



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

### ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

### Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



## OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE

### TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75

### Tabulato analisi delle verifiche

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 0 0 4 R I 2 0 4 T R 0 9 7 R H 0 2 8 A

Scala:

F							
E							
D							
C							
B							
A	Aprile 2011	EMISSIONE	L. BOCCUNI	A. TURSO	M. LITI	P. PAGLINI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	
Responsabile del procedimento:		Ing. MAURIZIO AMMIRATA					

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



**S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"  
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO  
ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19**

**PROGETTO ESECUTIVO**

OPERE D'ARTE MINORI  
TERRE RINFORZATE  
TR.09 - MURO IN TERRA RINFORZATA  
TABULATO ANALISI DELLE VERIFICHE

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. TABULATI DI CALCOLO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. SISMICA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. STATICA .....</b>	<b>10</b>

<i>Cod. elab.:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	<i>Pagina</i> 2 di 15

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta nell'ambito del progetto esecutivo delle opere in terra rinforzata da realizzarsi lungo i tratti dell' "Ammodernamento ed adeguamento alla Cat. B D.M. 5/11/2001 della S.S. 640 Agrigento – Caltanissetta tratto dal Km 44+1000 allo svincolo con l'autostrada A19".

Di seguito si riportano i tabulati relativi alle analisi delle verifiche di stabilità delle sezioni più gravose in condizioni sismiche e statiche, così come indicato nella Relazione Generale di Calcolo, per la terra rinforzata TR.09 ubicata tra le progressive km 7+962.03 e km 8+112.75 lungo l'asse principale.

<i>Cod. elab.:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	<i>Pagina</i> 3 di 15

## 2. TABULATI DI CALCOLO

### 2.1. SISMICA

#### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : TN</b>	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione..... [kN/m <sup>2</sup> ].....:	19.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito..... [°].....:	22.40
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda..... [kN/m <sup>3</sup> ].....:	18.50
Peso specifico in falda..... [kN/m <sup>3</sup> ].....:	21.00
Modulo elastico..... [kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

<b>Terreno : TS</b>	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione..... [kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito..... [°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda..... [kN/m <sup>3</sup> ].....:	18.00
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

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 4 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : TN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	27.20	4.70	50.00	5.00		

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali .....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.65  
 Coordinate Origine...[m].....: Ascissa.....= 18.00 Ordinata.....= 3.50  
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73  
 Lunghezza.....[m].....= 3.00  
 Interasse.....[m].....= 0.73  
 Risvolto.....[m].....= 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	1.00	0.01	2.50	1.00	40.00	1.00

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 5 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**CARICHI**

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 0.25 Verticale = 0.13

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

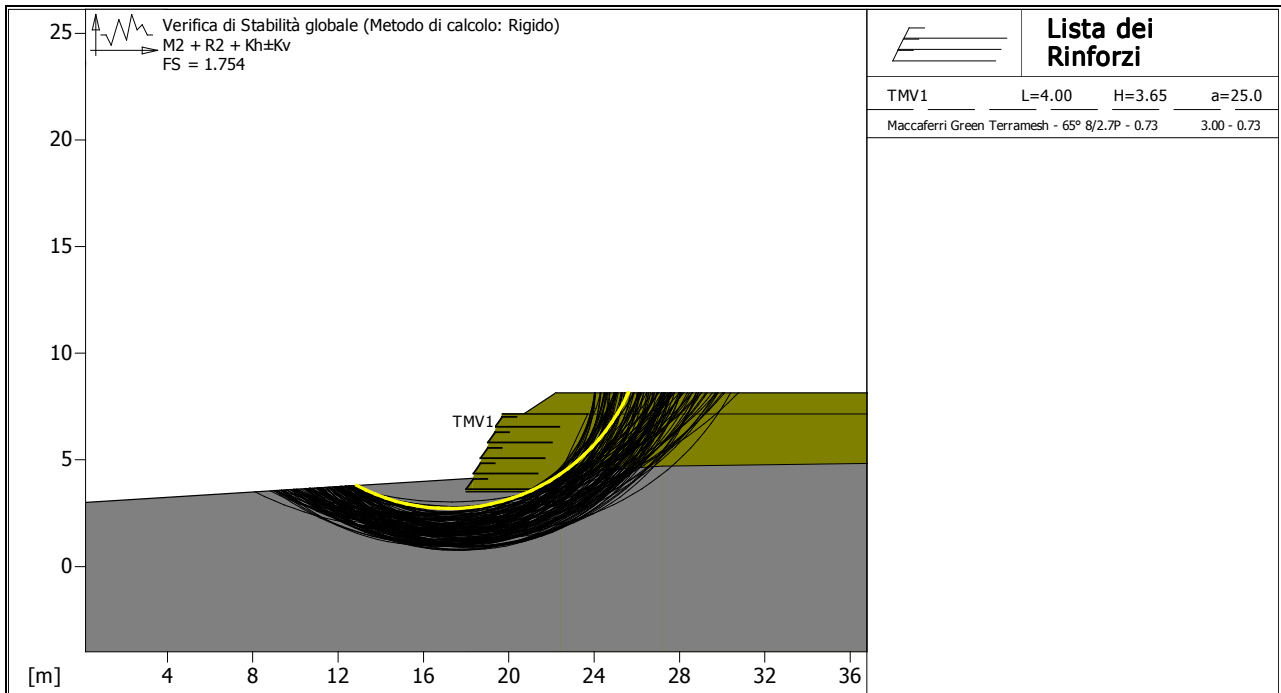
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 6 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.754

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	13.00	24.00	45.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		200	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:		0.00	

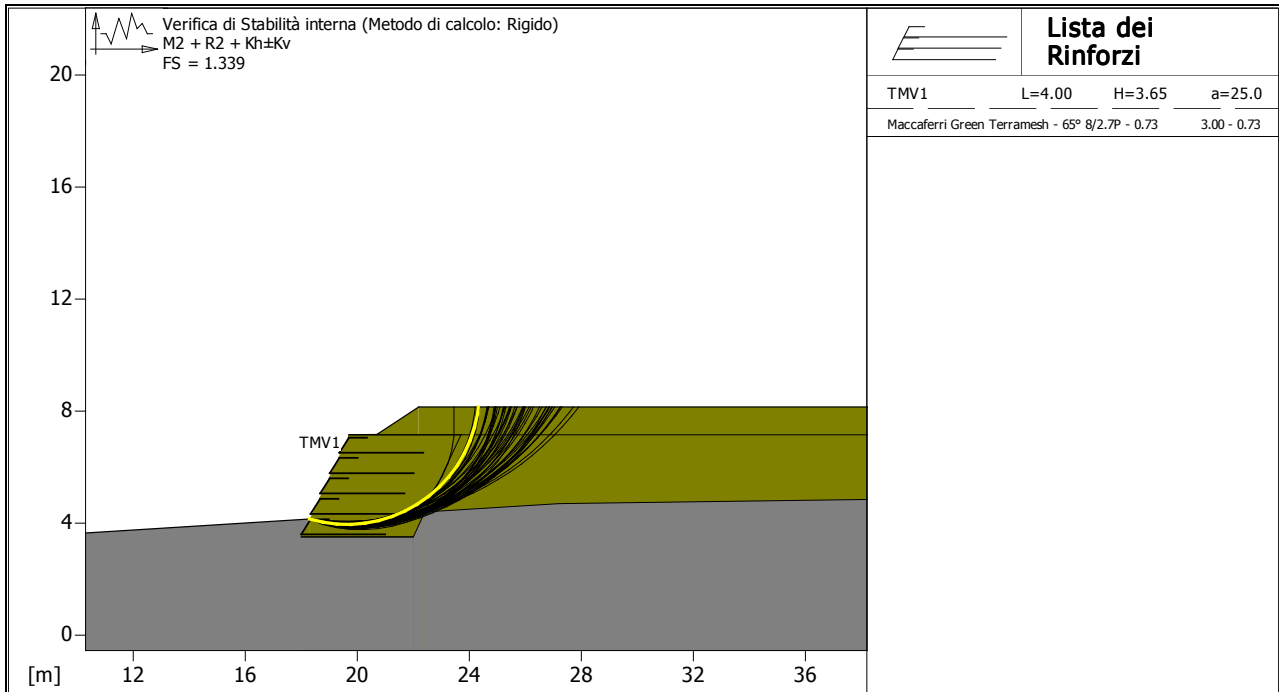
	Fattore	Classe
1.00	Sisma	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 7 di 15



PROGETTO ESECUTIVO

1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.339

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	22.00	40.00

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 8 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	2000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00

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

<i>Cod. elab.:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	<i>Pagina</i> 9 di 15

## 2.2. STATICA

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : TN</b>	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	19.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	22.40
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	18.50
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

<b>Terreno : TS</b>	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	18.00
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

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 10 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : TN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	27.20	4.70	50.00	5.00		

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali .....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.65  
 Coordinate Origine...[m].....: Ascissa.....= 18.00 Ordinata.....= 3.50  
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73  
 Lunghezza.....[m].....= 3.00  
 Interasse.....[m].....= 0.73  
 Risvolto.....[m].....= 0.65

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	1.00	0.01	2.50	1.00	40.00	1.00

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 11 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**CARICHI**

**Pressione : CS**                      Descrizione :  
 Classe : Permanente - favorevole  
 Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 20.00      Inclinazione.....[°]...= 0.00  
 Ascissa.....[m] : Da = 24.00 To = 34.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

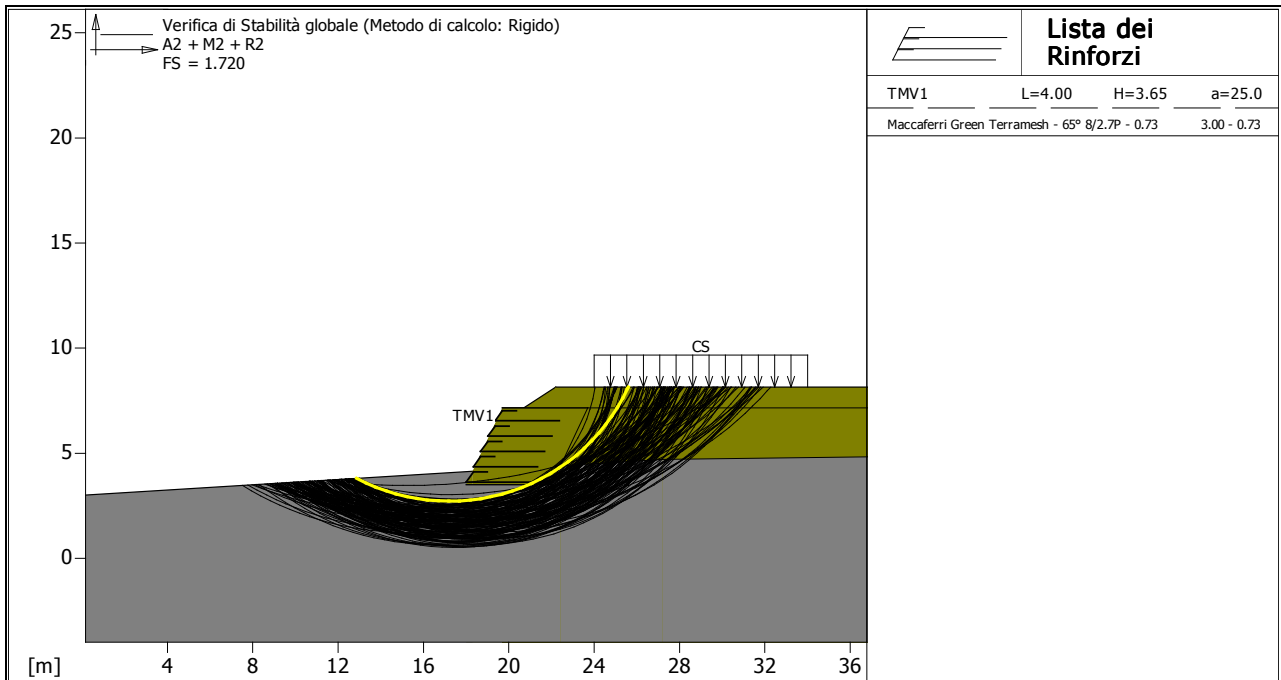
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 12 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.720

Intervallo di ricerca delle superfici

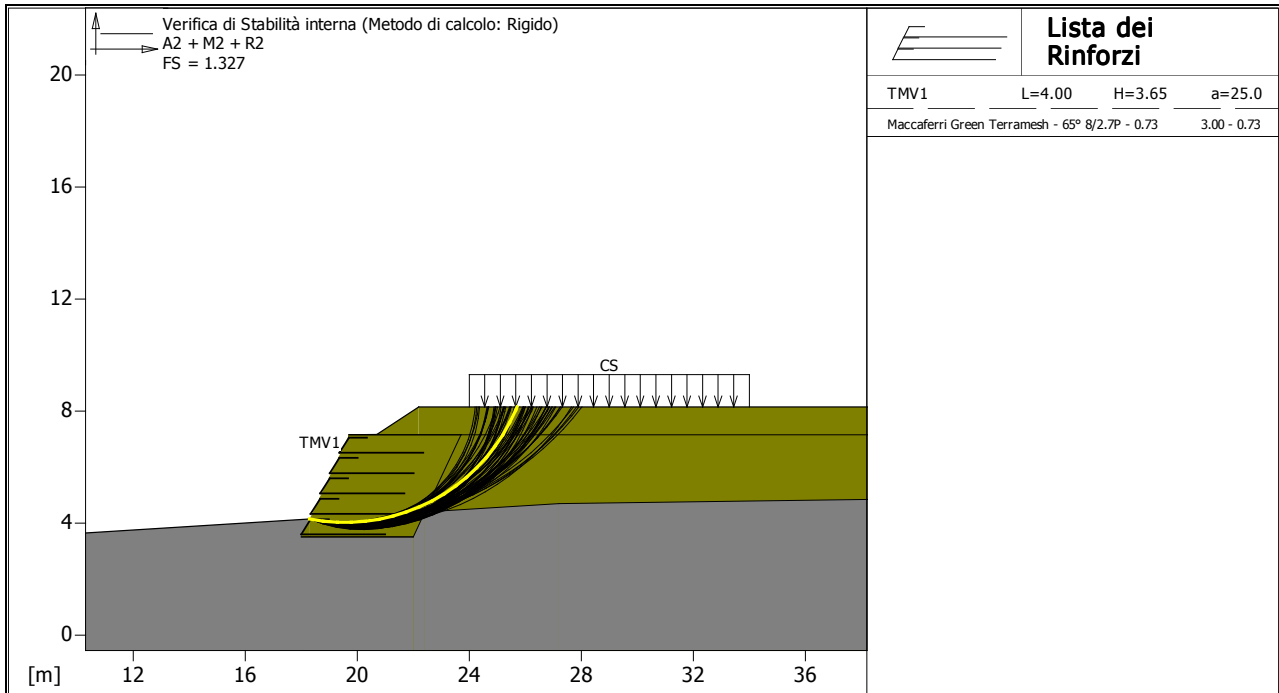
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	13.00	24.00	45.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		200	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

	Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 13 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

- 1.25 Coeff. Parziale - Coesione efficace
- 1.40 Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
- 1.00 Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
- 1.00 Fs Rottura Rinforzi
- 1.00 Fs Sfilamento Rinforzi
- 1.10 Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.327

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	22.00	40.00

Cod. elab.: 004RI204-TR09-7-RH-028_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	Pagina 14 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	2000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00

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

<i>Cod. elab.:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 004RI204-TR09-7-RH-028_A.docx	<b>TR.09 - Muro in terra rinforzata 151.80 mt da 7+962.03 a 8+112.75 - Tabulato analisi delle verifiche</b>	<i>Pagina</i> 15 di 15