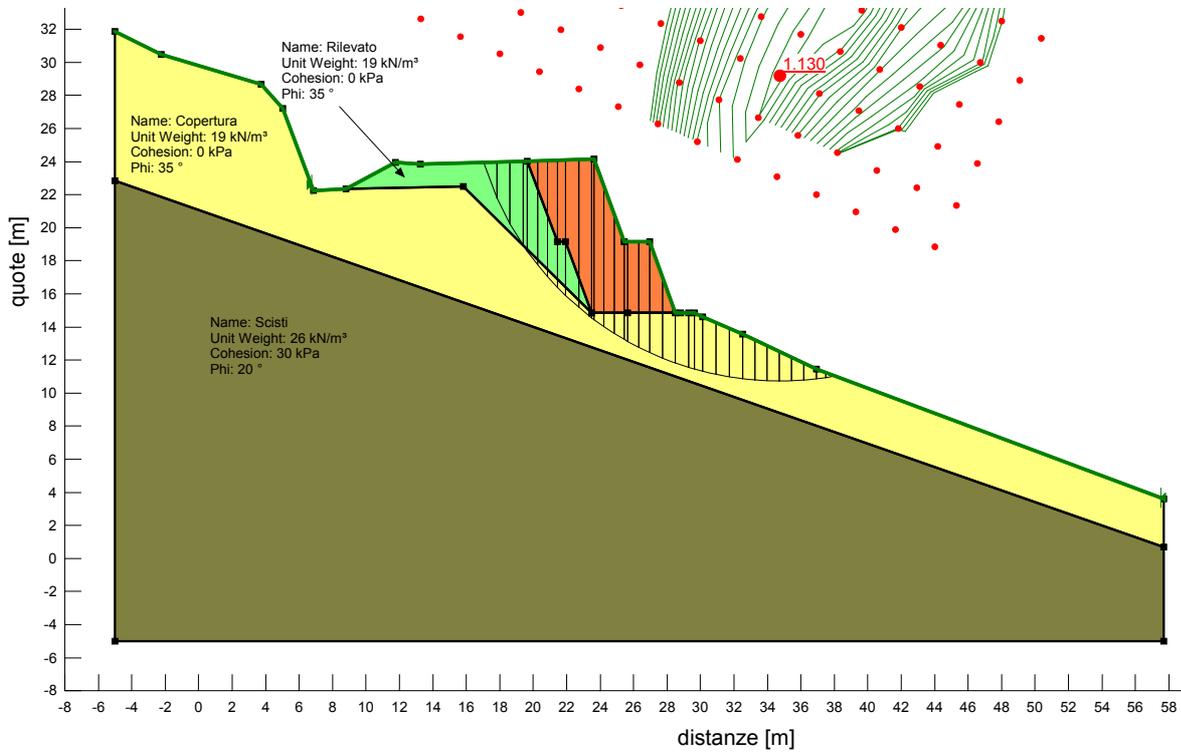
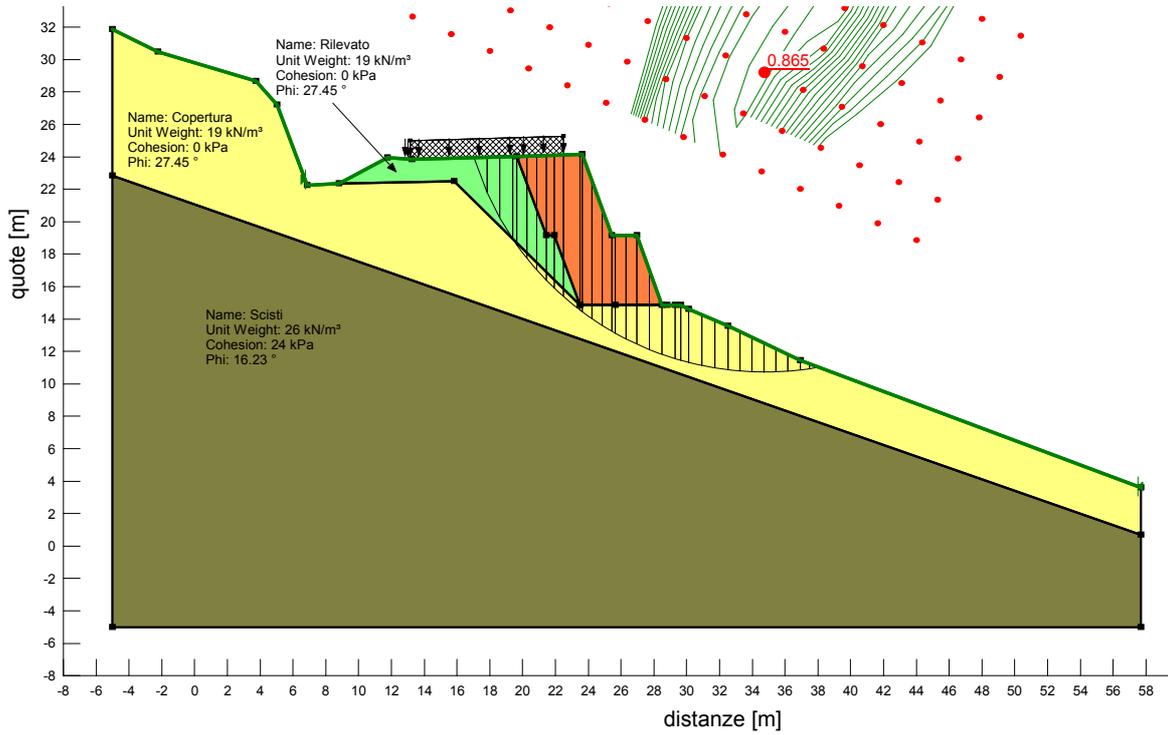
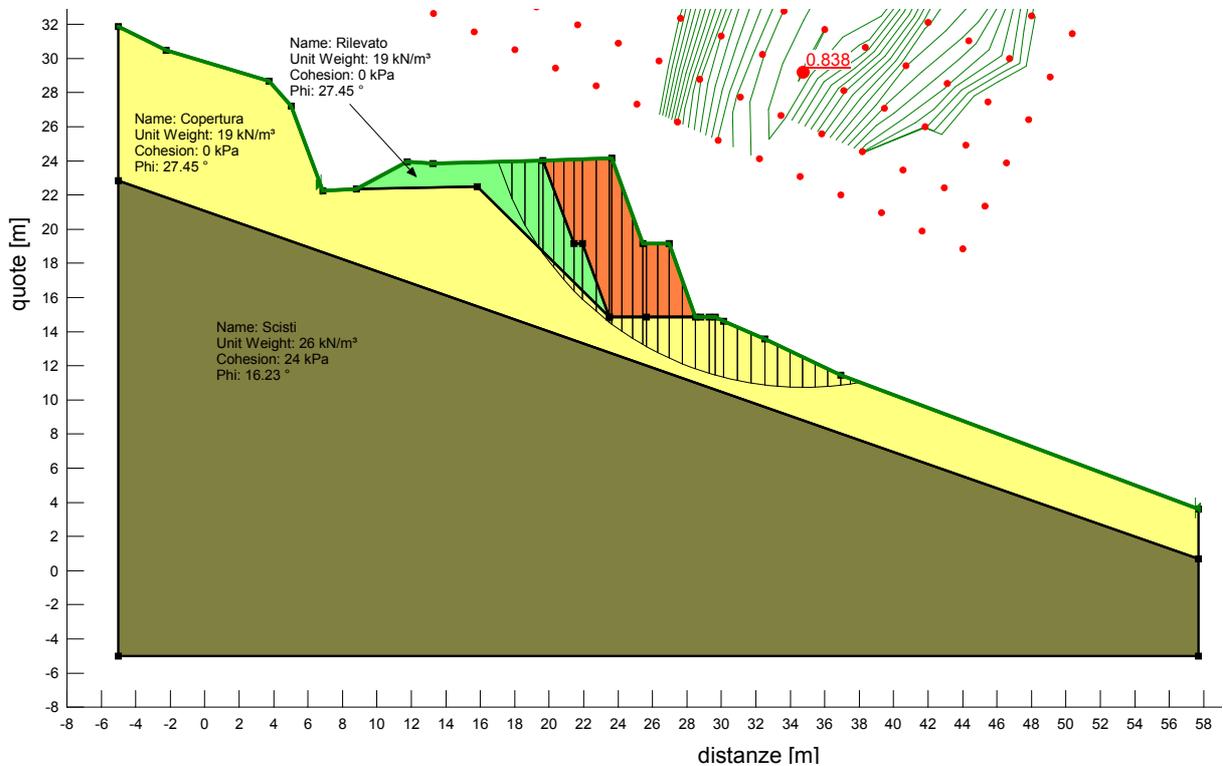


Figura 7 - Verifiche di stabilità globale senza opera di presidio - Sismica A1+M1



**Figura 8 - Verifiche di stabilità globale senza opera di presidio - Statica A2+M2**



**Figura 9 - Verifiche di stabilità globale senza opera di presidio - Sismica A2+M2**

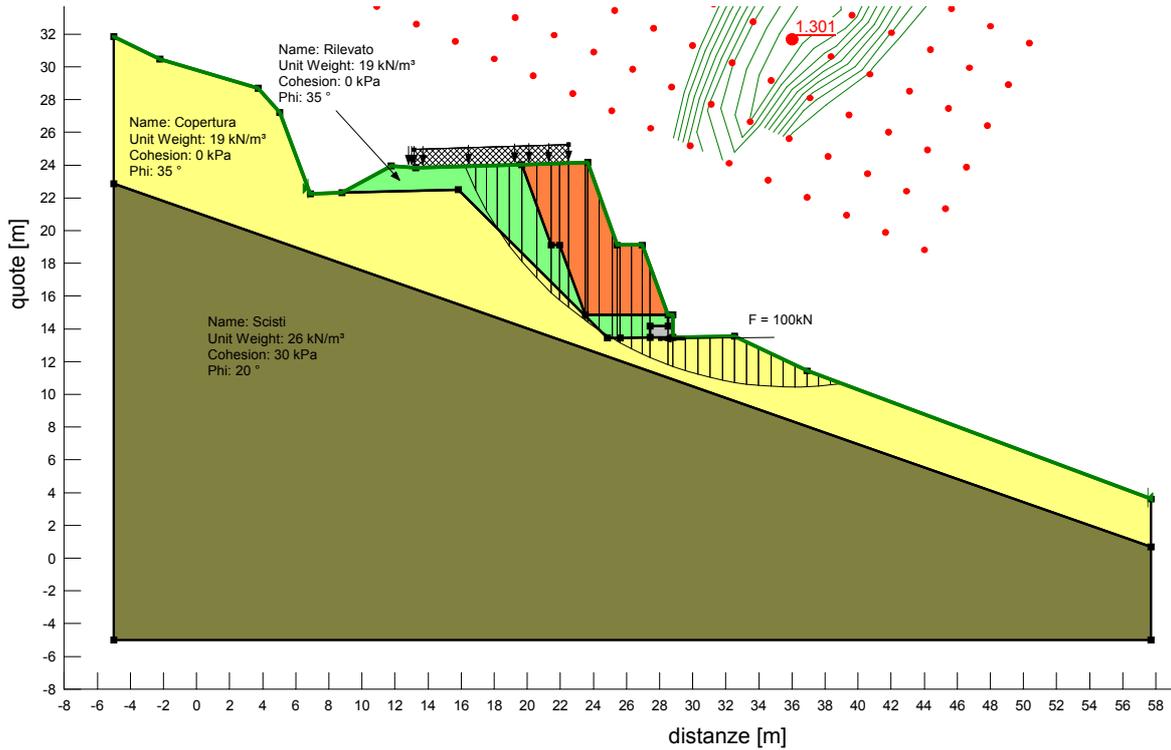


Figura 10 - Verifiche di stabilità globale con opera di presidio - Statica A1+M1

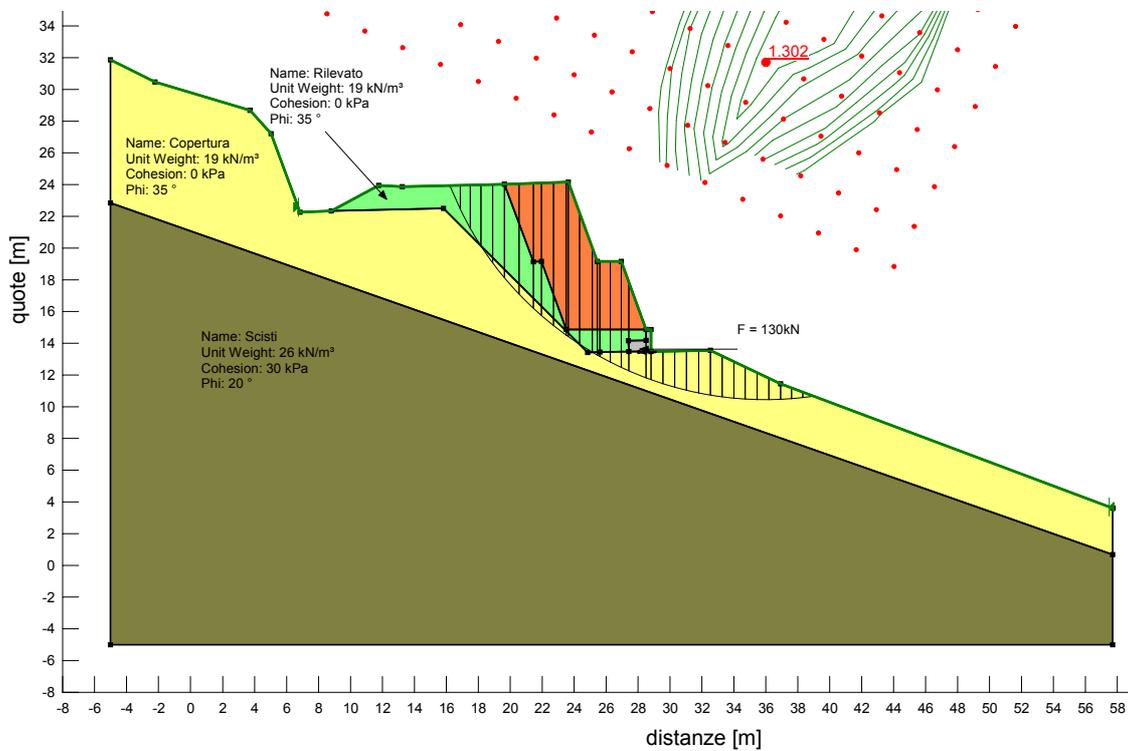


Figura 11 - Verifiche di stabilità globale con opera di presidio - Sismica A1+M1

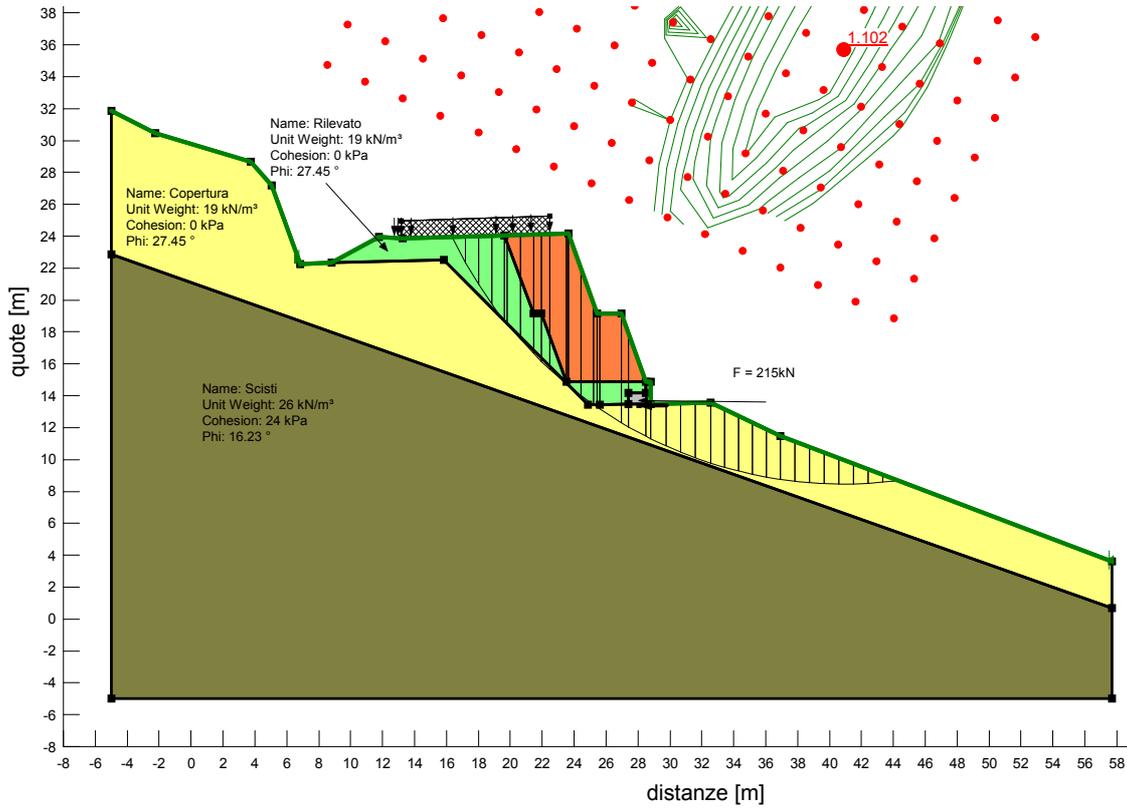


Figura 12 - Verifiche di stabilità globale con opera di presidio - Statica A2+M2

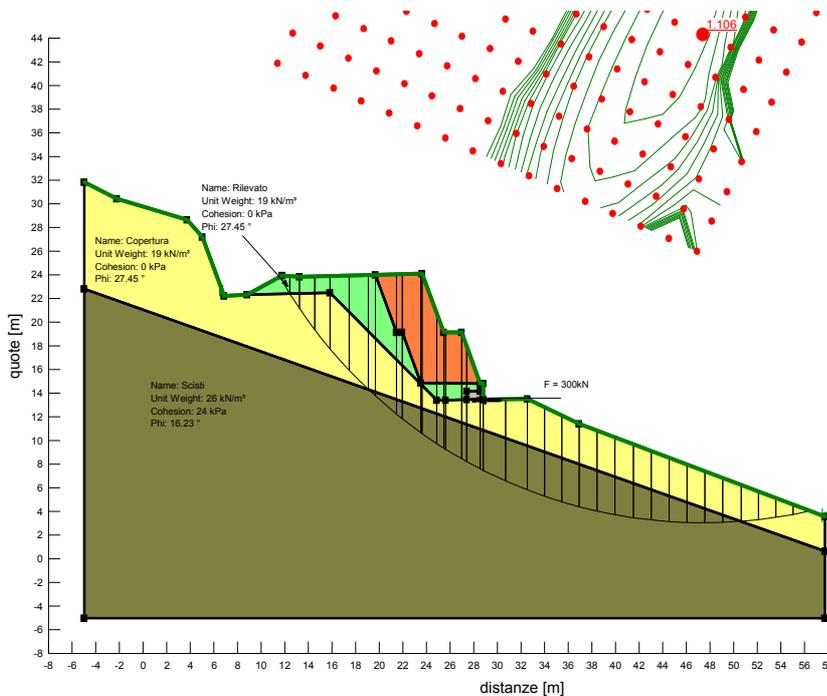


Figura 13 - Verifiche di stabilità globale con opera di presidio - Sismica A2+M2

## 8.2 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONE SUI SINGOLI MICROPALI

### 8.2.1 Premessa

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto descritto per i sistemi di fondazione nel Doc. rif. 0 e successiva circolare esplicativa (doc. rif. 0).

Le verifiche, sia per il caso statico e sia per quello sismico, sono state eseguite adottando l'Approccio 1 delle NTC (Doc. rif. 0) nei confronti degli stati limiti ultimi (SLU), riferiti allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione, e degli stati limite di esercizio (SLE), in modo da verificare la compatibilità tra requisiti prestazionali dell'opera e gli spostamenti e distorsioni previste.

### 8.2.2 Criteri di Progettazione agli Stati Limite

In accordo con quanto definito nel par. 6.2.3. del Doc. Rif. 0, devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli stati limite ultimi (SLU);
- Verifiche agli stati limite d'esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. 0})$$

dove

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, e

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza.

Per quanto concerne le azioni di progetto  $E_d$ , tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure, successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche, quest'ultima relativamente a verifiche strutturali.

La verifica della condizione ( $E_d \leq R_d$ ) deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali.

Per l'approccio progettuale adottato (*Approccio 1*) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti:

- la prima combinazione (STR), per la quale si adottano i coefficienti parziali sulle azioni del gruppo (A1), è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno,
- la seconda combinazione (GEO), per la quale si adottano i coefficienti parziali sulle azioni del gruppo (A2), è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Per entrambe le combinazioni i coefficienti parziali sui materiali (M1) sono identici, mentre sulle resistenze (R1) e (R2) sono definiti specificatamente in funzione della differente combinazione.

Sinteticamente le verifiche di cui sopra devono essere svolte considerando:

#### **Approccio 1:**

- Combinazione 1 (STR):  $A1 + M1 + R1$
- Combinazione 2 (GEO):  $A2 + M1 + R2$

tenendo conto dei coefficienti parziali estratti dalle NTC (Doc. rif. 0) e riportati nella Tabella 3, nella Tabella 4 e nella Tabella 4: Coefficienti parziali sulle caratteristiche meccaniche dei terreni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.3	1.0
Permanenti non strutturali (1)	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3

<sup>(1)</sup> = Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano completamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti

**Tabella 3: Coefficienti parziali sulle azioni**

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0
Resistenza non drenata	$\gamma_{Cu}$	1.0
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.0

**Tabella 4: Coefficienti parziali sulle caratteristiche meccaniche dei terreni**

VERIFICA	Coefficiente parziale	(R1)	(R2)
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.7
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45
Totale <sup>(1)</sup>	$\gamma_t$	1.00	1.6
Laterale in trazione	$\gamma_{s;t}$	1.00	1.6

**Tabella 5: Coefficienti parziali sulle resistenze per pali trivellati**

Le verifiche di sicurezza in campo sismico devono contemplare le medesime verifiche definite in campo statico, in cui tuttavia i coefficienti sulle azioni sono posti pari ad uno (Par.7.11.1 del Doc. Rif. 0).

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. 0})$$

dove

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto dell'azione, e

$C_d$  è il valore limite prescritto dell'effetto delle azioni.

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

### 8.2.3 Verifiche di sicurezza

Come riportato al par. 6.4.3.1 della Normativa di riferimento (Doc. Rif. 0), per le opere di fondazione su micropali, sono state prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi in campo statico e in campo sismico (SLU) e agli stati limite di esercizio (SLE):

- SLU di tipo Geotecnico (Comb. GEO), relative a condizioni di:
  - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione – la verifica del collasso per carico limite nei confronti dei carichi assiali è condotta confrontando la massima azione di compressione agente in testa al palo  $E_d$  con la resistenza di progetto a compressione del palo singolo  $R_{c,d}$ ; la massima azione  $E_d$  agente sui singoli pali è determinata mediante un'analisi di gruppo dei micropali con il codice di calcolo Group a partire dalle combinazioni di carico definite dal Progettista Strutturale;
  - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione – la verifica del collasso per carico limite nei confronti dei carichi assiali di trazione è

condotta confrontando la massima azione di trazione agente in testa al palo  $E_d$  con la resistenza di progetto a trazione del palo singolo  $R_{t,d}$ ; la massima azione  $E_d$  agente sui singoli pali è determinata mediante un'analisi di gruppo dei micropali con il codice di calcolo Group a partire dalle combinazioni di carico definite dal Progettista Strutturale;

- SLU di tipo strutturale (Comb. STR), relative a condizioni di:
  - Verifica della resistenza strutturale dei micropali – valutata confrontando le resistenze strutturali di progetto con la massima azione agente sui singoli micropali tramite l'analisi del comportamento in gruppo dei micropali a partire dalle combinazioni di carico definite dal Progettista Strutturale;
- SLE relative a condizioni statiche e sismiche:
  - verifica dei requisiti prestazionali della fondazione – valutata mediante l'analisi del comportamento in gruppo dei micropali, per le fondazioni ordinarie su micropali, a partire dalle combinazioni di carico definite dal Progettista Strutturale;

#### 8.2.4 Resistenza caratteristica ( $R_k$ ) di pali soggetti a carichi assiali

I calcoli della capacità portante dei pali con riferimento ad una analisi agli stati limite sono state condotte come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del gennaio 2008.

La resistenza caratteristica ( $R_k$ ) del palo singolo può essere determinata mediante tre approcci distinti secondo quanto indicato nelle (NTC):

- a) da risultati di prove di carico statico di progetto su pali pilota;
- b) da metodi di calcolo analitici a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici oppure con relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (CPT, SPT, pressiometriche, ecc.);
- c) da risultati da prove dinamiche di progetto su pali pilota.

Nelle verifiche condotte nel presente documento la resistenza caratteristica ( $R_k$ ) è stata stimata adottando l'approccio "b".

Si è proceduto come di seguito descritto.

Caso b) con riferimento alle procedure analitiche di seguito illustrate (paragrafo. 0), il valore caratteristico della resistenza a compressione e a trazione è ottenuto come:

$$R_k = \min \left\{ \frac{R_{MEDIA}}{\xi_3}, \frac{R_{MIN}}{\xi_4} \right\};$$

con:  $R_{MEDIA}$  e  $R_{MIN}$  le resistenze calcolate e i fattori di correlazione  $\xi$  in funzione del numero di verticali indagate.

Qualora si abbiano a disposizione prove in sito continue (prova tipo CPT o DMT) o discontinue (SPT, pressiometriche, ecc.), ma con passi di campionamenti sufficientemente fitti da considerare una misura continua con la profondità, la stima della resistenza caratteristica è condotta secondo i seguenti passi:

- 1 per ogni verticale di indagine si calcola il profilo di resistenza con la profondità in funzione delle prove in sito e di laboratorio assumendo i valori medi a disposizione nella singola verticale
- 2 stima, tra quelli calcolati, del profilo di resistenza medio ( $R_{MEDIA}$ ) e di resistenza minimo ( $R_{MIN}$ );
- 3 la resistenza caratteristica  $R_k$ , a compressione o a trazione, sarà il minore dei valori ottenuti:

$$R_k = \min \left\{ \frac{R_{MEDIA}}{\xi_3}, \frac{R_{MIN}}{\xi_4} \right\}$$

con  $\xi_3$  e  $\xi_4$  fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate (Tabella 6).

Qualora, invece, si abbiano a disposizione prove in sito o di laboratorio discrete si procederà secondo il seguente schema:

- 1 per ogni strato vengono scelti il valore medio e minimo tra tutti i valori a disposizione necessari per il calcolo del profilo di resistenza con la profondità;
- 2 stima del profilo di resistenza medio ( $R_{MEDIA}$ ) e di resistenza minimo ( $R_{MIN}$ ) adottando i parametri medi e minimi ottenuti al punto precedente;
- 3 la resistenza caratteristica ( $R_k$ ), a compressione o a trazione, sarà il minore dei valori ottenuti:

$$R_k = \min \left\{ \frac{R_{MEDIA}}{\xi_3}, \frac{R_{MIN}}{\xi_4} \right\}$$

con  $\xi_3$  e  $\xi_4$  fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate (Tabella 6).

Numero prove di indagine	1	2	3	4	5	7	≥10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tabella 6: Fattori di correlazione  $\xi$  (vedi tab. 6.4.IV NTC)**

La resistenza di progetto  $R_d$  si ottiene applicando alla resistenza caratteristica  $R_k$  i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati Tabella 7.

In seguito la resistenza di progetto  $R_d$  viene confrontata con le azioni assiali, di compressione o di trazione, provenienti dall'analisi della fondazione di pali al variare delle combinazioni di carico.

I criteri utilizzati per la stima delle curve di capacità portante a compressione e trazione sono illustrati nel successivo paragrafo 8.2.5.

Resistenza	$\gamma_R$	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Base	$\gamma_b$	1.0	1.45	1.15	1.0	1.7	1.35	1.0	1.6	1.3
Laterale (compressione)	$\gamma_s$	1.0	1.45	1.15	1.0	1.45	1.15	1.0	1.45	1.15
Totale <sup>(3)</sup>	$\gamma_T$	1.0	1.45	1.15	1.0	1.6	1.30	1.0	1.55	1.25
Laterale (trazione)	$\gamma_{st}$	1.0	1.6	1.25	1.0	1.6	1.25	1.0	1.6	1.25

<sup>(3)</sup> – da applicare alle resistenti caratteristiche dedotte da risultati di prove di carico di progetto.

**Tabella 7: Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche di pali soggetti a carichi assiali (vedi tab. 6.4.II NTC)**

### 8.2.5 Stima della resistenza dei pali/micropali soggetti a carichi assiali.

La portata limite ( $Q_{LIM}$ ) di un micropalo è stata calcolata con riferimento all'equazione:

$$Q_{LIM} = Q_{B,LIM} + Q_{L,LIM} = q_b \cdot A_B + \sum_i \pi \cdot D_{Si} \cdot \Delta H_i \cdot \tau_{LIM,i} \quad \text{compressione}$$

$$Q_{LIM} = W + Q_{L,LIM} = \gamma'_{cls} \left( \sum_i \Delta H_i \right) \cdot A_B + \sum_i \pi \cdot D_{Si} \cdot \Delta H_i \cdot \tau_{LIM,i} \quad \text{trazione}$$

con:

$Q_{B,LIM}$  = portata limite di base che viene in questo caso assunta nulla;

$Q_{L,LIM}$  = portata limite laterale;

$W$  = peso proprio del palo;

$q_b$  = portata unitaria di base;

$\gamma'_{cls}$  = peso di volume sommerso del calcestruzzo armato

$A_B$  = area di base;

$D_{Si}$  = diametro del concio  $i^{mo}$  di palo;

$\Delta H_i$  = altezza del concio  $i^{mo}$  di micropalo della zona iniettata;

$\tau_{LIM,i}$  = attrito laterale unitario limite del concio  $i^{mo}$  di palo;

Per il calcolo della capacità portante dei micropali è stata adottata la teoria di Bustamante e Doix (1985).

Gli autori distinguono fra micropali eseguiti con iniezioni ripetute e controllate con tubo e valvole e doppio otturatore (IRS, *injection répétitive et sélective*) e getto dell'intero palo in un'unica soluzione (IGU, *injection globale unique*).

### 8.2.6 Comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali.

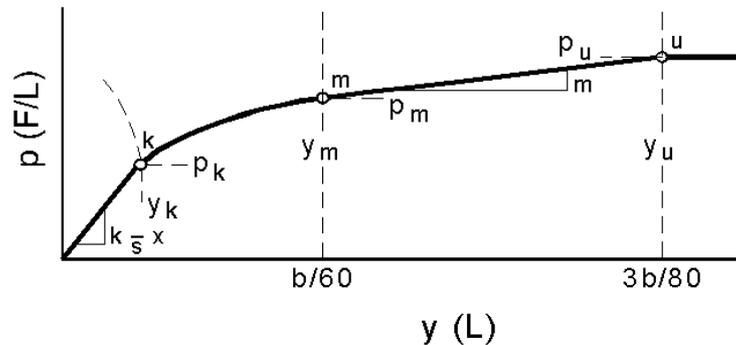
Il comportamento di pali in gruppo soggetti a carichi trasversali è stata effettuata mediante il programma di calcolo GROUP. Il programma di calcolo permette di analizzare il comportamento di una palificata sottoposta a carichi orizzontali e verticali modellando l'interazione terreno struttura mediante curve p-y. Le curve p-y, che esprimono la resistenza del terreno in funzione della profondità e dello spostamento del palo, possono essere ricavate in relazione alla tipologia di terreni e alle proprietà meccaniche che li caratterizzano, in accordo alle procedure proposte da:

Reese, Cox e Koop (1975)	per sabbie
Welch e Reese (1975)	per argille tenere sotto falda
Reese, Cox e Koop (1975)	per argille dure sotto falda
Reese–Welch (1972)	per argille dure sopra falda

Il programma permette di scegliere tra uno dei modelli sopra esposti.

I metodi di calcolo sono descritti sinteticamente nelle pagine seguenti con riferimento sia a carichi statici sia a carichi ciclici.

### Modello per sabbie Cox e Reese (1975)



1- calcolo di  $p = \min(p_{u1}; p_{u2})$

$$p_{u1} = \gamma \cdot z \cdot \frac{K_0 \cdot z \cdot \tan \phi \cdot \sin \beta}{\tan(\beta - \phi) \cdot \cos \alpha} \cdot A_1 + \frac{\tan \beta}{\tan(\beta - \phi)} \cdot (D \cdot A_3 + z \cdot \tan \beta \cdot \tan \alpha \cdot A_3^2) +$$

$$+ \gamma \cdot z \cdot [K_0 \cdot z \cdot \tan \beta \cdot (\tan \phi \cdot \sin \beta - \tan \alpha) \cdot A_1 - K_a \cdot D]$$

$$p_{u2} = K_a \cdot D \cdot \gamma \cdot z \cdot (\tan^{\beta} \beta - 1) + K_0 \cdot D \cdot \tan \phi \cdot \tan^4 \beta$$

$$A_1 = (4 \cdot A_2^3 - 3 \cdot A_2^2 + 1)$$

$$A_2 = (\tan \beta \cdot \tan \delta) / (\tan \beta \cdot \tan \delta + 1)$$

$$A_3 = 1 - A_2$$

dove:

$p_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$y$  spostamento orizzontale

$\gamma$  peso di volume efficace

$z$  profondità da p.c.

$K_0$  coefficiente di spinta a riposo

$\phi$  angolo di attrito

$\beta$   $45 + \phi/2$

$\alpha$   $\phi/2$

$D$  diametro del palo

$K_a$   $\tan^2(45 + \phi/2)$

$\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

2- calcolo di  $p_u = A_i \cdot p$

3- calcolo di  $p_m = B_i \cdot p$

4- definizione del tratto iniziale della curva p-y

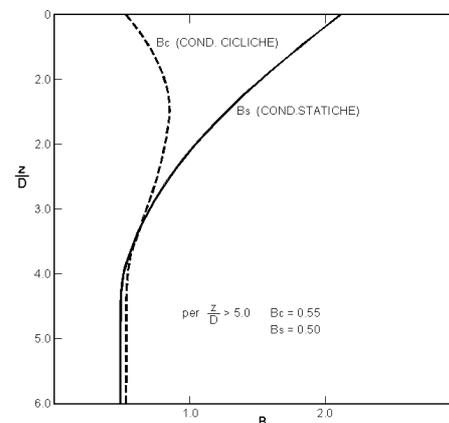
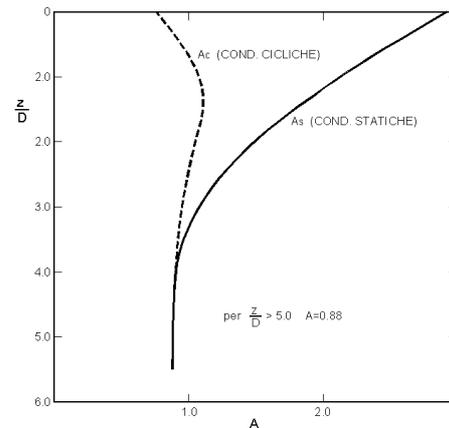
5- definizione del tratto parabolico della curva p-y

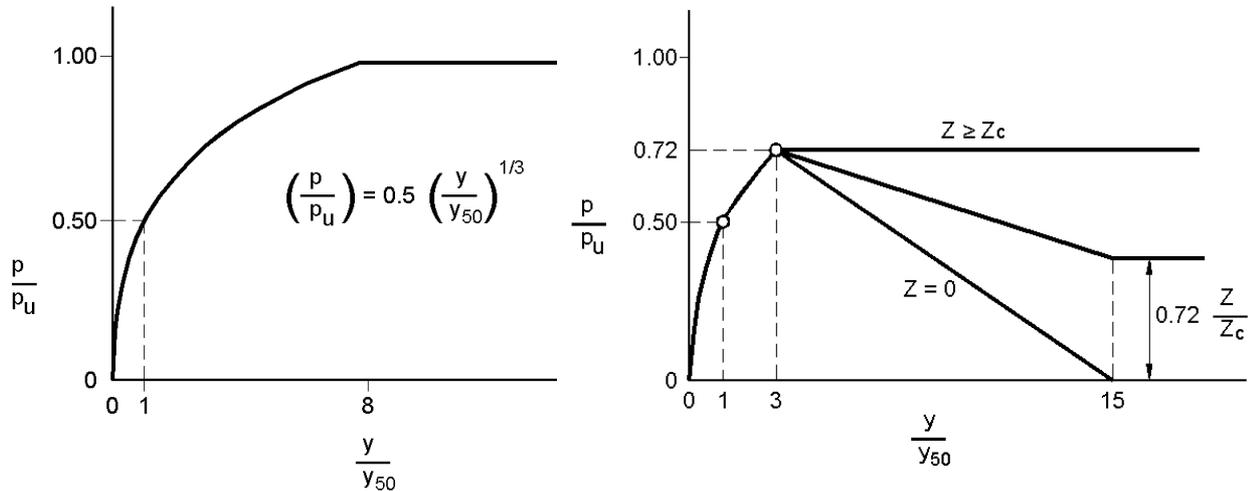
$$p = C y^{1/n}$$

dove:

$$n = p_m / m y_m$$

$$C = p_m / (y_m)^{1/n}$$



**Modello Welch e Reese (1975) per argille tenere sotto falda**per carichi statici

$$p_{u1} = [3 + \sigma'/c_u + (J/D)z] c_u D \alpha$$

$$p_{u2} = 9 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1 + \tan \delta)$$

$$p_u = \min(p_{u1}; p_{u2})$$

$$p/p_u = 0.5 (y/y_{50})^{1/3}$$

$$y_{50} = 2.5 \varepsilon_{50} D$$

dove:

$p_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$\sigma'$  pressione geostatica verticale efficace alla quota  $z$

$c_u$  coesione non drenata

$z$  profondità da p.c.

$D$  diametro del palo

$\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

$y$  spostamento orizzontale

$y_{50}$  spostamento orizzontale per  $p=0.5 p_u$

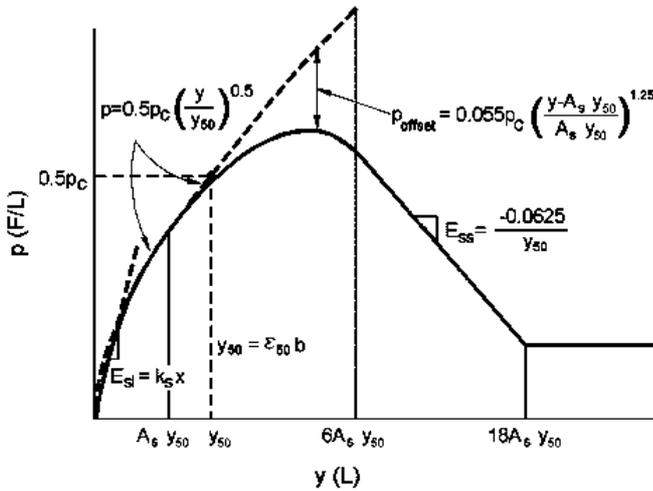
$\varepsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una mobilitazione delle tensioni tangenziali pari al 50% della resistenza al taglio

per carichi ciclici

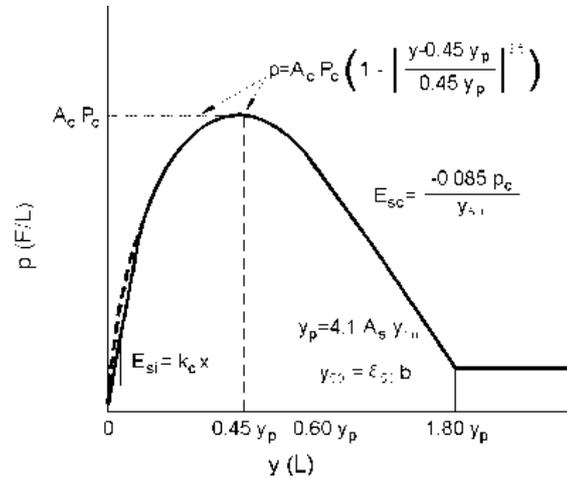
$$z_c = [6 c_u D] / [\gamma' D + 0.5 c_u] \alpha$$

$$\gamma' = \text{peso di volume efficace}$$

Modello Reese, Cox e Koop (1975) per argille dure sotto falda



Carichi statici



Carichi ciclici

$$p_{u1} = (3 c_u D + \sigma' D + 2.83 c_u z)$$

$$p_{u2} = 11 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1 + \tan \delta)$$

$$p_u = \min (p_{u1}; p_{u2})$$

$p_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$z$  profondità da p.c.

$\sigma'$  pressione geostatica verticale efficace a  
lla profondità  $z$

$c_u$  coesione non drenata

$D$  diametro del palo

$y$  spostamento orizzontale

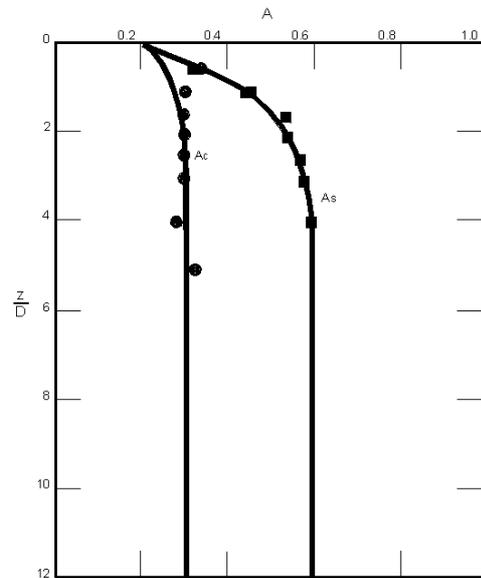
$y_{50} = 2.5 \epsilon_{50} D =$  spostamento orizzontale per  $p = 0.5 p_u$

$\epsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una mobilitazione delle tensioni tangenziali pari al 50% della resistenza al taglio

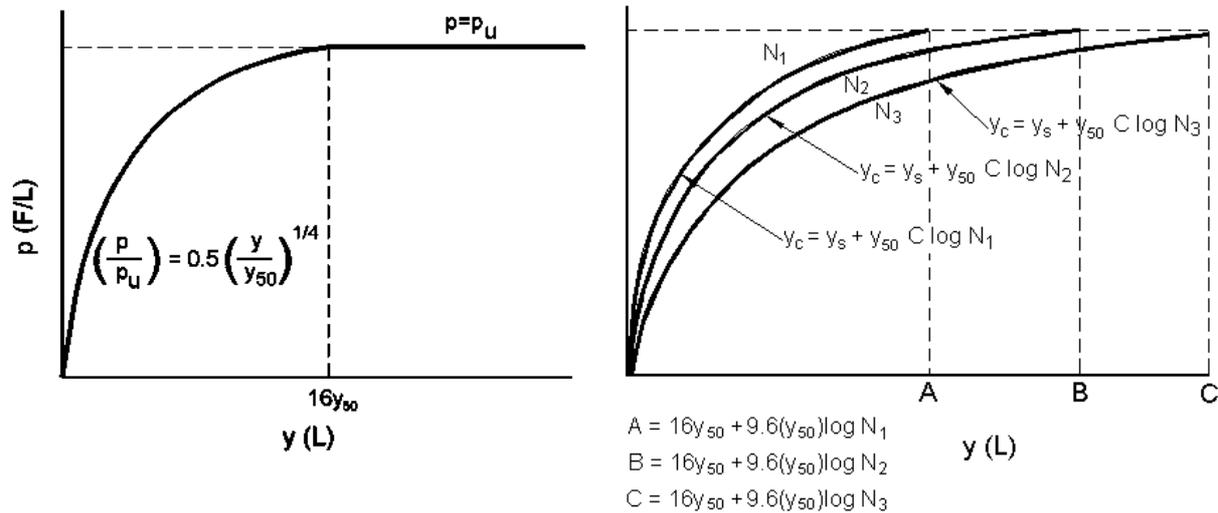
$K_s$  pendenza del tratto iniziale della curva carichi statici

$K_c$  pendenza del tratto iniziale della curva carichi ciclici

$A_c$  parametro empirico



Modello Welch-Reese (1972) e Reese-Welch () per argille dure sopra falda



Carichi statici

Carichi ciclici

$$p_{u1} = [3c_u D + \gamma' D z + 2.83c_u z] \alpha$$

$$p_{u2} = 9 c_u D \alpha$$

$$\alpha = 1/(1+\tan\delta)$$

$$p_u = \min (p_{u1}; p_{u2})$$

dove:

$p_u$  resistenza laterale unitaria ultima

$\gamma'$  peso di volume unitario

$c_u$  coesione non drenata

$z$  profondità da p.c.

$D$  diametro del palo

$\delta$  inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale

$y$  spostamento orizzontale

$y_{50}$  spostamento orizzontale per  $p=0.5 p_u (= 2.5 \varepsilon_{50} D)$

$\varepsilon_{50}$  deformazione unitaria corrispondente ad una mobilitazione delle tensioni tangenziali pari al 50% della resistenza al taglio

$K_s$  pendenza del tratto iniziale della curva

### 8.3 STIMA DELLA RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

In accordo a quanto descritto nel paragrafo 8.2.5, di seguito è condotta la stima della resistenza di progetto dei micropali  $R_d$ , in funzione della profondità.

Utilizzando le formulazioni indicate al par. 8.2.5 è possibile ottenere i profili di resistenza caratteristica e di progetto riportate nel seguito. La resistenza caratteristica è stimata secondo quanto descritto al par. 8.2.4 adottando i coefficienti parziali  $\xi_3$  e  $\xi_4$  relativi a n.1 verticale di indagini a disposizione per sistema di fondazione.

I valori delle resistenze di progetto, così trovati sono poi confrontati con i valori delle sollecitazioni assiali risultanti dai calcoli secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M1+R2).

coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

resistenza	pali infissi			pali trivellati		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
base: $\gamma_b$	1	1.45	1.2	1	1.7	1.35
laterale: $\gamma_s$	1	1.45	1.2	1	1.45	1.15
lat.Trazione	1	1.6	1.3	1	1.6	1.25

fattori di correzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

n verticali	1	2	3	4	5	7	>10
$\xi_3$	1.7	1.65	1.6	1.55	1.5	1.45	1.4
$\xi_4$	1.7	1.55	1.5	1.42	1.34	1.28	1.2

Dall'esame delle figure risulta che i valori caratteristici di resistenza a compressione e trazione sono pari a:

$R_d = 412$  kN compressione                      A1+M1+R2

$R_d = -328$  kN trazione                              A1+M1+R2

$R_d = 519$  kN compressione                      A1+M1+R3

$R_d = -420$  kN trazione                              A1+M1+R3

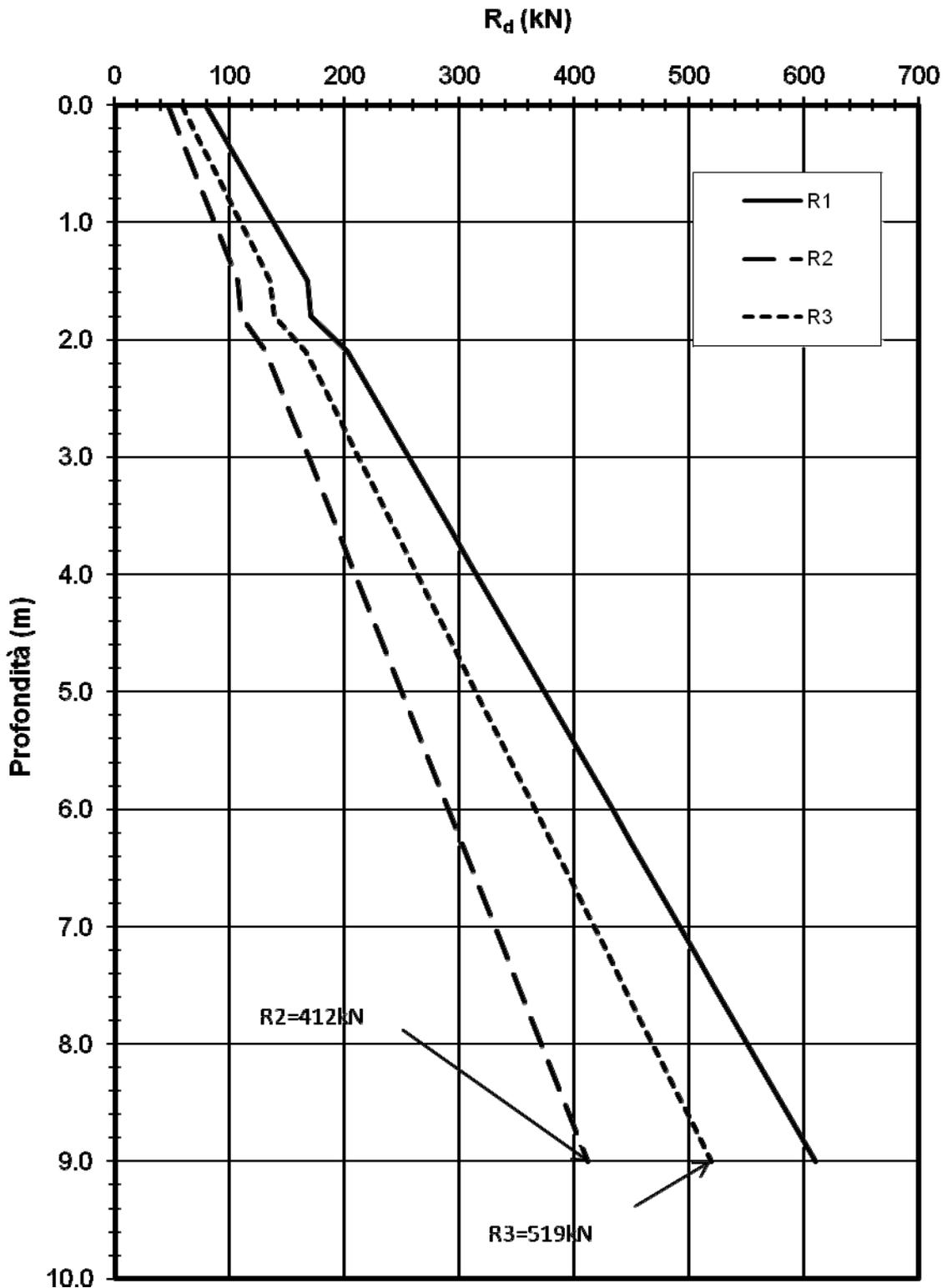


Figura 14: Resistenza di progetto del micropalo a compressione

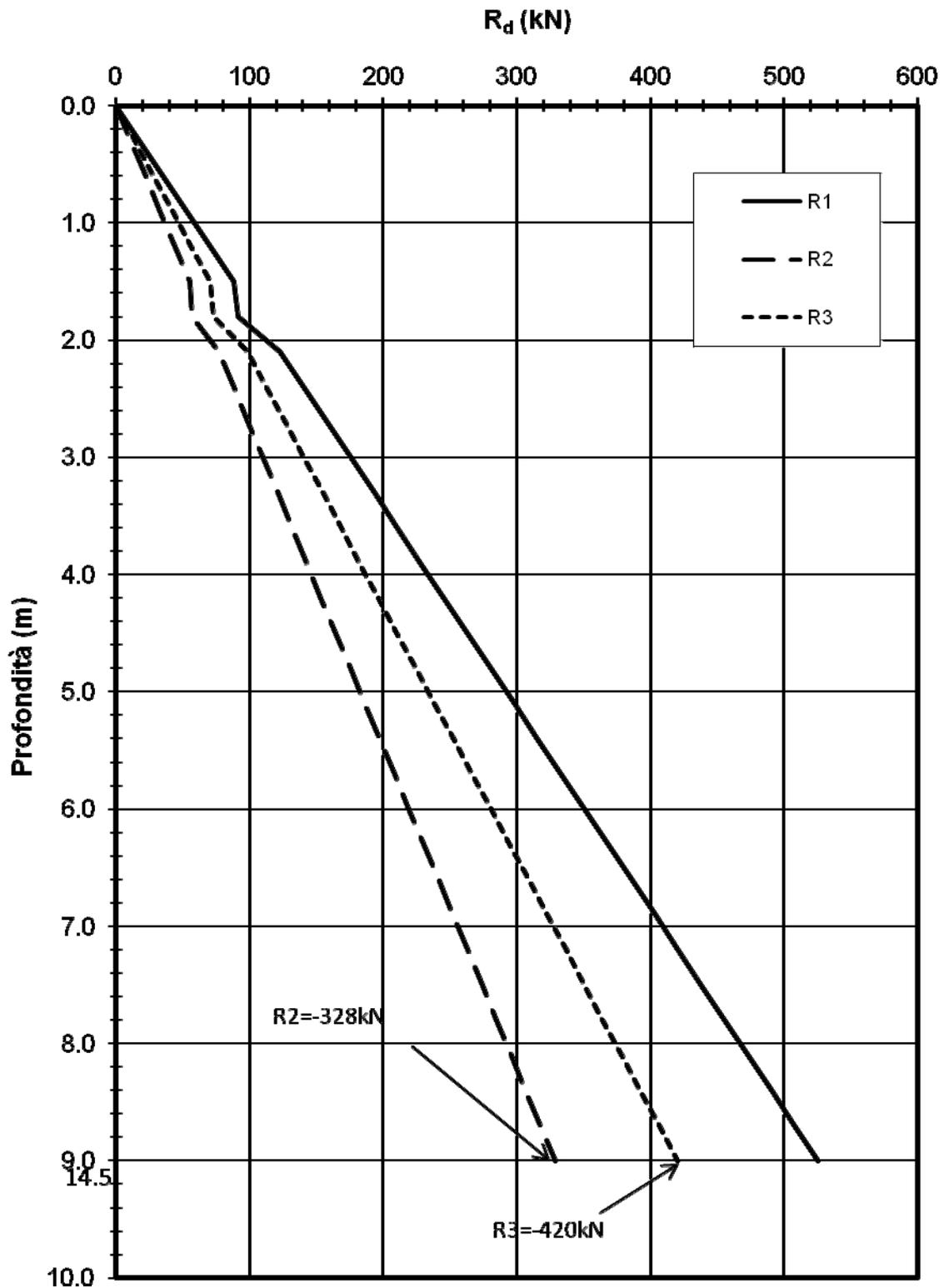


Figura 15: Resistenza di progetto del micropalo a trazione

#### 8.4 AZIONI DI CALCOLO IN FONDAZIONE

Per quanto riguarda i carichi agenti, si considera la seguente convenzione di segni e si considereranno positivi:

- N se concorde con l'asse Z;
- $T_z$  e  $T_y$  con verso concorde agli assi di riferimento;
- $M_z$  e  $M_y$  come indicato in figura.

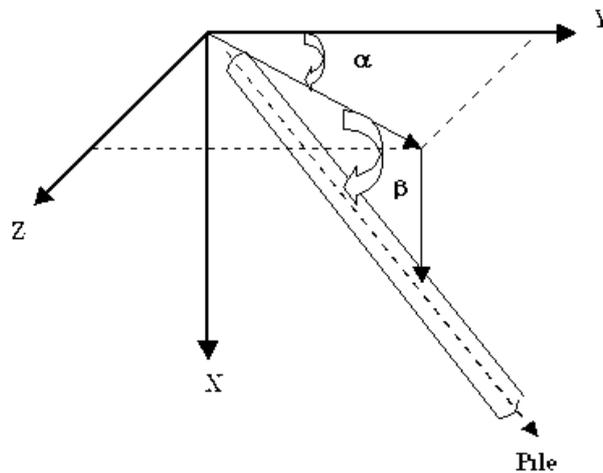


Figura 16 – GROUP: Convenzioni di segno

Con il programma GROUP si è quindi modellato un concio di lunghezza pari a 4.5 m, applicando le forze precedente determinate.

$$F_y = F \times 4.50\text{m}$$

COMBINAZIONE			Fx (kN)	Fy (kN)
Statica	A2+M2	<b>GEO</b>	337.5	967.5
Sismica	A2+M2	<b>SISG</b>	346.6	1350
Statica	A1+M1	<b>SLU</b>	337.5	450
Sismica	A1+M1	<b>SISS</b>	346.6	585

Tabella 8 - Carichi in fondazione

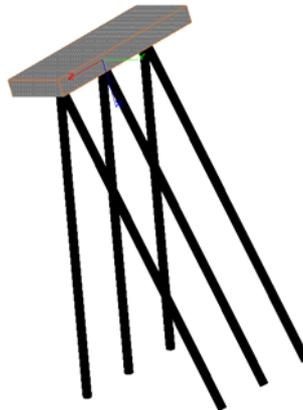


Figura 17 – Modello di GROUP

#### 8.4.7 Verifiche geotecniche

Nella seguente tabella sono riportate le azioni assiali, utili al dimensionamento geotecnico del singolo micropalo di fondazione.

SLU GEO			Palo (-)	Combinazione (-)
$N_{MAX}$	(kN)	389	4	GEO
$N_{MIN}$	(kN)	-245	3	GEO

SIS GEO			Palo (-)	Combinazione (-)
$N_{MAX}$	(kN)	503	4	SISG
$N_{MIN}$	(kN)	-389	3	SISG

Tabella 9: Carichi assiali massimi e minimi per verifiche geotecniche

Dove  $N_{MAX}$  e  $N_{MIN}$  sono rispettivamente l'azione assiale massima (in compressione) e minima (in trazione) agente sul singolo micropalo.

Le azioni assiali massime e minime devono essere confrontate con i valori delle resistenze riportati nel paragrafo precedente

Le verifiche risultano soddisfatte.

#### 8.4.8 Verifiche strutturali

Le sollecitazioni massime e minime agenti sui singoli micropali sono riportate nella seguente tabella.

<b>SIS STR</b>			Palo (-)	Combinazione (-)	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
$N_{MAX}$	(kN)	221	4	SLU	-	49	38
$N_{MIN}$	(kN)	-70.5	3	SLU	-	47	37
$M_{MAX}$	(kNm)	38	1	SLU	-32	50	-
$T_{MAX}$	(kN)	50	1	SLU	-32	-	38

<b>SLU STR</b>			Palo (-)	Combinazione (-)	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
$N_{MAX}$	(kN)	266	4	SISS	-	63	49
$N_{MIN}$	(kN)	-113	3	SISS	-	61	48
$M_{MAX}$	(kNm)	50	1	SISS	-53	64	-
$T_{MAX}$	(kN)	64	1	SISS	-53	-	50

**Tabella 10: Sollecitazioni massime e minime per verifiche strutturali**

dove:

- N: sollecitazione assiale;
- T: sollecitazione di taglio;
- M: momento flettente.

Si riporta di seguito il prospetto con le verifiche strutturali relative alle sollecitazioni massime e minime che agiscono sui singoli micropali.

**NTC - DM 14 GENNAIO 2008 - 4.2 Costruzioni di ACCIAIO - Verifica di SEZIONI TUBOLARI COMPATTE (CLASSE 1 o 2) con il METODO PLASTICO**

Materiale			Azioni di calcolo		MAX N	MIN N	MAX M	MAX T
Acciaio	classe	S 355 -	Azione assiale	$n_s$ kN/m	266.0	-113.0	-53.0	-53.0
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_{Mo}$	1.05 -	Taglio	$v_s$ kN/m	63.0	61.0	64.0	64.0
Tensione di snervamento	$f_{yk}$	355 MPa	Momento	$m_s$ kNm/m	49.0	48.0	50.0	50.0
Tensione di calcolo	$f_{yd}$	338 MPa	Combinazioni di carico		MAX N	MIN N	MAX M	MAX T
Sezione (UNI EN 10219-2:2006)			Coefficiente di sicurezza	$\gamma$ -	1.05	1.05	1.05	1.05
Diametro esterno	D	168.3 mm	Interasse	i m	1	1	1	1
Spessore (s <= 40 mm)	s	12.5 mm	Azioni di progetto		MAX N	MIN N	MAX M	MAX T
Diametro interno	d	143.3 mm	Azione assiale	$N_{sd}$ kN	279	-119	-56	-56
Momento d'inerzia	I	2.99E-04 m <sup>4</sup>	Taglio	$V_{sd}$ kN	66	64	67	67
Area sezione trasversale	A	6.12E-03 m <sup>2</sup>	Momento	$M_{sd}$ kNm	51	50	53	53
Modulo resistente a flessione	$W_{pl}$	3.04E-04 m <sup>3</sup>	Effetto delle azioni combinate (N, V, M)		MAX N	MIN N	MAX M	MAX T
Modulo resistente a taglio	$A_v = 2A/\pi$	3.90E-03 m <sup>2</sup>	$[(2 \cdot V_{sd}/V_{pl,Rd}) - 1]^2$	$\rho$ -	0.000	0.000	0.000	0.000
Area resistente a taglio	$A_v^* = A$	6.12E-03 m <sup>2</sup>	$N_{sd}/[A \cdot (1 - \rho \cdot a_v) \cdot f_{yd}]$	n -	0.135	-0.057	-0.027	-0.027
$A_v^*/A$	$a_v$	1.000 -	Momento resistente ridotto	$M_{pl,Rd,V,N}$ kN-m	101	102	103	103
Azioni resistenti elementari			Verifiche		MAX N	MIN N	MAX M	MAX T
Azione assiale resistente	$N_{pl,Rd}$	2069 kN	Azione assiale	$N_{sd} \leq N_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Taglio resistente	$V_{pl,Rd}$	760 kN	Taglio	$V_{sd} \leq V_{pl,Rd}$	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
Momento resistente	$M_{pl,Rd}$	103 kN-m	Presso(Tenso)-Flessione	$M_{sd} \leq M_{pl,Rd,V,N}$	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

**Tabella 11: Verifiche strutturali armatura micropali.**

Le verifiche strutturali risultano soddisfatte.

## 9 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

### 9.1 DESCRIZIONE DEL METODO

Si effettua una verifica di stabilità globale delle opere, ottenendo il coefficiente di sicurezza alla stabilità della parete di scavo attraverso il metodo di Bishop nell'ipotesi di superfici di scivolamento circolari. Il programma utilizzato (SLOPE W) fornisce il coefficiente di sicurezza delle superfici più critiche.

Il metodo valuta le condizioni di stabilità di un pendio naturale o di una scarpata artificiale ricercando per tentativi la superficie di scivolamento "critica" (ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo).

Il programma permette il calcolo dei coefficienti di sicurezza di superfici di potenziale scivolamento sia circolari sia di geometria qualsiasi. Nel caso di superfici circolari è possibile definire una griglia al cui interno sono situati i centri delle superfici di scivolamento per le quali si ricerca il coefficiente di sicurezza. In tale maniera è possibile individuare la superficie per la quale si ha il coefficiente di sicurezza minimo.

### 9.2 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE EFFETTUATE

Al fine di valutare la stabilità delle opere di sostegno, sono state eseguite verifiche di stabilità dell'insieme opera-terreno sia in condizioni statiche che sismiche in combinazione A2-M2.

Nel caso della terra rinforzata TA12, il modello tiene conto dell'intervento di stabilizzazione, considerando meccanismi di rottura che non attraversano l'opera di presidio, raggiungendo, dunque, profondità superiori rispetto a quelle raggiunte dall'opera stessa.

### 9.3 SINTESI DEI RISULTATI

Vengono riportati i risultati delle verifiche condotte con il metodo di Bishop. I valori di  $F_S$  e i grafici corrispondenti alle analisi effettuate, relative alla sezione ritenuta più critica.

#### Terre Rinforzate imbocco Galleria Caravaggio lato Arbocò

- Statica A2+M2 =>  $F_S = 1.467$
- Sismica A2+M2 =>  $F_S = 1.378$

#### Terre Rinforzate imbocco Galleria Fontanabuona lato Arbocò

- Statica A2+M2 =>  $F_S = 1.326$
- Sismica A2+M2 =>  $F_S = 1.250$

#### Terre Armata TA09

- Statica A2+M2 =>  $F_S = 1.231$
- Sismica A2+M2 =>  $F_S = 1.161$

#### Terre Rinforzate TA12

- Statica A2+M2 =>  $F_S = 1.189$
- Sismica A2+M2 =>  $F_S = 1.100$

le verifiche sono soddisfatte secondo la normativa vigente

9.3.9 Terre Rinforzate imbocco Galleria Caravaggio lato Arboccò

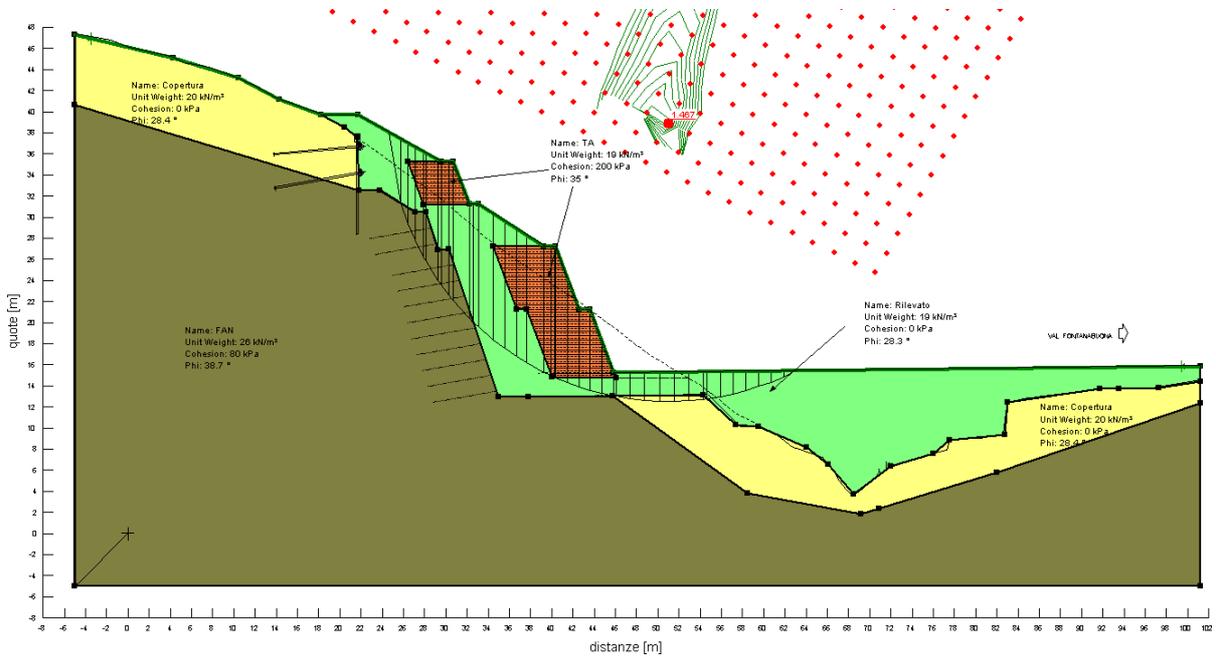


Figura 18: Stabilità globale – Condizioni statiche A2+M2

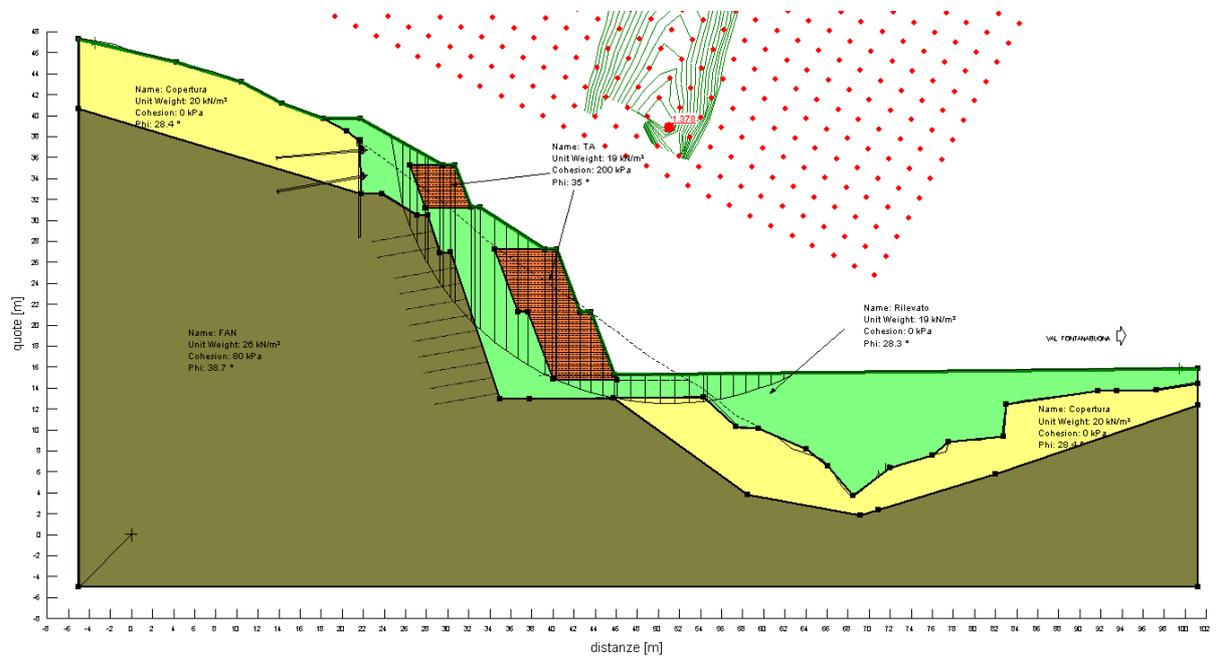


Figura 19: Stabilità globale – Condizioni sismiche A2+M2

### 9.3.10 Terre Rinforzate imbocco Galleria Fontanabuona lato Arboccò

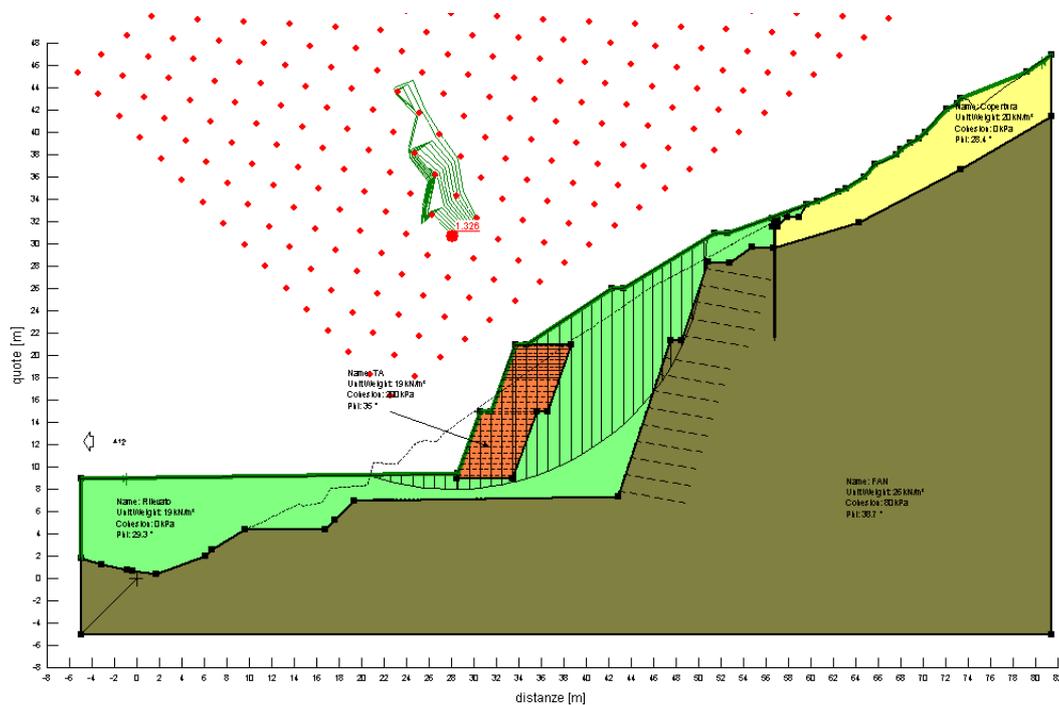


Figura 20: Stabilità globale – Condizioni statiche A2+M2

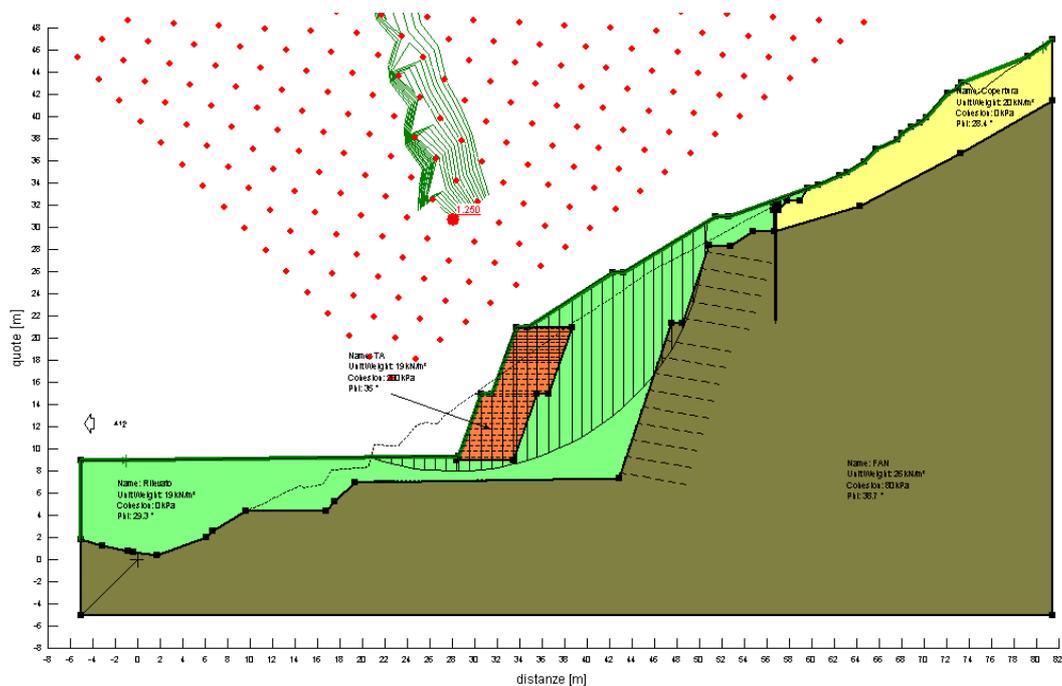


Figura 21: Stabilità globale – Condizioni sismiche A2+M2

9.3.11 Terre Armate TA09

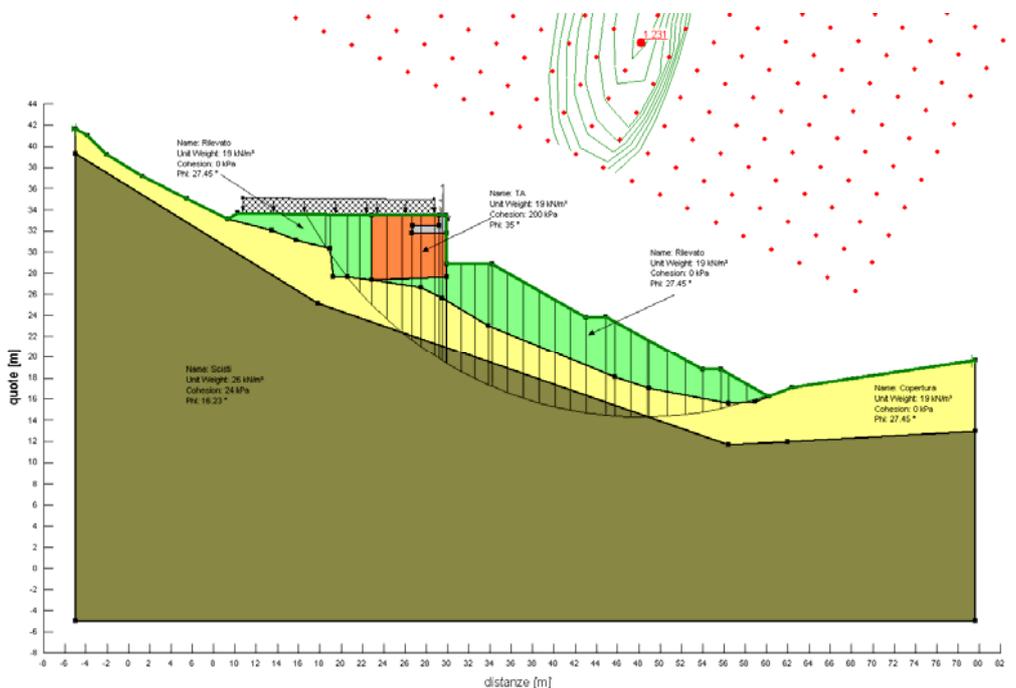


Figura 22: Stabilità globale – Condizioni statiche A2+M2

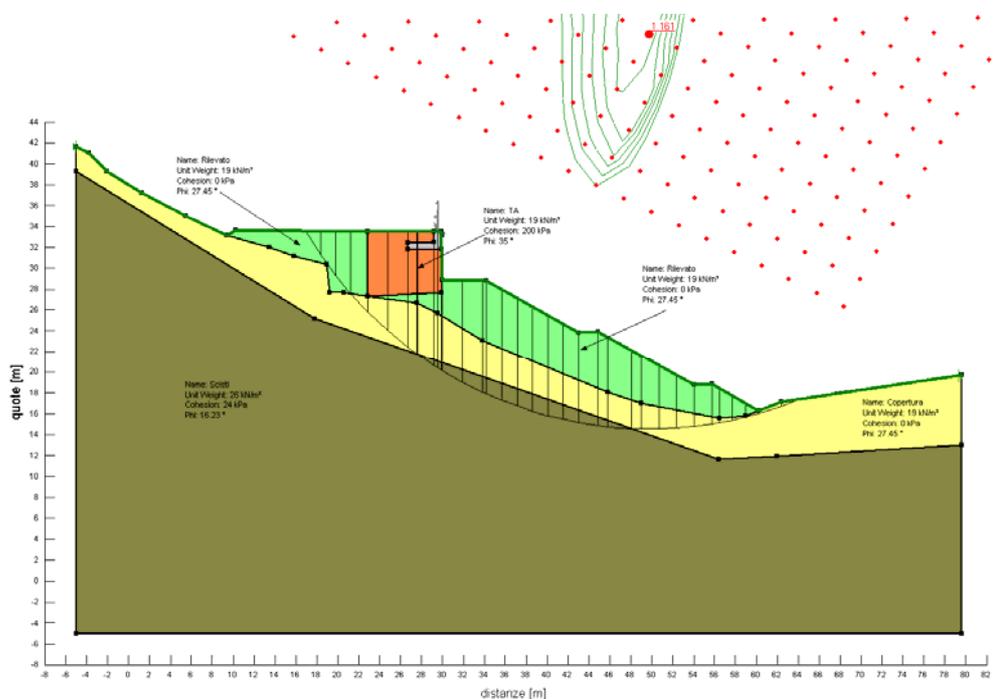


Figura 23: Stabilità globale – Condizioni sismiche A2+M2

### 9.3.12 Terre Rinforzate TA12

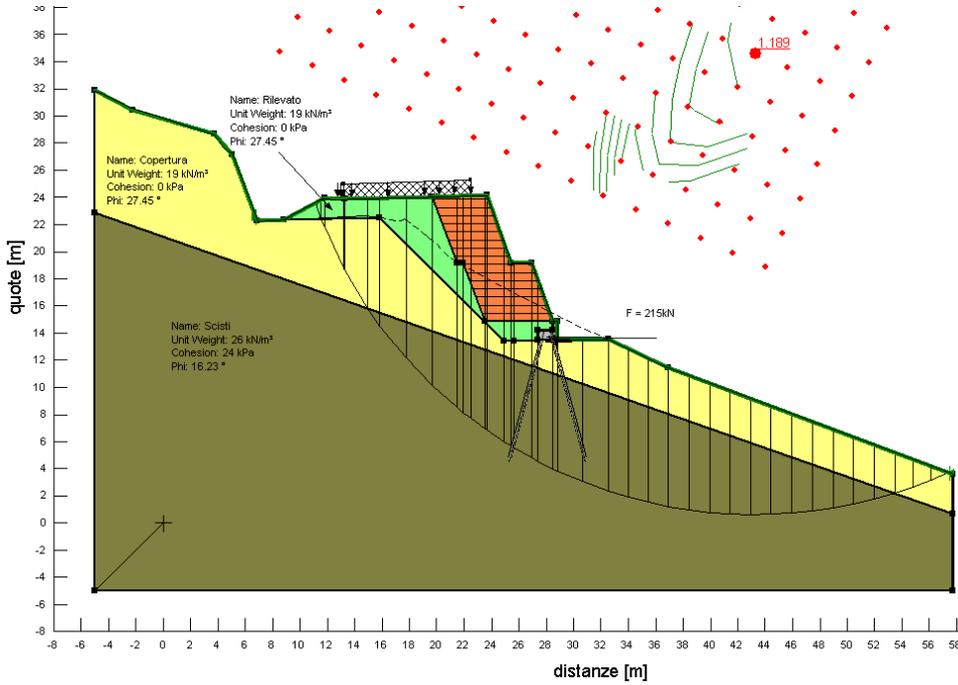


Figura 24: Stabilità globale – Condizioni statiche A2+M2

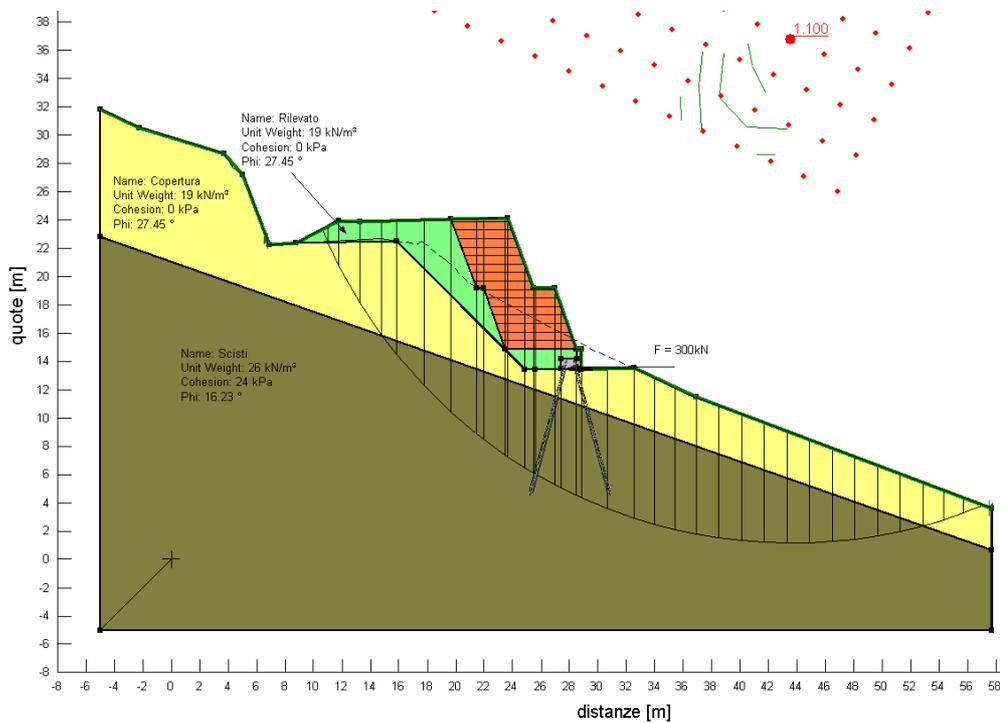


Figura 25: Stabilità globale – Condizioni sismiche A2+M2

## ALLEGATI

## Terre Rinforzate imbocchi Gallerie Caravaggio e Fontanabuona

MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A.Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TR imbocchi - combinazione A statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 20.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**

Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 38.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Poids du massif  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 15.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 16.00  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.64  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 50.00 Ordinata.....= 40.00  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
 Rilevato strutturale.....: SOIL3  
 Terreno di riempimento a tergo.....: SOIL2  
 Terreno di copertura.....: SOIL 1  
 Terreno di fondazione.....: SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza.....[m].....= 5.00  
 Interasse.....[m].....= 0.58  
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Terram - ParaLink - 300M

Lunghezza.....[m].....= 5.00  
 Interasse verticale.....[m].....= 1.16  
 Offset.....[m].....= 0.58

**Blocco : 2**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 5.22  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 46.30 Ordinata.....= 44.64  
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia  
 Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3  
 Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2  
 Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL2  
 Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 4.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.00	30.00						

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

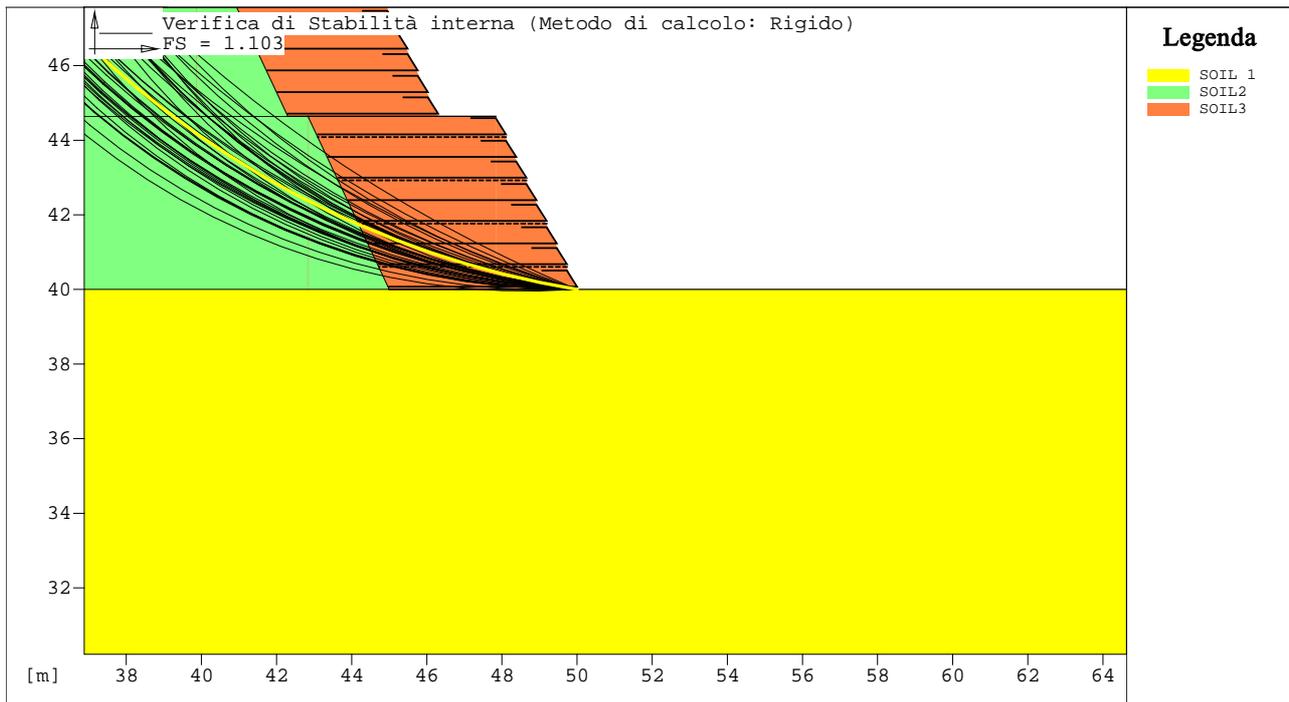
Carico di rottura Nominale\_\_\_\_\_ [kN/m]\_\_\_\_\_ : 50.11  
 Rapporto di Scorrimento plastico\_\_\_\_\_ : 2.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico\_\_\_\_\_ [m³/kN]\_\_\_\_\_ : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale\_\_\_\_\_ [kN/m]\_\_\_\_\_ : 500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)\_\_\_\_\_ : 1.44  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out\_\_\_\_\_ : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)\_\_\_\_\_ : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out\_\_\_\_\_ : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)\_\_\_\_\_ : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)\_\_\_\_\_ : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out\_\_\_\_\_ : 1.00  
 Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo : 0.30  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia\_\_\_\_\_ : 0.90  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia\_\_\_\_\_ : 0.65  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo\_\_\_\_\_ : 0.50  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla\_\_\_\_\_ : 0.30

Terram - ParaLink - 300M

Carico di rottura Nominale\_\_\_\_\_ [kN/m]\_\_\_\_\_ : 300.00  
 Rapporto di Scorrimento plastico\_\_\_\_\_ : 0.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico\_\_\_\_\_ [m³/kN]\_\_\_\_\_ : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale\_\_\_\_\_ [kN/m]\_\_\_\_\_ : 2500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)\_\_\_\_\_ : 1.78  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out\_\_\_\_\_ : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)\_\_\_\_\_ : 1.78  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out\_\_\_\_\_ : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)\_\_\_\_\_ : 1.78

Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.27
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.60
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40

VERIFICHE TRAZIONE



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.103

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
1	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	1.00
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513

Blocco : 1

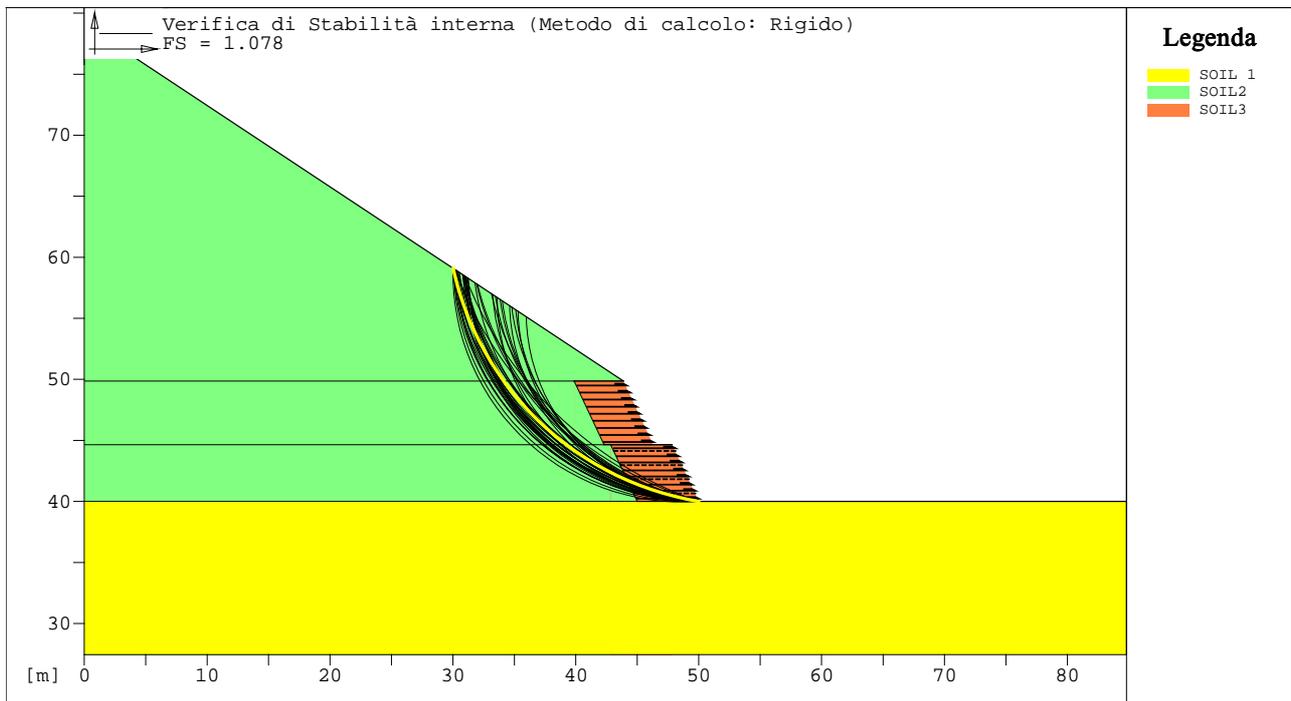
Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.286

Moltiplicatore	Classe
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.078

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza	:	1
Numero totale superfici di prova	:	100
Lunghezza segmenti delle superfici	[m] :	1.00
Angolo limite orario	[°] :	0.00
Angolo limite antiorario	[°] :	0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Blocco : 1

Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.199

Moltiplicatore	Classe
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TR imbocchi- Combinazione B Statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 20.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 19.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 5.00 Altezza = 4.64

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL 1

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza [m] = 5.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65

Terram - ParaLink - 300M

Lunghezza [m] = 5.00

Interasse verticale [m] = 1.16

Offset [m] = 0.58

**Blocco : 2**

Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 5.22

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 46.30 Ordinata = 44.64

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL2

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza [m] = 4.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.00	30.00						

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

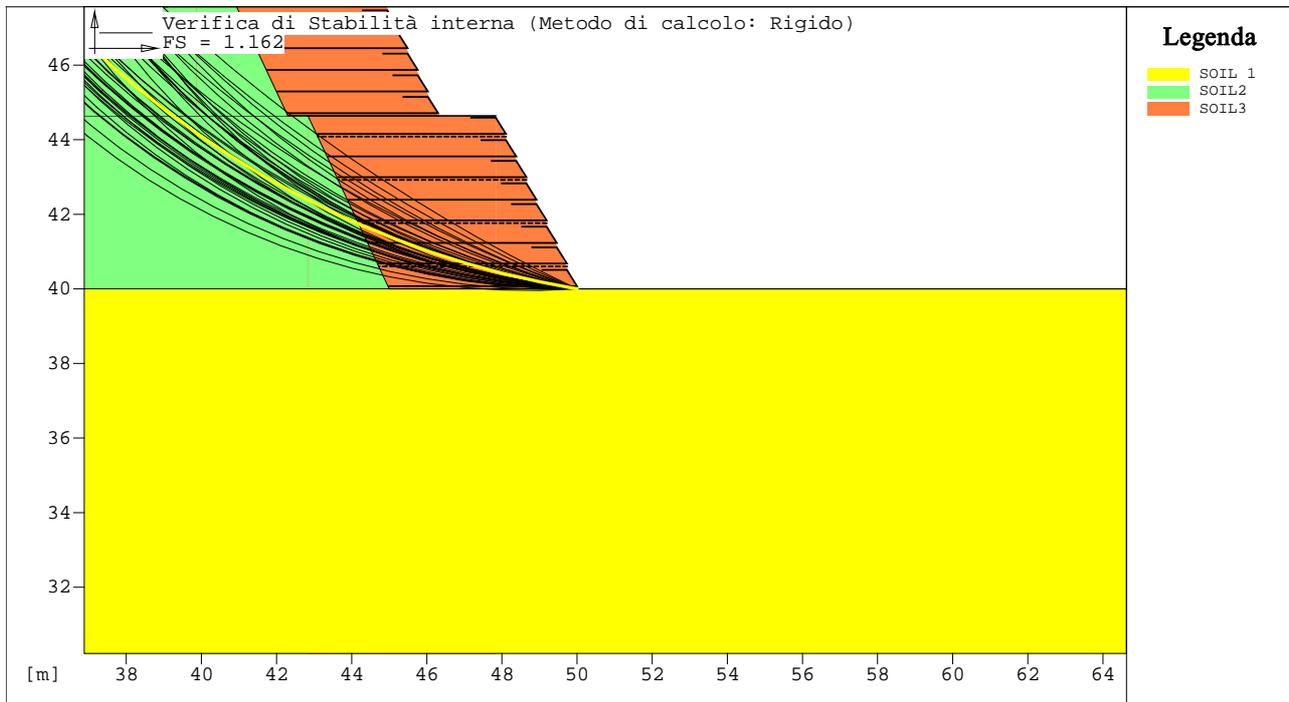
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Carico di rottura Nominale..... [kN/m].....	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m³/kN].....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale..... [kN/m].....	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio..... [m].....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

Terram - ParaLink - 300M

Carico di rottura Nominale..... [kN/m].....	:	300.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m³/kN].....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale..... [kN/m].....	:	2500.00
Lunghezza minima di ancoraggio..... [m].....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....	:	0.27
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.60
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40

**VERIFICHE TRAZIONE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.162

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

**Blocco : 1**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

**Rapporto forza/resistenza nei rinforzi**

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513

Blocco : 1

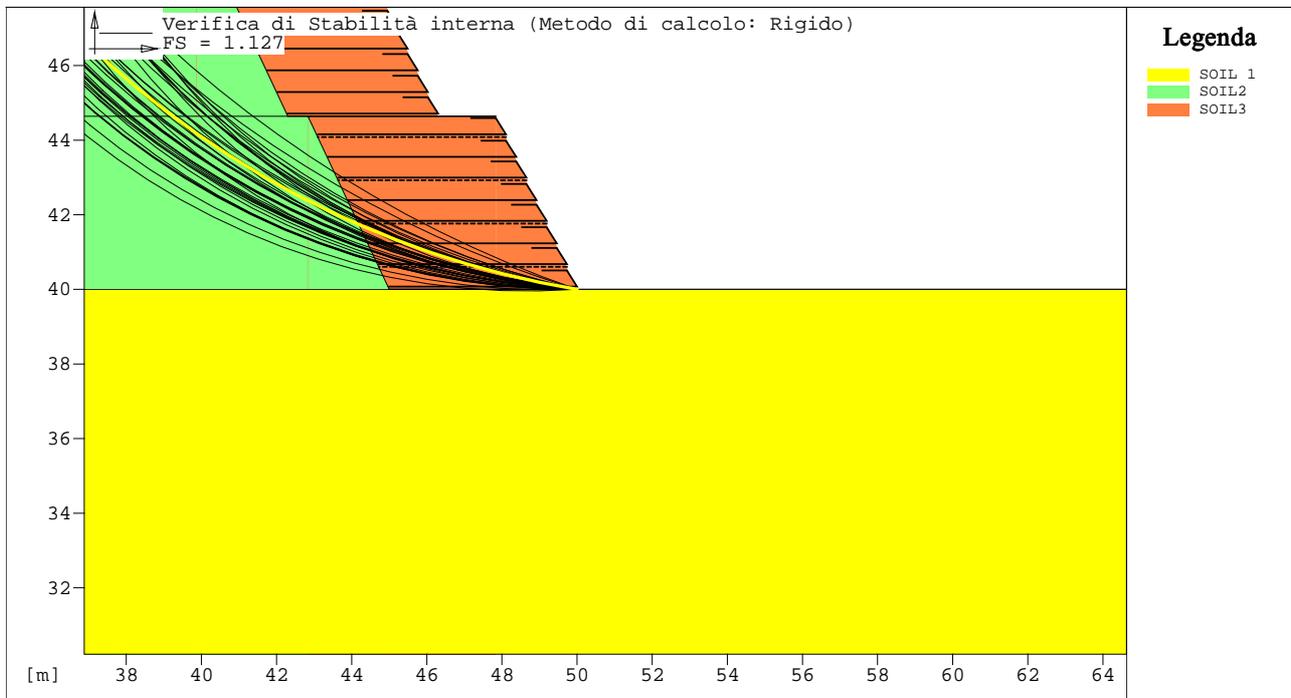
Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.363

Moltiplicatore	Classe
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.127

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Blocco : 1

Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.252

Moltiplicatore	Classe
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TR Imbocchi Combinazione A Sismica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 20.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 15.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 16.00

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 5.00 Altezza = 4.64

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL 1

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza [m] = 5.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65

Terram - ParaLink - 300M

Lunghezza [m] = 5.00

Interasse verticale [m] = 1.16

Offset [m] = 0.58

**Blocco : 2**

Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 5.22

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 46.30 Ordinata = 44.64

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL2

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza [m] = 4.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.00	30.00						

**CARICHI**

**Sisma :**

Classe : Forces dues au séisme

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

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

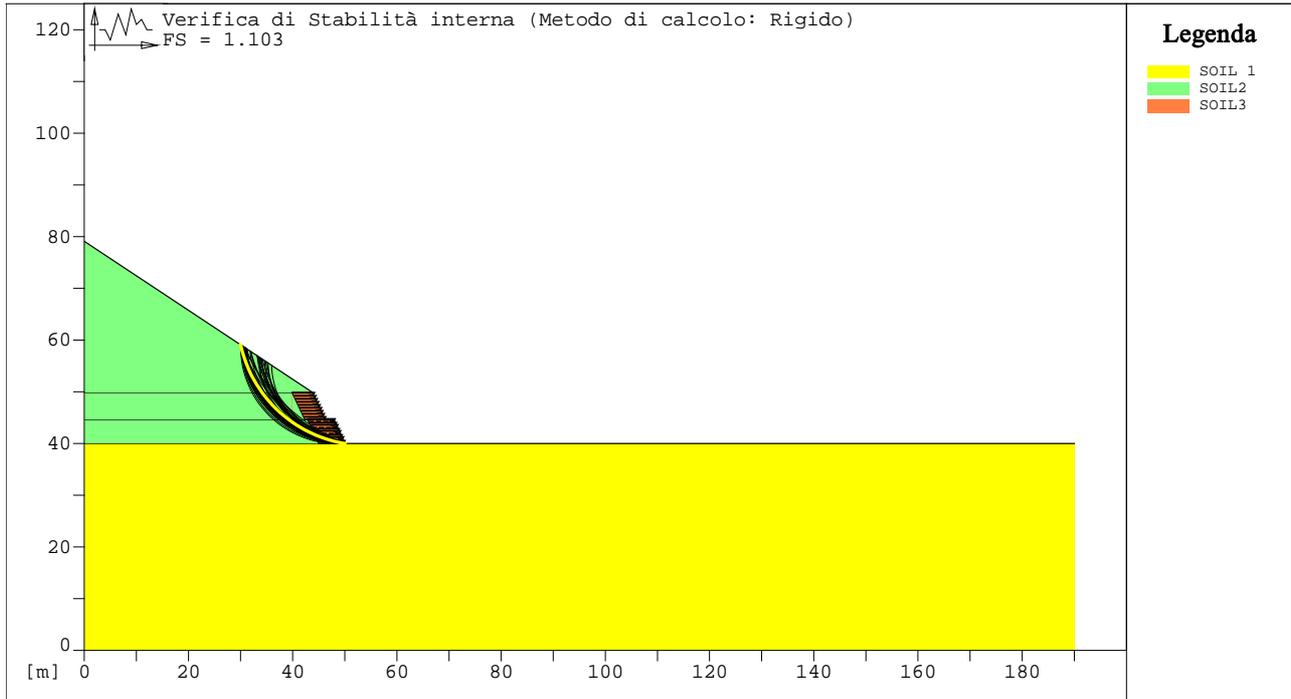
Carico di rottura Nominale	[kN/m]	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico		:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia		:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo		:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla		:	0.30

Terram - ParaLink - 300M

Carico di rottura Nominale	[kN/m]	:	300.00
Rapporto di Scorrimento plastico		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	2500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo : 0.27  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia : 0.80  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia : 0.80  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo : 0.60  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla : 0.40

VERIFICHE TRAZIONE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.103

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza :	1	
Numero totale superfici di prova :	100	
Lunghezza segmenti delle superfici [m] :	1.00	
Angolo limite orario [°] :	0.00	
Angolo limite antiorario [°] :	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513

1.16

0.513

Blocco : 1

Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]

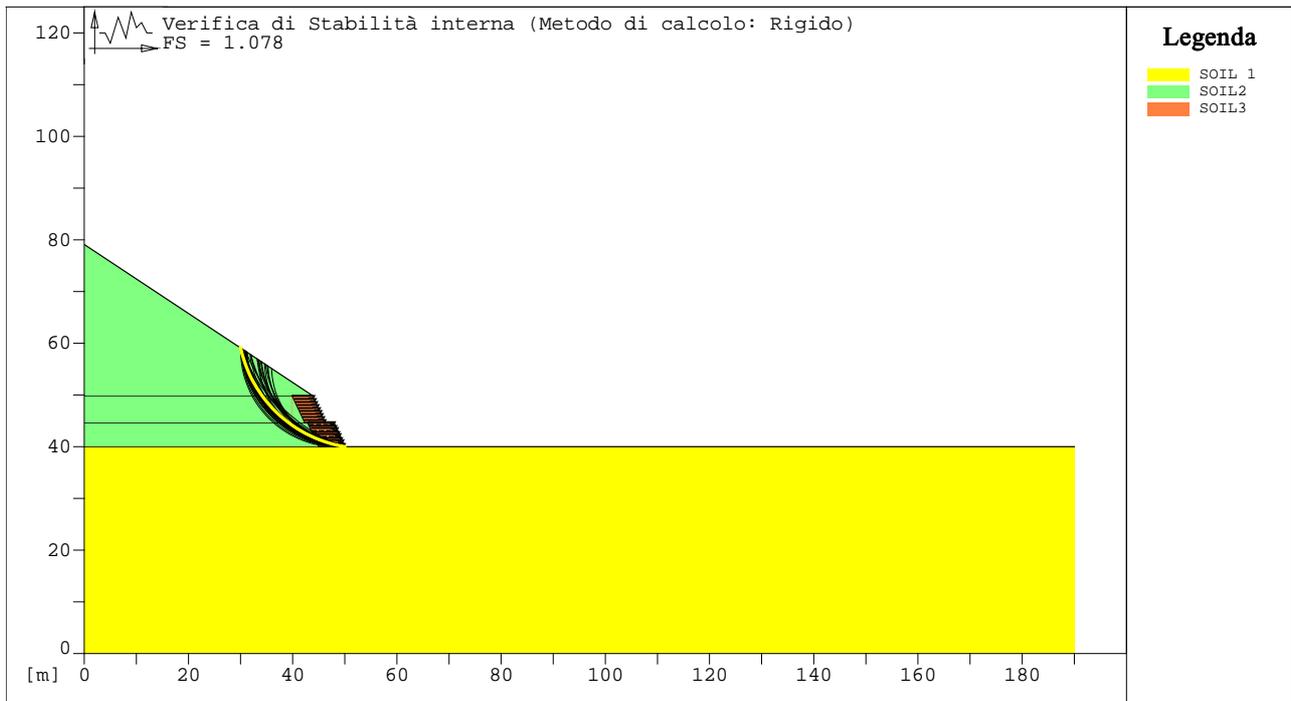
Fmax

0.58

0.286

Moltiplicatore	Classe
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.078

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Blocco : 1

Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.199

Moltiplicatore	Classe
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TR Imbocchi - Combinazione B Sismica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 20.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 19.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 5.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 4.64

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 50.00 Ordinata\_\_\_\_\_ = 40.00

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL 1

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 5.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

Terram - ParaLink - 300M

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 5.00

Interasse verticale\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 1.16

Offset\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

**Blocco : 2**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 4.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 5.22

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 46.30 Ordinata\_\_\_\_\_ = 44.64

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 4.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.00	30.00						

**CARICHI**
**Sisma :**

Classe : Forces dues au séisme

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

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

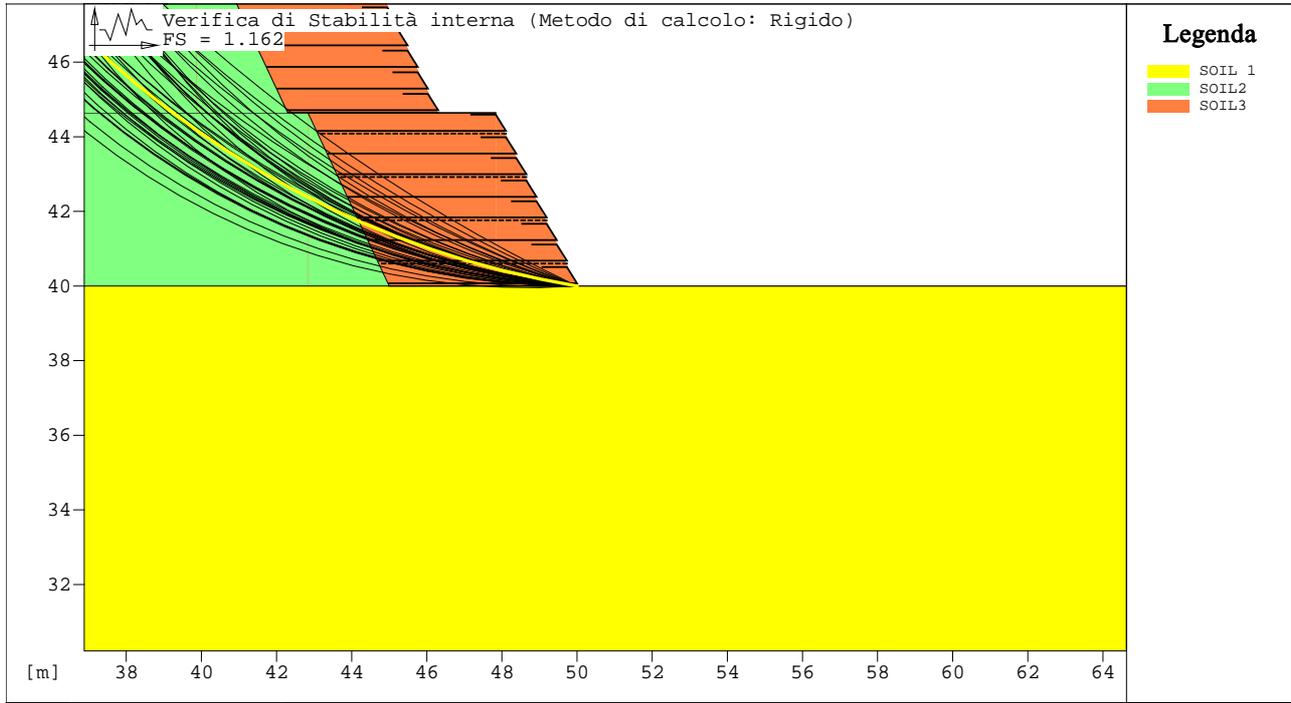
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Carico di rottura Nominale	[kN/m]	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico		:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia		:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo		:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla		:	0.30

Terram - ParaLink - 300M

Carico di rottura Nominale	[kN/m]	:	300.00
Rapporto di Scorrimento plastico		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	2500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		:	1.78
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		:	0.27
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia		:	0.80
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo		:	0.60
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla		:	0.40

VERIFICHE TRAZIONE



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.162

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513

Blocco : 1

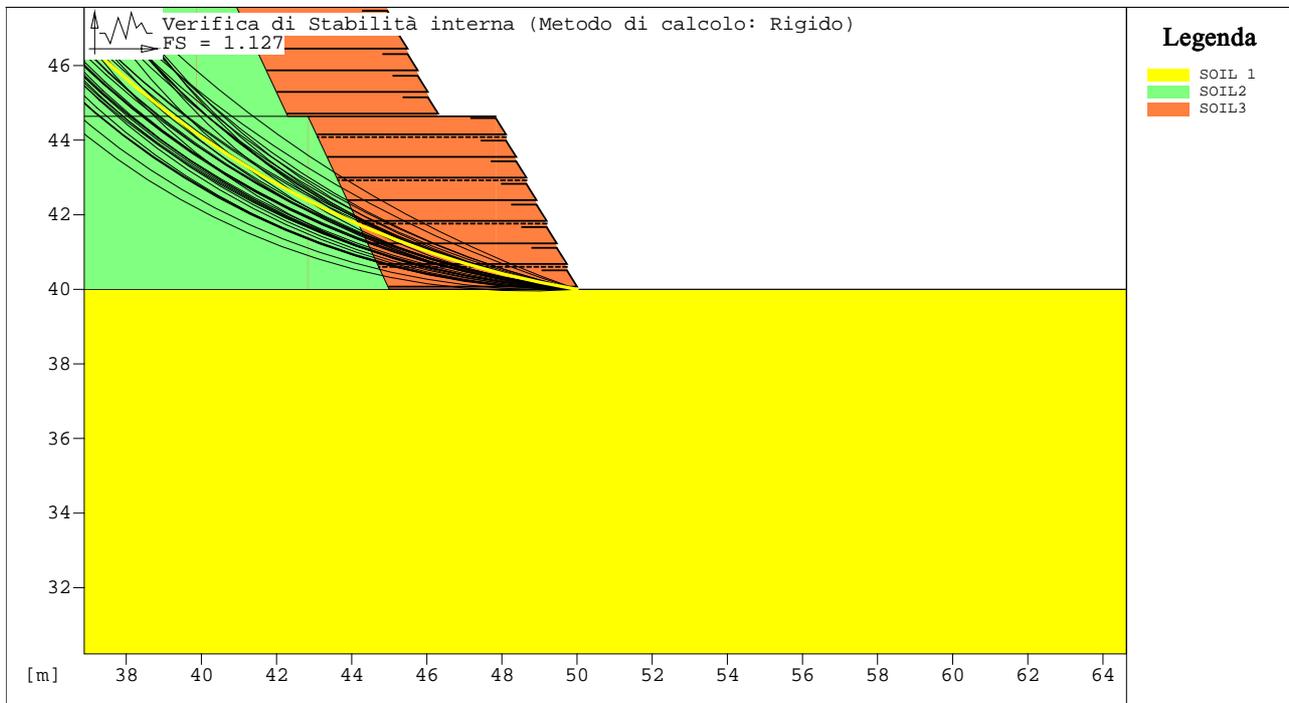
Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.363

Moltiplicatore	Classe
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.127

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
1	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Blocco : 1

Terram - ParaLink - 300M

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.252

Moltiplicatore	Classe
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## Terre Armata TA09

MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A.Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

a

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA09 Combinazione A Statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito.....[°] : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito.....[°] : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>] : 20.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>] : 21.40

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

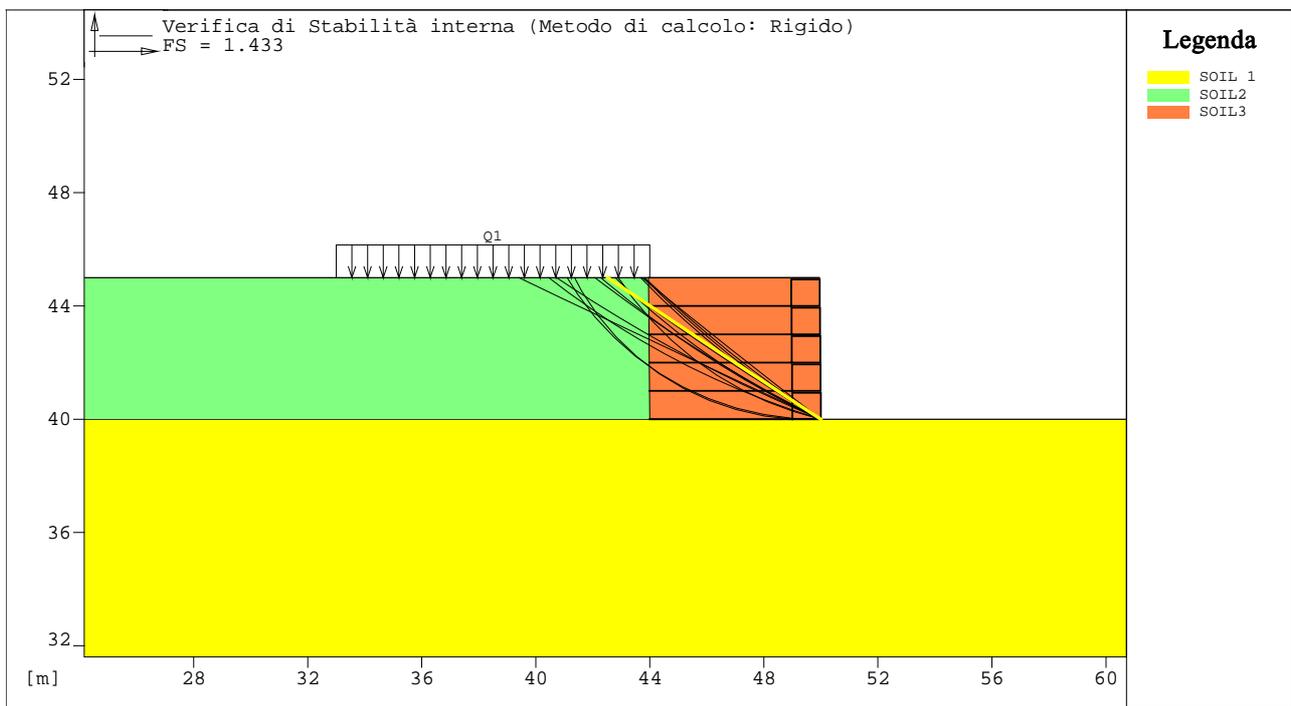
**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito.....[°] : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>] : 15.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>] : 16.00



Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE TRAZIONE



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.433

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 100

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00

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

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

Blocco : 1

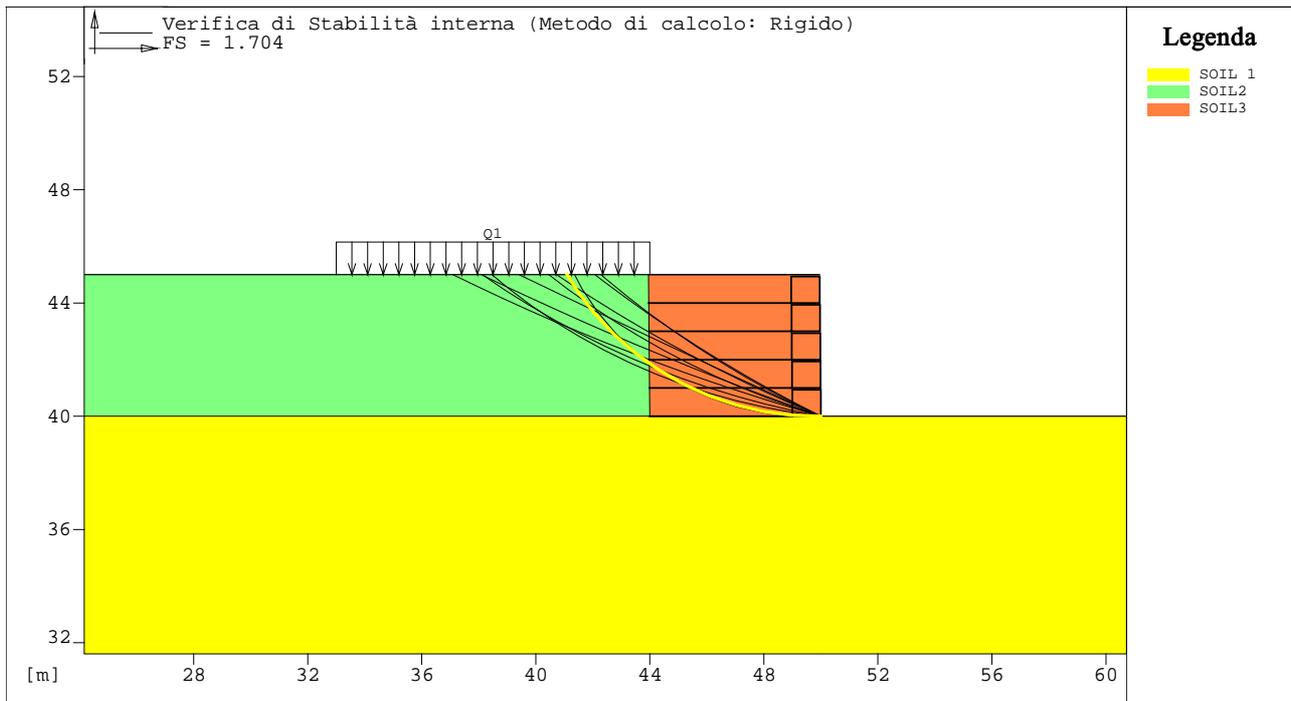
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.461
2.00	0.461
3.00	0.461

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.704

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.693

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

a

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA09 Combinazione B Statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 20.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ : 0.00  
Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_ : 0.00  
Classe di peso\_\_\_\_\_ : Poids du massif  
Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 19.00  
Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_ : 21.40

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

PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 6.00 Altezza = 5.00  
 Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00  
 Inclinazione paramento [°] : 0.00

Terreno riempimento gabbioni : SOIL3  
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia  
 Rilevato strutturale : SOIL3  
 Terreno di riempimento a tergo : SOIL2  
 Terreno di copertura : SOIL 1  
 Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Lunghezza [m] = 6.00

Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

CARICHI

**Pressione : Q1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità [kN/m²] = 22.55 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 33.00 To = 44.00

**Pressione : Q2**

Descrizione :

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità [kN/m²] = 22.60 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 44.00 To = 50.00

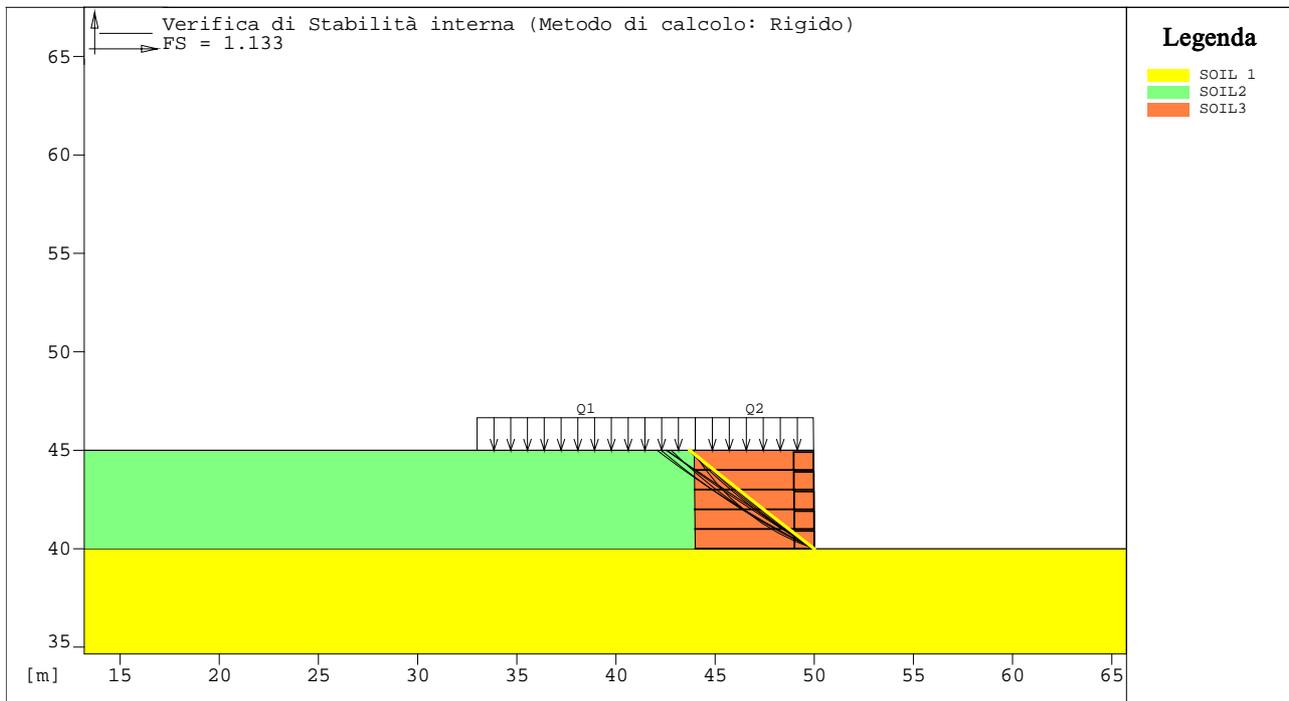
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11  
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE TRAZIONE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.133

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	1.00
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Blocco : 1

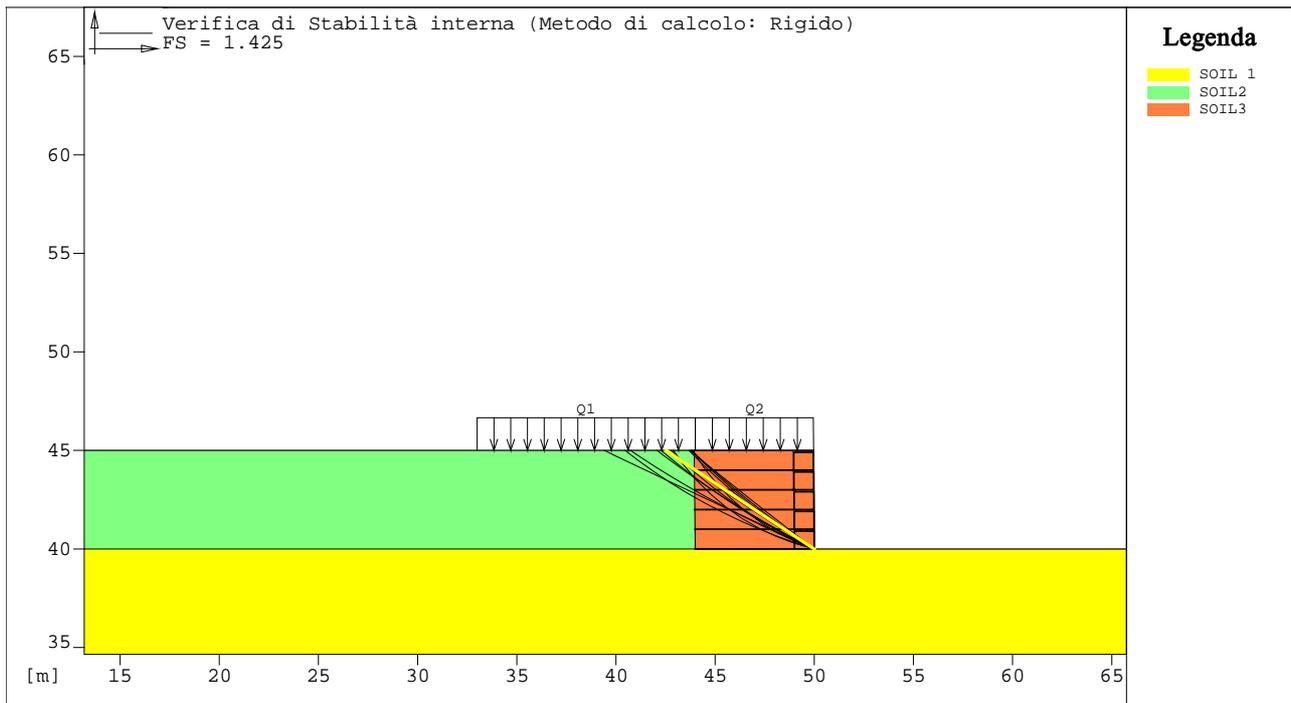
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.461
2.00	0.461
3.00	0.461
4.00	0.461

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.425

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.693
2.00	0.693
3.00	0.693

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

**MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2**

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
 Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA09 Combinazione A Sismica

 Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
 Stabilité interne - Ouvrages courants

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

<b>Terreno : SOIL 1</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]_____	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[ ° ]_____	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	: Poids du massif		
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
<b>Terreno : SOIL2</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]_____	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[ ° ]_____	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	: Poussée due au poids du remblai		
Peso specifico sopra falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]_____	:	20.00
Peso specifico in falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]_____	:	21.40
Modulo elastico_____	[kN/m <sup>2</sup> ]_____	:	0.00
Coefficiente di Poisson_____		:	0.30
<b>Terreno : SOIL3</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]_____	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[ ° ]_____	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	: Poids du massif		
Peso specifico sopra falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]_____	:	15.00
Peso specifico in falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]_____	:	16.00
Modulo elastico_____	[kN/m <sup>2</sup> ]_____	:	0.00
Coefficiente di Poisson_____		:	0.30

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

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 6.00 Altezza = 5.00  
 Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00  
 Inclinazione paramento [°] : 0.00

Terreno riempimento gabbioni : SOIL3  
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia  
 Rilevato strutturale : SOIL3  
 Terreno di riempimento a tergo : SOIL2  
 Terreno di copertura : SOIL 1  
 Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Lunghezza [m] = 6.00

Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

**CARICHI**
**Pressione : Q1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Poussée due à la surcharge

 Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 3.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 33.00 To = 44.00

**Sisma :**

Classe : Forces dues au séisme

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

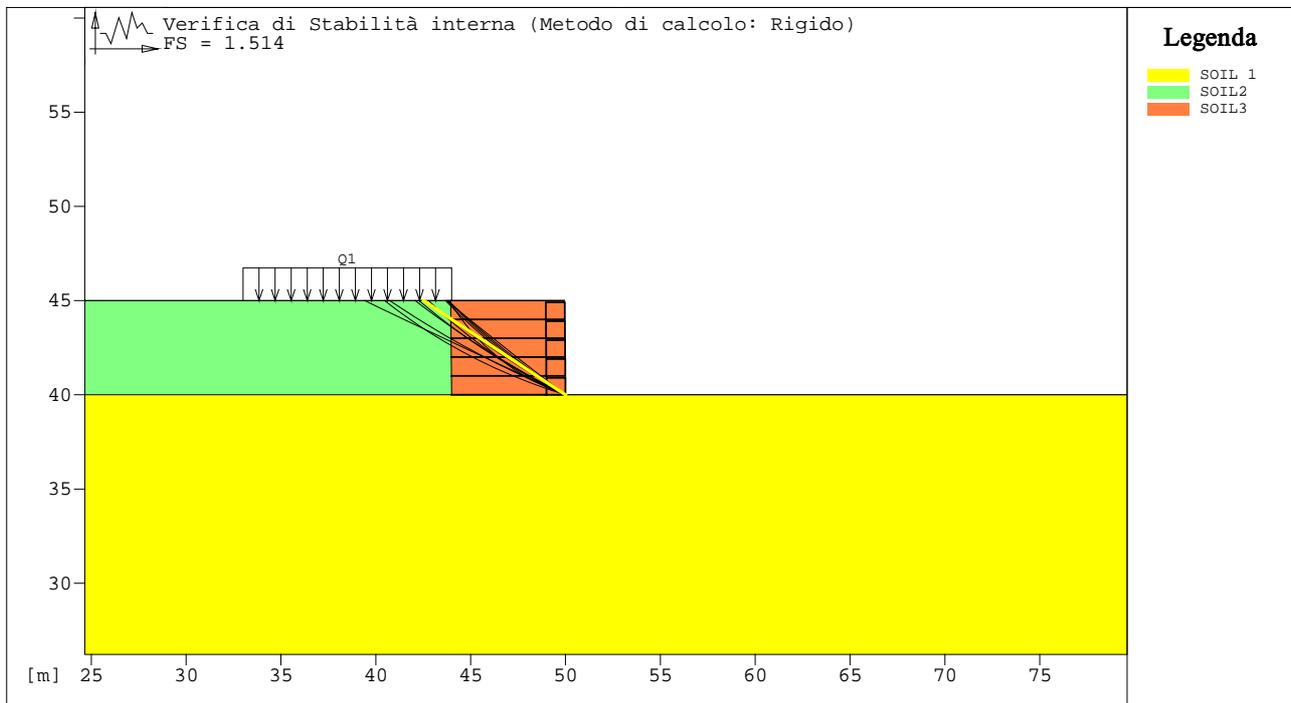
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11  
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE TRAZIONE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.514

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

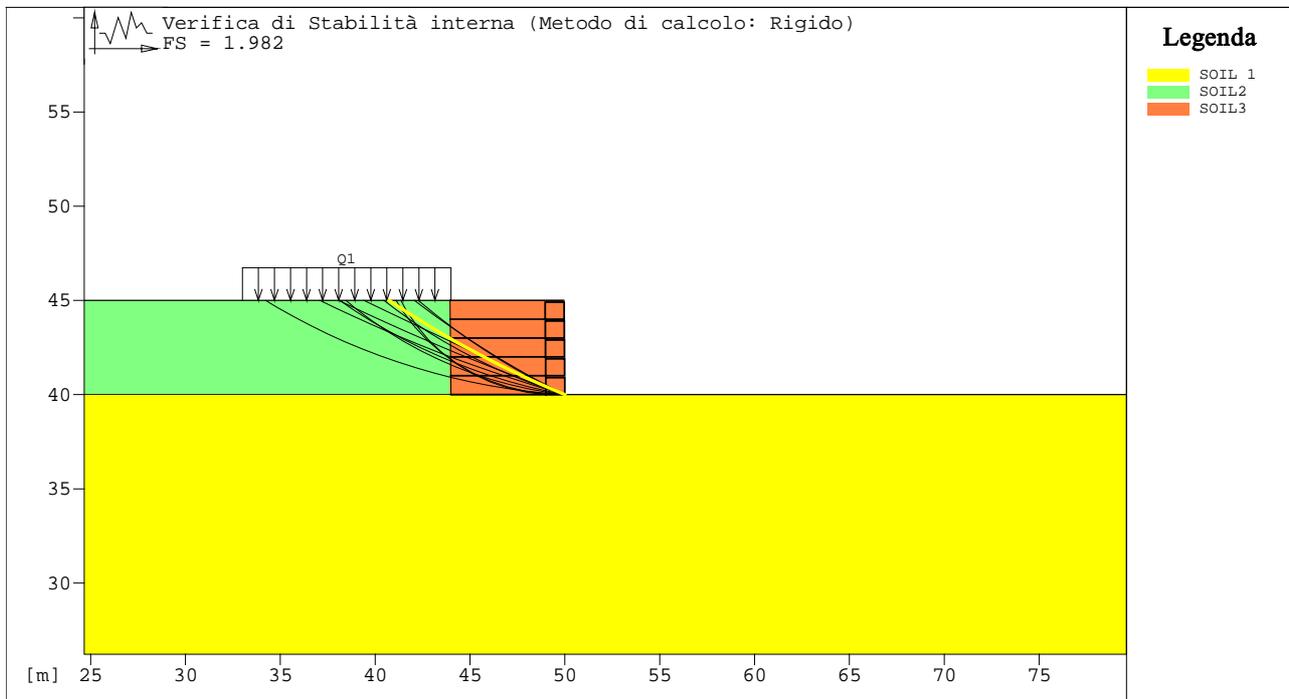
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.461
2.00	0.461
3.00	0.461

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**  
 Combinazione di carico : B - Adhérence  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.982

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
Numero totale superfici di prova.....: 100  
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.693
2.00	0.693

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA09 Combinazione B Sismica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 21.40

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 6.00 Altezza = 5.00

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00

Inclinazione paramento [°] : 0.00

Terreno riempimento gabbioni : SOIL3

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL 1

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Lunghezza [m] = 6.00

Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

## CARICHI

**Pressione : Q1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 3.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 33.00 To = 44.00

**Pressione : Q2**

Descrizione :

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 3.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 44.00 To = 50.00

**Sisma :**

Classe : Forces dues au séisme

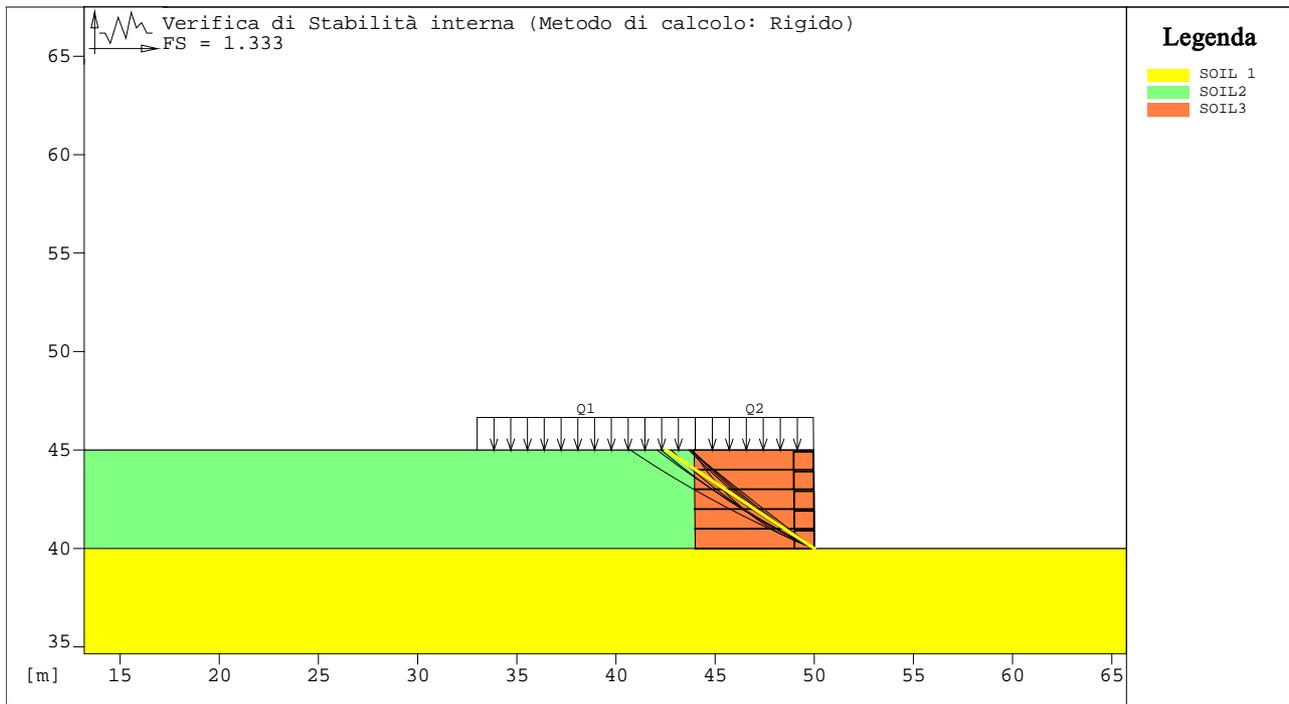
Accelerazione [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 0.39 Verticale = 0.20

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Carico di rottura Nominale..... [kN/m] .....	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m <sup>3</sup> /kN] .....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale..... [kN/m] .....	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio..... [m] .....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE TRAZIONE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.333

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 100

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00

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

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

Blocco : 1

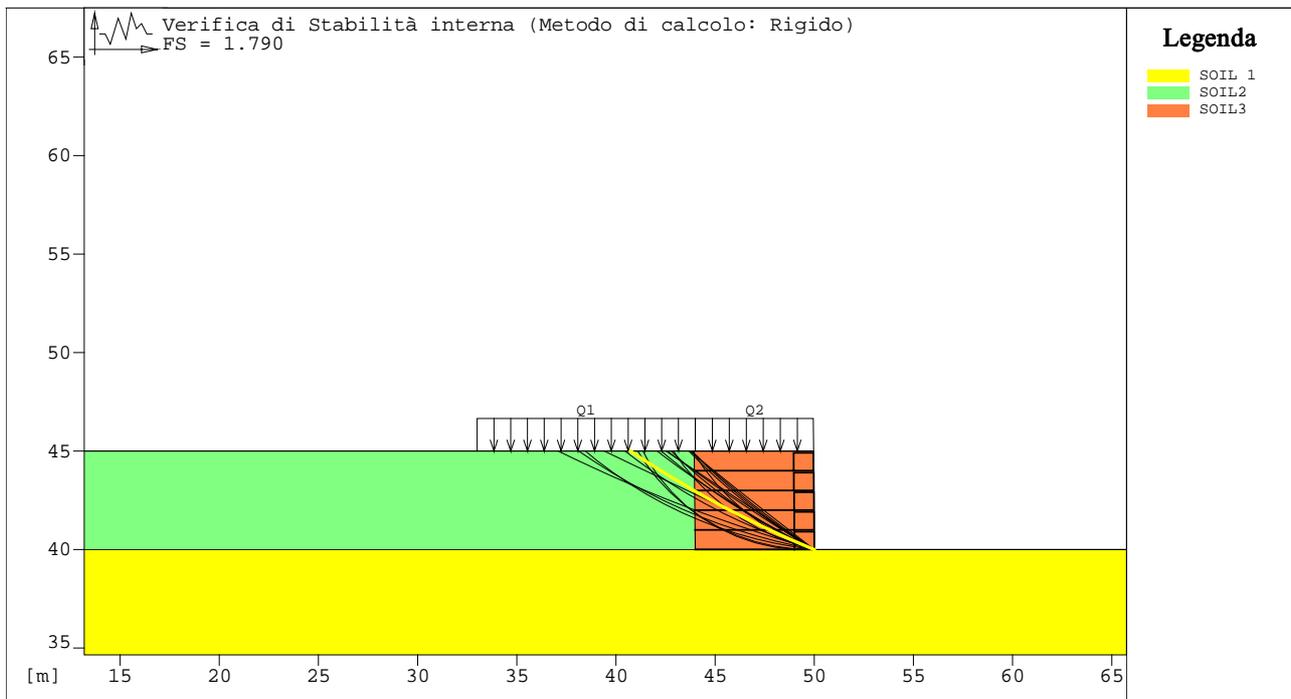
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.461
2.00	0.461
3.00	0.461

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.790

## Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.00

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.693
2.00	0.693

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## Terre Rinforzata TA12

MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A.Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA12 Combinazione A Statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : SOIL 1</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[°]	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	Poids du massif		
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
<b>Terreno : SOIL2</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[°]	:	38.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	Poussée due au poids du remblai		
Peso specifico sopra falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.00
Peso specifico in falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.40
Modulo elastico_____	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Coefficiente di Poisson_____		:	0.30
<b>Terreno : SOIL3</b>	Descrizione :		
Coesione_____	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Angolo d'attrito_____	[°]	:	38.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)_____		:	0.00
Classe di peso_____	Poids du massif		
Peso specifico sopra falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.00
Peso specifico in falda_____	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.00

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

## Strato : 1

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

## Blocco : 1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.64  
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 50.00 Ordinata.....= 40.00  
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
Rilevato strutturale.....: SOIL3  
Terreno di riempimento a tergo.....: SOIL2  
Terreno di copertura.....: SOIL 1  
Terreno di fondazione.....: SOIL 1

## Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza.....[m].....= 5.00  
Interasse.....[m].....= 0.58  
Risolto.....[m].....= 0.65

## Blocco : 2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 5.22  
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 46.30 Ordinata.....= 44.64  
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
Rilevato strutturale.....: SOIL3  
Terreno di riempimento a tergo.....: SOIL2  
Terreno di copertura.....: SOIL 1  
Terreno di fondazione.....: SOIL 1

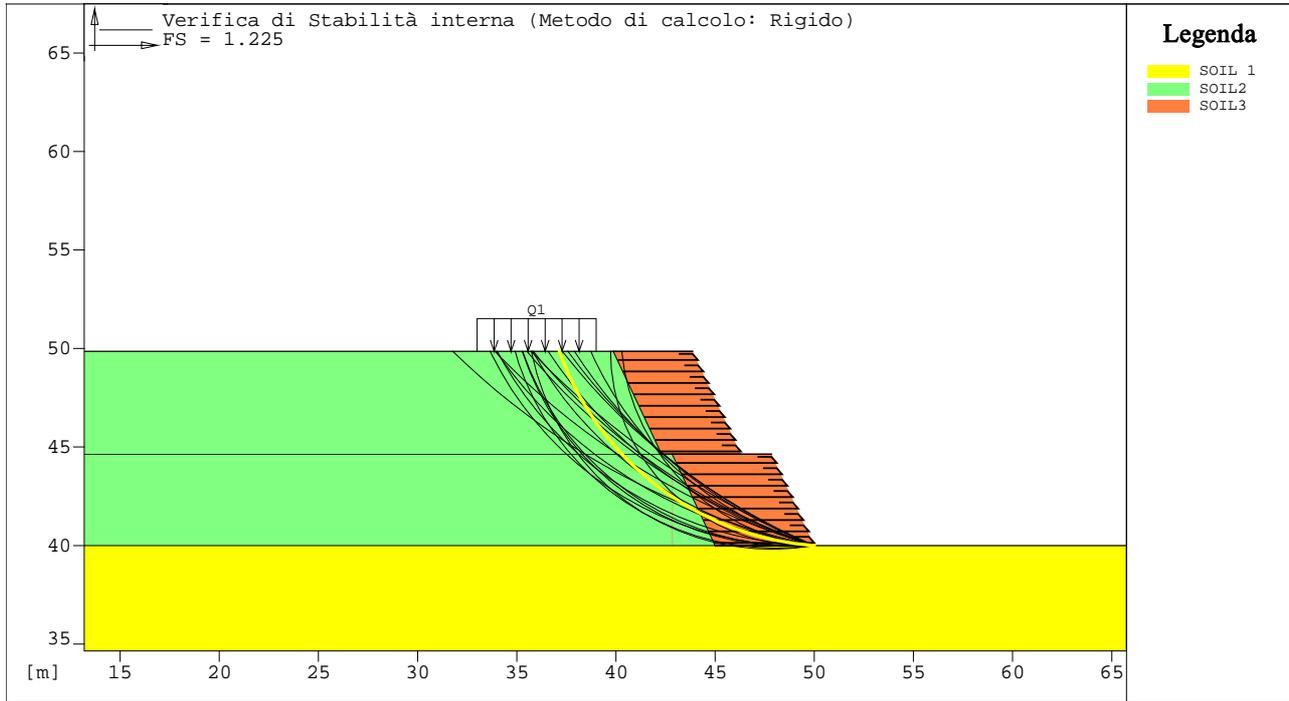
## Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza.....[m].....= 4.00  
Interasse.....[m].....= 0.58  
Risolto.....[m].....= 0.65



VERIFICHE TRAZIONE



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.225

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

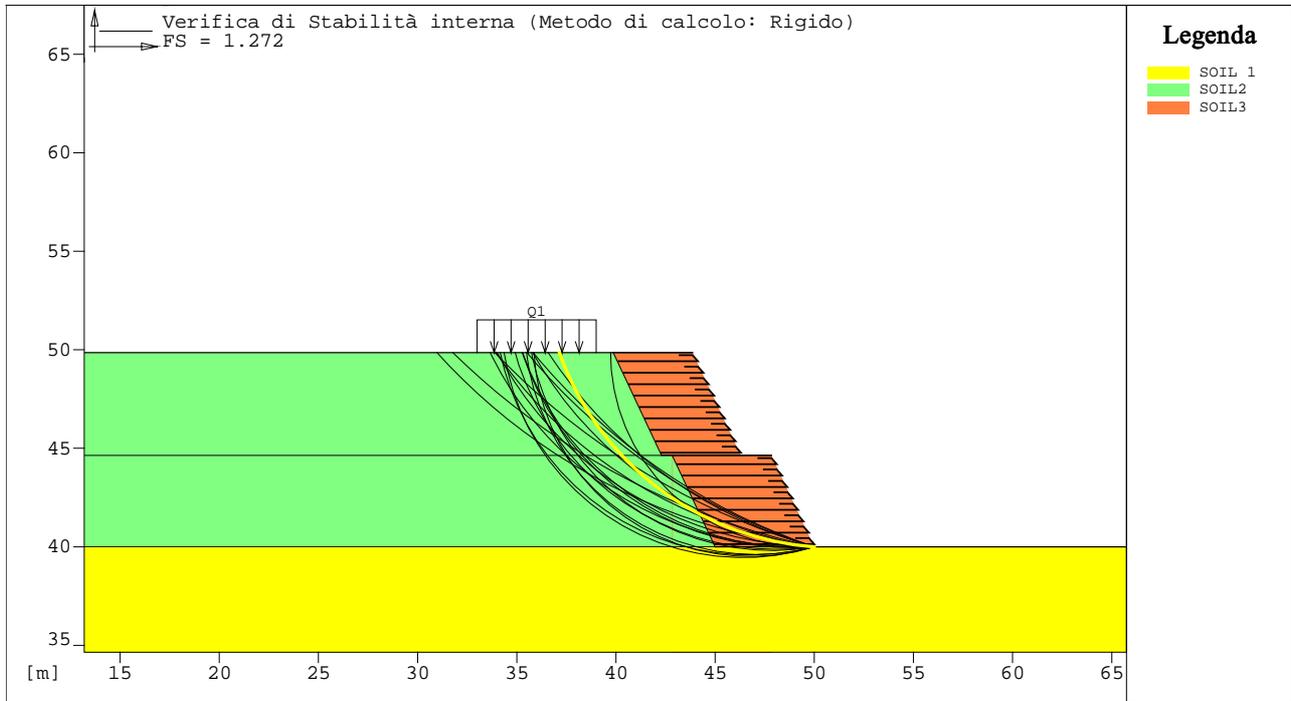
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit

1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

VERIFICHE ADERENZA



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.272

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA12 Combinazione B Statica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 20.00  
Peso specifico in falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
Peso specifico sopra falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 20.00  
Peso specifico in falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 21.40

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato : 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 5.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 4.64

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 50.00 Ordinata\_\_\_\_\_ = 40.00

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL 1

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 5.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

**Blocco : 2**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 4.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 5.22

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 46.30 Ordinata\_\_\_\_\_ = 44.64

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL 1

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 4.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

## CARICHI

**Pressione : Q1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ = 22.55 Inclinazione\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ = 0.00

Ascissa\_\_\_\_\_ [m] : Da = 33.00 To = 39.00

**Pressione : Q2**

Descrizione : sovr

Classe : Surcharge sur le massif

Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 22.55      Inclinazione [°] = 0.00

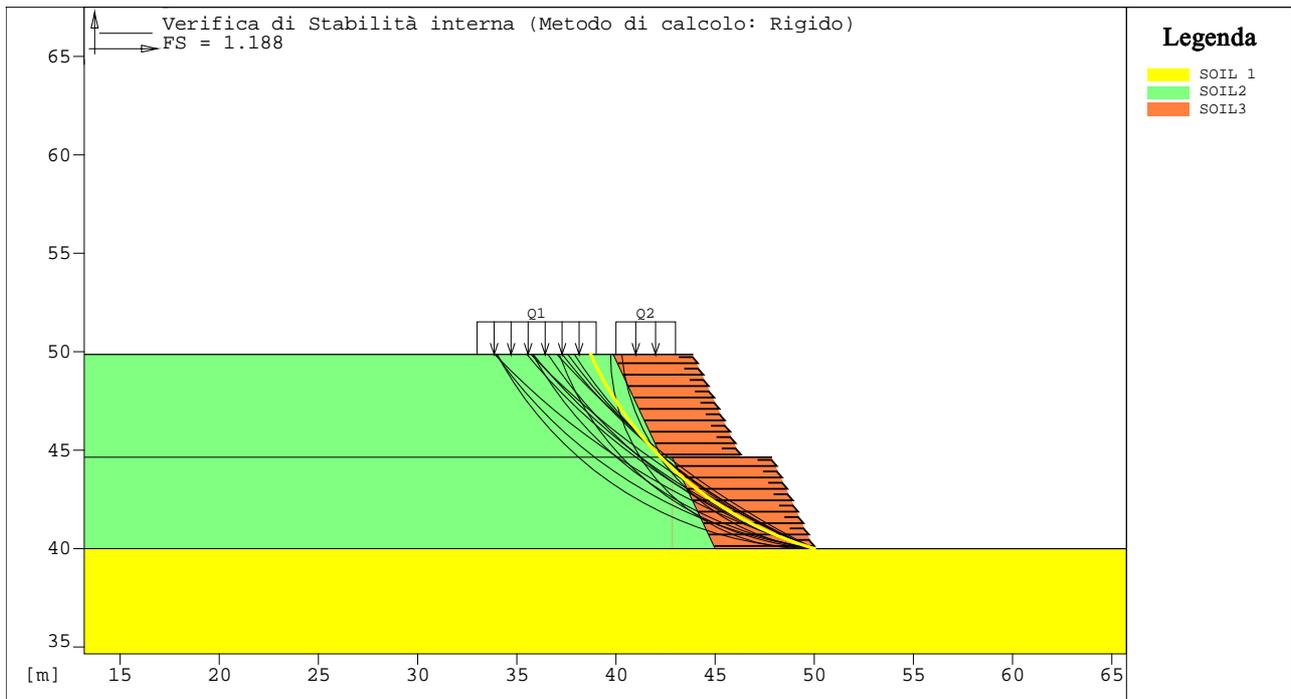
Ascissa [m] : Da = 40.00 To = 43.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Carico di rottura Nominale [kN/m]	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

**VERIFICHE TRAZIONE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.188

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00	

Blocco : 1

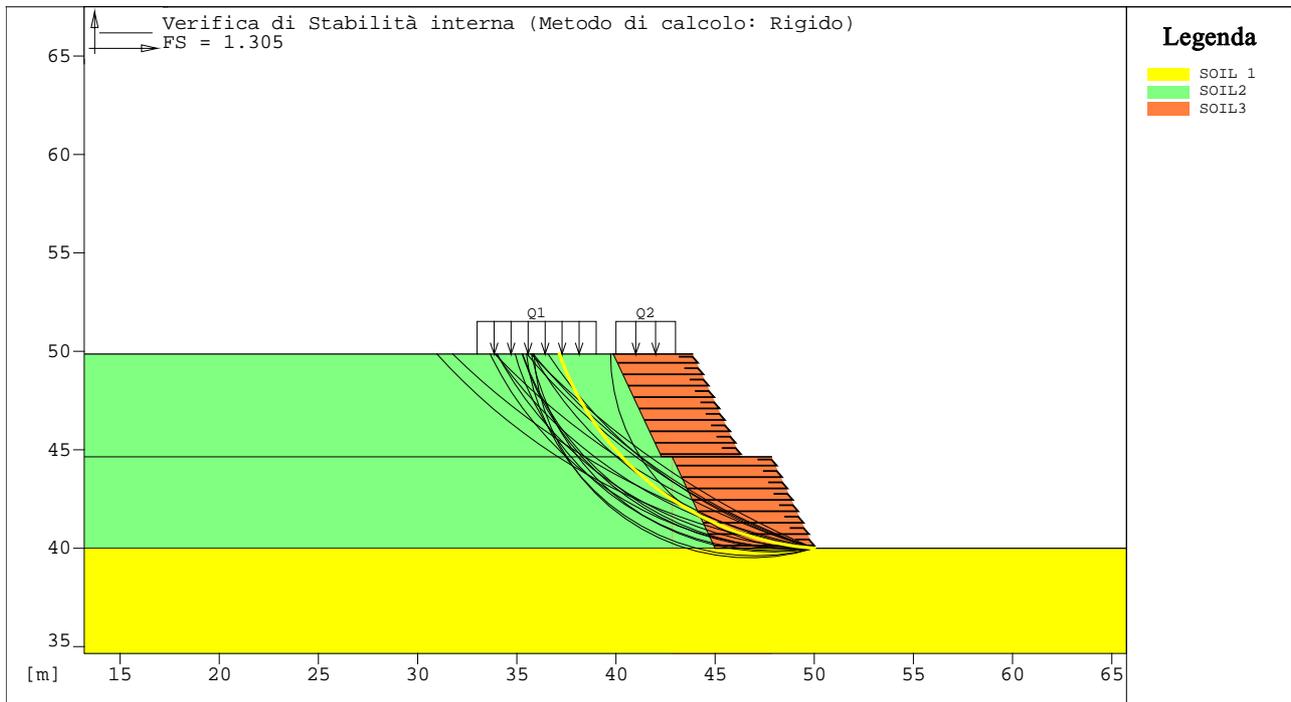
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513
1.74	0.513
2.32	0.513
2.90	0.513

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.33	Surcharge sur le massif
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

VERIFICHE ADERENZA



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.305

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 100  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
0.00	Surcharge sur le massif
1.20	Interaction sol-lit

1.00	Resistance à traction du renfort
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA12 Combinazione A Sismica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220 Stabilité  
interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso..... : Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso..... : Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 20.00  
Peso specifico in falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Angolo d'attrito..... [°] : 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00  
Classe di peso..... : Poids du massif  
Peso specifico sopra falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 15.00  
Peso specifico in falda..... [kN/m<sup>3</sup>] : 16.00

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 5.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 4.64

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 50.00 Ordinata\_\_\_\_\_ = 40.00

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL 1

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 5.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

**Blocco : 2**

Dati principali\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Larghezza\_\_\_\_\_ = 4.00 Altezza\_\_\_\_\_ = 5.22

Coordinate Origine\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ : Ascissa\_\_\_\_\_ = 46.30 Ordinata\_\_\_\_\_ = 44.64

Inclinazione paramento\_\_ [°]\_\_\_\_\_ : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo\_\_\_\_\_ : Sabbia

Rilevato strutturale\_\_\_\_\_ : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo\_\_\_\_\_ : SOIL2

Terreno di copertura\_\_\_\_\_ : SOIL 1

Terreno di fondazione\_\_\_\_\_ : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 4.00

Interasse\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.58

Risolto\_\_\_\_\_ [m]\_\_\_\_\_ = 0.65

## CARICHI

**Pressione : Q1**

Descrizione : carico stradale

Classe : Poussée due à la surcharge

Intensità\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_ = 3.00 Inclinazione\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_ = 0.00

Ascissa\_\_\_\_\_ [m] : Da = 33.00 To = 39.00

**Sisma :**

Classe : Forces dues au séisme

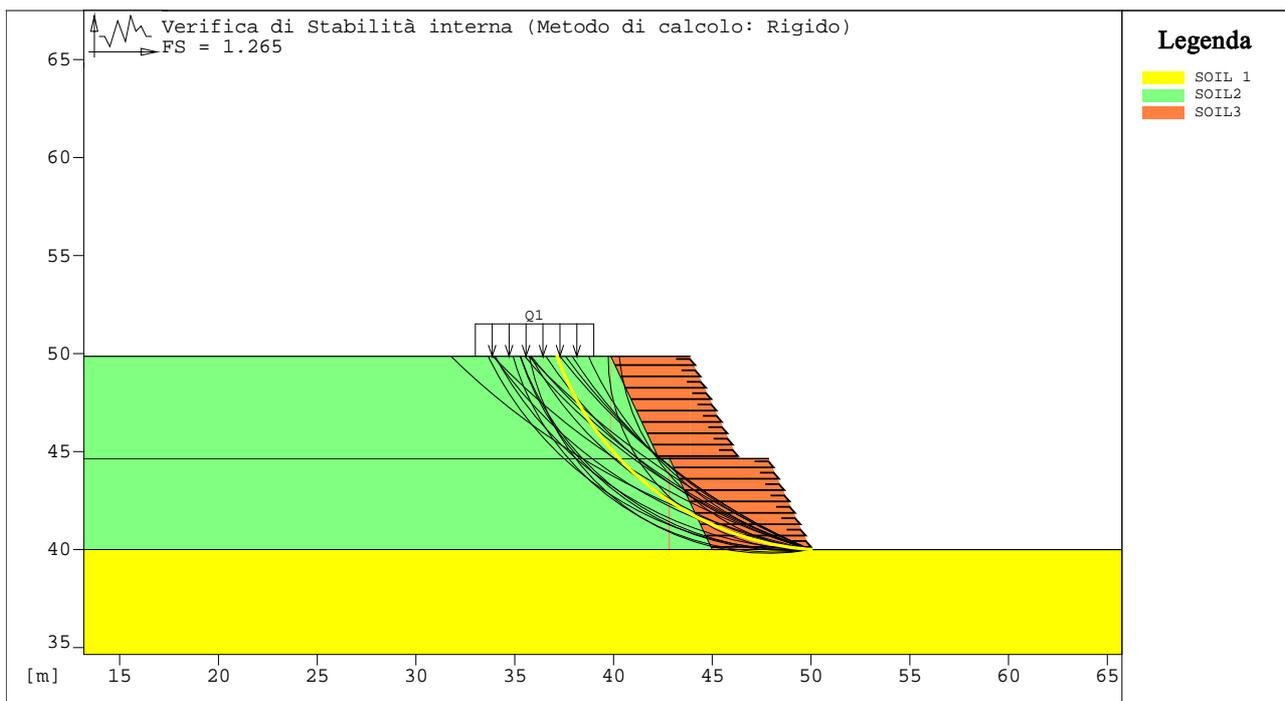
Accelerazione [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 0.39 Verticale = 0.20

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Carico di rottura Nominale	[kN/m]	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico		:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m <sup>3</sup> /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia		:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo		:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla		:	0.30

**VERIFICHE TRAZIONE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.265

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
1	30.00	44.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 100

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00

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

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

Blocco : 1

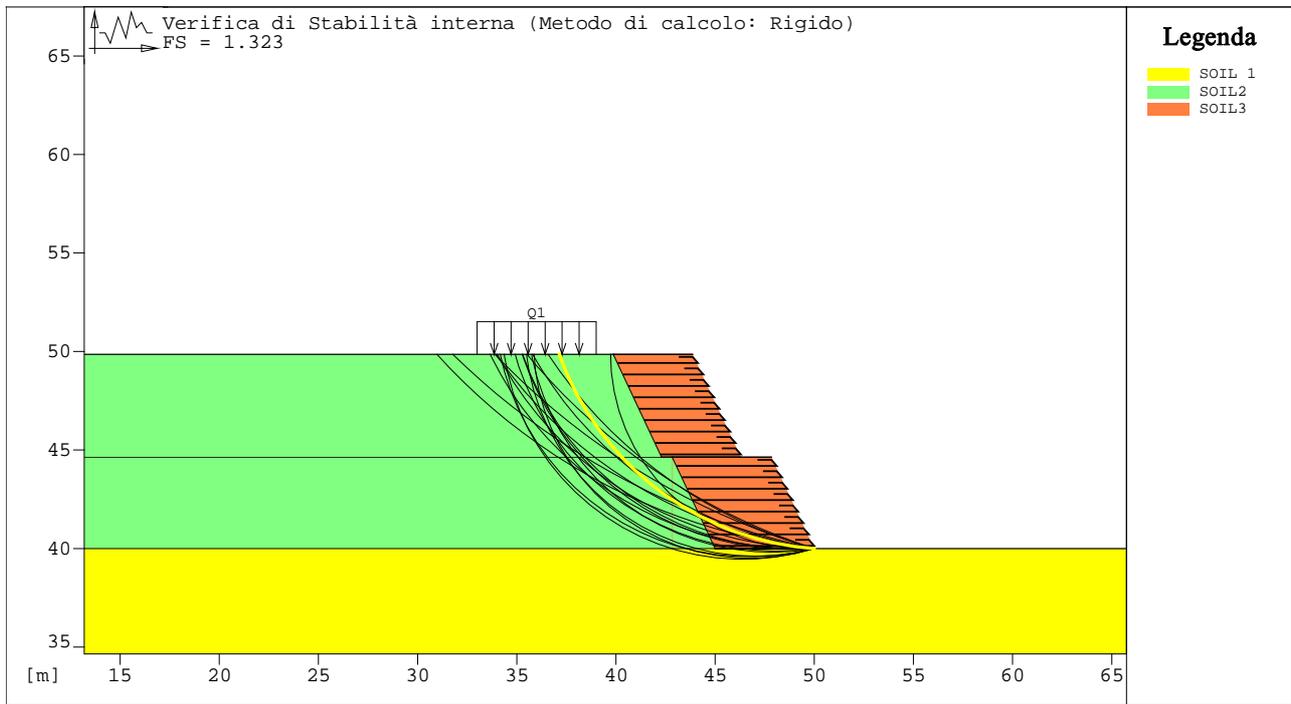
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

VERIFICHE ADERENZA



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.323

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.20	Interaction sol-lit

1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif

## MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes  
Officine Maccaferri S.p.A. Via Agresti 6, 40123 Bologna  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Progetto\_\_\_: Val Fontanabuona

Sezione\_\_\_\_: TA12 Combinazione B Sismica

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme Francaise NF P 94-220  
Stabilité interne - Ouvrages courants

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : SOIL 1**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
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

**Terreno : SOIL2**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poussée due au poids du remblai  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 21.40

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

**Terreno : SOIL3**                      Descrizione :

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Angolo d'attrito.....[°].....: 38.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Poids du massif  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 21.40

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

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato : 1**

Descrizione:

Terreno : SOIL 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	40.00	190.00	40.00				

**Blocco : 1**

Dati principali [m] : Larghezza = 5.00 Altezza = 4.64

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 50.00 Ordinata = 40.00

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL 1

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Lunghezza [m] = 5.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65

**Blocco : 2**

Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 5.22

Coordinate Origine [m] : Ascissa = 46.30 Ordinata = 44.64

Inclinazione paramento [°] : 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia

Rilevato strutturale : SOIL3

Terreno di riempimento a tergo : SOIL2

Terreno di copertura : SOIL 1

Terreno di fondazione : SOIL 1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

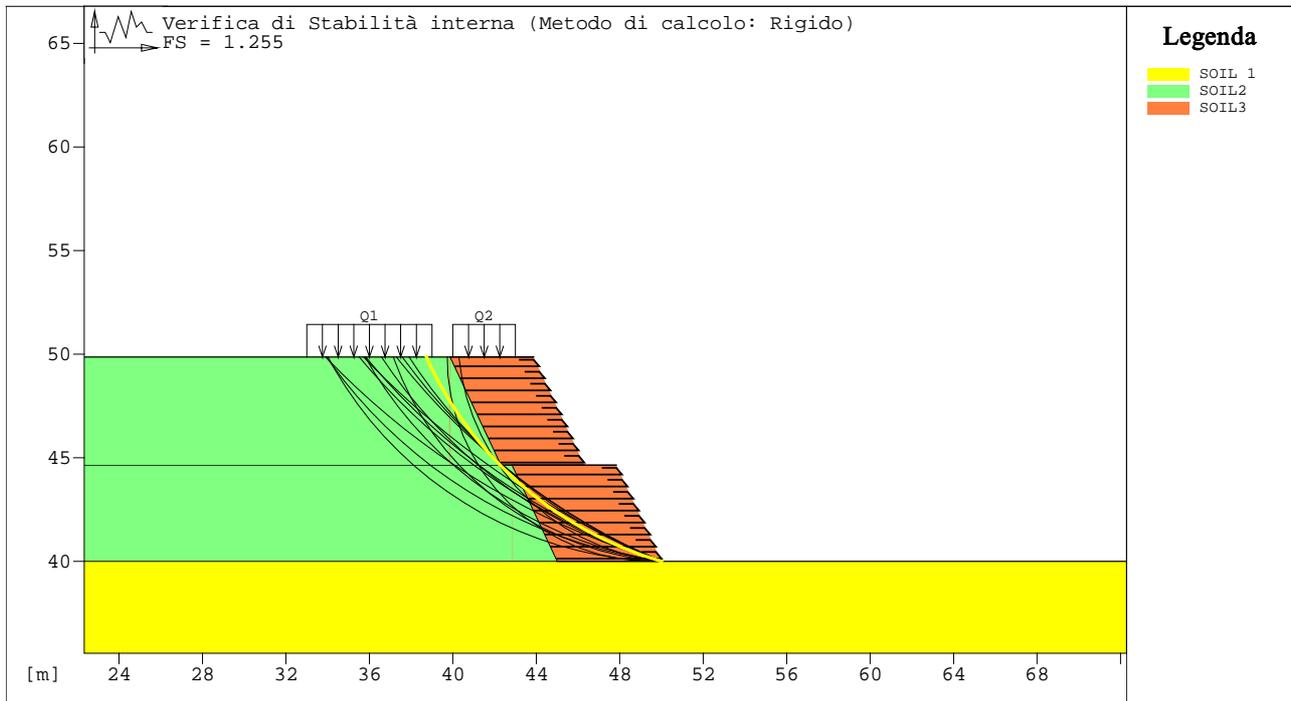
Lunghezza [m] = 4.00

Interasse [m] = 0.58

Risolto [m] = 0.65



VERIFICHE TRAZIONE



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A - Traction

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.255

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza	1	
Numero totale superfici di prova	100	
Lunghezza segmenti delle superfici [m]	1.00	
Angolo limite orario [°]	0.00	
Angolo limite antiorario [°]	0.00	

Blocco : 1

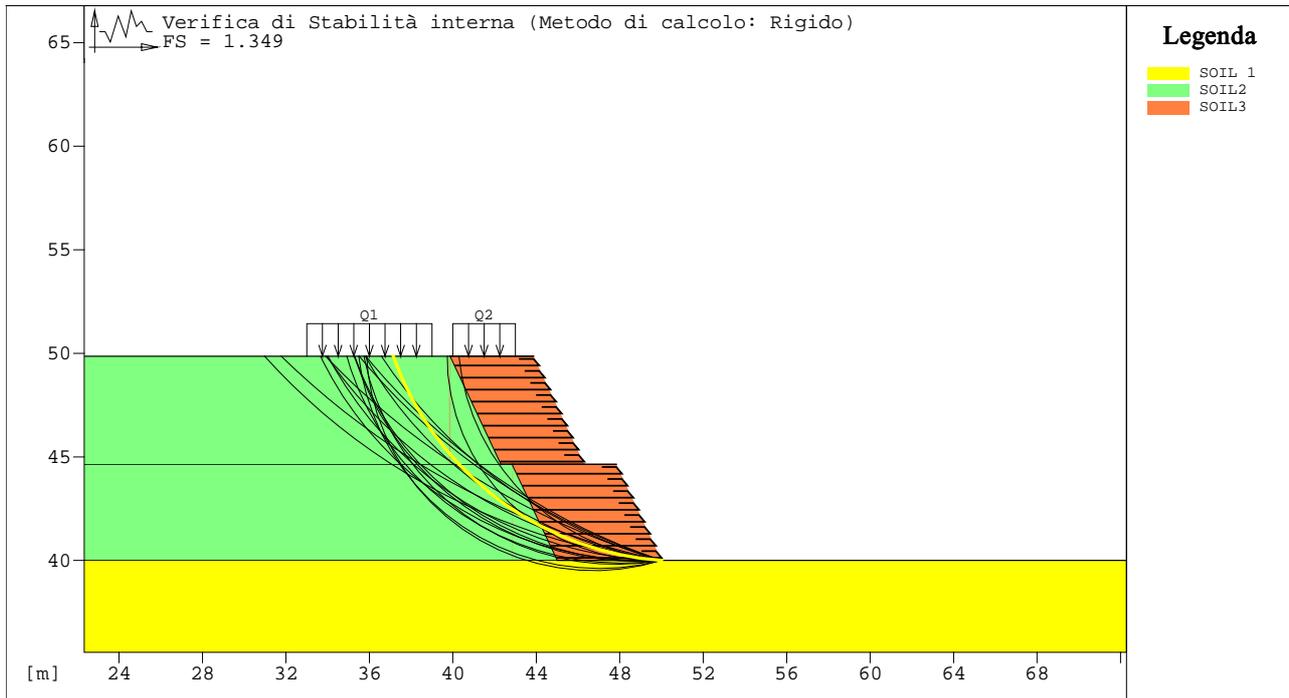
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.513
1.16	0.513
1.74	0.513
2.32	0.513
2.90	0.513

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
1.33	Surcharge sur le massif
1.00	Interaction sol-lit
1.50	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.20	Poids du massif

**VERIFICHE ADERENZA**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : B - Adhérence

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.349

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
1	Primo punto	Secondo punto
	30.00	44.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :	1	
Numero totale superfici di prova..... :	100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :	1.00	
Angolo limite orario..... [°]..... :	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :	0.00	

Blocco : 1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.58

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.58	0.768
1.16	0.768

Moltiplicatore	Classe
1.33	Poussée due à la surcharge
0.00	Surcharge sur le massif
1.20	Interaction sol-lit
1.00	Resistance à traction du renfort
0.00	Forces dues au séisme
1.13	Coefficient de méthode
1.20	Poussée due au poids du remblai
1.00	Poids du massif