

**S.S. 284 "Occidentale Etna"**

Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania

1° lotto Adrano – Paternò

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA712

**PROGETTAZIONE:**

**ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

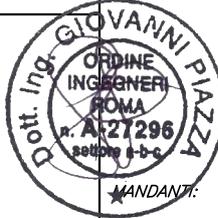
RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

*Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

RESPONSABILE SIA:

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

*Dott. Ing. Marilena Coppola*



**OPERE D'ARTE MINORI**

**OPERE PROVVISORIALI**

**MT\_AP ( Muro in terra rinforzata provvisorio )**

**Relazione di calcolo opere provvisionali – muro in terra rinforzata**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	PA712_P000P020STRE01_A			
<b>D</b> <b>P</b> <b>P</b> <b>A</b> <b>0</b> <b>7</b> <b>1</b> <b>2</b>	<b>D</b> <b>20</b>	CODICE ELAB.	<b>P</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>O</b> <b>P</b> <b>0</b> <b>2</b> <b>O</b> <b>S</b> <b>T</b> <b>R</b> <b>E</b> <b>0</b> <b>1</b>	<b>A</b>	—
<b>D</b>		-	-	-	-
<b>C</b>		-	-	-	-
<b>B</b>		-	-	-	-
<b>A</b>	EMISSIONE	NOV. 2020	L.FREZZA	L.FREZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OPERE OGGETTO DELLA RELAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI – SISTEMA FASTWALL.....</b>	<b>8</b>
4.1	ELEMENTI DI RINFORZO - FASTWALL.....	8
4.2	REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE.....	8
<b>5</b>	<b>ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE.....</b>	<b>9</b>
5.1	POSA DEGLI ELEMENTI DI RINFORZO .....	9
5.2	COMPATTAZIONE .....	10
7.4	CONDIZIONI CLIMATICHE .....	10
7.5	EVENTUALI RILEVATI DI PROVA .....	10
7.6	PROVE DI CONTROLLO.....	11
<b>6</b>	<b>CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI.....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>IPOTESI DI CALCOLO .....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>METODO DI CALCOLO .....</b>	<b>17</b>
9.1	GENERAZIONE DELLE SUPERFICI DI ROTTURA .....	20
9.2	CARICHI DINAMICI DOVUTI A FORZE DI NATURA SISMICHE .....	21
<b>10</b>	<b>SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA.....</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>ESITO DELLE VERIFICHE.....</b>	<b>25</b>
11.1	COEFFICIENTI DI SOVRADIMENSIONAMENTO – VALORI MINIMI OTTENUTI.....	25
<b>12</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018) .....</b>	<b>26</b>
12.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	26
12.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	26
12.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	26
12.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	26
12.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	26
12.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	27

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b><i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i></b>	

<b>13</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 1 “MURO H= 4.00 M - CONDIZIONE SISMICA” .....</b>	<b>28</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 1 “MURO H= 4.00 M - CONDIZIONE STATICA” .....</b>	<b>38</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 2 “MURO H= 6.00 M - CONDIZIONE STATICA” .....</b>	<b>49</b>
<b>16</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 3 “MURO H= 8.00 M - CONDIZIONE STATICA” .....</b>	<b>60</b>
<b>17</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 4 “MURO H= 10.00 M - CONDIZIONE STATICA” .....</b>	<b>70</b>
<b>18</b>	<b>ALLEGATO – STRUTTURA 5 “MURO H= 12.00 M - CONDIZIONE STATICA” .....</b>	<b>82</b>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra le analisi e le verifiche relative ai **Muri in Terra Rinforzata provvisionali, realizzati con il sistema Fastwall**, previsti nell'ambito dei lavori di realizzazione dell' "Intervento SS 284 Occidentale Etnea - Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò".

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

L'azione sismica è stata valutata solo per i muri con altezza fino a 4m, utilizzati maggiormente per la costruzione dei tratti di strada in affiancamento all'esistente (al di fuori dei tratti di strada interessati dalla realizzazione delle opere d'arte maggiori).

Per questa tipologia di opera si considera una  $VN=10$  anni, per tutte le altre tipologie si considera  $VN < 2$  anni.

Sono definiti muri di sostegno o altre strutture miste ad essi assimilabili:

- muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, ture, terra rinforzata, muri cellulari).

Nel campo della geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terreno strutturale, che avviene per strati successivi.

Così facendo, il regime di sollecitazioni che s'instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, è tale da mobilitare la resistenza a trazione dei rinforzi in virtù della propria aderenza per attrito con il terreno.

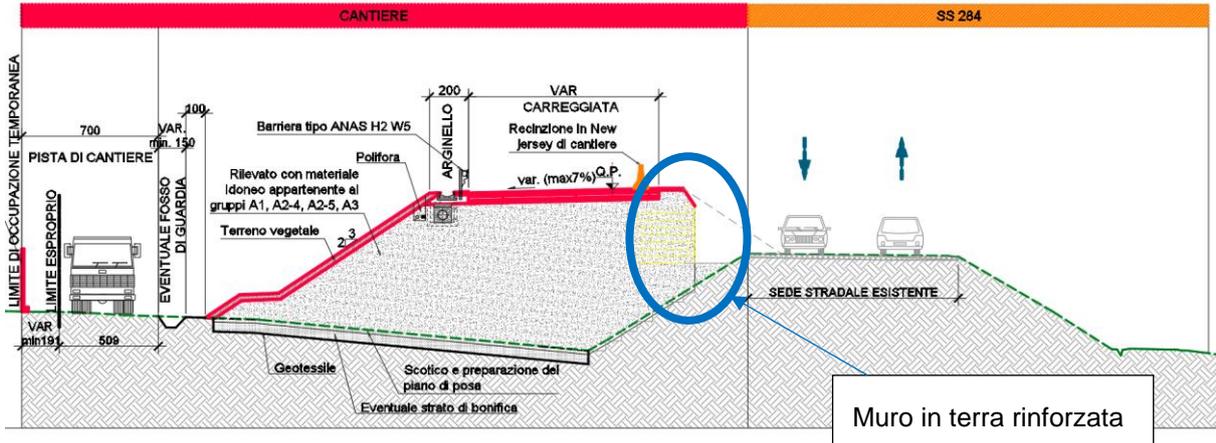
Il terreno che costituisce il rilevato strutturale, invece, offrirà il suo contributo di resistenza alla compressione per effetto dei carichi verticali.

Nella progettazione di queste strutture è pertanto necessario individuare i meccanismi di rottura potenziali nel terreno al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi.

Il dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica pertanto la scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessarie a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, peso specifico) e le caratteristiche meccaniche dei rinforzi (carico rottura, coeff. aderenza terreno).

I meccanismi di scivolamento schematizzati nel calcolo saranno in generale diversi secondo le caratteristiche dei rinforzi e soprattutto della geometria e della stratigrafia della scarpata.

I muri in terra rinforzata vengono realizzati durante le fasi di cantierizzazione, per poter realizzare prima i tratti di strada non interferenti con l'attuale S.S.284 (strada esistente) come riportato nelle figura seguente:



Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

1. Nuove Norme tecniche sulle Costruzioni Approvate con D.Min. 17/01/2018
2. Norme tecniche sulle Costruzioni Approvate con D.Min. 14/01/2008
3. Circolare al D.M. del 14/01/2008
4. Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”, aprile 1997.
5. Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1: Regole generali - azioni sismiche e requisiti generali per le strutture”, ottobre 1997.
6. Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998.
7. UNI EN 14475 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata
8. UNI 10006 - Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre
9. ASTM D 3282 - Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
10. UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade
11. UNI EN 13285 - Miscele non legate - Specifiche
12. UNI EN ISO 14688-1 - Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</i>	

### **3 OPERE OGGETTO DELLA RELAZIONE**

Più in dettaglio, oggetto della relazione sono le seguenti opere:

- Struttura 1 - MURO H 4,00 m;
- Struttura 2 - MURO H 6,00 m;
- Struttura 3 - MURO H 8,00 m;
- Struttura 4 - MURO H 10,00 m;
- Struttura 5 - MURO H 12,00 m;

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 4 MATERIALI IMPIEGATI – SISTEMA FASTWALL

### 4.1 Elementi di rinforzo - Fastwall

Elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm , galvanizzato con lega di Zinco conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 gr/m<sup>2</sup>. Il paramento in vista sarà costituito da un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con maglia variabile e diametro non inferiore a 6mm e da una lamiera metallica zincata dello spessore di 1mm.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

Le lunghezze dei rinforzi sono riportate negli elaborati grafici di dettaglio e nei tabulati di dimensionamento allegati.

### 4.2 Requisiti richiesti per il rilevato strutturale

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera, potrà provenire sia da scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni ASTM D 3282 o UNI 10006 dovrà appartenere ai A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 150mm.

Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale. In ogni caso dovranno essere esclusi i materiali che, da prove opportune, presentino parametri geomeccanici (angoli d'attrito e coesione) minori di quelli previsti in progetto.

Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere superiore a 18-19 kN/m<sup>3</sup>.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio.

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di compattazione AASHTO.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa degli elementi di rinforzo, in relazione alle caratteristiche dei terreni utilizzati.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 5 ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE

### 5.1 Posa degli elementi di rinforzo

Il piano di posa dovrà essere predisposto fino a raggiungere la quota d'imposta del primo elemento di rinforzo da eseguire, secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

Si dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc, il terreno dovrà quindi essere adeguatamente rullato e compattato fino ad ottenere le caratteristiche previste nel capitolato.

Il piano di fondazione dovrà essere regolare ed idoneo per la posa e compattazione del primo strato di riporto con ottenimento dei requisiti richiesti.

Non si dovrà operare in presenza di ristagni d'acqua o con terreni rammolliti, né in presenza di elevato contenuto organico (nell'eventualità questi dovranno essere bonificati, per completa sostituzione).

Nel caso in cui il piano di posa si trovi localmente depresso, in condizioni favorevoli ai ristagni d'acqua, si dovranno eseguire delle canalette di scolo laterale in pendenza con adeguato recapito.

Prima di eseguire il primo riporto occorre eseguire almeno 2-3 passate con un rullo liscio.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

### Fastwall

Gli elementi di Fastwall dovranno essere posti in opera per strati costanti, secondo le modalità di seguito riportate:

1. Apertura e predisposizione dell'elemento Fastwall avendo cura di stendere il telo di rinforzo eliminando le linee di piegatura preformate in fase di produzione e mettere in posizione gli elementi;
2. Posizionamento degli elementi a squadra per dare l'inclinazione al paramento. Per l'assemblaggio e la legatura degli elementi, è necessario essere provvisti di pinze e tenaglie e di una graffatrice tipo pneumatico, con alimentazione ad aria compressa (6-8 bar). In generale, per le operazioni di legatura per una continuità strutturale, si consiglia un intervallo tra punto e punto massimo di 20 cm;
3. Riempimento degli elementi di rinforzo in rete con materiale idoneo, fino a formare uno strato di spessore di 350/400 mm;
4. Compattazione del materiale posto in opera mediante rullatura, secondo le indicazioni successivamente riportate;
5. Risagomatura del piano di posa per l'esecuzione dell'elemento Fastwall successivo;
6. Ripetizione delle azioni da 1 a 6 fino a completamento della struttura.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 5.2 Compattazione

Le operazioni di compattazione, il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) devono essere tali da garantire la prevista densità finale del materiale.

In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti sia modesto e gli spazi di lavoro disponibili siano esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano. Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 95% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557).

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante. La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori a rullo operino ad una distanza non inferiore a m 0.50 dal paramento esterno, e procedere quindi ad una successiva compattazione con "rana compattatrice" o piastra vibrante della porzione di terreno posta ad una distanza inferiore a 0,50 m dal paramento.

Questo procedimento consente di non generare deformazioni locali indotte dal passaggio o urto meccanico dei mezzi contro i componenti del sistema. Durante la costruzione, nel caso di danni causati dalle attività di cantiere o dovuti ad eventi meteorologici si dovrà provvedere al ripristino delle condizioni iniziali.

## 7.4 Condizioni climatiche

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia). Nella esecuzione di rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei rulli gommati che permettano la chiusura della superficie dell'ultimo strato in caso di pioggia.

## 7.5 Eventuali rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà alla esecuzione dei rilevati di prova.

In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di individuare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 7.6 Prove di controllo

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno nel rilevato rinforzato, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La frequenza delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come indicativa e potrà essere diminuita o aumentata, secondo quanto prescritto dalla Direzione Lavori in considerazione della maggiore o minore omogeneità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa.

L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori.

La serie di prove sui primi 5000 mc. potrà essere effettuata una sola volta a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tipo di Prova	PRIMI 5000 m <sup>3</sup>	SUCCESSIVI m <sup>3</sup>
	Ripetere la prova ogni (m <sup>3</sup> )	
Classif. CNR - UNI 10006	2000	5000
Costipazione AASHTO Mod. CNR	2000	5000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR 9 - 70317	1000	5000
Controllo umidità	*	*

\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali costituenti il rilevato

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 6 CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Il dimensionamento della struttura è stato condotto sulla base dei dati forniti dal cliente secondo gli Stati Limite Ultimi (SLU - SLV) sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 6 – sono stati applicati coefficienti parziali ai carichi, ai parametri geotecnici ed alle resistenze (come definiti nel capitolo successivo).

Per quanto riguarda la stabilità globale si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo geotecnico (**GEO**) cioè per le Verifiche Esterne a Scorrimento della Fondazione, verifica di Capacità Portante della Fondazione e verifica a Ribaltamento della Struttura si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo strutturale (**STR**), per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 7 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI

Il progetto strutturale e geotecnico delle opere in esame sarà condotto in conformità alle indicazioni del D.M. 17/01/2018 (rif. Cap. 6 e Cap. 7).

Nell'ambito delle verifiche allo Stato Limite Ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI DI RESISTENZA $\gamma_R$				
$R_d = R_k / \gamma_R$	R2	R2(*)	R3	R3(*)
Stabilità	1,10	1,20	1,00	1,20
Scorrimento - Slittamento per attrito	1,00	1,00	1,10	1,00
Ribaltamento	1,00	1,00	1,15	1,00
Capacità portante della Fondazione - Punzonamento	1,00	1,00	1,40	1,20

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

Coefficienti PARZIALI DELLE AZIONI $\gamma_F$					
		A1	A1(*)	A2	A2(*)
<u>PERMANENTI:</u> (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti)  ( $\gamma_{G1}$ )	Favorevole	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sfavorevole	1,30	1,00	1,00	1,00
<u>VARIABILI:</u>	Favorevole	0,00	1,00	0,00	1,00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

(sovraccarichi variabili; sisma; spinte relative indotte)	Sfavorevole	<b>1,50</b>	<b>1,00</b>	<b>1,30</b>	<b>1,00</b>
( $\gamma_{ci}$ )					

(Rif. D.M. 17/01/2018 Tab. 6.2.I, Tab. 6.2.II, Par. 7.11.6.2.2 e Par. 7.11.4)

Nota:

Coefficienti parziali dei carichi e delle spinte (i carichi permanenti non strutturali sono assimilati ai sovraccarichi permanenti in quanto compiutamente definiti).

I coefficienti parziali di riduzione delle prestazioni dei rinforzi definiti nel report di calcolo di MacStars W come “Fs Rottura Rinforzi” e “Fs Sfilamento Rinforzi” sono posti pari all’unità poiché non definiti nelle “Nuove Norme Tecniche 2018”.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 8 IPOTESI DI CALCOLO

**Essendo l'opera provvisoria è stata dimensionata facendo riferimento alle sole condizioni statiche per tutte le sezioni tranne quella di altezza 4m.**

Comune di costruzione o coordinate topografiche: **S.Maria di Licodia (Ct)**

Vita nominale dell'opera -  $V_N$  (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.I) **10 anni**

Coefficiente d'uso –  $C_U$  (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.II) **Classe IV**

Categoria del Sottosuolo (Rif. D.M. 17/01/2018 tab. 3.2.II e tab. 3.2.IV) **B**

Categoria Topografica (Rif. D.M. 17/01/2018 Tab. 3.2.III e Tab. 3.2.V) **T1**

Per le verifiche sismiche il sovraccarico accidentale dovuto al transito di mezzi viene moltiplicato per il fattore  $\psi_{2j} = 0.2$  in accordo con D.M. 17/01/2018 cap. 5.1.3.12.

Il calcolo viene inoltre eseguito tenendo conto delle azioni sismiche dell'area oggetto del progetto secondo quanto prescritto da D.M. 17/01/2018 per cui:

Accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido:  **$a_g/g = 0,162$**

Coefficiente di sottosuolo:  **$S = S_s \times S_t = 1,2$**

Coefficiente di riduzione:  **$\beta_m = 0,38$**  (valore riferito allo stato limite ultimo SLV);

Coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :  **$= S \times a_g/g \times \beta_m = 1,2 \times 0,162 \times 0,38 = 0,074$**

Coefficiente sismico verticale  $k_v$ :  **$= k_h / 2 = + 0,037$**

La caratterizzazione geomeccanica dei terreni è riportata negli allegati di calcolo.

Si è considerato agente un sovraccarico accidentale pari a **20 kPa**.

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nelle seguenti tabelle ed eventualmente integrato e dettagliato nel proseguo del paragrafo. Per le altezze delle sezioni di calcolo si rimanda ai relativi tabulati ed agli eventuali disegni acclusi alla presente nota oltre che alle tavole di progetto.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

<b>DATI GEOTECNICI</b>	<b>Fondazione</b>	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_1 = 35^\circ$	$c'_1 = 0 \text{ kPa}$
	<b>Rilevato</b>	$\gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_2 = 35^\circ$	$c'_2 = 0 \text{ kPa}$
<b>CARICHI ACCIDENTALI ESTERNI</b>	<b>STATICO</b>	20 kPa		
	<b>SISMICO</b>	$k_h = 0,074$		
		$k_v = 0,037$		

La veridicità dei dati geotecnici in fase esecutiva deve essere verificata attraverso prove di laboratorio e di cantiere. Sarà compito della DD.LL. verificare che i materiali posti in opera corrispondono a quelli di progetto, al fine di assicurare, nella costruzione dei rilevati, i coefficienti di sicurezza previsti.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 9 METODO DI CALCOLO

L'esame delle condizioni di stabilità dei rilevati viene condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato MacStars W cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. In particolare in questa sede si fa riferimento al metodo di BISHOP modificato che prevede l'utilizzo di superfici di scorrimento circolari.

### Metodi utilizzati nel codice

Nel codice di calcolo di MacStars W si utilizzano i metodi semplificati di Bishop e Janbu.

In entrambi i metodi il criterio di rottura adottato è quello di Mohr - Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma - u) * \tan (\phi')$$

dove:

$\tau$  = tensione tangenziale massima

$c$  = coesione

$\sigma$  = pressione normale totale

$u$  = pressione interstiziale

$\phi'$  = angolo di attrito

Applicando al valore della tensione tangenziale massima il coefficiente di sicurezza si ottiene la forza tangenziale mobilitata

### **Caratteristiche del metodo semplificato di Bishop sono:**

- vale solo per superfici circolari e quasi circolari, cioè superfici che vengono assimilate a superfici circolari adottando un centro di rotazione fittizio;
- ipotizza che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali;
- ottiene il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla rotazione intorno al centro della circonferenza;
- non soddisfa l'equilibrio globale in direzione orizzontale.

### **Caratteristiche del metodo semplificato di Janbu sono:**

- vale per superfici di forma qualsiasi;
- ipotizza inizialmente che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali;

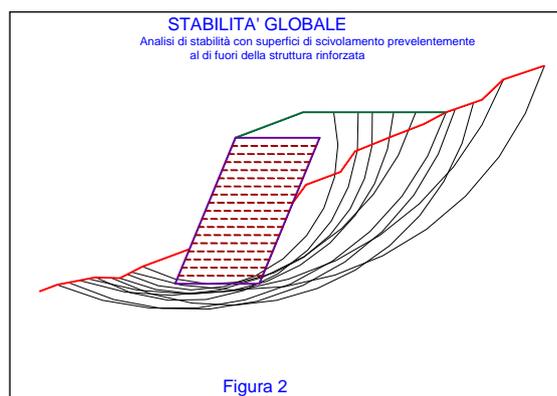
Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

- ottenere il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla traslazione verticale e quindi orizzontale;
- consente di tenere in conto le forze di interazione verticali (tangenziale) tra i conci mediante applicazione al precedente coefficiente di sicurezza di un fattore correttivo che dipende dalla geometria del problema e dal tipo di terreno;
- non soddisfa l'equilibrio globale alla rotazione del cuneo.

In relazione ai modelli di comportamento dei rinforzi una verifica di stabilità può essere condotta con il metodo rigido o con il metodo degli spostamenti.

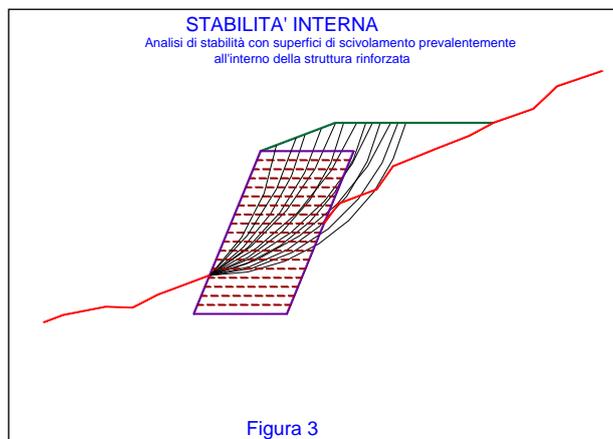
### Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale, o stabilità di base, è da intendersi come la verifica di stabilità con i metodi all'equilibrio limite di un pendio, rinforzato o meno. Può quindi essere utilizzato per valutare la stabilità del pendio in assenza di rinforzi, prima delle ipotesi di progetto di rinforzo. A seguito del progetto, tale verifica è da utilizzare per valutare la stabilità dell'opera nei confronti di meccanismi di potenziale scivolamento profondi e quindi eventualmente esterni ai rinforzi stessi (fig. 2).



### Verifica di stabilità interna

La verifica di stabilità interna (o stabilità di pendio) è quella verifica che consente di valutare il dimensionamento dell'opera, intesa come definizione dei rinforzi (tipologia, spaziatura, lunghezza, ecc.). In tale tipo di verifica le superfici di potenziale scivolamento partono dal piede di valle dell'opera di rinforzo e terminano nella parte superiore del pendio dopo aver attraversato l'opera progettata (fig. 3).



### Modello rigido

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

- deve essere garantito un ancoraggio minimo (fornito dall'utente);
- deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;
- deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

Nel primo caso, una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo

Nel secondo e nel terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento.

Il calcolo delle forze ultime di sfilamento viene eseguito con il seguente procedimento, che si basa sulla considerazione che in tutti i punti del rinforzo sia raggiunta la condizione ultima ( $\tau_u$ ).

### Sfilamento esterno (tratto di ancoraggio)

La zona di ancoraggio viene suddivisa in tratti e per ciascun tratto si calcola il valore della tensione tangenziale ultima ( $\tau_u$ ) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma_v$$

dove:

**f** = coefficiente di attrito totale del rinforzo sui materiali sopra e sotto nel tratto interessato, potendo essere rinforzo su rinforzo ( $f_{rr}$ ) o rinforzo su terreno ( $f_{tr}$ ).

**$\sigma_v$**  = tensione verticale efficace sul tratto considerato, ottenuta dalla relazione:

$$\sigma_v = (W + P_v - U) / dx$$

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**W** = peso totale della colonna di terreno sovrastante;

**P<sub>v</sub>** = componente verticale del carico distribuito uniforme agente in sommità;

**U** = pressione neutra;

**dx** = larghezza del tratto considerato.

L'integrale delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza di sfilamento esterna ultima del rinforzo. Al valore così determinato può essere applicato un coefficiente di sicurezza definito dall'utente.

### Sfilamento interno

Nel caso di rinforzi secondari il procedimento per il calcolo della forza di sfilamento ultima è identico a quella dello sfilamento esterno.

La lunghezza del rinforzo all'interno del blocco instabile viene suddivisa in tratti e per ciascun tratto si calcola il valore della tensione tangenziale ultima ( $\tau_u$ ) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma_v$$

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

Nel caso di rinforzi principali è da aggiungere il contributo resistente dovuto al risvolto. Tale contributo (**F<sub>0</sub>**) può essere calcolato mediante somma di due contributi:

$$F_0 = F_1 + \Delta F$$

Dove **F<sub>1</sub>** è il contributo che genera sfilamento nella parte risvoltata (orizzontale), mentre **ΔF** è l'ulteriore contributo che tiene conto delle forze radenti lungo il tratto subverticale, adiacente al paramento.

**F<sub>1</sub>** viene calcolata con procedimento analogo a quello dello sfilamento esterno (integrazione delle forze tangenziali ultime), mentre **ΔF** viene calcolato, nell'ipotesi che il tratto in oggetto assuma una configurazione semicircolare, dalla relazione:

$$\Delta F = F_1 \cdot \pi \cdot f_{tr}$$

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

### 9.1 Generazione delle superfici di rottura

Nel codice di calcolo MacStars W è possibile assegnare una superficie di scorrimento mediante le coordinate (da utilizzare quando siano acquisite informazioni tali da conoscere la posizione della superficie di rottura del pendio) oppure è possibile far eseguire una ricerca della superficie di potenziale scorrimento, cioè la ricerca di quella superficie che presenta il coefficiente di sicurezza minore e quindi

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

la superficie che presenta la maggiore probabilità di generare un collasso del pendio, qualora uno o più parametri di resistenza fossero inferiori a quelli del calcolo o i carichi fossero superiori.

La generazione delle superfici può essere di due tipi:

- superfici circolari;
- superfici casuali.

Il metodo di calcolo associabile alle superfici generate è: Bishop per superfici circolari, Janbu per superfici circolari e casuali.

Nel caso di superficie assegnata è possibile il calcolo sia con il metodo di Janbu che con il metodo di Bishop, ma in questo caso la forma della superficie deve essere prossima ad un arco di circonferenza.

La ricerca della superficie critica è sostanzialmente guidata dall'utente mediante l'utilizzo di alcuni parametri geometrici quali:

- l'estensione del tratto da cui partono le superfici;
- l'estensione del tratto in cui terminano le superfici;
- l'ampiezza dell'angolo di partenza delle superfici;
- la lunghezza di ogni singolo tratto della superficie di scorrimento;
- una quota minima sotto la quale le superfici non possono arrivare;
- un profilo geometrico all'interno del quale le superfici non possono entrare (ad esempio un profilo roccioso).

Il risultato finale può dipendere anche sensibilmente da tali scelte per cui è sempre opportuno eseguire più calcoli con differenti parametri. L'utente ovviamente può anche scegliere quante superfici generare. Ogni singola superficie viene generata mediante successione di tratti (della lunghezza stabilita dall'utente) la cui inclinazione è generata in modo casuale, ma comunque parzialmente guidata per rispettare i vincoli imposti.

## **9.2 Carichi dinamici dovuti a forze di natura sismiche**

MacStars W riconduce il calcolo in presenza di carichi sismici al metodo pseudostatico, introducendo nel calcolo forze di massa in direzione orizzontale ed in direzione verticale, ottenute moltiplicando il peso totale di ogni concio per i due coefficienti di intensità sismica.

Valori positivi dei coefficienti di intensità sismica, che vanno espressi come % di g, danno luogo a forze orientate verso l'esterno del pendio e verso l'alto.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Il contributo dei teli di rinforzo 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 e 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.

Per tenere conto dell'effetto dei rinforzi è stato implementato un modello di comportamento rigido. Nel modello rigido si ipotizza che un qualsiasi rinforzo, che attraversi la superficie di potenziale scorrimento analizzata, fornisca la forza di rottura del rinforzo penalizzata del relativo coefficiente di sicurezza, indipendentemente dai valori di rigidità dei rinforzi stessi. Per ciascun rinforzo vengono verificate le seguenti condizioni:

- deve essere garantito un ancoraggio minimo;
- deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;
- deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

Nel primo caso una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo. Nel secondo e terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento.

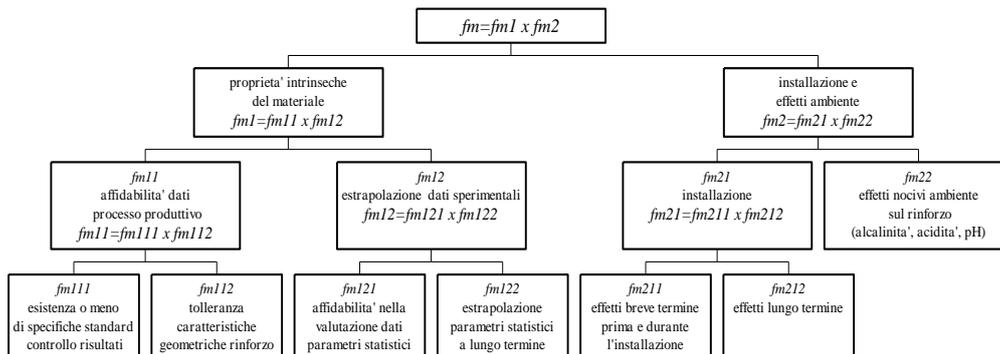
Ai fini del calcolo strutturale si è tenuto conto che si tratta di un'opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine dei materiali metallici.

A tale proposito viene valutato il parametro di resistenza di lavoro  $T_d$ . Mancando in Italia uno specifico riferimento normativo, la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo è stata determinata facendo riferimento allo schema illustrato di seguito che la normativa inglese BS8006 prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro  $T_d$  è valutata secondo la formula:

$$T_d = T_b / f_m$$

Dove  $f_m$  è il fattore di sicurezza complessivo che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale  $T_b$  a quella di progetto e si compone secondo lo schema indicato sotto:



Per il valore di  $T_b$ , resistenza nominale del rinforzo, ci si è basati sulle prove di trazione eseguite al CTC, Denver - Stati Uniti in accordo all'ASTM A-975, che hanno portato alla definizione del seguente valore per la resistenza a trazione nominale della rete metallica a doppia torsione:

$$T_b = 50 \text{ kN/m}$$

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

La tabella seguente mostra i valori della resistenza a trazione di ogni rinforzo e del valore del coefficiente di sicurezza alla rottura applicato  $f_m$ .

		<b>TERRAMESH VERDE (mesh 8x10 wire 2.7/3.7mm)</b>	
		<b>Gravel</b>	<b>Sandy gravel</b>
<b>Resistenza caratteristica a trazione (UTS)</b>	kN/m	50	50
<b>Coefficiente di sicurezza globale - <math>f_m</math></b>	-	1.26	1.09
<b>Resistenza a trazione di progetto</b>	kN/m	39.6	45.8

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 10 SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA

Le sezioni verificate secondo la combinazione più gravosa per il dimensionamento, di cui nel seguito si riportano i tabulati di calcolo, sono:

- Struttura 1 - MURO H 4,00 m;
- Struttura 2 - MURO H 6,00 m;
- Struttura 3 - MURO H 8,00 m;
- Struttura 4 - MURO H 10,00 m;
- Struttura 5 - MURO H 12,00 m

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 11 ESITO DELLE VERIFICHE

### 11.1 Coefficienti di sovradimensionamento – Valori minimi ottenuti

Nella verifica di stabilità esterna ed interna si definiscono i cosiddetti coefficienti di sovradimensionamento, cioè i rapporti fra le capacità di resistenza della struttura e le azioni agenti sulla struttura stessa. Poiché nel calcolo si introducono sia coefficienti di sicurezza parziali che fattori di amplificazione dei carichi, è sufficiente che i fattori di sovradimensionamento siano maggiori od uguali a 1,00 per garantire la sicurezza nei confronti del criterio considerato. I valori minimi ottenuti nella struttura in oggetto sono riportati in dettaglio nei tabulati di calcolo allegati.

Sezione	Coefficienti Minimi di Sovradimensionamento				
	Stabilità Esterna				Stabilità Interna
	Globale	Scorriment o	Ribaltament o	Capacità Portante	
<b>1</b>	1,417	2,104	2,494	1,693	1,828
<b>2</b>	1,383	2,178	2,446	1,518	2,098
<b>3</b>	1,483	2,733	3,622	2,321	2,047
<b>4</b>	1,334	2,237	2,386	1,205	1,557
<b>5</b>	1,277	2,366	2,589	1,250	1,489
<b>Condizione da soddisfare</b>	$\geq 1.00$	$\geq 1.00$	$\geq 1.00$	$\geq 1.00$	$\geq 1.00$

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## **12 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)**

### **12.1 Tipo di analisi svolte**

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

### **12.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

#### ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: MacStars W

Produttore: Maccaferri S.p.A

Licenza: Software interno della Maccaferri S.p.A

### **12.3 Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

### **12.4 Modalità di presentazione dei risultati**

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### **12.5 Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</i>	

## 12.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i>	

### 13 ALLEGATO – STRUTTURA 1 “MURO H= 4.00 M - CONDIZIONE SISMICA”

- Tabulati di calcolo

Proposta\_\_\_\_: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione\_\_\_\_\_: Sezione tipo h = 4.07 m

Località\_\_\_\_\_:

Pratica\_\_\_\_\_:

File\_\_\_\_\_: FastWall H = 4.07\_sis

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

#### **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

##### **Terreno : FOND**

Descrizione : terreno di fondazione

Classe coesione\_\_\_\_\_: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_\_\_: 0.00

Classe d'attrito\_\_\_\_\_: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito\_\_\_\_\_ [°]\_\_\_\_\_: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru)\_\_\_\_\_: 0.00

Classe di peso\_\_\_\_\_: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_: 18.00

Peso specifico in falda\_\_\_\_\_ [kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_\_\_: 19.00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

**Terreno : RIL2**                      Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

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

**Terreno : STR**                      Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 4.07

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.70

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 3.00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]... = 4.00      Inclinazione.....[°]... = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione...[m/s<sup>2</sup>]...: Orizzontale..... = 0.73      Verticale..... = 0.36

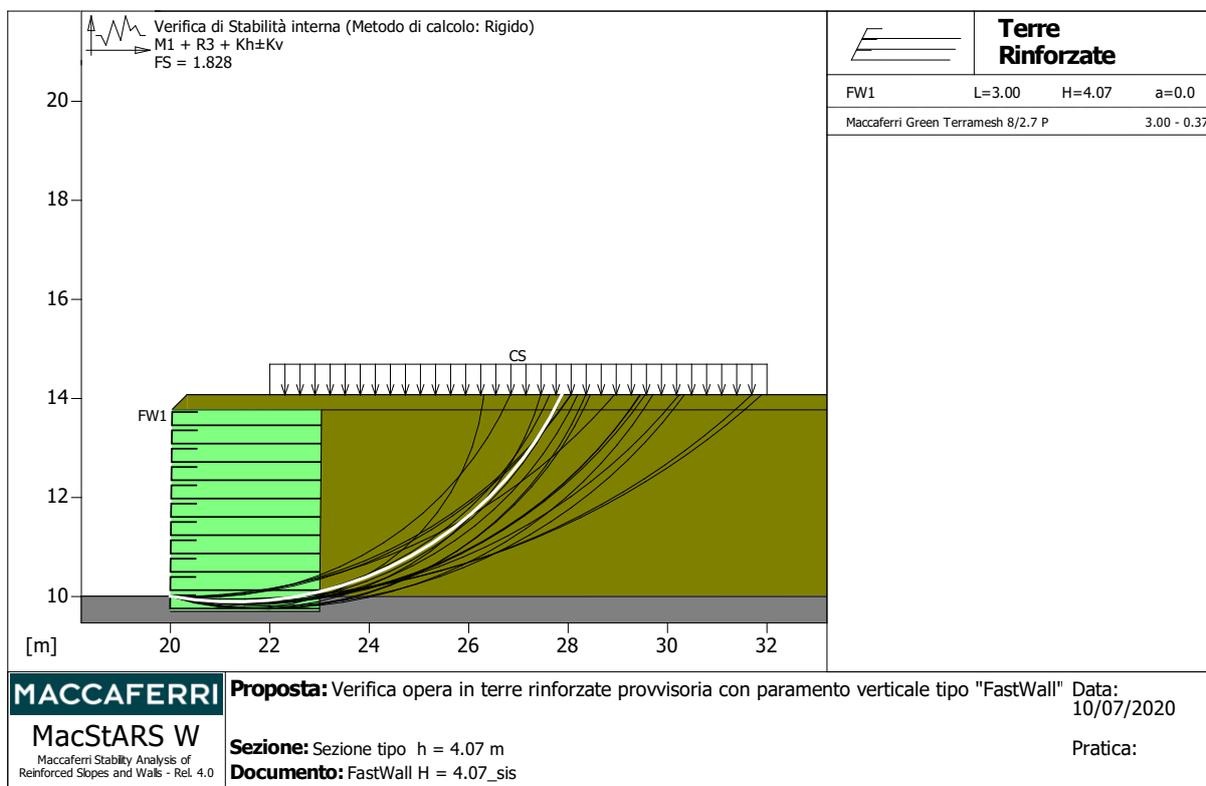
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	: 50.00
Rapporto di Scorrimento plastico .....		: 2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico .....	[m <sup>3</sup> /kN].....	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale .....	[kN/m].....	: 500.00
Lunghezza minima di ancoraggio .....	[m].....	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) .....		: 1.26

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

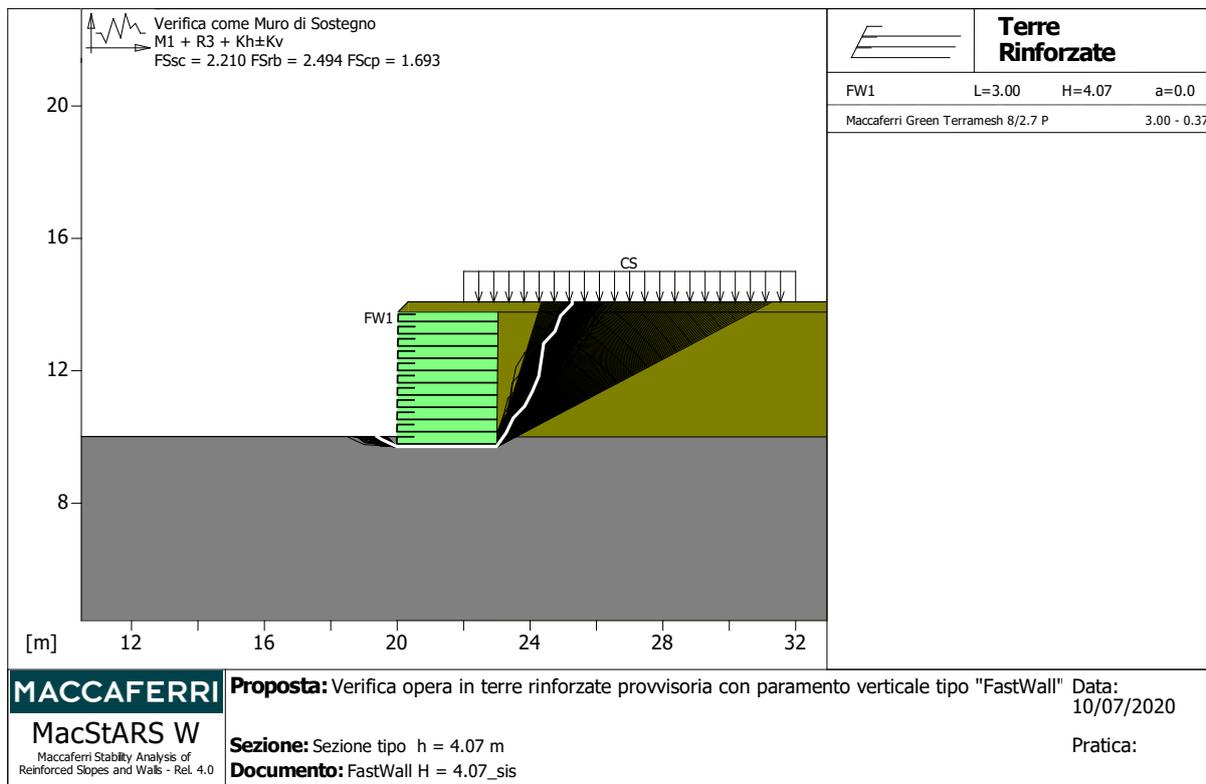
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.828

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
FW1	21.00	33.00
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		

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



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : FW1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 161.50

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 73.09

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.210

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 369.46

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 148.12

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.494

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

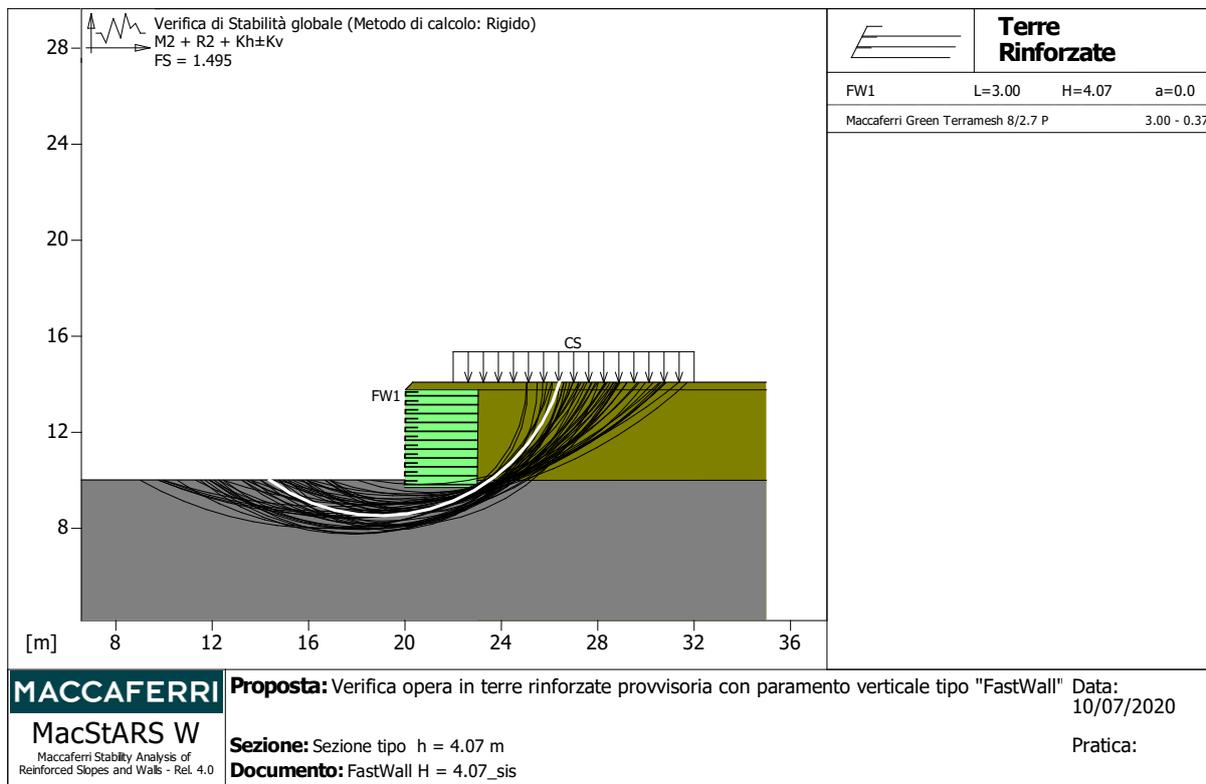
Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 256.06

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 126.06

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.693  
 Fondazione equivalente.....[m].....: 1.92  
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.54  
 Braccio momento.....[m].....: 2.03  
 Forza normale .....[kN].....: 230.65  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 160.23  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 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 - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità 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.....: 1.495

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100

Numero totale superfici di prova.....: 1000

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 14 ALLEGATO – STRUTTURA 1 “MURO H= 4.00 M - CONDIZIONE STATICA”

Proposta....: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione.....: Sezione tipo h = 4.07 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 4.07\_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : FOND</b>	Descrizione : terreno di fondazione
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	19.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Terreno : RIL2**                      Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

**Terreno : STR**                      Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : FW1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 4.07

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.70

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 3.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Risolto.....[m]..... = 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

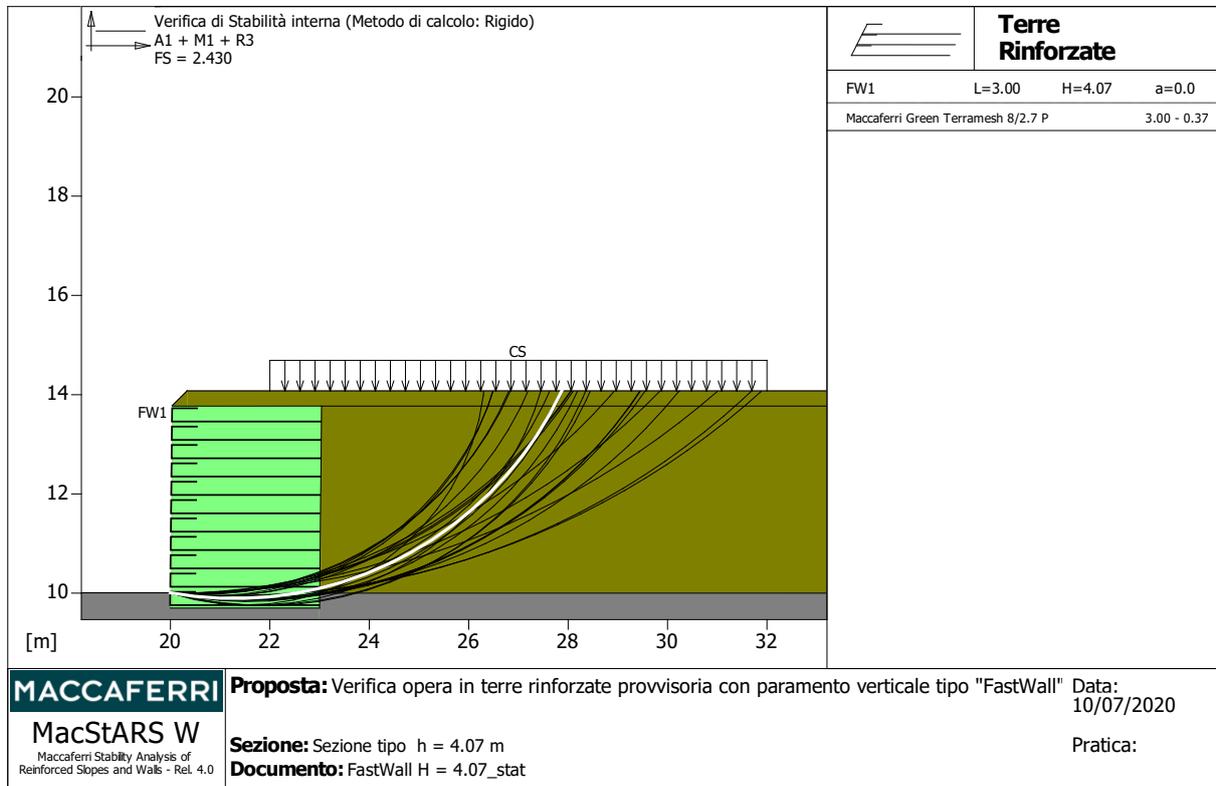
Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	: 50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		: 2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	: 500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		: 1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		: 1.00

PA-712

**Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata**

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 interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.430

#### Intervallo di ricerca delle superfici

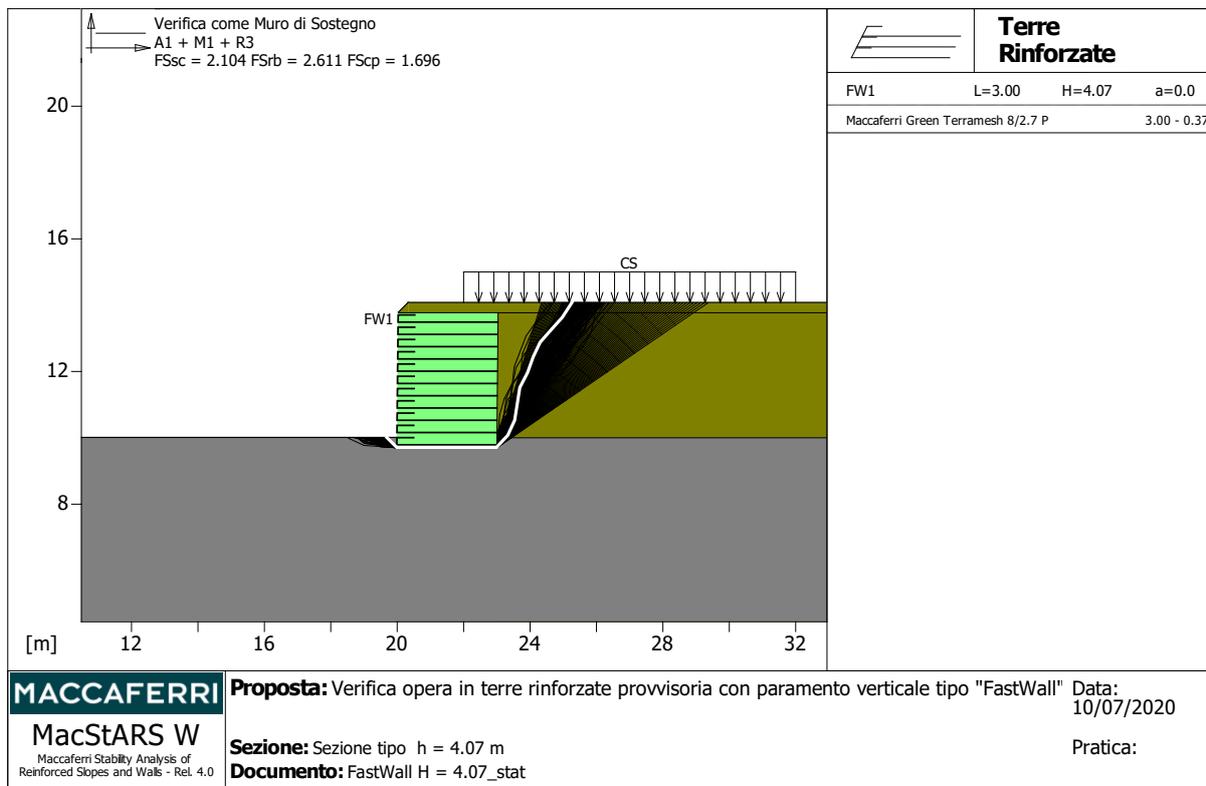
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b><i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i></b>	

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

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

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



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 186.56

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 80.62

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.104

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 437.74

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 145.80

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.611

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

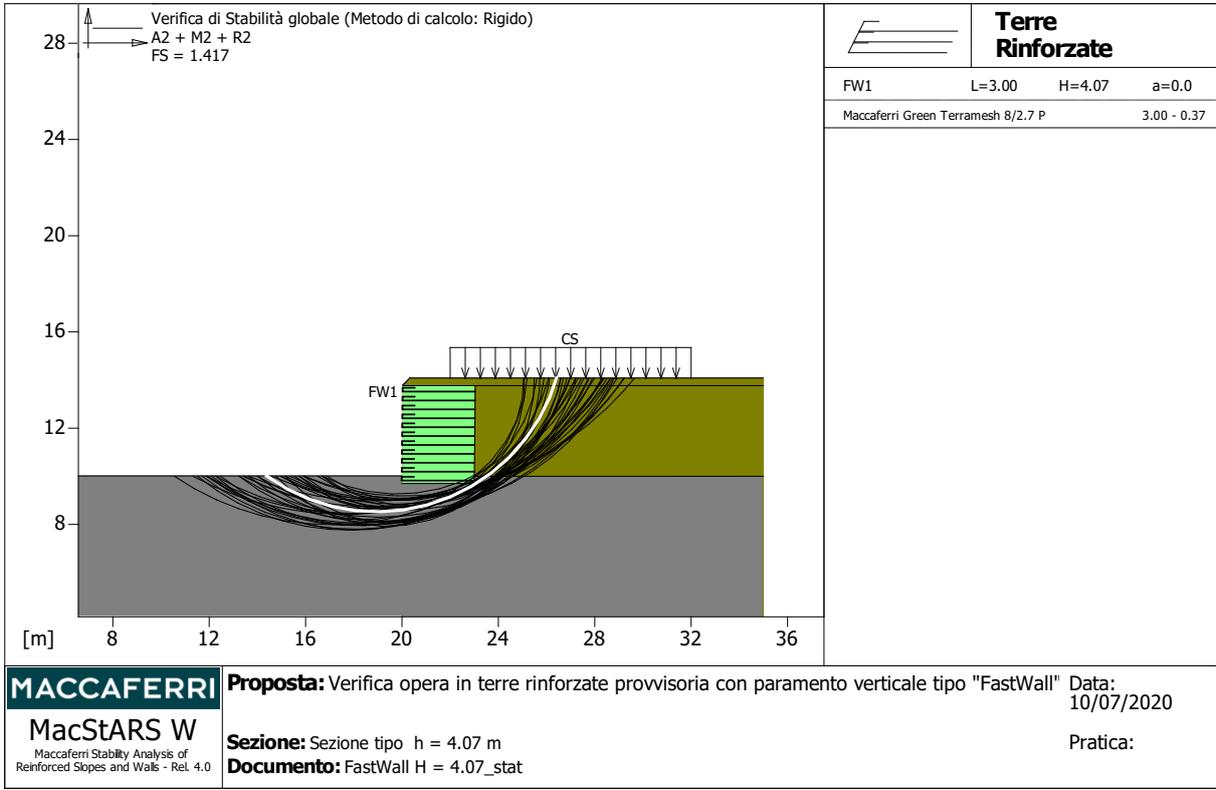
Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 301.68

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 127.02

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.696  
 Fondazione equivalente.....[m].....: 2.19  
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.40  
 Braccio momento.....[m].....: 1.81  
 Forza normale .....[kN].....: 266.43  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 160.62  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 17.00

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.417

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100

Numero totale superfici di prova.....: 1000

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b><i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i></b>	

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoria - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 15 ALLEGATO – STRUTTURA 2 “MURO H= 6.00 M - CONDIZIONE STATICA”

Proposta...: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione.....: Sezione tipo h = 6.29 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 6.29\_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : FOND**                      Descrizione : terreno di fondazione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Terreno : RIL2**                      Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Coefficiente di Poisson.....:      0.30

**Terreno : STR**                      Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

**Blocco : FW1A**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 2.59

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.50

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 4.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Risolto.....[m].....= 0.50

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Blocco : FW1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.70  
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1A  
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: STR  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2  
 Terreno di copertura.....: RIL2  
 Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 4.00  
 Interasse.....[m].....= 0.37  
 Risvolto.....[m].....= 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**                      Descrizione :

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Classe : Variabile - sfavorevole

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

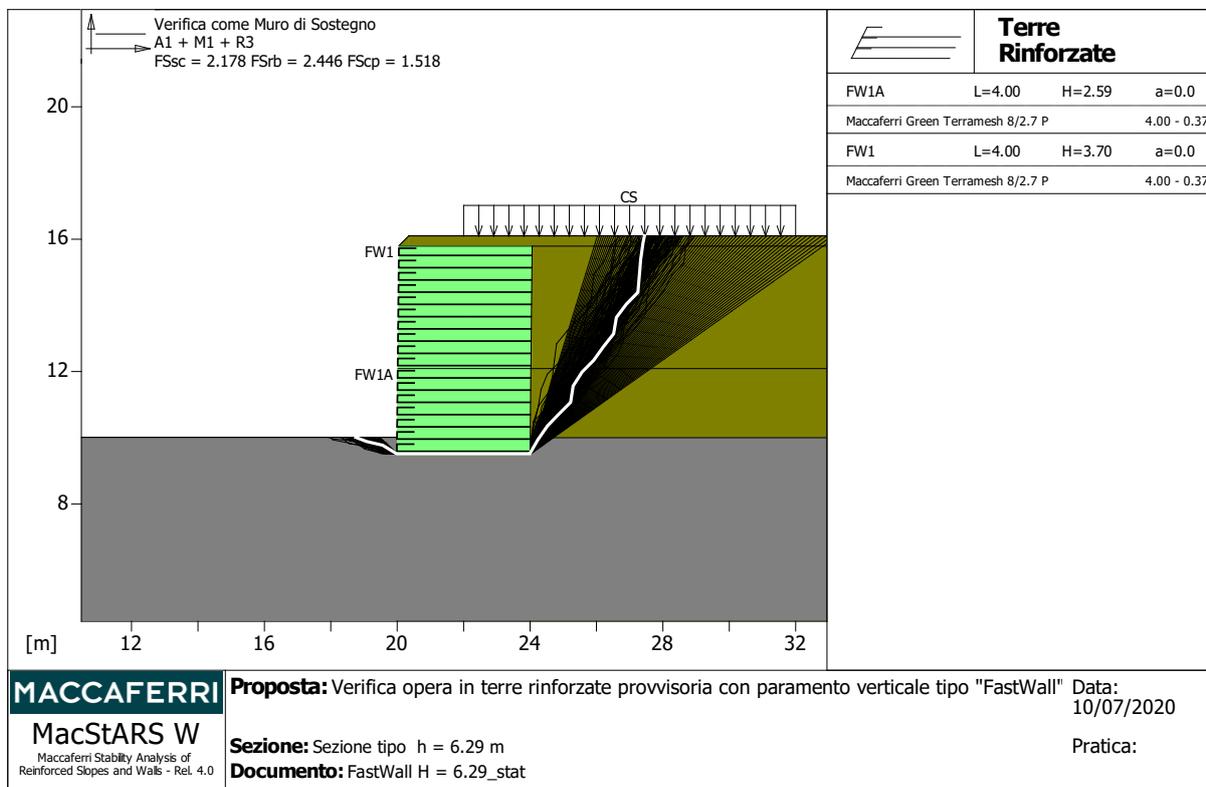
Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

### PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	: 50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		: 2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	: 500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		: 1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		: 0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		: 0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		: 0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		: 0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		: 0.30

### VERIFICHE



#### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 375.04

Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : 156.55

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.178

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 1152.10

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 409.66

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

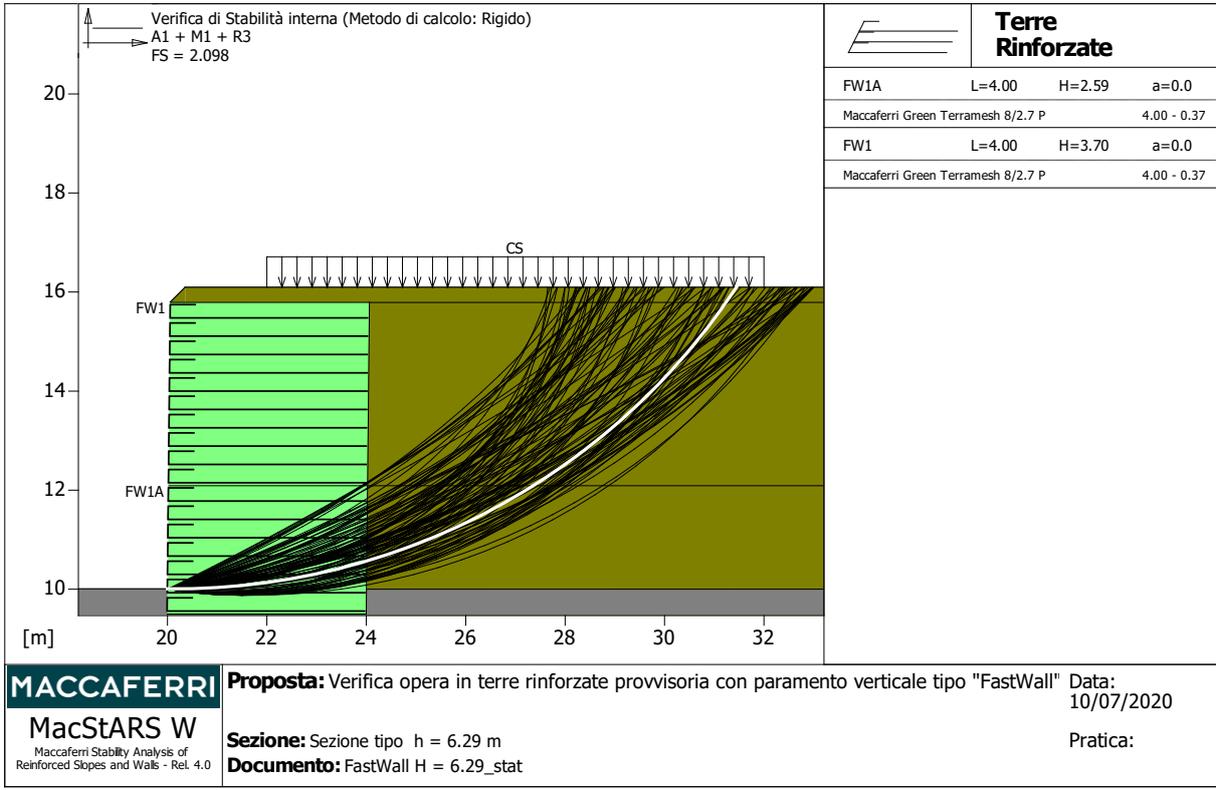
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.446

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 427.71  
 Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 201.27  
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.518  
 Fondazione equivalente.....[m].....: 2.77  
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.61  
 Braccio momento.....[m].....: 2.62  
 Forza normale .....[kN].....: 535.61  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 257.19  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.62

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.098

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00
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		

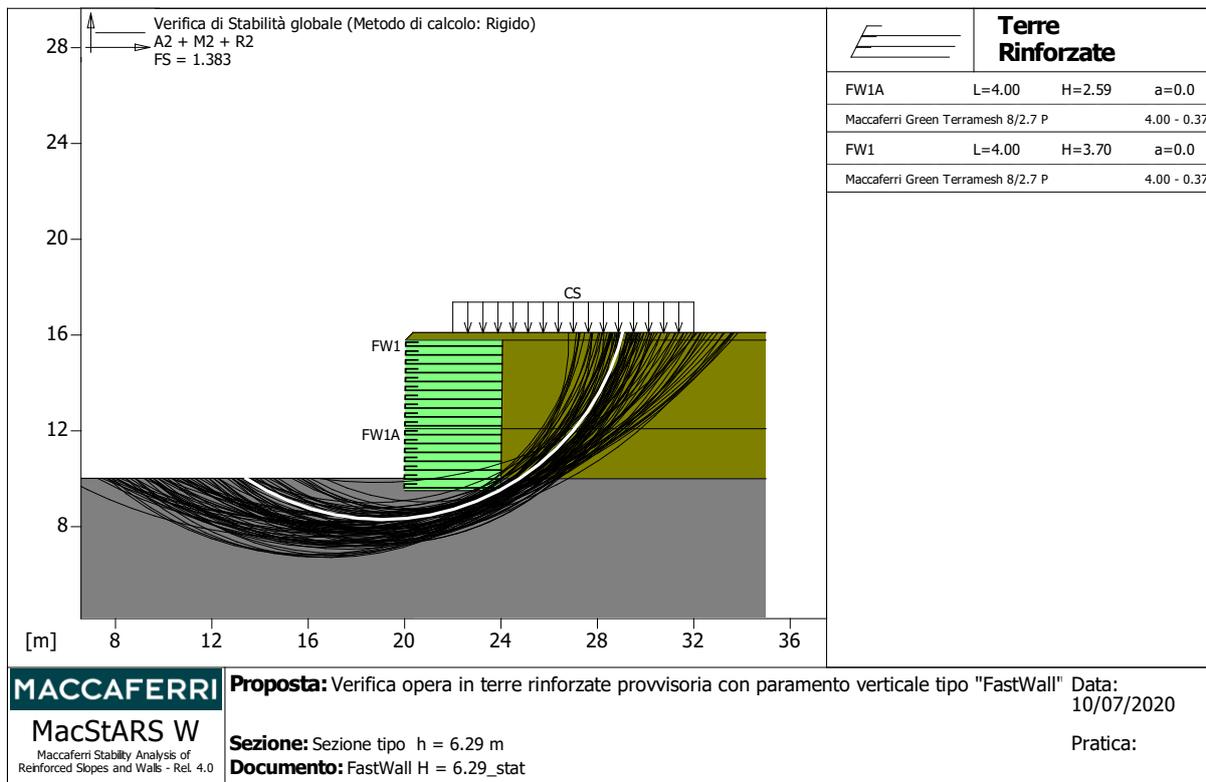
Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	225.6	39.7	1.26	5.68

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



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.383

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoria - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 16 ALLEGATO – STRUTTURA 3 “MURO H= 8.00 M - CONDIZIONE STATICA”

Proposta...: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione.....: Sezione tipo h = 8.14 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 8.14\_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : FOND**                      Descrizione : terreno di fondazione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Terreno : RIL2**

Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STR**

Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

**Blocco : FW1A**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.33

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.50

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 6.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Risolto.....[m].....= 0.50

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Blocco : FW1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.81  
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1A  
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: STR  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2  
 Terreno di copertura.....: RIL2  
 Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 5.00  
 Interasse.....[m].....= 0.37  
 Risvolto.....[m].....= 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**                      Descrizione :

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Classe : Variabile - sfavorevole

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

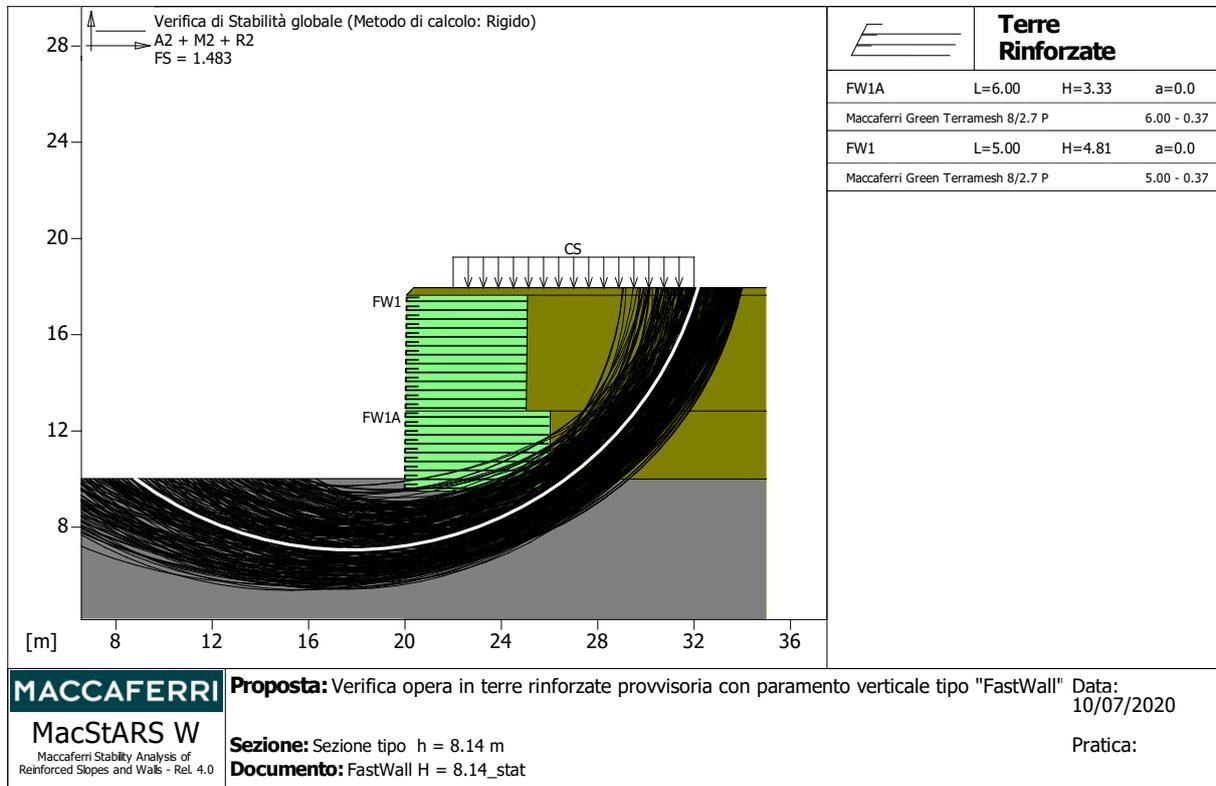
Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

### PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	: 50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		: 2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	: 500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		: 1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		: 1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		: 0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		: 0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		: 0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		: 0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		: 0.30

### VERIFICHE



#### Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.483

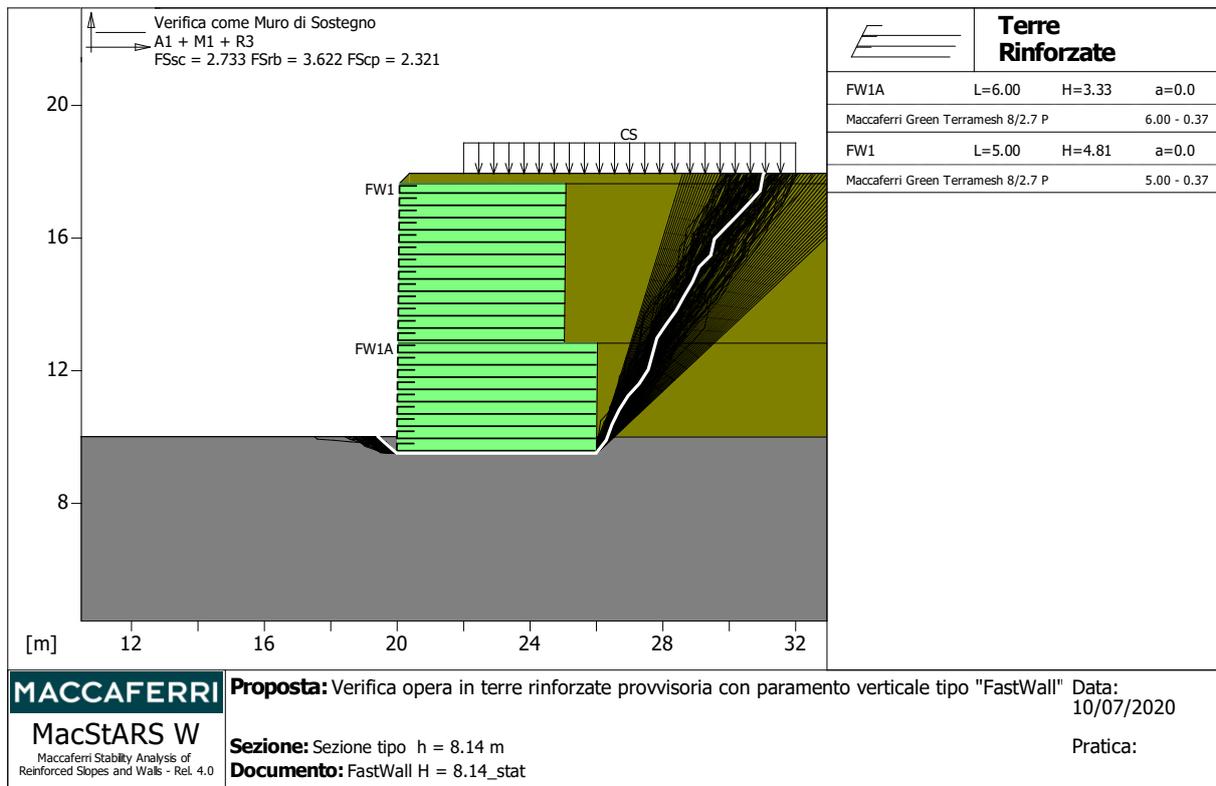
#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	

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



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 720.86

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 239.76

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.733

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 3245.30

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 779.09

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.622

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 717.05

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 220.63

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.321

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.79

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.60

Braccio momento.....[m].....: 3.25

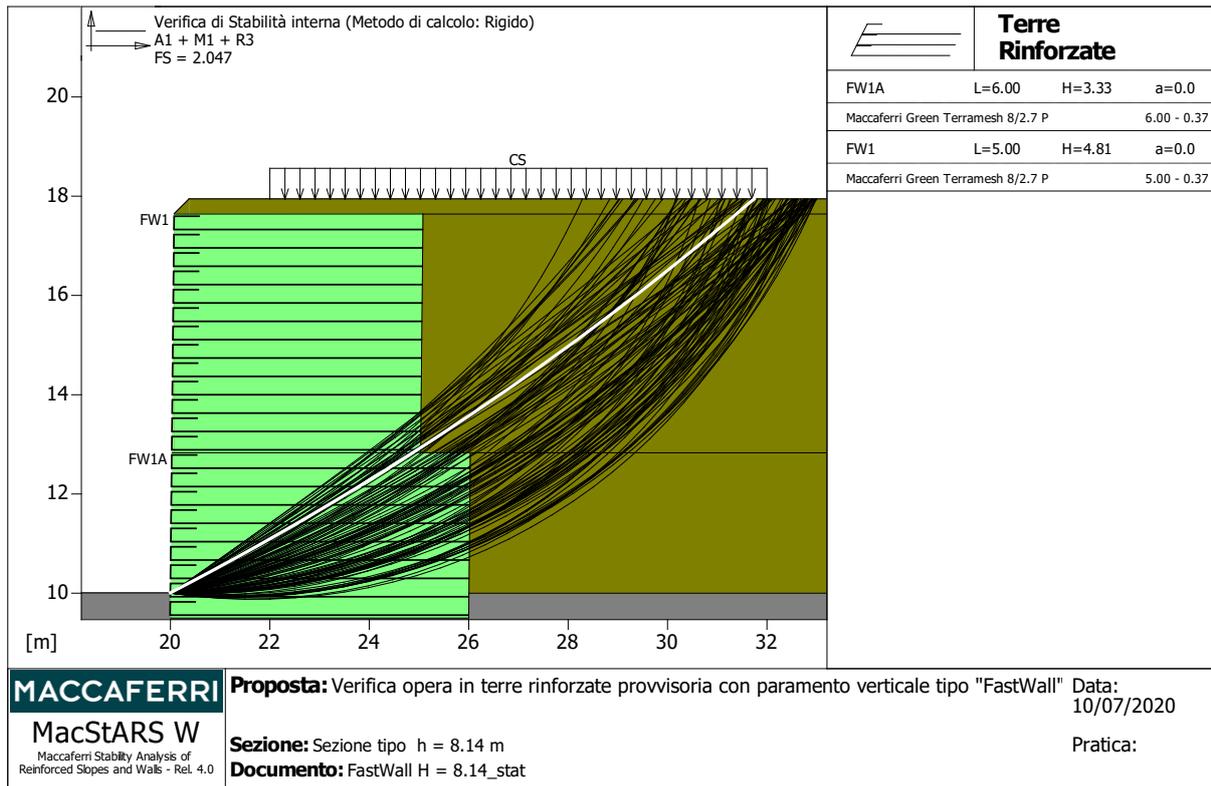
Forza normale.....[kN].....: 1029.50

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 275.30

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 67.87

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

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



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....:    2.047

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Numero totale superfici di prova.....: 500  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50  
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.740	50.0	201.4	39.7	1.26	5.07
1.110	50.0	273.8	39.7	1.26	6.90
1.480	50.0	337.6	39.7	1.26	8.50
1.850	50.0	404.0	39.7	1.26	10.18
2.220	50.0	465.0	39.7	1.26	11.71
2.590	50.0	395.1	39.7	1.26	9.95
2.960	50.0	279.0	39.7	1.26	7.03
Fattore	Classe				
1.50	Variabile - sfavorevole				
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio				
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace				
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata				
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole				
1.00	Fs Rottura Rinforzi				
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi				
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità				

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisoria - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 17 ALLEGATO – STRUTTURA 4 “MURO H= 10.00 M - CONDIZIONE STATICA”

Proposta...: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione.....: Sezione tipo h = 10.36 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 10.36\_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### **Terreno : FOND**

Descrizione : terreno di fondazione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Terreno : RIL2**                      Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

**Terreno : STR**                      Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.33

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.50

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 6.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Risvolto.....[m].....= 0.50

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Blocco : FW1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.81  
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1A  
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: STR  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2  
 Terreno di copertura.....: RIL2  
 Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P  
 Lunghezza.....[m].....= 5.00  
 Interasse.....[m].....= 0.37  
 Risvolto.....[m].....= 0.50

**Blocco : FW2**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 2.22  
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1  
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: STR  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2  
 Terreno di copertura.....: RIL2

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 5.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**                      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

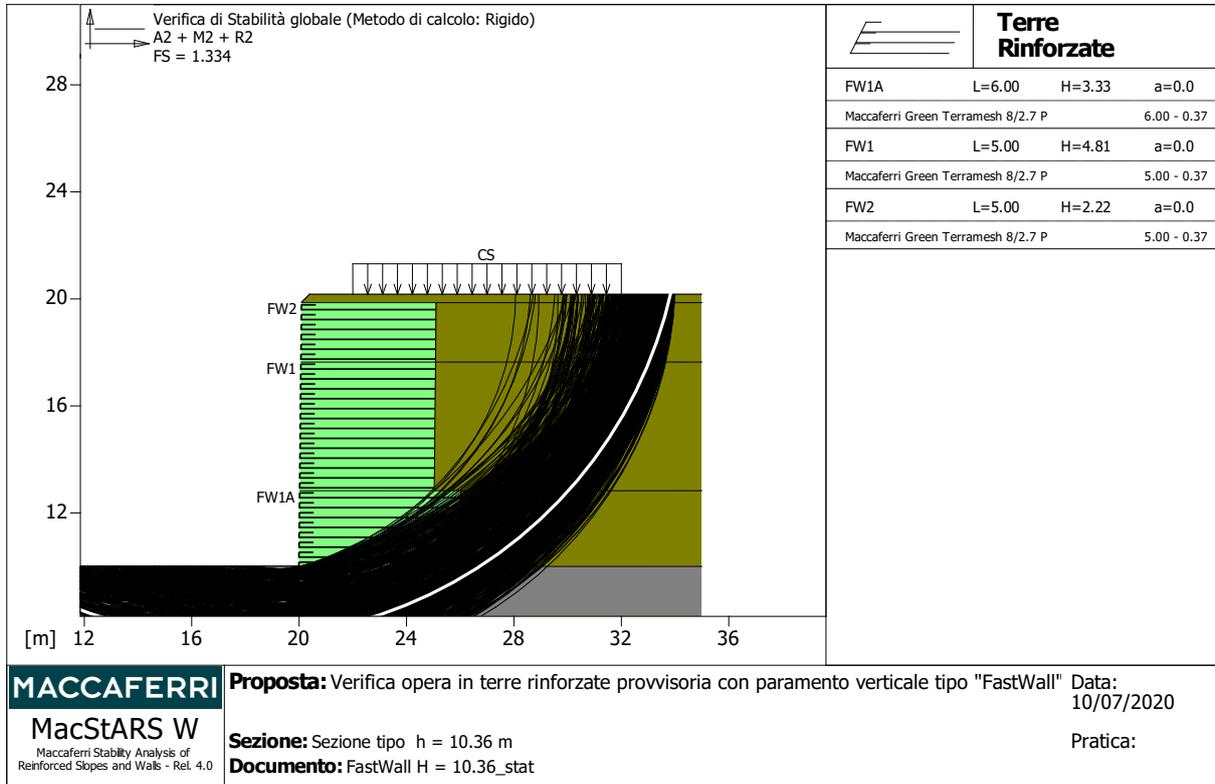
Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr .....[kN/m]..... : 50.00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m <sup>3</sup> /kN].....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

### VERIFICHE



#### Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.334

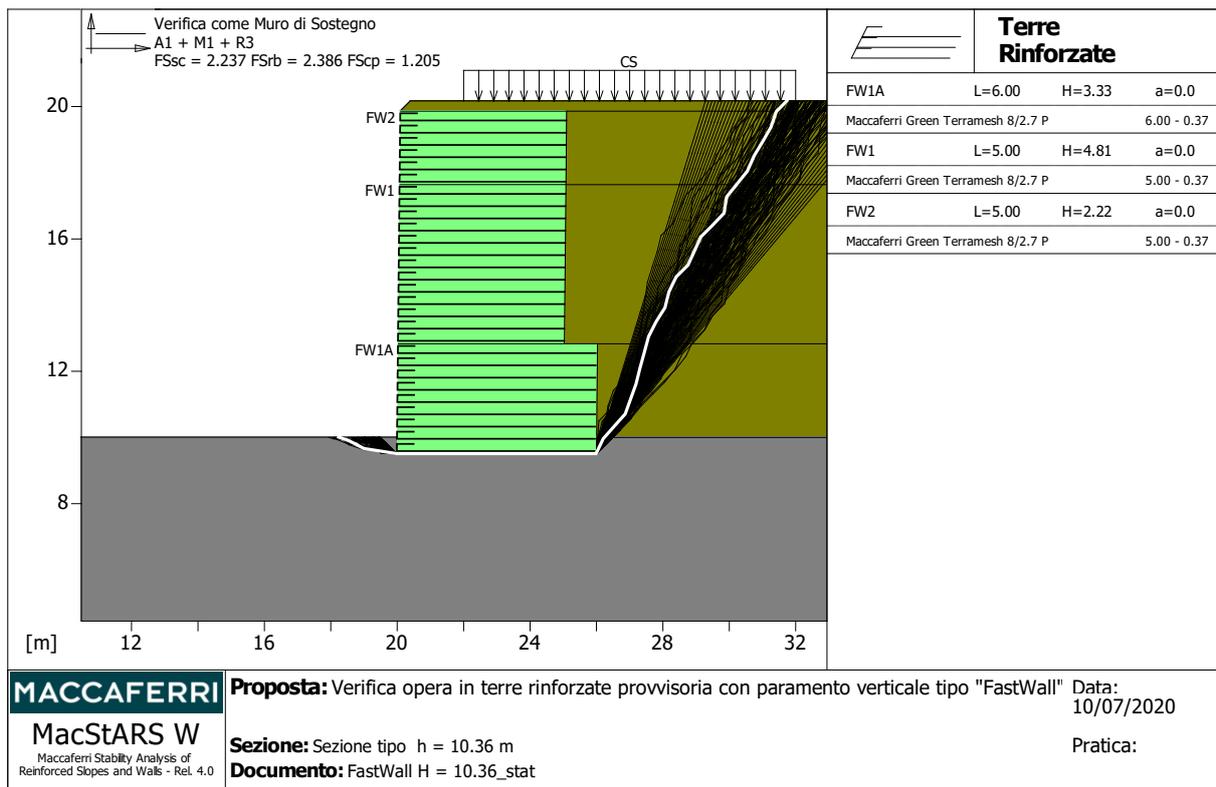
#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	

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



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 887.07

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 360.51

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.237

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 3972.90

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1447.70

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.386

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 557.56

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 330.40

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.205

Fondazione equivalente.....[m].....: 3.99

Eccentricità forza normale.....[m].....: 1.01

Braccio momento.....[m].....: 4.02

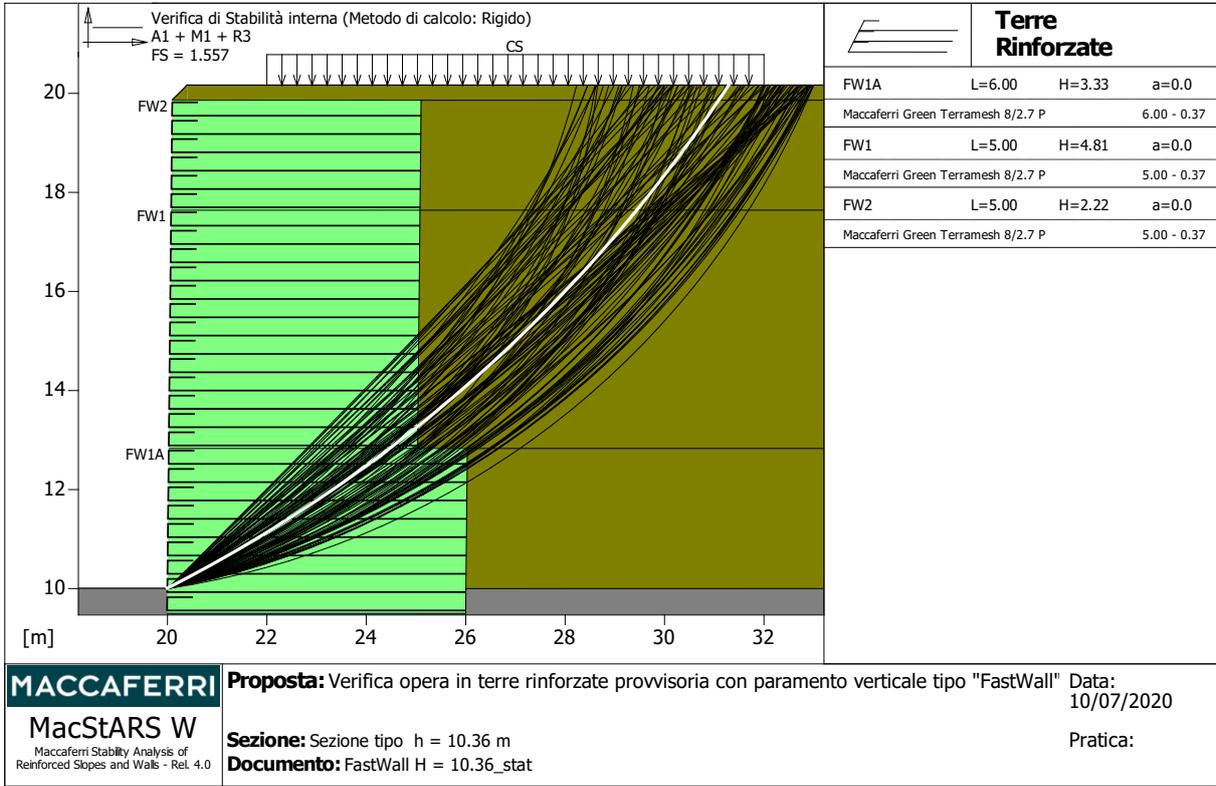
Forza normale .....[kN].....: 1266.90

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 423.73

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

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

- 1.40            Coeff. parziale R - Capacità portante
- 1.15            Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....:    1.557

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00

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

Numero totale superfici di prova.....:    500

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

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

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	256.3	39.7	1.26	6.46
1.110	50.0	351.1	39.7	1.26	8.84
1.480	50.0	434.9	39.7	1.26	10.95
1.850	50.0	515.3	39.7	1.26	12.98
2.220	50.0	590.2	39.7	1.26	14.87
2.590	50.0	564.0	39.7	1.26	14.21
2.960	50.0	433.7	39.7	1.26	10.92

Blocco : FW1

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	112.2	39.7	1.26	2.83

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b><i>Relazione di calcolo opere provvisoriale - Muri in Terra Rinforzata</i></b>	

- 1.00 Fs Sfilamento Rinforzi
- 1.00 Coeff. Parziale R - Stabilità

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

## 18 ALLEGATO – STRUTTURA 5 “MURO H= 12.00 M - CONDIZIONE STATICA”

Proposta....: Verifica opera in terre rinforzate provvisoria con paramento verticale tipo “FastWall”

Sezione.....: Sezione tipo h = 12.21 m

Località.....:

Pratica.....:

File.....: FastWall H = 12.21\_stat

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018

\_Verifiche di sicurezza (SLU)

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : FOND**                      Descrizione : terreno di fondazione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00

Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Terreno : RIL2**                      Descrizione : rilevato a tergo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

**Terreno : STR**                      Descrizione : Rilevato strutturale

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....:      35.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:      0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      18.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....:      19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:      0.00  
 Coefficiente di Poisson.....:      0.30

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

### PROFILI STRATIGRAFICI

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : FOND

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	20.00	10.00	35.00	10.00		

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : FW1A

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 7.00 Altezza.....= 3.33

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 9.50

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 7.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Risolto.....[m].....= 0.50

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

**Blocco : FW1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 4.81

Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1A

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m].....= 6.00

Interasse.....[m].....= 0.37

Risolto.....[m].....= 0.50

**Blocco : FW2**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.07

Arretramento.....[m].....= 0.00 da FW1

Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

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

Rilevato strutturale.....: STR

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL2

Terreno di copertura.....: RIL2

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Terreno di fondazione.....: FOND

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 - 8/2.7 P

Lunghezza.....[m]..... = 5.00

Interasse.....[m]..... = 0.37

Risolto.....[m]..... = 0.50

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.30	0.30	30.00	0.30				

**CARICHI**

**Pressione : CS**                      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 22.00 To = 32.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

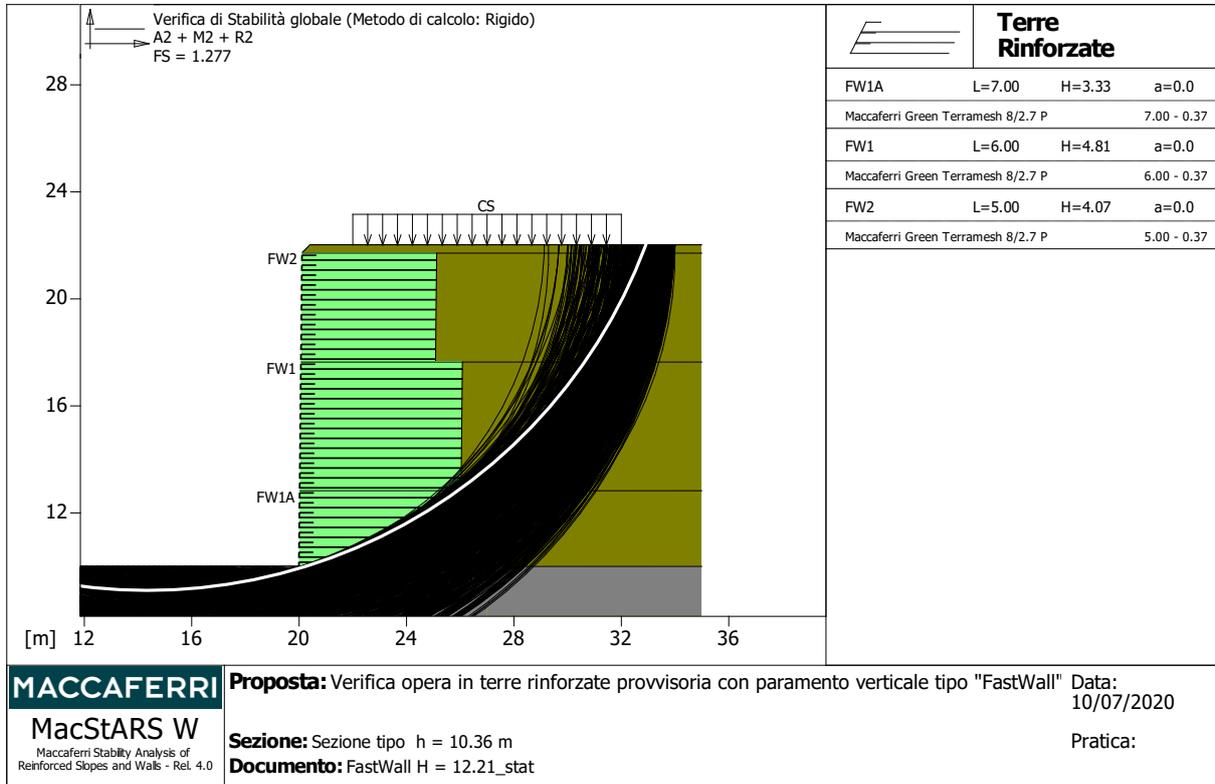
Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Carico di rottura Nominale Tr .....[kN/m].....: 50.00

Rapporto di Scorrimento plastico.....: 2.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m <sup>3</sup> /kN].....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

### VERIFICHE



#### Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.277

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	19.00	23.00	34.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

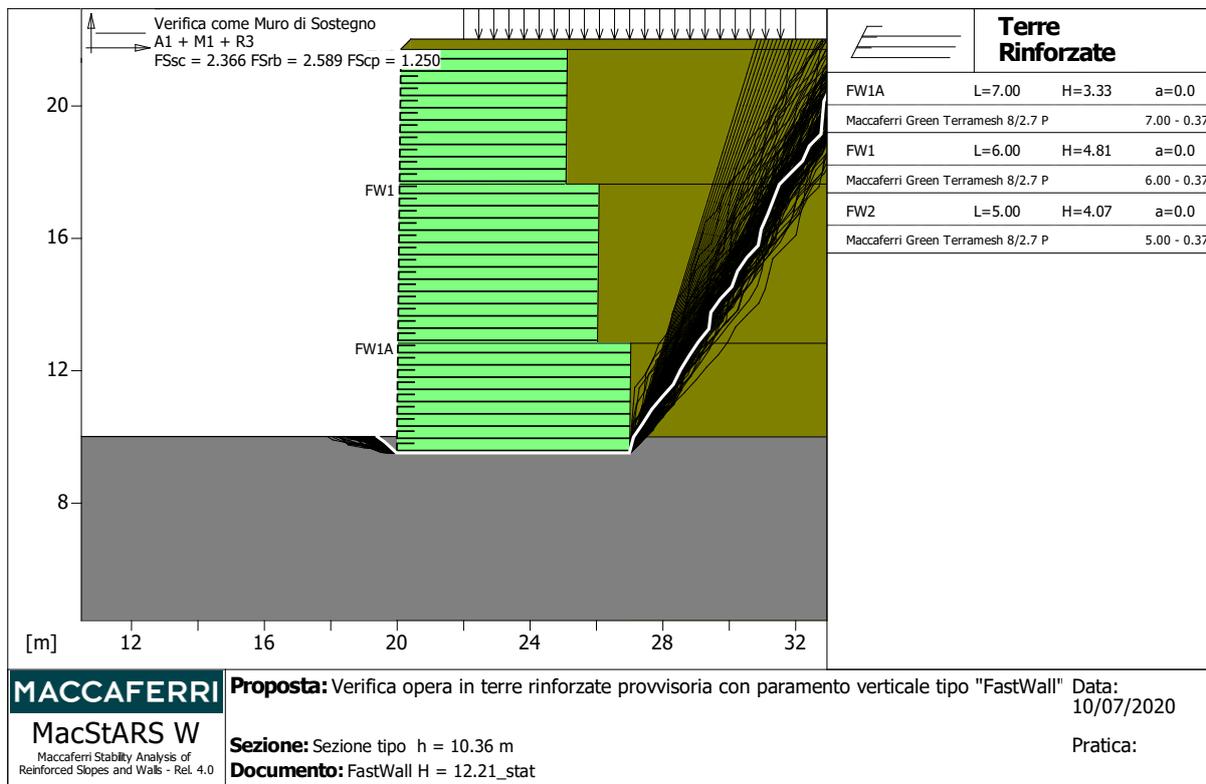
Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.740	50.0	402.7	39.7	1.26	10.14
1.110	50.0	573.7	39.7	1.26	14.45
1.480	50.0	728.4	39.7	1.26	18.35
1.850	50.0	855.3	39.7	1.26	21.54
2.220	50.0	747.5	39.7	1.26	18.83
2.590	50.0	563.2	39.7	1.26	14.19
2.960	50.0	405.1	39.7	1.26	10.20

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



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : FW1A

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 1203.80

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 462.60

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.366

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 6245.50

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2097.90

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.589

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 645.68

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 368.96

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.250

Fondazione equivalente.....[m].....: 4.83

Eccentricità forza normale.....[m].....: 1.09

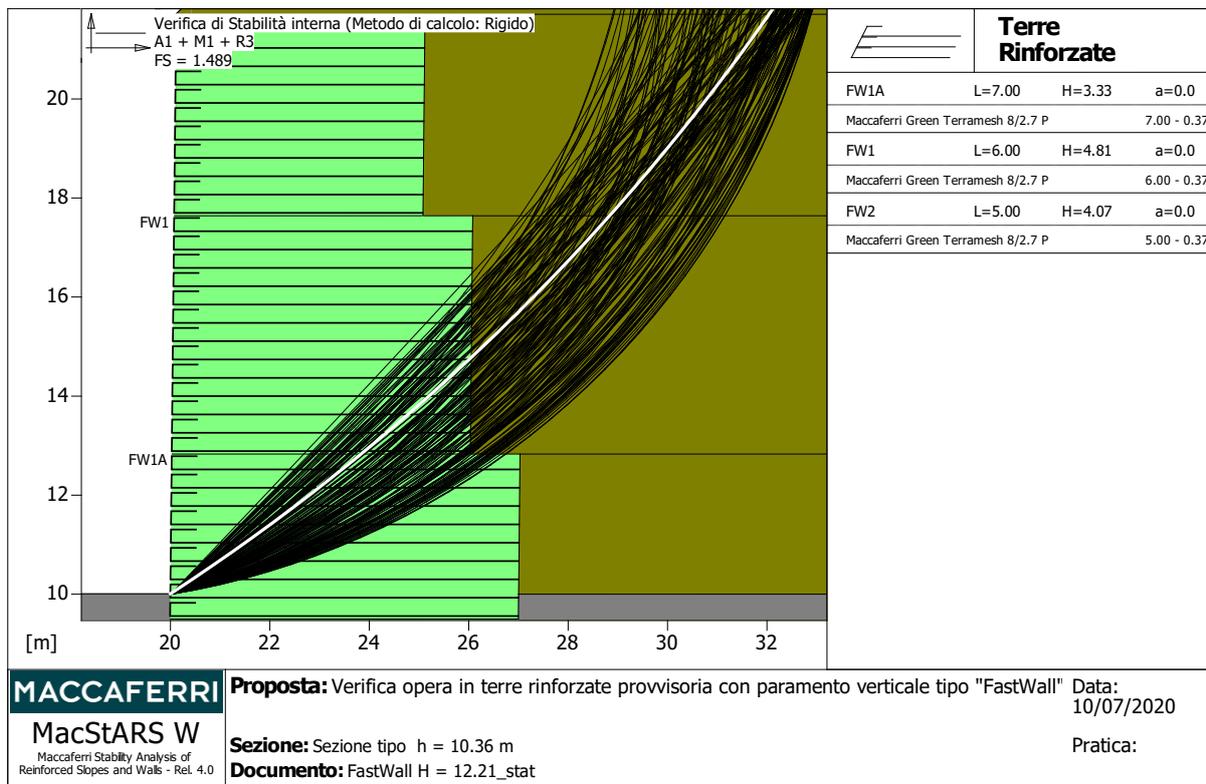
Braccio momento.....[m].....: 4.54

Forza normale .....[kN].....: 1719.20

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 474.51

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 16.69

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.489

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
FW1A	Primo punto	Secondo punto
	21.00	33.00

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<b>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</b>	

Blocco : FW1A

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.740	50.0	287.5	39.7	1.26	7.24
1.110	50.0	372.8	39.7	1.26	9.39
1.480	50.0	458.0	39.7	1.26	11.54
1.850	50.0	534.1	39.7	1.26	13.45
2.220	50.0	613.7	39.7	1.26	15.46
2.590	50.0	685.3	39.7	1.26	17.26
2.960	50.0	748.5	39.7	1.26	18.85

Blocco : FW1

Maccaferri - Green Terramesh - 8/2.7 P

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	537.2	39.7	1.26	13.53
0.370	50.0	414.2	39.7	1.26	10.43
0.740	50.0	301.2	39.7	1.26	7.59
1.110	50.0	197.7	39.7	1.26	4.98
1.480	50.0	103.7	39.7	1.26	2.61

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b><i>Relazione di calcolo opere provvisionali - Muri in Terra Rinforzata</i></b>	

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