



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 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

Bolognetta S.c.p.a.

- PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

OPERE D'ARTE- OPERE DI SOSTEGNO OS148 Gabbionata -SV10 dal km 0+811.13 al km 0+979.15 Relazione Descrittiva e di Calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	OS148	R C 0 1	6	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVOS148RC01_60_4137	1=1	4 1 3 7	
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Maggio 2021	Q. Napoleoni S. Fortino N. Behmann
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

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

FACTORY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING

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

Il Direttore dei Lavori
ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA:	PROTOCOLLO:	VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
CODICE PROGETTO	LO410C E 1101	Dott. Ing. Luigi Mupo

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI	6
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	9
5.1	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	9
5.2	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	9
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	10
6.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	10
6.1.1	Prove sismiche	11
6.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	14
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	15
7.1	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	15
8	DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO	17
8.1	APPLICAZIONE DELLE LINEE GUIDA DEL PROGETTO VAPI	17
8.1.1	Determinazione del parametro CN	22
8.1.2	Calcolo del coefficiente di deflusso	26
8.1.3	Calcolo della portata di progetto.....	27
9	SOFTWARE UTILIZZATI	28
9.1	Metodologia di calcolo Software MACSTARS W	28
9.2	Metodologia di calcolo Software HEC-RAS	31
10	AZIONI DI CALCOLO	36
10.1	Azioni Permanenti	36
10.2	Azioni variabili	36
10.3	FALDA	37
10.4	COMBINAZIONI DI CARICO.....	37
10.5	VERIFICHE AGLI SLU	38
10.5.1	Verifica allo scorrimento sul piano di posa (GEO).....	38
10.5.2	Verifica al ribaltamento (GEO)	39
10.5.3	Verifica di capacità portante (GEO).....	39
10.5.4	Resistenza allo sfilamento del rinforzo (pull-out)	39
10.5.5	Verifica di stabilità globale e di stabilità interna (GEO)	40
10.5.6	Condizioni sismiche	42
11	RISULTATI DELLE ANALISI.....	44

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	
11.1	RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA44
11.2	VERIFICHE GEOTECNICHE48
11.3	VERIFICA A TRASCINAMENTO DEI GABBIONI.....60
12	ALLEGATI FILE DI INPUT OUTPUT DEI MODELLI DI CALCOLO.....62

1 PREMESSA

La presente relazione descrittiva e di calcolo si riferisce all’opera di identificata con la WBS OS148, costituita da una gabbionata posta a protezione del rilevato, ubicato in corrispondenza dello svincolo SV10 dal km 0+811.13 al km 0+979.15.

Poiché le aree in questione sono state colpite dagli eventi alluvionali del Novembre 2018, ed in particolare dall’esonazione del fiume Buffa-Mulinazzo, la nuova progettazione delle opere ha tenuto conto dell’altezza del battente idrico corrispondente all’esonazione del corso d’acqua per un tempo di ritorno di 300 anni. A tal fine è stata condotta la modellazione idraulica del tratto in oggetto con l’ausilio del codice di calcolo HEC-RAS 5.0.2.

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 ed idraulico previste in normativa.

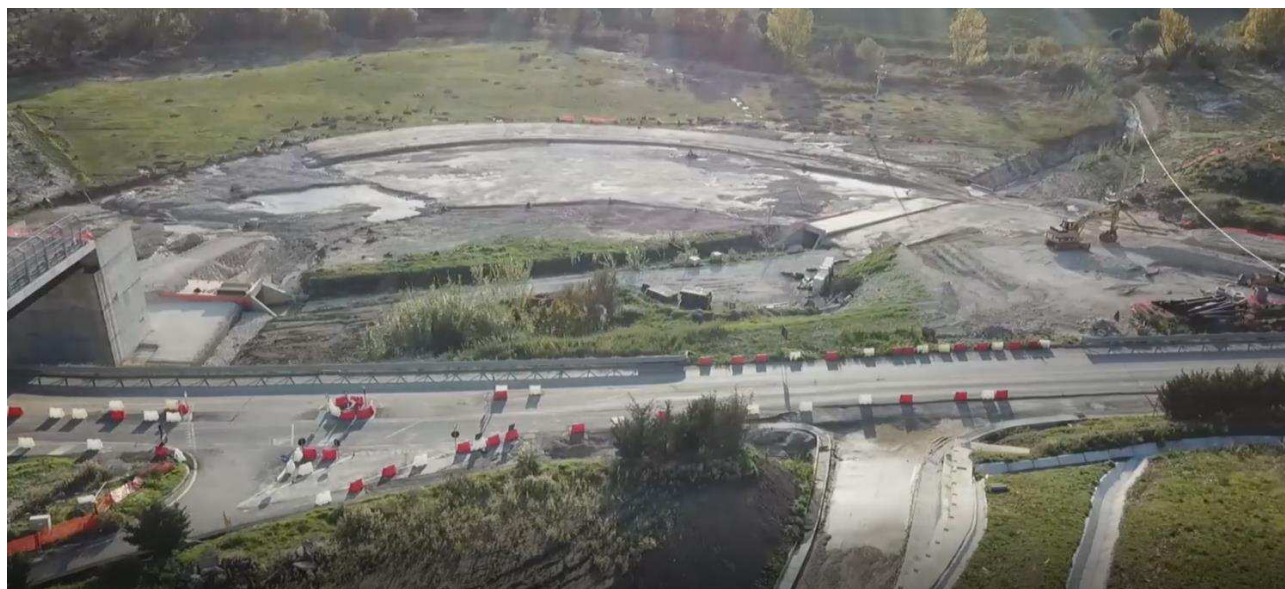


Figura 1 Foto da drone dell’area in esame a seguito dell’evento alluvionale di Novembre 2018

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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/m²) (+/-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

- 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

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come anticipato in premessa, l'opera in esame è costituita da una gabbionata a protezione del rilevato ubicato in corrispondenza dello svincolo SV10.

L'opera di progetto, tra le sezioni 50 e 51, costituisce la protezione del rilevato in terra rinforzata costituente la WBS OS82A-OS82C (sez da 23A a 24), mentre tra le sezioni da 43A a 50 è costituita da una gabbionata al piede dei rilevati a protezione dai fenomeni di esondazione.

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

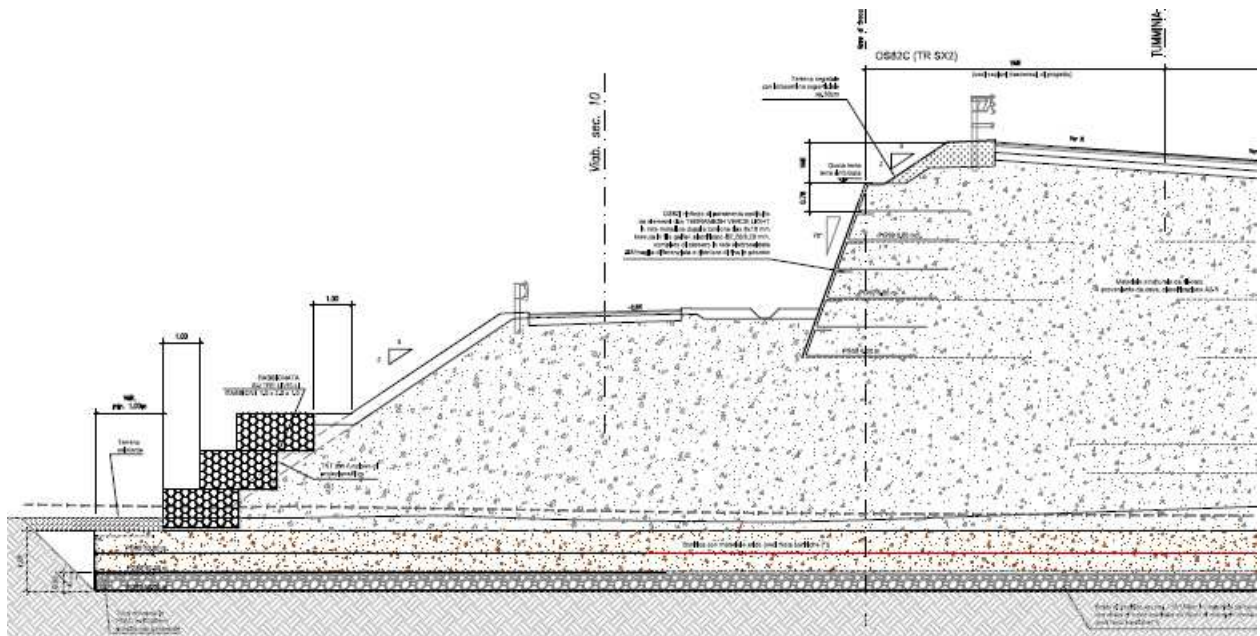


Figura 3- SEZIONE TIPO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA (OS148 da 50 a 51)

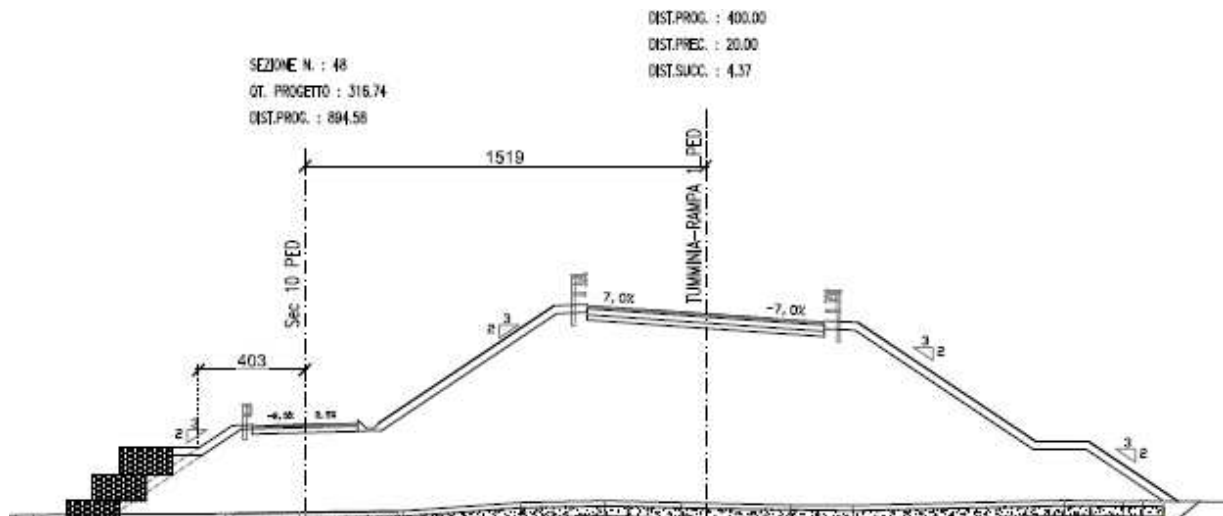


Figura 4- SEZIONE TIPO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA (OS148 SEZ TIPO da 43A a 50)

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

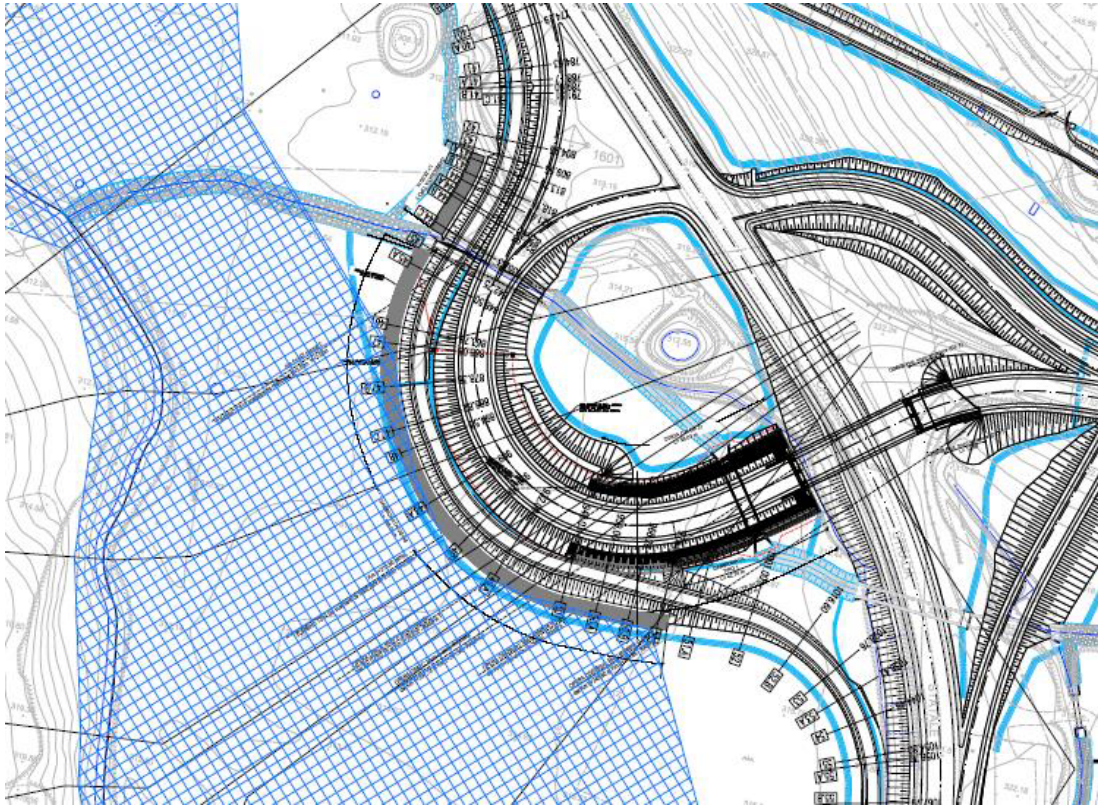


Figura 5 Planimetria OS148 con planimetria di esondazione TR300 anni

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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.

OS148							
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 rigidità 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 rigidità al taglio dei terreni a piccole deformazioni G_0 secondo la relazione:

$$G_0 = \rho V_s^2$$

in cui ρ 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 ν 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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

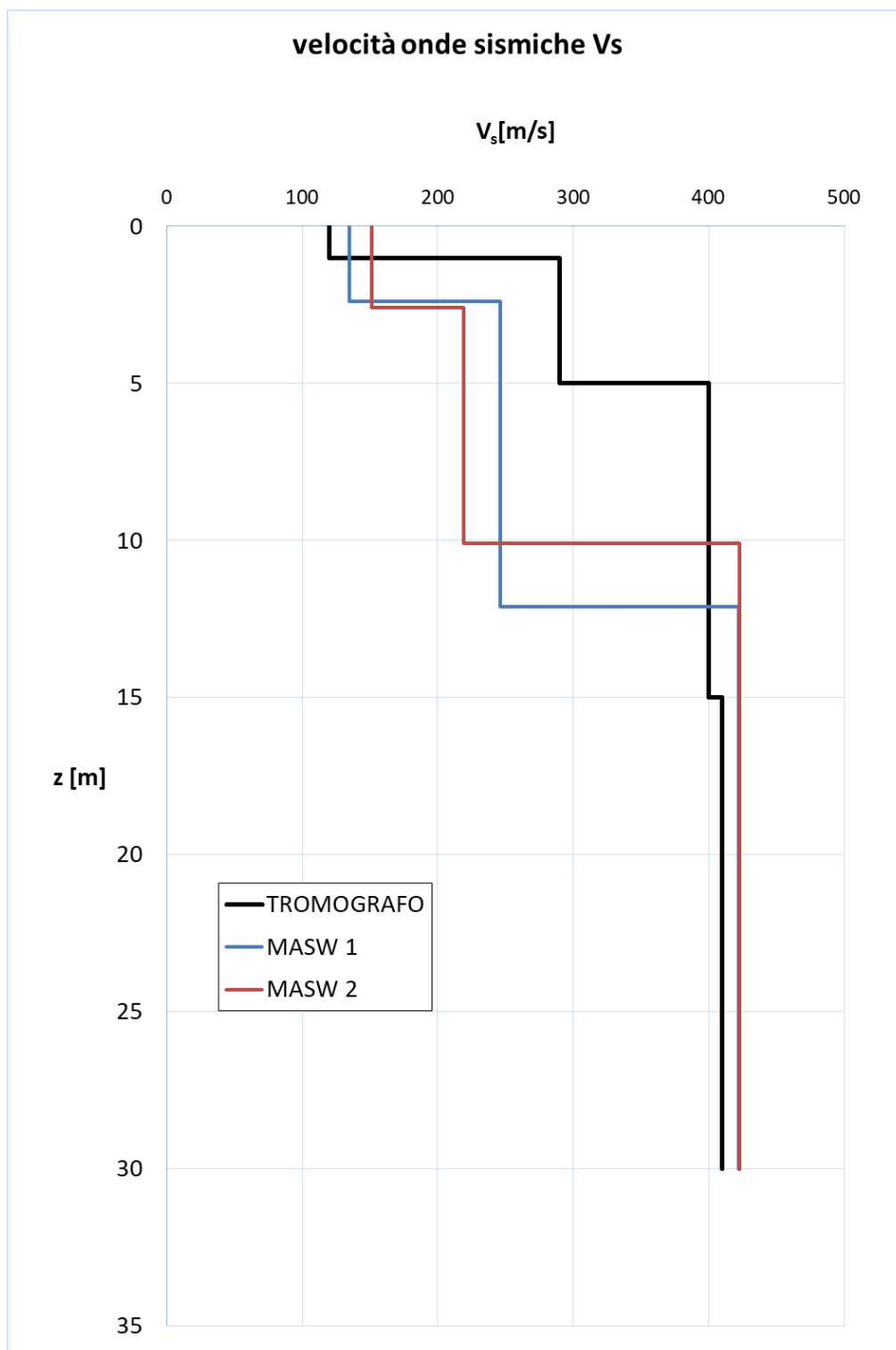


Figura 7. OS 82 - Velocità delle onde di taglio misurata nelle prove sismiche

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

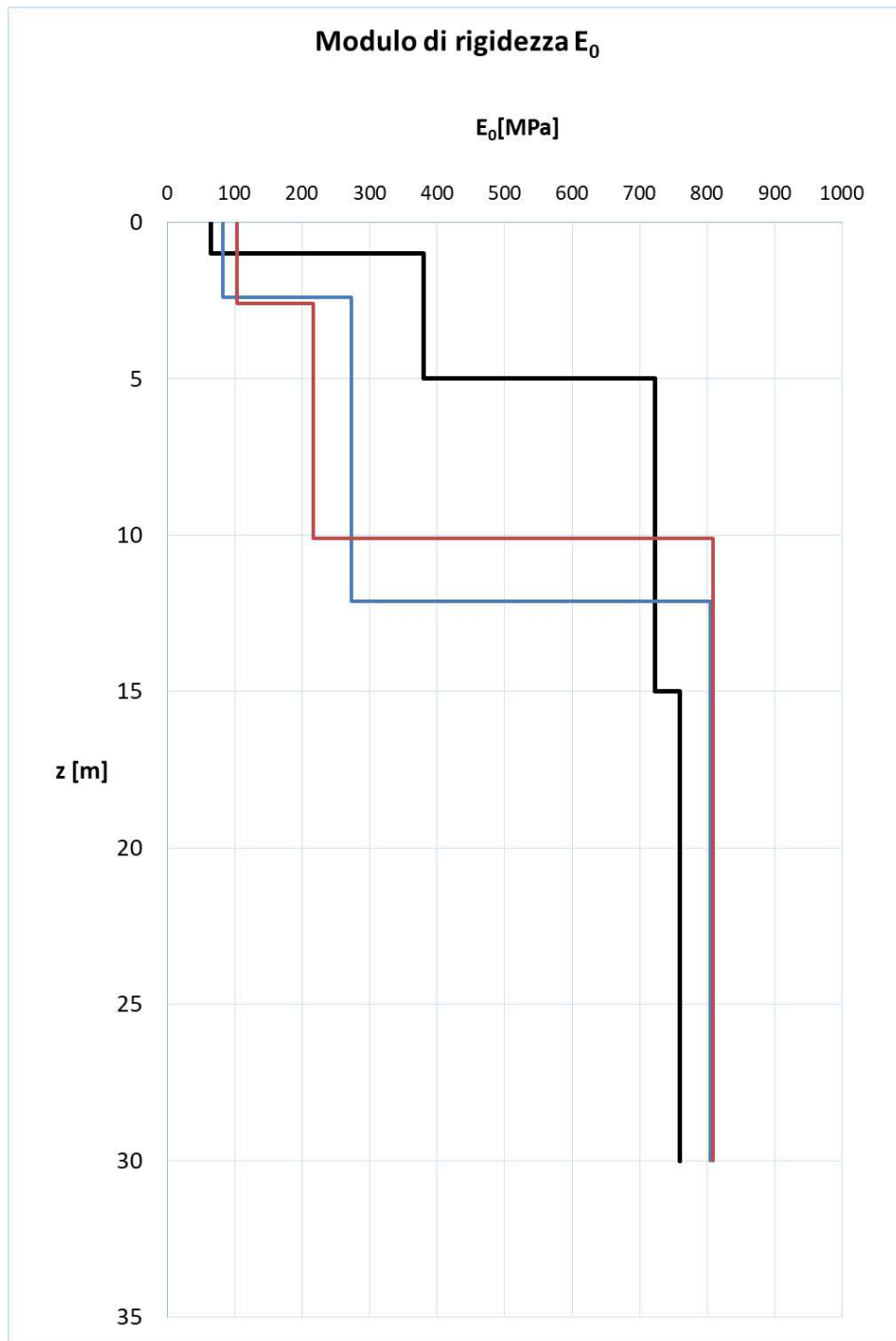


Figura 8. OS 82 - Modulo di rigidezza a piccole deformazioni

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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	γ	c'	φ'	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/m³

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

A seguito degli eventi alluvionali del novembre 2018, meglio descritti nella premessa del presente elaborato, vista la notevole vicinanza dell'opera in esame al torrente Buffa-Mulinazzo, i rilevati dello svincolo SV10 sono stati riprogettati e verificati tenendo in conto l'eventualità di un'esondazione del corso d'acqua per un evento straordinario corrispondente al deflusso di una portata di piena con tempo di ritorno $T_r=300$ anni.

Si riporta nel presente paragrafo la metodologia proposta per il calcolo di detta portata.

8.1 APPLICAZIONE DELLE LINEE GUIDA DEL PROGETTO VAPI

Con riferimento al bacino oggetto di studio, l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche è stata determinata in conformità a quanto previsto dal progetto di valutazione Piene (VaPi) del gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), mediante le procedure di regionalizzazione, secondo le procedure indicate nel rapporto della Regione Sicilia (Ferro e Carnozzo 1993).

La determinazione dell'altezza di pioggia (h), e le relative intensità (i) è stata condotta utilizzando il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution).

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola in tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni parametri statistici.

Nel primo livello di regionalizzazione si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico della serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per l'intera regione Sicilia. L'intera regione si ritiene pertanto una zona pluviometricamente omogenea ed i valori dei parametri sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

Il secondo livello di regionalizzazione prevede l'individuazione di sottozone omogenee (SZO) all'interno di quella individuata al primo livello. In tali zone risulta costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometricamente omogenee.

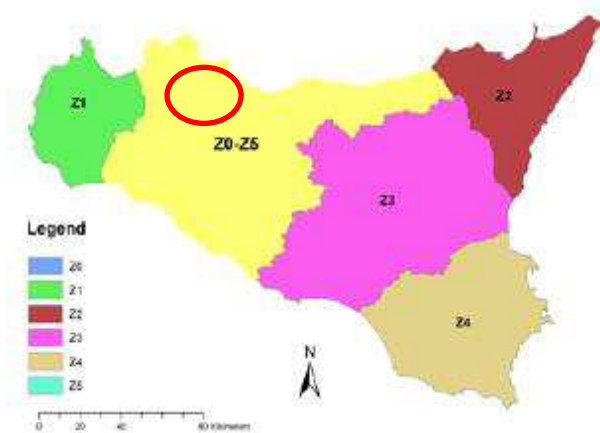


Figura 9 Sottozona pluviometricamente omogenea regione Sicilia. Cerchiata in rosso l'area di interesse.

In ogni sottozona la variabile adimensionale $h = h(t, T)$, valore dell'altezza di pioggia per fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media della legge TCEV, assume la seguente espressione:

$$K_T = a * \ln(T) + b$$

Dove:

K_T : coefficiente adimensionale di crescita per ogni SZO fissato il tempo di ritorno;

a, b : parametri per le differenti SZO definiti nella tabella seguente.

Sottozona Parametro	Z ₀ -Z ₅	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 4.2: Valori, per la regione Sicilia, dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita (Lo Conti et al., 2007).

Figura 10 Coefficienti a, b per la definizione del coefficiente di crescita. Cerchiata in rosso la zona di interesse.

Il terzo livello di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità (μ) e le grandezze relative al sito di misura, dipendenti dai parametri geografici.

L'espressione della curva di probabilità pluviometria assume quindi la forma:

$$h(t, T) = K_T * \mu(t)$$

Dove:

$h(t, T)$: è l'altezza di pioggia per assegnata durata t e tempo di ritorno T ;

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

$\mu(t)$: assume per le stazioni pluviografiche siciliane la seguente forma: $\mu(t) = a * t^n$, con a, n tabellati per ogni stazione pluviografica.

Nel presente caso, vista l'ubicazione dell'area oggetto del presente studio, sono stati utilizzati i valori di a ed n afferenti alla stazione pluviometrica di **Ciminna**.

L'espressione analitica della legge di probabilità pluviometrica, per il tempo di ritorno pari a 300 anni assume quindi la seguente forma:

$$h(t, T = 300) = 63.85 * t^{0.3529}$$

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Tab. 5.III - Valori delle costanti a e n della (5.17) per le stazioni pluviografiche siciliane

Codice	Stazione	Bacino di appartenenza	a	n
1	Monforte S. Giorgio	Niceto	35.9	0.3391
2	Milazzo	Tra Muro e Mela	30.3	0.2208
3	Castroreale	Longano	27.4	0.4470
4	Montalbano Elicona	Mazzarrà	26.2	0.4255
5	Tindari	Tra Mazzarrà e Timeto	26.5	0.2977
6	S. Piero Patti	Timeto	28.3	0.3369
7	Capo d'Orlando	Tra Naso e Zappulla	20.5	0.2934
8	Tortorici	Zappulla	28.4	0.3347
9	Alcara Li Fusi	Rosmarino	23.2	0.3970
10	Sanfratello	Inganno	21.9	0.3723
11	S. Stefano di Camastra	S. Stefano	26.7	0.2560
12	Castelbuono	Pollina	25.6	0.3451
13	Isnello	Pollina	25.0	0.4109
14	Cefalù	Pollina	27.3	0.2827
15	Collesano	Roccella	28.1	0.3880
16	Caltavuturo	Imera Settentrionale	20.4	0.4252
17	Gioia (Fattoria)	Torto	20.5	0.3147
18	Termini Imerese	Tra Torto e S. Leonardo	30.5	0.2635
19	Imbriaca	S. Leonardo	22.6	0.3567
20	Vicari	S. Leonardo	22.5	0.3205
21	Campofelice di Fitalia	S. Leonardo	22.9	0.2244
22	Mezzoiuso	S. Leonardo	20.6	0.3415

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Codice	Stazione	Bacino di appartenenza	a	n
23	Sambuchi	S. Leonardo	19.5	0.3172
24	Caccamo	S. Leonardo	22.0	0.3414
25	Ciminna	S. Leonardo	20.8	0.3529
26	Monumentale	S. Leonardo	29.3	0.2608
27	Turdiepi (Fattoria)	Eleuterio	21.6	0.3511
28	Lupo	Eleuterio	24.9	0.2819
29	Ficuzza	Eleuterio	22.2	0.3088
30	Ficuzza Bosco	Eleuterio	24.1	0.3792
31	Marineo	Eleuterio	27.4	0.2979
32	Risalaimi	Eleuterio	24.9	0.3272
33	Misilmeri	Eleuterio	21.0	0.3054
34	Pioppo	Oreto	27.4	0.4032
35	Altofonte	Oreto	25.0	0.3567
36	Romitello	Tra Oreto e Giancaldara	30.1	0.2972
37	S. Martino delle Scale	Tra Oreto e Giancaldara	28.2	0.3327
38	Montepellegrino	Tra Oreto e Giancaldara	29.5	0.2733
39	Partinico	Tra Oreto e Giancaldara	21.2	0.3120
40	Palermo Ist. Zoot.	Tra Oreto e Giancaldara	25.1	0.2928
41	Palermo Serv. Idr.	Tra Oreto e Giancaldara	28.7	0.3143
42	Palermo Oss. Astr.	Tra Oreto e Giancaldara	22.2	0.2687
43	Palermo Ist. Castel.	Tra Oreto e Giancaldara	23.2	0.3119
44	Isola delle femmine	Tra Oreto e Giancaldara	21.7	0.2968
45	Ginestra	Giancaldara	27.9	0.3874

Figura 11 Parametri a, n delle curve CPP per le differenti stazioni pluviometriche.

All'analisi pluviometrica segue la valutazione della portata al colmo di piena istantanea. Per tale valutazione ci si è riferiti al modello di regionalizzazione proposto dal VaPi Sicilia al terzo livello di

regionalizzazione, utilizzando come metodo di trasformazione afflussi-deflussi la formula razionale per la quale:

$$Q = \frac{\psi * I(t_c) * A}{3.6} [mc/s]$$

Dove:

ψ : Coefficiente di deflusso;

$I(t_c)$: Intensità di precipitazione massima registrata in un intervallo orario pari al tempo di corrivazione del bacino;

A: Area del bacino.

L'area del bacino di pertinenza della zona di studio è stata posta pari a 56.3 km², coerentemente agli studi idrologici presentati nelle precedenti fasi progettuali, i cui contenuti sono stati verificati dallo scrivente a monte della redazione del presente elaborato.

Il tempo di corrivazione del bacino è stato ricavato utilizzando la metodologia indicata dal Vapi della regione Sicilia, per la quale:

$$t_c = 0.35\sqrt{A}$$

Nel caso in esame risulta pertanto:

$$t_c = 2.6 [h]$$

Il valore del coefficiente di deflusso è stato determinato mediante il metodo “Curve Number” proposto dal Soil Conservation Service (1972), metodologia indicata dai rapporti relativi al *P.A.I. per il “Bacino idrografico del fiume Milicia (n.0.34)” “Area territoriale tra il bacino del fiume Milicia e il bacino del fiume San Leonardo (n.0.35)” “Area territoriale tra il bacino del fiume Milicia ed il bacino del fiume Eleuterio (n.0.36)” “Bacino idrografico del fiume San Leonardo (PA)”* (2004 e successivi aggiornamenti). La metodologia completa viene illustrata nel seguente paragrafo.

8.1.1 Determinazione del parametro CN

Il metodo del Curve Number si basa sull'assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace) risulti legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda (effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale secondo la relazione:

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

$$P_{net} = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} [mm] \quad (1)$$

Dove:

S: Massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni sature;

I_a: Perdita iniziale, equivalente al valore limite di altezza di pioggia che può essere trattenuta dal terreno senza che si origini il deflusso.

In assenza di adeguate osservazioni utili il parametro I_a può essere calcolato come:

$$I_a = 0.2 * S \quad (2)$$

La valutazione di S può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), secondo la seguente relazione:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) [mm] \quad (3)$$

Dove CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e della condizione di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico.

Il Soil Conservation Service (SCS), sulla base delle capacità di assorbimento del terreno, ha classificato i vari tipi di suolo n 4 gruppi (A,B,C,D) come indicato nella tabella che segue.

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Tabella 4 - Metodo SCS-CN Classi di suolo

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di uso del suolo.

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Tipologia di Uso del Territorio	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
<u>Terreno coltivato</u>				
in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
<u>Terreno a pascolo</u>				
in cattive condizioni	68	79	86	89
in buone condizioni	39	61	74	80
<u>Terreni boscosi o forestati</u>				
in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
<u>Spazi aperti, prati rasati, parchi</u>				
con copertura erbosa superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
con copertura erbosa compresa tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
con copertura erbosa inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
<u>Aree commerciali (area impermeabile 85%)</u>	89	92	94	95
<u>Distretti industriali (area impermeabile 72%)</u>	81	88	91	93
<u>Aree residenziali</u>				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
impermeabilità media 38%	61	75	83	87
impermeabilità media 30%	57	72	81	86
impermeabilità media 25%	54	70	80	85
impermeabilità media 20%	51	68	79	84
impermeabilità media 12%	46	65	77	82
<u>Parcheggi, tetti, autostrade</u>	98	98	98	98
<u>Strade</u>				
pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
con letto in ghiaia	76	85	89	91
battute in terra	72	82	87	89

Tabella 5 - Metodo SCS-CN ;CN per diversi tipi di uso del suolo per condizioni di umidità iniziale media (Classe II)

I valori di CN riportati in tabella si riferiscono ad una condizione di umidità del suolo intermedia secondo la classifica AMC (Antecedent Moisture Condition). Si assume pertanto che il valore di CN vari in relazione alle condizioni di imbibimento all'atto della piena. Tale stato di imbibimento viene espresso, dalla classificazione AMC, in base ad un indice di altezza di pioggia corrispondente all'altezza cumulata dei 5 giorni precedenti all'evento che si intende considerare (API5).

Noto il valore di CN per le condizioni medie (ACM II), è possibile ricavare il corrispondente valore per le condizioni di interesse secondo le curve di seguito riportate.

CLASSE AMC	Altezza di pioggia nei 5 giorni precedenti (mm)	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I - asciutta	< 12.7	< 35.5
II - media	12.7 - 28.0	35.5 - 53.3
III - umida	> 28.0	> 53.3

Tabella 6 - Definizione della classe di umidità in base all'indice API5

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

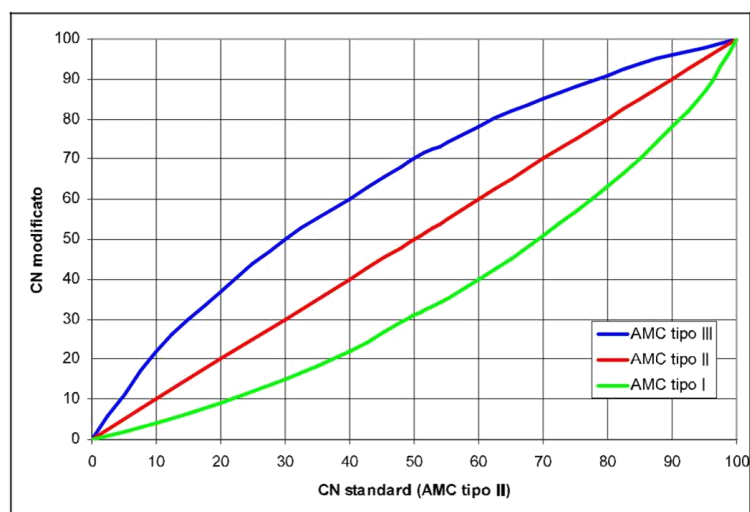


Figura 12 - Curve di conversione dei valori di CN per le diverse condizioni iniziali

Secondo la metodologia sopra descritta, considerando le caratteristiche geologiche del bacino idrografico oggetto del presente studio (vedasi relazione Geologica Generale allegata al presente progetto), considerando una condizione di imbibimento del terreno media (classe AMC II) si è attribuito un valore di CN pari a 84.

I passaggi principali che hanno condotto all’attribuzione di tale valore del CN vengono di seguito riassunti:

- Superfici con terreni impermeabili pari al 70% —→ **GRUPPO D**
- Tipologia di uso del suolo: Terreno coltivato in assenza di pratiche per la conservazione di suolo/Terreno a pascolo/ Spazi aperti —→ **CN= 84**
- Classe **AMC** pari a **II** (media)
- $CN_{\text{modificato}} = \mathbf{84}$

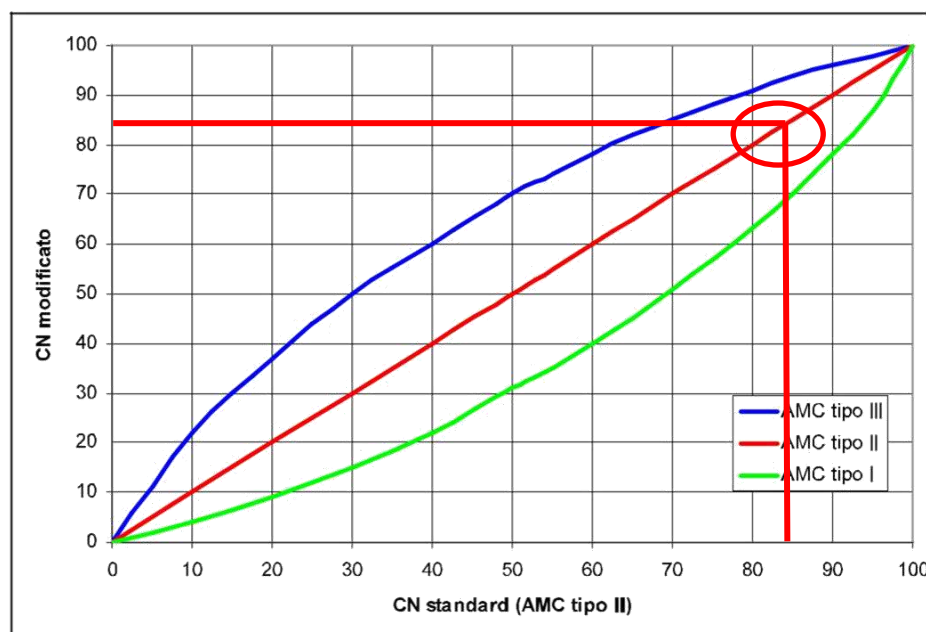


Figura 13 - Procedura grafica per la stima di CN

Il valore di CN così ottenuto risulta in linea con i valori proposti dal rapporto relativo al P.A.I per l'area in esame.

8.1.2 Calcolo del coefficiente di deflusso

La determinazione della pioggia lorda è stata eseguita secondo la metodologia proposta dal VaPi Sicilia, come illustrato nel precedente paragrafo.

Il valore di pioggia lorda, per il tempo di ritorno pari a 300 anni, per il bacino in esame risulta pertanto:

$$h(t_c, T = 300) = 63.85 * 2.6^{0.3529} = 89.8 [mm]$$

Utilizzando le relazioni (1), (2), (3) del paragrafo 8.1.1 si ottengono pertanto i seguenti valori:

- $S = 254 \left(\frac{100}{84} - 1 \right) = 48.4 [mm]$
- $I_a = 0.2 * 48.4 = 9.7$
- $P_{net} = \frac{(89.8 - 9.7)^2}{89.8 - 9.7 + 48.4} = 49.9 [mm]$

Il valore del coefficiente di deflusso è quindi calcolabile come rapporto tra la pioggia effettiva e la pioggia netta calcolata con il metodo SCS-CN e pertanto pari a:

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

$$\psi = \frac{P_{net}}{P} = 0.56$$

8.1.3 Calcolo della portata di progetto

La portata di progetto con tempo di ritorno trecentennale è quindi stata calcolata sulla base delle metodologie e dei risultati illustrati nei precedenti paragrafi. Applicando pertanto la formula razionale, utilizzando i coefficienti di deflusso calcolati con il metodo SCS, si ottiene per il bacino in esame:

$$Q = 297 \text{ m}^3/\text{s}$$

9 SOFTWARE UTILIZZATI

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- **MacSTARS W 4.0** – Officine Maccaferri
- **HEC-RAS 5.0.5** – US Army Corps of Engineers

Per quanto riguarda i suddetti software/codici 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.

9.1 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE MACSTARS W

Il programma di calcolo MACSTARS W 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.

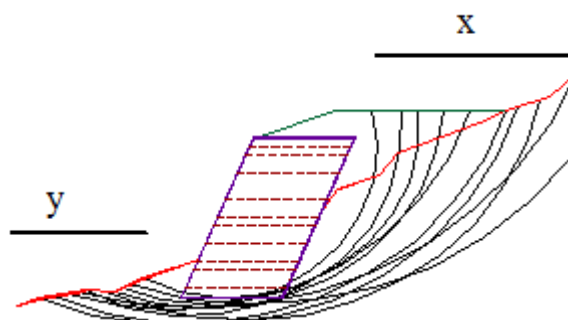


FIGURA 14- ESEMPIO ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

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.

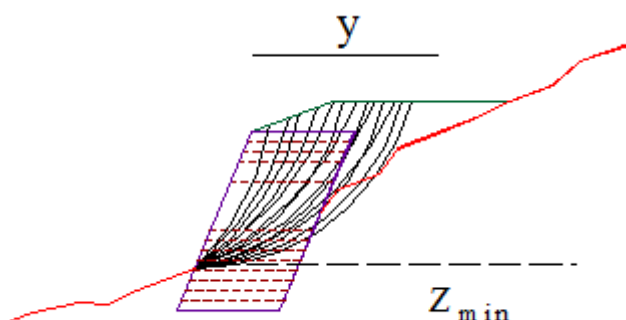


FIGURA 15- ESEMPIO ANALISI DI STABILITÀ INTERNA

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.

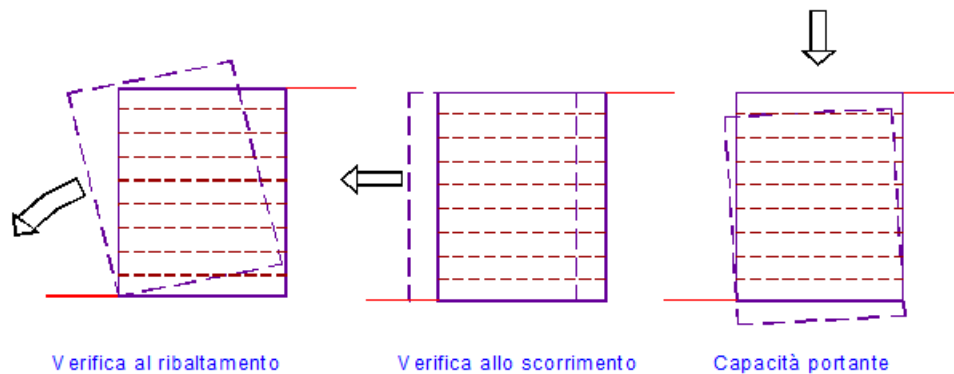


FIGURA 16- VERIFICHE ESEGUITE NELLA VERIFICA DELL'OPERA COME MURO DI SOSTEGNO

9.2 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE HEC-RAS

Il modello di simulazione HEC-RAS (River Analysis System) è stato inizialmente sviluppato dall'US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center per lo studio delle reti di canali aperti, attraverso la ricostruzione dei profili idraulici di moto permanente in regime subcritico e supercritico, operando nell'ipotesi di monodimensionalità del flusso.

La determinazione dei parametri fisici che descrivono il deflusso all'interno di una sezione d'alveo in HEC-RAS è basata sulle seguenti ipotesi semplificative:

- moto monodimensionale;
- moto gradualmente variato;
- distribuzione idrostatica delle pressioni in ciascuna sezione (linee di corrente rettilinee e parallele);
- alvei a debole pendenza ($i < 1:10$);
- perdite di carico continue mediamente costanti fra due sezioni trasversali adiacenti;
- sponde e fondo delle sezioni fisse (no erosione).

Sotto le predette ipotesi, le principali caratteristiche della corrente (livello idrico e velocità media) vengono calcolate a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle, a seconda che il regime sia rispettivamente supercritico o subcritico, risolvendo, con la procedura iterativa dello standard step method, l'equazione che esprime il bilancio di energia della corrente tra le medesime sezioni (1):

$$z_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} + \Delta H \quad (1)$$

dove, indicando con i pedici 1 e 2 le grandezze che si riferiscono alle due sezioni che individuano il volume di controllo:

- h_1 e h_2 sono le altezze idriche;
- z_1 e z_2 sono le quote del fondo alveo rispetto ad un riferimento prefissato; V_1 e V_2 sono le velocità medie;
- α_1 e α_2 sono i coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche o coefficienti di Coriolis;
- ΔH è la perdita di carico tra le due sezioni.

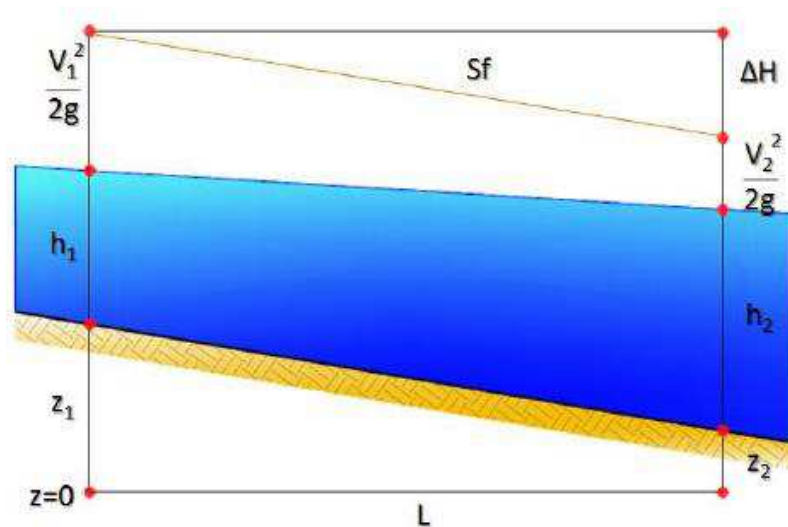


Figura 17 - Conservazione dell'energia, schema di calcolo

L'equazione (1) esprime il ben noto principio per cui la variazione tra due sezioni dell'energia specifica della corrente è pari alle perdite distribuite, derivanti dagli attriti interni dovuti all'esistenza di strati a diversa velocità nell'interno della massa liquida, ed alle perdite localizzate, in genere dovute alla presenza di strutture in alveo che inizialmente producono un restringimento della corrente e un successivo allargamento con formazione di vortici.

La perdita di carico tra le due sezioni viene, infatti, valutata come la somma di due termini: una componente di attrito h_f , dovuta alla scabrezza di fondo, calcolata per mezzo dell'equazione di Manning, e una componente h_0 che rappresenta le perdite dovute a contrazioni ed espansioni della vena fluida, calcolata come frazione del carico cinetico:

$$\Delta H = h_f + h_0 = L \cdot \overline{S_f} + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

con S_f : cadente della linea dei carichi totali;

C: coefficiente di contrazione ed espansione.

HEC-RAS possiede quattro diverse modalità per la valutazione della cadente media S_f :

1. Trasporto medio valutato tra le sezioni 1,2;
2. Media aritmetica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2;
3. Media geometrica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2;
4. Media armonica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2;

Il programma utilizza per default la prima delle quattro opzioni, a meno di indicazioni diverse da parte dell'utente. Il programma offre una quinta opzione che consente la selezione automatica della formula più idonea tra quelle illustrate in funzione del regime della corrente.

Il codice HEC-RAS suddivide l'area interessata dal moto in tre zone principali: zona golenale sinistra (LOB, left overbank), alveo ordinario (CH, channel), zona golenale destra (ROB, right overbank). Per tener conto dell'andamento curvilineo dell'asse, la distanza di calcolo tra due sezioni viene ponderata rispetto alla frazione di portata che fluisce rispettivamente nelle tre zone. La lunghezza mediata del tratto viene quindi calcolata come:

$$L = \frac{L_{LOB} \cdot \bar{Q}_{LOB} + L_{CH} \cdot \bar{Q}_{CH} + L_{ROB} \cdot \bar{Q}_{ROB}}{\bar{Q}_{LOB} + \bar{Q}_{CH} + \bar{Q}_{ROB}} \quad (3)$$

Con:

LLOB,LCH,LROB : lunghezze del tratto relative rispettivamente all'area golenale sinistra, alveo ordinario e area golenale destra;

QLOB, QCH, QROB : portate medie attraverso la sezione rispettivamente in golena sinistra, alveo ordinario e golena destra.

Per illustrare lo standard step method utilizzato da HEC-RAS per la soluzione dell'equazione (1) si possono descrivere i passi necessari per il calcolo del profilo relativo a condizioni di moto subcritico con l'equazione dell'energia.

Si suppongano quindi due sezioni di cui si conosca la quota della superficie libera della sezione di valle; il problema che si vuole risolvere è la conoscenza della quota corrispondente alla sezione di monte.

Assumendo che la geometria delle sezioni sia nota, i termini incogniti dell'equazione sono h_1 , V_1 e ΔH . V_1 è desumibile direttamente dal valore di h_1 , per cui le incognite possono essere ridotte a due. Con due incognite è necessaria una seconda equazione, riguardante le perdite di energia ed espressa da $h_e = h_f + h_o$, per poter ottenere una soluzione. Stante la tipologia delle equazioni, la ricerca della soluzione sarà del tipo "trial and error", per successivi tentativi.

I passi attraverso cui avviene il calcolo sono i seguenti:

- Viene supposta una quota di pelo libero per la sezione di monte. Un primo tentativo può essere fatto imponendo la pendenza della linea dell'energia pari alla pendenza del tronco

d'alveo; quindi, $\Delta h = (Q/K)^2 L$, dove Δh rappresenta la variazione nella quota del pelo libero, Q è la portata, K il termine di trasporto e L la distanza dalla sezione a monte;

- Sulla base della quota di pelo libero assunta e della geometria della sezione, vengono determinati i termini cinetico e il trasporto totale per la sezione a monte;
- Con i valori calcolati del termine cinetico e di trasporto del passo 2, viene calcolato il valore di h_e ;
- Con il valore calcolato di h_e , viene calcolata l'altezza di pelo libero della sezione a monte utilizzando l'equazione dell'energia;
- Viene fatto un confronto fra il valore calcolato al passo 4 e il valore impostato al passo 1. Se la differenza non è inferiore a una prefissata tolleranza (di default pari a 3 mm), il ciclo riprende cambiando il valore al passo 1.

Questa tecnica richiede tempi di elaborazione brevissimi e non incontra problemi di convergenza nemmeno in presenza di discontinuità geometriche o idrauliche.

In corrispondenza di particolari situazioni localizzate, per le quali il moto non può, a rigore, essere considerato gradualmente variato, come avviene in corrispondenza di ponti, tombini, stramazzi, risalti idraulici ecc. (passaggio attraverso lo stato critico), per il calcolo dei profili idrici viene utilizzata l'equazione di bilancio della quantità di moto:

$$P_1 - P_2 + W_x - F_f = M_1 - M_2 \quad (4)$$

Dove:

- P_1 e P_2 sono le spinte agenti in corrispondenza delle sezioni 1 e 2;
- W_x è la componente della forza peso del volume di controllo nella direzione del moto; F_f è la forza resistente dovuta all'attrito;
- M_2 e M_1 sono i flussi della quantità di moto entranti ed uscenti dalle sezioni 2 e 1.

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

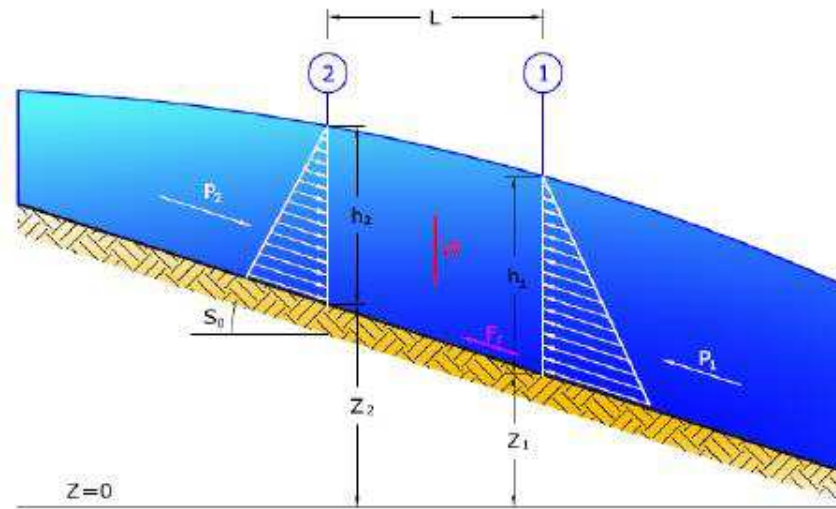


Figura 18 - Conservazione della quantità di moto, schema di calcolo

Esplicitando i vari termini si ottiene la formula funzionale dell'equazione di conservazione della quantità di moto utilizzata da HEC-RAS:

$$\frac{\beta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot \Sigma_2} + \Sigma_2 \cdot h_2 + \left(\frac{\Sigma_1 + \Sigma_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_0 - \left(\frac{\Sigma_1 + \Sigma_2}{2} \right) \cdot L \cdot \overline{S_f} = \frac{\beta_1 \cdot Q_1^2}{g \cdot \Sigma_1} + \Sigma_1 \cdot h_1$$

10 AZIONI DI CALCOLO

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

10.1 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 ϕ' , con ϕ' 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.

10.2 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 in condizioni statiche.

10.3 FALDA

Il livello di falda in condizioni ordinarie è stato cautelativamente considerato alla profondità di un metro da piano campagna. Nel caso di esondazione del fiume Buffa-Mulinazzo, invece, il calcolo è stato eseguito con livello idrico posto alla quota +315.3.

10.4 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.

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.

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_i (o γ_e)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ 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 γ_{G1}

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_v	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.3.I - Coefficienti parziali γ_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. 6.3.II - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

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

10.5 VERIFICHE AGLI SLU

10.5.1 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.

10.5.2 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.

10.5.3 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).

10.5.4 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 (τ_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:

σ_v = tensione verticale agente sul rinforzo

L = lunghezza della zona di ancoraggio

W = larghezza del rinforzo

μ = coefficiente di interazione tra materiale del rilevato e rinforzo

φ = angolo di attrito interno del materiale da rilevato

I valori del coefficiente di interazione μ 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 μ
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 7- Valori del coefficiente di interazione μ per rinforzi metallici

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

Tipo di interazione	Valore di μ
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 8- Valori del coefficiente di interazione μ 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.

10.5.5 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:

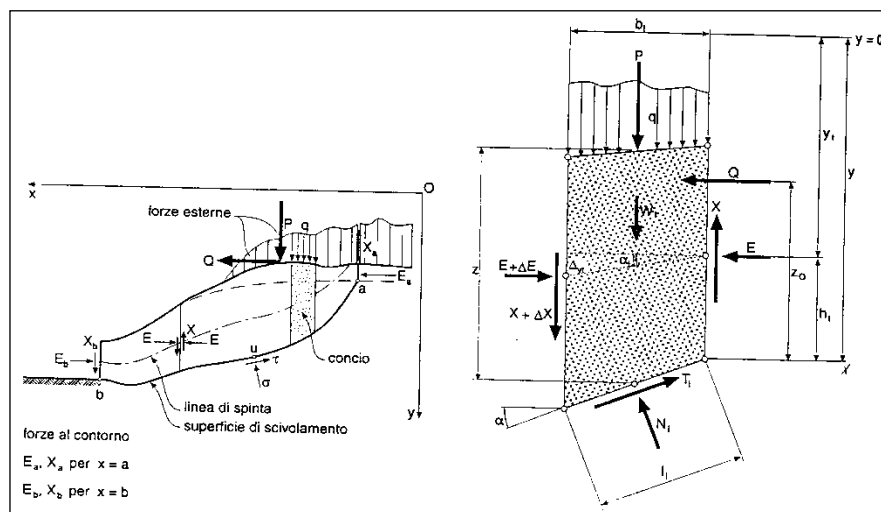


Figura 19- Forze agenti su un singolo concio

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.

10.5.6 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.

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

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 γ_R indicati nella tabella 7.11.III.

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

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
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).

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

11 RISULTATI DELLE ANALISI

11.1 RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA

In corrispondenza dell'opera OS148 sono state analizzate sette sezioni nel modello idraulico realizzato, in corrispondenza delle quali è stato modellato il rilevato previsto in progetto.

Per maggiori dettagli circa l'ubicazione delle sezioni si rimanda all'elaborato grafico PVOS148N00460.

Sull'intero tratto è stato utilizzato un coefficiente di Manning pari a 0.03. per la determinazione della portata di progetto si veda il par. 8 della presente relazione.

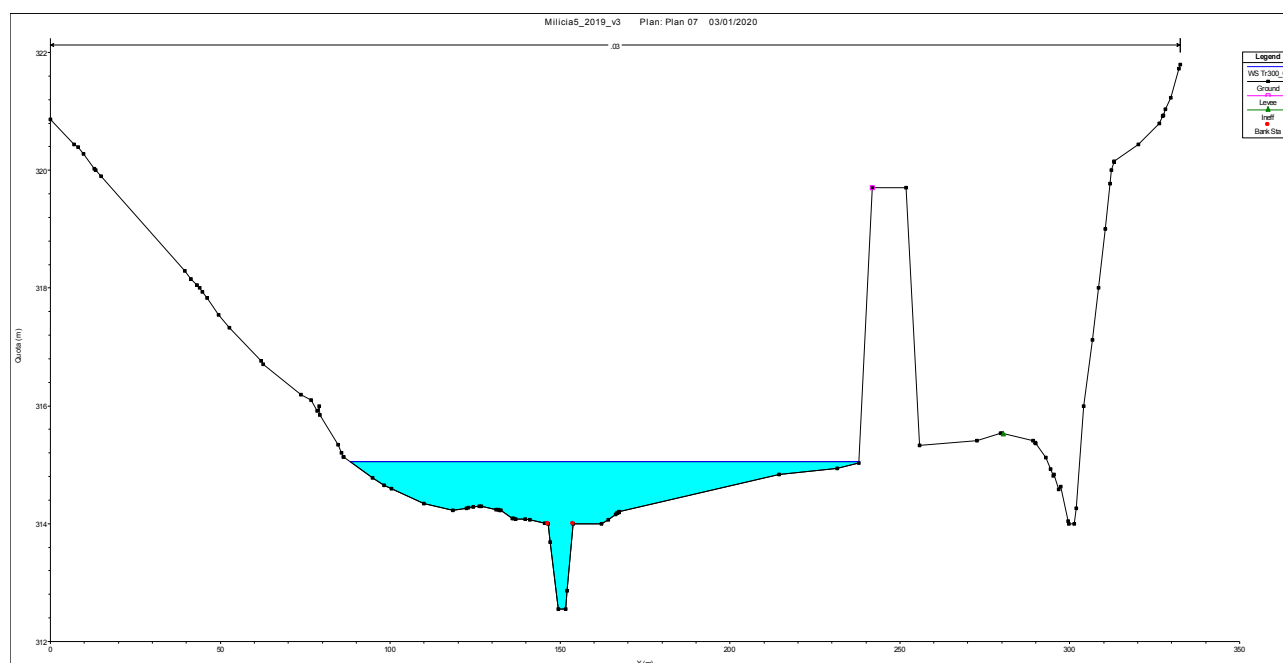


Figura 20- River station 4350.00 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

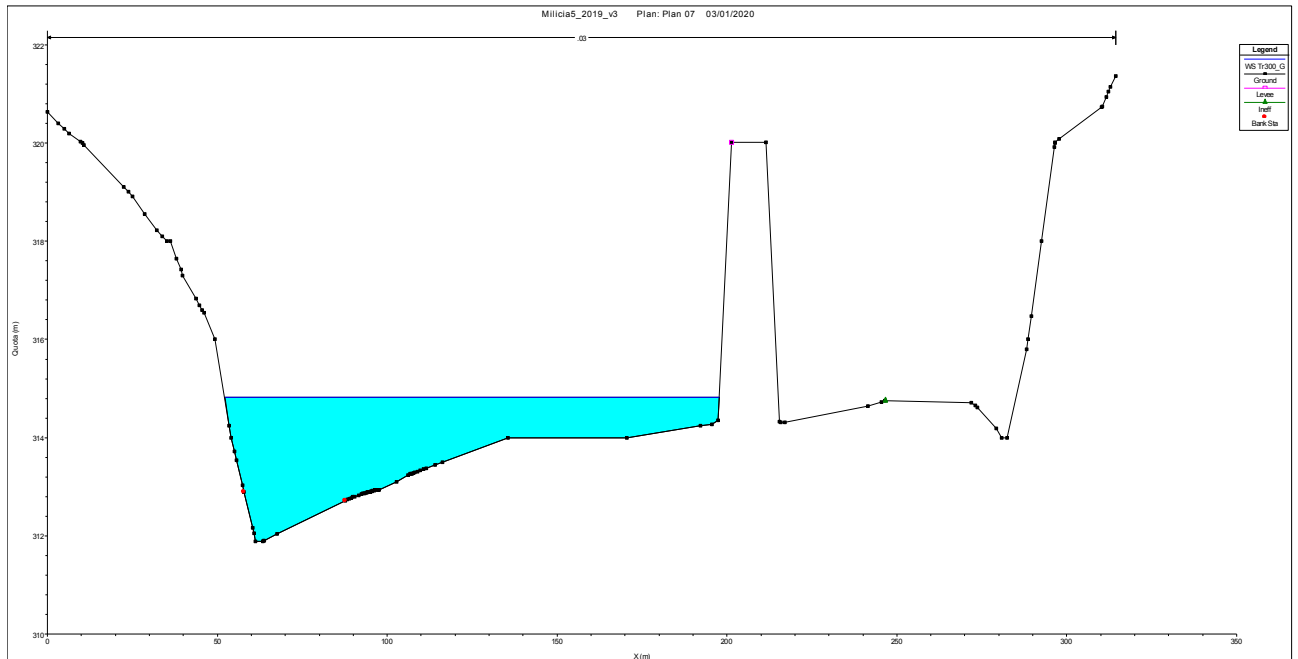


Figura 21- River station 4264.02 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

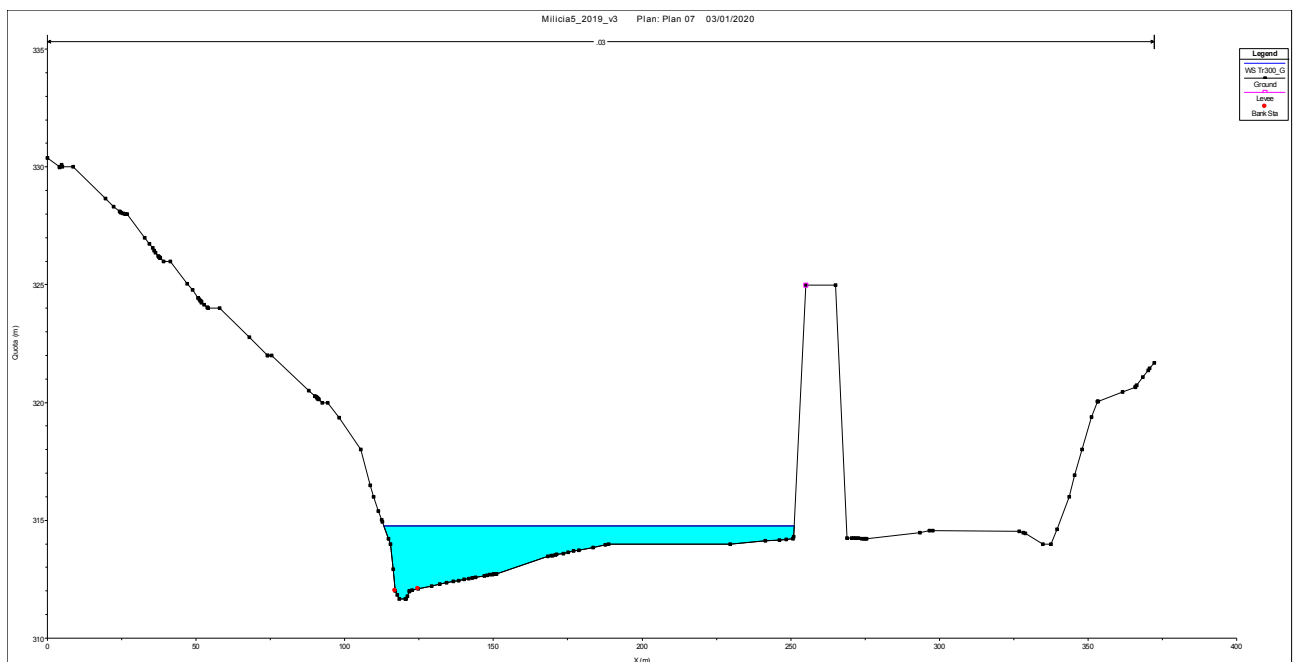


Figura 22- River station 4233.19 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

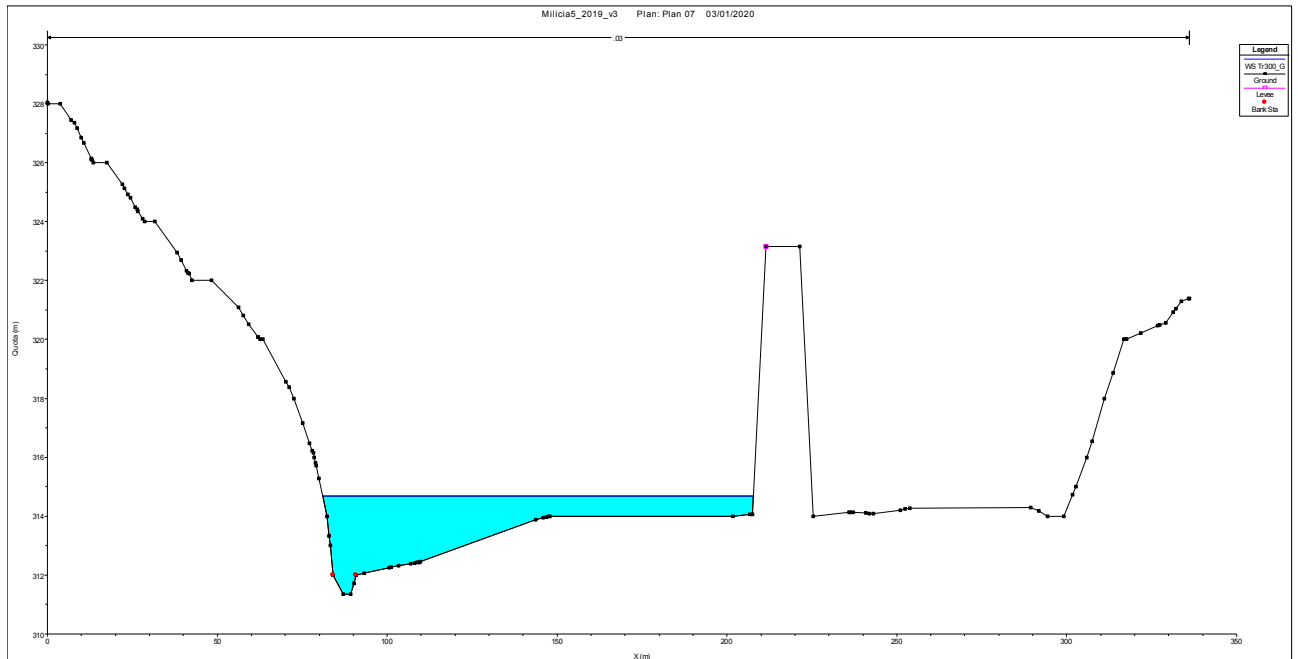


Figura 23- River station 4213.98 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

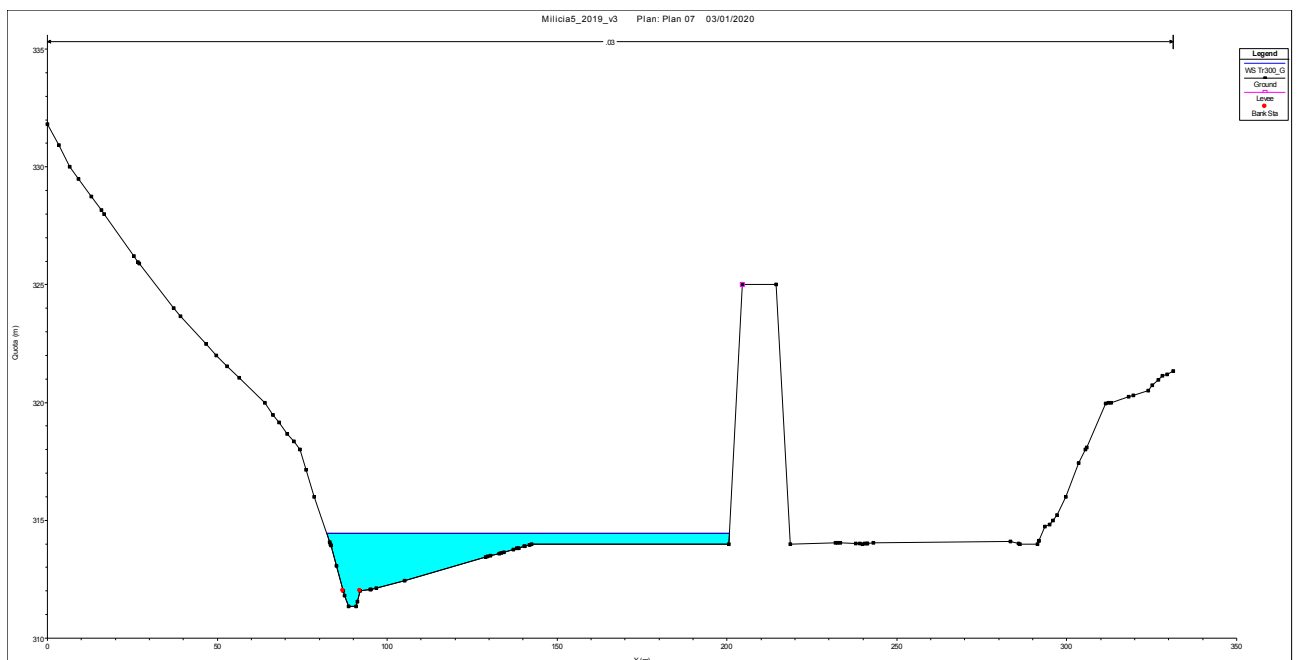


Figura 24- River station 4200 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

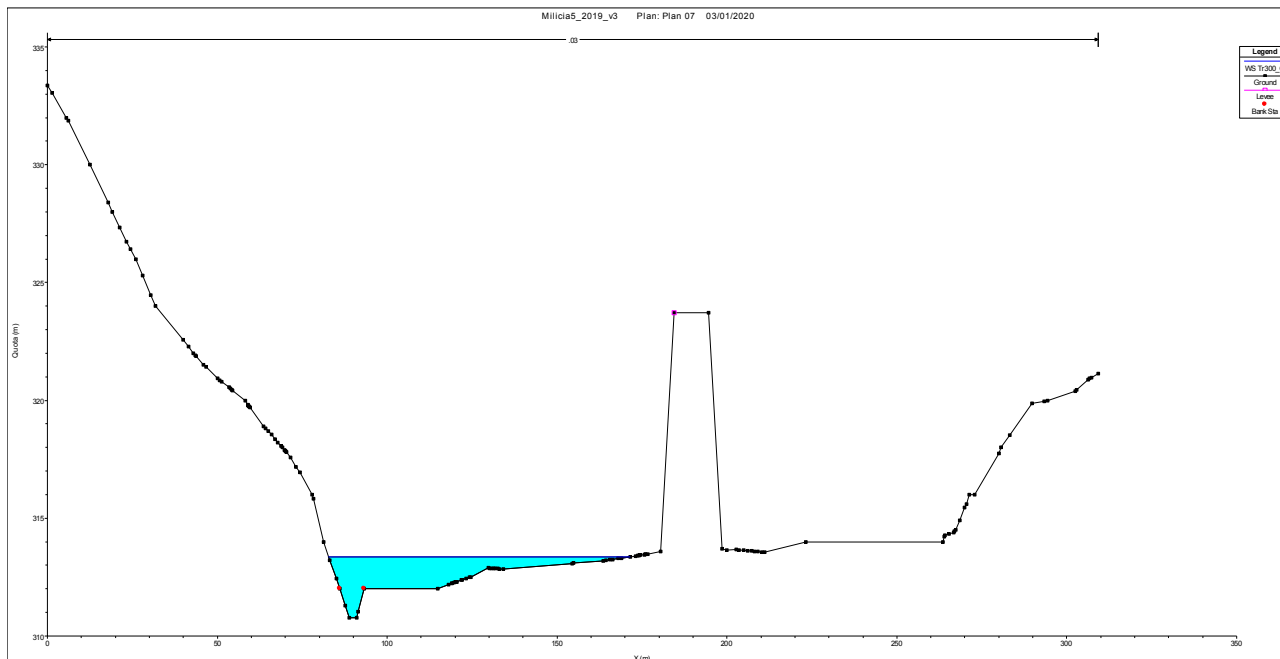


Figura 25- River station 4150.00 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

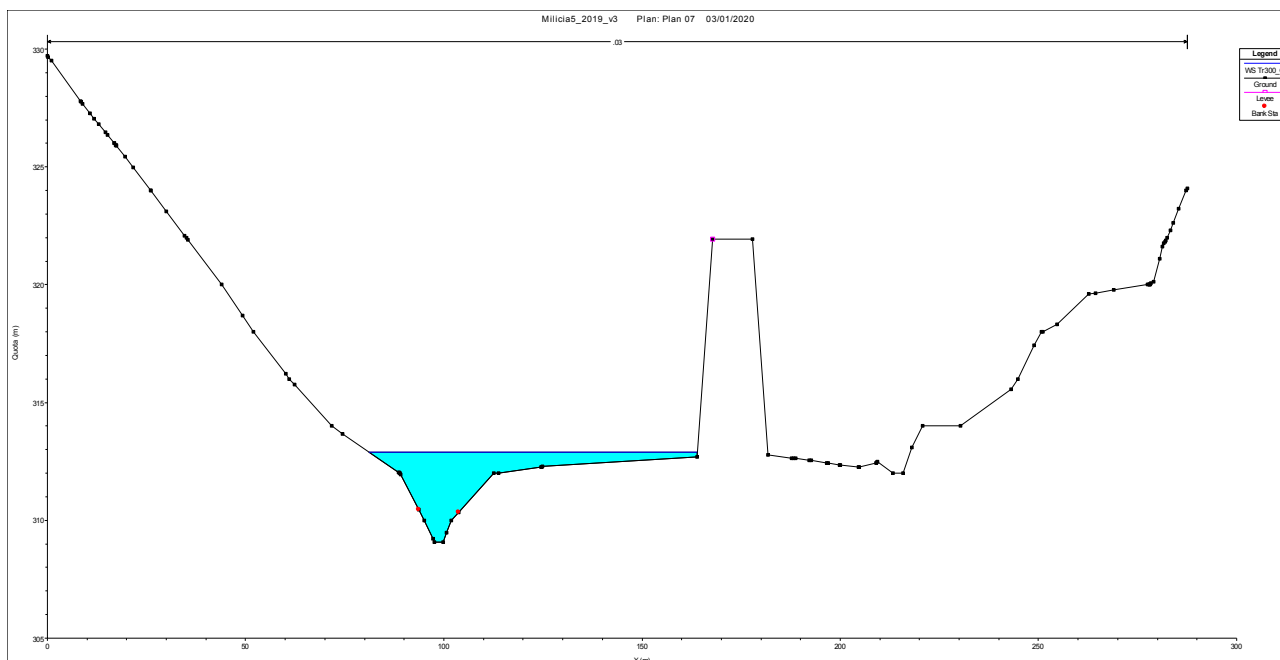


Figura 26- River station 4100.00 del modello idraulico del fiume Buffa-Mulinazzo con Tr 300 anni

Dalla modellazione risulta pertanto che la piena corrispondente al Tr di 300 anni provoca un esondazione dall'alveo ordinario, la cui area risulta interessare l'opera OS82.

Nelle verifiche di stabilità si considera pertanto l'altezza del livello idrico così determinata.

11.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei coefficienti di sicurezza e gli output delle verifiche eseguite con il programma MacSTARS W per le sezioni più gravose, ovvero le sezioni 49 e 50 (quest'ultima corrispondente alla sez. n.24 dell'opera OS82A-C) .

Nel particolare, per ciascuna sezione, sono state condotte le seguenti verifiche:

- SEZIONE N.49 verifiche di stabilità globale e locale in condizioni sia statiche che sismiche
- SEZIONE N.50 verifiche di stabilità globale e locale, verifiche dei paramenti in terra rinforzata (stabilità interna e muro di sostegno), in condizioni statiche e sismiche.

Le verifiche in condizioni statiche sono state effettuate considerando il livello idrico corrispondente all'esonazione del fiume Buffa-Mulinazzo in corrispondenza dell'evento di piena con tempo di ritorno $Tr=300$ anni. Per la verifica, in entrambe le sezioni considerate, è stato considerato il livello massimo di quota idrometrica pari a +315.3 m.s.l.m.

Per le verifiche in condizioni sismiche è stato utilizzato nella modellazione il livello di falda a quota -1m da piano campagna (vedasi Par. 10.3 della presente relazione), in quanto le condizioni sismiche e di piena con $Tr=300$ anni sono considerate entrambe di carattere straordinario.

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

	Sezione 49	
	Statica	Sismica
Stabilità globale	1.04	1.02
Stabilità locale	1.81	1.02

Tabella 9 Valori minimi di F_s tra lato sx e lato dx sez 49

	Sezione 50	
	Statica	Sismica
Stabilità globale	1.28	1.29
Stabilità interna	1.04	1.06
Muro di sostegno	>4	>4

Tabella 10- Valori minimi di F_s tra lato sx e lato dx sez 50

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

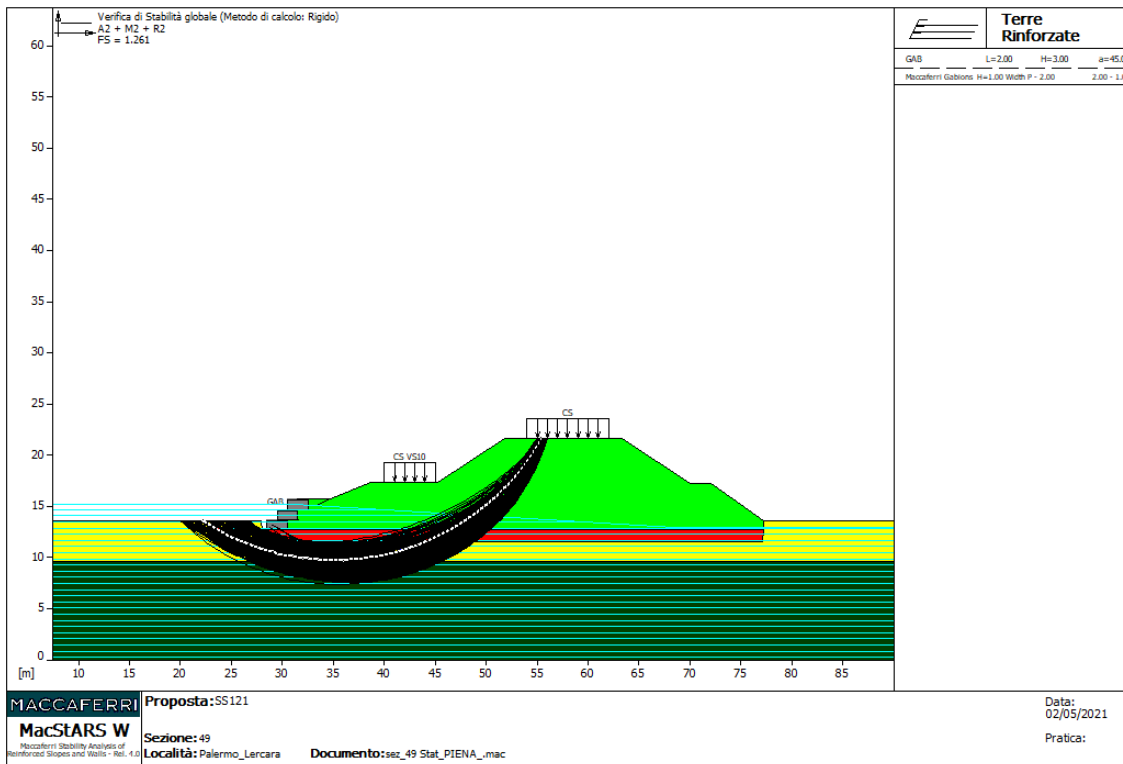


Figura 27- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 49, lato sx

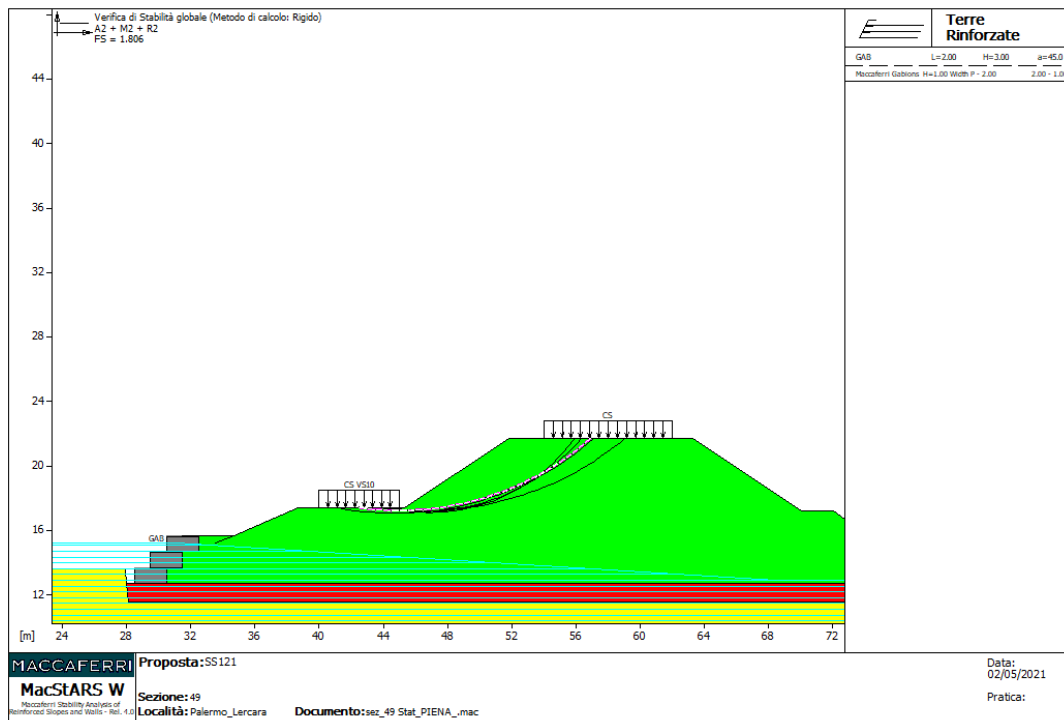


Figura 28- Verifica di stabilità locale in condizioni statiche della sezione 40, lato sx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

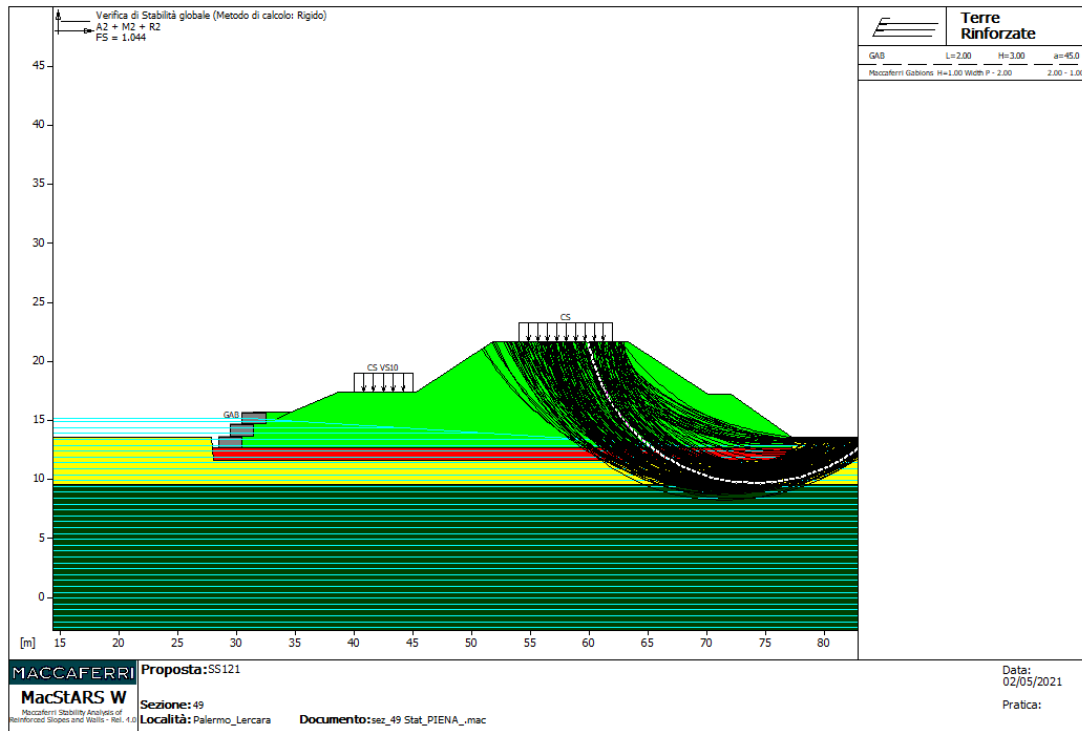


Figura 29- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 49, lato dx

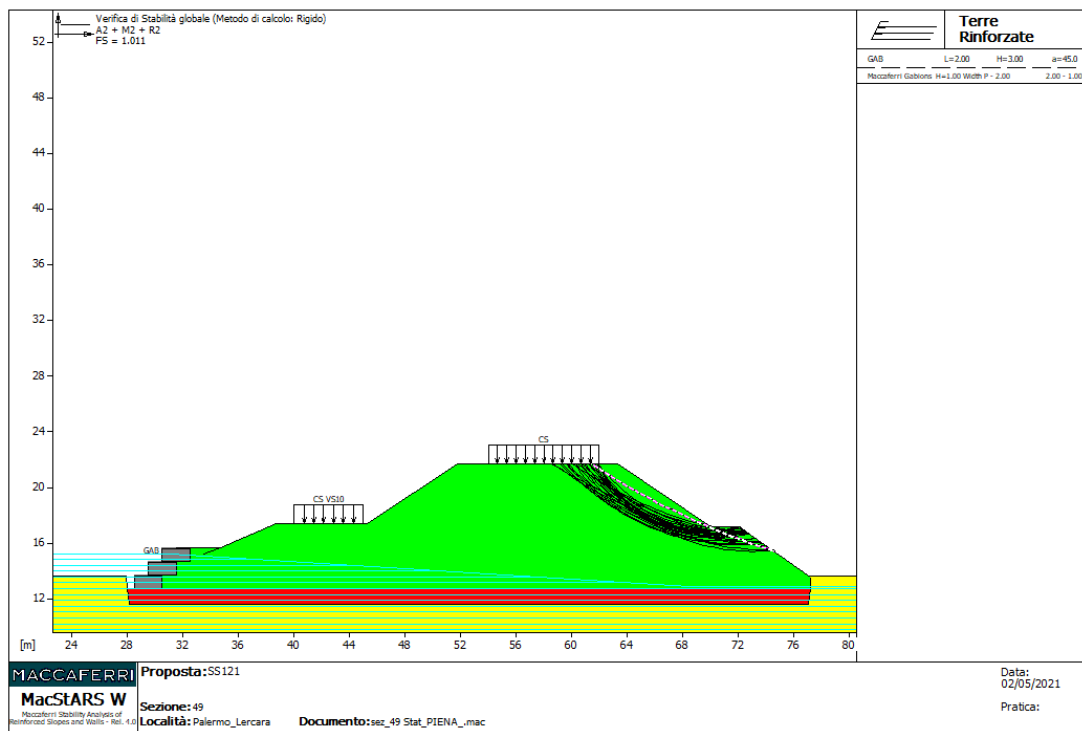


Figura 30- Verifica di stabilità locale in condizioni statiche della sezione 49, lato dx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

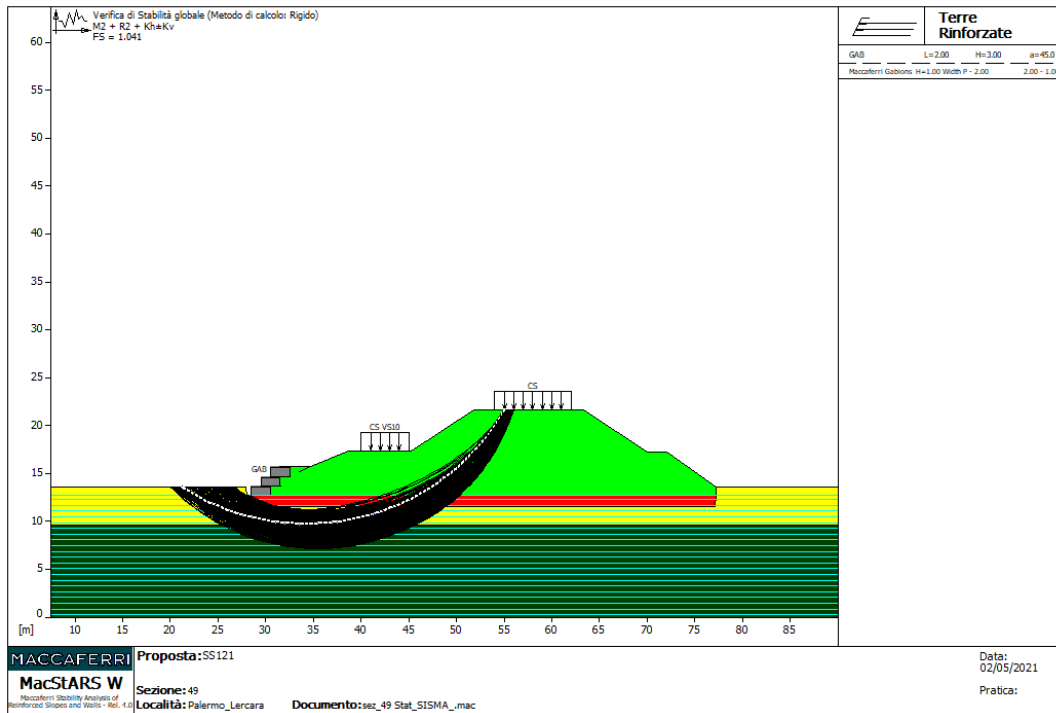


Figura 31- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 49, lato sx

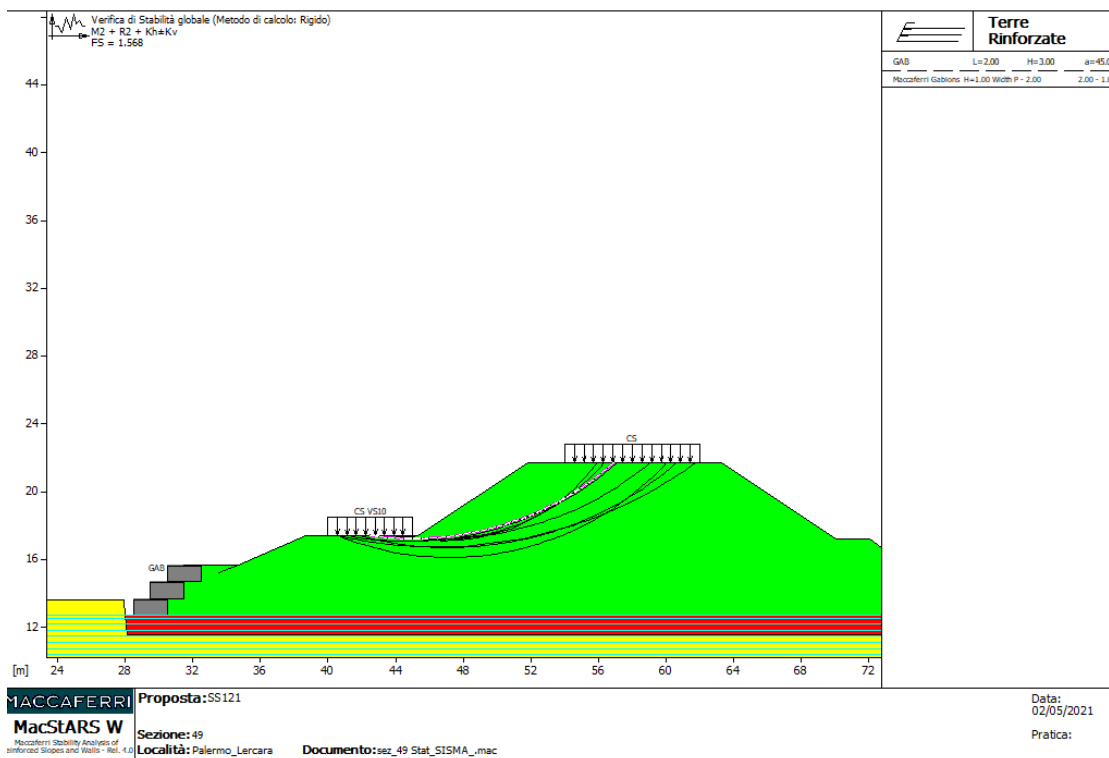


Figura 32- Verifica di stabilità locale in condizioni sismiche della sezione 49, lato sx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

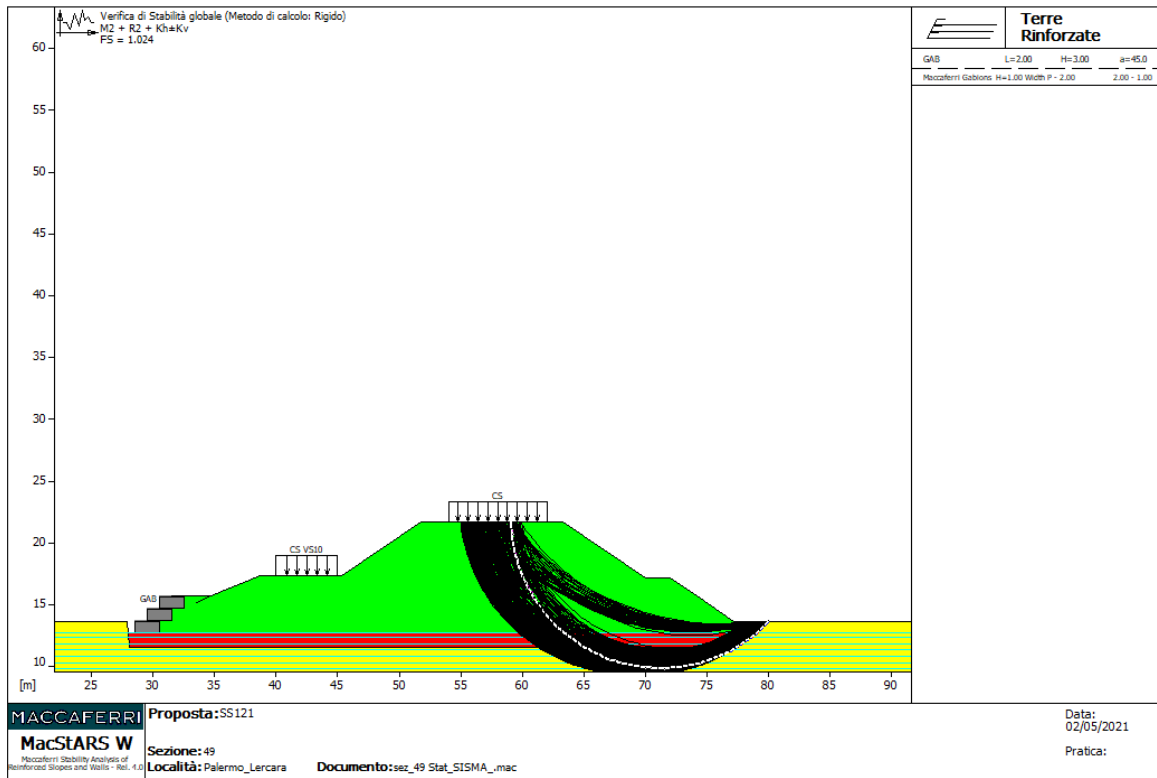


Figura 33- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 49, lato dx

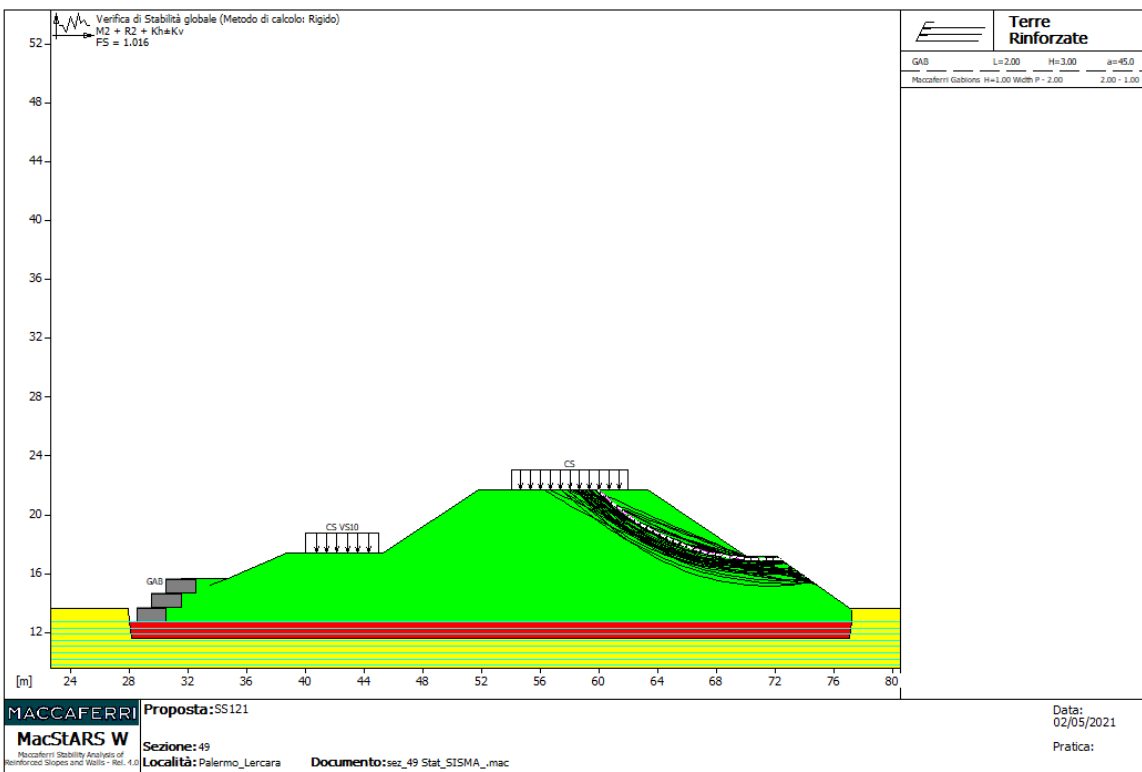


Figura 34- Verifica di stabilità locale in condizioni sismiche della sezione 49, lato dx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

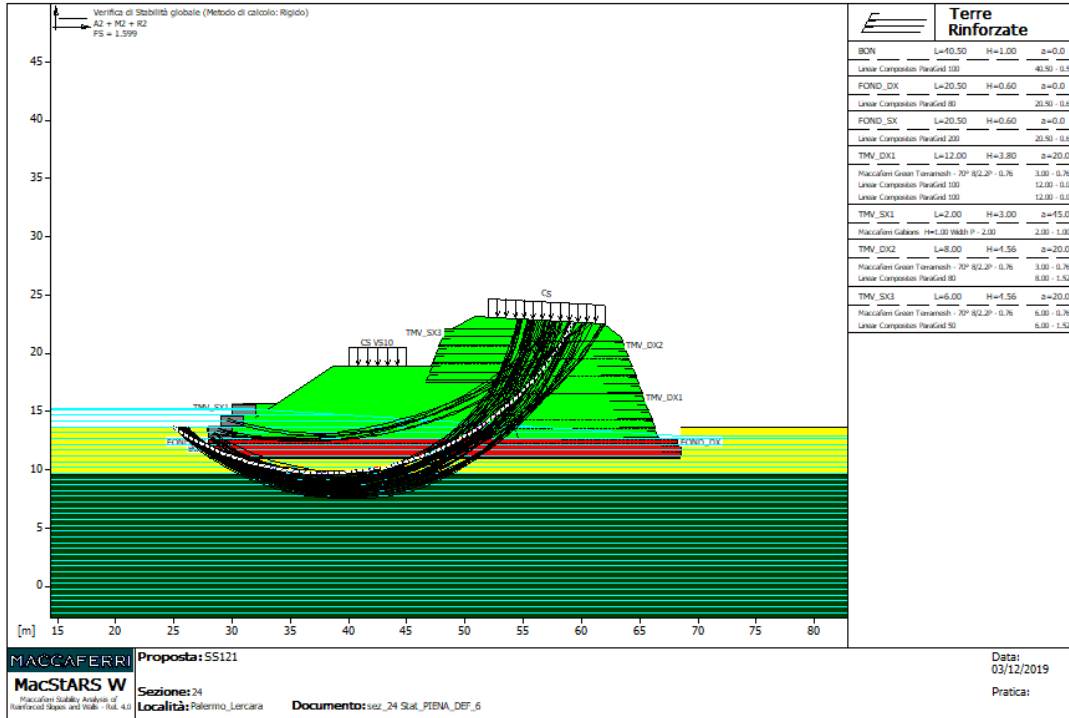


Figura 35- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 50, lato sx

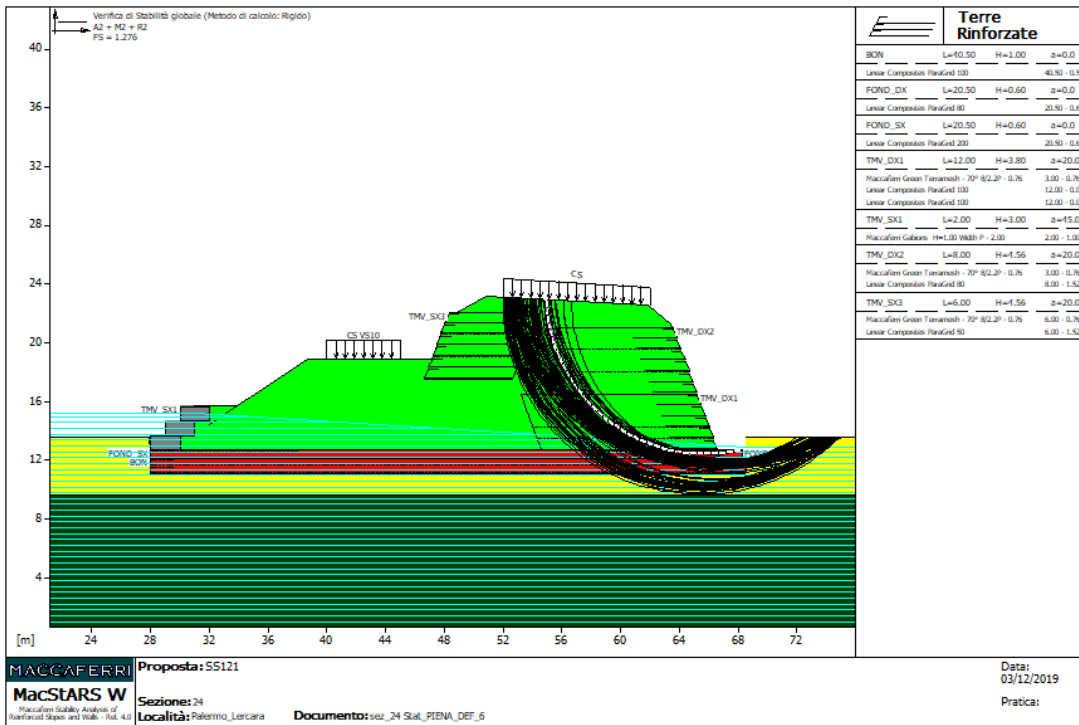


Figura 36- Verifica di stabilità globale in condizioni statiche della sezione 50, lato dx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

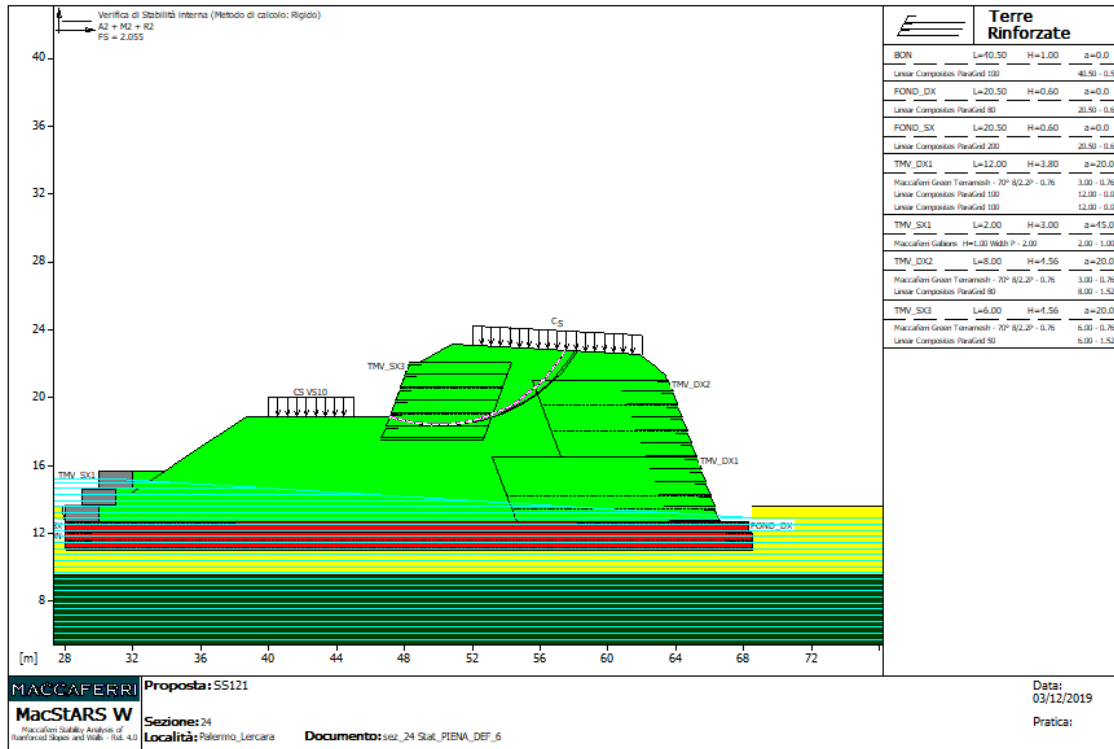


Figura 37- Verifica di stabilità interna in condizioni statiche della sezione 50, lato sx superiore

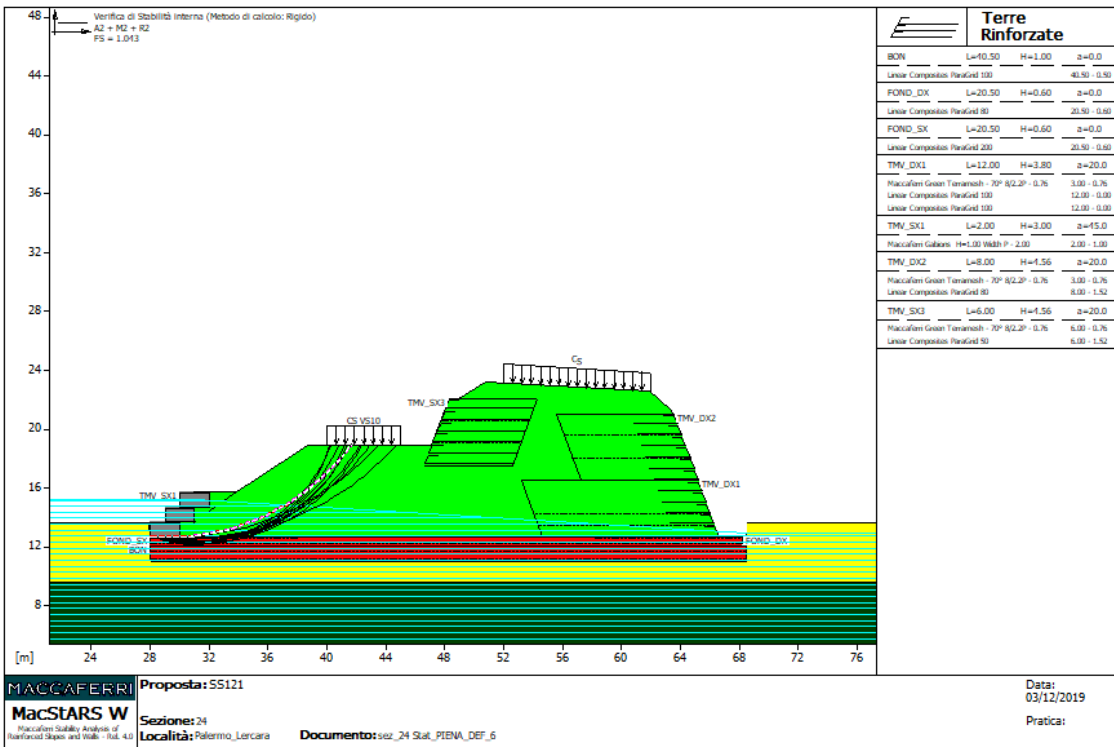


Figura 38- Verifica di stabilità interna in condizioni statiche della sezione 50, lato sx inferiore

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

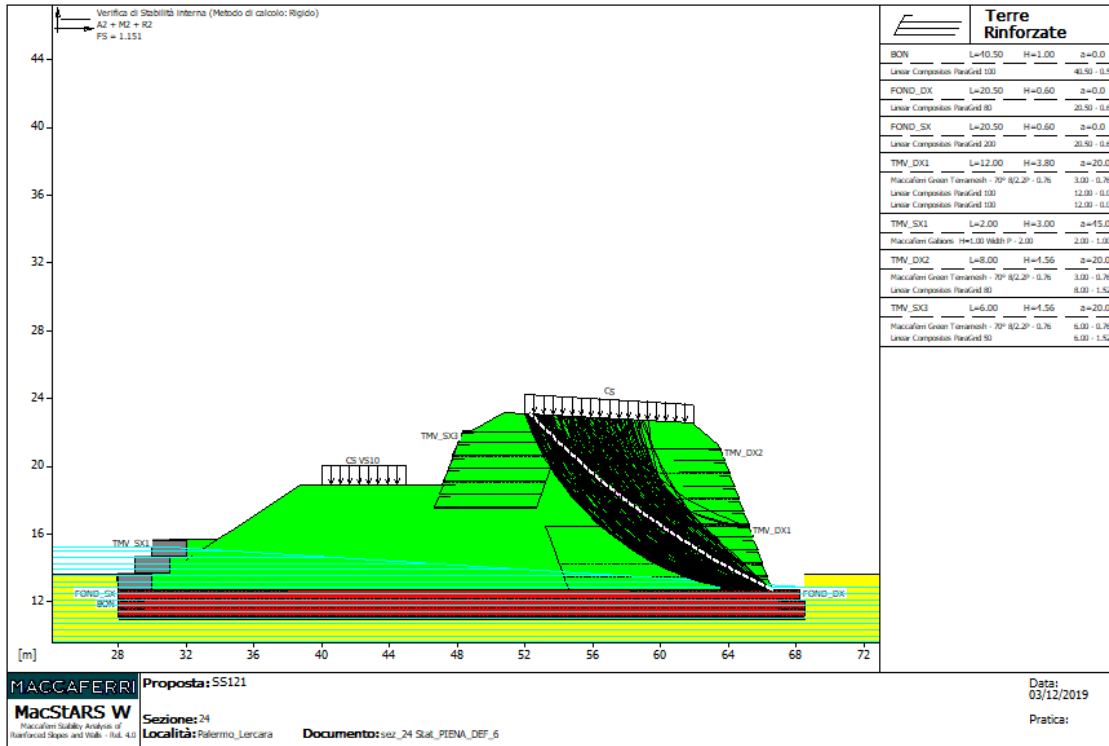


Figura 39- Verifica di stabilità interna in condizioni statiche della sezione 50, lato dx

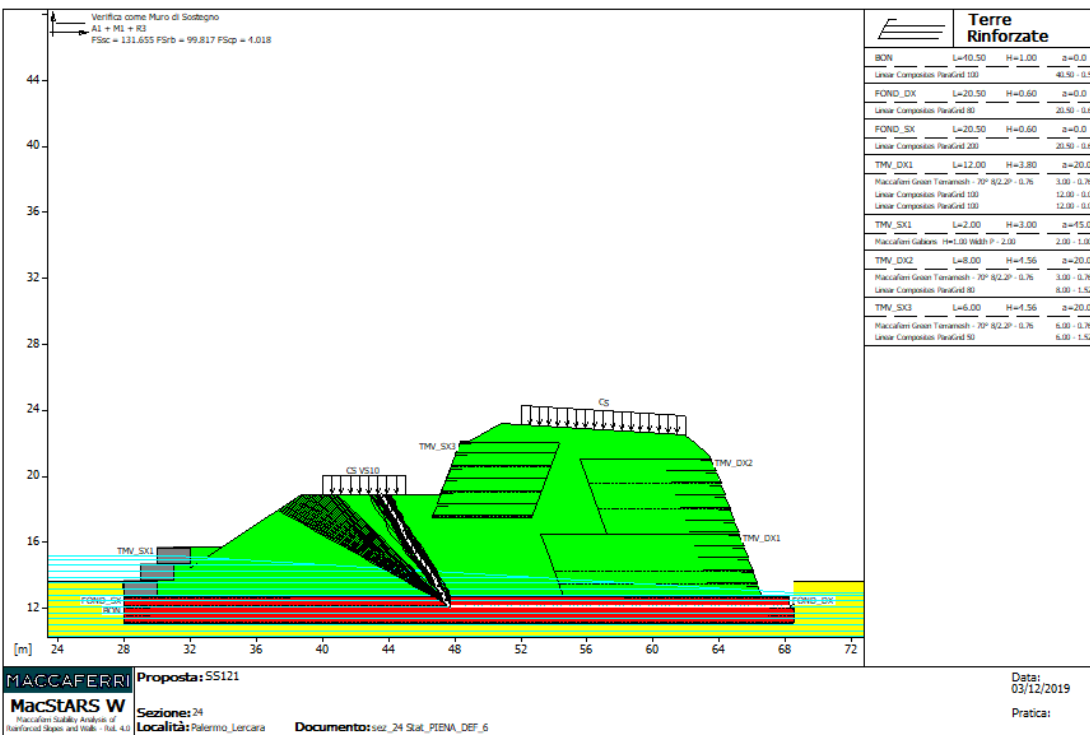


Figura 40- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni statiche della sezione 50, lato sx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

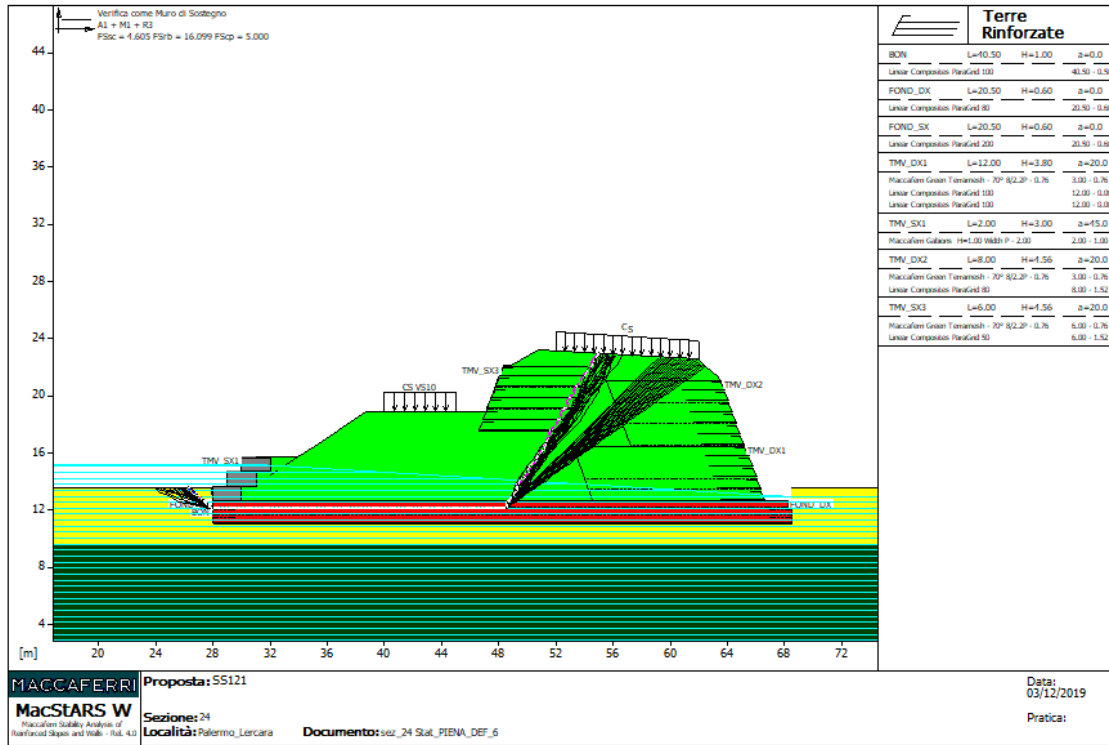


Figura 41- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni statiche della sezione 50, lato dx

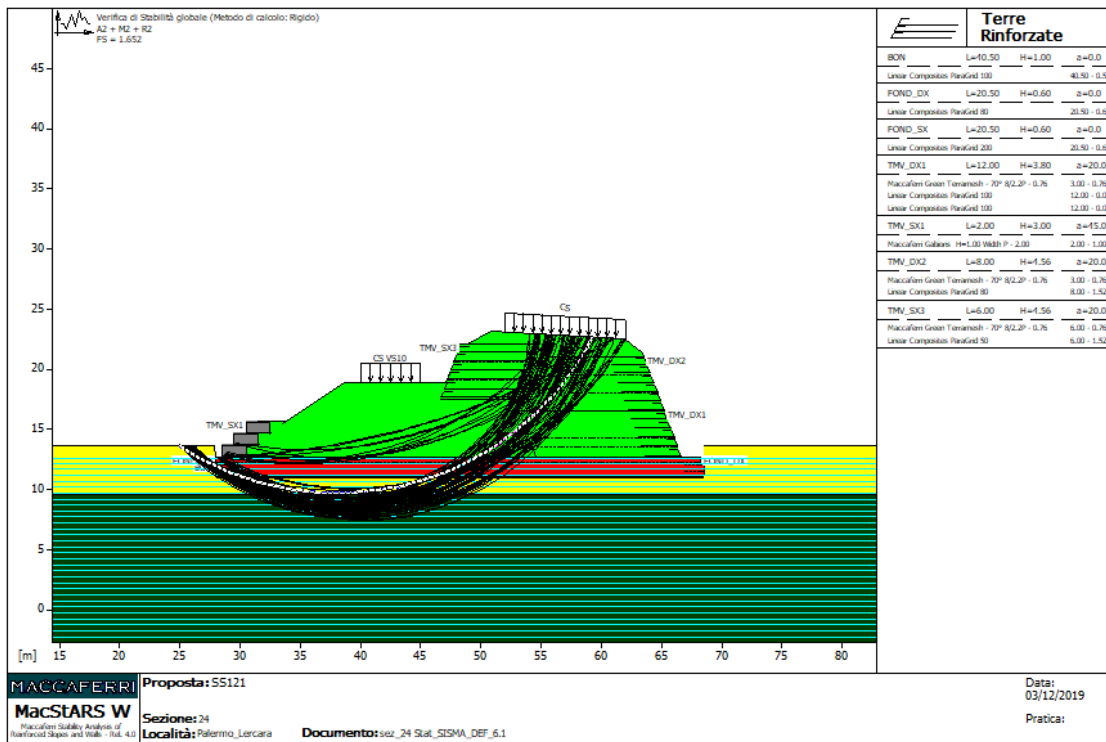


Figura 42- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 50, lato sx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

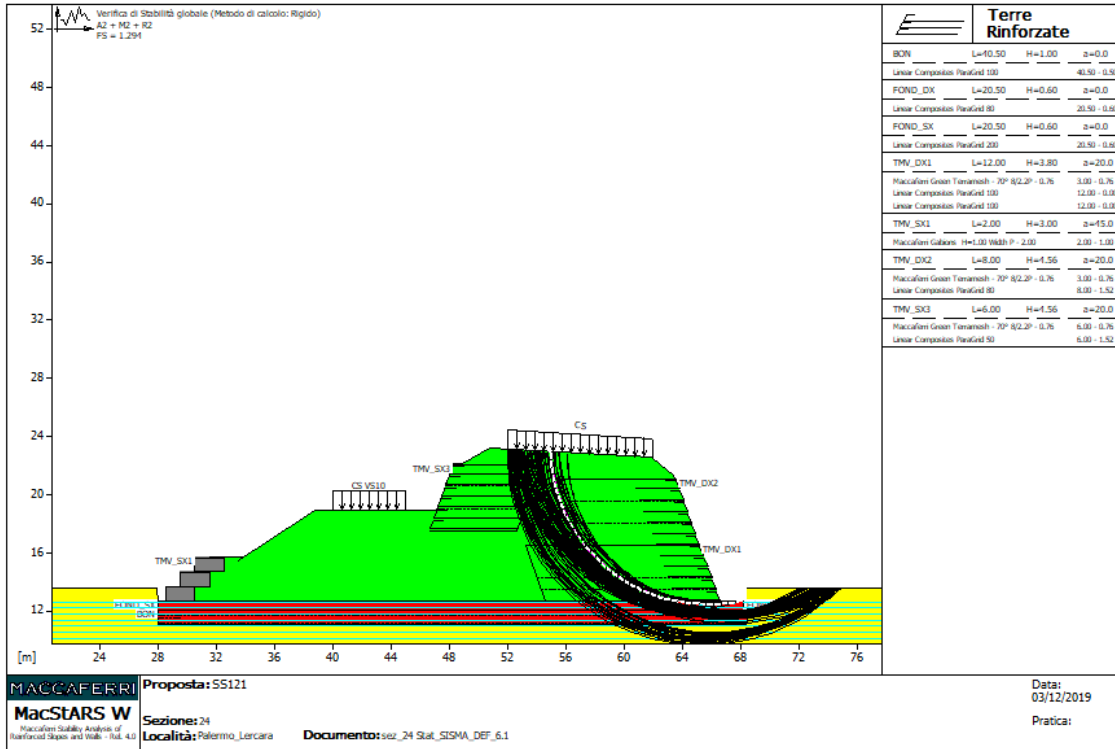


Figura 43- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche della sezione 50, lato dx

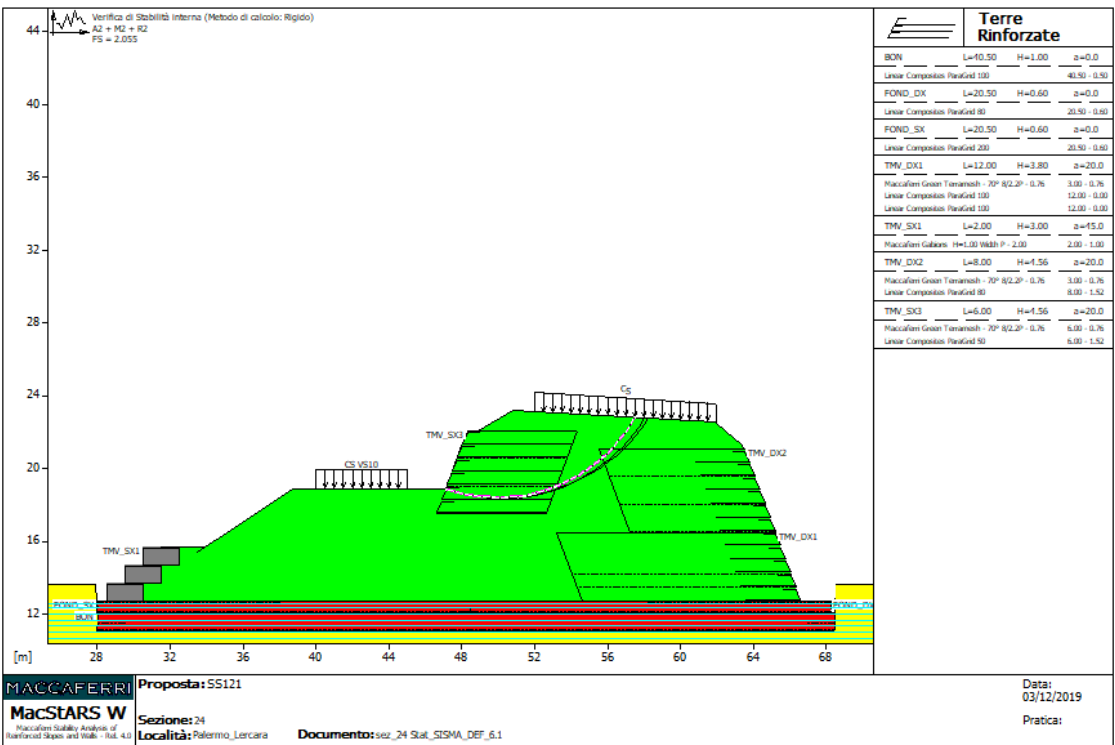


Figura 44- Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche della sezione 50, lato sx superiore

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

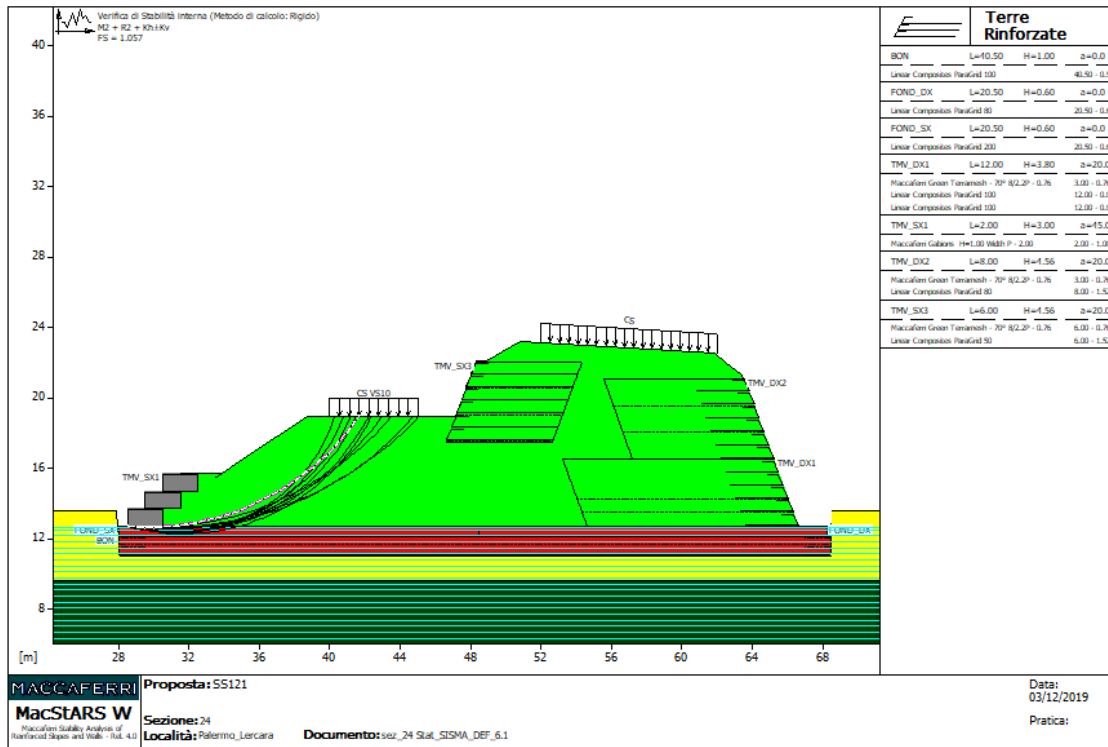


Figura 45- Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche della sezione 50, lato sx inferiore

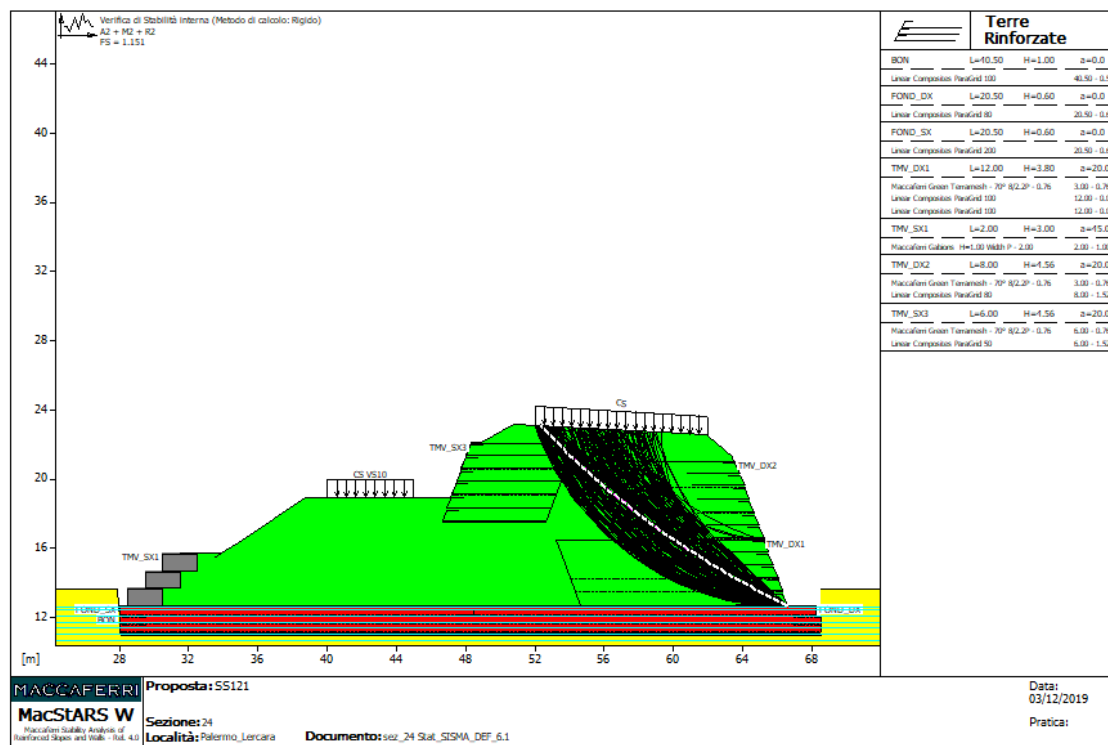


Figura 46- Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche della sezione 50, lato dx

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

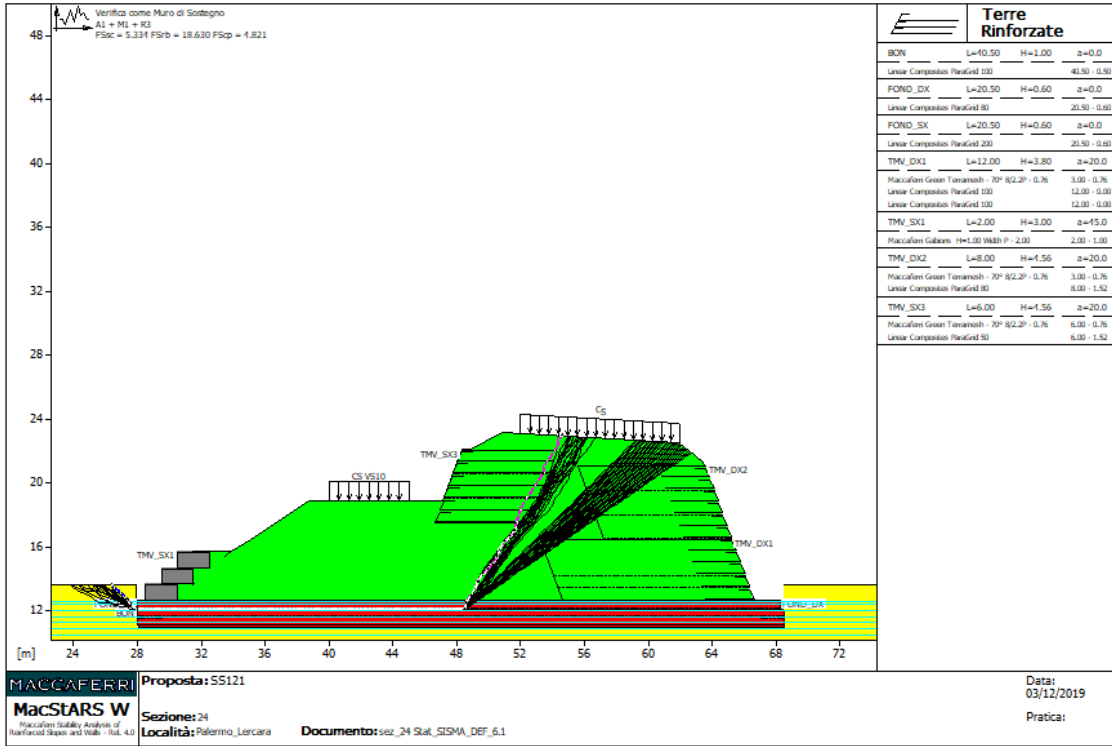


Figura 47- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni sismiche della sezione 50, lato dx

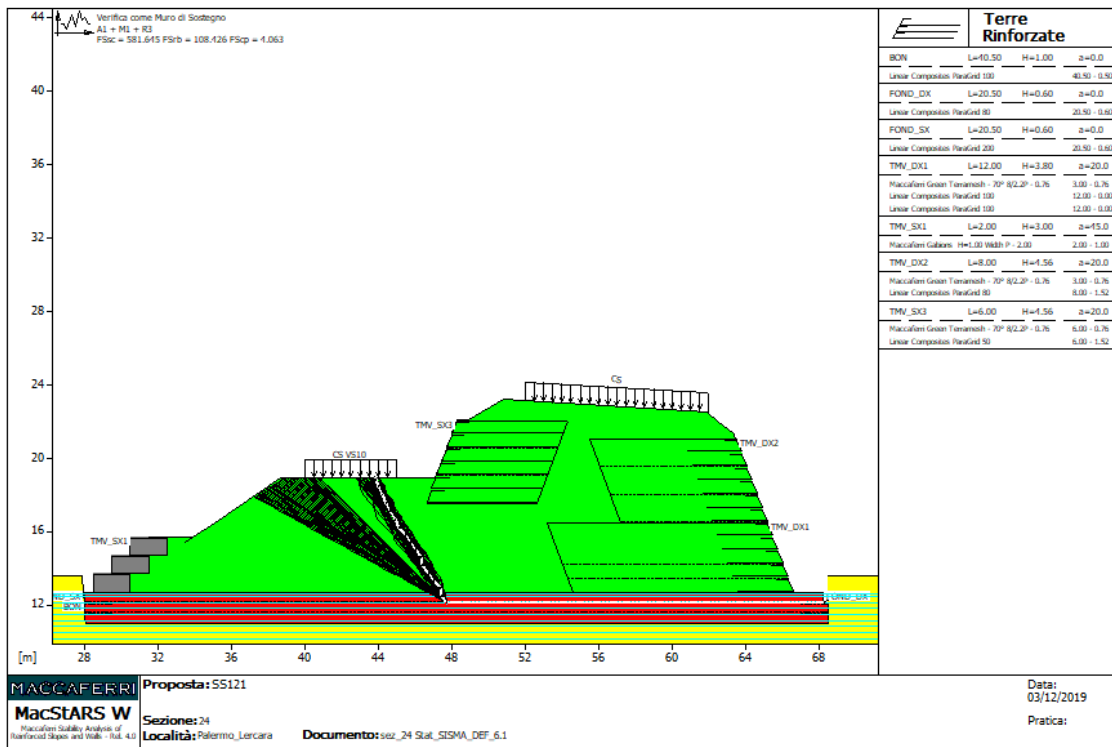


Figura 48- Verifica dell'opera come muro di sostegno in condizioni sismiche della sezione 50, lato sx

11.3 VERIFICA A TRASCINAMENTO DEI GABBIONI

I risultati ottenuti dal modello idraulico hanno mostrato come l’opera OS148 è interessata dall’esonazione del torrente Buffa-Mulinazzo in occasione della piena con tempo di ritorno T=300 anni.

Alla luce di tali risultati si è ritenuto necessario procedere con la verifica a trascinamento dei gabbioni posti a protezione del rilevato.

Per la determinazione della velocità critica del materiale costituente i gabbioni si è fatto riferimento alla formulazione di Shields per la quale:

$$\tau_{cr} = \gamma R_H i$$

Dove:

τ_{cr} : tensione critica di trascinamento

γ : peso specifico della massa liquida

R_H : raggio idraulico

i : pendenza del fondo

Secondo la formulazione di Gauckler-Strikler la stessa relazione può essere scritta come:

$$\tau_{cr} = \gamma \frac{v_{cr}^2}{K_s^2 R_H^{1/3}}$$

Considerato un materiale cui $\gamma_s = 2600 \text{ kg/m}^3$ la precedente equazione può scriversi come:

$$v_{cr} = 0.31 K_s R_H^{1/6} \sqrt{d}$$

Dove il coefficiente di scabrezza K_s assume valori compresi tra 25 e 35 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$.

Nella verifica in esame sono stati considerati i seguenti valori tabellati.

Material	Allowable velocity [m/s]
Gabions 0.50m - $d_{50} = 0.21 \text{ m}$	7.60
Reno mattress 0.17m - $d_{50} = 0.10 \text{ m}$	4.20
Reno mattress 0.23m - $d_{50} = 0.12 \text{ m}$	5.50
Reno mattress 0.30m - $d_{50} = 0.15 \text{ m}$	6.40
MacMat R	1.50 - 3.00(*)

* For duration less than 60 hours (Utah water research Laboratory)

Come mostrato nella tabella seguente, i risultati ottenuti dal modello di calcolo presentano una massima velocità, al di fuori dell’alveo in destra idraulica, pari a 3.21 m/s. L’intervento di protezione risulta pertanto verificato.

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – SVINCOLO DI TUMMINIA- RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

River Station	Portata (mc/s)	Quota fondo alveo (m)	Quota battente idrico (m)	Velocità fuori alveo in destra idraulica (m/s)
4350.00	297.00	312.55	315.06	2.33
4264.02	297.00	311.89	314.71	1.06
4233.19	297.00	311.66	314.64	1.37
4213.98	297.00	311.35	314.48	1.84
4200.00	297.00	311.36	314.46	1.61
4150.00	297.00	310.78	313.40	3.21
4100.00	297.00	309.08	313.19	1.46

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

OS148 – GABBIONATA DI PROTEZIONE RILEVATO – 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.....: 24

Località.....: Palermo_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez_24 Stat_PIENA_DEF_6

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_DX2.....	5
Blocco : TMV_SX3	6
CARICHI.....	6
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	6
VERIFICHE.....	9
Verifica come muro di sostegno :	9
Verifica di stabilità interna :	11
Verifica come muro di sostegno :	12
Verifica di stabilità globale :	14
Verifica di stabilità globale :	16
Verifica di stabilità interna :	18
Verifica di stabilità interna :	20

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 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]
28.00	12.10	68.50	12.10				

Strato: LSA

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: LSA_A

Descrizione:

Terreno : LSA_A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	13.60	27.90	13.61	28.00	12.10	28.10	11.00
50.00	11.00	68.49	11.00	68.50	12.10	68.52	13.61
100.00	13.61						

Strato: RS

Descrizione:

Terreno : RS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
28.50	12.10	38.70	18.91	47.13	18.91	48.31	22.10
48.90	22.10	50.80	23.20	61.90	22.55	63.40	21.30
66.60	12.10						

PROFILI FALDE FREATICHE**Falda: F**

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	15.20			31.10	15.20		
68.50	12.90			100.00	12.90		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : BON**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 40.50 Altezza.....= 1.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 28.00 Ordinata.....= 11.10
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia
 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 - 100

Lunghezza.....[m] = 40.50

Interasse.....[m] = 0.50

Risolto.....[m] = 1.50

Blocco : FOND_DX

Dati principali.....[m] : Larghezza = 20.50 Altezza = 0.60

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 68.25 Ordinata = 12.10

Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

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] = 20.50

Interasse.....[m] = 0.60

Risolto.....[m] = 10.00

Blocco : FOND_SX

Dati principali.....[m] : Larghezza = 20.50 Altezza = 0.60

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 28.00 Ordinata = 12.10

Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

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 - 200

Lunghezza.....[m] = 20.50

Interasse.....[m] = 0.60

Risolto.....[m] = 10.00

Blocco : TMV_DX1

Dati principali.....[m] : Larghezza = 12.00 Altezza = 3.80

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 66.60 Ordinata = 12.69

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 con 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 - 100

Lunghezza.....[m] = 12.00
 Interasse verticale.....[m] = 0.00
 Offset.....[m] = 0.76

Linear Composites - ParaGrid - 100

Lunghezza.....[m] = 12.00
 Interasse verticale.....[m] = 0.00
 Offset.....[m] = 1.52

Blocco : TMV_SX1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 2.00 Altezza..... = 3.00
 Arretramento.....[m] = 0.00 da FOND_SX
 Inclinazione paramento.....[°] : 45.00

Terreno riempimento gabbioni..... : GAB
 Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia
 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 :

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Lunghezza.....[m] = 2.00
 Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza..... = 2.00

Blocco : TMV_DX2

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 8.00 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 con 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 - 80

Lunghezza.....[m] = 8.00
Interasse verticale.....[m] = 1.52
Offset.....[m] = 0.00

Blocco : TMV_SX3

Dati principali.....[m] : Larghezza = 6.00 Altezza = 4.56
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 46.65 Ordinata = 17.50
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] = 0.00

CARICHI**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 52.00 To = 62.00

Pressione : CS VS10

Descrizione : Carico Sradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 40.00 To = 45.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

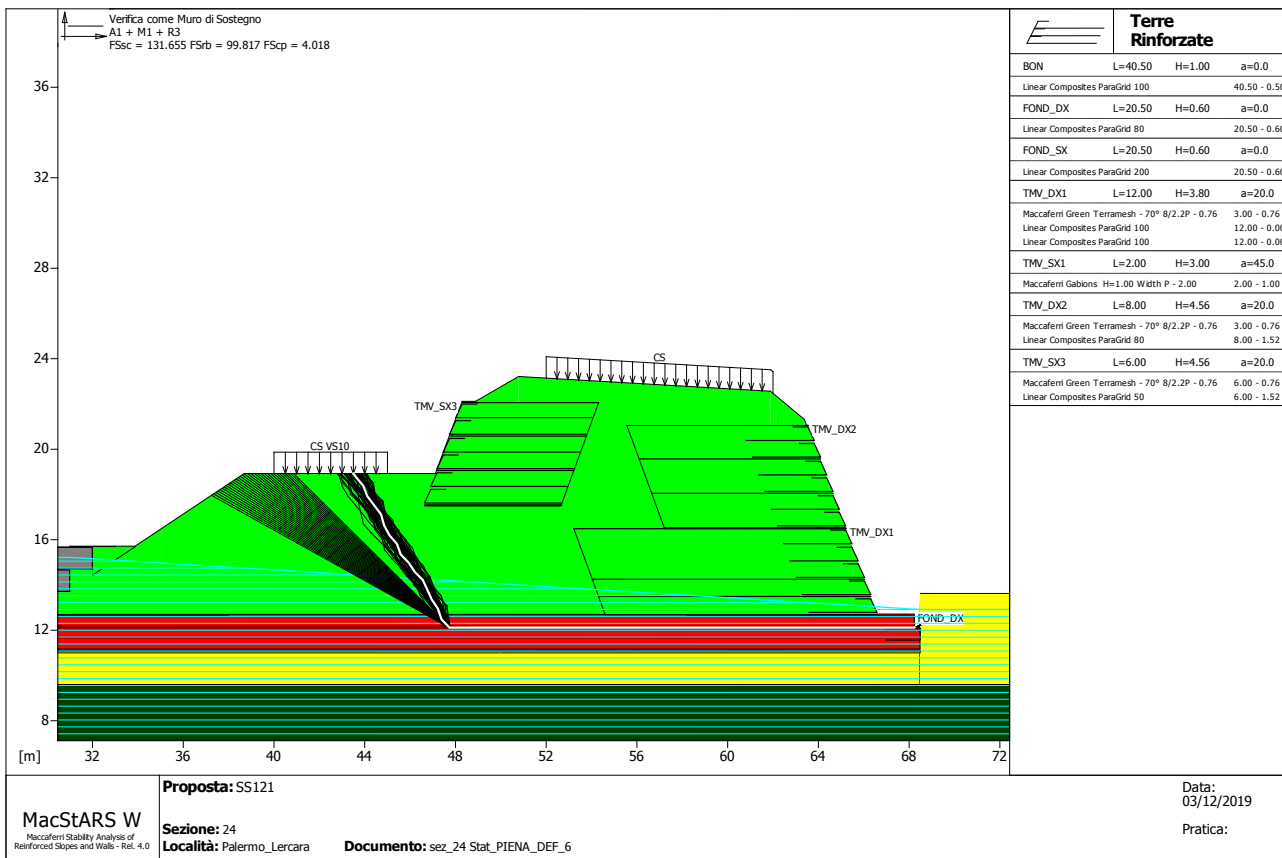
Linear Composites - ParaGrid - 100

Carico di rottura Nominale Tr.....[kN/m] : 100.00
Rapporto di Scorrimento plastico..... : 0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN]	: 1.10e-04
Rigidità estensionale.....	[kN/m]	: 1111.00
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.....		: 0.17
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 - 200		
Carico di rottura Nominale Tr.....	[kN/m]	: 200.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		: 0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN]	: 1.10e-04
Rigidità estensionale.....	[kN/m]	: 2222.00
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.....		: 0.25
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 ³ /kN]	: 1.10e-04
Rigidità estensionale.....	[kN/m]	: 415.00
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).....		: 1.55
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 ³ /kN]	: 1.10e-04
Rigidità estensionale.....	[kN/m]	: 665.00

Lunghezza minima di ancoraggio..... [m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	1.54
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
Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00	
Carico di rottura Nominale Tr..... [kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m ³ /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
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76	
Carico di rottura Nominale Tr..... [kN/m].....	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m ³ /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).....	1.17
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].....: 2564.20

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 17.70

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 131.655

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 43200.00

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 376.32

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 99.817

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 1004.80

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 178.64

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 4.018

Fondazione equivalente.....[m].....: 20.50

Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.44

Braccio momento.....[m].....: 21.26

Forza normale.....[kN].....: 3662.00

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 105.64

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 310.21

Fattore

1.50

1.00

1.00

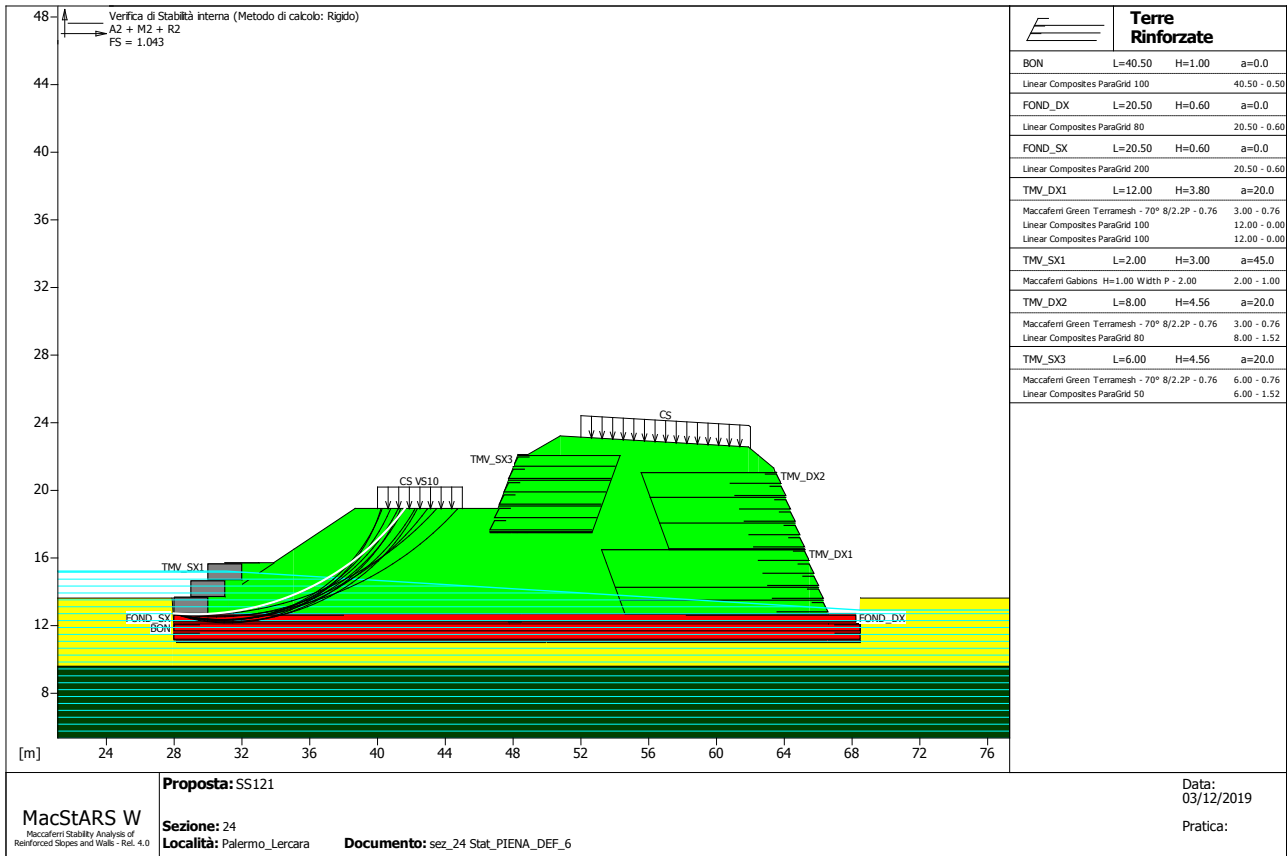
Classe

Variabile - sfavorevole

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Coeff. Parziale - Coesione efficace

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



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

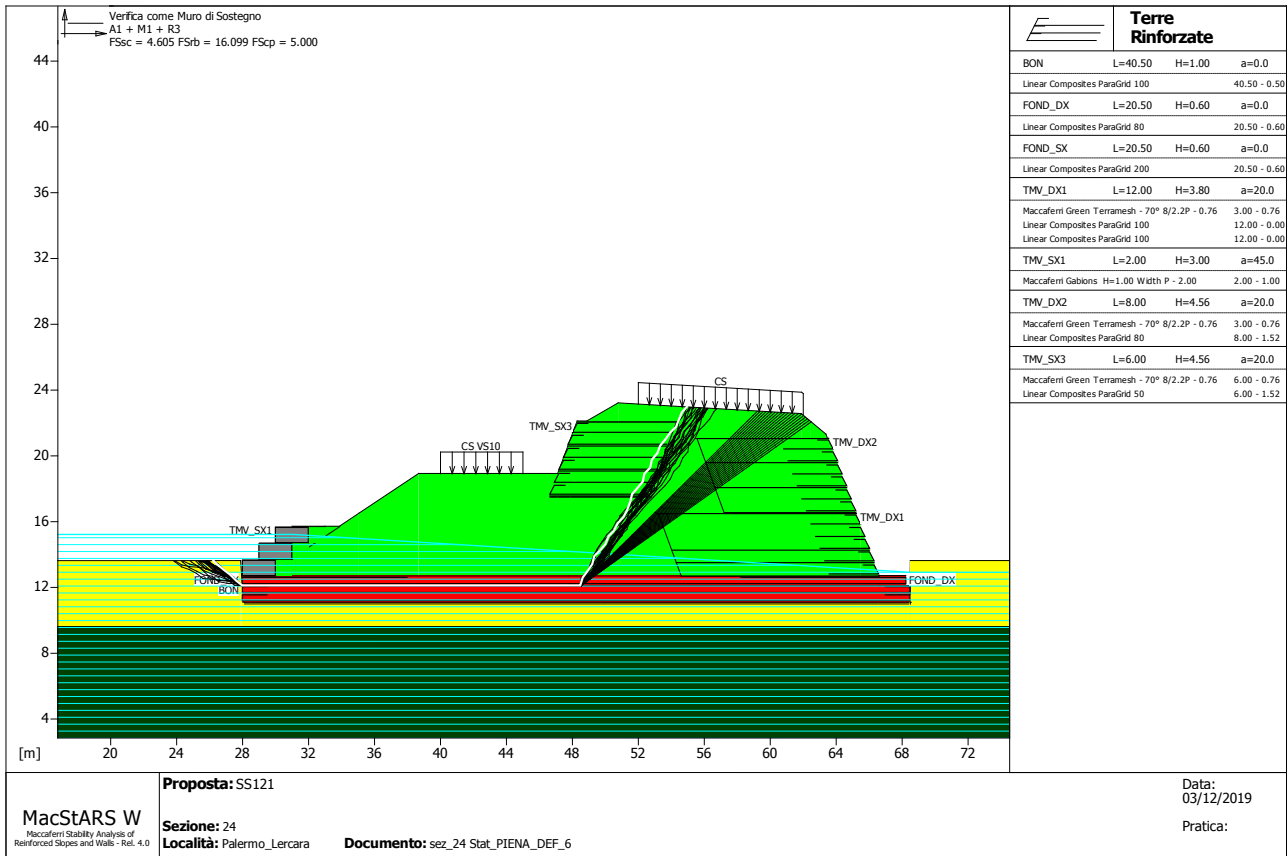
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.043

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco Segmento di arrivo, ascisse [m]
 TMV_SX1 Primo punto Secondo punto
 40.00 46.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1
 Numero totale superfici di prova: 200
 Lunghezza segmenti delle superfici [m]: 0.50
 Angolo limite orario [°]: 0.00
 Angolo limite antiorario [°]: 0.00

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



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

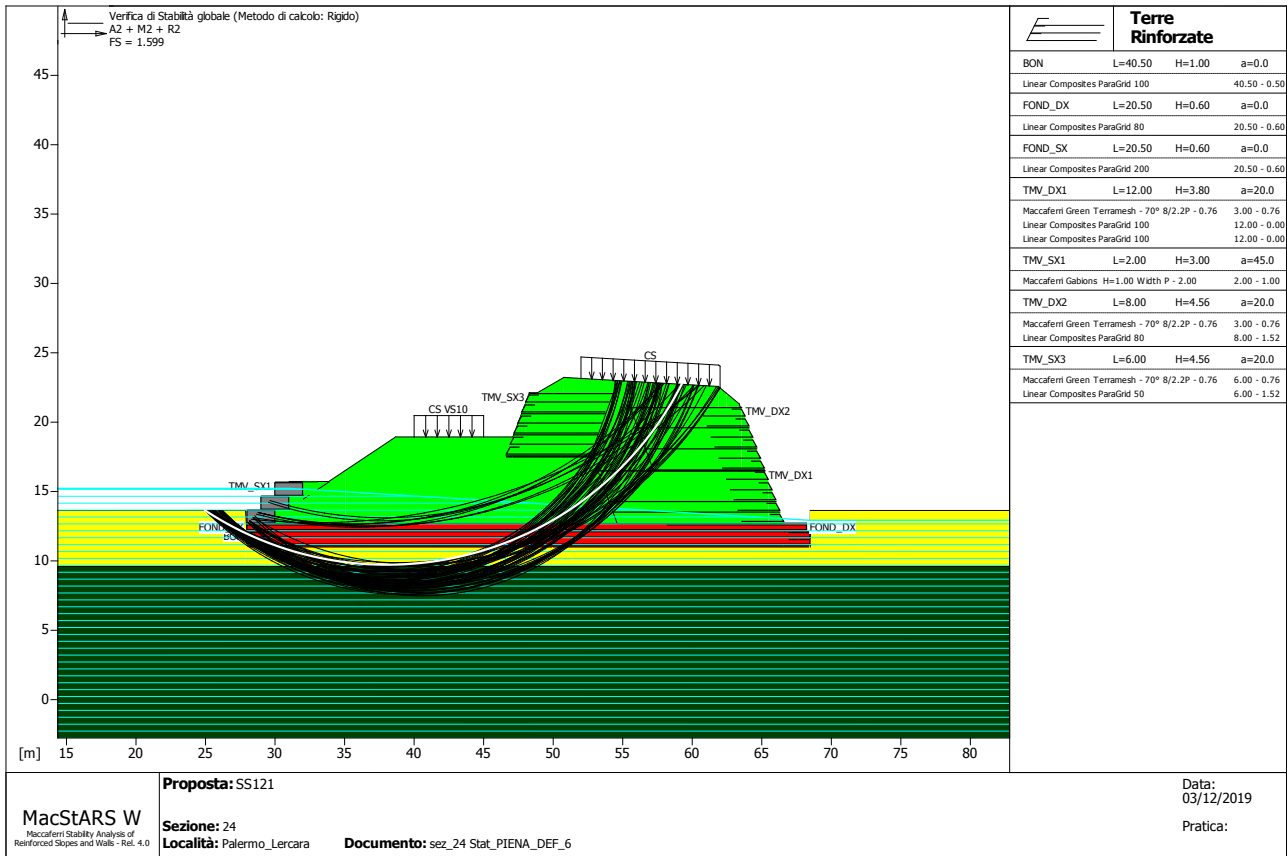
Stabilità verificata sul blocco : FOND_SX

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 1319.70
 Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 260.52
 Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 4.605
 Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 24389.00
 Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 1317.30
 Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 16.099
 Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 636.19
 Pressione media agente.....[kN/m²].....: 90.89
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 5.000
 Fondazione equivalente.....[m].....: 20.50
 Eccentricità forza normale.....[m].....: -2.26
 Braccio momento.....[m].....: 5.06
 Forza normale.....[kN].....: 1844.80
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 17.69
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 213.09

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 - 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 : 1.599

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
25.00	31.00	52.00	62.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		50	
Numero totale superfici di prova..... :		500	
Lunghezza segmenti delle superfici [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario [°]..... :		0.00	

Blocco : BON Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.0	1396.7	64.9	1.54	21.52
0.500	100.0	1432.3	64.9	1.54	22.07

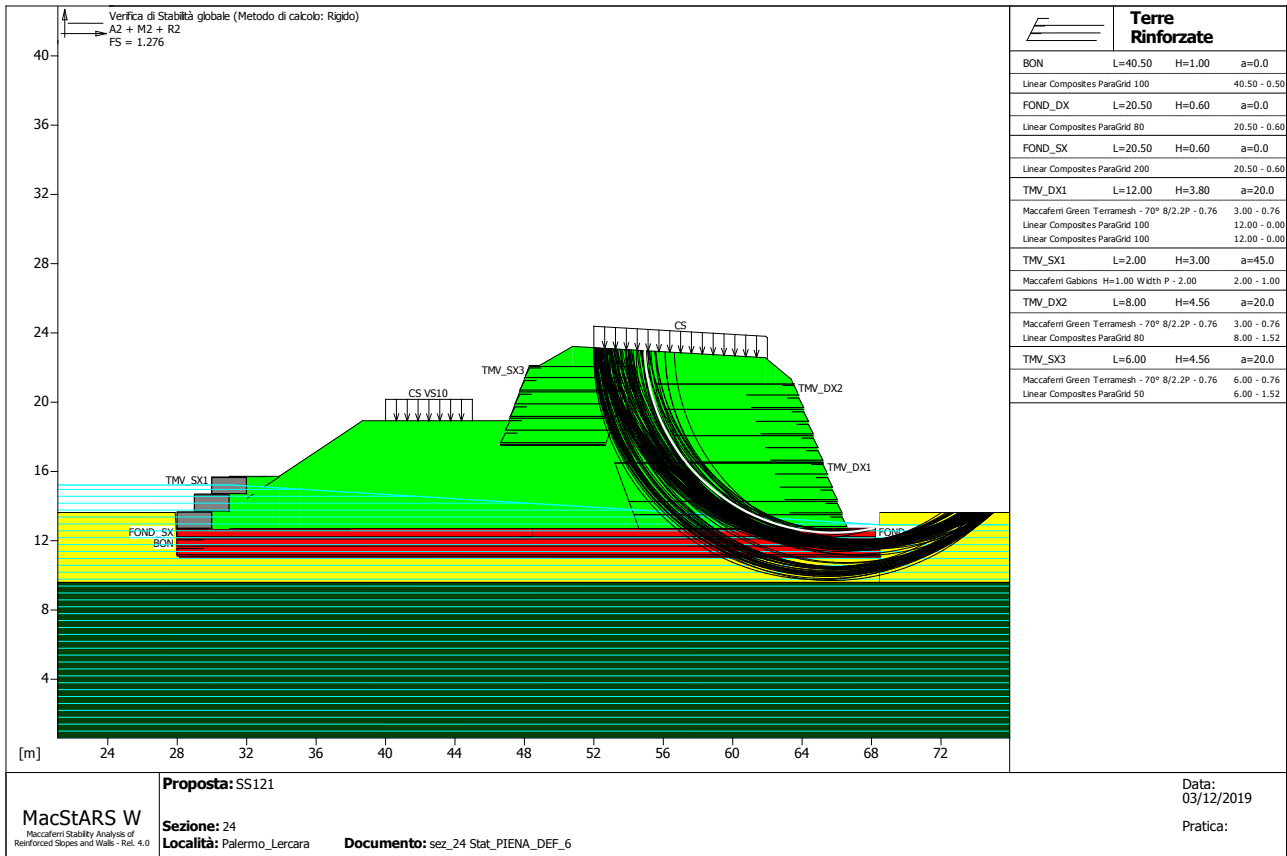
Blocco : FOND_DX
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	154.5	47.9	1.67	3.23

Blocco : TMV_DX2
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.040	80.0	141.6	52.0	1.54	2.72

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



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.276

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
52.00	62.00	68.00	75.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		50	
Numero totale superfici di prova..... :		500	
Lunghezza segmenti delle superfici [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario [°]..... :		0.00	

Blocco : BON Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.0	1860.1	64.9	1.54	28.66
0.500	100.0	1789.6	64.9	1.54	27.57

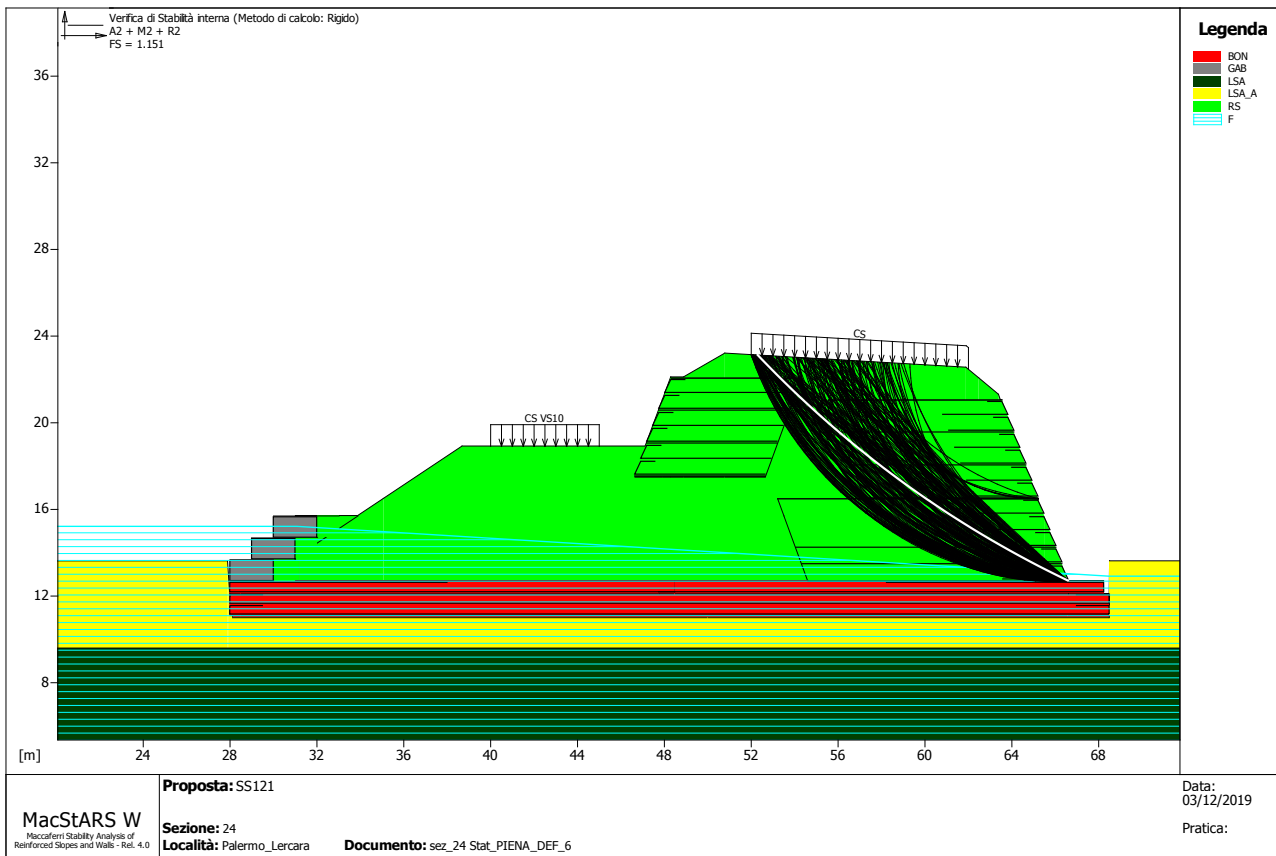
Blocco : FOND_DX
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	1869.6	47.9	1.67	39.03

Blocco : TMV_DX1
Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	100.0	674.4	65.8	1.52	10.25
1.520	100.0	915.0	65.8	1.52	13.91

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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.151

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco
 TMV_DX1

Segmento di arrivo, ascisse [m]
 Primo punto 52.00
 Secondo punto 62.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1
 Numero totale superfici di prova: 500
 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 [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	35.0	130.2	29.9	1.17	4.35
1.520	35.0	58.4	29.9	1.17	1.95

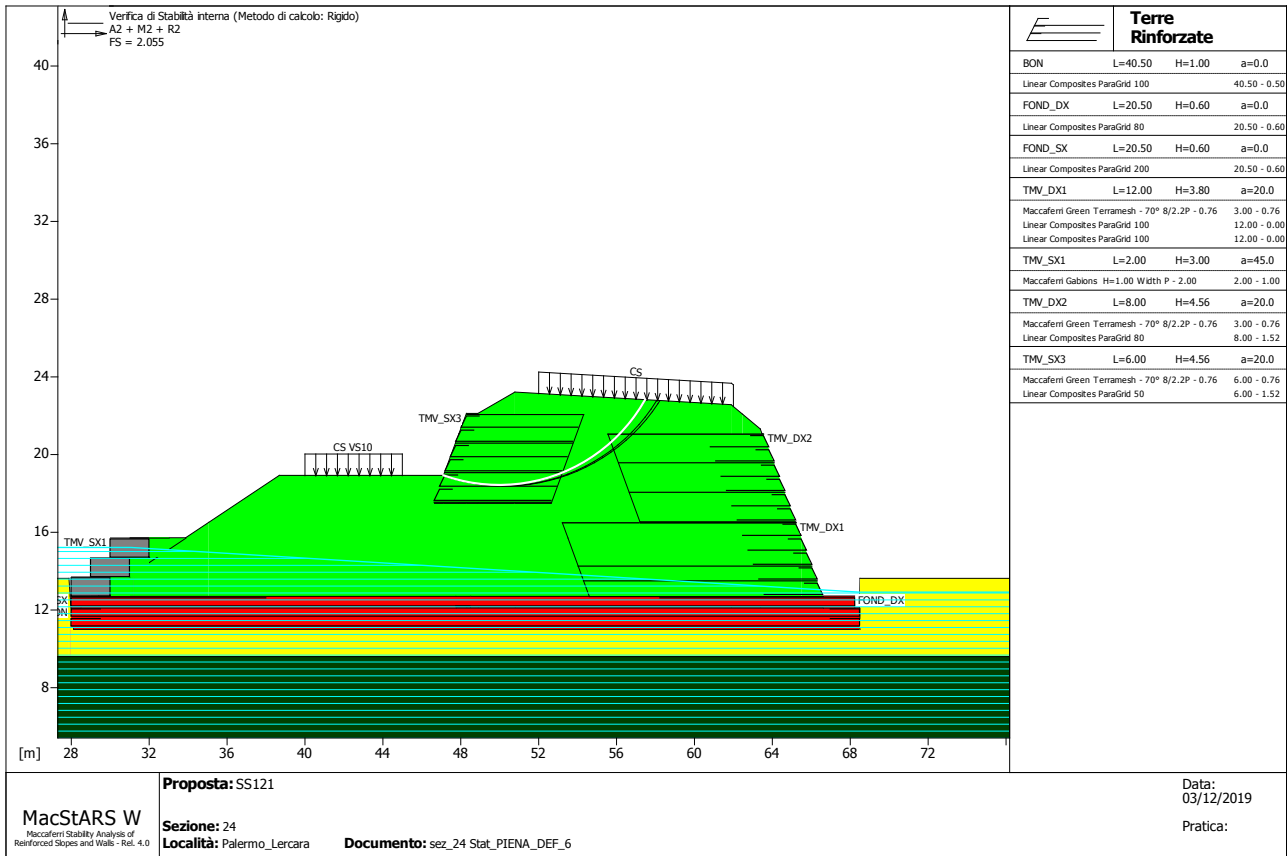
Blocco : TMV_DX1
Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	100.0	27.8	27.8	3.60	1.00
1.520	100.0	116.3	65.8	1.52	1.77

Blocco : TMV_DX2
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	540.2	52.0	1.54	10.39
1.520	80.0	200.7	52.0	1.54	3.86

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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 2.055

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco
TMV_SX3

Segmento di arrivo, ascisse [m]
Primo punto 50.00
Secondo punto 60.00

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

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

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

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

MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta...: SS121

Sezione.....: 24

Località.....: Palermo_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez_24 Stat_SISMA_DEF_6.1

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_DX2.....	5
Blocco : TMV_SX3	6
CARICHI.....	6
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	7
VERIFICHE.....	9
Verifica come muro di sostegno :	9
Verifica di stabilità interna :	11
Verifica di stabilità globale :	12
Verifica di stabilità globale :	14
Verifica di stabilità interna :	16
Verifica di stabilità interna :	18
Verifica come muro di sostegno :	19

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 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]
28.00	12.10	68.50	12.10				

Strato: LSA

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: LSA_A

Descrizione:

Terreno : LSA_A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	13.60	27.90	13.61	28.00	12.10	28.10	11.00
50.00	11.00	68.49	11.00	68.50	12.10	68.52	13.61
100.00	13.61						

Strato: RS

Descrizione:

Terreno : RS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
28.50	12.10	38.70	18.91	47.13	18.91	48.31	22.10
48.90	22.10	50.80	23.20	61.90	22.55	63.40	21.30
66.60	12.10						

PROFILI FALDE FREATICHE**Falda: F**

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	12.60			31.10	12.60		
68.50	12.60			100.00	12.60		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : BON**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 40.50 Altezza.....= 1.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 28.00 Ordinata.....= 11.10
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

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 - 100

Lunghezza.....[m] = 40.50

Interasse.....[m] = 0.50

Risolto.....[m] = 1.50

Blocco : FOND_DX

Dati principali.....[m] : Larghezza = 20.50 Altezza = 0.60

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 68.25 Ordinata = 12.10

Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

Rilevato strutturale.....: BON

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

Lunghezza.....[m] = 20.50

Interasse.....[m] = 0.60

Risolto.....[m] = 10.00

Blocco : FOND_SX

Dati principali.....[m] : Larghezza = 20.50 Altezza = 0.60

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 28.00 Ordinata = 12.10

Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

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

Rilevato strutturale.....: BON

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 - 200

Lunghezza.....[m] = 20.50

Interasse.....[m] = 0.60

Risolto.....[m] = 10.00

Blocco : TMV_DX1

Dati principali.....[m] : Larghezza = 12.00 Altezza = 3.80

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa = 66.60 Ordinata = 12.69

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 con 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 - 100

Lunghezza.....[m] = 12.00
 Interasse verticale.....[m] = 0.00
 Offset.....[m] = 0.76

Linear Composites - ParaGrid - 100

Lunghezza.....[m] = 12.00
 Interasse verticale.....[m] = 0.00
 Offset.....[m] = 1.52

Blocco : TMV_SX1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 2.00 Altezza..... = 3.00
 Arretramento.....[m] = 0.50 da FOND_SX
 Inclinazione paramento.....[°] : 45.00

Terreno riempimento gabbioni..... : GAB
 Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia
 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 :

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Lunghezza.....[m] = 2.00
 Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza..... = 2.00

Blocco : TMV_DX2

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 8.00 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 con 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 - 80

Lunghezza.....[m] = 8.00
Interasse verticale.....[m] = 1.52
Offset.....[m] = 0.00

Blocco : TMV_SX3

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 4.56
Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 46.65 Ordinata..... = 17.50
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] = 0.00

CARICHI**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 52.00 To = 62.00

Pressione : CS VS10

Descrizione : Carico Sradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 40.00 To = 45.00

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale..... = 1.07 Verticale..... = 0.54

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 100

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	:	100.00
Rapporto di Scorrimento plastico		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	1111.00
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		:	0.17
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 - 200

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	:	200.00
Rapporto di Scorrimento plastico		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	2222.00
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		:	0.25
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 ³ /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	:	415.00
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)		:	1.55
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 ³ /kN]	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m]	665.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m]	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		1.54
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

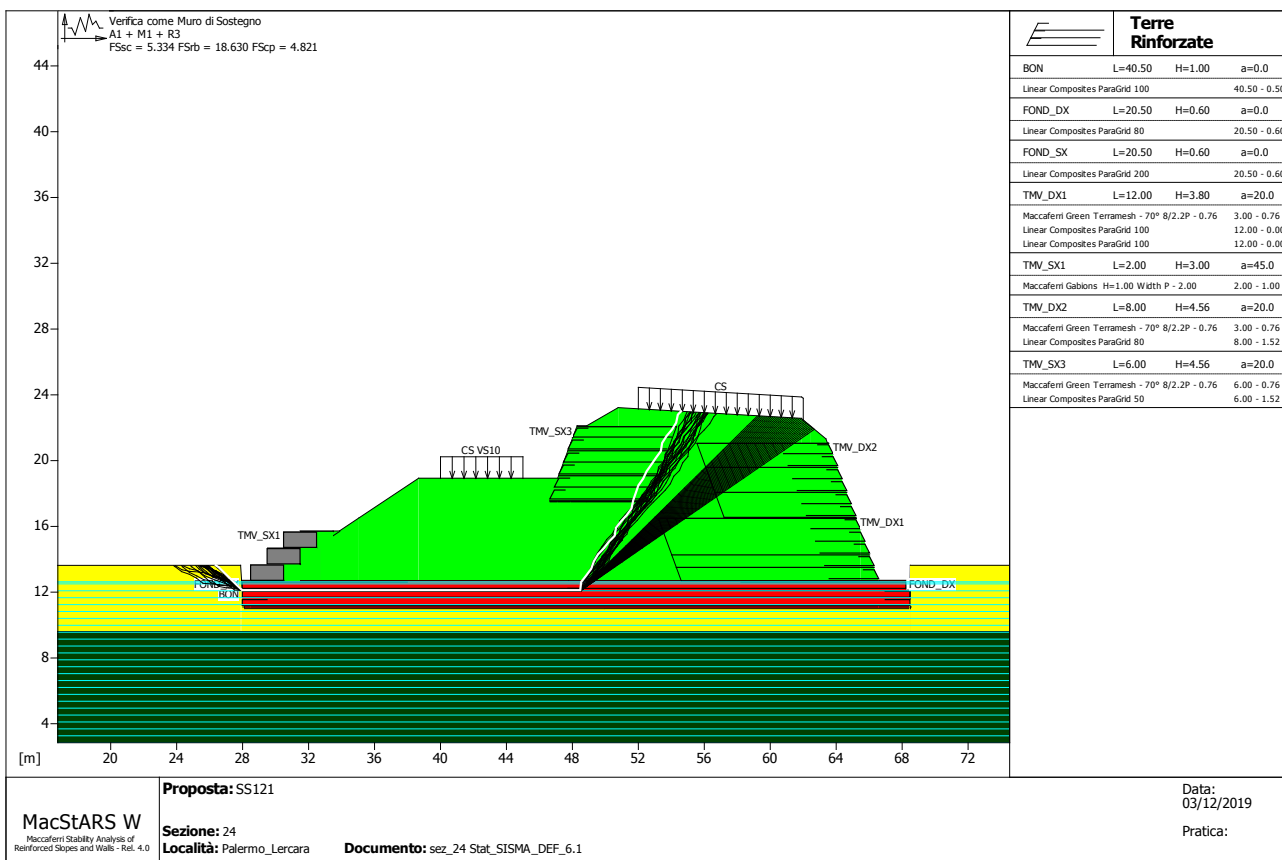
Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /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

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

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /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)		1.17
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



MacStARS W
 Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0
 Proposta: SS121
 Sezione: 24
 Località: Palermo_Lercara
 Documento: sez_24_Stat_SISMA_DEF_6.1
 Data: 03/12/2019
 Pratica:

Verifica come muro di sostegno :

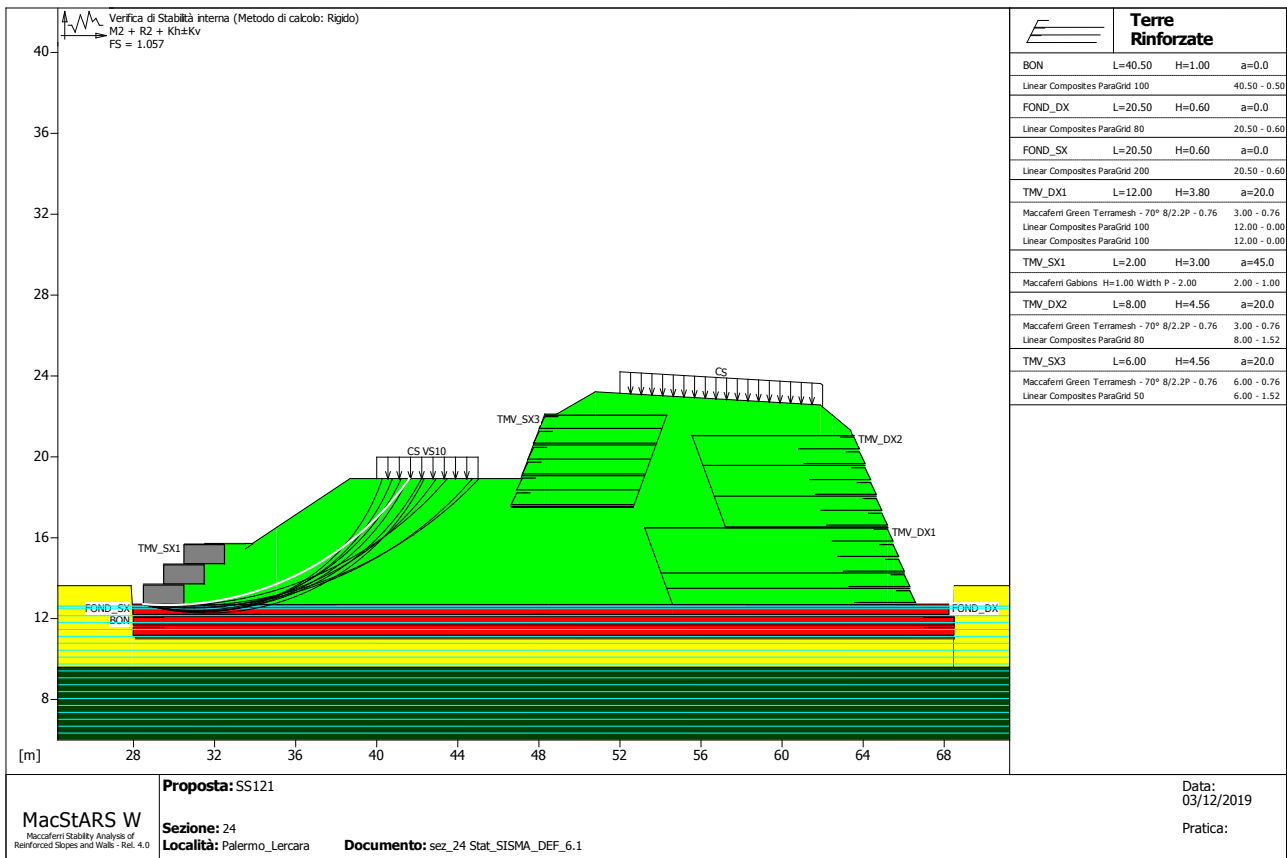
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
 Stabilità verificata sul blocco : FOND_SX

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 1551.40
 Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 264.42
 Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.334
 Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....:28281.00
 Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 1320.00
 Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 18.630
 Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 734.74
 Pressione media agente.....[kN/m²].....: 108.85
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 4.821
 Fondazione equivalente.....[m].....: 20.50
 Eccentricità forza normale.....[m].....: -1.92
 Braccio momento.....[m].....: 4.99
 Forza normale.....[kN].....: 2215.70
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 41.12
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 224.82

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

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

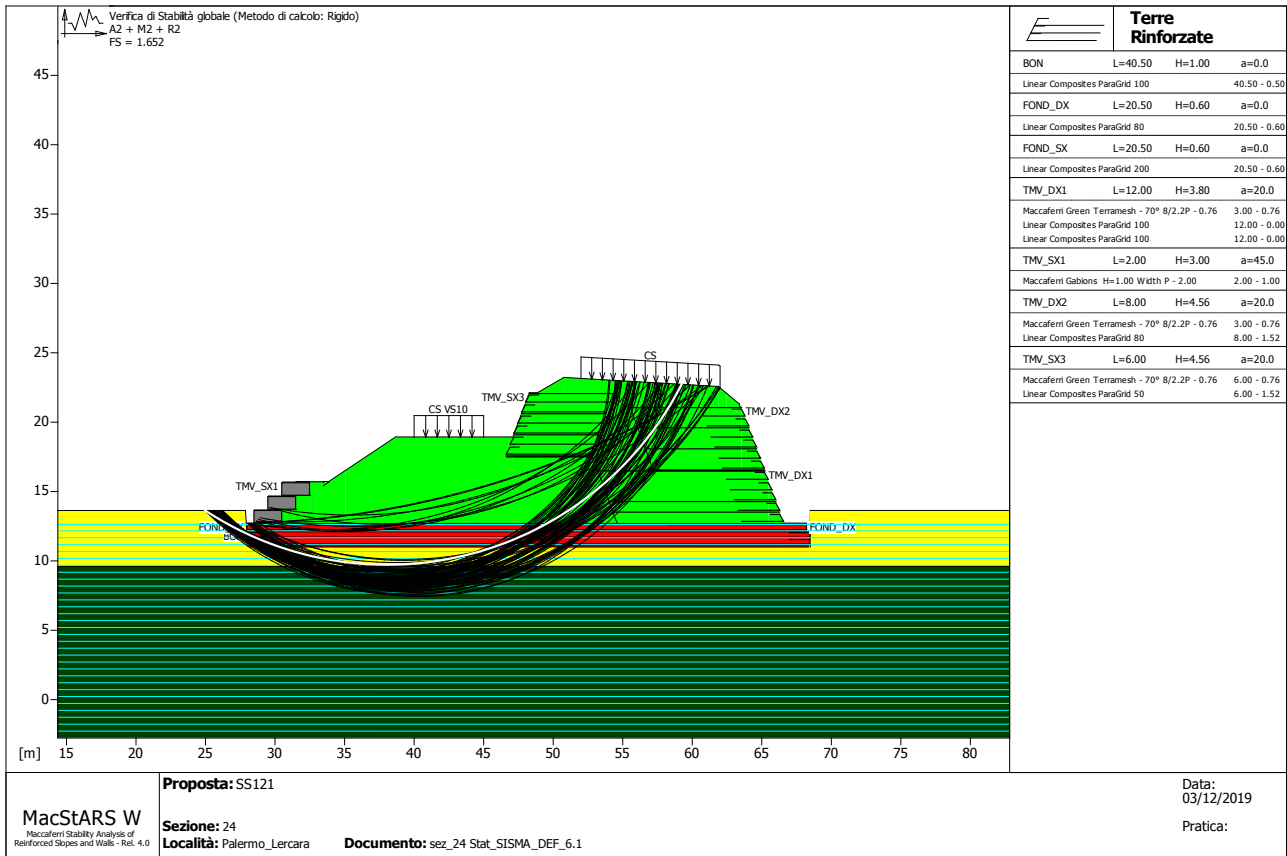
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.057

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_SX1	Primo punto	Secondo punto
	40.00	46.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	200
Lunghezza segmenti delle superfici [m].....:	0.50
Angolo limite orario [°].....:	0.00
Angolo limite antiorario [°].....:	0.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	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: 1.652

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
25.00	31.00	52.00	62.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Blocco : BON Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.0	1669.7	64.9	1.54	25.73
0.500	100.0	1722.0	64.9	1.54	26.53

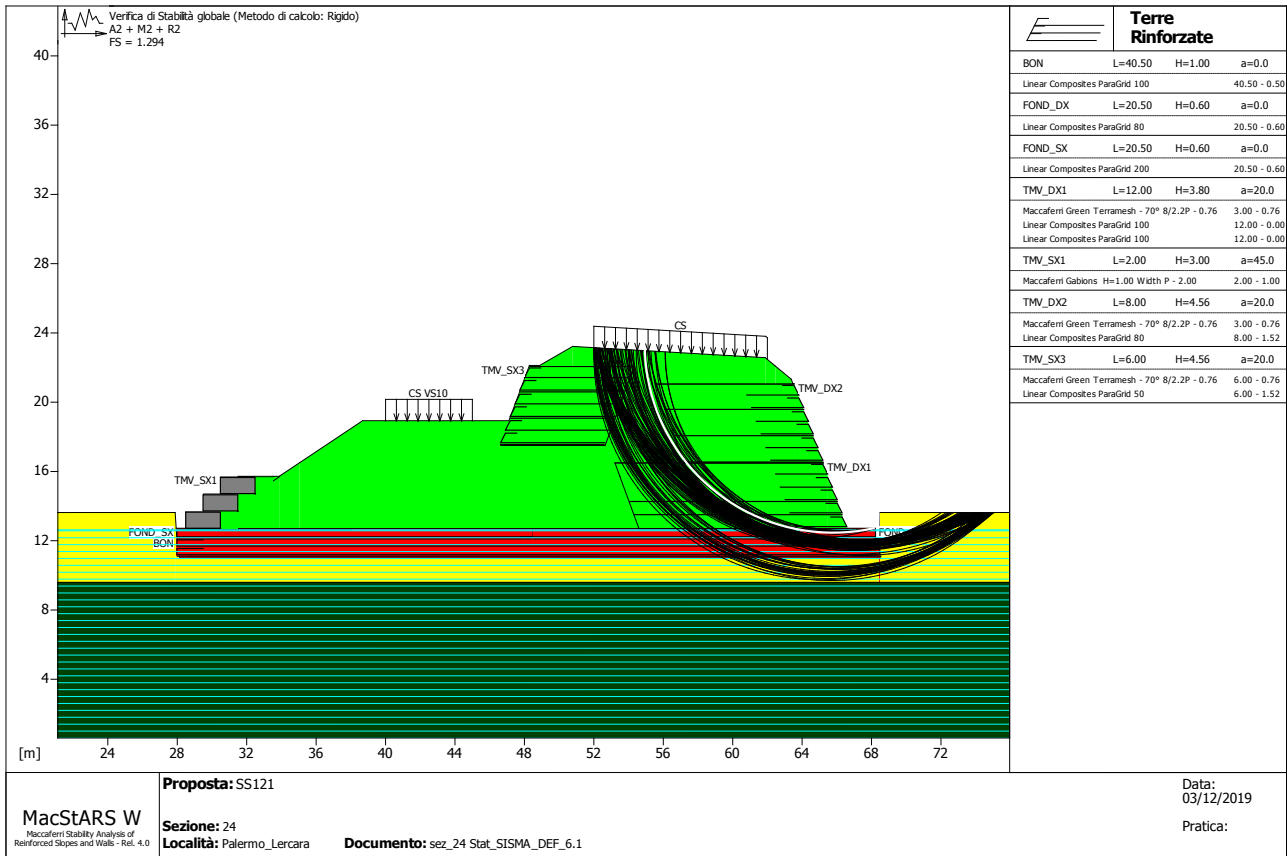
Blocco : FOND_DX
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	168.5	47.9	1.67	3.52

Blocco : TMV_DX2
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
3.040	80.0	141.6	52.0	1.54	2.72

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



Verifica 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 : 1.294

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
52.00	62.00	68.00	75.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		50	
Numero totale superfici di prova..... :		500	
Lunghezza segmenti delle superfici [m]..... :		0.50	
Angolo limite orario [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario [°]..... :		0.00	

Blocco : BON Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.0	1934.8	64.9	1.54	29.81
0.500	100.0	1864.3	64.9	1.54	28.73

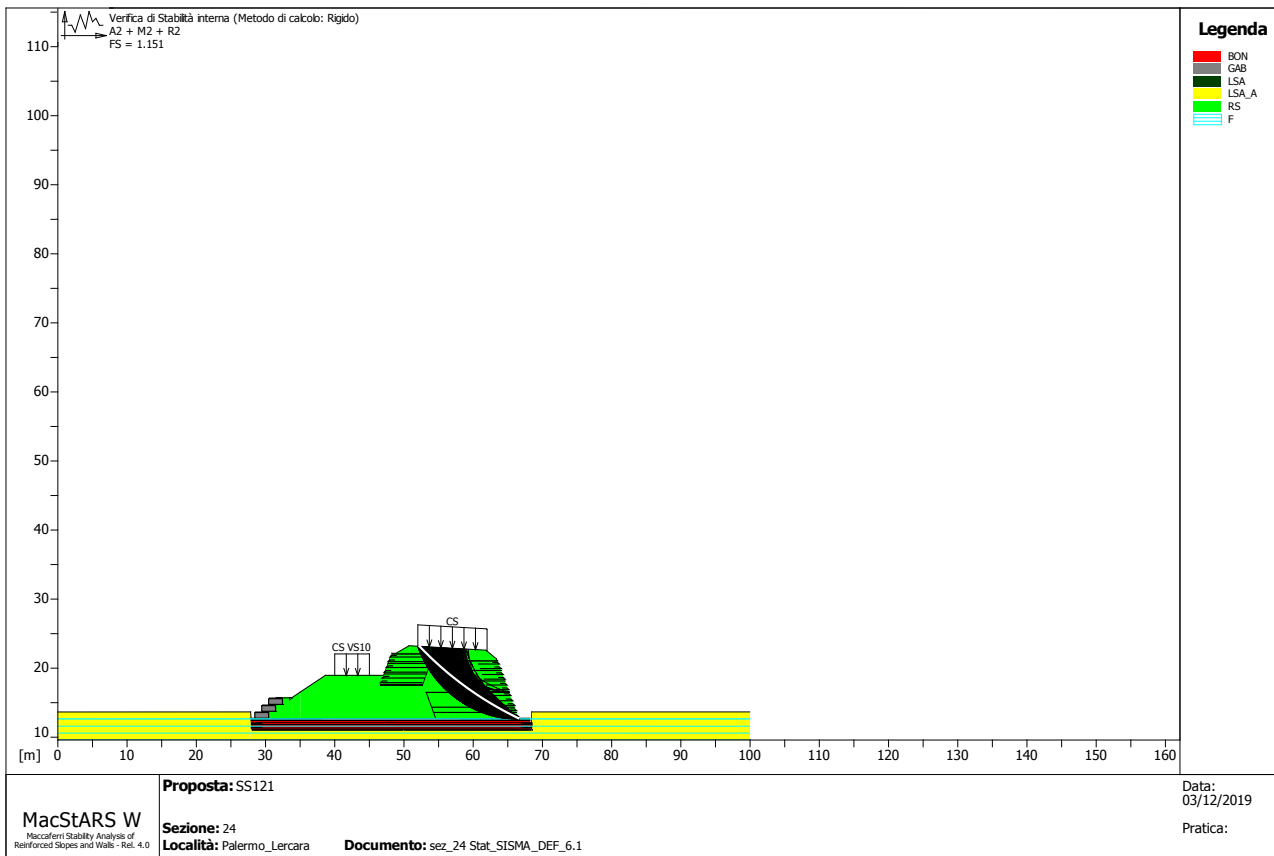
Blocco : FOND_DX
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	1990.4	47.9	1.67	41.55

Blocco : TMV_DX1
Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	100.0	674.4	65.8	1.52	10.25
1.520	100.0	915.0	65.8	1.52	13.91

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



Verifica 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: 1.151

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco
 TMV_DX1

Segmento di arrivo, ascisse [m]
 Primo punto 52.00
 Secondo punto 62.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1
 Numero totale superfici di prova: 500
 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 [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	35.0	130.2	29.9	1.17	4.35
1.520	35.0	58.4	29.9	1.17	1.95

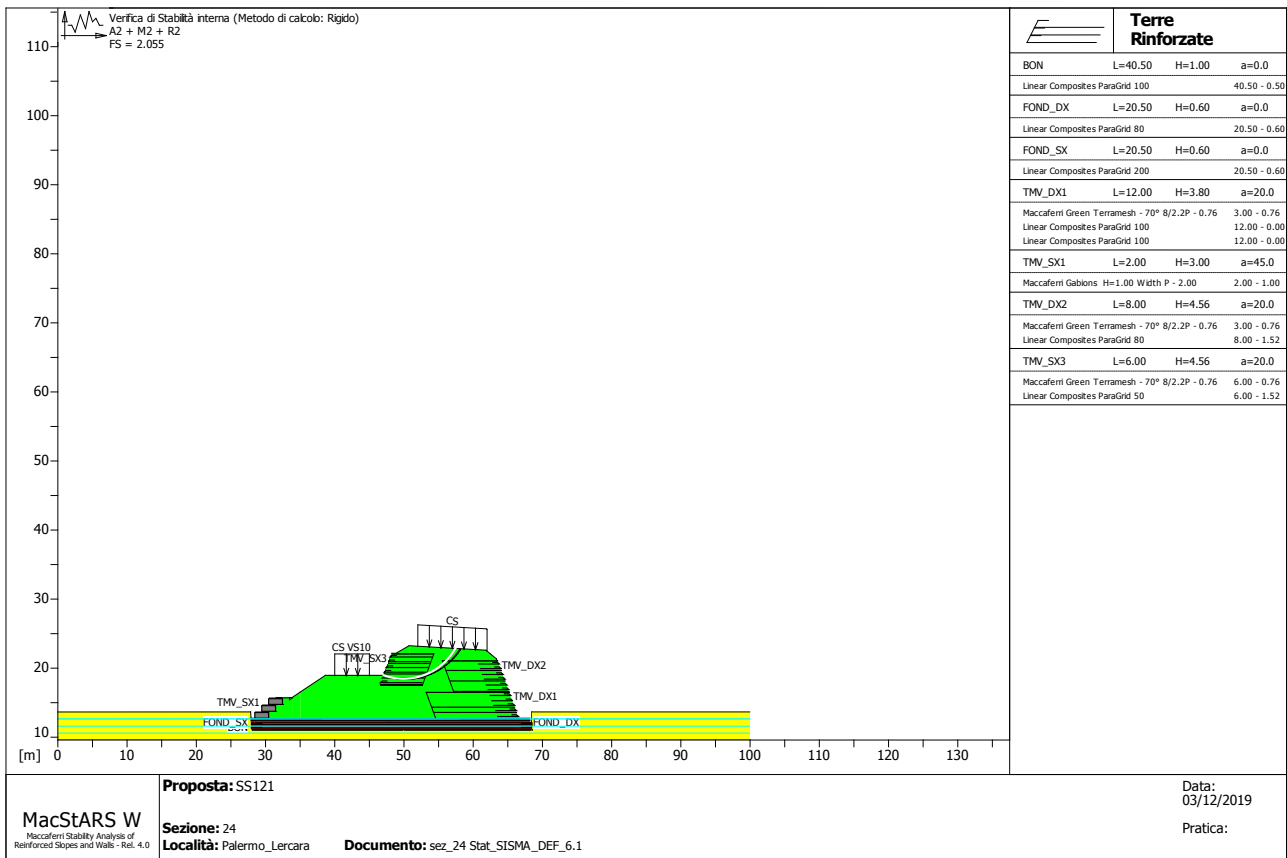
Blocco : TMV_DX1
Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.760	100.0	27.8	27.8	3.60	1.00
1.520	100.0	116.3	65.8	1.52	1.77

Blocco : TMV_DX2
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	540.2	52.0	1.54	10.39
1.520	80.0	200.7	52.0	1.54	3.86

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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

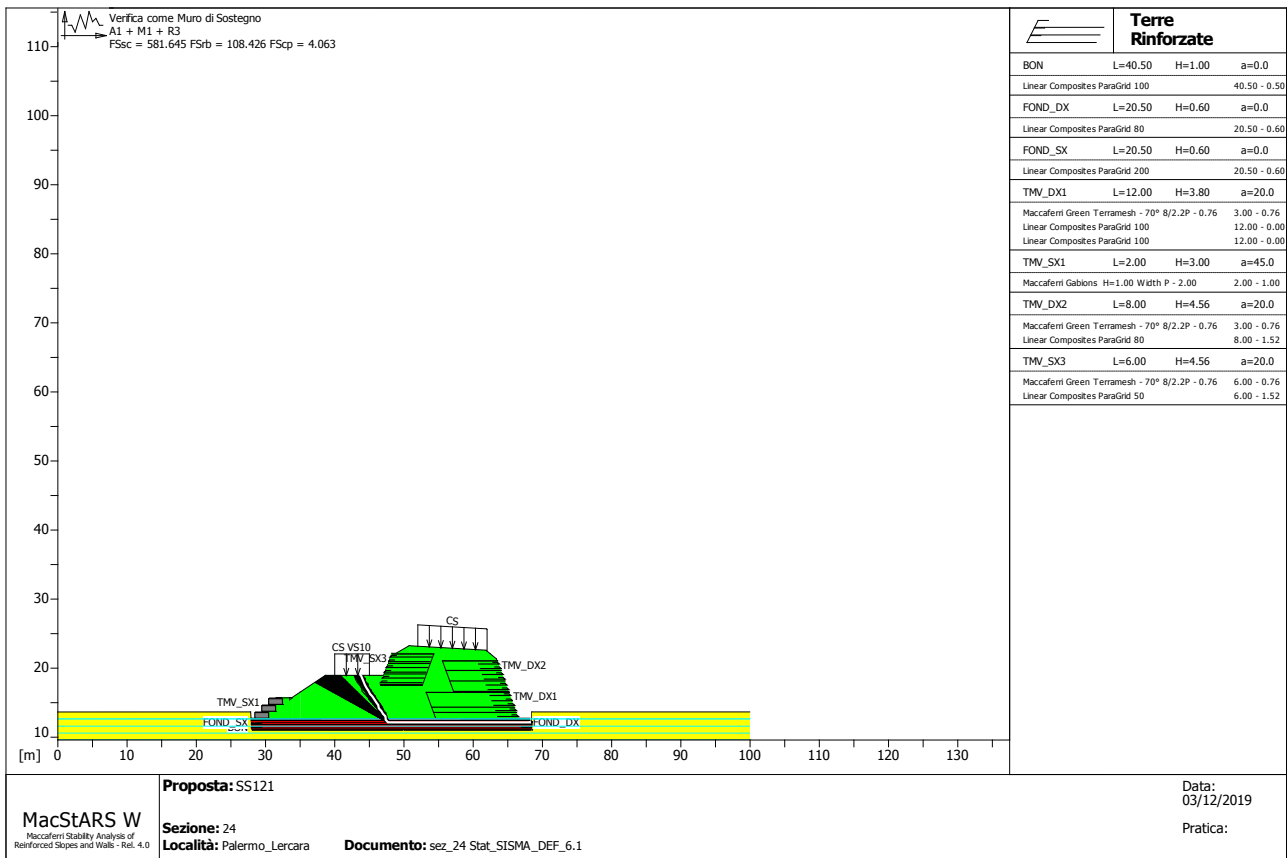
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 2.055

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco **TMV_SX3** Segmento di arrivo, ascisse [m]
 Primo punto 50.00 Secondo punto 60.00

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

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



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FOND_DX

Forza Stabilizzante [kN/m]: 2694.50
 Forza Instabilizzante [kN/m]: 4.21
 Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 581.645
 Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 45586.00
 Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 365.60
 Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 108.426
 Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 1067.60
 Pressione media agente [kN/m²]: 187.71
 Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 4.063
 Fondazione equivalente [m]: 20.50
 Eccentricità forza normale [m]: -1.50
 Braccio momento [m]: 86.81
 Forza normale [kN]: 3848.10
 Pressione estremo di valle [kN/m²]: 106.71
 Pressione estremo di monte [kN/m²]: 333.13

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

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

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

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

MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta...: SS121

Sezione.....: 49

Località.....: Palermo_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez_49 Stat_PIENA_.mac

Data.....: 02/05/2021

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/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 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]
28.00	12.70	77.20	12.70				

Strato: LSA

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: LSA_A

Descrizione:

Terreno : LSA_A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	13.60	27.90	13.61	28.00	12.70	28.10	11.60
50.00	11.60	77.10	11.60	77.20	12.70	77.21	13.61
100.00	13.61						

Strato: RS

Descrizione:

Terreno : RS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
28.50	12.70	30.00	13.50	32.50	15.20	33.50	15.20
38.70	17.40	45.30	17.40	51.80	21.70	63.30	21.70
70.05	17.20	72.05	17.20	77.21	13.60		

PROFILI FALDE FREATICHE**Falda: F**

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	15.20			31.10	15.20		
68.50	12.90			100.00	12.90		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : GAB**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 28.50 Ordinata.....= 12.70
 Inclinazione paramento...[°].....: 45.00

Terreno riempimento gabbioni: GAB
 Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia
 Rilevato strutturale.....: RS
 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 :

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Lunghezza.....[m] = 2.00

Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza..... = 2.00

CARICHI**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 54.00 To = 62.00

Pressione : CS VS10

Descrizione : Carico Sradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

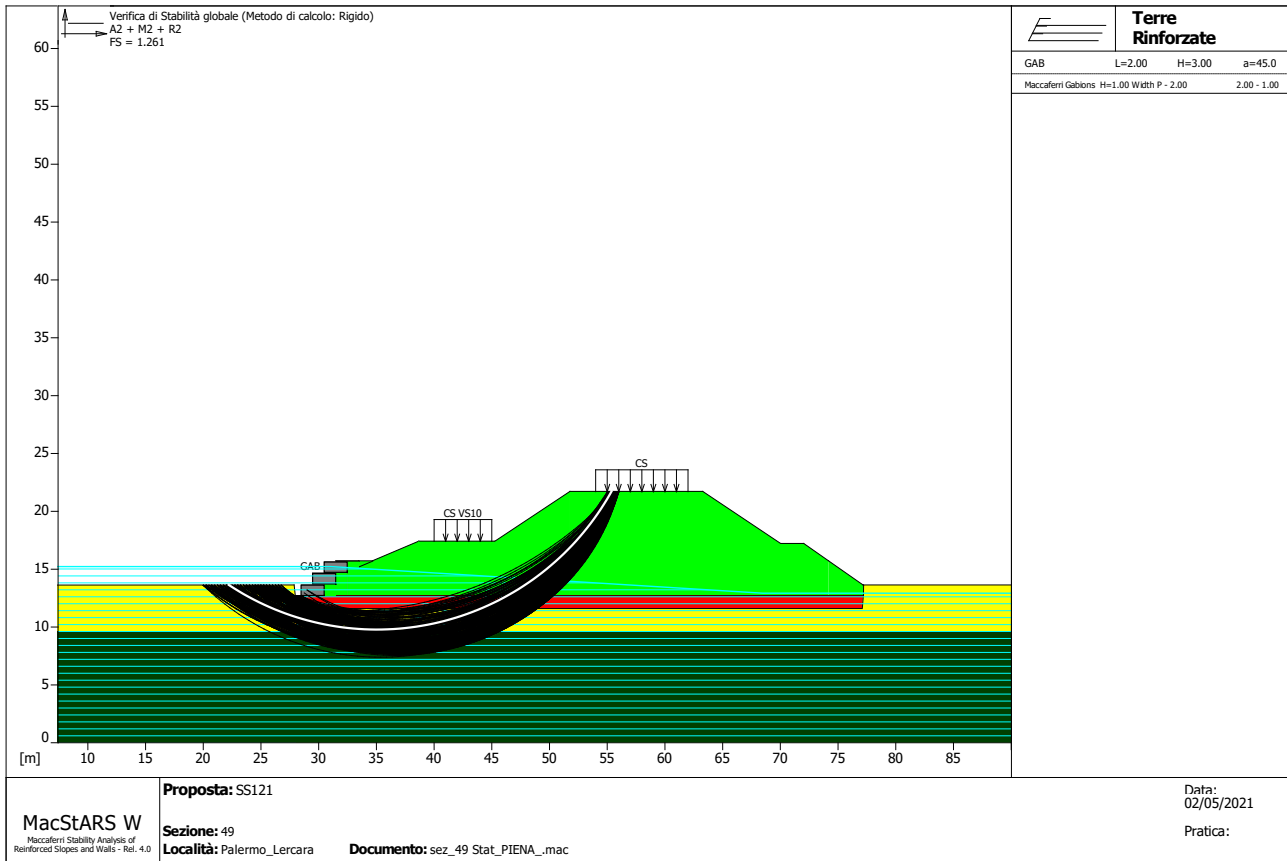
Ascissa.....[m] : Da = 40.00 To = 45.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m] :	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /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



MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0
Proposta: SS121
Sezione: 49
Località: Palermo_Lercara
Documento: sez_49 Stat_PIENA_mac
 Data: 02/05/2021
 Pratica:

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

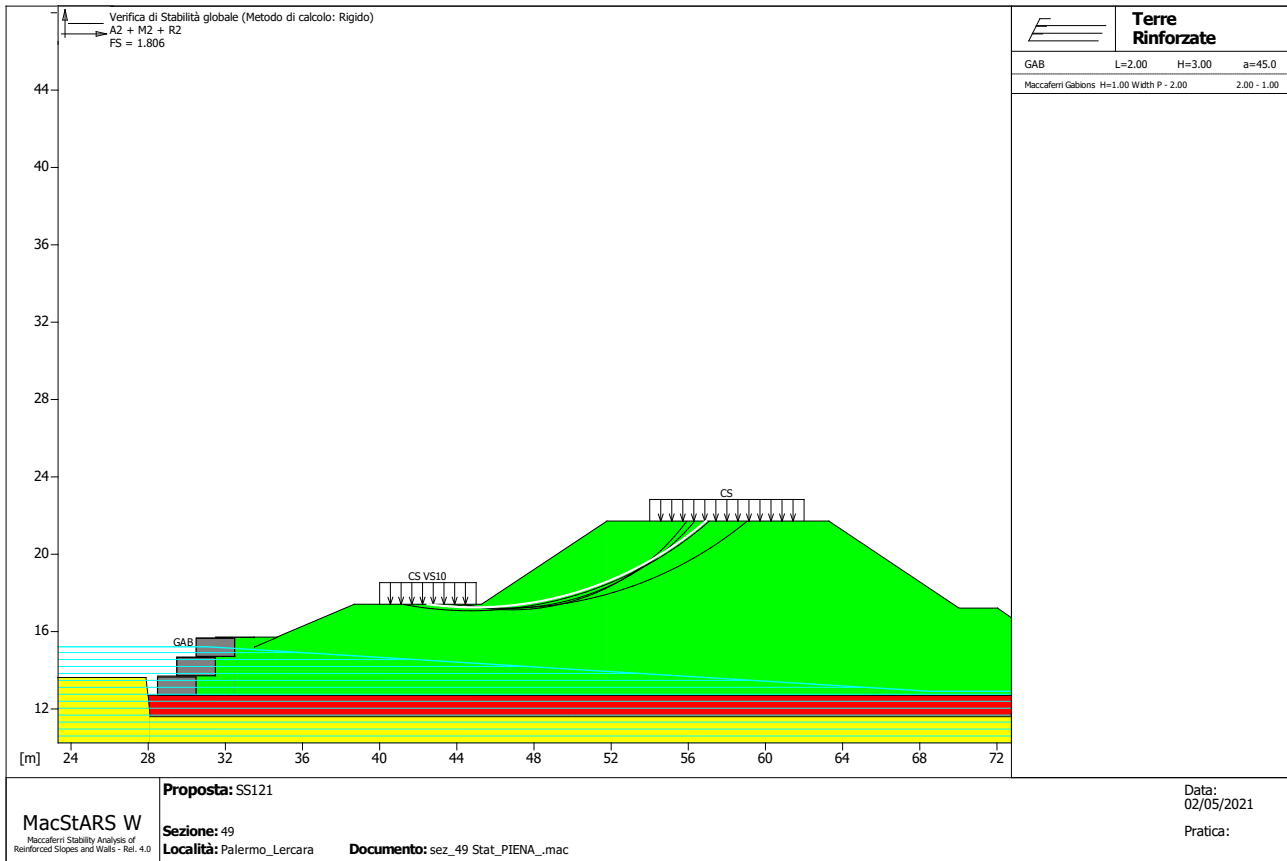
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.261

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	56.00	20.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		41	
Numero totale superfici di prova.....:		410	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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

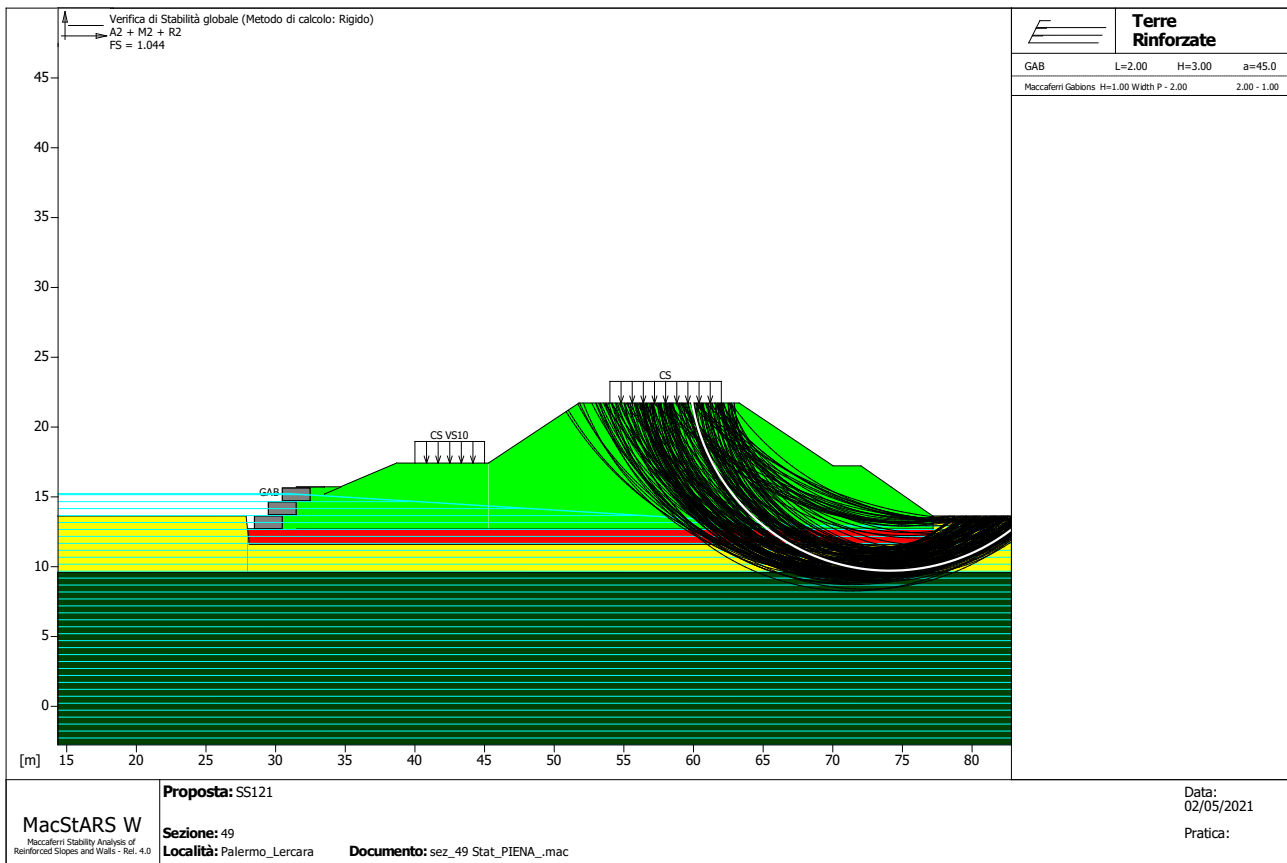
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.806

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	40.00	45.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		9	
Numero totale superfici di prova.....:		108	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

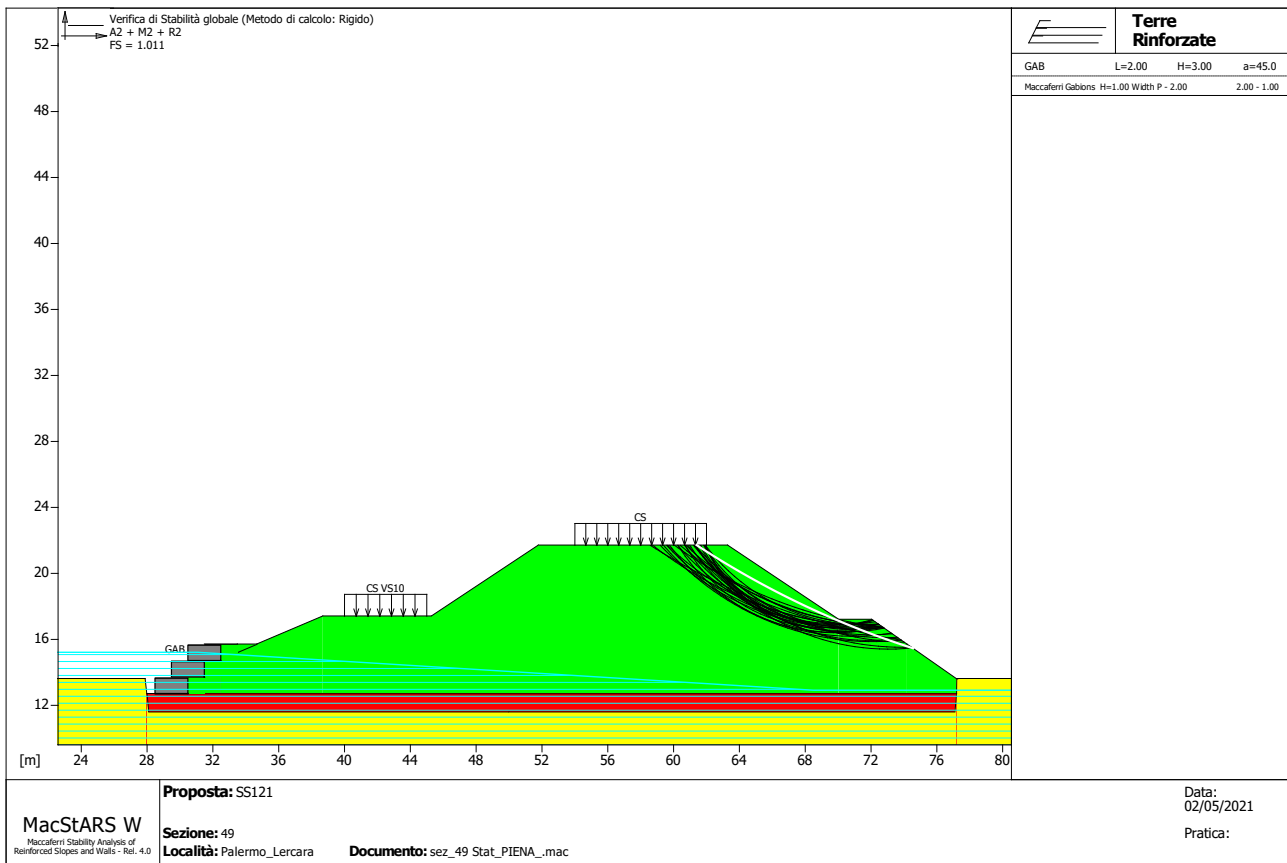
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.044

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
50.00	63.00	78.00	85.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	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.....: 1.011

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
52.00	62.00	72.00	75.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	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.....: 49

Località.....: Palermo_Lercara

Pratica.....:

File.....: sez_49 Stat_SISMA_.mac

Data.....: 02/05/2021

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
MURI IN GABBIONI.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Muro : ##.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : ##	3
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE.....	5
Verifica di stabilità globale : ##	5
Verifica di stabilità interna : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Verifica di stabilità Superficie assegnata : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Verifica di stabilità allo scorrimento : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Verifica di resistenza interna : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Verifica di stabilità interna : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Verifica come muro di sostegno : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.
Calcolo del cedimento : ##	Errore. Il segnalibro non è definito.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : BON	Descrizione : Bonifica
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 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 ³].....: 20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : GAB	Descrizione :
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 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 ³].....: 16.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 16.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : LSA	Descrizione :
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 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 ³].....: 20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : LSA_A	Descrizione :
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 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 ³].....: 20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : RS	Descrizione : Rilevato stradale
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00

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 :

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Lunghezza.....[m] = 2.00
 Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza..... = 2.00

CARICHI**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 54.00 To = 62.00

Pressione : CS VS10

Descrizione : Carico Sradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 20.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 40.00 To = 45.00

Sisma :

Classe : Sisma

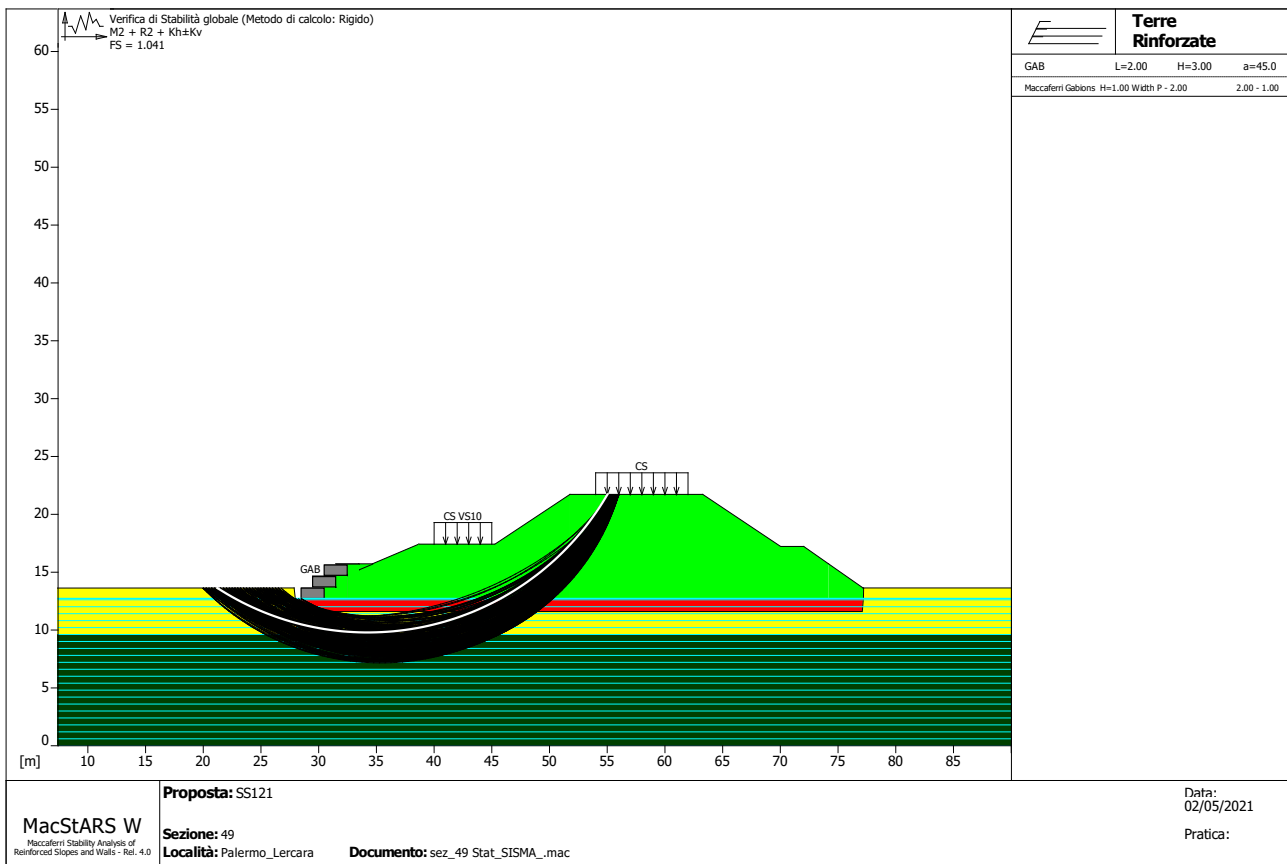
Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale..... = 1.07 Verticale..... = 0.54

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Gabions H=1.00 - Width P - 2.00

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /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

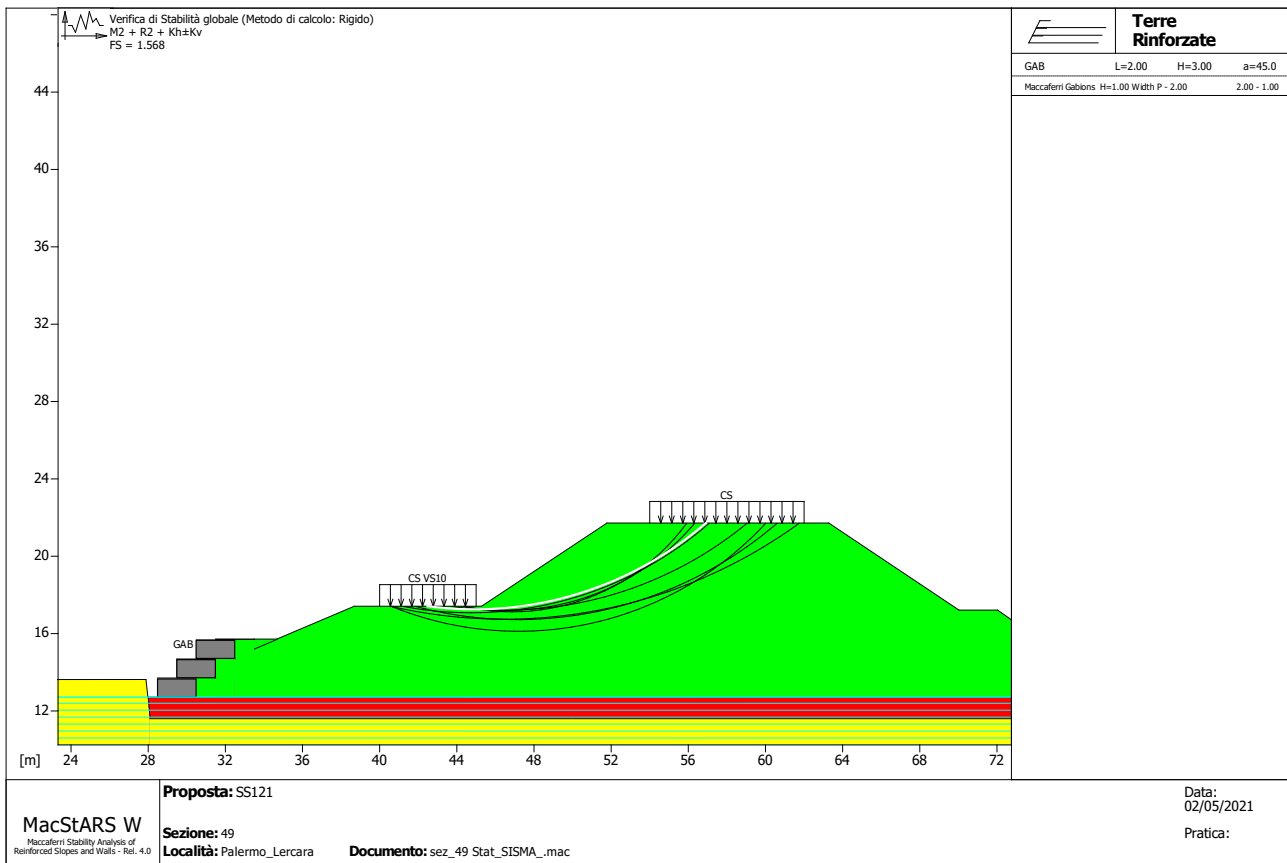
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.041

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	56.00	20.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		41	
Numero totale superfici di prova.....:		410	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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

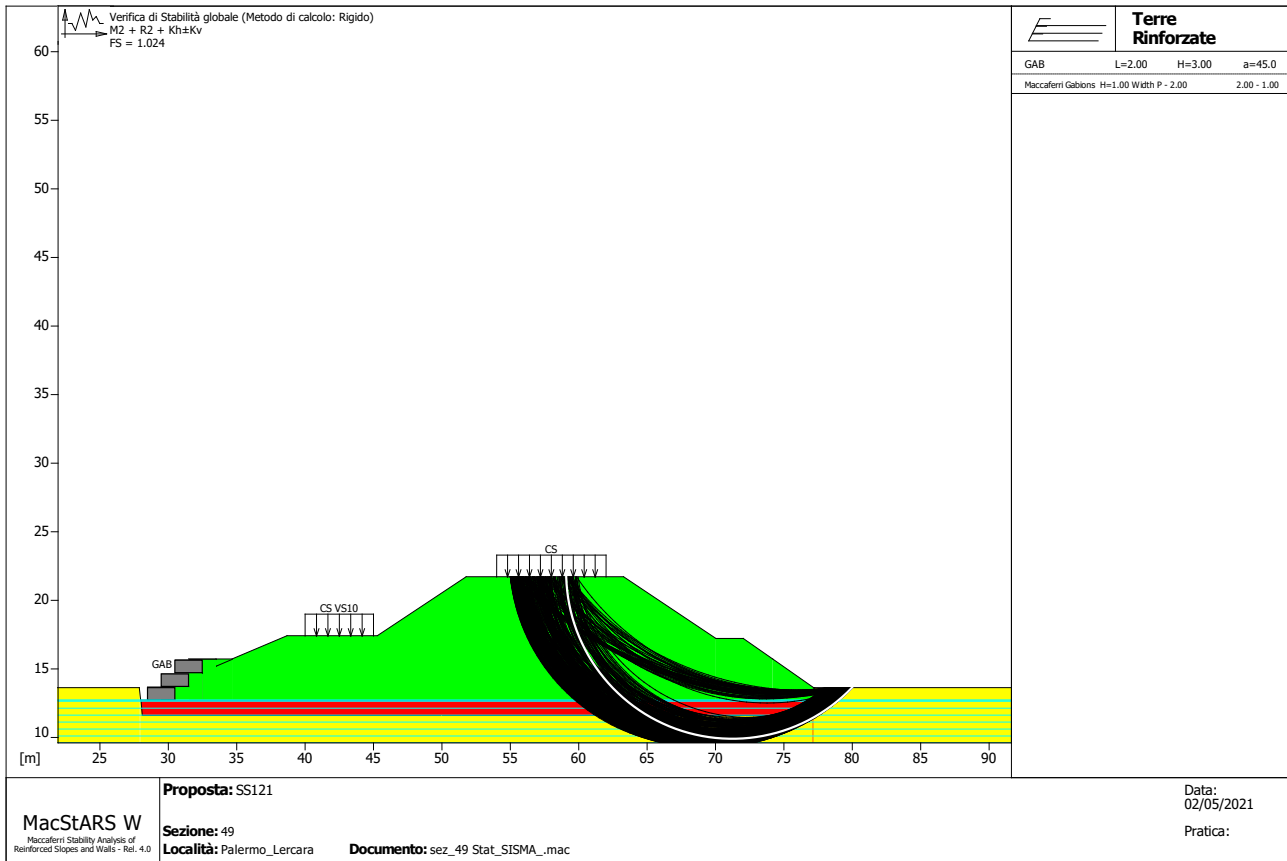


Verifica di stabilità globale :

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.....: 1.568

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	40.00	45.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		9	
Numero totale superfici di prova.....:		108	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	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.....: 1.024

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	60.00	78.00	80.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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