



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

### Bolognetta S.c.p.a.

## - PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:  
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

### MODIFICA TECNICA N.263

## OPERE D'ARTE - OPERE DI SOSTEGNO OS82 A C Rilevato in Terra Rinforzata - Svincolo Tummina OS82 A-C Relazione descrittiva e di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PV	OS82	RC01	6	1

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:	
	PV_OS82RC01_61_4137	1=1	4 1 3 7	-	
5					
4					
3					
2					
1	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS		Maggio 2021	Q. Napoleoni S. Fortino N. Behmann	
0	PRIMA EMISSIONE		Dicembre 2019	Q. Napoleoni S. Fortino D. Tironi	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettisti :

F.A.C.E. S.r.l. - Società di ingegneria  
**FACTORY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING**  
 via Flaminia 71 - 00196 Roma  
 tel: 06 32609519  
 e-mail: info@facesrl.com  
 pec: pec.facesrl@pec.com

Direttore Tecnico: ing. Antonio Ambrosi

Consulenti:

**E&G s.r.l.**  
 ENVIRONMENT & GEOTECHNIC  
 STUDIO DI INGEGNERIA GEOTECNICA E AMBIENTALE

Direttore Tecnico: ing. Quintilio Napoleoni



Il Progettista Responsabile  
Ing. Antonio Ambrosi

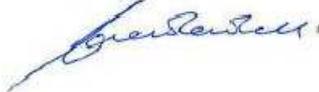


Il Geologo  
Dott. Geol. Gualtiero Bellomo

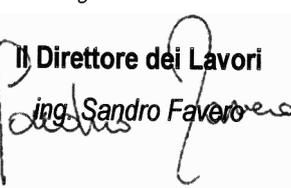


Il Coordinatore per la Sicurezza  
in fase di Esecuzione:  
Arch. Francesco Rondelli

Il Coordinatore per la  
Esecuzione dei Lavori  
arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:  
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA: \_\_\_\_\_ PROTOCOLLO: \_\_\_\_\_

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO

LO410CE1101

Dott. Ing. Luigi Mupo

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	MATERIALI .....	5
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	10
5.1	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	10
5.2	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	10
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO .....	11
6.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
6.1.1	Prove sismiche .....	12
6.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO .....	15
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	16
7.1	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO .....	16
8	METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE MACSTARS W .....	18
9	AZIONI DI CALCOLO.....	22
9.1	Azioni Permanenti .....	22
9.2	Azioni variabili .....	22
9.3	FALDA.....	23
9.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	23
9.5	VERIFICHE AGLI SLU .....	25
9.5.1	Verifica allo scorrimento sul piano di posa (GEO).....	25
9.5.2	Verifica al ribaltamento (GEO) .....	25
9.5.3	Verifica di capacità portante (GEO).....	25
9.5.4	Resistenza allo sfilamento del rinforzo (pull-out) .....	26
9.5.5	Verifica di stabilità globale e di stabilità interna (GEO) .....	27
9.5.6	Condizioni sismiche .....	29
10	RISULTATI DELLE ANALISI.....	30
11	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO .....	37
12	ALLEGATI FILE DI INPUT OUTPUT DEI MODELLI DI CALCOLO .....	38

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrittiva e di calcolo si riferisce all'opera di identificata con le WBS **OS82A** e **OS82C**, costituite da muri in terra rinforzata, ubicati su entrambi i lati del rilevato di approccio al cavalcavia CV01 dello svincolo di Tumminia lungo la Palermo-Lercara Friddi, dal km 0+297,78 al km 0+361.93 (OS82 C) e dal km 0+297,78 al km 0+362,00 (OS82 A) della rampa 1.

Le aree in questione sono state colpite dagli eventi alluvionali del Novembre 2018, ed in particolare dall'esondazione del fiume Buffa-Mulinazzo (vedasi Figure 1 e 2). La nuova progettazione delle opere ha quindi tenuto conto dell'innalzamento dei livelli di falda, e della nuova impronta di esondazione causata dalla piena avente tempo di ritorno 300 anni.

All'interno del presente documento si provvederà a commentare dal punto di vista stratigrafico, fisico e meccanico i risultati delle prove di laboratorio geotecniche, delle prove in sito e dei sondaggi effettuati durante le campagne di indagine. Si provvederà altresì in questa sede a dar conto delle sollecitazioni stimate agire sull'opera.

Infine, si provvederà a dar conto della verifica di stabilità dell'opera e di tutte le altre verifiche di carattere geotecnico previste in normativa.

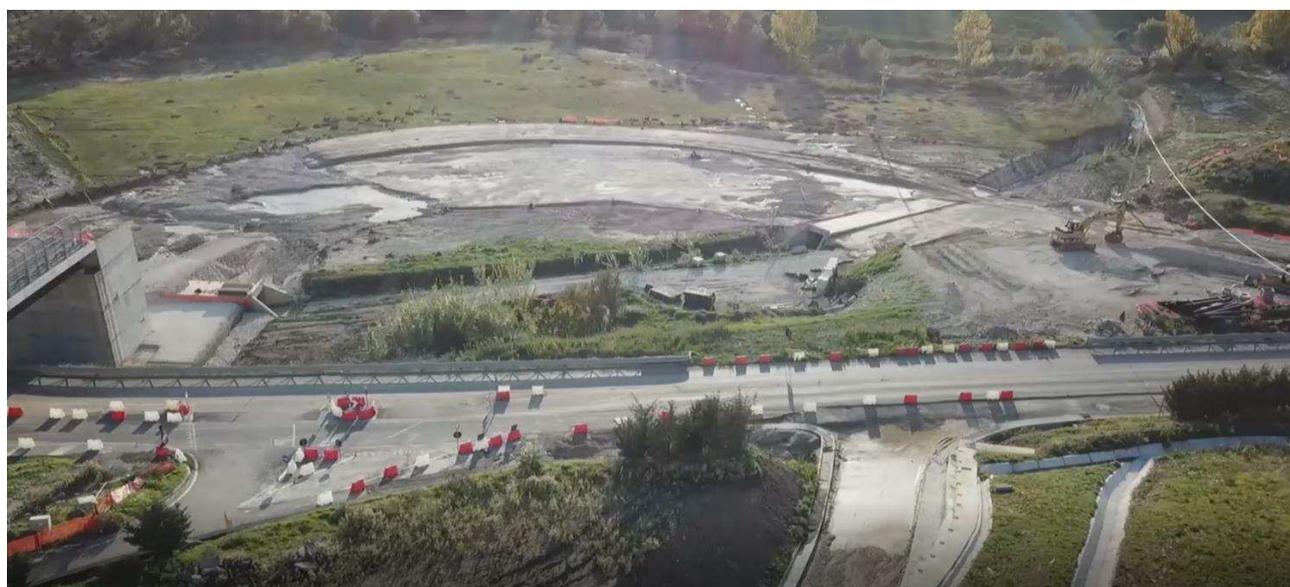


Figura 1 Foto da drone dell'area in esame a seguito dell'evento alluvionale di Novembre 2018

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO



Figura 2 Foto da drone dell'area in esame a seguito dell'evento alluvionale di Novembre 2018

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

---

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## **2    NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

Nel presente studio, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 27/01/2018 - “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 7 del 21 Gennaio 2019 - “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche”.

### 3 MATERIALI

Salvo indicazioni diverse, espressamente indicate negli elaborati grafici, per la realizzazione delle opere di sostegno in oggetto, è previsto l'utilizzo di elementi di rinforzo di cui si forniscono nel seguito le caratteristiche tecniche.

- **Caratteristiche rinforzi tipo PARAGRID**

PARAGRID™ Grade	Characteristic short term strength in length direction (kN/m)	Characteristic short term strength in width direction (kN/m)	Standard roll width (m)	Standard roll length (m)	Product Weight (kg) (+/-5%)	Product Mass (kg/m <sup>2</sup> ) (+/-5%)	Grid size warp/weft (A x B) (mm)
30/5	30	5	3.9	100	93	213	75 x 450
50/5	50	5	3.9	100	105	244	75 x 450
65/5	65	5	3.9	80	108	312	75 x 450
80/5	80	5	3.9	80	123	362	75 x 450
90/5	90	5	3.9	80	134	397	75 x 450
100/5	100	5	3.9	50	140	416	75 x 450
110/5	110	5	3.9	50	98	453	75 x 450
150/5	150	5	3.9	50	131	618	75 x 450
200/5	200	5	3.9	50	147	705	75 x 450
30/15	30	15	3.9	50	73	328	75 x 225
50/15	50	15	3.9	50	164	376	75 x 225
80/15	80	15	3.9	50	93	435	75 x 225
100/15	100	15	3.9	50	103	488	75 x 225
120/15	120	15	3.9	50	108	547	75 x 225
150/15	150	15	3.9	50	130	671	75 x 225
160/15	160	15	3.9	50	138	700	75 x 225
200/15	200	15	3.9	50	156	781	75 x 225
50/50	50	50	3.9	50	79	568	75 x 75
100/100	100	100	3.9	50	117	811	75 x 75

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

• **Caratteristiche rinforzi tipo TERRAMESH VERDE**

L=Lunghezza (m)		W=Larghezza (m)	H=Altezza (m) / (inclinazione °)
Terramesh Verde	Terramesh Verde Light		
3.0	3.0	3	0.76 / (70°)
4.0	4.0		0.73 / (65°)
5.0	5.0		0.70 / (60°)
6.0	6.0		
7.0	-		
8.0	-		0.58 / (45°)

**2. Combinazioni standard di Maglia-Filo**

Tipo	M (mm)	Tolleranza (mm)	Diametro Filo (mm)	Resistenza nominale a rottura (kN/m)	Carico medio a punzonam. (kN)
8x10 Light	80	-0/+10	2.20/3.20	35	40
8x10	80	-0/+10	2.70/3.70	50	67

• **Caratteristiche rinforzi tipo TERRAMESH SYSTEM**

L=Lunghezza (m)	W=Larghezza (m)	H=Altezza (m)
3	2	1.0/0.5
4	2	1.0/0.5
5	2	1.0/0.5
6	2	1.0/0.5

Tutte le dimensioni sono nominali (Tolleranze di  $\pm 5\%$ ).

**2. Combinazioni standard di Maglia-Filo**

Tipo	M (mm)	Tolleranza (mm)	Diametro Filo (mm)	Resistenza nominale a rottura (kN/m)	Carico medio a punzonam. (kN)
8x10	80	-0/+10	2.70/3.70	50	67

**3. Tipologie standard dei diametri di filo**

		Filo della Maglia	Filo Bordatura	Filo di Legatura
Diametro interno filo	ø mm	2.70	3.40	2.20
Tolleranza Filo	( $\pm$ ) ø mm	0.06	0.07	0.06
Q.tà minima rivestim.	gr/m <sup>2</sup>	245	265	230

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## 4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera in terra rinforzata è costituita da un materiale composito che combina il terreno con geogriglie in materiale plastico, le quali garantiscono la resistenza a trazione.

Per i dettagli geometrici e costruttivi si rimanda agli specifici elaborati grafici dell'opera in esame.

Da sezione 20 a sezione 23A  
Scala 1:30

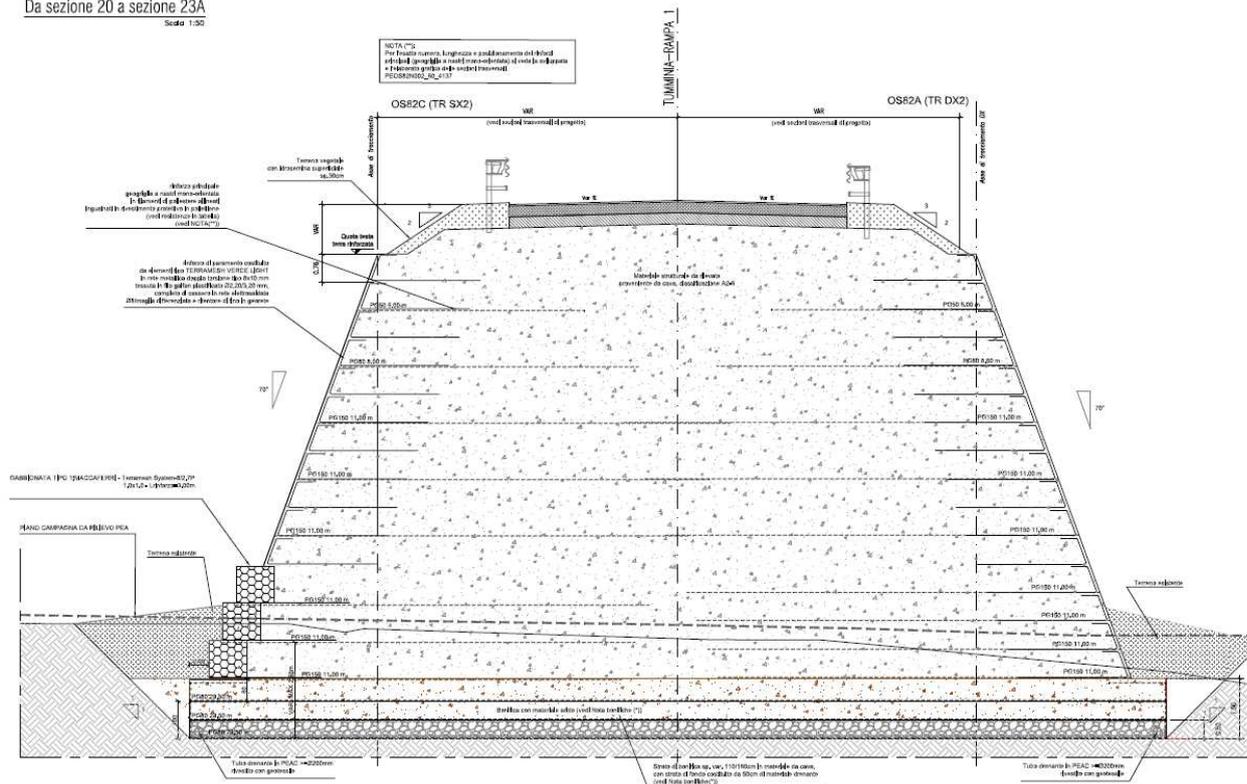


Figura 3- SEZIONE TIPO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA (OS82 SEZ TIPO da 20 a 23A)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

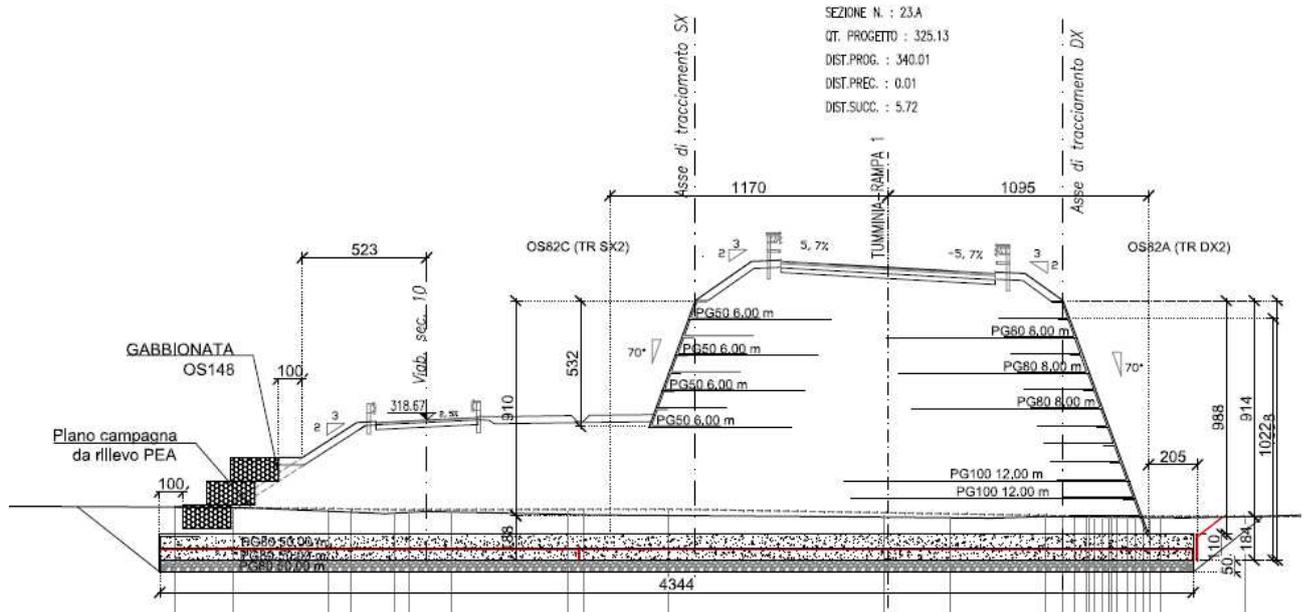


Figura 4 SEZIONE TIPO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA (OS82 SEZ da 23A a 24)

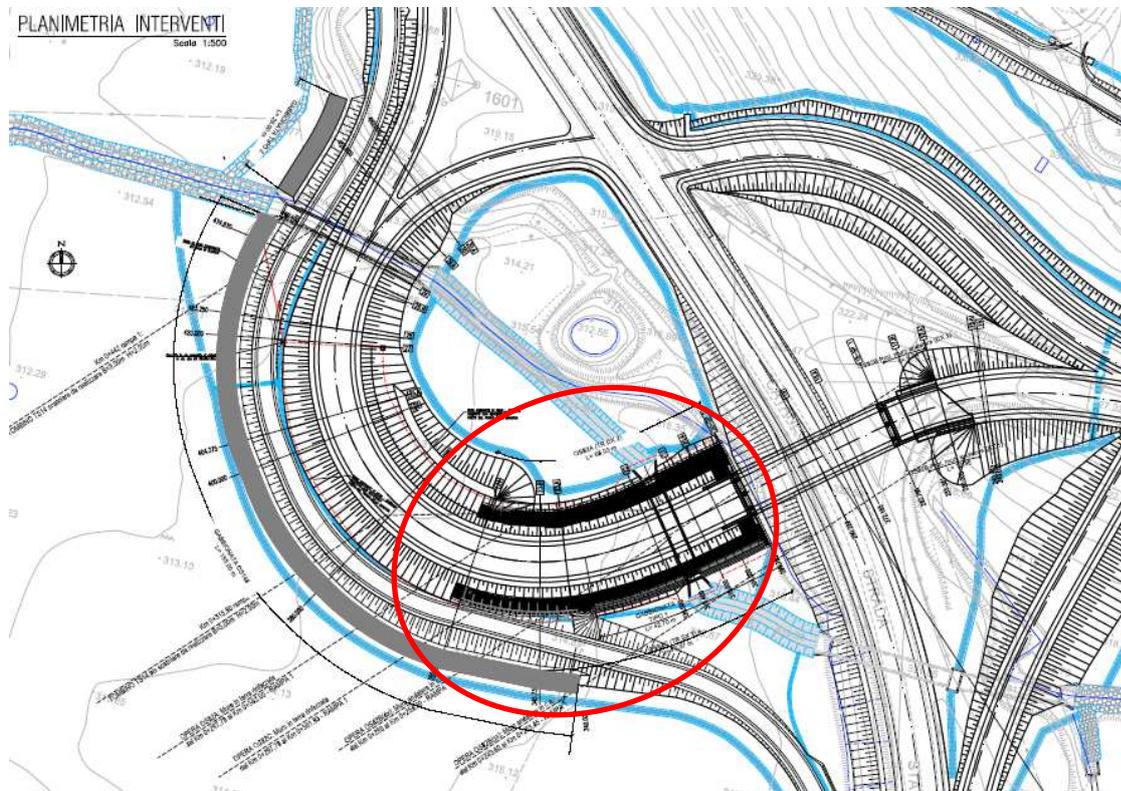


Figura 5 PLANIMETRIA INTERVENTI

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

---

**OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

Come si evince dalla figura 4, l'opera di sostegno identificata con le WBS OS82A-OS82C, per esigenze progettuali viene ripartita, per le sezioni da 23A a 24, nelle WBS OS82A-OS82C e OS148.

Per una maggiore chiarezza espositiva, tale tratto sarà oggetto di verifica all'interno della relazione di calcolo dedicata dell'opera di sostegno OS148.

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

### 5.1 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: IV

da cui risulta:

- coefficiente d'uso:  $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni

### 5.2 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Il calcolo delle azioni sismiche, viene condotto nel rispetto della normativa vigente.

Le coordinate geografiche di riferimento (secondo sistema ED50) per l'opera in esame sono:

Longitudine:  $13^\circ.4897$   
Latitudine:  $37^\circ.9522$

Per le analisi in condizioni sismiche, concordemente alle indicazioni della normativa vigente, è stato preso come riferimento lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e, dunque, i seguenti parametri:

- categoria di suolo C
- coefficiente topografico T1
- fattore di sito  $S = 1.399$
- accelerazione orizzontale su sito di riferimento rigido:  $a_g = 0.206$  g
- massima accelerazione su sottosuolo tipo C  $a_{max} = 0.288$  g
- coefficiente sismico orizzontale:  $k_h = 0.109$
- coefficiente sismico verticale:  $k_v = \pm 0.055$

Concordemente alle indicazioni di normativa i coefficienti di smorzamento sono stati posti pari a  $\beta = 0.38$ .

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO

### 6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le prove in sito ed i sondaggi effettuati nei pressi dell’opera sono riepilogati nella seguente tabella e nella seguente figura.

OS82							
INDAGINI	DPSH01	DPSH02	DPSH09	CPT01	CPT02	CPT03	CPT08
	Pz01_15b	Pz02_15b	SIS5	SD2DH	T1	MASW 1	MASW2

Tabella 1- INDAGINI IN CORRISPONDENZA DELL’OPERA

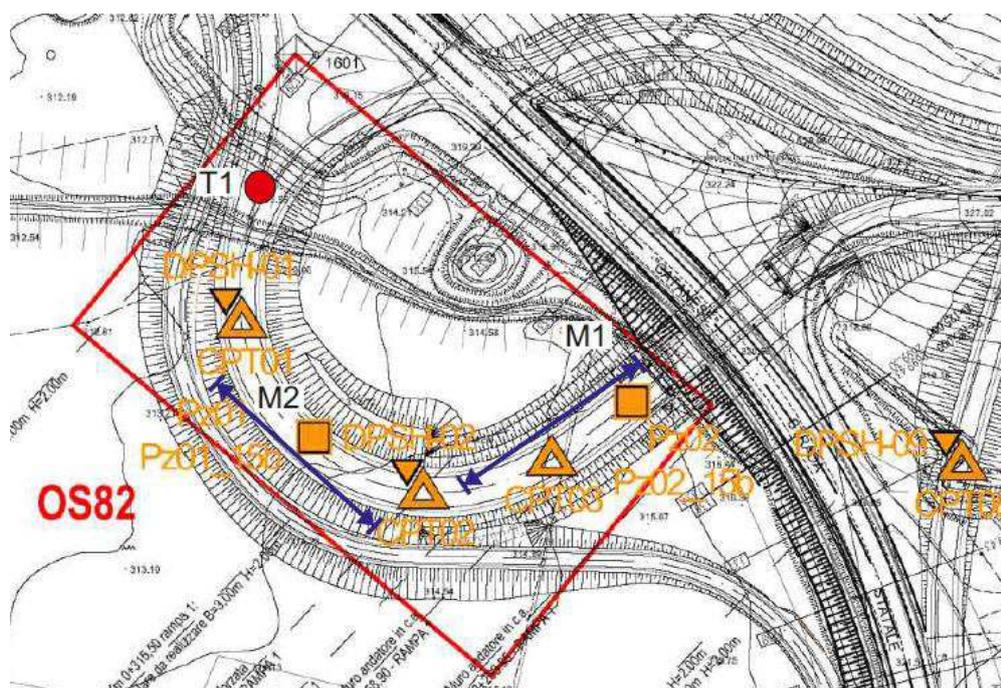


Figura 6- UBICAZIONE INDAGINI DI RIFERIMENTO

In totale sono stati eseguiti:

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo
- n.3 prove penetrometriche dinamiche DPSH
- n.4 prove penetrometriche statiche CPT
- n.2 prove piezometriche
- n.1 stendimento sismico a rifrazione a bassa risoluzione
- n.2 prove sismiche tipo MASW
- n.1 prova sismica tromografica;

### 6.1.1 Prove sismiche

Si riportano nel seguito i risultati delle prove sismiche effettuate, in termini di velocità delle onde di taglio misurate e di rigidezza a piccole deformazioni desunta dalle misure registrate nelle prove. Si ricorda che dalla velocità delle onde di taglio, come è noto, si può risalire direttamente alla valutazione della rigidezza al taglio dei terreni a piccole deformazioni  $G_0$  secondo la relazione:

$$G_0 = \rho V_s^2$$

in cui  $\rho$  è la densità del materiale e  $V_s$  la velocità delle onde di taglio.

Il modulo di Young a piccole deformazioni può essere derivato mediante le relazioni elastiche, dal momento che l'ipotesi di comportamento linearmente elastico del materiale è sicuramente verificato per i livelli deformativi in questione.

$$E_0 = 2 (1 + \nu) G_0$$

in cui  $\nu$  è il modulo di Poisson del materiale.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

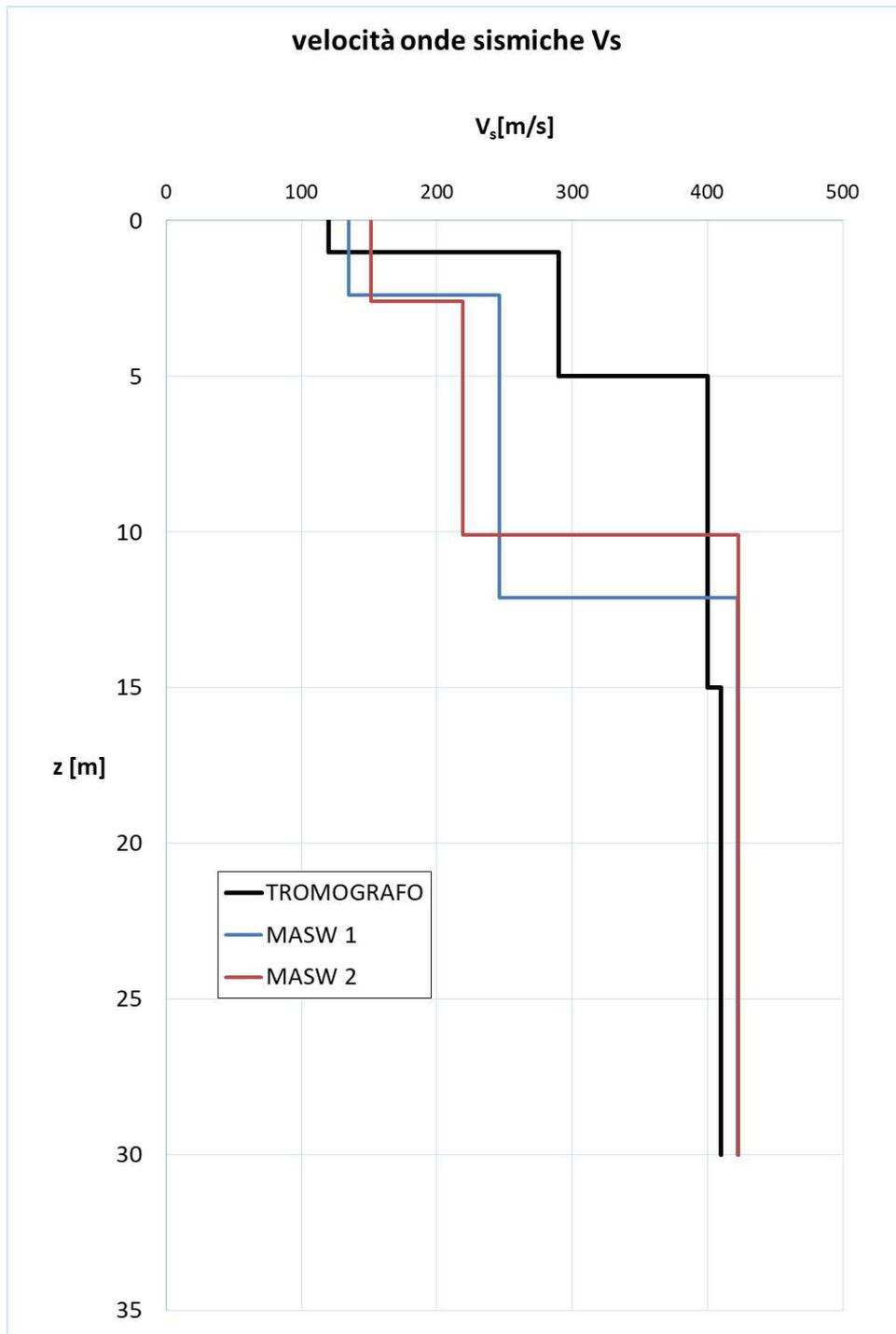


Figura 7. OS 82 - Velocità delle onde di taglio misurata nelle prove sismiche

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

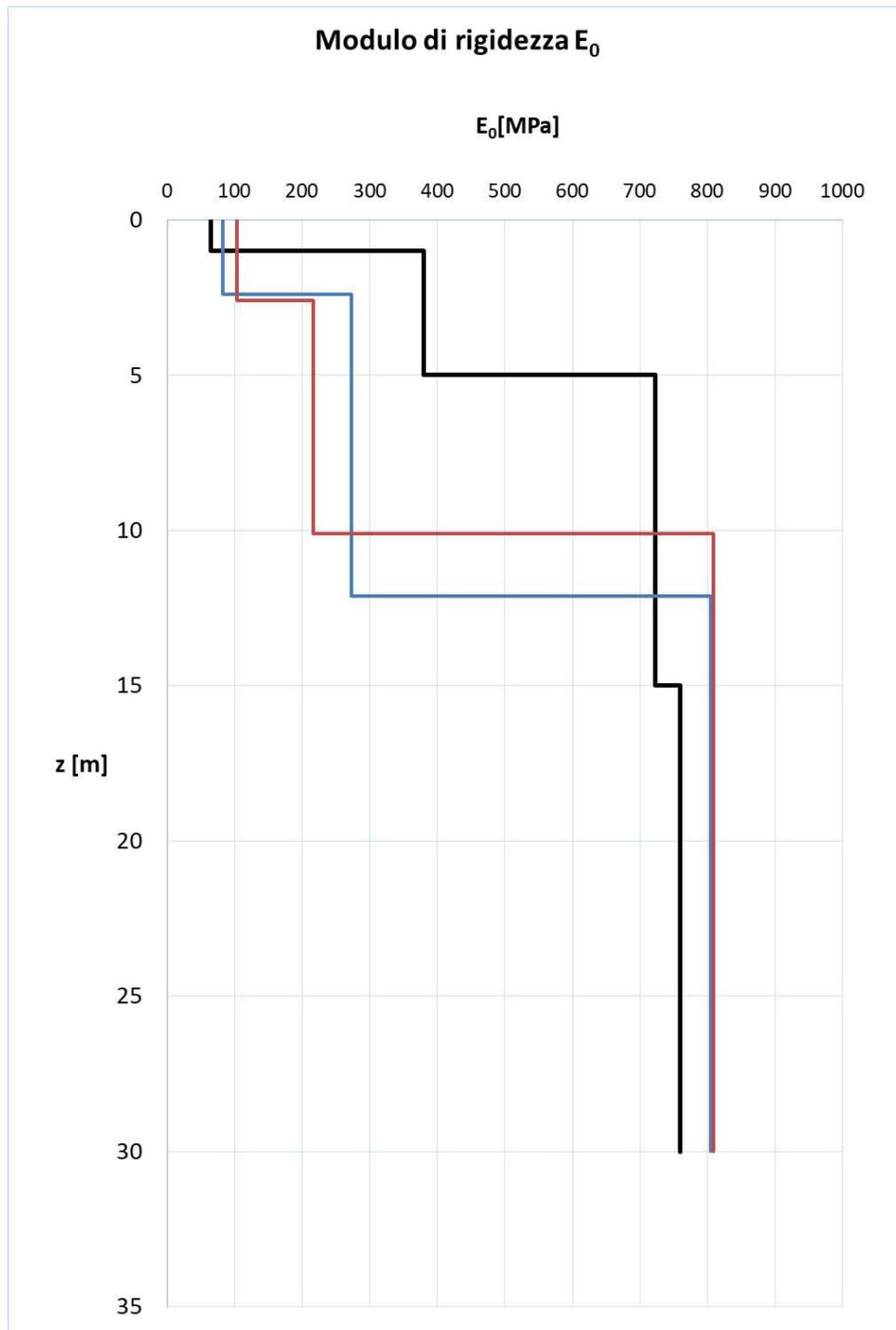


Figura 8. OS 82 - Modulo di rigidezza a piccole deformazioni

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## 6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO

Per tale inquadramento si rimanda alla Relazione Geologica Generale allegata al presente Progetto di Variante.

Con specifico riferimento a tale documento, alla Relazione Geotecnica Generale, ed alle indagini effettuate nell'area, la stratigrafia di riferimento per le opere in esame risulta essere la seguente:

Area (OS82A, OS82C)		
Profondità m. da p.c.	Litologia	Formazione
0.0-4.0	Fascia di terreno allentata	LSA(a)
4.0-10.0	Limi sabbiosi argillosi	LSA
>10.0	Argille limose grigie	AG

Tabella 2- CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Nel presente Progetto di Variante n.3 è stata adottata la caratterizzazione effettuata nella fase di PVn2, previa verifica della correttezza della fase interpretativa delle prove.

Per maggiori dettagli circa l'interpretazione delle indagini eseguite in corrispondenza dell'opera si rimanda alla Relazione Geotecnica generale allegata al presente Progetto di Variante n. 3.

Pertanto, sulla base del modello geologico e geotecnico di riferimento, le unità stratigrafiche presenti in prossimità dell'opera di riferimento sono le seguenti:

- **Unità LSA(a):** coltre superficiale eluvio-colluviale alterata, di consistenza molle, costituita prevalentemente da limi e argille di spessore da 1.0 m a 4.5 m massimi;
- **Unità LSA:** limi sabbiosi argillosi moderatamente consistenti;
- **Unità AG:** argille limose grigie. Si tratta di argille limose grigie a struttura scagliettata con inclusi elementi lapidei, da consistenti a molto consistenti, talvolta con intercalati livelli sabbiosi e/o livelli, strati di argilliti a consistenza pseudo-litoide.

OS82						
Profondità	Unità stratigrafica	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	$c_u$	$E'$
m	-	kN/mc	kPa	deg	kPa	MPa
4.0	LSA(a)	20	0	20	-	5
10.0	LSA	20	5	26	-	20
INF	AG	20	20	26	-	100

Tabella 3- PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Per quanto concerne la modellazione dei terreni costituenti le terre rinforzate sono stati utilizzati i seguenti parametri geotecnici:

- *Terreno costituente il rilevato e terreno di bonifica:*  
 $c' = 0$  kPa  
 $\varphi' = 35^\circ$   
 $\gamma = 20$  kg/m<sup>3</sup>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

---

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

- *Gabbioni di protezione:*

$$c' = 50 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 45^\circ$$

$$\gamma = 16 \text{ kg/m}^3$$

## 8 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE MACSTARS W

---

Le verifiche delle opere in esame sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo MACSTARS W.

Per quanto riguarda il suddetto software/codice di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell'idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

Il programma di calcolo consente la verifica di stabilità di opere in terra rinforzata mediante la presenza di elementi di rinforzo planari, capaci di assorbire sforzi di trazione. Peraltro è possibile eseguire verifiche di stabilità anche in assenza di rinforzi secondo i metodi classici dell'equilibrio limite.

Con il programma MACSTARS W è possibile effettuare le seguenti tipologie di verifica:

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

La verifica di stabilità globale, o stabilità di base, è da intendersi come la verifica di stabilità con i metodi all'equilibrio limite di un pendio, rinforzato o meno. Può quindi essere utilizzata per valutare la stabilità del pendio in assenza di rinforzi, prima delle ipotesi di progetto di rinforzo.

A seguito del progetto, tale verifica è da utilizzare per valutare la stabilità dell'opera nei confronti di meccanismi di potenziale scivolamento profondi e quindi eventualmente esterni ai rinforzi stessi.

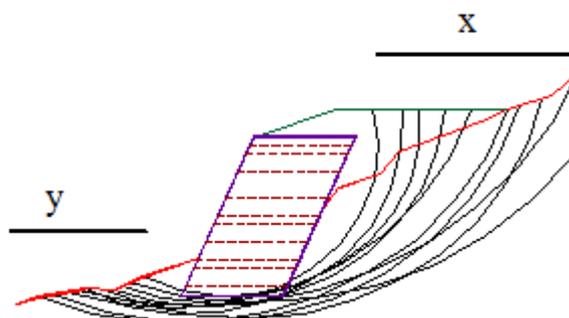


FIGURA 9- ESEMPIO ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

La verifica di stabilità globale è una verifica di stabilità all'equilibrio limite.

L'utente definisce:

- il numero delle superfici da generare;
- il metodo di verifica all'equilibrio limite globale (Bishop, Janbu);
- il tipo di superfici (circolari, casuali);
- il tratto di ingresso a valle delle superfici y (usualmente da 0.5 a 1.0 volte l'altezza dell'opera);
- il tratto di uscita a monte delle superfici x (usualmente da 1.5 a 2.0 volte l'altezza dell'opera);
- la lunghezza minima dei segmenti che costituiscono la singola superficie di scorrimento;
- un'eventuale quota minima al di sotto della quale le superfici non possono arrivare  $Z_{\min}$ ;
- eventuali limitazioni all'angolo con cui è generato il primo tratto della superficie di scorrimento;
- il metodo di calcolo dei rinforzi: rigido e deformativo con i relativi parametri di calcolo.

Il minimo dei coefficienti di sicurezza calcolati (uno per ogni superficie) è il coefficiente di sicurezza del pendio. In funzione del metodo di calcolo utilizzato per i rinforzi sono fornite anche le massime trazioni nei rinforzi.

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

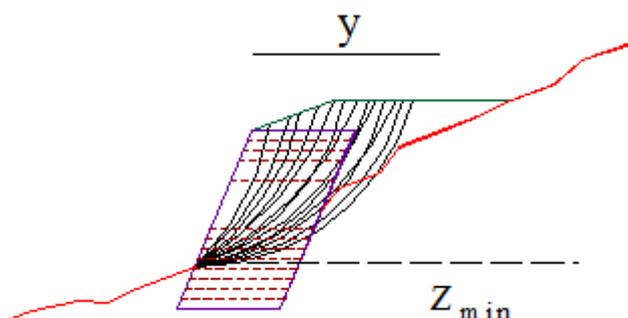


FIGURA 10- ESEMPIO ANALISI DI STABILITÀ INTERNA

L'utente definisce:

- l'opera o i suoi blocchi da verificare;
- il numero delle superfici da generare;
- il metodo di verifica (Bishop, Janbu);
- il tipo di superfici (circolari, casuali);
- il tratto di uscita a monte delle superfici  $y$  (usualmente da 1.5 a 2.0 volte l'altezza dell'opera);
- la lunghezza minima dei segmenti che costituiscono la singola superficie di scorrimento;
- un'eventuale quota minima al di sotto della quale le superfici non possono arrivare  $Z_{min}$ ;
- eventuali limitazioni all'angolo con cui è generato il primo tratto della superficie di scorrimento;
- il metodo di calcolo dei rinforzi: rigido e deformativo con i relativi parametri di calcolo.

Il minimo dei coefficienti di sicurezza calcolati (uno per ogni superficie) è il coefficiente di sicurezza del pendio. La verifica deve essere effettuata su ogni blocco impostato nel modello. In funzione del metodo di calcolo utilizzato per i rinforzi sono fornite anche le massime trazioni nei rinforzi.

Nella verifica dell'opera come muro di sostegno, intera o una sua parte, viene considerata come un muro monolitico, formato da blocchi che compongono l'opera stessa, che sostiene le spinte del terreno che si trova a monte.

La verifica dell'opera come muro di sostegno si articola a sua volta nelle tre verifiche classiche dei muri di sostegno:

- verifica al ribaltamento;
- verifica allo scorrimento;
- verifica per capacità portante.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

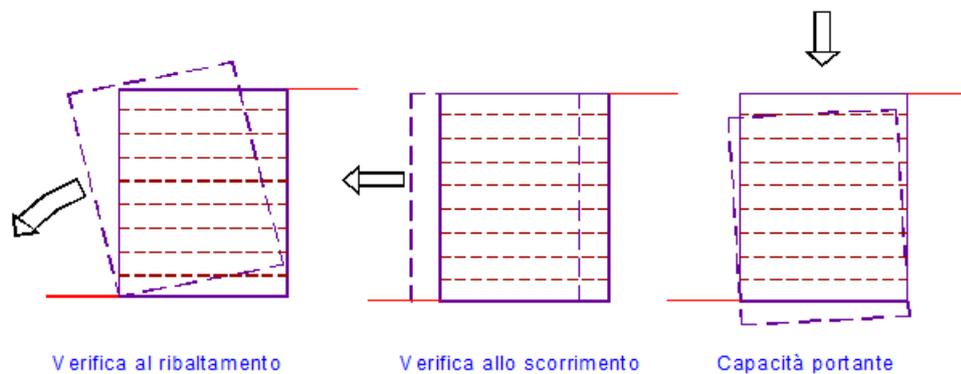


FIGURA 11- VERIFICHE ESEGUITE NELLA VERIFICA DELL'OPERA COME MURO DI SOSTEGNO

## 9 AZIONI DI CALCOLO

---

Per il progetto e la verifica delle opere sono state esaminate le varie azioni riportate nei paragrafi seguenti.

### 9.1 AZIONI PERMANENTI

#### Peso proprio

Per il calcolo del peso proprio del paramento in terra rinforzata si assume il peso unitario di seguito indicato:

Terreno di riempimento:  $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$

#### Spinta delle terre

La valutazione delle spinte delle terre viene effettuata considerando un angolo di attrito tra paramento della terra rinforzata e terreno pari a  $\phi'$ , con  $\phi'$  angolo di resistenza al taglio di progetto.

Nelle verifiche la spinta del terreno viene determinata con la seguente espressione:

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

nella quale:

$\sigma'_v(z)$  = tensione verticale efficace alla generica quota z;

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva;

q = eventuale sovraccarico uniformemente distribuito.

Per il calcolo dei coefficienti di spinta si fa riferimento alle espressioni di Rankine.

### 9.2 AZIONI VARIABILI

#### Sovraccarico uniforme indefinito

Nel caso specifico si terrà conto di un sovraccarico accidentale uniforme indefinito, dovuto al traffico stradale, pari a 20 kPa.

### 9.3 FALDA

In considerazione agli eventi alluvionali del Novembre 2018, alle aree di esondazione relative alla portata avente tempo di ritorno 300 anni, ed alla vicinanza dell'opera di progetto con il torrente Buffa-Mulinazzo, ai fini delle verifiche di progetto sono stati considerati i seguenti livelli di falda:

- Verifiche in condizioni statiche: falda a piano campagna (livello corrispondente ad un evento straordinario)
- Verifiche in condizioni sismiche: falda a -1 m da piano campagna (livello corrispondente a condizioni di falda ordinarie)

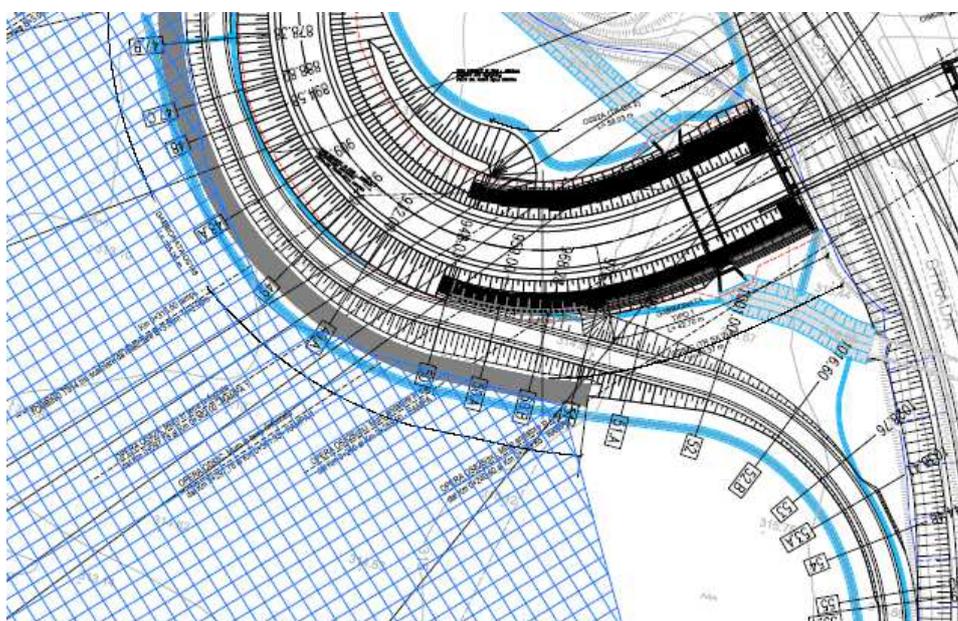


Figura 12 Area esondazione in corrispondenza dell'opera in esame

### 9.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica delle strutture in questione sono state eseguite mediante il metodo degli "Stati Limite", in accordo a quanto previsto nel §6.5.3, verificando:

SLU di tipo geotecnico (GEO):

- scorrimento sul piano di posa;
- verifica al ribaltamento;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno e stabilità interna (locale).

SLU di tipo strutturale (STR):

- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

La stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata secondo l'Approccio 1 con la Combinazione 2 (A2+M2+R2) in accordo a quanto previsto dal §6.8 delle NTC2018, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni ed i parametri geotecnici, ed alla tabella 6.8.I per le verifiche di sicurezza; analogamente tale combinazione è stata utilizzata per la verifica della stabilità interna del rilevato in terra rinforzata.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'approccio 2 Combinazione (A1+M1+R3) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.1.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della tabella 6.5.I sono applicati agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Di seguito si riportano le tabelle dei coefficienti parziali delle azioni e dei terreni relativi secondo quanto riportato nella normativa vigente.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_i$ (o $\gamma_{ei}$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{ei}$

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

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

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei criteri di verifica, per ognuna delle condizioni esaminate, in condizioni statiche e sismiche.

## **9.5 VERIFICHE AGLI SLU**

### **9.5.1 Verifica allo scorrimento sul piano di posa (GEO)**

La risultante delle azioni orizzontali agenti sulla struttura deve risultare non superiore alla forza resistente costituita dall'attrito sul piano di imposta. Questa a sua volta è valutata come prodotto della risultante delle azioni verticali (ortogonali al piano di imposta) per il coefficiente di attrito in fondazione  $\mu = \tan(\phi')$ .

In condizioni sismiche si è tenuto conto, oltre che dell'incremento di spinta del terreno, anche delle forze di inerzia delle masse della terra rinforzata e/o ad esso collegate.

### **9.5.2 Verifica al ribaltamento (GEO)**

La somma dei momenti instabilizzanti, valutati rispetto allo spigolo di valle della fondazione, dovuti alle azioni agenti sulla terra rinforzata, deve risultare non superiore al momento stabilizzante dovuto al peso proprio della struttura e alle relative azioni variabili.

In condizioni sismiche si è tenuto conto, oltre che dell'incremento di spinta del terreno, anche delle forze di inerzia delle masse della terra rinforzata e/o ad esso collegate.

### **9.5.3 Verifica di capacità portante (GEO)**

Nella verifica del collasso fondazione-terreno (verifica della capacità portante), l'azione di progetto è data dalla componente della risultante delle forze normali al piano di posa, mentre la resistenza di progetto è il valore della forza normale al piano di posa a cui corrisponde il raggiungimento del carico limite del terreno di fondazione. La verifica viene eseguita direttamente dal software Macstars 4.0., mediante l'utilizzo del criterio di Brich Hansen (1970).

#### 9.5.4 Resistenza allo sfilamento del rinforzo (pull-out)

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 ( $\tau_u$ ).

La forza necessaria per lo sfilamento del rinforzo dal rilevato ( $F_{po}$ ) è data dalla seguente relazione:

$$F_{po} = 2 \cdot \sigma_v \cdot L \cdot W \cdot \mu \cdot \tan \varphi$$

nella quale:

$\sigma_v$  = tensione verticale agente sul rinforzo

L = lunghezza della zona di ancoraggio

W = larghezza del rinforzo

$\mu$  = coefficiente di interazione tra materiale del rilevato e rinforzo

$\varphi$  = angolo di attrito interno del materiale da rilevato

I valori del coefficiente di interazione  $\mu$  derivano da prove di laboratorio e variano a seconda del tipo di terreno che compone il rilevato.

Per i rinforzi in rete metallica, a doppia torsione, sono stati assunti pari a:

Tipo di interazione	Valore di $\mu$
Interazione rinforzo-rinforzo	0.30
Sfilamento rinforzo-ghiaia	0.90
Sfilamento rinforzo-sabbia	0.65
Sfilamento rinforzo-limo	0.50
Sfilamento rinforzo-argilla	0.30

Tabella 4- Valori del coefficiente di interazione  $\mu$  per rinforzi metallici

Per i rinforzi in poliestere, ad alta tenacità, sono stati assunti pari a:

Tipo di interazione	Valore di $\mu$
Interazione rinforzo-rinforzo	0.16
Sfilamento rinforzo-ghiaia	0.90
Sfilamento rinforzo-sabbia	0.90
Sfilamento rinforzo-limo	0.70
Sfilamento rinforzo-argilla	0.40

**Tabella 5- Valori del coefficiente di interazione  $\mu$  per rinforzi in poliestere ad alta tenacità**

Come è possibile dedurre dalle tabelle, per ogni livello di rinforzo previsto all'interno della struttura, il valore della resistenza a rottura rimane costante, mentre ciò che varia è la resistenza allo sfilamento, in quanto direttamente correlata alla tensione normale agente a quella determinata profondità.

Tale verifica risulta implicitamente verificata nella risoluzione del modello con il software Macstars.

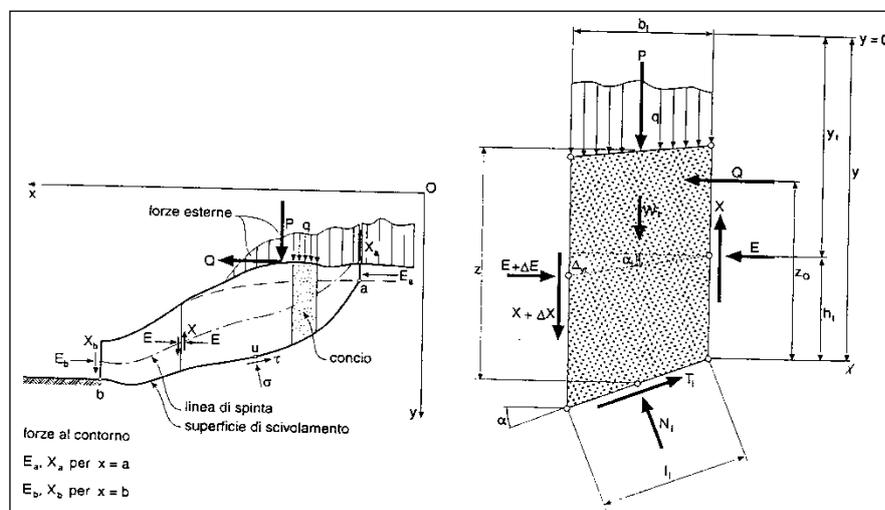
### 9.5.5 Verifica di stabilità globale e di stabilità interna (GEO)

Queste verifiche consentono di accertare che la geometria della sezione esaminata, in relazione alle caratteristiche di resistenza al taglio del materiale impiegato, assicuri un sufficiente fattore di sicurezza nei confronti della rottura.

Per l'analisi di stabilità è stato utilizzato il metodo di calcolo di Bishop, che permette di determinare il coefficiente di sicurezza alla rottura.

L'analisi di stabilità è stata condotta secondo il principio dell'equilibrio limite globale; tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio.

Scelta, quindi, una superficie di rottura, si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale; qui di seguito sono riportate schematicamente le azioni agenti su di un singolo concio:



**Figura 13- Forze agenti su un singolo concio**

Per ogni concio sono disponibili, per la risoluzione del sistema, le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per  $n$  conci si avranno  $3 \times n$  equazioni linearmente indipendenti; il contributo dei rinforzi viene introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento.

La resistenza a trazione nei rinforzi può mobilitarsi per l'aderenza tra il rinforzo stesso ed i materiali (terreno o altri rinforzi) che si trovano sopra e/o sotto.

Tale contributo viene simulato con una forza stabilizzante diretta verso l'interno del rilevato, applicata nel punto di contatto tra superficie di scorrimento ed il rinforzo stesso; il modulo di tale forza è determinato scegliendo il minore tra il valore della resistenza a rottura del rinforzo ed il valore della resistenza allo sfilamento del rinforzo nel tratto di ancoraggio o nel tratto interno alla porzione di terreno instabile (il minimo tra i due valori). La prima è costante ed assegnata, mentre le seconde variano linearmente con la profondità.

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

Per ciascun rinforzo devono essere verificate le seguenti condizioni:

- deve essere garantito un ancoraggio minimo;
- deve essere garantita la resistenza allo sfilamento nella zona di ancoraggio.

Nel primo caso una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo; nel secondo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al valore di sfilamento.

Un corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica, pertanto, una scelta opportuna della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi, al fine di garantire la stabilità; l'analisi di stabilità è stata condotta distinguendola in due tipi:

**Stabilità globale**: verifica delle dimensioni della massa strutturale nei confronti di scivolamenti più esterni, che possano determinare fenomeni di instabilità più profondi negli strati di terreno; in questo caso, si è assunto che le superfici partano più a valle rispetto al piede dell'opera ed è stata individuata, per tentativi, la posizione più critica del punto di partenza delle superfici di scivolamento, spostando tale punto verso valle.

**Stabilità interna**: verifica della lunghezza necessaria e della spaziatura degli elementi di rinforzo, tale da garantire che il rilevato rinforzato sia sufficientemente compatto e resistente alle azioni interne provocate dai carichi; si è assunto, in questo caso, che le superfici partano dal piede di valle dell'opera e si estendano verso monte fino ad incontrare il profilo del terreno,

intersecando totalmente, o anche solo parzialmente, l'ammasso rinforzato. In quest'ultimo caso si è considerato che la superficie più critica, ossia con fattore di stabilità minimo, non necessariamente si svilupperà interamente all'interno dell'ammasso rinforzato.

Le analisi sono state condotte utilizzando superfici di rottura circolari e, ove ritenuto necessario (alcune verifiche di stabilità interna), superfici di rottura poligonali.

### 9.5.6 Condizioni sismiche

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Capitolo 3 (NTC2018), le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018).

Le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) di cui al § 3.2.1.

Nelle verifiche di sicurezza relativamente alle opere di sostegno, è necessario verificare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni, nel rispetto della condizione indicata al §6.2.1, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (7.11.1) ed impiegando le resistenze parziali di progetto  $\gamma_R$  indicati nella tabella 7.11.III.

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_n$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_n$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Relativamente alla verifiche di stabilità globale e di stabilità interna (GEO), queste sono condotte utilizzando lo stesso approccio indicato al §6.8.2, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici ed impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$  (§7.11.4 NTC2018).

## 10 RISULTATI DELLE ANALISI

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei coefficienti di sicurezza e gli output delle verifiche eseguite con il programma MacSTARS W sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche considerando la sezione più gravosa, corrispondente alla sezione n.20.

Si ricorda che, in tale documento sono riportate unicamente le verifiche concernenti i tipologici valedoli per le sezioni da 20 a 23 A, rimandando per le verifiche delle sezioni comprese tra la 23 A e la 24 alla relazione di dimensionamento dell'opera di sostegno OS148 (vedasi par. 4).

Si sottolinea altresì che il codice di calcolo utilizzato restituisce valori di  $F_s$  già comprensivi del coefficiente di riduzione delle resistenze  $\gamma_R$ . Le verifiche risultano pertanto implicitamente soddisfatte per valori di  $F_s > 1$ .

	Sezione 20	
	Statica	Sismica
Stabilità globale	1.31	1.64
Stabilità interna	1.24	1.46
Muro di sostegno	>5	>5

Tabella 6- Valori minimi di  $F_s$  tra lato sx e lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".  
**PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3**

**OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

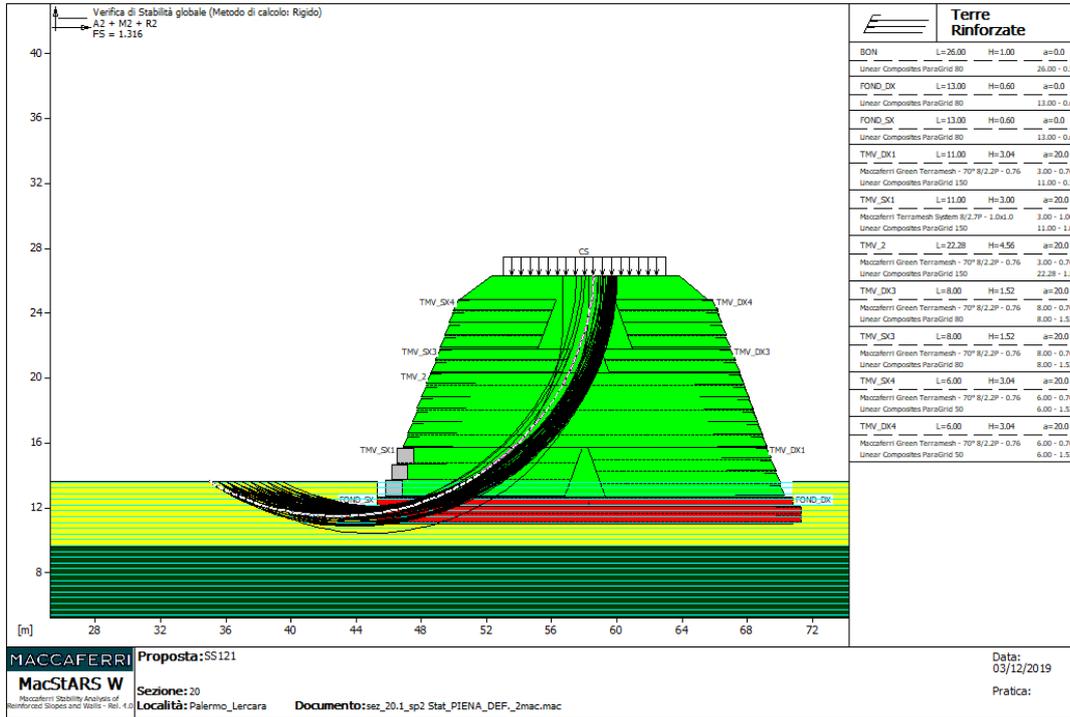


Figura 14- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 20, lato sx

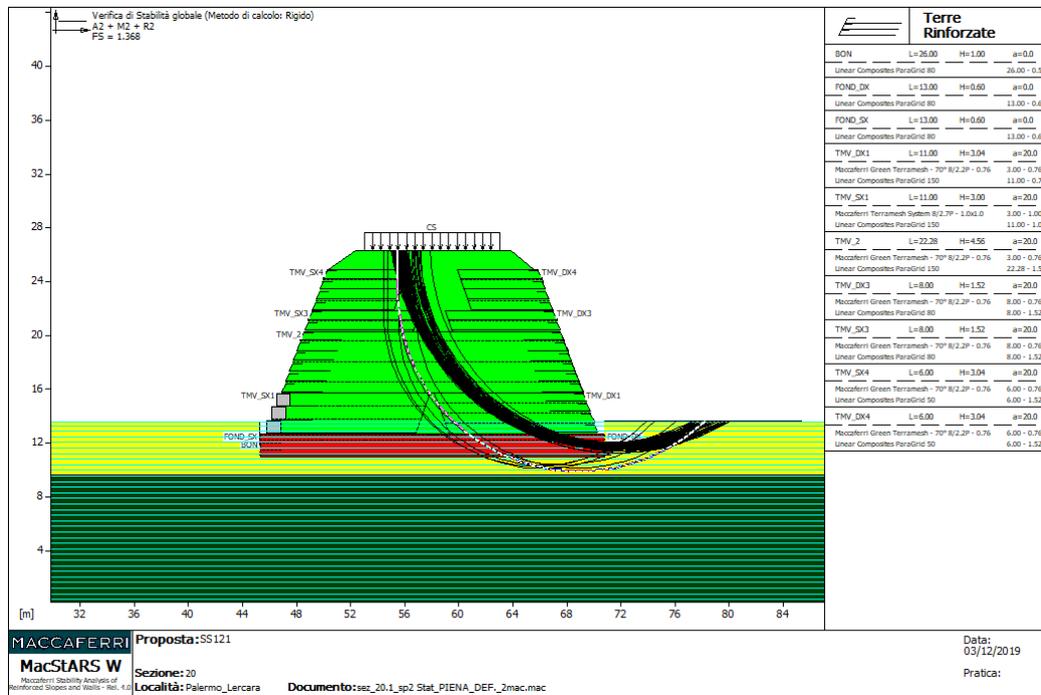


Figura 15- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

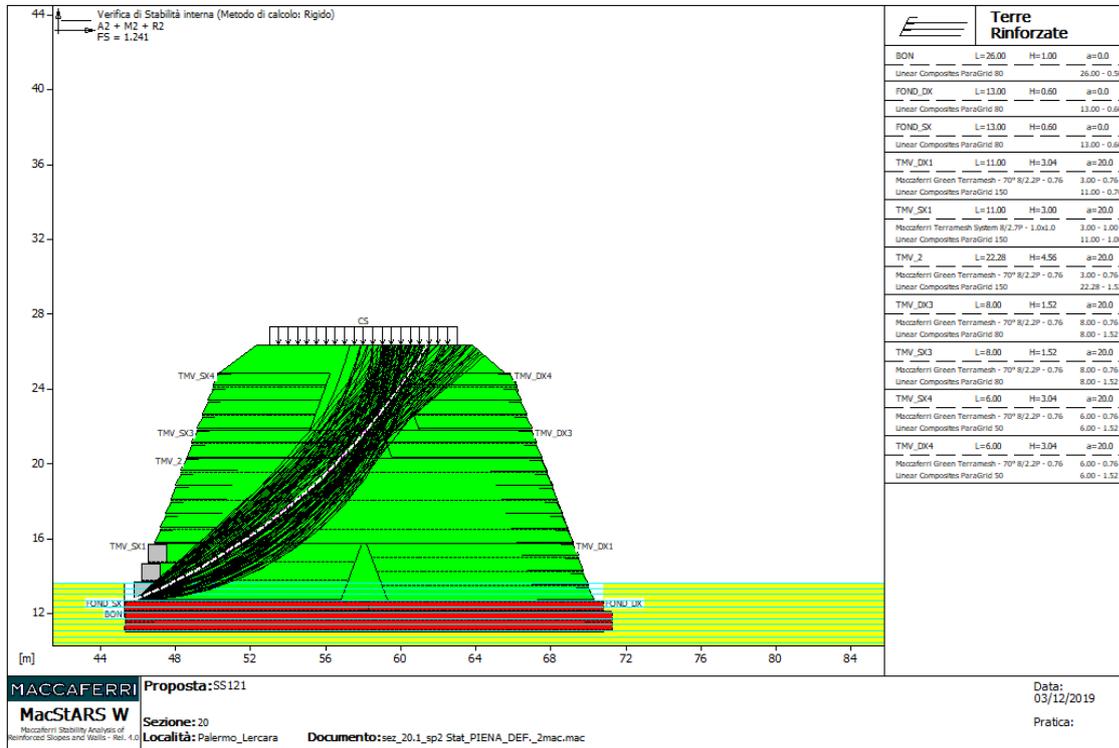


Figura 16- Verifica di stabilità interna in condizioni statiche della sezione 20, lato sx

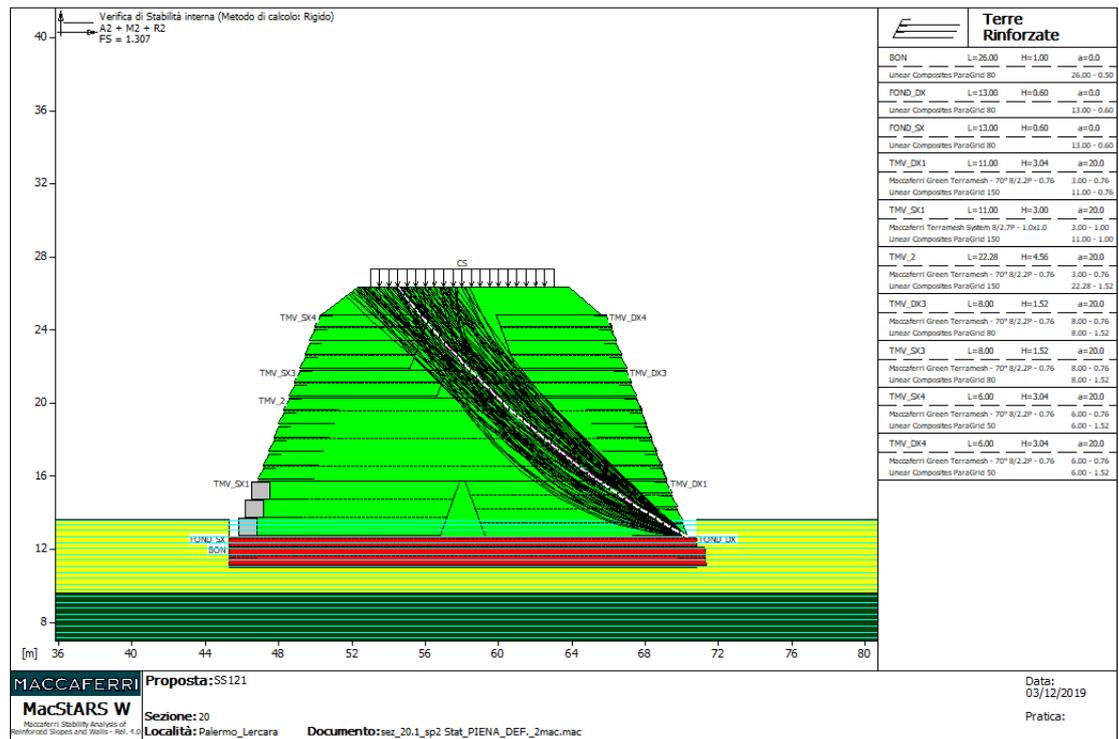


Figura 17- Verifica di stabilità interna in condizioni statiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

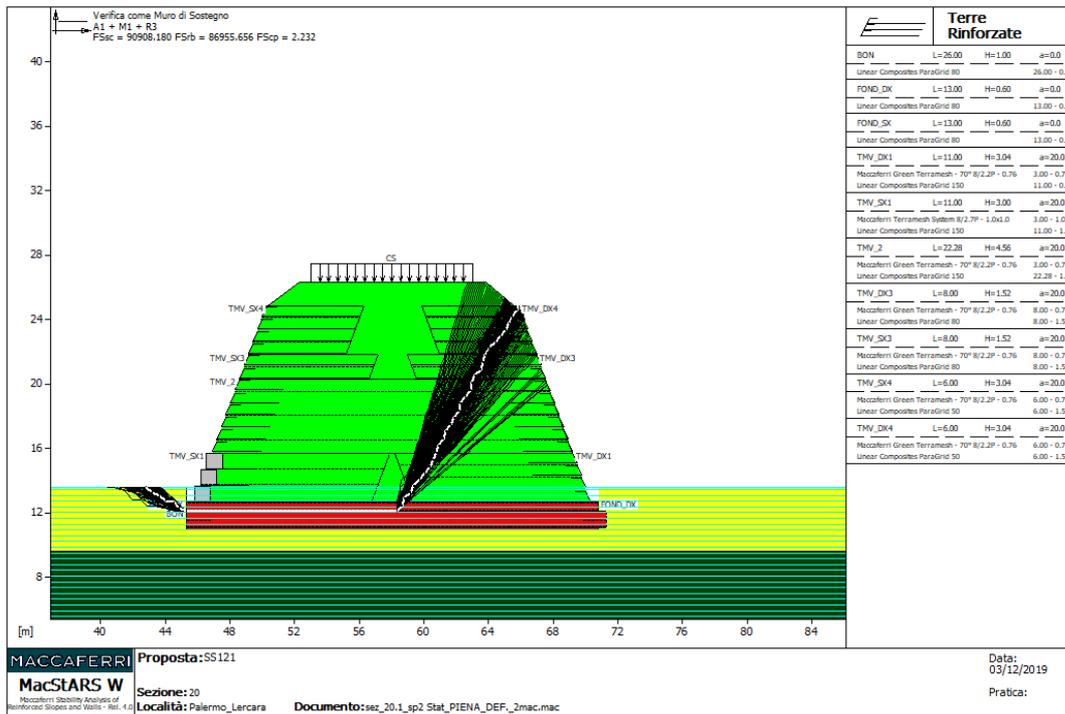


Figura 18- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni statiche della sezione 20, lato sx

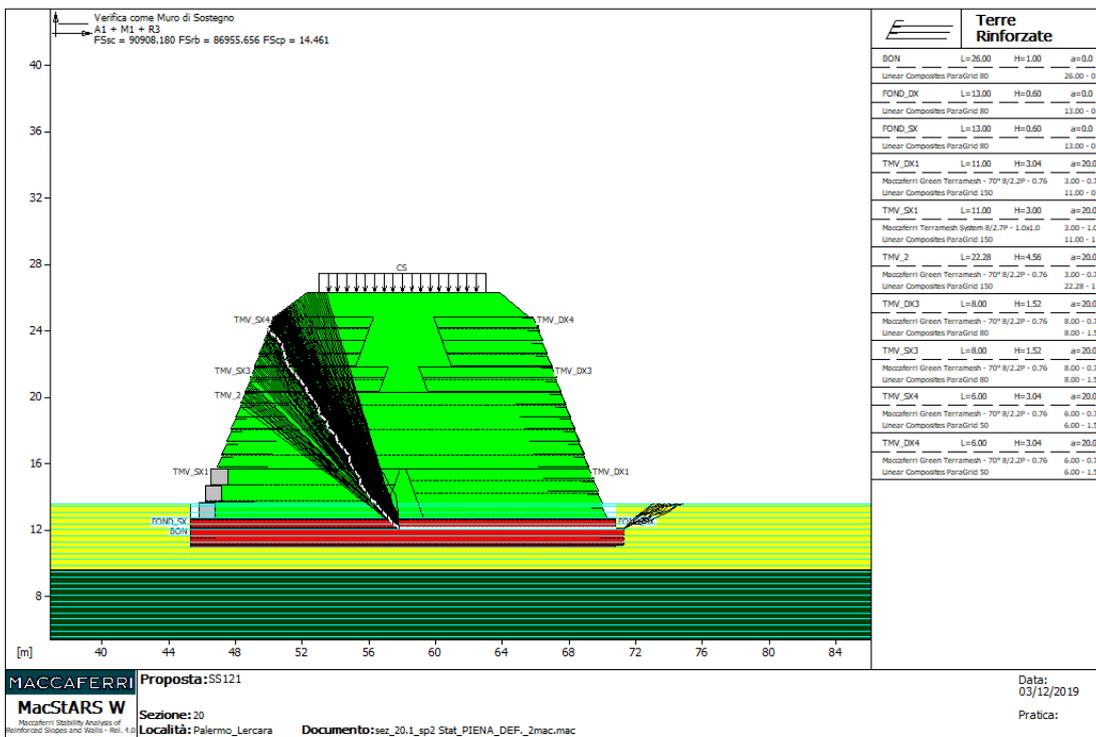


Figura 19- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni statiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".  
**PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3**

**OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

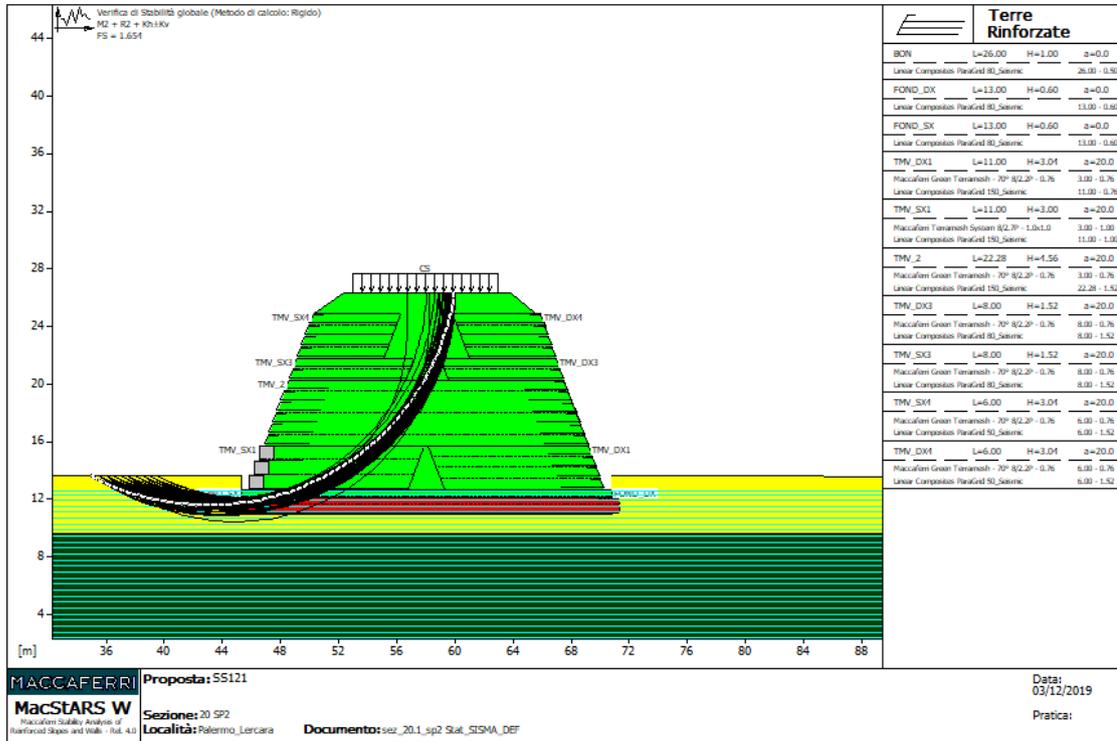


Figura 20- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 20, lato sx

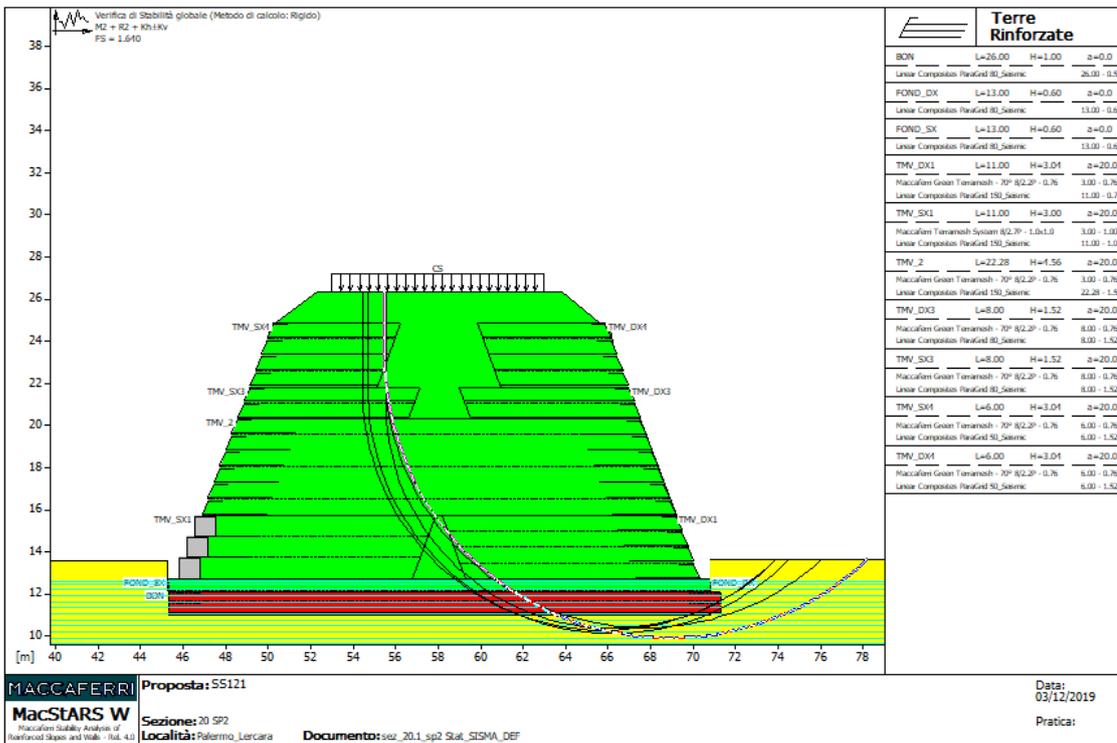


Figura 21- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

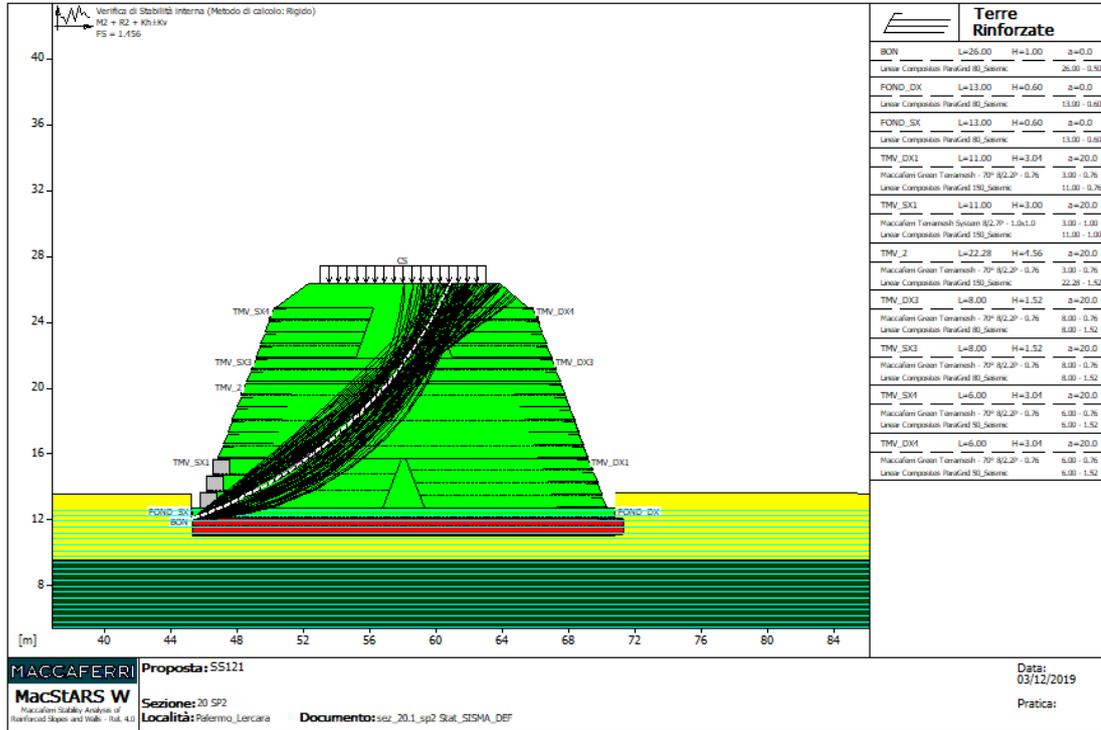


Figura 22- Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche della sezione 20, lato sx

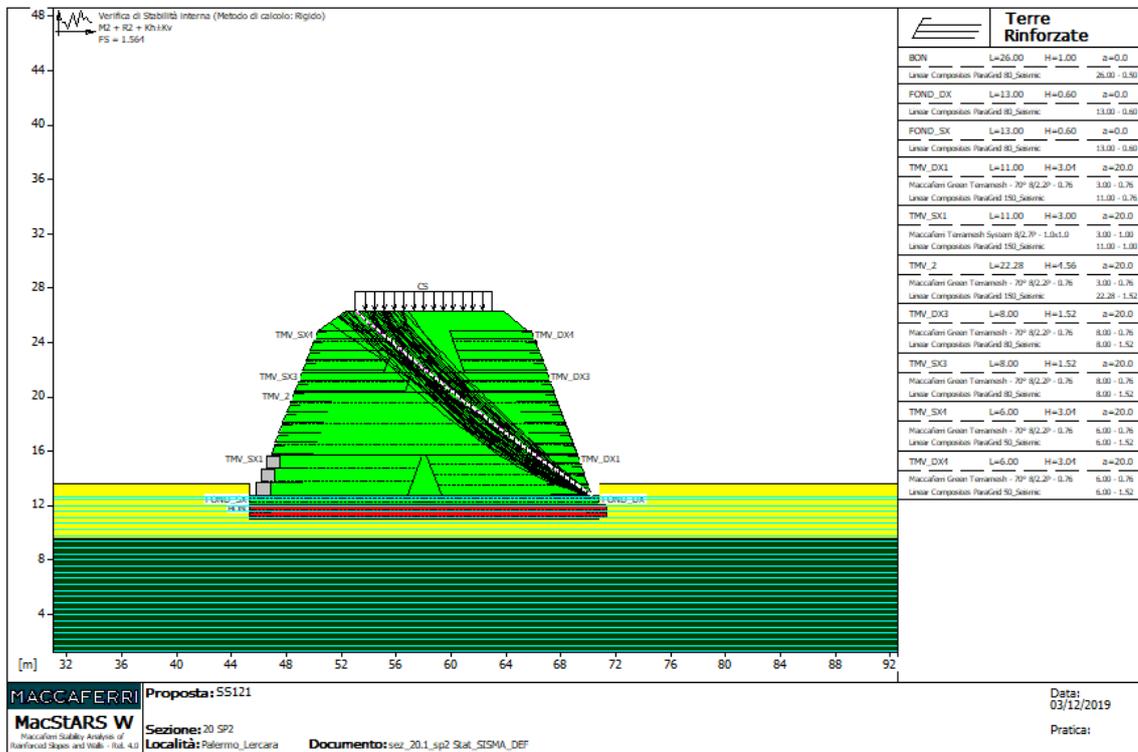


Figura 23- Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".  
**PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3**

**OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

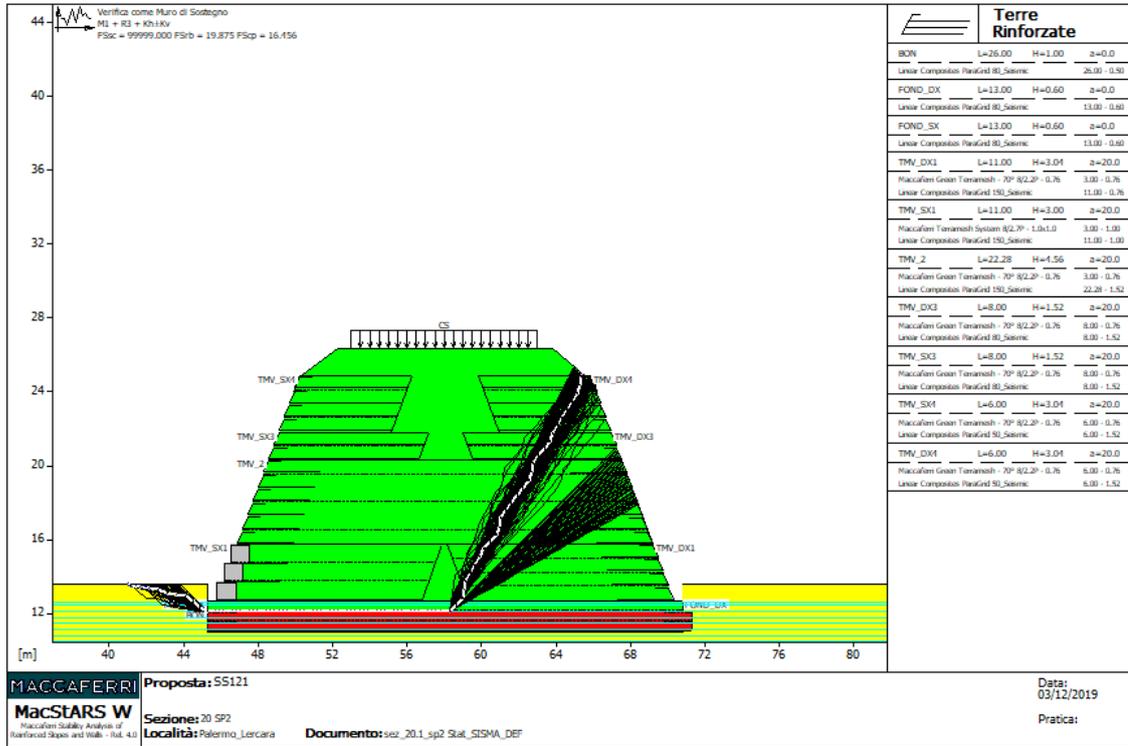


Figura 24- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni sismiche della sezione 20, lato sx

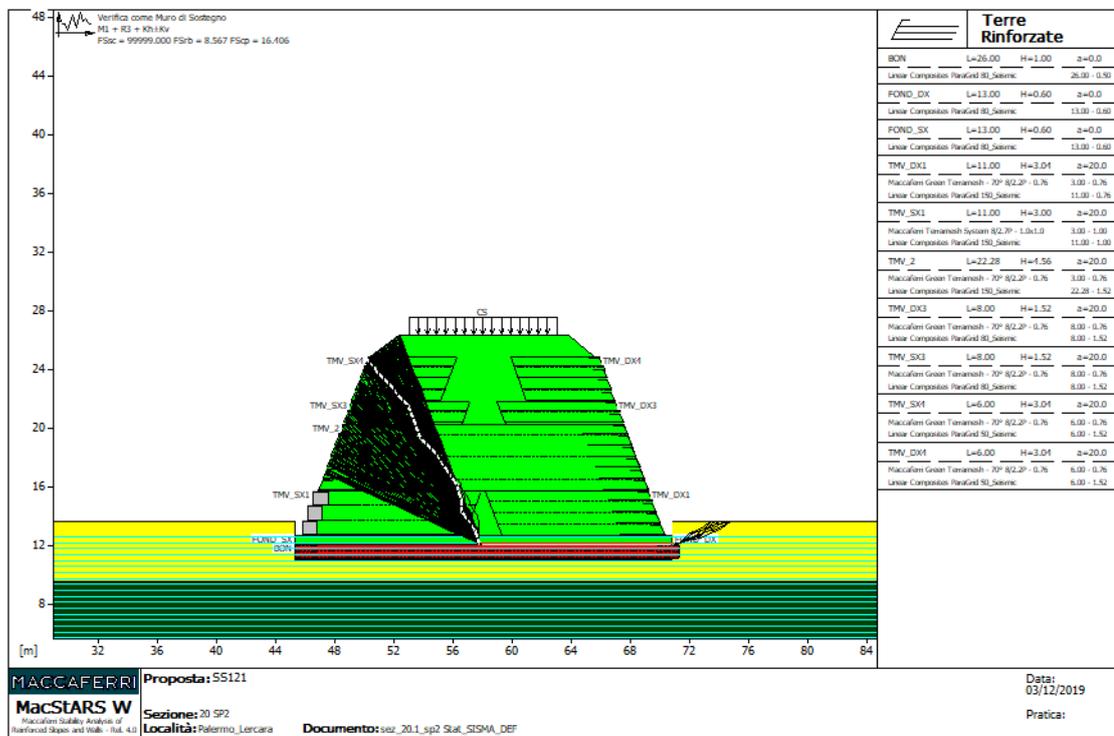


Figura 25- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni sismiche della sezione 20, lato dx

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## 11 MONITORAGGIO TOPOGRAFICO

Si ritiene opportuno predisporre un piano di monitoraggio topografico al fine di avere un riscontro di quanto ipotizzato in fase di calcolo durante le operazioni di cantiere. Nelle immagini seguenti riportiamo uno stralcio planimetrico, prospetti e sezioni con indicazione dei punti di mira topografici, sia per quanto riguarda l'opera in terra rinforzata, che il manufatto ad “U” in cemento armato previsto in prolungamento della Spalla 1. I punti di controllo per quanto riguarda l'opera in terra rinforzata saranno collegati al paramento in rete metallica con modalità da concordare con la D.LL durante l'esecuzione delle lavorazioni.

Le misurazioni andranno eseguite con cadenza di circa 20gg, per tutta la durata delle lavorazioni. Le stesse saranno estese per ulteriori 180gg oltre la fine dei lavori con misurazioni in questo caso mensili.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato PV\_OS2N005\_614137.

### PROSPETTO OPERA OS82

Posizionamento mire di monitoraggio

Scala 1:100

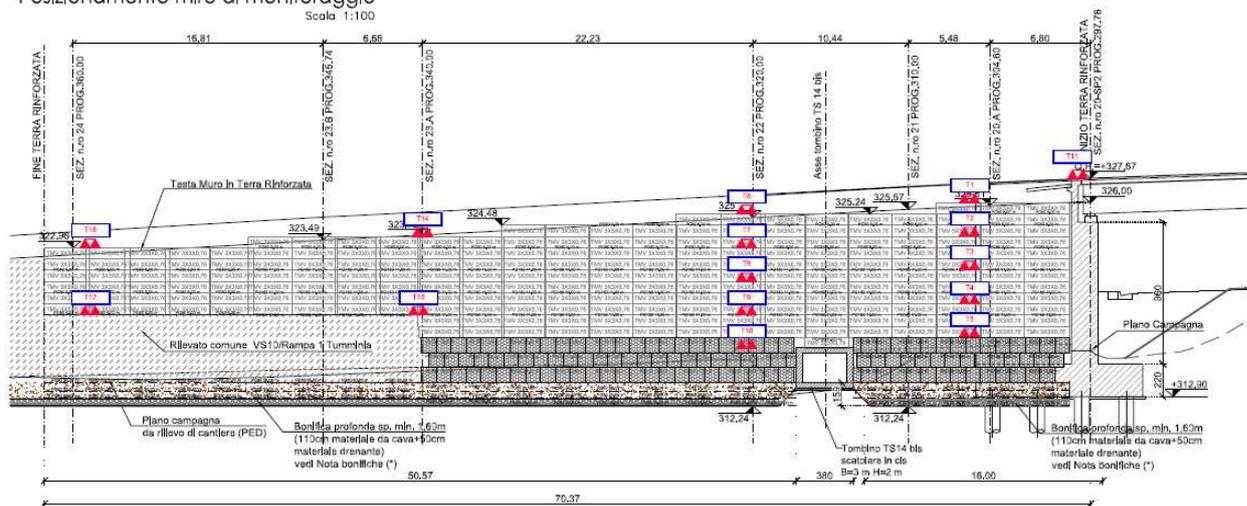


Figura 26 – Prospetto punti di mira terra rinforzata

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

---

OS82A OS82C – RILEVATO IN TERRA RINFORZATA – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

## 12 ALLEGATI FILE DI INPUT OUTPUT DEI MODELLI DI CALCOLO

---

# **MacStARS W – Rel. 4.0**

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

Proposta...: SS121

Sezione.....: 20

Località.....: Palermo\_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez\_20.1\_sp2 Stat\_PIENA\_DEF.\_2mac.mac

Data.....: 03/12/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
\_Verifiche di sicurezza (SLU)

## **SOMMARIO**



Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI****Strato: BON**

Descrizione:

Terreno : BON

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.30	12.10	70.81	12.10				

**Strato: LSA**

Descrizione:

Terreno : LSA\_A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	13.60	45.29	13.61	45.30	12.10	45.31	11.00
53.10	11.00	63.31	11.00	70.80	11.00	70.81	12.10
70.82	13.62	100.00	13.60				

**Strato: LSA\_1**

Descrizione:

Terreno : LSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	9.60	100.00	9.60				

**Strato: RS**

Descrizione:

Terreno : RS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
46.00	12.10	50.20	24.77	52.32	26.33	53.57	26.33
62.57	26.33	63.82	26.33	66.15	24.38	68.00	12.10

**PROFILI FALDE FREATICHE****Falda: F**

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	13.60			45.00	13.60		
70.00	13.60			100.00	13.60		

**BLOCCHI RINFORZATI****Blocco : BON**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 26.00 Altezza.....= 1.00  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 45.30 Ordinata.....= 11.10  
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Lunghezza.....[m] = 26.00  
Interasse.....[m] = 0.50  
Risolto.....[m] = 1.50

**Blocco : FOND\_DX**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 13.00 Altezza = 0.60  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 70.80 Ordinata = 12.10  
Inclinazione paramento...[°] : 0.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Lunghezza.....[m] = 13.00  
Interasse.....[m] = 0.60  
Risolto.....[m] = 13.00

**Blocco : FOND\_SX**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 13.00 Altezza = 0.60  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 45.30 Ordinata = 12.10  
Inclinazione paramento...[°] : 0.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Lunghezza.....[m] = 13.00  
Interasse.....[m] = 0.60  
Risolto.....[m] = 13.00

**Blocco : TMV\_DX1**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 11.00 Altezza = 3.04  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 70.29 Ordinata = 12.70  
Inclinazione paramento...[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale..... : RS  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RS  
 Terreno di copertura..... : RS  
 Terreno di fondazione..... : RS

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 3.00  
 Interasse.....[m] = 0.76  
 Risvolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 150

Lunghezza.....[m] = 11.00  
 Interasse verticale.....[m] = 0.76  
 Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_SX1**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 11.00 Altezza = 3.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 45.81 Ordinata = 12.74  
 Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Terreno riempimento gabbioni..... : GAB  
 Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Sabbia  
 Rilevato strutturale..... : RS  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RS  
 Terreno di copertura..... : RS  
 Terreno di fondazione..... : RS

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Lunghezza.....[m] = 3.00  
 Gabbione.....[m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 150

Lunghezza.....[m] = 11.00  
 Interasse verticale.....[m] = 1.00  
 Offset.....[m] = 1.00

**Blocco : TMV\_2**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 22.28 Altezza = 4.56  
 Arretramento.....[m] = 0.00 da TMV\_DX1  
 Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

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

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 3.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 150

Lunghezza.....[m] = 22.28

Interasse verticale.....[m] = 1.52

Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_DX3**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 8.00 Altezza = 1.52

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 67.53 Ordinata = 20.30

Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale.....: RS

Terreno di riempimento a tergo.....: RS

Terreno di copertura.....: RS

Terreno di fondazione.....: RS

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 80

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse verticale.....[m] = 1.52

Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_SX3**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 8.00 Altezza = 1.52

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 48.60 Ordinata = 20.30

Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale.....: RS

Terreno di riempimento a tergo.....: RS

Terreno di copertura.....: RS

Terreno di fondazione.....: RS

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 80

Lunghezza.....[m]..... = 8.00  
Interasse verticale.....[m]..... = 1.52  
Offset.....[m]..... = 0.76

**Blocco : TMV\_SX4**

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 3.04  
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV\_SX3  
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m]..... = 6.00  
Interasse.....[m]..... = 0.76  
Risolto.....[m]..... = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m]..... = 6.00  
Interasse verticale.....[m]..... = 1.52  
Offset.....[m]..... = 0.76

**Blocco : TMV\_DX4**

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 3.04  
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV\_DX3  
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m]..... = 6.00  
Interasse.....[m]..... = 0.76  
Risolto.....[m]..... = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m]..... = 6.00  
Interasse verticale.....[m]..... = 1.52  
Offset.....[m]..... = 0.76

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 53.00 To = 63.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 150

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	150.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	1667.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.51
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.51
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.51
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.21
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

Linear Composites - ParaGrid - 50

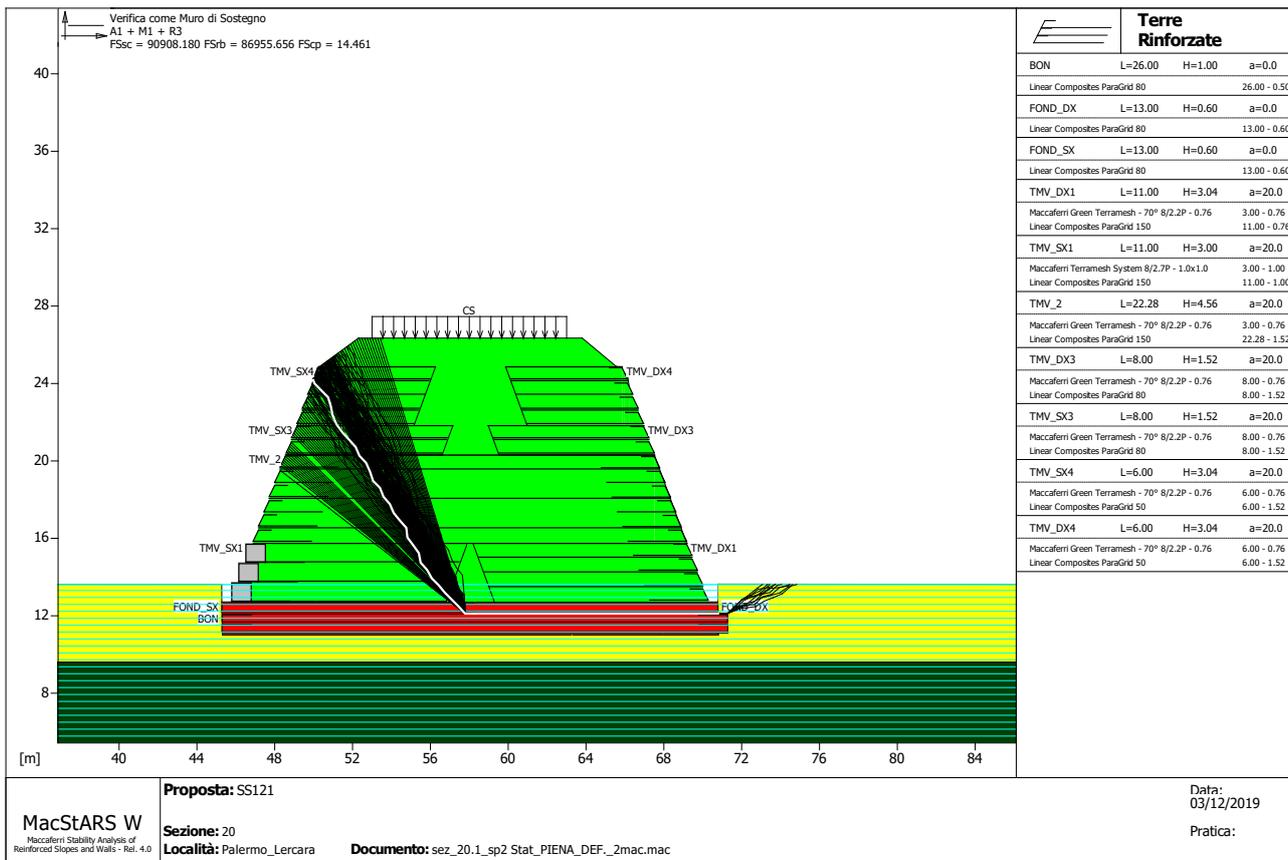
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	556.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.54
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

Linear Composites - ParaGrid - 80

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.54
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40
<b>Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76</b>		
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN]	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]	330.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30
<b>Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0</b>		
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	50.00
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).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE**



**Verifica come muro di sostegno :**

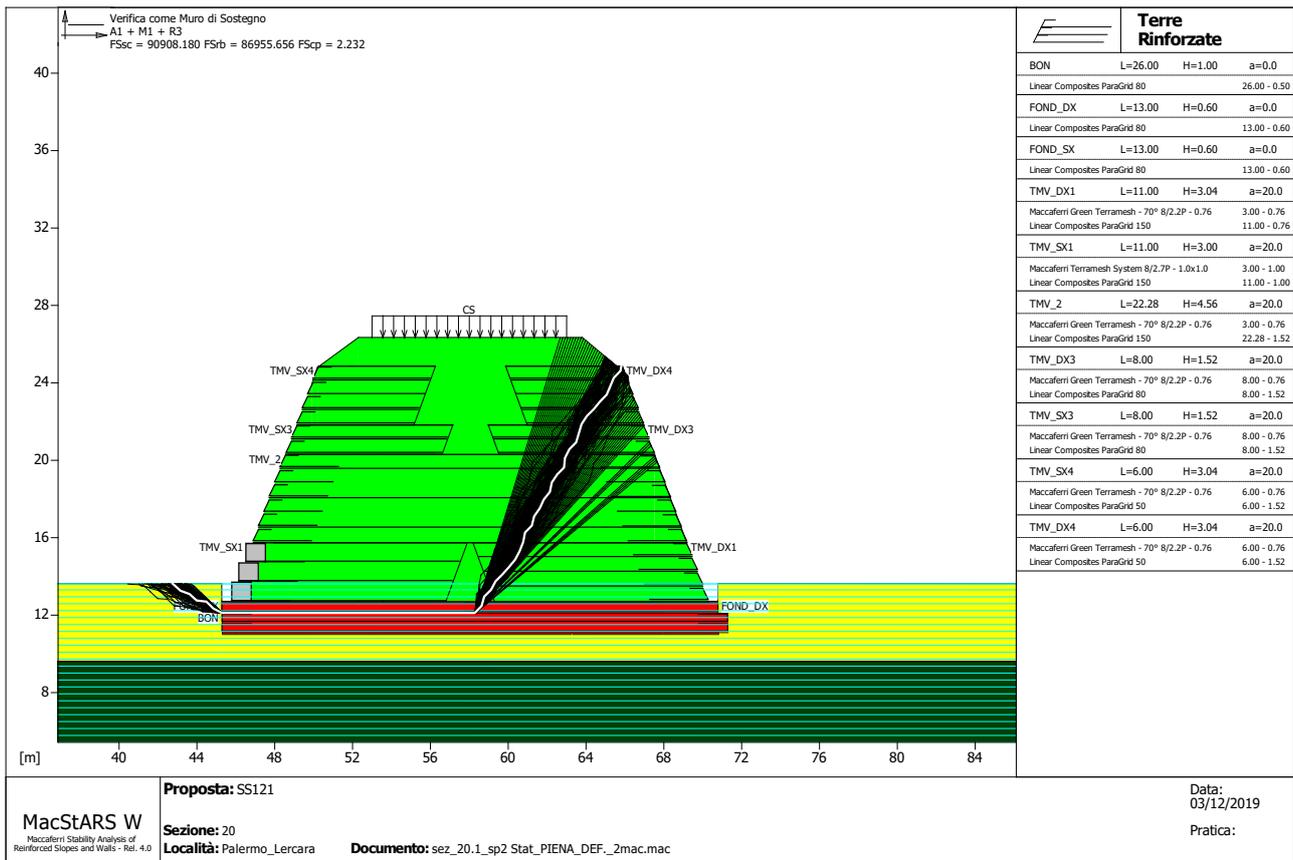
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3  
 Stabilità verificata sul blocco : FOND\_DX

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 1982.70  
 Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : -216.05  
 Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 90908.180  
 Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 22782.00  
 Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m]..... : -2618.80  
 Classe momento : Coeff. parziale R - Ribaltamento  
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento..... : 86955.656  
 Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima.....[kN/m²]..... : 4409.72  
 Pressione media agente.....[kN/m²]..... : 217.82  
 Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante..... : 14.461  
 Fondazione equivalente.....[m]..... : 13.00  
 Eccentricità forza normale.....[m]..... : -2.47  
 Braccio momento.....[m]..... : 12.12  
 Forza normale.....[kN]..... : 2831.60  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²]..... : -294.70  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²]..... : 997.35

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

1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FOND\_SX

Forza Stabilizzante ..... [kN/m] ..... : 1977.10

Forza Instabilizzante ..... [kN/m] ..... : -290.55

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento ..... : 90908.180

Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : 22792.00

Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : -2773.70

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento ..... : 86955.656

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima ..... [kN/m²] ..... : 682.31

Pressione media agente ..... [kN/m²] ..... : 218.34

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante ..... : 2.232

Fondazione equivalente ..... [m] ..... : 13.00

Eccentricità forza normale ..... [m] ..... : -2.55

Braccio momento ..... [m] ..... : 9.55

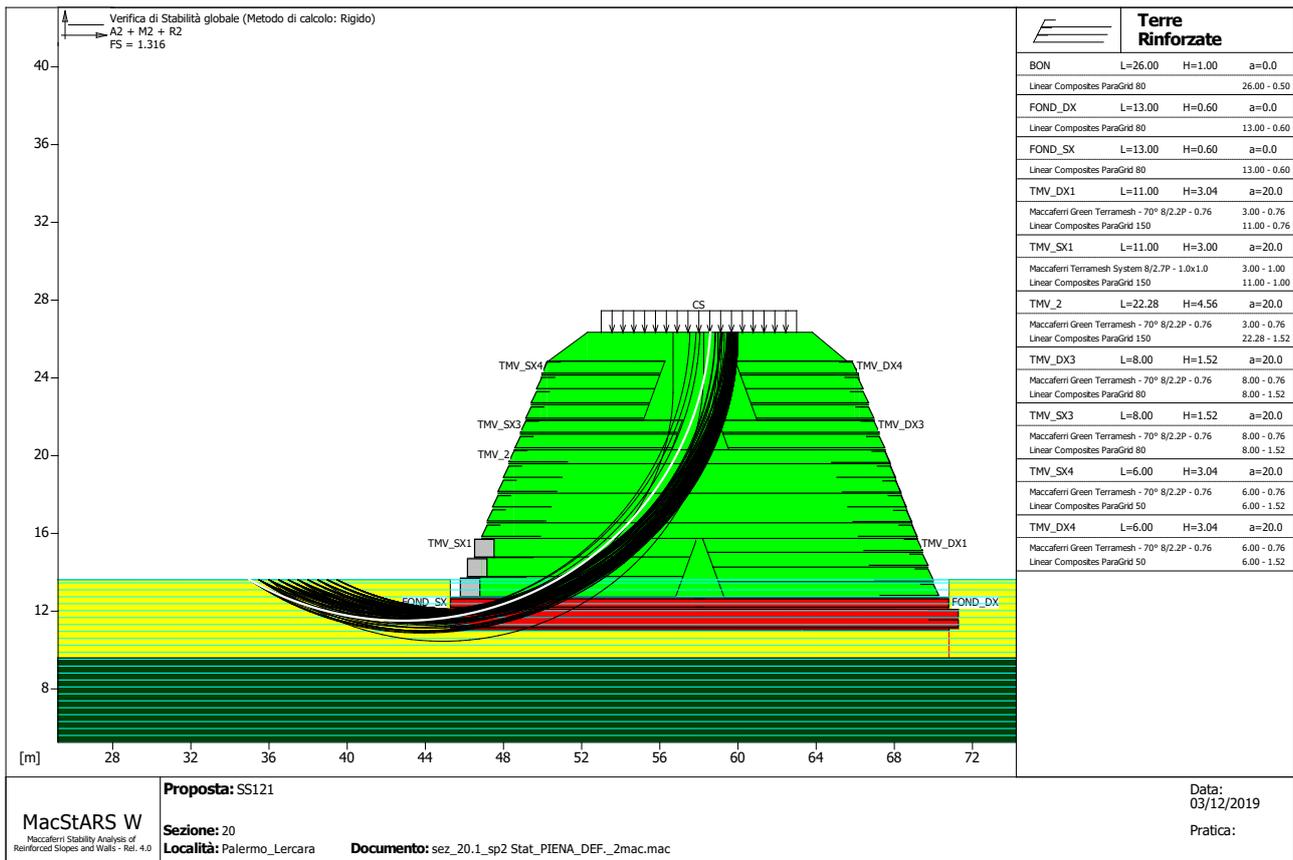
Forza normale ..... [kN] ..... : 2823.60

Pressione estremo di valle ..... [kN/m²] ..... : -337.14

Pressione estremo di monte ..... [kN/m²] ..... : 1052.77

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

1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



## Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.316

### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
35.00	42.00	52.00	60.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		15	
Numero totale superfici di prova..... :		150	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario..... [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :		0.00	

### Blocco : FOND\_SX Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	2177.5	52.6	1.52	41.40

### Blocco : TMV\_SX1 Linear Composites - ParaGrid - 150

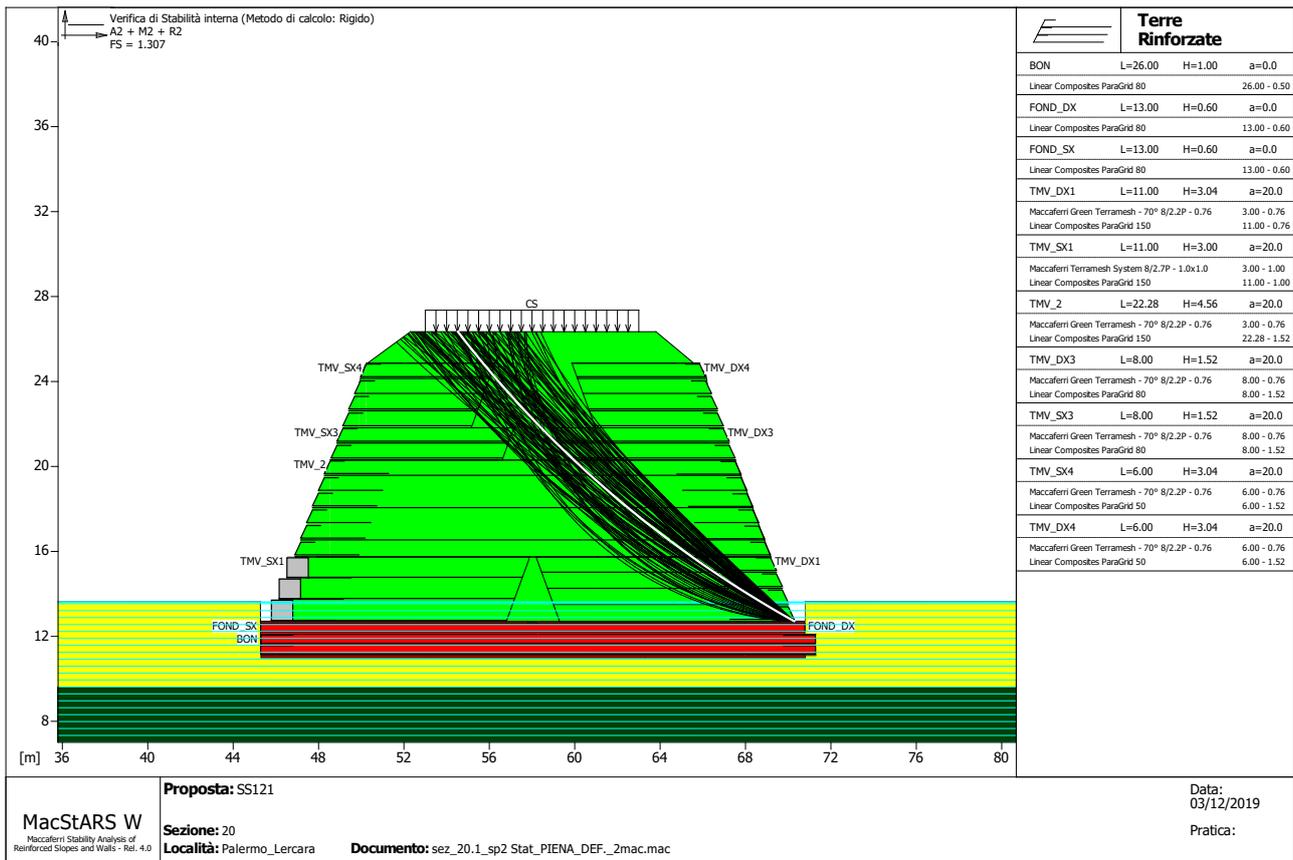
Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	150.0	662.8	99.3	1.51	6.67

2.000                      150.0                      962.8                      99.3                      1.51                      9.70

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	1249.3	99.3	1.51	12.58
2.280	150.0	1287.5	99.3	1.51	12.97
3.800	150.0	1201.7	99.3	1.51	12.10

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



### Verifica 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..... : 1.307

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_DX1	Primo punto	Secondo punto
	50.00	60.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :	1	
Numero totale superfici di prova..... :	550	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :	0.50	
Angolo limite orario..... [°]..... :	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :	0.00	

**Blocco : TMV\_DX1**  
**Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76**

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	35.0	143.7	32.1	1.09	4.48
1.520	35.0	92.9	32.1	1.09	2.89

Blocco : TMV\_DX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	19.3	19.3	7.77	1.00
1.520	150.0	87.0	87.0	1.72	1.00
2.280	150.0	186.2	99.3	1.51	1.88

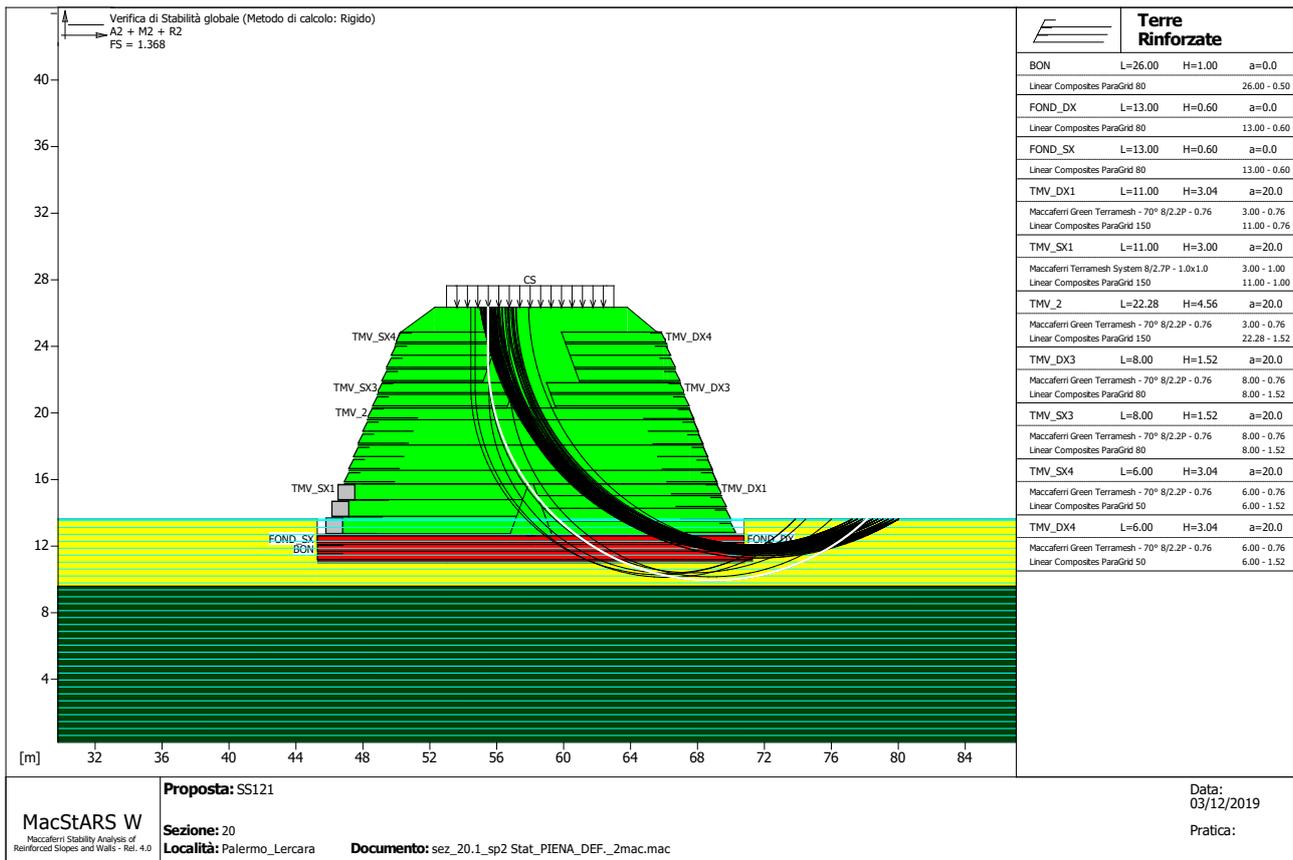
Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	522.9	99.3	1.51	5.27
2.280	150.0	780.1	99.3	1.51	7.86
3.800	150.0	932.5	99.3	1.51	9.39

Blocco : TMV\_DX3  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	35.0	58.9	32.1	1.09	1.83

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



## Verifica 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..... : 1.368

### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
55.00	65.00	72.00	80.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		27	
Numero totale superfici di prova..... :		567	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario..... [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :		0.00	

### Blocco : BON Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	1031.1	52.6	1.52	19.60
0.500	80.0	1215.7	52.6	1.52	23.11

Blocco : FOND\_DX  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	883.0	52.6	1.52	16.79

Blocco : FOND\_SX  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	654.7	52.6	1.52	12.45

Blocco : TMV\_DX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	150.0	288.9	99.3	1.51	2.91
1.520	150.0	110.8	99.3	1.51	1.12

Blocco : TMV\_SX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	150.0	585.0	99.3	1.51	5.89
2.000	150.0	661.2	99.3	1.51	6.66

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	150.0	2188.3	99.3	1.51	22.04
2.280	150.0	1622.3	99.3	1.51	16.34
3.800	150.0	1181.9	99.3	1.51	11.90

Blocco : TMV\_SX3  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	35.0	100.6	32.1	1.09	3.13
0.760	35.0	95.9	32.1	1.09	2.99

Blocco : TMV\_SX3  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	80.0	123.1	52.6	1.52	2.34

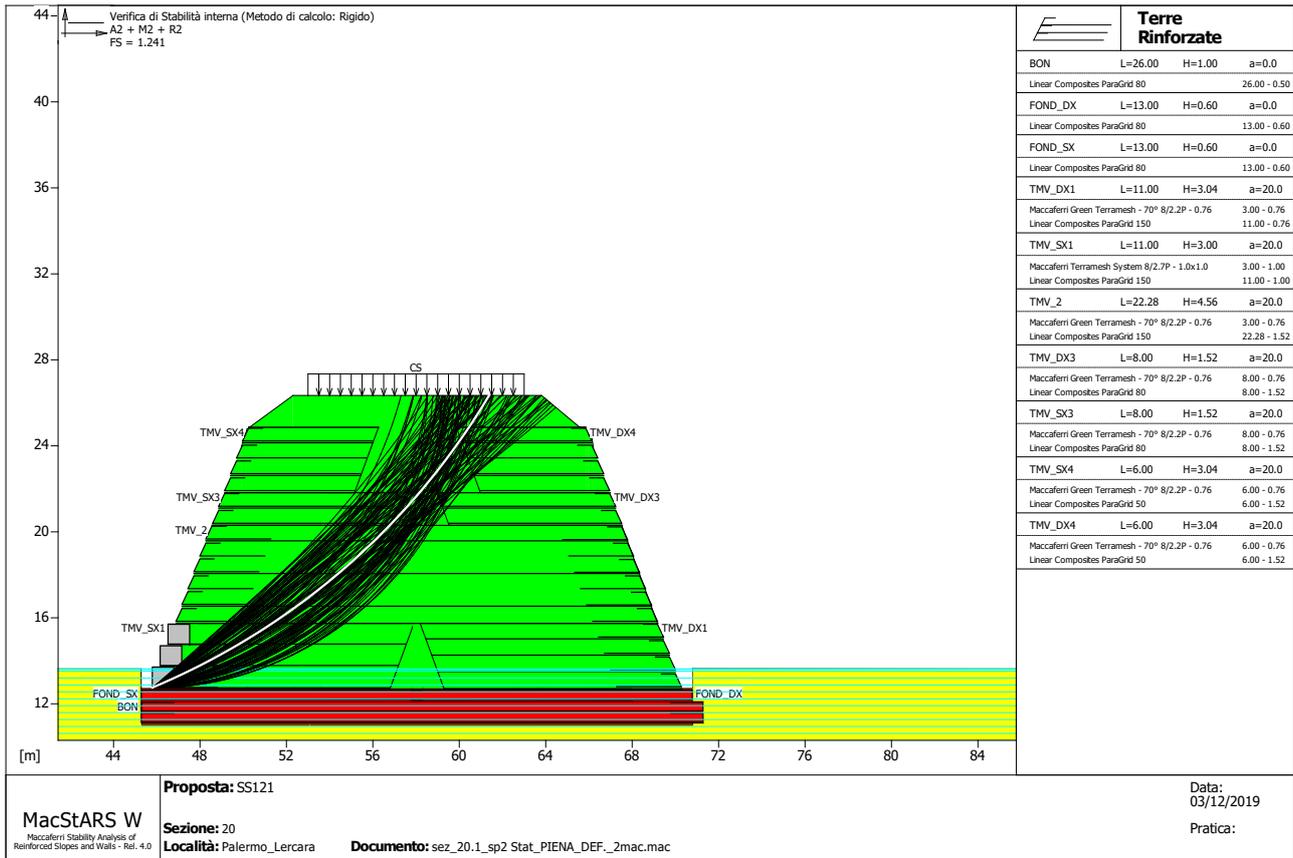
Blocco : TMV\_SX4  
 Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.520	35.0	16.1	16.1	2.17	1.00
2.280	35.0	21.1	21.1	1.66	1.00

Blocco : TMV\_SX4  
 Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.280	50.0	27.0	27.0	1.85	1.00

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



### Verifica 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..... : 1.241

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_SX1	Primo punto	Secondo punto
	52.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :	1	
Numero totale superfici di prova..... :	550	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :	0.50	
Angolo limite orario..... [°]..... :	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :	0.00	

Blocco : TMV\_SX1  
 Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
1.000	50.0	105.5	45.9	1.09	2.30

Blocco : TMV\_SX1  
 Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
1.000	150.0	57.8	57.8	2.60	1.00

2.000                      150.0                      245.6                      99.3                      1.51                      2.47

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	722.5	99.3	1.51	7.28
2.280	150.0	982.6	99.3	1.51	9.90
3.800	150.0	1085.6	99.3	1.51	10.93

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

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

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

# MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta...: SS121

Sezione...: 20 SP2

Località...: Palermo\_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez\_20.1\_sp2 Stat\_SISMA\_DEF

Data.....: 03/12/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
\_Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	3
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
BLOCCHI RINFORZATI .....	3
Blocco : BON .....	3
Blocco : FOND_DX.....	4
Blocco : FOND_SX.....	4
Blocco : TMV_DX1 .....	4
Blocco : TMV_SX1 .....	5
Blocco : TMV_2 .....	5
Blocco : TMV_DX3 .....	6
Blocco : TMV_SX3 .....	6
Blocco : TMV_SX4 .....	7
Blocco : TMV_DX4 .....	7
CARICHI.....	8
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	8
VERIFICHE.....	10
Verifica di stabilità globale : .....	10
Verifica come muro di sostegno : .....	13
Verifica di stabilità interna : .....	15
Verifica come muro di sostegno : .....	17
Verifica di stabilità interna : .....	19
Verifica di stabilità globale : .....	21

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

<b>Terreno : BON</b>	Descrizione : Bonifica
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> ].....: 20.00
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 : GAB</b>	Descrizione : Gabbioni
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 50.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 45.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 16.00
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

<b>Terreno : LSA</b>	Descrizione :
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 24.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 20.00
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 : LSA_A</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.....	[°].....: 20.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 20.00
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 : RS</b>	Descrizione : Rilevato stradale
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



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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 26.00  
Interasse.....[m] = 0.50  
Risolto.....[m] = 1.50

**Blocco : FOND\_DX**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 13.00 Altezza = 0.60  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 70.80 Ordinata = 12.10  
Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 13.00  
Interasse.....[m] = 0.60  
Risolto.....[m] = 13.00

**Blocco : FOND\_SX**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 13.00 Altezza = 0.60  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 45.30 Ordinata = 12.10  
Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 13.00  
Interasse.....[m] = 0.60  
Risolto.....[m] = 13.00

**Blocco : TMV\_DX1**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 11.00 Altezza = 3.04  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 70.29 Ordinata = 12.70  
Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale..... : RS  
Terreno di riempimento a tergo..... : RS  
Terreno di copertura..... : RS  
Terreno di fondazione..... : RS

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 3.00  
Interasse.....[m] = 0.76  
Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 11.00  
Interasse verticale.....[m] = 0.76  
Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_SX1**

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 11.00 Altezza..... = 3.00  
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 45.81 Ordinata..... = 12.74  
Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Terreno riempimento gabbioni..... : GAB  
Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Sabbia  
Rilevato strutturale..... : RS  
Terreno di riempimento a tergo..... : RS  
Terreno di copertura..... : RS  
Terreno di fondazione..... : RS

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Lunghezza.....[m] = 3.00  
Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 11.00  
Interasse verticale.....[m] = 1.00  
Offset.....[m] = 1.00

**Blocco : TMV\_2**

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 22.28 Altezza..... = 4.56  
Arretramento.....[m] = 0.00 da TMV\_DX1  
Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

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

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 3.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 22.28

Interasse verticale.....[m] = 1.52

Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_DX3**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 8.00 Altezza = 1.52

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 67.53 Ordinata = 20.30

Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale.....: RS

Terreno di riempimento a tergo.....: RS

Terreno di copertura.....: RS

Terreno di fondazione.....: RS

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse verticale.....[m] = 1.52

Offset.....[m] = 0.76

**Blocco : TMV\_SX3**

Dati principali.....[m] : Larghezza = 8.00 Altezza = 1.52

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 48.60 Ordinata = 20.30

Inclinazione paramento.....[°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale.....: RS

Terreno di riempimento a tergo.....: RS

Terreno di copertura.....: RS

Terreno di fondazione.....: RS

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

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

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

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m] = 8.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risolto.....[m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 8.00  
Interasse verticale.....[m].....= 1.52  
Offset.....[m].....= 0.76

**Blocco : TMV\_SX4**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.04  
Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV\_SX3  
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
Interasse.....[m].....= 0.76  
Risolto.....[m].....= 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 50\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
Interasse verticale.....[m].....= 1.52  
Offset.....[m].....= 0.76

**Blocco : TMV\_DX4**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.04  
Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV\_DX3  
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
Interasse.....[m].....= 0.76  
Risolto.....[m].....= 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 50\_Seismic

Lunghezza.....[m].....= 6.00  
Interasse verticale.....[m].....= 1.52  
Offset.....[m].....= 0.76

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 53.00 To = 63.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]..: Orizzontale..... = 1.07      Verticale..... = 0.54

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	150.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	1667.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		0.21
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia .....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla .....		0.40

Linear Composites - ParaGrid - 50\_Seismic

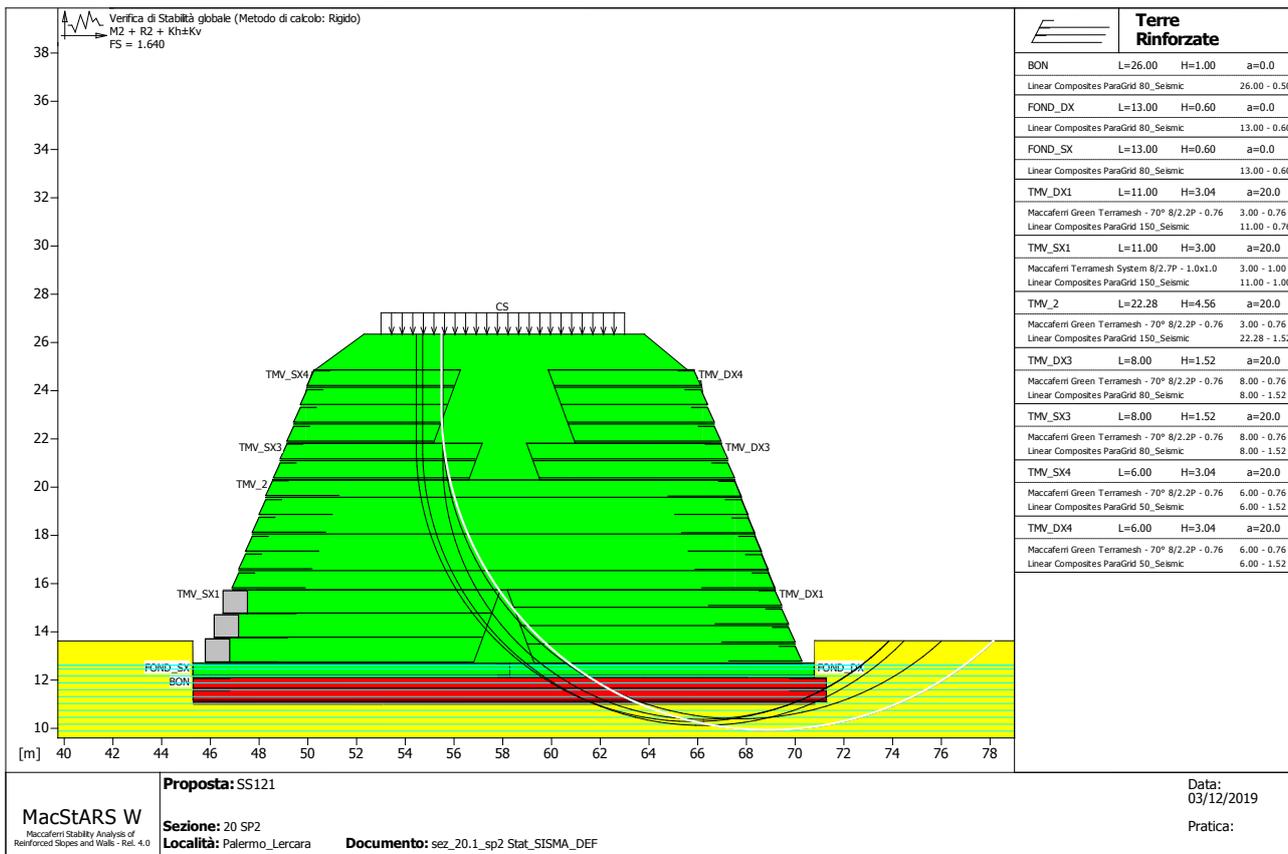
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	556.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia .....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla .....		0.40

Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	80.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	889.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.40
<b>Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76</b>		
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN]	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]	330.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30
<b>Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0</b>		
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m]	50.00
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).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**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.....: 1.640

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
55.00	65.00	72.00	80.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		27	
Numero totale superfici di prova.....:		567	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

**Blocco : BON**  
**Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic**

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	1103.7	72.7	1.10	15.18
0.500	80.0	1293.0	72.7	1.10	17.79

Blocco : FOND\_DX  
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	894.4	72.7	1.10	12.30

Blocco : FOND\_SX  
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	663.1	72.7	1.10	9.12

Blocco : TMV\_DX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	150.0	284.2	137.6	1.09	2.07
1.520	150.0	108.3	108.3	1.39	1.00

Blocco : TMV\_SX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	150.0	572.4	137.6	1.09	4.16
2.000	150.0	645.8	137.6	1.09	4.69

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	150.0	2155.6	137.6	1.09	15.67
2.280	150.0	1595.2	137.6	1.09	11.59
3.800	150.0	1158.8	137.6	1.09	8.42

Blocco : TMV\_SX3  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	35.0	96.5	32.1	1.09	3.01
0.760	35.0	91.5	32.1	1.09	2.85

Blocco : TMV\_SX3  
Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	80.0	117.5	72.7	1.10	1.62

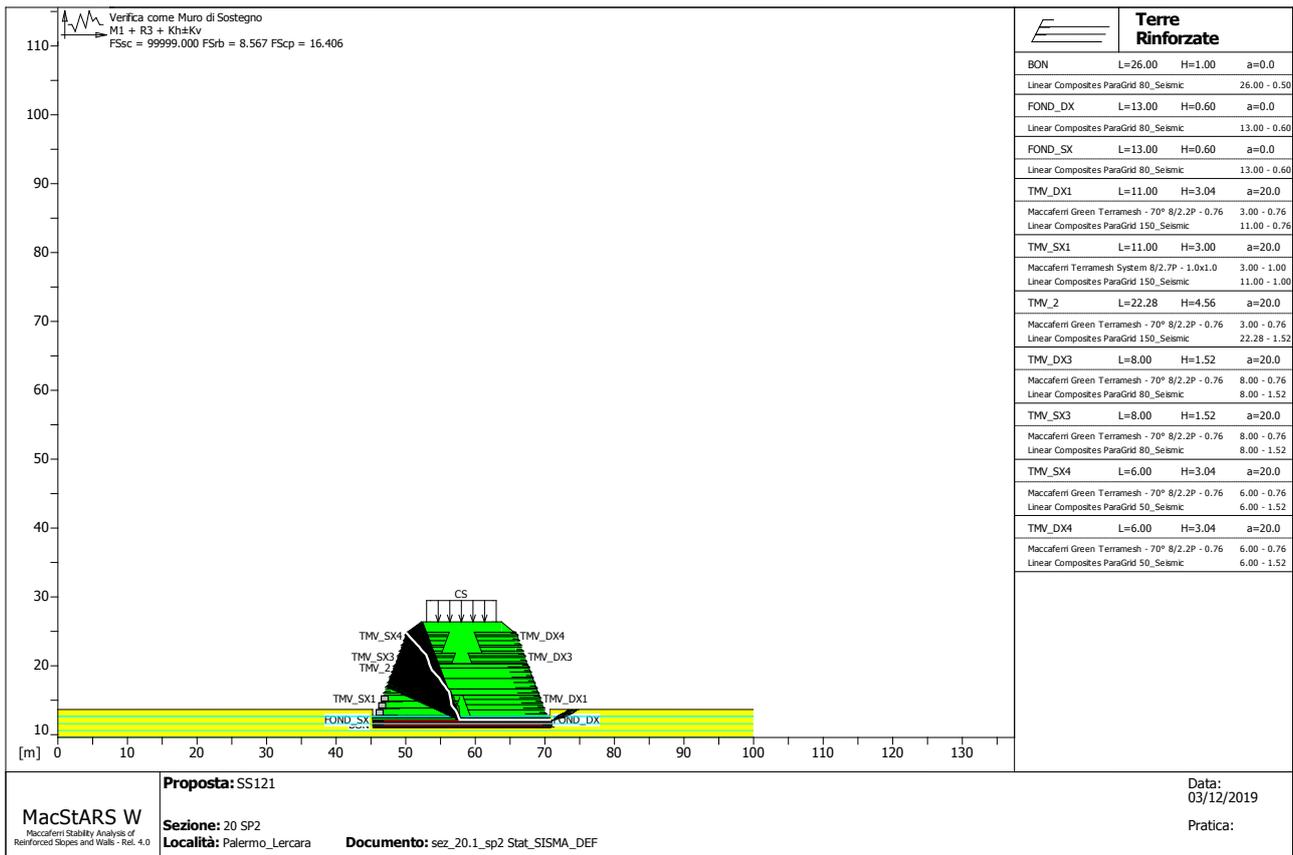
Blocco : TMV\_SX4  
 Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	1/Fmax	
1.520	35.0	15.0	15.0	2.33	1.00
2.280	35.0	19.3	19.3	1.81	1.00

Blocco : TMV\_SX4  
 Linear Composites - ParaGrid - 50\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	1/Fmax	
2.280	50.0	24.7	24.7	2.02	1.00

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



## Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

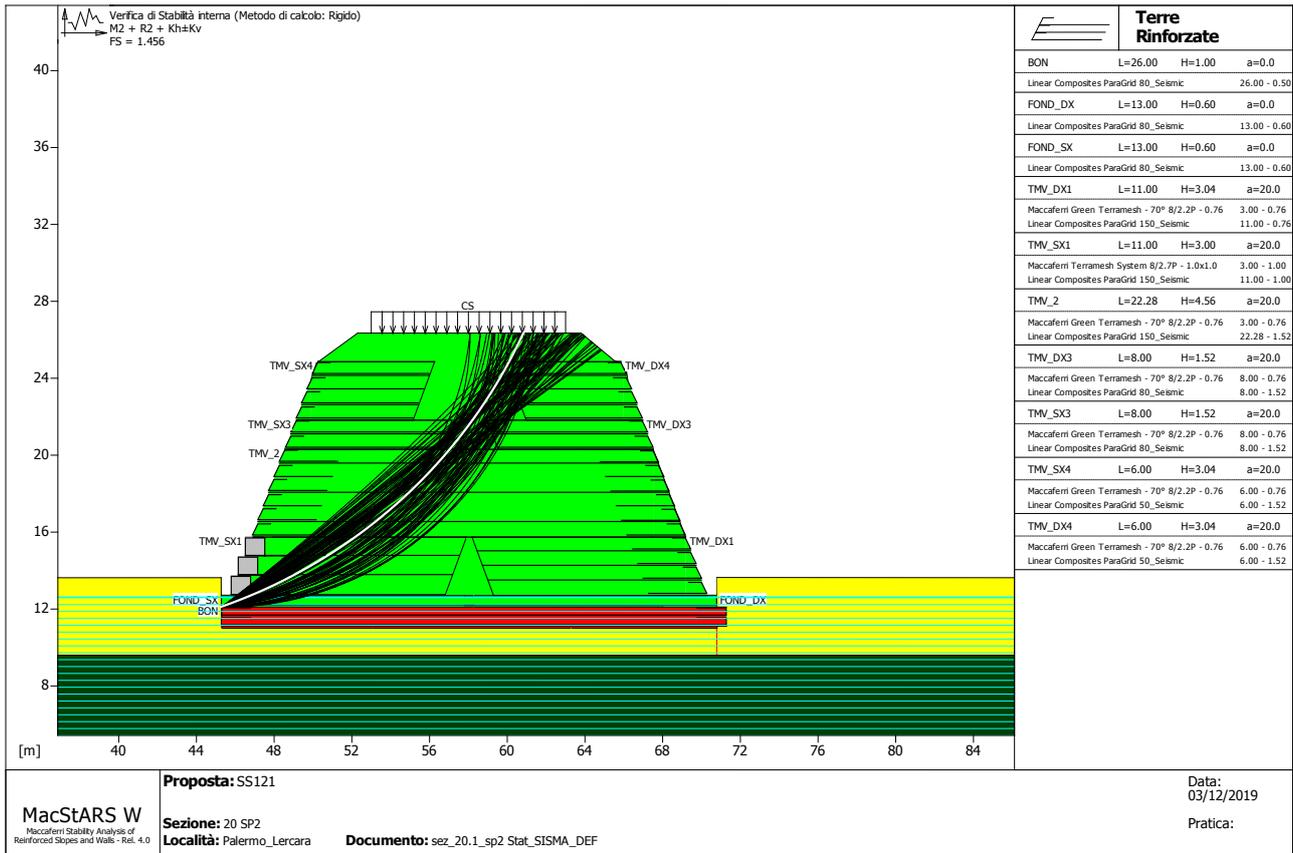
Stabilità verificata sul blocco : FOND\_DX

Forza Stabilizzante ..... [kN/m] .....: 1921.70  
 Forza Instabilizzante ..... [kN/m] .....: -33.80  
 Classe scorrimento .....: Coeff. parziale R - Scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento .....: 99999.000  
 Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] .....: 23075.00  
 Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] .....: 2693.60  
 Classe momento .....: Coeff. parziale R - Ribaltamento  
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento .....: 8.567  
 Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima ..... [kN/m<sup>2</sup>] .....: 4156.15  
 Pressione media agente ..... [kN/m<sup>2</sup>] .....: 211.12  
 Classe pressione .....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante .....: 16.406  
 Fondazione equivalente ..... [m] .....: 13.00  
 Eccentricità forza normale ..... [m] .....: -0.93  
 Braccio momento ..... [m] .....: -79.69  
 Forza normale ..... [kN] .....: 2744.50  
 Pressione estremo di valle ..... [kN/m<sup>2</sup>] .....: 123.44  
 Pressione estremo di monte ..... [kN/m<sup>2</sup>] .....: 368.97

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata

1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



### 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 ..... : 1.456

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FOND_SX	Primo punto	Secondo punto
	55.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	1	
Numero totale superfici di prova.....	550	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....	0.00	

Blocco : TMV\_SX1  
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	187.7	45.9	1.09	4.09

Blocco : TMV\_SX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

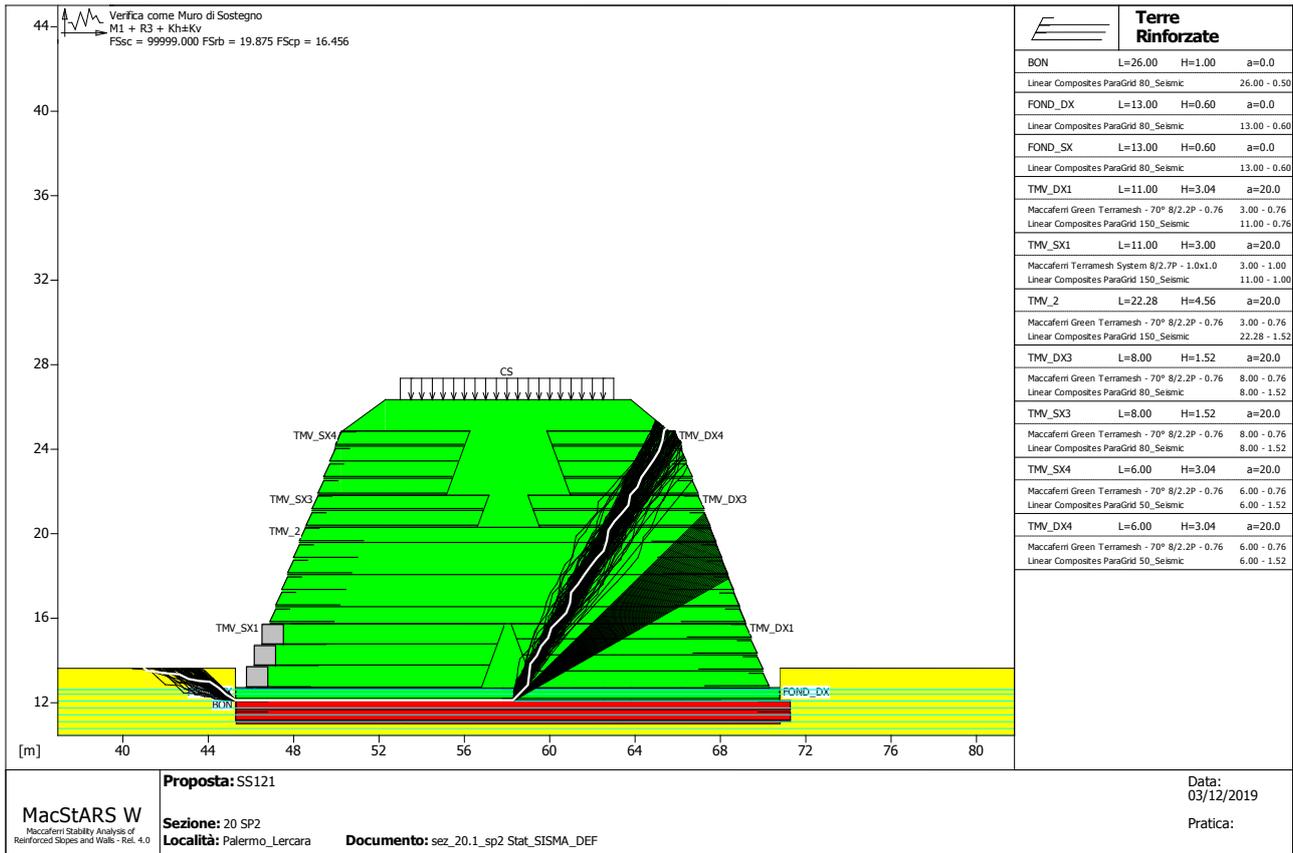
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	150.0	171.0	137.6	1.09	1.24

2.000                      150.0                      483.8                      137.6                      1.09                      3.52

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	912.2	137.6	1.09	6.63
2.280	150.0	1101.7	137.6	1.09	8.01
3.800	150.0	1135.0	137.6	1.09	8.25

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



### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

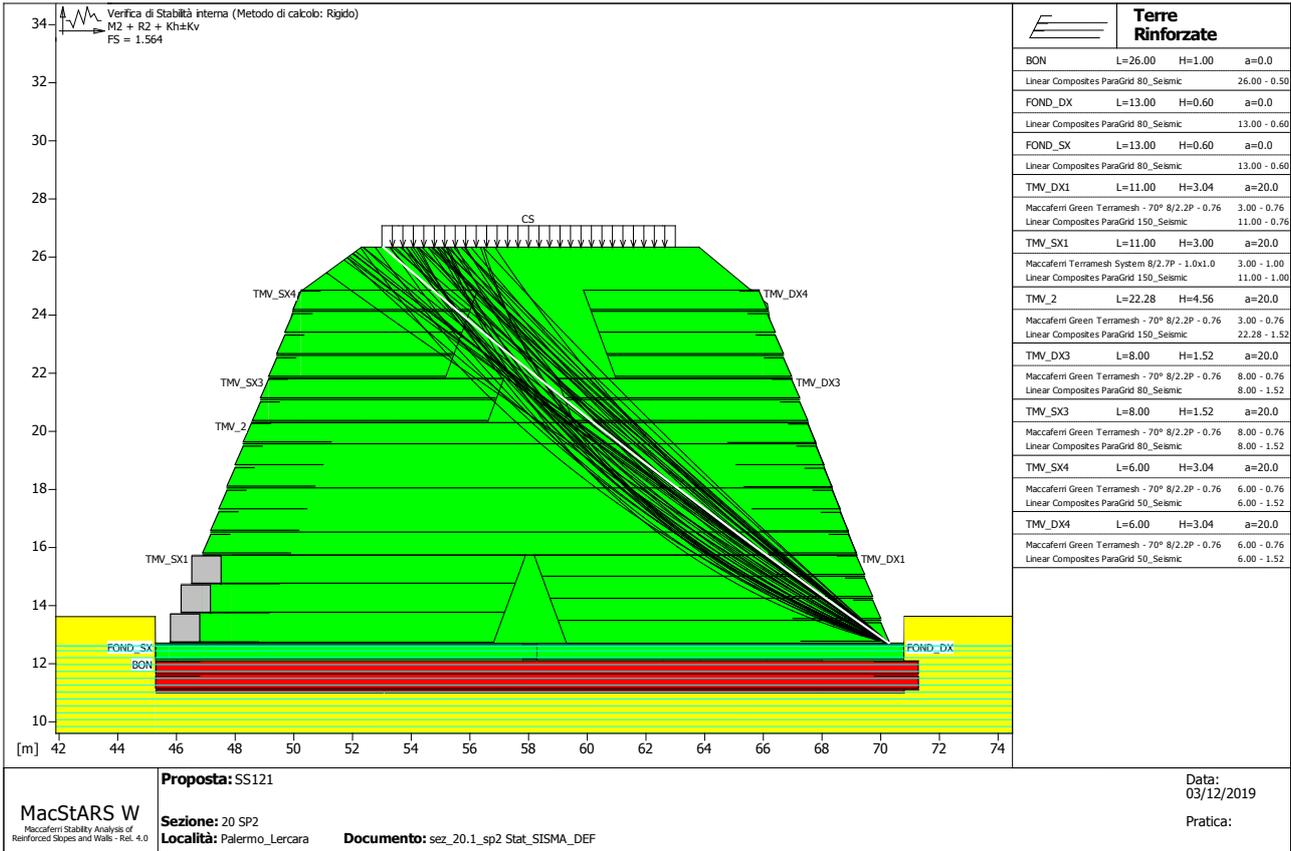
Stabilità verificata sul blocco : FOND\_SX

Forza Stabilizzante ..... [kN/m] ..... : 1915.80  
 Forza Instabilizzante ..... [kN/m] ..... : -104.25  
 Classe scorrimento ..... : Coeff. parziale R - Scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento ..... : 99999.000  
 Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : 23078.00  
 Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : 1161.20  
 Classe momento ..... : Coeff. parziale R - Ribaltamento  
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento ..... : 19.875  
 Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima ..... [kN/m²] ..... : 4156.15  
 Pressione media agente ..... [kN/m²] ..... : 210.47  
 Classe pressione ..... : Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante ..... : 16.456  
 Fondazione equivalente ..... [m] ..... : 13.00  
 Eccentricità forza normale ..... [m] ..... : -1.51  
 Braccio momento ..... [m] ..... : -11.14  
 Forza normale ..... [kN] ..... : 2736.10  
 Pressione estremo di valle ..... [kN/m²] ..... : 25.19  
 Pressione estremo di monte ..... [kN/m²] ..... : 523.17

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata

1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



### 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 ..... : 1.564

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_DX1	Primo punto	Secondo punto
	50.00	65.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza .....	1
Numero totale superfici di prova .....	550
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m] .....	0.50
Angolo limite orario ..... [°] .....	0.00
Angolo limite antiorario ..... [°] .....	0.00

#### Blocco : TMV\_DX1 Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.760	35.0	153.7	32.1	1.09	4.79
1.520	35.0	120.0	32.1	1.09	3.74
2.280	35.0	65.7	32.1	1.09	2.05

Blocco : TMV\_DX1  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	9.7	9.7	15.46	1.00
1.520	150.0	52.2	52.2	2.87	1.00
2.280	150.0	121.1	121.1	1.24	1.00

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	379.0	137.6	1.09	2.75
2.280	150.0	645.3	137.6	1.09	4.69
3.800	150.0	841.2	137.6	1.09	6.11

Blocco : TMV\_DX3  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	35.0	88.3	32.1	1.09	2.75

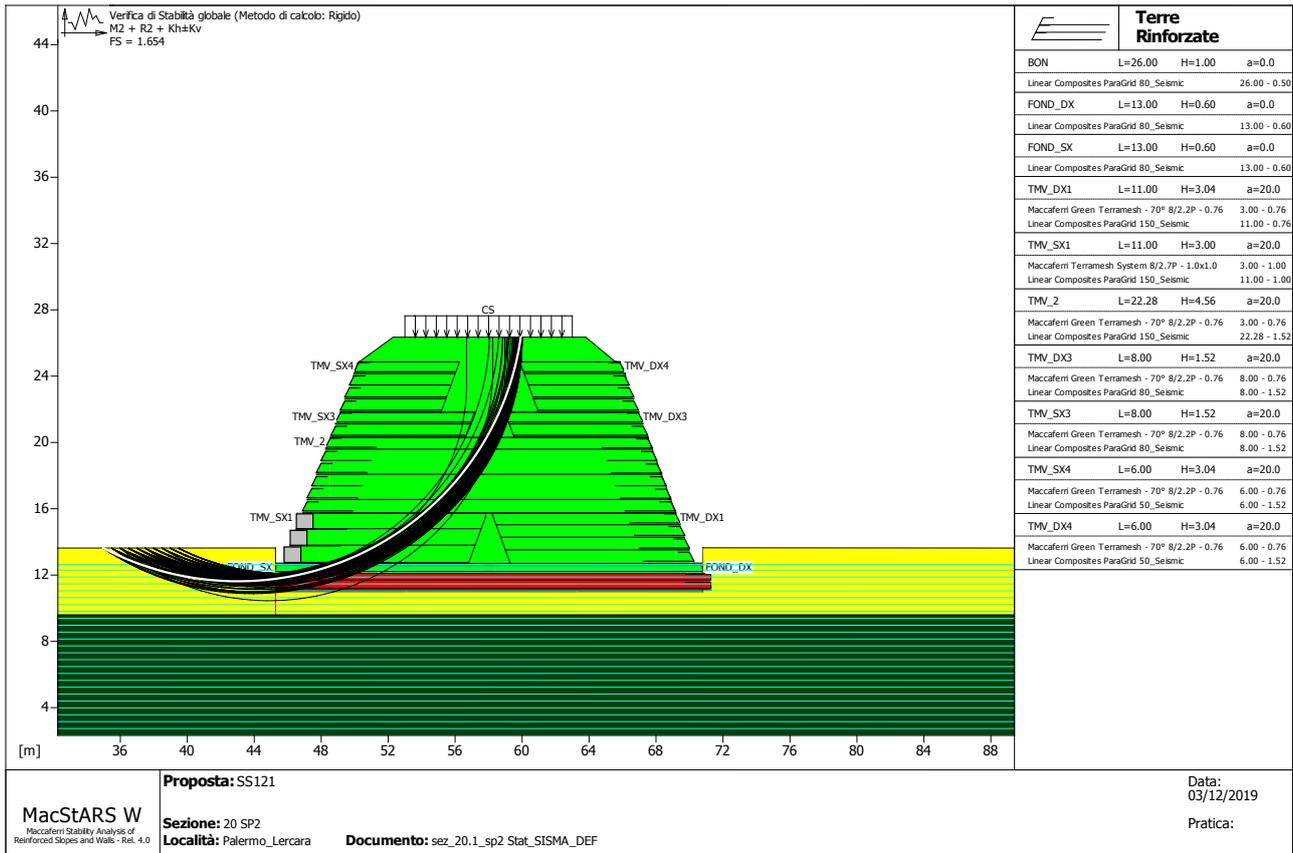
Blocco : TMV\_SX4  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.280	35.0	14.1	14.1	2.48	1.00

Blocco : TMV\_SX4  
Linear Composites - ParaGrid - 50\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.280	50.0	18.2	18.2	2.75	1.00

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



### Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.654

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
35.00	42.00	52.00	60.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		15	
Numero totale superfici di prova..... :		150	
Lunghezza segmenti delle superfici ..... [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario ..... [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario ..... [°]..... :		0.00	

#### Blocco : FOND\_SX Linear Composites - ParaGrid - 80\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	2258.8	72.7	1.10	31.07

#### Blocco : TMV\_SX1 Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	150.0	759.4	137.6	1.09	5.52

2.000                      150.0                      1092.1                      137.6                      1.09                      7.94

Blocco : TMV\_2  
Linear Composites - ParaGrid - 150\_Seismic

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	150.0	1404.8	137.6	1.09	10.21
2.280	150.0	1440.3	137.6	1.09	10.47
3.800	150.0	1340.0	137.6	1.09	9.74

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

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

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