

LUOGO:

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI TREVISO

COMUNI IN ELENCO SOTTOSTANTE

TITOLO:

REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE LUNGO L'EX FERROVIA MONTEBELLUNA - NERVESA DELLA BATTAGLIA "LA TRADOTTA"

COMMITTENTE:

Consorzio del Bosco Montello

Corso Mazzini 118, Montebelluna (TV)



**CONSORZIO del
BOSCO MONTELLO**

Città di Montebelluna
Corso Giuseppe Mazzini, 118
Sindaco: prof. Marzio Favero



Comune di Volpago del Montello
P.zza Ercole Bottani, 4
Sindaco: ing. Paolo Guizzo



Comune di Giavera del Montello
P.zza Donatori Sanguine, 6
Sindaco: geom. Maurizio Cavallin



Comune di Nervesa della Battaglia
P.zza la Piave, 1
Sindaco: ing. Fabio Vettori



Comune di Crocetta del Montello
via S. Andrea, 1
Sindaco: dott. sa. Marianella Tormena



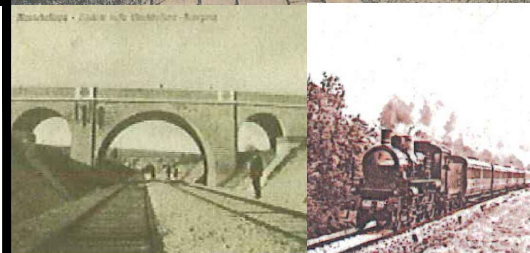
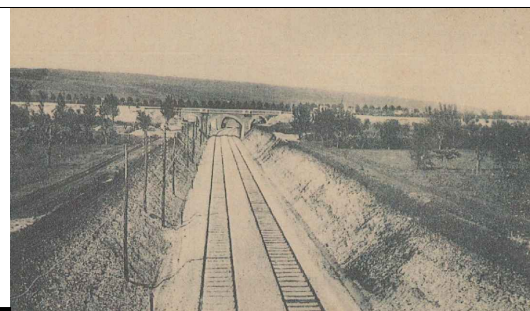
Sede operativa: Via Calvi, 122 - 31015 Conegliano (TV)
P. IVA e cod. fiscale: 03540810268
Tel.: +39 0438 32857, Fax: +39 0438 429323
e-mail: albertincompany@albertincompany.it
pec: albertincompany@pec.it
web: www.albertincompany.it



dott. ing. Roberto Dal Moro

GRUPPO DI LAVORO :

ing. Davide Lo Nigro
geom. Paolo Bozzoli



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

DESCRIZIONE DOCUMENTO:

Relazione di calcolo terre armate rampa via Gazie

01/01	13.03.2019	prima emissione	DLN	RDM	RDM
ed. rev.	data	natura modifiche	eseg.	verif.	appr.

DOCUMENTO n.:

1.2

commessa n°: 18041 file: 18041_DE 1.2_01.01 - Rel calc terre armate.docx

A TERMINE DI LEGGE SI RISERVA LA PROPRIETÀ DEL PRESENTE ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

Oggetto: Realizzazione pista ciclabile lungo l'ex ferrovia Montebelluna –
Nervesa della Battaglia "La Tradotta"

Committente: Consorzio Bosco del Montello

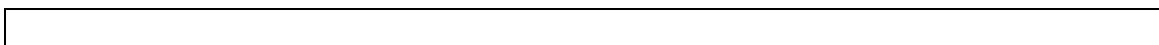
Ubicazione intervento: comuni Montebelluna, Volpago del Montello, Giavera
del Montello, Nervesa della Battaglia, Crocetta del
Montello

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO TERRE ARMATE RAMPA DI VIA GAZIE

Sommario:

1. Premessa.....	3
2. Normativa di riferimento	4
3. Materiali impiegati	5
3.1. Elementi di rinforzo - Terramesh verde light	5
3.2. Requisiti richiesti per il rilevato strutturale	6
4. Istruzioni operative per la realizzazione del rilevato strutturale	8
4.1. Posa degli elementi di rinforzo.....	8
4.2. Compattazione	9
4.3. Condizioni climatiche.....	10
4.4. Eventuali rilevati di prova.....	10
4.5. Prove di controllo.....	10
5. Condizioni di carico verificate	11
6. Coefficienti di sicurezza parziali.....	12
7. Ipotesi di calcolo	15
8. Metodo di calcolo	17
8.1. Generazione delle superfici di rottura	21
8.2. Carichi dinamici dovuti a forze di natura sismiche	22
9. Sezione oggetto di verifica e scenari di calcolo	25
10. Esito delle verifiche	26
11. Tabulati di calcolo	27
11.1. Scenario 1: verifica statica.....	27
11.2. Scenario 2a: verifica sismica $k_v=-0.48$	40
11.3. Scenario 2b: verifica statica $k_v=+0.48$	53



1. Premessa

Il presente documento si riferisce al progetto di realizzazione di una rampa ciclabile di collegamento dell'ex Ferrovia "La tradotta" con via Gazie in Montebelluna, in prossimità di un sottopasso, ed in particolare alle opere di sostegno in terra rinforzata realizzato con il sistema Terramesh Verde Light.

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.

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

3. Materiali impiegati

3.1. Elementi di rinforzo - Terramesh verde light

La struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento in pietrame è realizzata in elementi marcati CE in accordo con la ETA 16/0767 per gli specifici impieghi come "sistemi in rete metallica per il rinforzo del terreno per opere di sostegno". La struttura è costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione, realizzati in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP. (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013.

La rete metallica a doppia torsione deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato, avente un diametro pari 2.20 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 230 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0.50 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.20 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 2500 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%. Resistenza all'abrasione del rivestimento polimerico superiore ai 100.000 cicli secondo test eseguito in accordo alla EN60229-2008.

La resistenza a trazione della rete dovrà essere non inferiore a 35 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013). La rete una volta sottoposta al 50% del carico massimo a rottura per trazione pari a 17.5 kN/m, non dovrà presentare rotture del rivestimento plastico del filo all'interno delle torsioni. Capacità di carico a punzonamento della rete dovrà essere non inferiore a 36 kN (test eseguiti in accordo alla UNI 11437 e alla ISO 17746). La rete deve presentare una resistenza a corrosione in SO₂ (0,2 dm³ SO₂ per 2 dm³ acqua) tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988). La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227). Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo galvanizzate con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq e plasticate, aventi diametro pari a 2.70/3.70 mm e inserite

all'interno della doppia torsione delle maglie, in corrispondenza dello spigolo superiore ed inferiore del paramento.

Per gli elementi Terramesh Verde il paramento in vista sarà provvisto di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con diametro non inferiore a 6 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati galvanizzati con Galmac lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 MPa.

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.

3.2. 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/m³.

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.

4. Istruzioni operative per la realizzazione del rilevato strutturale

4.1. Posa degli elementi di rinforzo

Il piano di posa dovrà essere predisposto fino a raggiungere la quota d'imposta del primo elemento di Terramesh 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.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato, se ritenuto idoneo, nella sistemazione a verde delle scarpate.

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.

TMVL (Terramesh Verde Light)

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

1. Apertura e predisposizione dell'elemento Terramesh 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 della parte a tergo del paramento manualmente con terreno vegetale che subirà una compattazione "leggera" per permettere l'attecchimento della vegetazione;
4. Riempimento degli elementi di rinforzo in rete con materiale idoneo, fino a formare uno strato di spessore di 300 mm;
5. Compattazione del materiale posto in opera mediante rullatura, secondo le indicazioni successivamente riportate;
6. Risagomatura del piano di posa per l'esecuzione dell'elemento Terramesh successivo;
7. Ripetizione delle azioni da 1 a 6 fino a completamento della struttura.

4.2. 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 0.50 m 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.

4.3. 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.

4.4. 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.

4.5. 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 ³ Ripetere la prova ogni (m ³)	SUCCESSIVI m ³
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

5. Condizioni di carico verificate

Il dimensionamento della struttura è stata condotta 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).

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 7.11 – sono state condotte anche le verifiche in condizioni sismiche applicando i coefficienti parziali dei parametri geotecnici ed alle resistenze (come definiti nel capitolo successivo), mentre i coefficienti parziali dei carichi sono stati posti pari ad 1.

Per quanto riguarda la stabilità globale si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2: M2+R2+kh±kv (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: M1+R3+kh±kv (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

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

6. 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 γ_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 γ_M				
	M1	M1(*)	M2	M2(*)
Peso unità di volume (γ_r)	1,00	1,00	1,00	1,00
Angolo di attrito $\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	1,00	1,00	1,25	1,00
Coesione efficace c'_k (γ_c)	1,00	1,00	1,25	1,00
Resistenza non drenata c_{uk} (γ_{cu})	1,00	1,00	1,40	1,00

Coefficienti PARZIALI DELLE AZIONI γ_F					
		A1	A1(*)	A2	A2(*)
PERMANENTI: (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti) (γ_{G1})	Favorevole	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sfavorevole	1,30	1,00	1,00	1,00
VARIABILI: (sovraccarichi variabili; sisma; spinte relative indotte) (γ_{Q1})	Favorevole	0,00	1,00	0,00	1,00
	Sfavorevole	1,50	1,00	1,30	1,00

(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".

(*) condizioni sismiche: nel caso di verifiche sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici vengono posti pari all'unità (Rif. 7.11.6.2.2 del D.M. 17/01/2018).

7. Ipotesi di calcolo

- Comune di costruzione: Montebelluna (TV)
- Vita nominale dell'opera - V_N (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.I) 50 anni
- Coefficiente d'uso - C_U (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.II) Classe II
- 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

Nei calcoli di stabilità e resistenza si sono assunte le caratteristiche fisiche dei terreni, secondo le indicazioni della committente. La caratterizzazione geomeccanica dei terreni è riportata negli allegati di calcolo.

Si sono considerati agenti i seguenti sovraccarichi accidentali statici (verticali):

- 10 kN/m² sovraccarico ciclabile;

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 con quanto prescritto da D.M. 17/01/2018 per cui:

Accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido: $a_g/g = 0,210$

Coefficiente di sottosuolo: $S = S_s \times S_t = 1,20$

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

Coefficiente sismico orizzontale $k_h = S \times a_g/g \times \beta_m = 1,20 \times 0,210 \times 0,38 = 0,096$

Coefficiente sismico verticale $k_v = k_h / 2 = \pm 0,048$

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.

DATI GEOTECNICI	Terreno in posto	$\gamma_1 = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$\phi_1 = 28^\circ$	$c'_1 = 0 \text{ kPa}$
	Rilevato Esistente	$\gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3$	$\phi_2 = 33^\circ$	$c'_2 = 0 \text{ kPa}$
	Rilevato Strutturale	$\gamma_3 = 19 \text{ kN/m}^3$	$\phi_3 = 35^\circ$	$c'_3 = 0 \text{ kPa}$

CARICHI ACCIDENTALI ESTERNI	Statica	Sovraccarico ciclabile 10 kPa
	Sismica	Sovraccarico ciclabile 2 kPa $K_h = 0,096$ $K_v = \pm 0,048$

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.

8. 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:

τ = tensione tangenziale massima

c = coesione

σ = pressione normale totale

u = pressione interstiziale

ϕ' = 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:

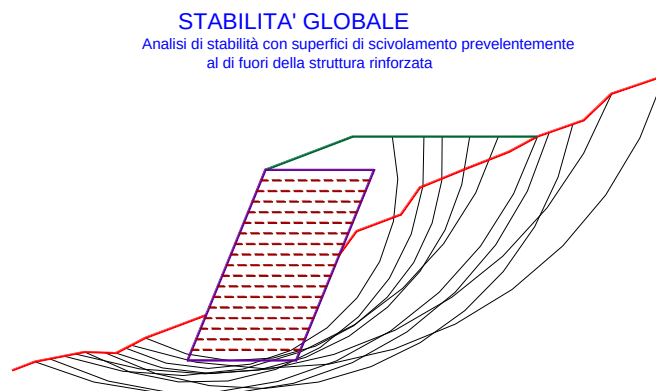
- vale per superfici di forma qualsiasi;
- ipotizza inizialmente che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali;

- ottiene 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).

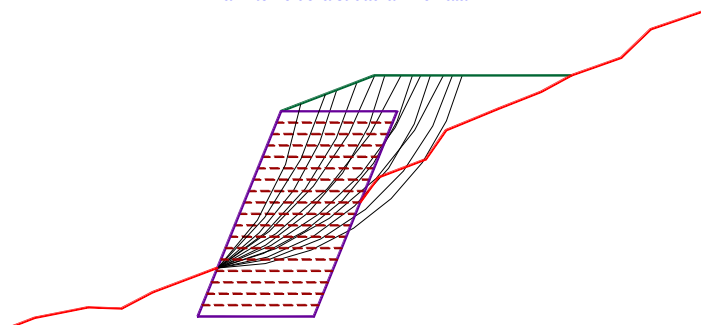


Verifica di stabilità interna

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).

STABILITA' INTERNA

Analisi di stabilità con superfici di scivolamento prevalentemente
all'interno della struttura rinforzata



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 (τ_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 (τ_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}).

σ_v = tensione verticale efficace sul tratto considerato, ottenuta dalla relazione:

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

W = peso totale della colonna di terreno sovrastante;

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

U = pressione neutra;

dx = larghezza del tratto considerato.

L'integrale delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza di sfilamento esterna ultima del rinforzo. Al valore 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 (τ_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 (**F₀**) può essere calcolato mediante somma di due contributi:

$$F_0 = F_1 + \Delta F$$

Dove **F₁** 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_1 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.

8.1. 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 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.

8.2. 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.

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 rigidezza 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.

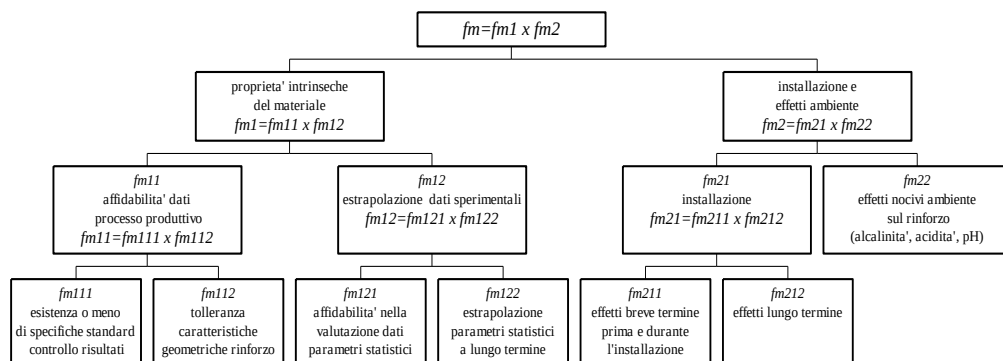
Ai fini del calcolo strutturale si è tenuto conto che si tratta di un'opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine dei materiali metallici.

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:

$$T_b = 35 \text{ kN/m}$$

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 .

TERRAMESH VERDE LIGHT e MINERALE (mesh 8x10 wire 2.2/3.2mm)		Gravel	Sandy gravel
Resistenza caratteristica a trazione (UTS)	kN/m	35	35
Coefficiente di sicurezza globale - f_m	-	1.26	1.09
Resistenza a trazione di progetto	kN/m	27.7	32.1

9. Sezione oggetto di verifica e scenari di calcolo

La sezione verificata secondo le combinazioni più gravose per il dimensionamento, di cui nel seguito si riportano i tabulati di calcolo, è così caratterizzata:

- A monte della rampa 3 blocchi sovrapposti Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P – altezza 76 cm, altezza totale $3 \times 0.76 = 2.28$ m;
- A valle della rampa 1 blocco Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P – altezza 76 cm;
- Inclinazione paramento 70°.

Scenari di calcolo:

- 1) Verifica statica
- 2) Verifica sismica:
 - a. $k_v = -0.48$
 - b. $k_v = +0.48$
- 3) Verifica statica con rapido svuotamento del fossato (fosso vuoto e argine imbibito)

10. Esito delle verifiche

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.

Scenario	Coefficienti Minimi di Sovradimensionamento				
	Stabilità Esterna				Stabilità Interna
	Globale	Scorrimento	Ribaltamento	Capacità Portante	
1	1.302	4.835	7.415	2.455	1.603
2a	1.226	3.487	7.080	2.865	1.127
2b	1.201	3.303	4.421	3.073	1.106
Condizione da soddisfare	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 1.00

Le verifiche sono tutte soddisfatte.

11. Tabulati di calcolo

11.1. Scenario 1: verifica statica

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : RE Descrizione : RILEVATO ESISTENTE

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

Coesione.....[kN/m²].....: 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 - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TP Descrizione : TERRENO IN POSTO

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°].....: 28.00

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

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

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TS Descrizione : TERRENO STRUTTURALE

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°].....: 33.00

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

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

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: RE

Descrizione: RILEVATO ESISTENTE

Terreno : RE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14.83	0.22	16.48	1.16	18.17	1.16	18.90	
1.95							
21.96	1.95	23.19	3.92	24.04	3.88	27.36	
3.96							
31.80	4.15	38.89	-0.40				

Strato: TP

Descrizione: TERRENO IN POSTO

Terreno : TP

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	14.83	0.22	38.89	-0.40	51.96	-
0.43							

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 0.76

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 17.04 Ordinata.....= 1.16

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

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

Rilevato strutturale.....: TS

Terreno di riempimento a tergo.....: TS

Terreno di copertura.....: TS

Terreno di fondazione.....: RE

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m].....= 2.00

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

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 2.00 Altezza..... =
0.76
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 20.33 Ordinata..... =
1.56
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.2P - 0.76
Lunghezza.....[m]..... = 2.00
Interasse.....[m]..... = 0.76
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 2.00 Altezza..... =
1.52
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m]..... = 2.00
Interasse.....[m]..... = 0.76
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	2.05	0.08				

CARICHI

Pressione : SC1 Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 1
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]... = 10.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 17.50 To = 20.50

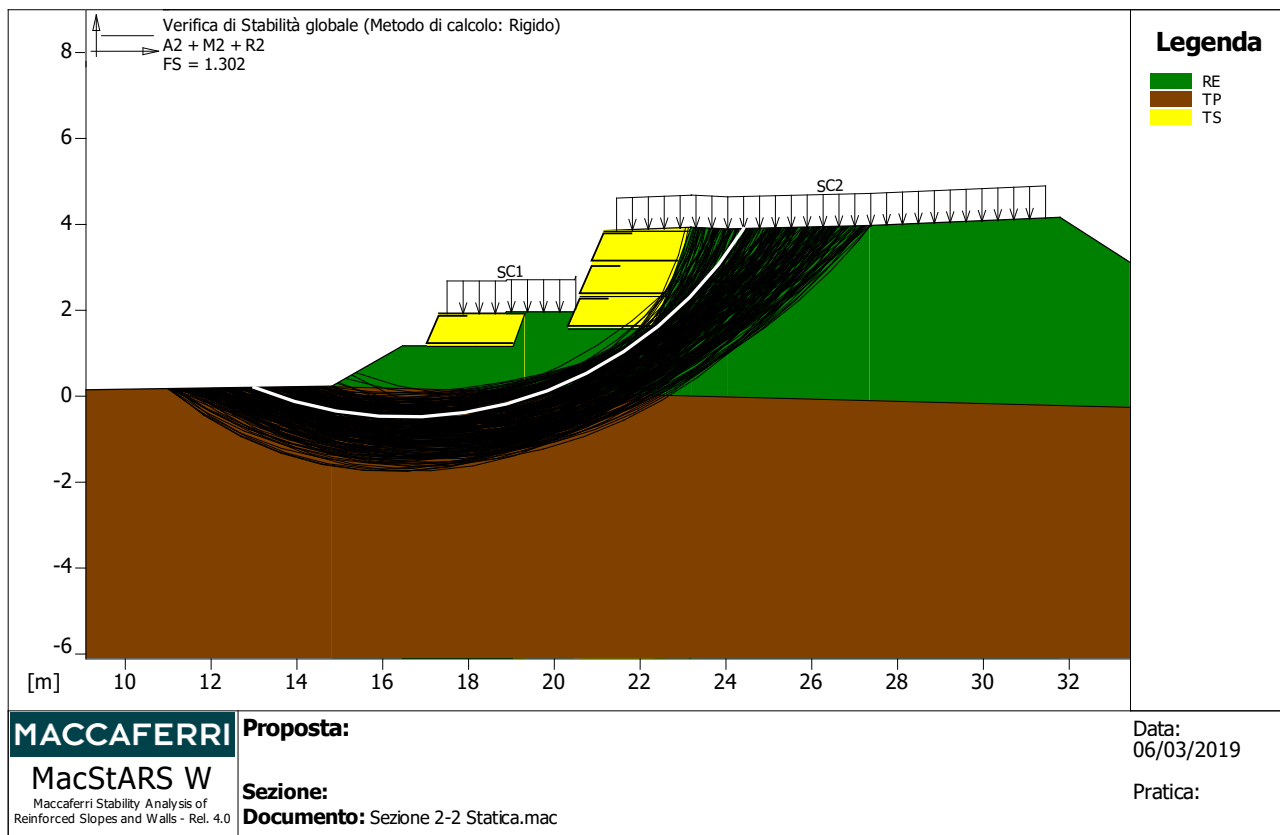
Pressione : SC2 Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 2
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]... = 10.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 21.45 To = 31.45

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

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

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....:	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....:	330.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.09
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

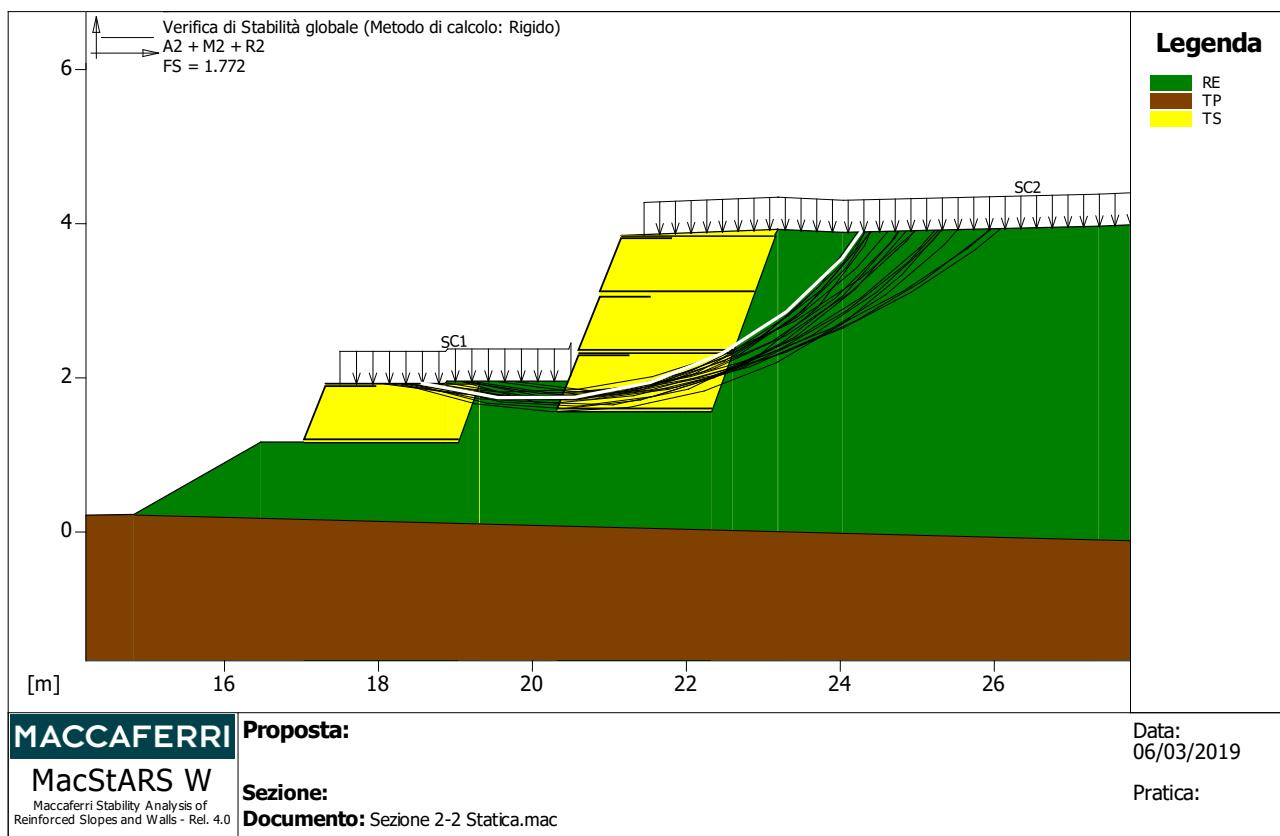
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.302

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
11.00	16.00	23.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		150	
Numero totale superfici di prova.....:		1500	
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
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.772

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	20.00	23.00	30.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 150

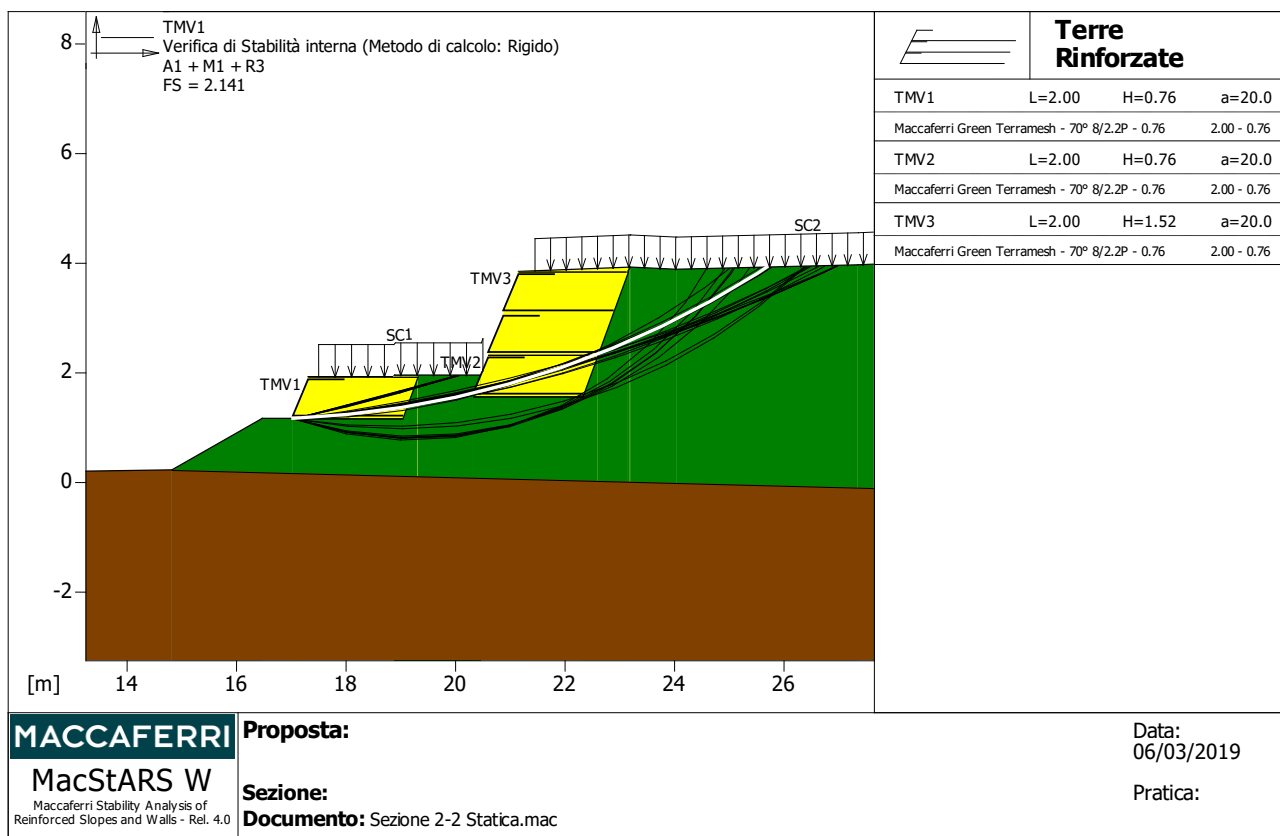
Numero totale superfici di prova.....: 1500

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
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV1

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

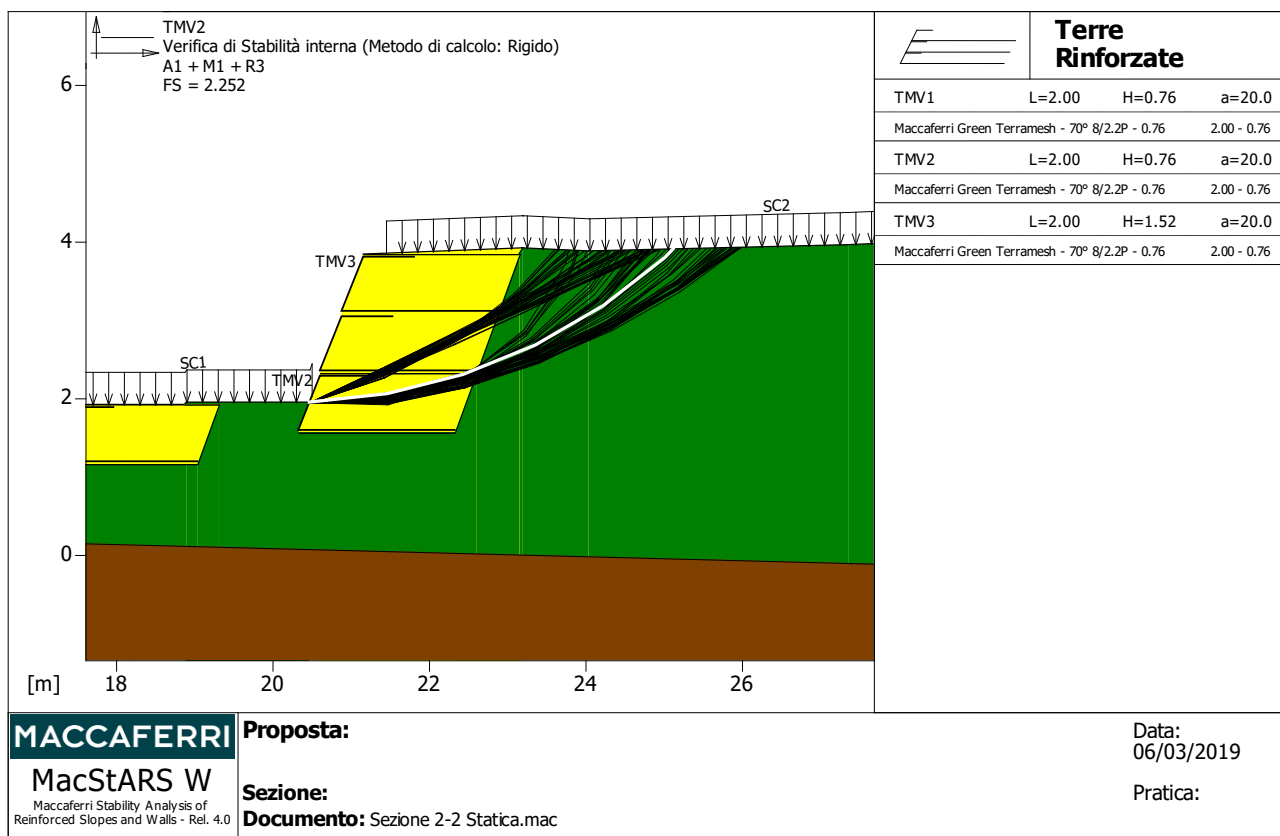
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.141

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco TMV1	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 20.00	Secondo punto 27.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.30	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV2

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

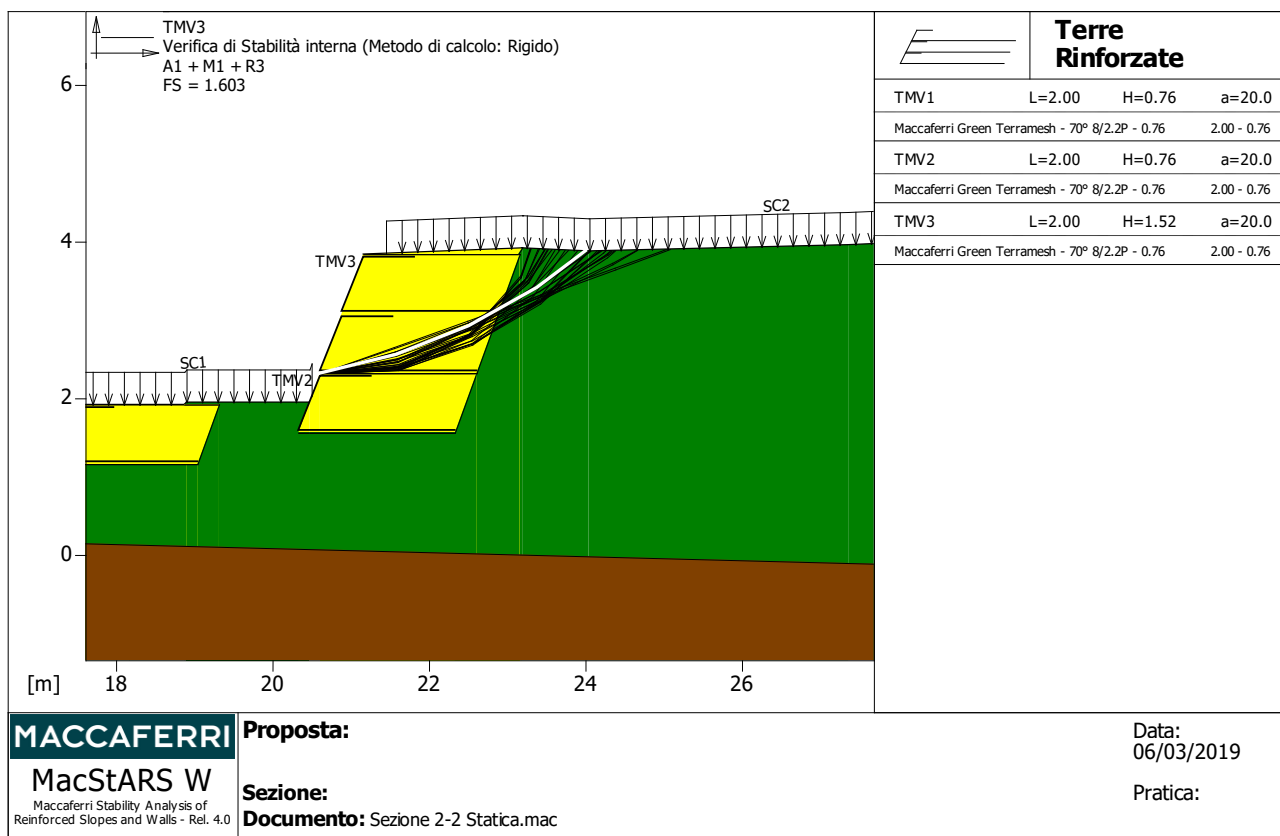
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.252

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco TMV2	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 23.00	Secondo punto 26.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
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
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.30	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV3

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

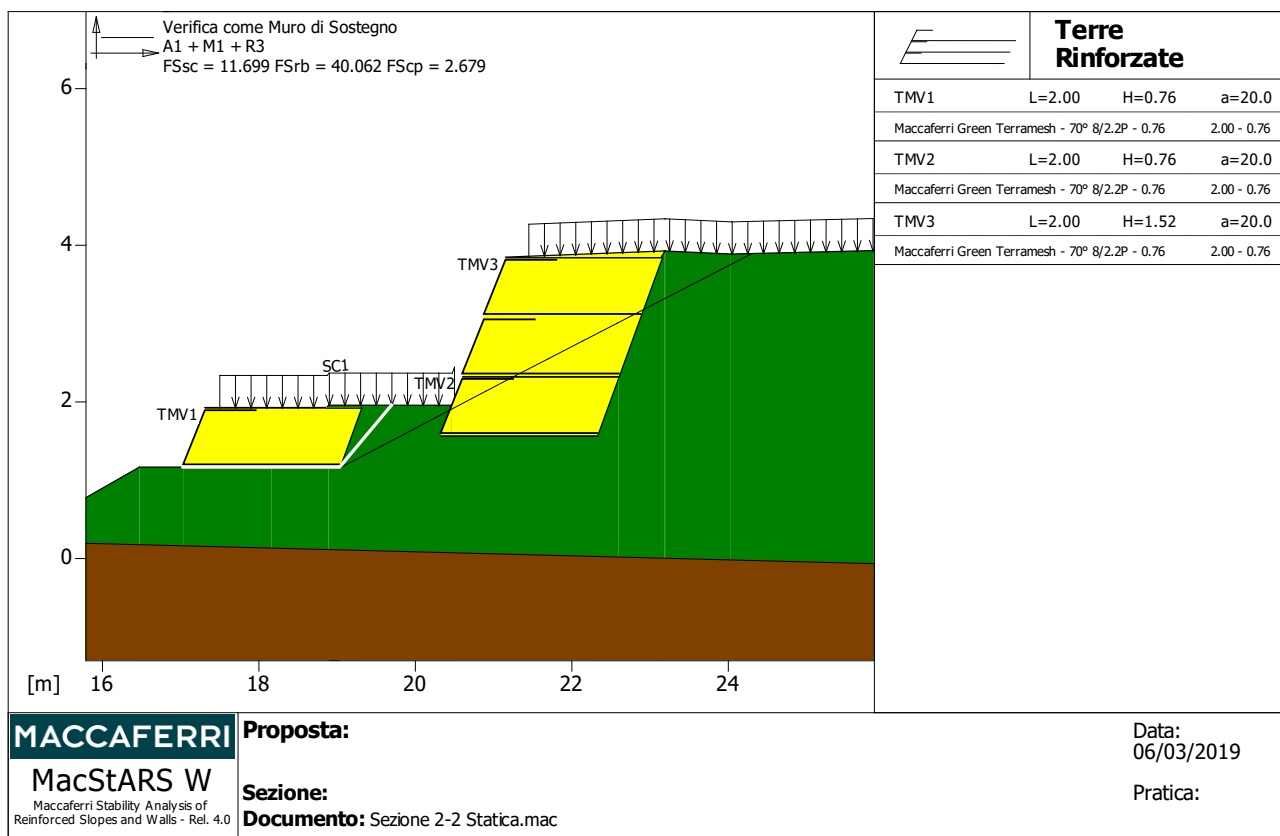
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.603

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV3	Primo punto	Secondo punto
	22.00	26.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
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
1.50	Variabile - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.30	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 39.54

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 3.07

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 11.699

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 70.85

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 1.54

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 40.062

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 106.03

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 28.27

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.679

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.23

Braccio momento.....[m].....: 0.50

Forza normale.....[kN].....: 56.46

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 4.24

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 68.86

Fattore

1.50

1.00

1.00

1.00

1.30

1.00

Classe

Variabile - sfavorevole

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

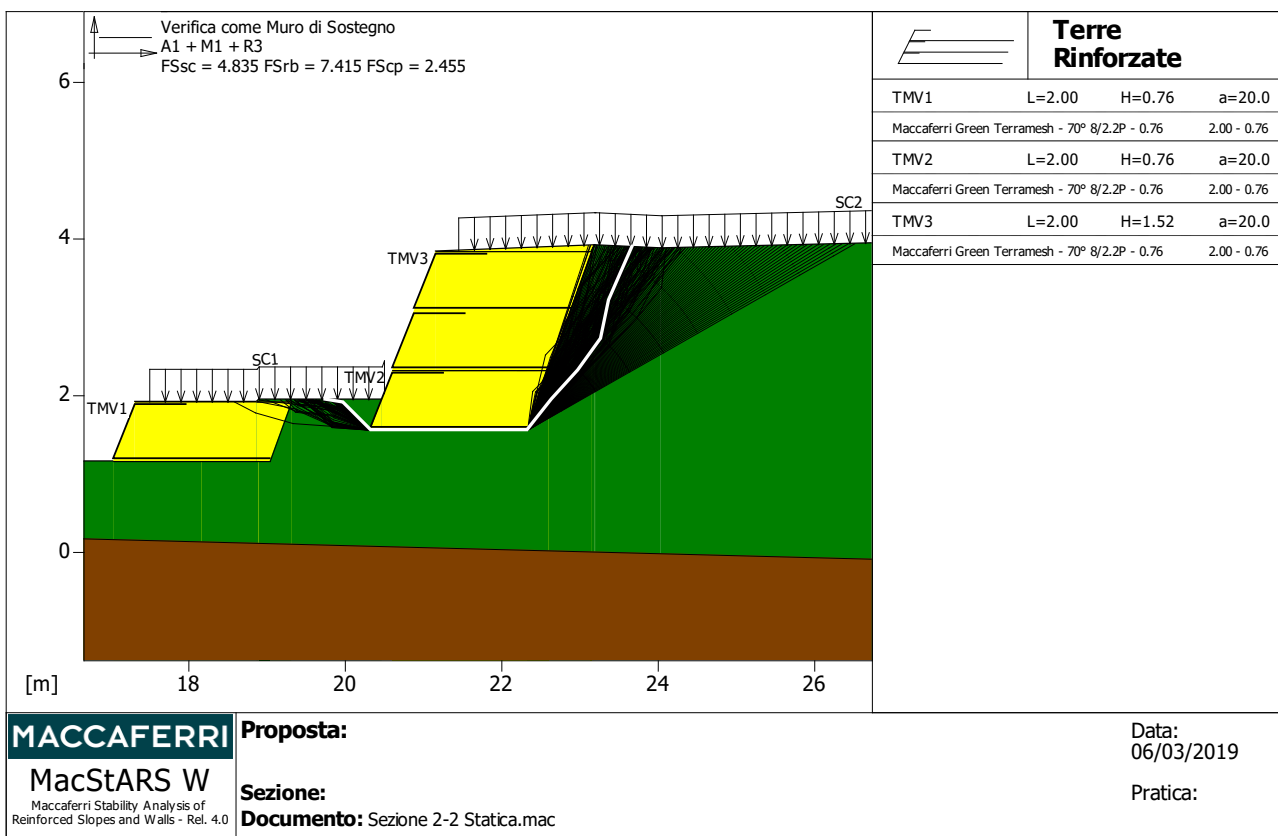
Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Fs Rottura Rinforzi

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



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : TMV2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 79.60

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 14.97

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 4.835

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 160.34

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 18.80

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 7.415

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 197.06

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 57.33

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.455

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.25

Braccio momento.....[m].....: 1.26

Forza normale.....[kN].....: 113.67

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 1.93

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 148.66

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

11.2. Scenario 2a: verifica sismica kv=-0.48

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : RE	Descrizione : RILEVATO ESISTENTE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : TP	Descrizione : TERRENO IN POSTO
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 28.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : TS	Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: RE		Descrizione: RILEVATO ESISTENTE					
Terreno : RE							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14.83	0.22	16.48	1.16	18.17	1.16	18.90	1.95
21.96	1.95	23.19	3.92	24.04	3.88	27.36	3.96
31.80	4.15	38.89	-0.40				

Strato: TP

Descrizione: TERRENO IN POSTO

Terreno : TP

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	14.83	0.22	38.89	-0.40	51.96	-0.43

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 0.76
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 17.04 Ordinata.....= 1.16
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00
Interasse.....[m] = 0.76
Risvolto.....[m] = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 0.76
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.33 Ordinata.....= 1.56
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00
Interasse.....[m] = 0.76
Risvolto.....[m] = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 1.52
Arretramento.....[m] = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risvolto.....[m] = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	2.05	0.08				

CARICHI

Pressione : SC1

Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 1

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 2.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 17.50 To = 20.50

Pressione : SC2

Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 2

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 2.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 21.45 To = 31.45

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale..... = 0.94 Verticale..... = -0.47

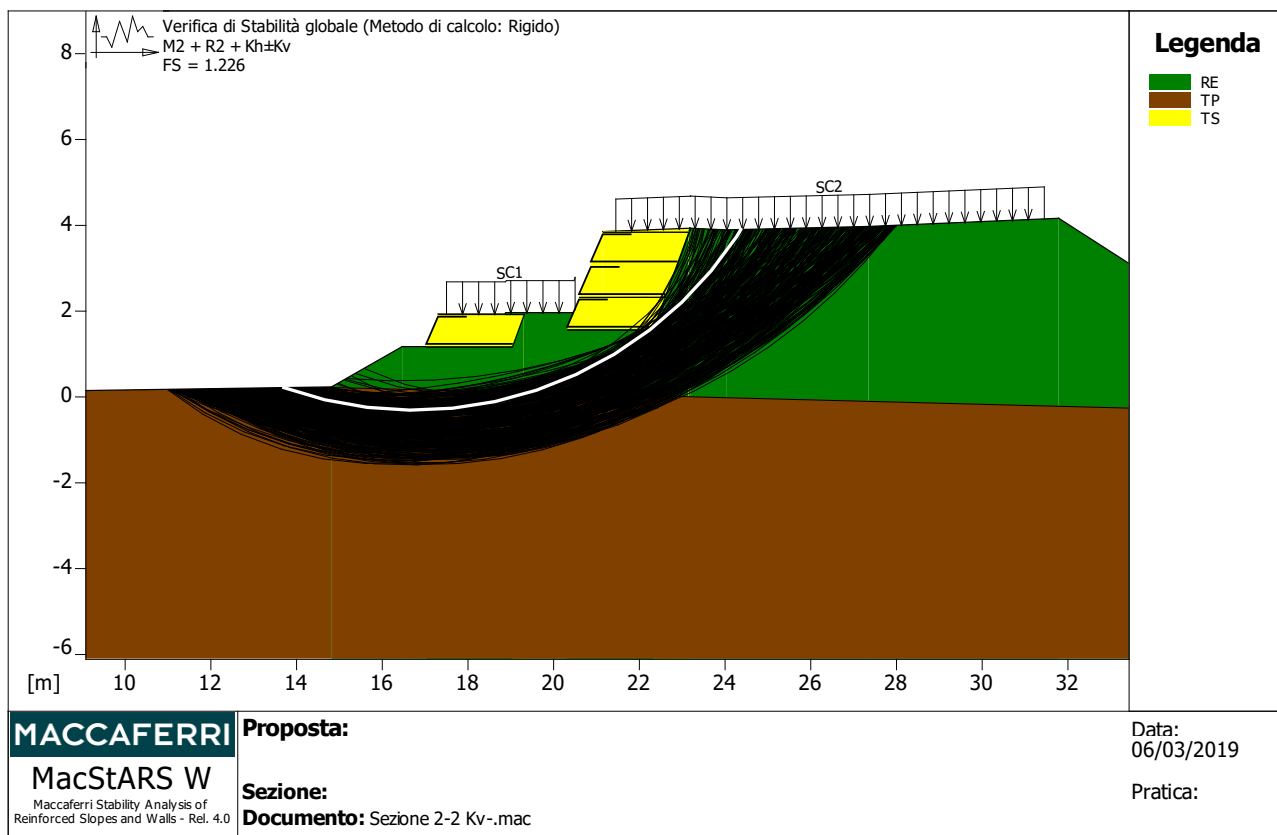
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

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

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	:	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidità estensionale.....	[kN/m]	:	330.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		:	1.09

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

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

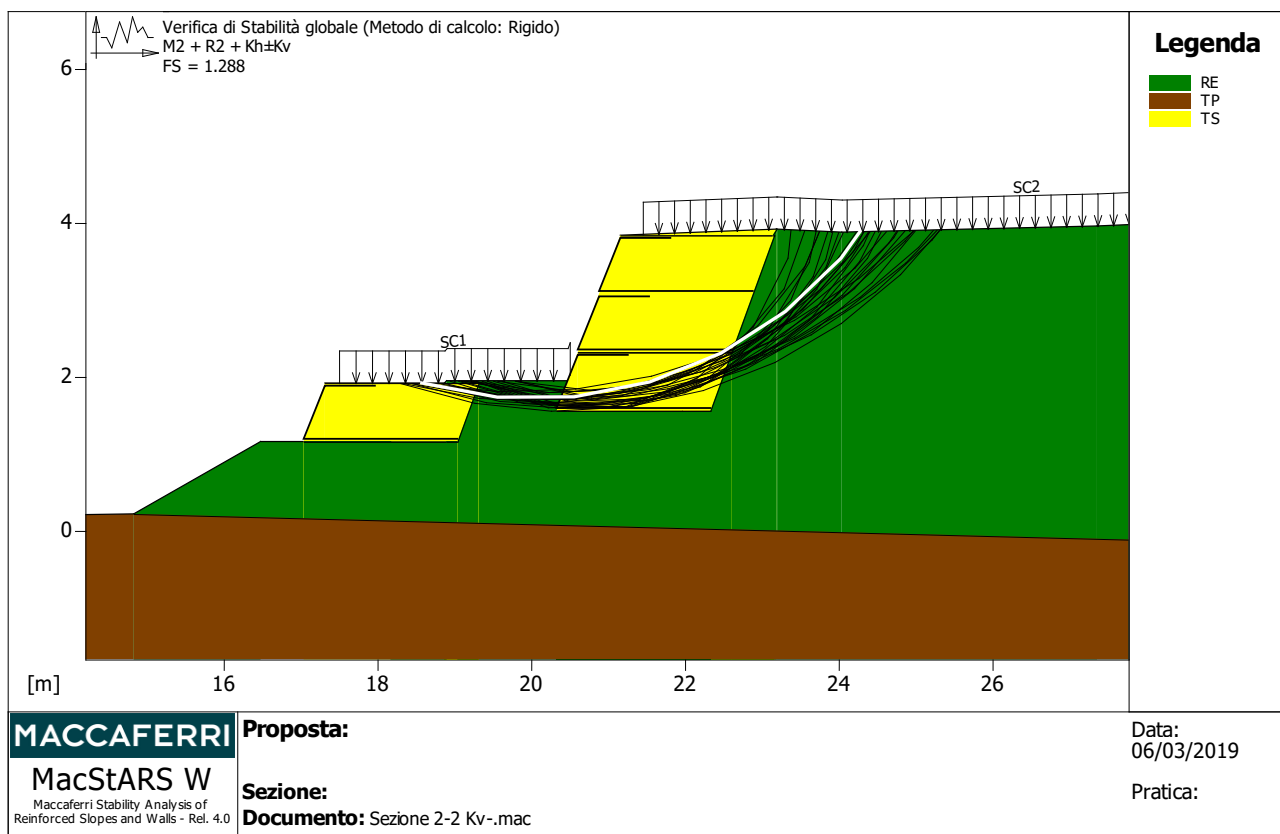
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.226

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
11.00	16.00	23.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		150	
Numero totale superfici di prova.....:		1500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

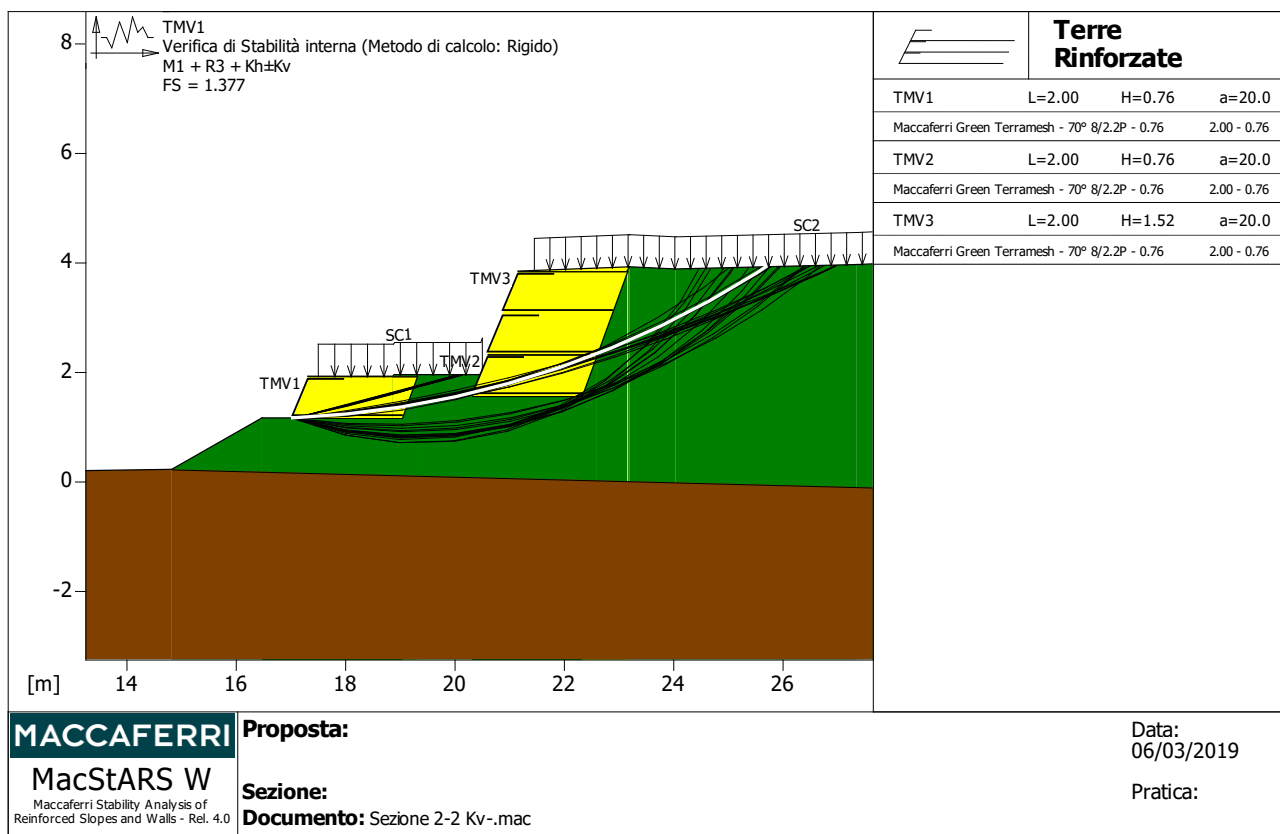
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.288

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	20.00	23.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		150	
Numero totale superfici di prova.....:		1500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



MACCAFERRI
MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of
Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:
Sezione:
Documento: Sezione 2-2 Kv-.mac

Data:
06/03/2019
Pratica:

Verifica di stabilità interna : TMV1

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

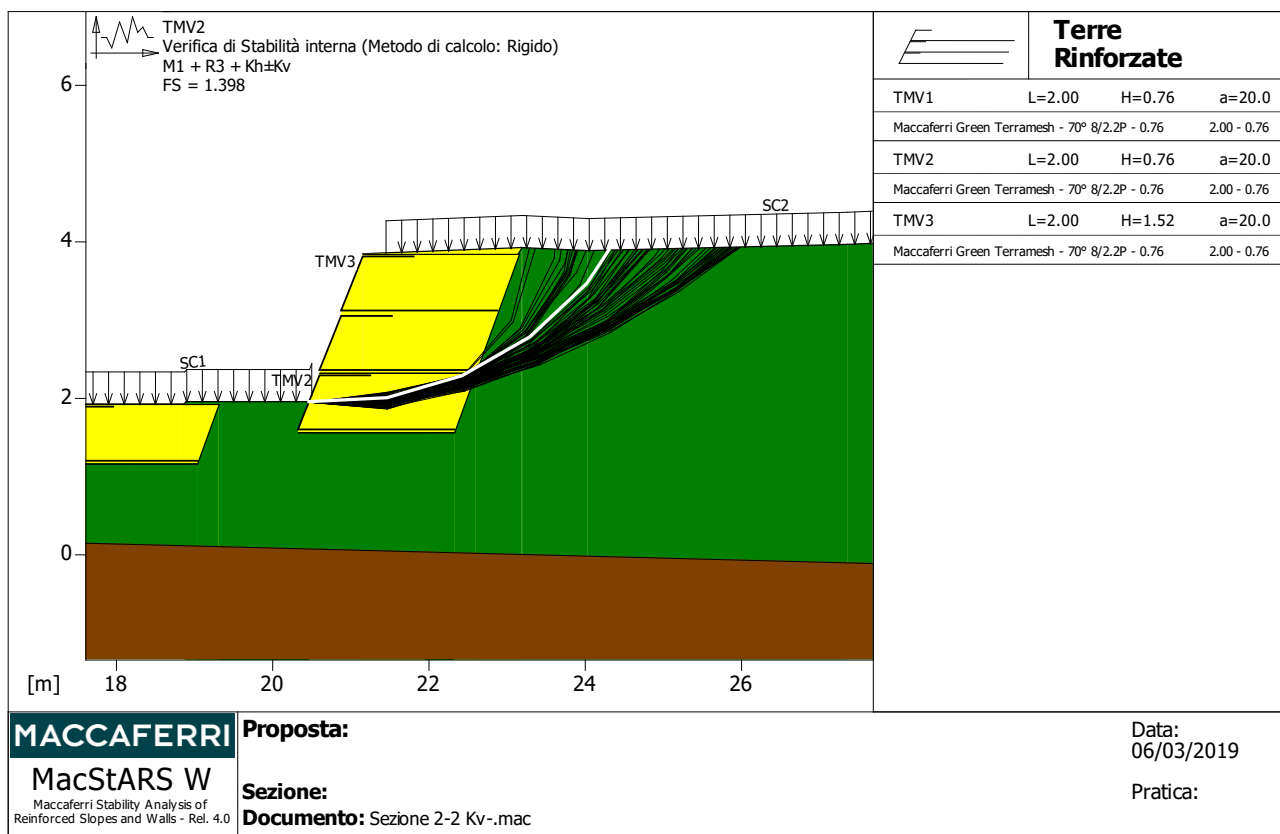
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.377

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	20.00	27.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV2

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

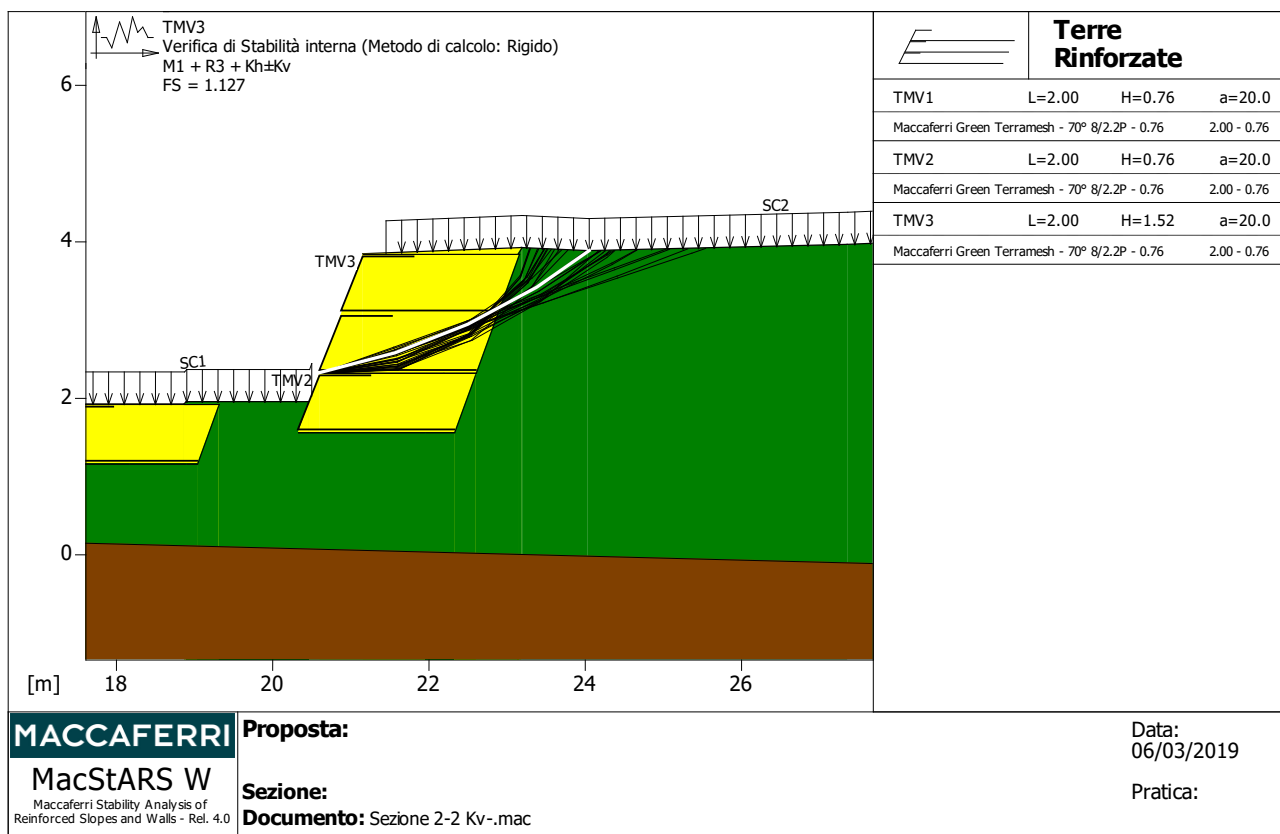
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.398

Blocco TMV2	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 23.00	Secondo punto 26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV3

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

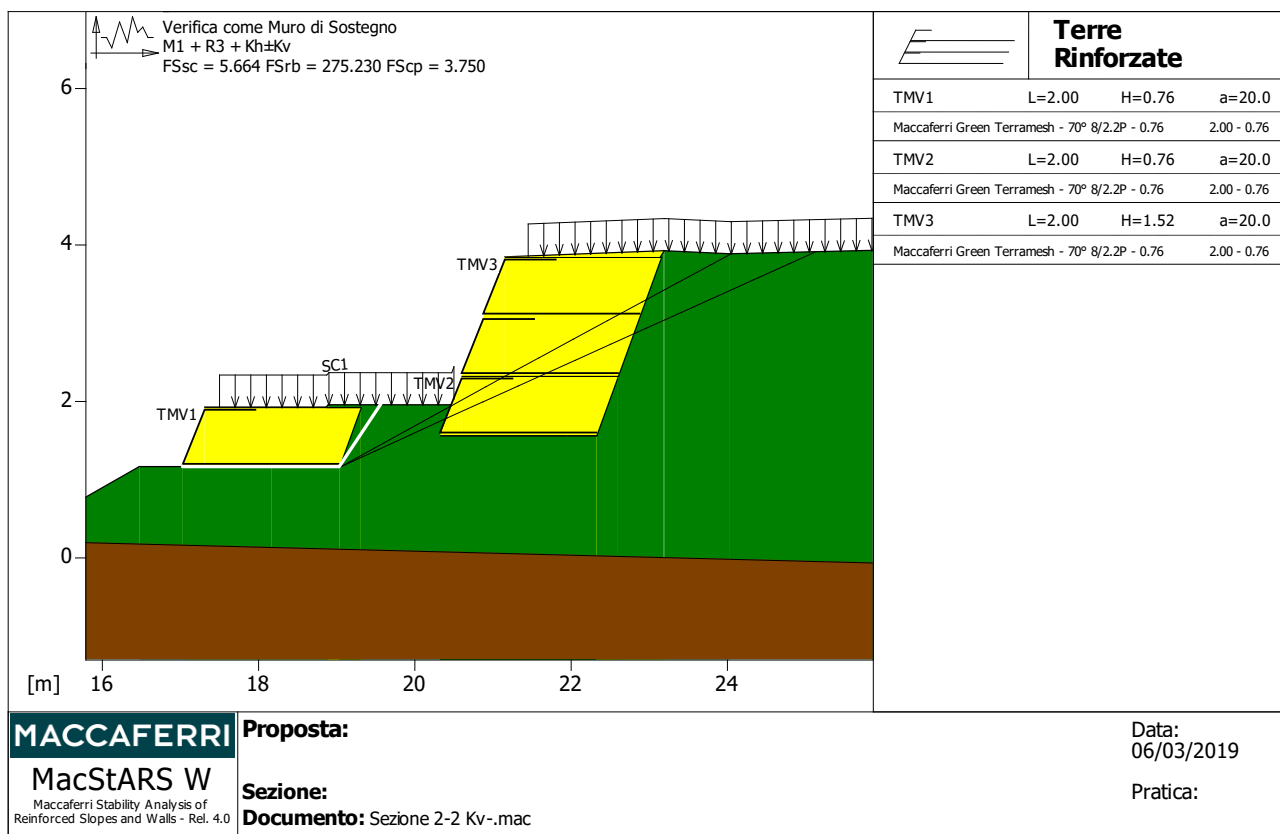
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

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

Blocco TMV3	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 22.00	Secondo punto 26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 23.92

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 4.22

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.664

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 38.36

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 0.14

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 275.230

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 77.44

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 17.21

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.750

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.12

Braccio momento.....[m].....: 0.03

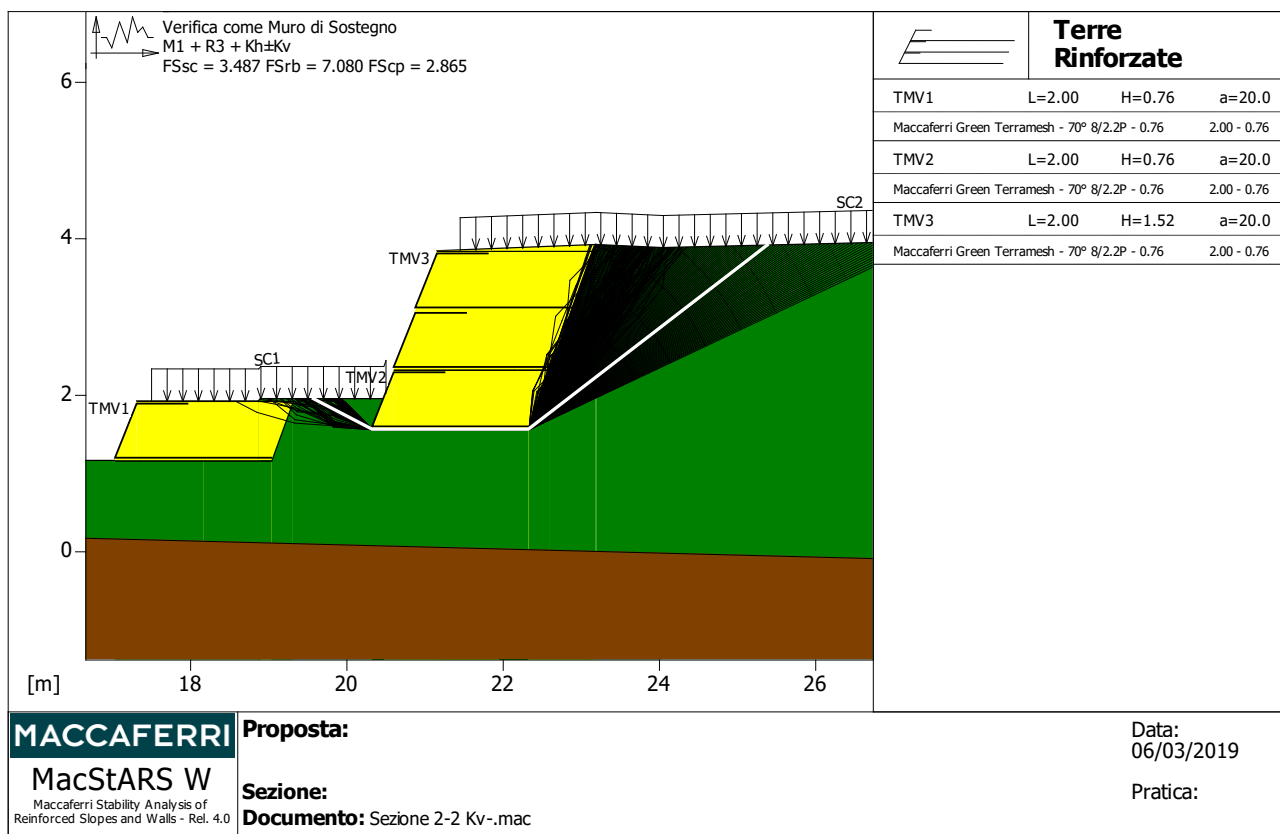
Forza normale.....[kN].....: 34.16

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 11.54

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 27.22

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

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 come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 66.71

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 19.13

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.487

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 119.56

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 16.89

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 7.080

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 167.01

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 48.59

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.865

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.08

Braccio momento.....[m].....: 0.88

Forza normale.....[kN].....: 95.27

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 38.60

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 64.69

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

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

11.3. Scenario 2b: verifica statica kv=+0.48

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : RE	Descrizione : RILEVATO ESISTENTE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TP	Descrizione : TERRENO IN POSTO
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 28.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TS	Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: RE		Descrizione: RILEVATO ESISTENTE					
Terreno : RE							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14.83	0.22	16.48	1.16	18.17	1.16	18.90	1.95
21.96	1.95	23.19	3.92	24.04	3.88	27.36	3.96
31.80	4.15	38.89	-0.40				

Strato: TP

Descrizione: TERRENO IN POSTO

Terreno : TP

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	14.83	0.22	38.89	-0.40	51.96	-0.43

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 0.76
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 17.04 Ordinata.....= 1.16
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00
Interasse.....[m] = 0.76
Risvolto.....[m] = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 0.76
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.33 Ordinata.....= 1.56
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00
Interasse.....[m] = 0.76
Risvolto.....[m] = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 1.52
Arretramento.....[m] = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

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

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

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

Rinforzi :

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

Lunghezza.....[m] = 2.00

Interasse.....[m] = 0.76

Risvolto.....[m] = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	2.05	0.08				

CARICHI

Pressione : SC1

Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 1

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 2.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 17.50 To = 20.50

Pressione : SC2

Descrizione : SOVRACCARICO CICLABILE 2

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²] = 2.00 Inclinazione.....[°] = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 21.45 To = 31.45

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale.....= 0.94 Verticale.....= 0.47

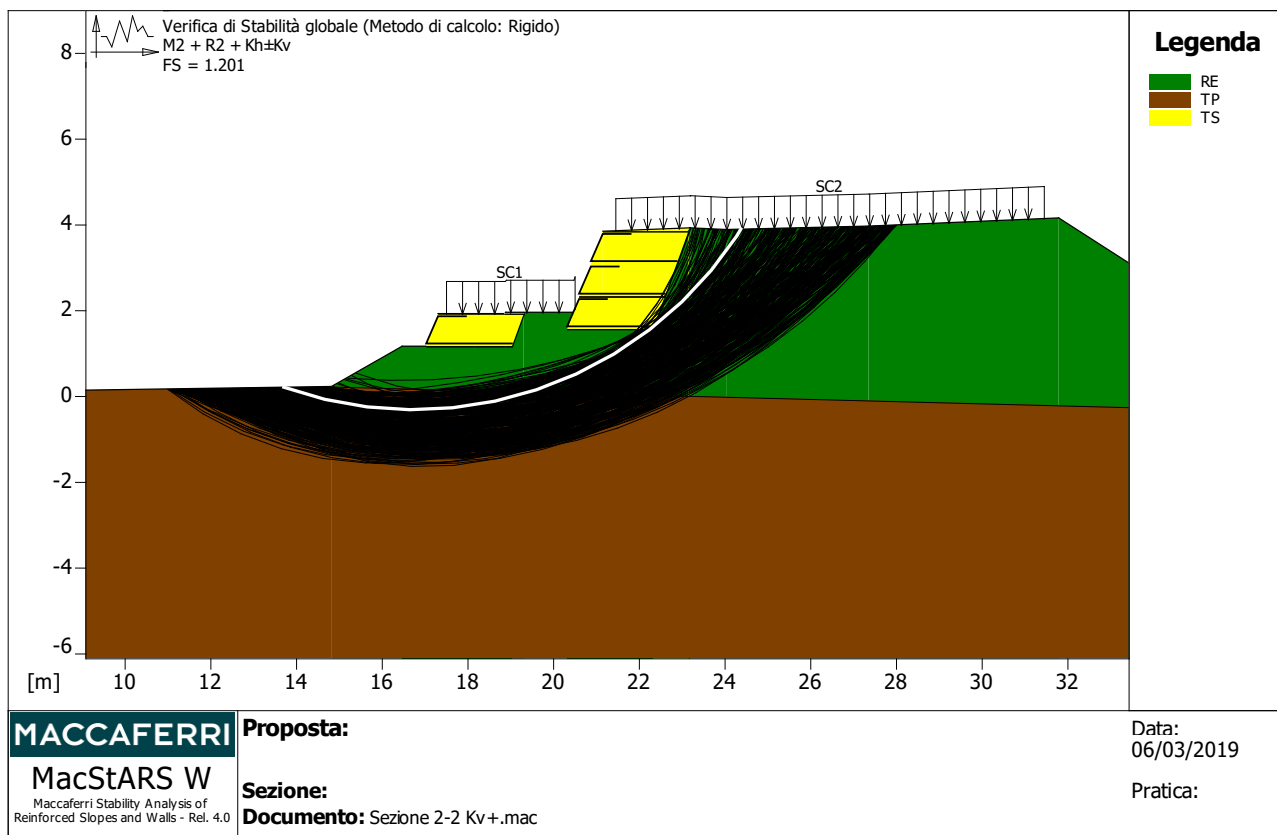
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

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

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m]	:	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]	:	330.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		:	1.09

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

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

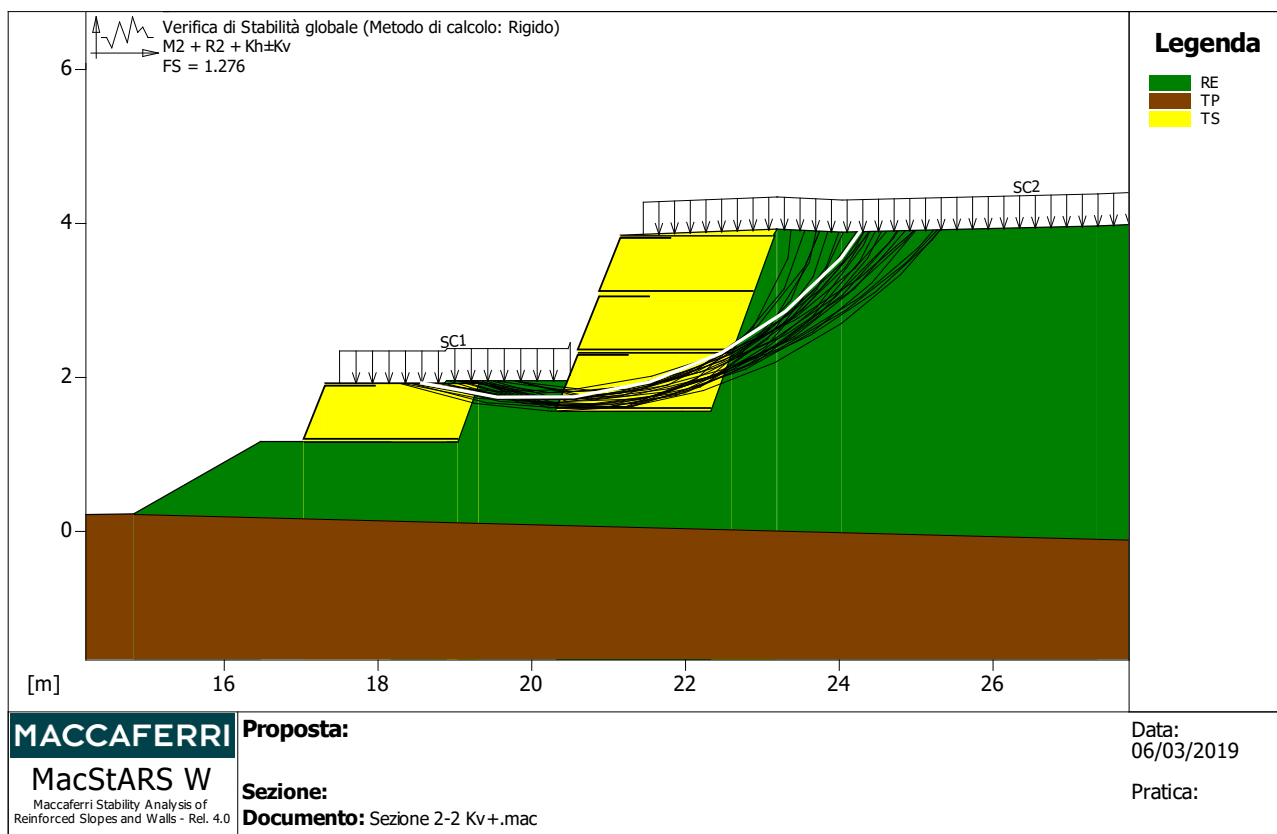
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.201

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
11.00	16.00	23.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		150	
Numero totale superfici di prova.....:		1500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

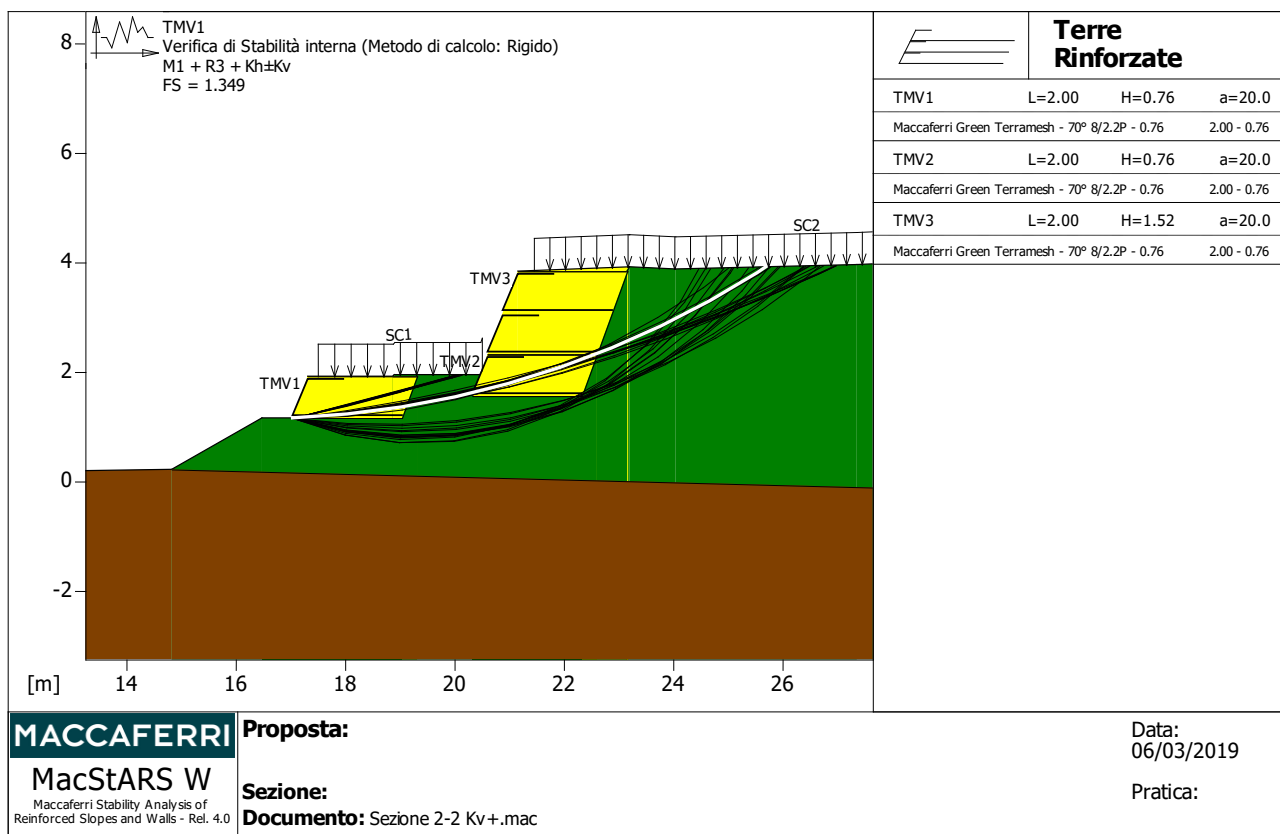
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.276

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	20.00	23.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		150	
Numero totale superfici di prova.....:		1500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



MACCAFERRI
MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of
Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:
Sezione:
Documento: Sezione 2-2 Kv+.mac

Data:
06/03/2019
Pratica:

Verifica di stabilità interna : TMV1

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

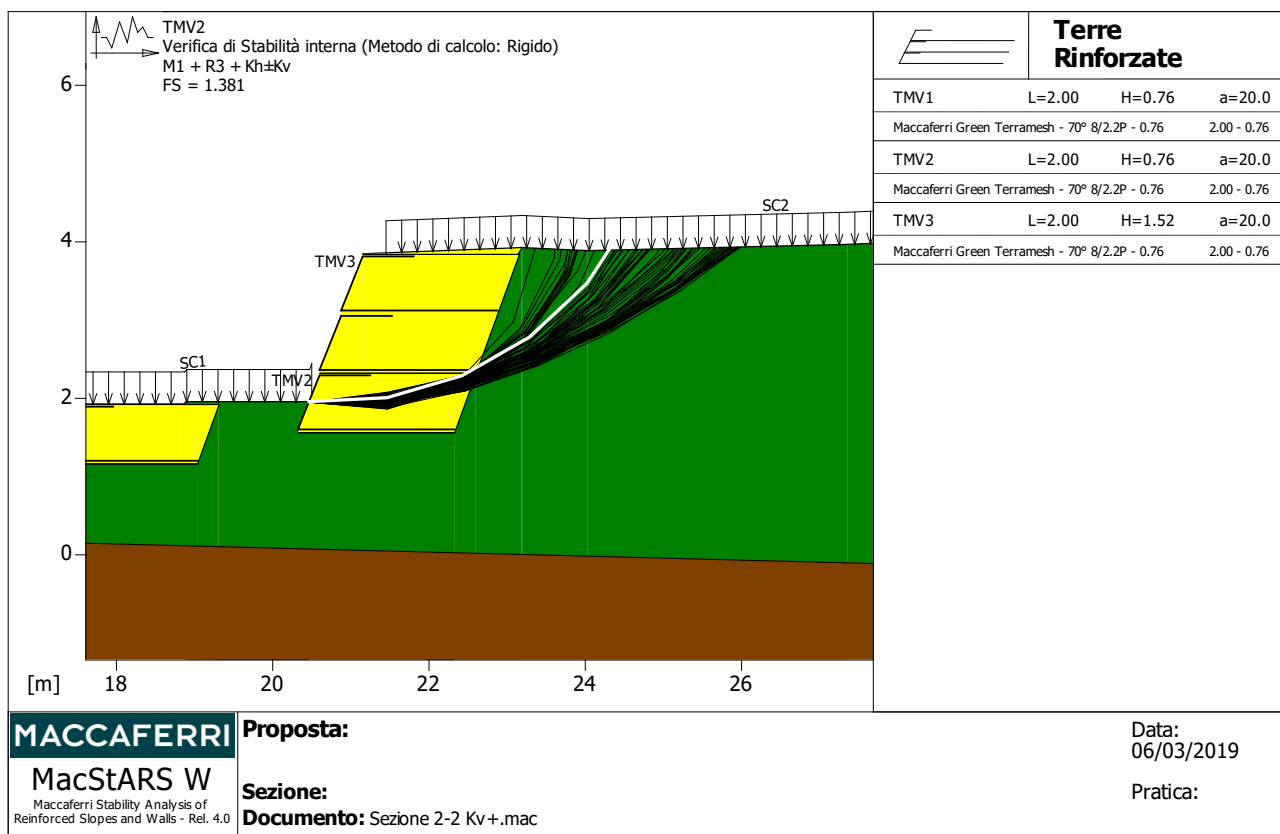
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

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

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	20.00	27.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV2

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

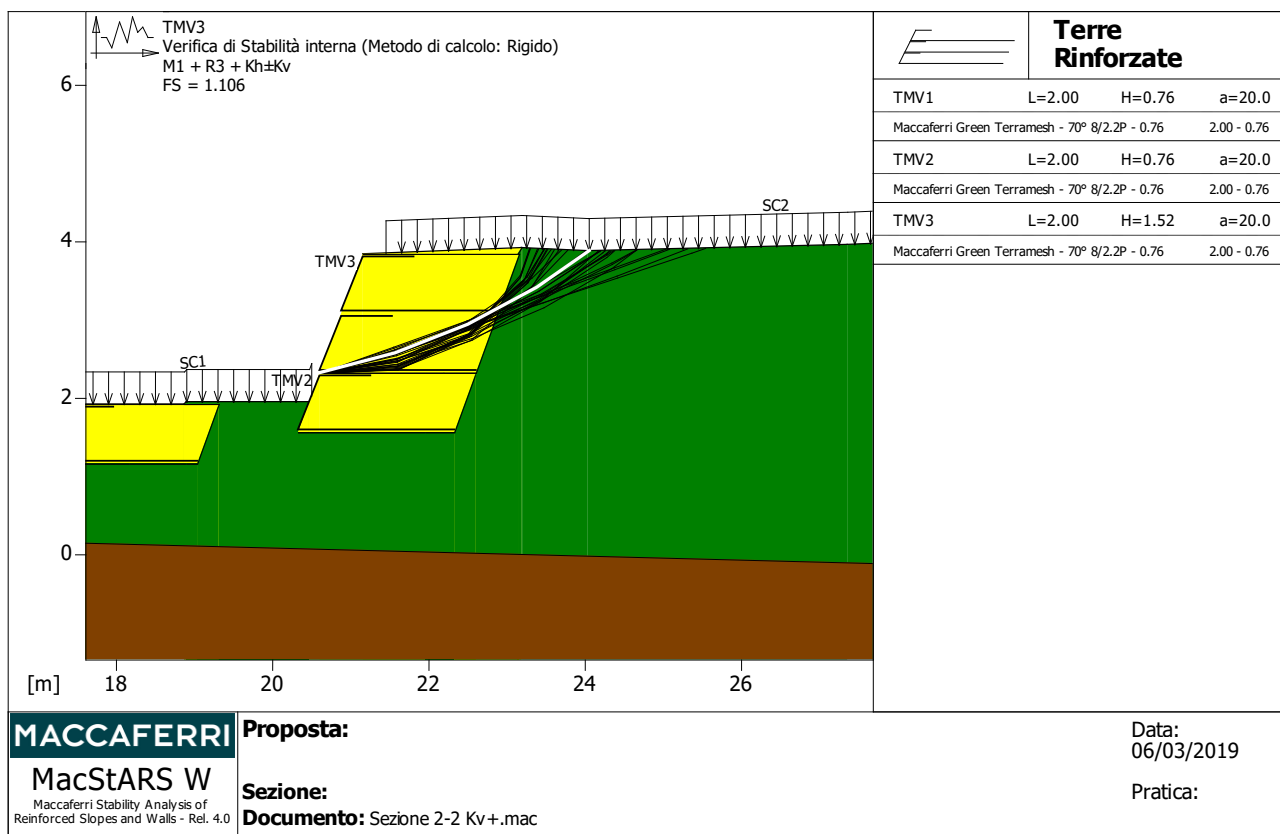
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.381

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV2	Primo punto	Secondo punto
	23.00	26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : TMV3

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

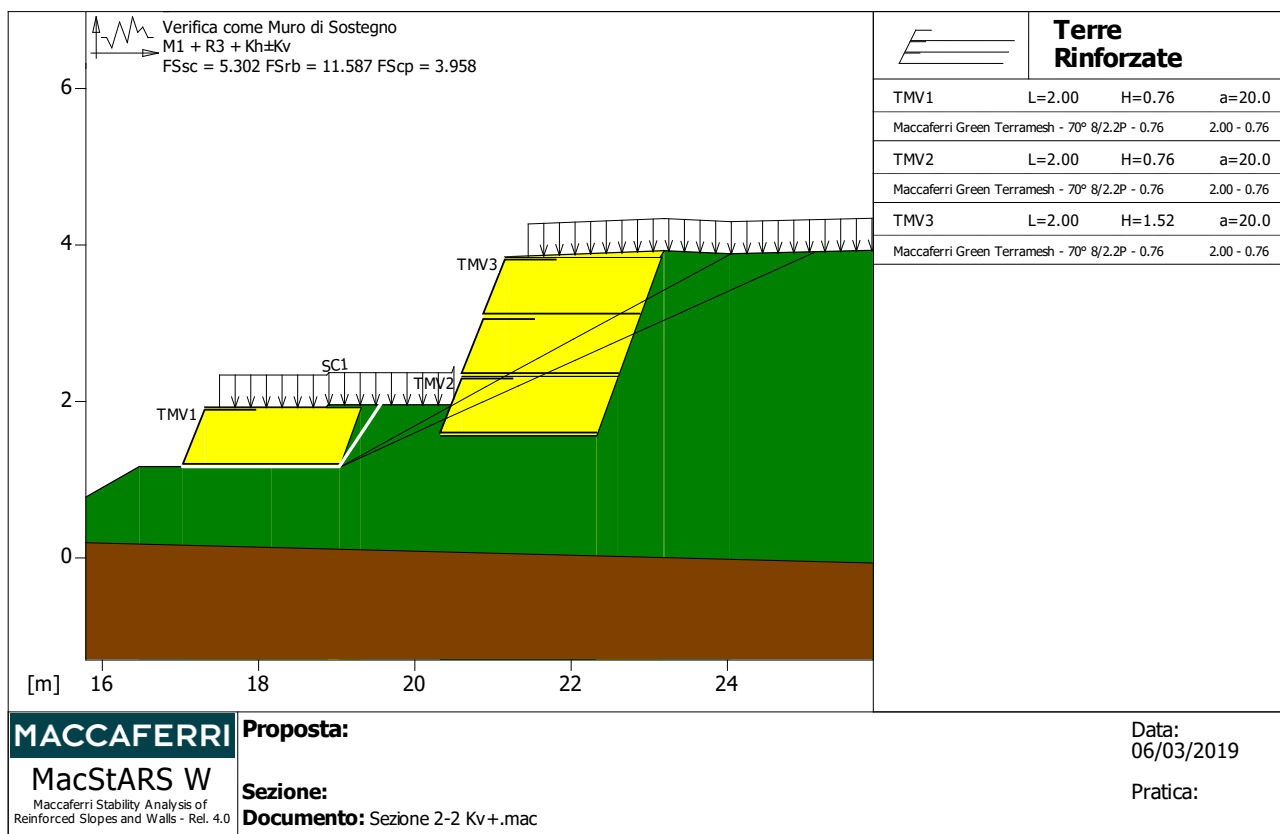
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.106

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco TMV3	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 22.00	Secondo punto 26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
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
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 21.96

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 4.14

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.302

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 38.36

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 3.31

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 11.587

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 75.13

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 15.82

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.958

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.12

Braccio momento.....[m].....: 0.80

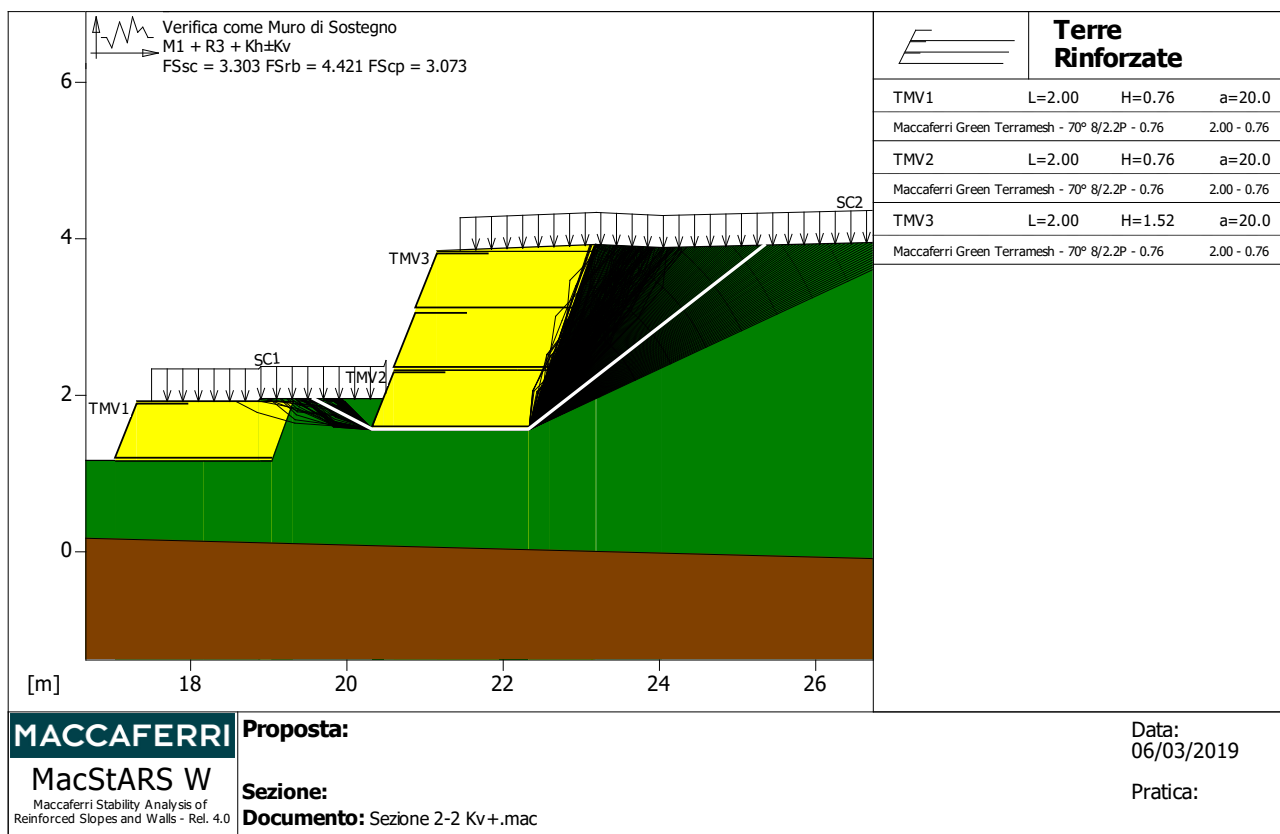
Forza normale.....[kN].....: 31.36

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 10.68

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 24.86

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

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 come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV2

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 60.82

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 18.42

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.303

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 119.56

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 27.04

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.421

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 163.71

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 44.40

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.073

Fondazione equivalente.....[m].....: 2.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.07

Braccio momento.....[m].....: 1.47

Forza normale.....[kN].....: 86.86

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 36.75

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 56.16

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

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

È allegato alla presente il manuale d'installazione del prodotto.

Conegliano, il 13.03.2019

Il progettista
dott. ing. Roberto Dal Moro



TERRAMESH VERDE MANUALE DI INSTALLAZIONE

AUTORE: OFFICINE MACCAFERRI ITALIA S.R.L.



0	15/11/2016	EMEA Technical Division <i>D. Tubertini</i>	Corp. DT Sect. Specialist <i>P. Di Pietro</i>	EMEA Technical Manager <i>M. Vicari</i>
REV.	DATA	PREPARATO DA	CONTROLLATO DA	APPROVATO DA

DESCRIZIONE DELLE REVISIONI DALL'ULTIMA VERSIONE

© COPYRIGHT MACCAFERRI

NOTE ED ASSUNZIONI	5
1. INTRODUZIONE	6
2. INFORMAZIONI IMPORTANTI.....	7
2.2 PROGETTO COSTRUTTIVO	7
2.3 MATERIALI E REQUISITI PRIMA DI INIZIARE	7
2.4 SERVIZI FORNITI DA OFFICINE MACCAFERRI	10
3. PIANO DI POSA.....	12
3.1 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA	12
3.2 TRACCIAMENTO	13
4. ASSEMBLAGGIO DEL TERRAMESH VERDE.....	14
4.1 APERTURA DELL' ELEMENTO DI RETE A DOPPIA TORSIONE E STESURA SU UN PIANO ORIZZONTALE	14
4.2 ASSEMBLAGGIO DELL'ELEMENTO TMV	14
4.3 RINFORZI IN GEOGRIGLIA (SE PRESENTI).....	20
4.4 POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI	21
4.5 POSIZIONAMENTO DEL RIEMPIMENTO STRUTTURALE	24
4.6 COMPATTAZIONE DEL RILEVATO	25
4.7 RIEMPIMENTO DEL RILEVATO	26
4.8 POSIZIONAMENTO DEL TERRENO VEGETALE.....	27
4.9 IDROSEMINA E INERBIMENTO.....	27
5. DETTAGLI COSTRUTTIVI	29
5.1 INSTALLAZIONE IN ANGOLO O IN CURVA	29
5.2 MODELLAZIONE E TERMINAZIONE DELLE STRUTTURE.....	30
5.3 INTERFERENZE E PENETRAZIONI DELLA FACCIATA.....	31
5.4 DRENAGGI INTERNI ED ESTERNI.....	34
6. RELAZIONI CAUSA-EFFETTO.....	37
6.1 RELAZIONI CAUSA-EFFETTO	37
6.2 TOLLERANZE	38
7. MANUTENZIONE.....	39

7.1 ANOMALIE RISONTRABILI E RELATIVI INTERVENTI DI MANUTENZIONE.....	39
7.2 CONTROLLI ESEGUIBILI DAL PERSONALE QUALIFICATO	40
8. PRODUTTIVITA' NELL'INSTALLAZIONE	41

NOTE ED ASSUNZIONI

OFFICINE MACCAFERRI fornisce tutti i componenti e gli accessori che debbono essere utilizzati per la realizzazione delle strutture in terra rinforzata rinverdibile TERRAMESH VERDE, descritte in dettaglio nei Progetti Costruttivi approvati e fatti propri dall'Impresa Cliente.

Questo manuale rappresenta una guida alla realizzazione del Terramesh Verde e fornisce consigli pratici per l'organizzazione ed il controllo delle relative operazioni di montaggio. Il personale dell'Impresa Esecutrice (capocantiere, caposquadra incaricato ecc...) e della Direzione Lavori devono essere a conoscenza del contenuto del manuale prima della consegna dei materiali in cantiere.

Il manuale è indirizzato unicamente al Cliente. Il contenuto è confidenziale e, salvo quanto prescritto di seguito, è destinato solamente al Cliente (e nessun altro), il quale in seguito non avrà il diritto di divulgare o modificare alcuna informazione presente nel manuale.

Nessun'altra persona / ente ha il diritto di avvalersi del manuale per qualsiasi scopo e OFFICINE MACCAFERRI non ha responsabilità o doveri nei confronti di terzi per i contenuti del manuale.

Né il manuale, né le informazioni in esso contenute possono essere riprodotte, usate o divulgate a terzi senza l'autorizzazione scritta di OFFICINE MACCAFERRI; il manuale inoltre non può essere fornito, senza autorizzazione scritta, a nessuno al di fuori del Cliente ed in forma strettamente confidenziale. OFFICINE MACCAFERRI non si assume nessuna responsabilità nei confronti di terzi, i quali non possono divulgare copie ad altre persone.

Le istruzioni fornite dal manuale sono di carattere generale e non esimono quindi il Cliente da obblighi e responsabilità per la definizione della corretta esecuzione di tutte le operazioni specifiche richieste per l'esecuzione del progetto (sequenza di montaggio, carico e scarico materiale, procedure di sicurezza). In tal senso, OFFICINE MACCAFERRI non sarà responsabile di eventuali errori o inesattezze sui risultati e non si assume conseguenti responsabilità. Le informazioni fornite in questo manuale non esimono il Cliente dall'obbligo di osservare gli Elaborati del Progetto Costruttivo, le specifiche ed i Documenti Contrattuali forniti da terze parti e requisiti di sicurezza richiesti in sito. Il manuale non sostituisce i disegni costruttivi realizzati dal Progettista incaricato.

A tal proposito, quando la realizzazione della struttura necessita di specifiche indicazioni, queste saranno indicate nei disegni costruttivi. In caso di discrepanze o ambiguità tra i disegni costruttivi e questo manuale, verranno seguiti i primi.

Se richiesto, OFFICINE MACCAFERRI manderà un tecnico sul sito in fase iniziale dei lavori per assistere in Cliente nell'impostazione delle corrette procedure di montaggio, lasciando inteso che tale attività non comporta nessuna responsabilità sul risultato da parte di OFFICINE MACCAFERRI.

Questo manuale di installazione non intende fornire al Cliente una guida esaustiva per l'organizzazione ed il controllo delle operazioni relative all'installazione del TERRAMESH VERDE.

Tutte le criticità che possono sorgere in seguito alle informazioni fornite in tale manuale non possono essere attribuite a OFFICINE MACCAFERRI.

Dove il manuale riproduce o sintetizza informazioni e/o descrizioni inerenti al TERRAMESH VERDE, OFFICINE MACCAFERRI non accetta nessuna responsabilità o dovere sull'inesattezza o inaccuratezza di tali informazioni.

1. INTRODUZIONE

Il Terramesh® Verde è un sistema per terra rinforzata a paramento rinverdibile realizzato mediante elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tipo 8x10, tessuta con filo d'acciaio, protetto con Galmac (lega eutettica Zn-Al 5%) e un ulteriore rivestimento polimerico ad elevate prestazioni, è prodotto in accordo con il regolamento 305/2011 (ex. Direttiva Europea 89/106/CEE). È conforme alle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con parere nr. 69 (2013), con UNI EN 10223-3:2013 ed è provvisto di marcatura CE in conformità con ETA-13/0295.

Il sistema di produzione e gestione aziendale è certificato in conformità alle norme ISO 9001 e ISO 14001 (relativa al sistema di gestione ambientale).

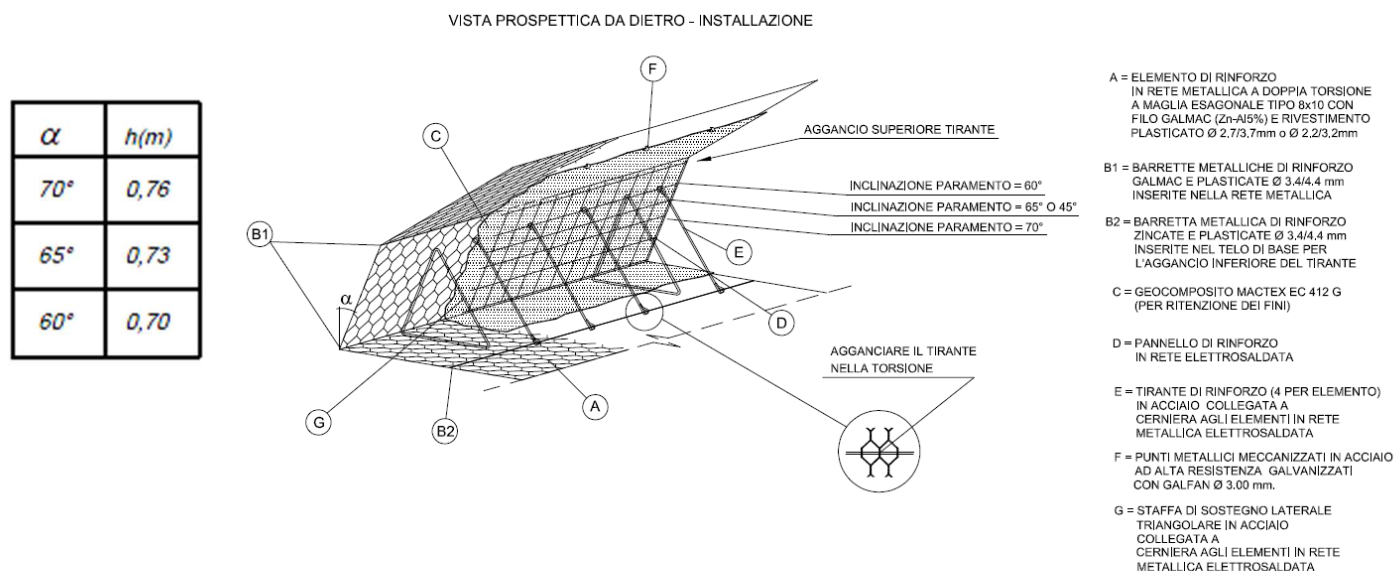


Fig. 1 – Terramesh Verde

2. INFORMAZIONI IMPORTANTI

2.1 RESPONSABILITA'

Il completamento della costruzione in stretta conformità agli Elaborati del Progetto Costruttivo, alle specifiche ed ai Documenti Contrattuali è responsabilità dell'Impresa Esecutrice. Per assisterla in questo, OFFICINE MACCAFERRI fornisce le raccomandazioni contenute in questo manuale, che in nessun caso sollevano l'Impresa Esecutrice dalla responsabilità di attenersi a tutti gli standard di sicurezza e alle procedure in vigore.

L'Impresa Esecutrice ed il Committente verificheranno che il personale di cantiere incaricato dell'esecuzione sia in possesso di una copia di questo manuale e sia a conoscenza del suo contenuto.

Quando richiesto, il Personale Tecnico di OFFICINE MACCAFERRI sarà presente sul cantiere durante le fasi iniziali della costruzione. Assisterà l'Impresa Esecutrice nella programmazione delle consegne e fornirà consigli sulle procedure di montaggio consigliate per le strutture Terramesh Verde così come descritte in questo manuale.

Questo Personale Tecnico non sarà presente in cantiere per tutta la durata della costruzione, e non deve in ogni caso sostituire gli incaricati dell'ispezione e del Controllo Qualità di Impresa Esecutrice e Committente.

2.2 PROGETTO COSTRUTTIVO

1. Prima di iniziare qualsiasi operazione in cantiere, l'Impresa Esecutrice verificherà che per la costruzione della struttura sia utilizzata l'ultima versione, debitamente approvata, del relativo Progetto Costruttivo, nel pieno rispetto delle quote degli elaborati preventivamente approvate.

2. L'Impresa Esecutrice dovrà inoltre eseguire le verifiche topografiche necessarie per accertarsi che la struttura sia costruita nella posizione richiesta.

2.3 MATERIALI E REQUISITI PRIMA DI INIZIARE

Questo lavoro consiste nella fornitura, assemblaggio e riempimento dei TMV con terreno come specificato nel contratto.

Unità TERRAMESH VERDE (TMV)

Il Terramesh® Verde è un sistema per terra rinforzata a paramento rinverdibile realizzato mediante elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tipo 8x10, tessuta con filo d'acciaio, protetto con Galmac (lega eutettica Zn-Al 5%) e un ulteriore rivestimento polimerico ad elevate prestazioni, è prodotto in accordo con il regolamento 305/2011 (ex. Direttiva Europea 89/106/ CEE). È conforme alle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con parere nr. 69 (2013), con UNI EN 10223-3:2013 ed è provvisto di marcatura CE in conformità con ETA-13/0295. Gli elementi sono forniti già predisposti a misura senza richiedere ulteriori tagli in cantiere. I bordi della rete sono costituiti da filo uguale alle barrette di rinforzo. Il paramento esterno è dotato di un ulteriore pannello di rinforzo in rete elettrosaldata collegato, in fase di produzione, con un ritentore di fini (costituito da un tessuto in poliestere a maglia in catena con inserzione di trama, per gli elementi di Terramesh® Verde tipo terra, e da una geostuoia tridimensionale in polipropilene per il Terramesh®

Verde tipo acqua). Il paramento è provvisto anche di 2 staffe triangolari e 4 tiranti in acciaio ad estremità uncinati, che debbono essere utilizzati in cantiere per ottenere l'inclinazione richiesta del paramento esterno. Il tirante dovrà essere collocato al telo di base in corrispondenza di una barretta trasversale inserita nel telo stesso, avendo cura comunque di collegarsi sempre e solo alle doppie torsioni e non alla barretta.

Il filo utilizzato nella produzione del Terramesh® Verde è rivestito con Galmac classe A, (lega eutettica di Zinco - Alluminio 5%).

Successivamente è applicato un rivestimento polimerico con spessore nominale di 0.50 mm, per consentire una maggiore protezione anche per l'utilizzo in ambienti aggressivi, o per opere idrauliche di qualsiasi genere. Tutti i test sul filo devono essere fatti prima della fabbricazione della maglia.

Gli elementi Terramesh Verde sono forniti in pacconi etichettati in stabilimento e contenenti più elementi piegati, pressati, e legati tra di loro per facilitarne il trasporto e la movimentazione in cantiere. La dimensione di un singolo paccone è 3.1x2.1 m in pianta e altezza variabile; il tipo e la dimensione ne determinano la quantità per paccone (Fig.2).

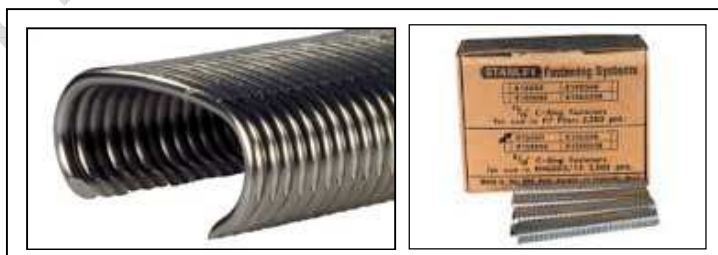


Fig. 2 – Pacconi di Terramesh Verde

Punti di legatura

Al fine di aumentare la produttività dell'installazione, vengono utilizzati dei punti metallici per collegare le varie unità Terramesh tra loro (Fig.3).

I punti devono essere in accordo con la EN 10223-3 e sono forniti in scatola (1600 punti/scatola); essi sono disponibili con rivestimento Galmac. La quantità indicativa di punti da utilizzare è indicata in Tab.1.



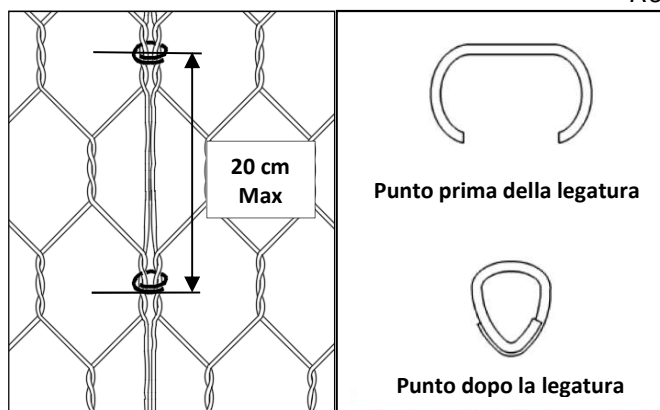


Fig. 3 – Punti di legatura

TERRAMESH VERDE	PUNTI
$\alpha = 60^\circ - 65^\circ - 70^\circ$	15-20

Tabella 1 – Numero suggerito di punti per mq di faccia a vista

Alternativamente, per interconnettere le unità può essere utilizzato del filo di legatura, il quale è rivestito con Galmac e polimero (diametro 2.2/3.2 mm) fornito in bobine, in modo da facilitarne l'assemblaggio (Fig.4).

Punti/ filo di legatura



Fig. 4 – Filo di legatura: bobina e legatura

Terreno da rilevato

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale deve essere di buona qualità, asciutto, granulare.

Il terreno strutturale deve essere in accordo con le caratteristiche geotecniche specificate dal Progettista ed utilizzate nei calcoli.

Ulteriori condizioni per il terreno di riempimento sono date nelle Specifiche Tecniche date da normativa vigente (EN 14475).

Terreno vegetale

Il terreno vegetale deve essere composto da argilla sabbiosa o sabbia argillosa, con un contenuto organico compreso tra il 3 ed il 20%.

Il suolo deve risultare fertile e friabile e deve essere prelevato da una profondità massima di 20-30 cm; deve essere libero da radici o pietre di diametro maggiore di 5 cm. Tale riempimento andrà posizionato per uno specifico spessore a tergo del paramento inclinato dell'unità TMV.

Rinforzi in geogriglia (se necessari – determinate da calcoli)

I rinforzi in geogriglia Paragrid, Paralink, Paradrain e Macgrid sono fornite in rotoli di lunghezza

variabile dai 50 a 200 m in funzione della resistenza del rinforzo.

Il rotolo di Paragrid è largo 3.90 m ed ha un peso variabile dai 90 ai 150 kg, mentre il rotolo di Paralink è largo 4.50 m ed ha un peso variabile tra i 500 e 900 kg.

Il rotolo di Paradrain ha una larghezza di 3.90 m ed un peso variabile tra i 90 e 170 kg, mentre quello di Macgrid ha una larghezza variabile dai 3.60 ai 5.30 m (vedere le schede tecniche relative).

Attrezzature

In Figura 5 sono mostrati gli strumenti disponibili per il fissaggio dei punti:

- Graffatrice pneumatica Spenax: deve essere collegata ad un compressore ad aria a 6-7 bar, con tubo dell'aria con Φ max 10 mm e lunghezza massima 30 m;
- Graffatrice manuale.

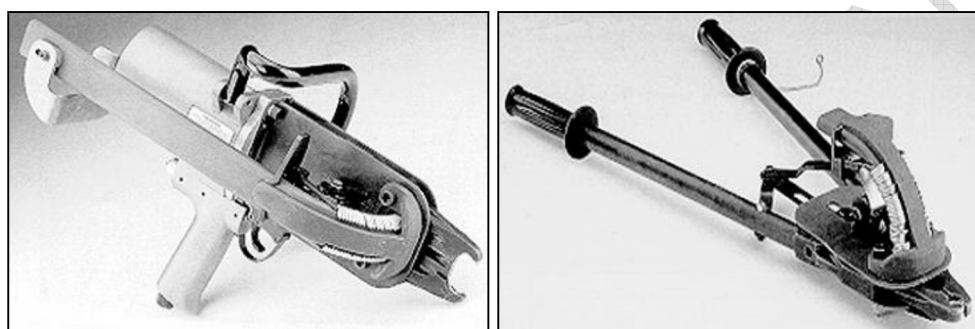


Fig. 5 – Graffatrice per la legatura pneumatica e manuale

Consegna e stoccaggio in cantiere dei materiali

Gli elementi Terramesh Verde vengono consegnati presso il magazzino appositamente realizzato in cantiere.

Sarà cura del personale dell'Impresa controllare che tali materiali siano disposti con cura in posizione tale da

1. facilitare le operazioni di carico e scarico
2. evitare rischi di danneggiamento durante la movimentazione
3. mantenere accessibile l'area per eventuali controlli ispettivi
4. segnalare tempestivamente eventuali anomalie per l'accettazione della merce o ammaloramenti durante la giacenza dei componenti in magazzino.

Il materiale consegnato è etichettato in modo da renderne leggibili le caratteristiche e quindi la corretta individuazione ed utilizzo da parte del personale preposto all'installazione.

2.4 SERVIZI FORNITI DA OFFICINE MACCAFERRI

- Elaborati di progetto finalizzati al computo per le strutture in Terramesh Verde
- Trasporto in cantiere dei materiali forniti, con un tempo di scarico compreso di due ore dall'arrivo del mezzo in cantiere.

2.5 MATERIALI FORNITI DA OFFICINE MACCAFERRI

- Elementi TMV
- Punti metallici e graffatrice per la legatura
- Rinforzi in geogriglia Paragrid, Paralink, Paradrain e Macgrid (se necessari – determinati dai calcoli)

Le certificazioni di conformità di tutti i suddetti materiali sono fornite da OFFICINE MACCAFERRI. È comunque responsabilità dell'Impresa Esecutrice verificare che tutti i materiali ricevuti siano conformi ai Documenti di Trasporto ed alle richieste del progetto Costruttivo.

Qualsiasi discrepanza sarà annotata al momento dello scarico sul documento di Trasporto e comunicata immediatamente a OFFICINE MACCAFERRI.

© COPYRIGHT MACCAFERRI

3. PIANO DI POSA

3.1 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

Il piano di posa dovrà essere predisposto fino a raggiungere la quota d'imposta del primo elemento di Terramesh da eseguire, secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto (Fig. 6). Dovrà essere effettuato uno scotico del terreno vegetale in modo da appoggiare la terra rinforzata sul materiale in posto previsto da progetto.

Il piano di posa del TMV deve essere asciutto, liscio e libero da irregolarità, materiale sciolto e vegetazione o materiale organico, in accordo con le specifiche progettuali.

Il terreno dovrà essere adeguatamente rullato e compattato secondo specifiche tecniche per assicurare una capacità portante uniforme e minimizzare i cedimenti differenziali.

Il terreno vegetale dovrà essere stoccato in prossimità del sito per permetterne un suo possibile riutilizzo durante l'installazione del TMV come materiale di riempimento a tergo del paramento.

Per facilitare l'installazione, il piano di posa dovrà avere una inclinazione massima del 4% sulla direzione longitudinale.

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 dovrà eseguire delle canalette di scolo laterale in pendenza con adeguato recapito.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di scarica autorizzate.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale per cui non si verifichino condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Scavi provvisori per la realizzazione del piano di posa devono essere fatti in accordo con le specifiche progettuali.



Fig. 6 – Livellamento del piano di posa del TMV

Note: La valutazione dell'idoneità del terreno di fondazione e della sua capacità portante è responsabilità del Progettista e della Direzione Lavori. Qualsiasi terreno di fondazione che si riveli inadatto dovrebbe essere rimosso e sostituito da materiale idoneo e compattato secondo le disposizioni della D.L., fino ad una densità compatibile indicata dal Progetto Costruttivo.

3.2 TRACCIAMENTO

Devono essere segnati l'inizio del muro, la fine ed ogni punto interno/esterno nel quale cambia l'angolazione o la quota rifacendosi in maniera scrupolosa alle tavole del Progetto Costruttivo (Fig.7).



Fig. 7 – Tracciamento TMV

4. ASSEMBLAGGIO DEL TERRAMESH VERDE

4.1 APERTURA DELL' ELEMENTO DI RETE A DOPPIA TORSIONE E STESURA SU UN PIANO ORIZZONTALE

È necessario assicurarsi di avere uno spazio aperto e piano in cantiere per procedere all'apertura delle unità. Dopo aver posizionato il singolo paccone in area di lavoro adiacente al luogo dove dovranno essere installate le unità, si procederà alla rimozione del filo esterno e al prelevamento delle singole unità, che verranno poi aperte e stese sul terreno (Fig. 8).



Fig. 8 – Apertura e appiattimento del TMV per ripristinare la forma corretta originale

4.2 ASSEMBLAGGIO DELL'ELEMENTO TMV

Aprire e spiegare ogni elemento avendo cura di stendere il telo di rinforzo eliminando le linee di piegatura preformate in fase di produzione; mettere in posizione gli elementi per dare l'inclinazione adeguata al paramento.

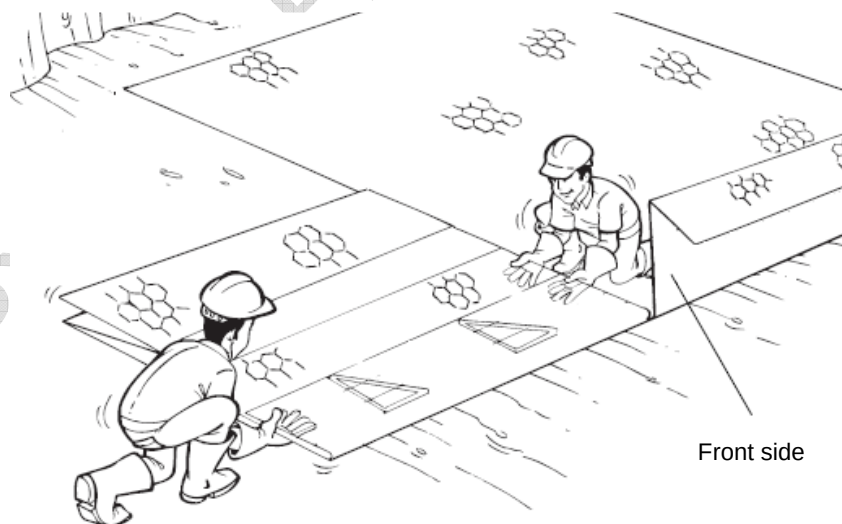


Fig. 9 – Apertura e spiegamento delle unità TMV

Nell'eseguire tale operazione si dovrà avere cura che vengano correttamente rimosse le piegature residue e che la rete complessivamente riacquisti la forma e le misure previste dal progetto. 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 200 mm, per garantire una struttura in terra rinforzata omogenea.

Maggiori dettagli sull'installazione sono mostrati nelle Figure 10-18.

Gli elementi Terramesh Verde possono essere assemblati in cantiere con differenti angolazioni:

- 70°** - spaziatura verticale 0.76 m (5 maglie) o 0.61 m (4 maglie)
- 65°** - spaziatura verticale 0.73 m (5 maglie) o 0.58 m (4 maglie)
- 60°** - spaziatura verticale 0.70 m (5 maglie) o 0.55 m (4 maglie)
- 45°** - spaziatura verticale 0.58 m (5 maglie) o 0.45 m (4 maglie)

Ciascun elemento Terramesh Verde è provvisto di 2 staffe triangolari (collegate in fase di produzione) e 4 tiranti in acciaio ad estremità uncinati, che devono essere utilizzati in cantiere per ottenere l'inclinazione richiesta del paramento esterno.

Il pannello in rete elettrosaldata presenta una struttura di fili asimmetrica per consentire l'installazione dei tiranti alla barra orizzontale corretta, assicurando così la pendenza desiderata.

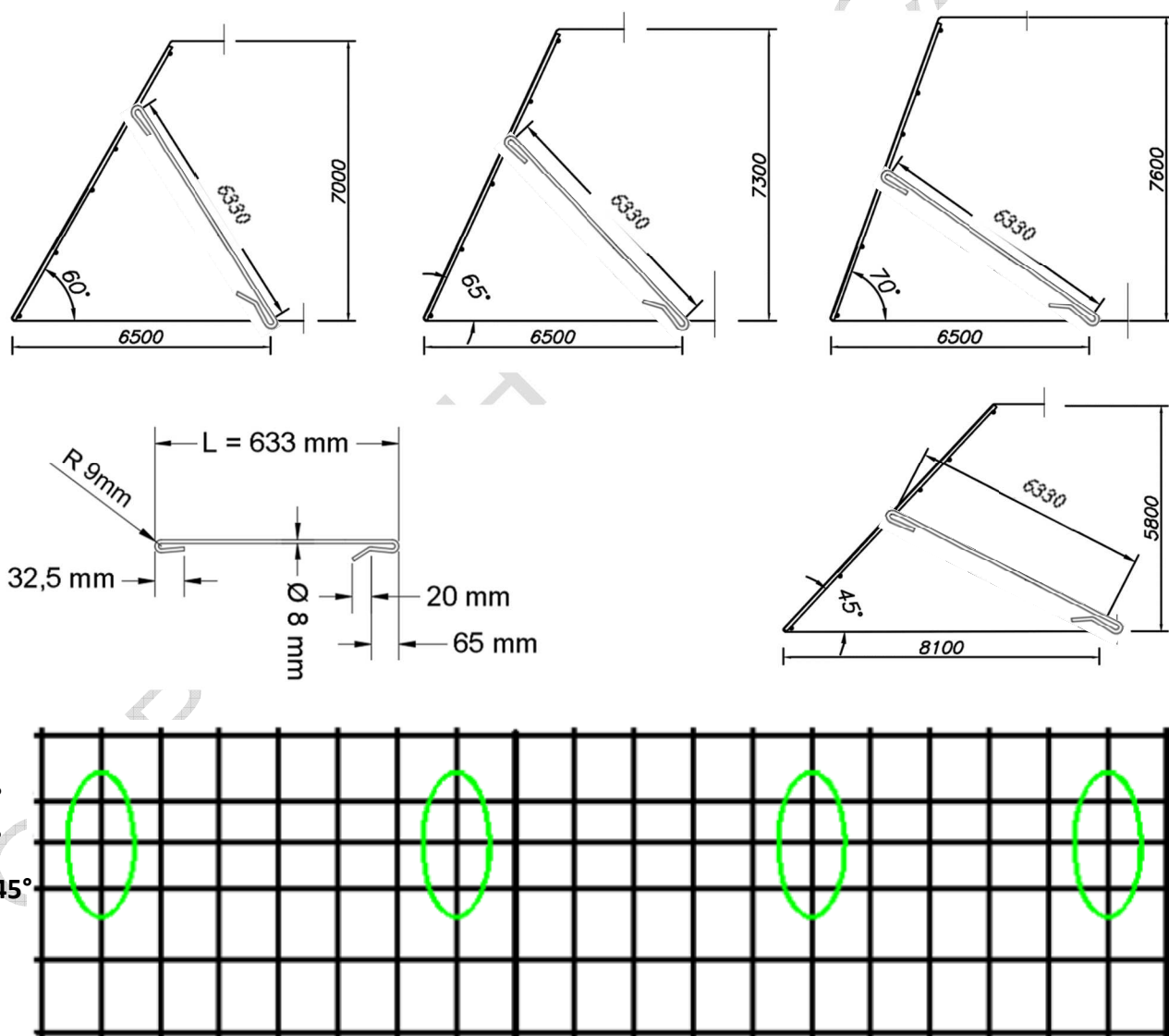


Fig. 10a – Vista frontale del pannello elettrosaldato: corretto posizionamento dei tiranti (5 maglie)

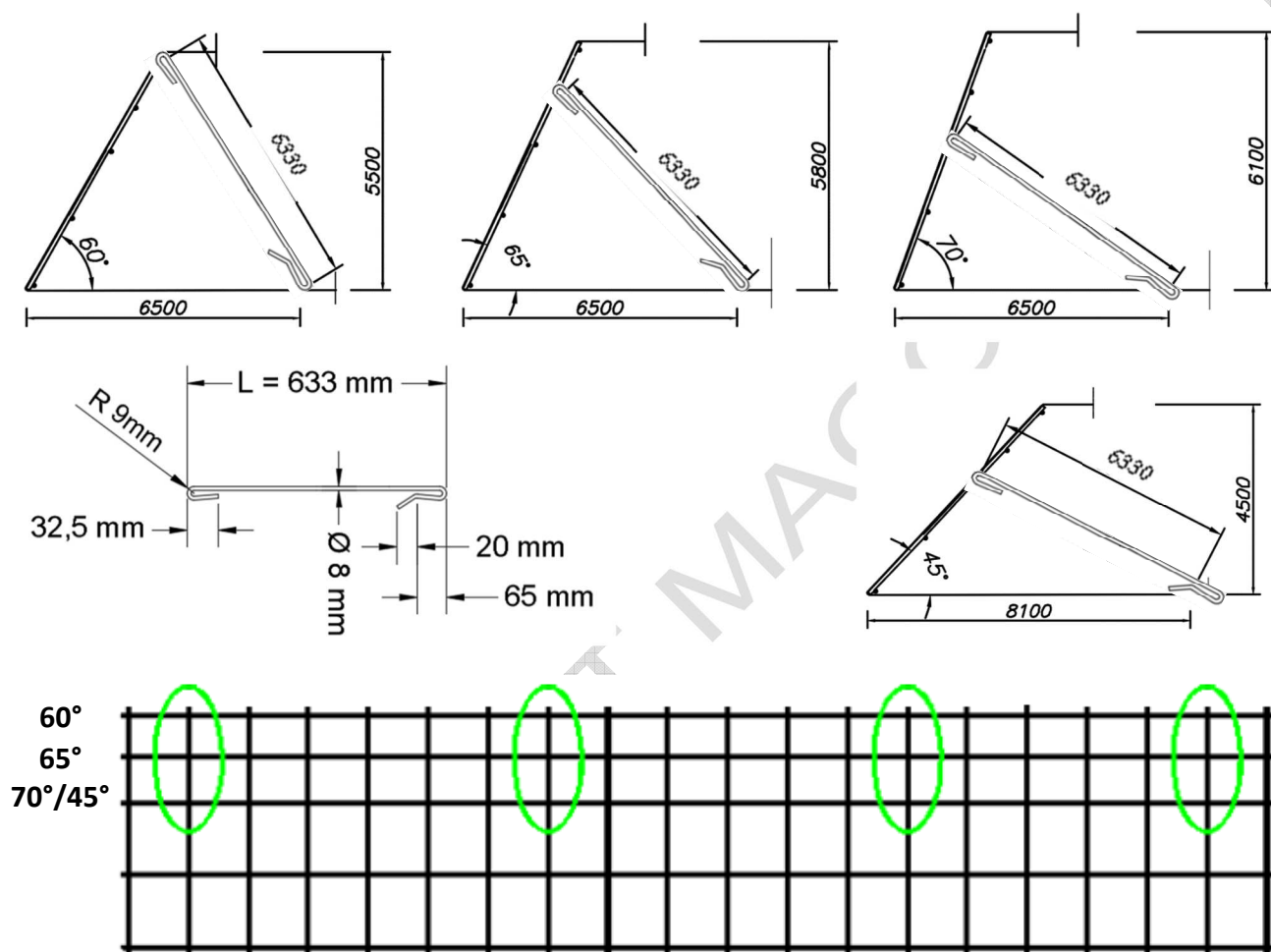


Fig. 10b – Vista frontale del pannello elettrosaldato: corretto posizionamento dei tiranti (4 maglie)



Fig. 11 – Controllo dell'inclinazione del paramento

Nella figura successiva viene rappresentato il posizionamento dei tiranti per ottenere un angolo di 70° (5 maglie in facciata).

DETTAGLIO DELL'UNITA' CON INCLINAZIONE 70°

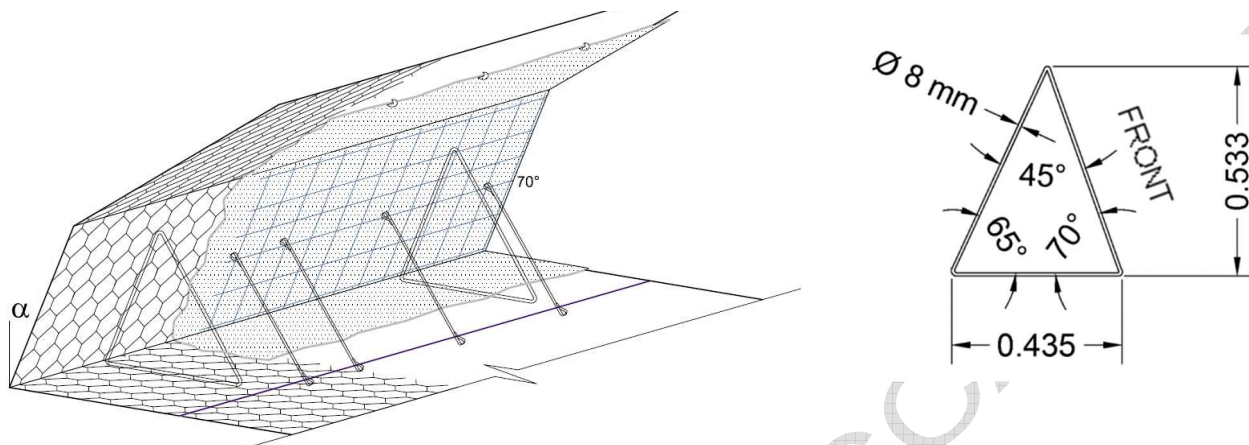
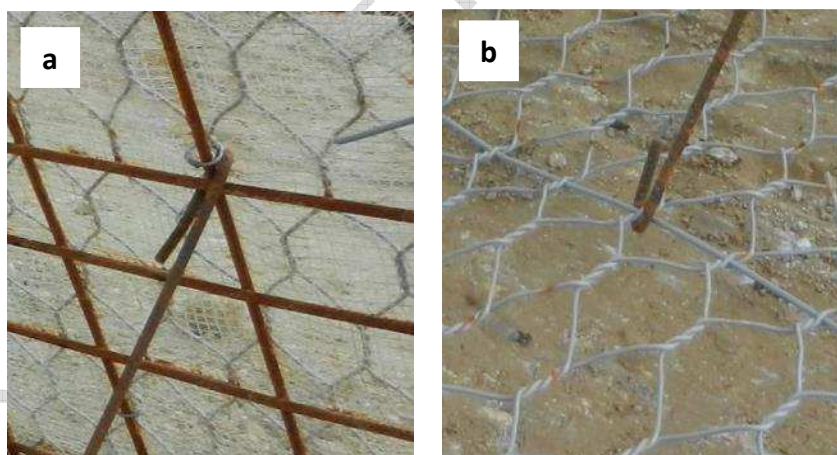


Fig. 12 – Per ogni elemento di larghezza 3 m ci sono 2 staffe e 4 tiranti.
I tiranti esterni devono essere posizionati come indicato dal cerchio verde, gli altri due interni devono essere posizionati come in Fig.10.



Fig. 13 – Irrigidimento del fronte con l'utilizzo di punti di legatura che collegano i due pannelli elettrosaldati adiacenti al fine di evitare il movimento longitudinale e lo scorrimento delle unità TMV durante la fase di compattazione:
4/5 anelli lungo i bordi laterali assicurano tale collegamento

Sulla facciata, i tiranti devono essere collegati alla rete elettrosaldata nel punto di saldatura del pannello utilizzando l'apposita sagomatura ad U (Fig. 14 a), mentre l'altro estremo deve essere collegato alla barra trasversale della rete alla base, agganciando il tirante alla doppia torsione più vicina a tale barra per assicurarsi un collegamento rigido (Fig. 14 b).



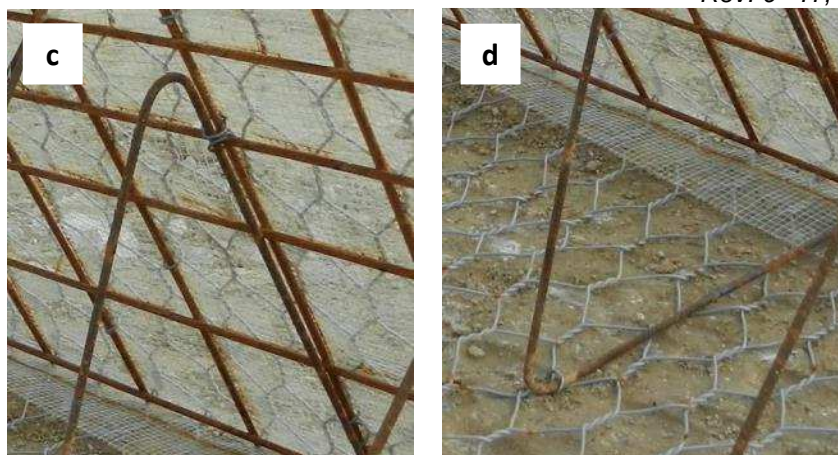


Fig. 14 – Dettaglio dell'aggancio tra il tirante ed il pannello elettrosaldato (a) e tra il tirante e la maglia a DT. Posizionamento delle staffe con il pannello elettrosaldato (c) e con la maglia (d)

Nel caso di installazione del TMV a 70° la staffa connessa alla rete elettrosaldata risulta essere perpendicolare (Fig. 15).

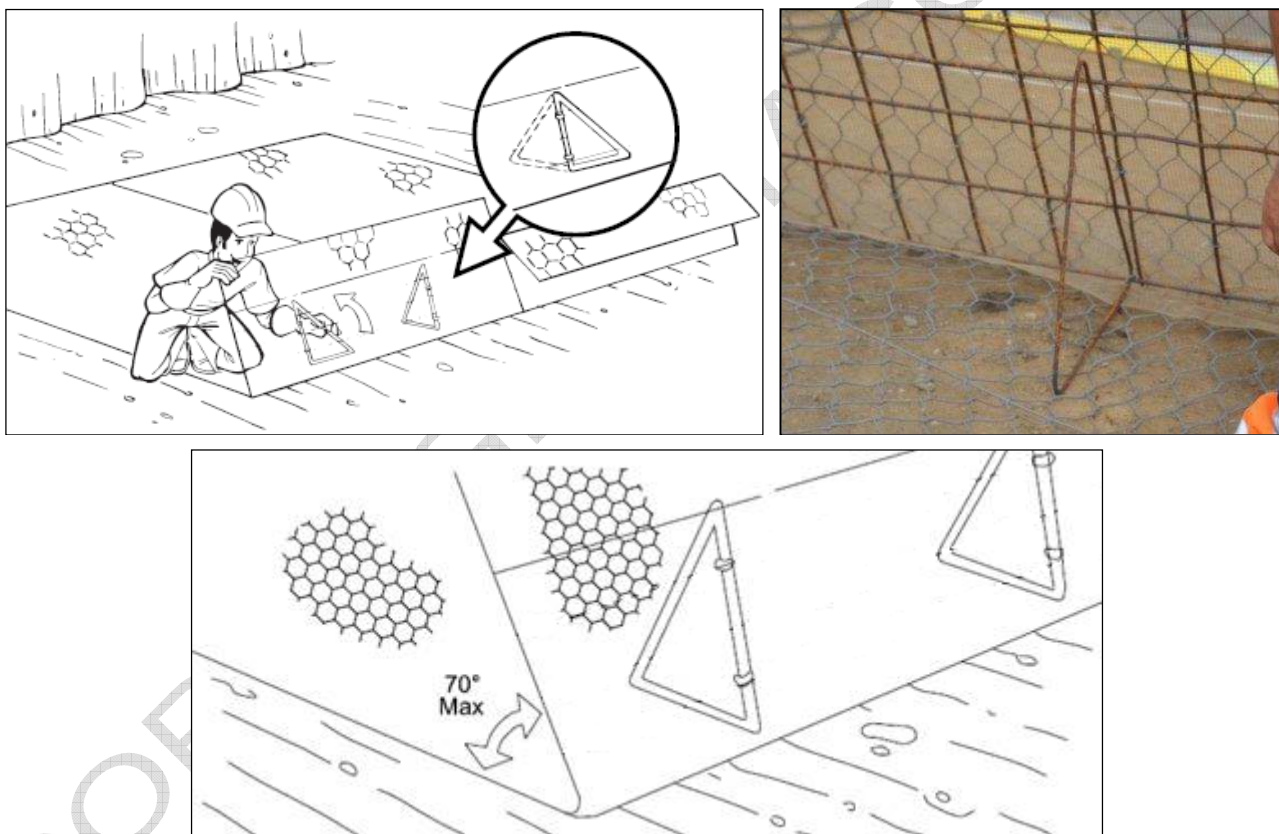


Fig. 15 – Posizionamento delle staffe

Quando l'inclinazione del pannello è a 60° o 65°, la stessa staffa utilizzata per i 70° deve essere ruotata, non risultando più perpendicolare alla facciata (la staffa è incernierata alla barra in direzione verticale del pannello elettrosaldato) e adattandosi alla nuova configurazione.

La procedura per un corretto assemblaggio è la seguente:

- 1) La staffa viene ruotata provvisoriamente in modo da sostenere il pannello inclinato.
- 2) Il tirante viene agganciato al pannello elettrosaldato ed alla barra del pannello in rete alla base.
- 3) La staffa viene definitivamente ruotata in modo da lasciare il tirante in tensione.

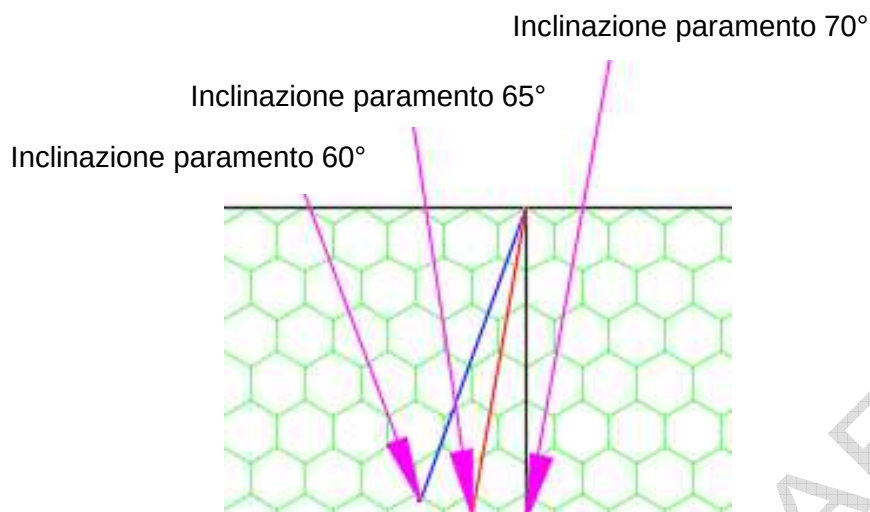


Fig. 16 – Inclinazione delle staffe



Fig. 17 – Posizionamento dei punti di legatura con graffatrice pneumatica per collegare le code di due elementi adiacenti



Fig. 18 – In presenza di interferenze, la maglia viene piegata

4.3 RINFORZI IN GEOGRIGLIA (SE PRESENTI)

Se il progetto richiede l'utilizzo di rinforzi aggiuntivi al TMV, le geogriglie devono essere posizionate prima dell'unità TMV, dal fronte del paramento fino alla lunghezza richiesta da calcolo. Se tali griglie

sono monodirezionali, va posta particolare attenzione alla direzione di stesa: la direzione avente maggiore resistenza deve essere posta perpendicolare alla facciata.

Nota: Si raccomanda di assicurarsi che le geogriglie vengano installate senza pieghe. Possono essere utilizzati dei paletti in legno per mantenere la geogriglia piatta durante l'installazione. È inoltre necessaria una sovrapposizione di 15-20 cm tra i rotoli adiacenti.



Fig. 19 – TMV con rinforzi in geogriglia

4.4 POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI

Posizionare un numero di elementi assemblati uno accanto all'altro nella posizione richiesta, prestando cura di non danneggiare il rivestimento plastico del filo della rete.

Tutti i TMV devono essere allineati e costruiti utilizzando metodologie e procedure adeguate, utilizzando ad esempio filo da pesca, livelle a bolla e casseforme; l'allineamento degli strati deve avvenire prima di riempire le unità, poiché una volta riempiti è molto difficile spostare gli elementi.

Nota: tutte le unità TMV devono essere cucite all'elemento adiacente lungo lo spigolo di contatto. Ogni strato di TMV deve inoltre essere cucito agli elementi dello strato inferiore.



Fig. 20 – Primo strato di TMV pronti per essere connessi tra loro prima del riempimento con il terreno strutturale.

Allineamento verticale degli elementi (sfalsamento)

Se il riempimento e la legatura degli elementi sono realizzati in accordo con i requisiti, gli elementi non sfalsati hanno le stesse prestazioni di quelli sfalsati. Tuttavia il loro sfalsamento migliora il comportamento monolitico della struttura.



Fig. 21 – Elementi TMV non sfalsati



Fig. 22 – Elementi TMV sfalsati

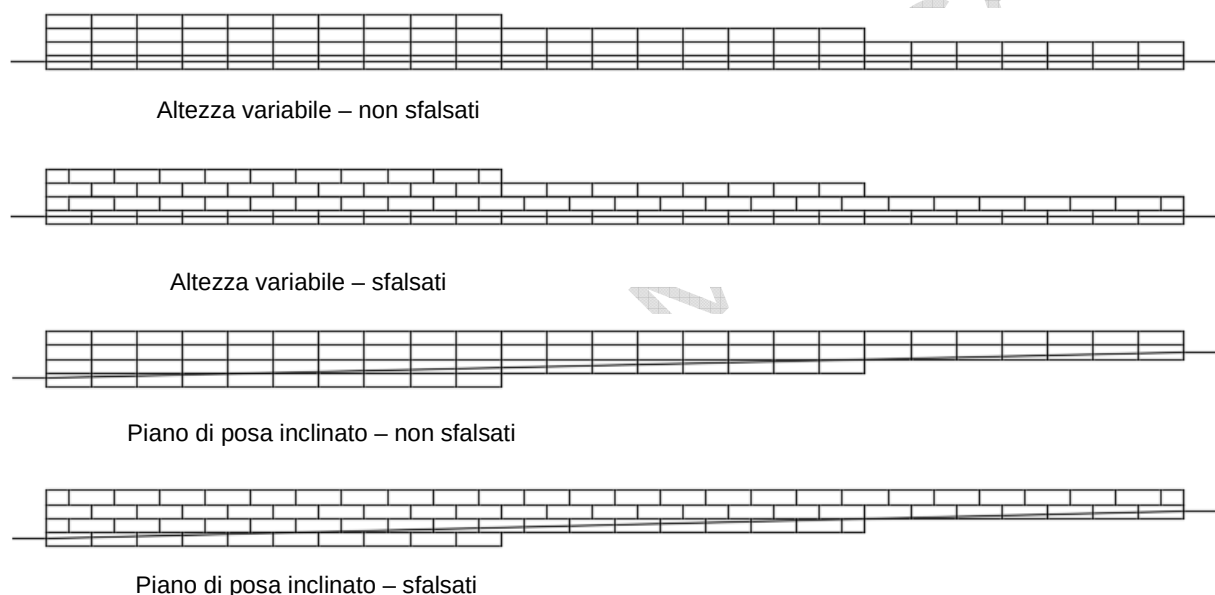


Fig. 23 – Vista frontale delle unità TMV sfalsati e non sfalsati in caso di altezza variabile e piano di posa inclinato

Distanza orizzontale tra gli elementi

Se il riempimento e la legatura degli elementi sono realizzati in accordo con i requisiti, distanziare nel piano orizzontale l'elemento TMV superiore da quello inferiore non varia le prestazioni strutturali del rilevato.

Il distanziamento può solo migliorare la crescita della vegetazione sul paramento, poiché permette alle piante di avere maggiore spazio per la crescita delle radici. È buona norma distanziare gli elementi di 2-3 cm. In questo modo si facilita inoltre l'ingresso dell'acqua piovana che mantiene il terreno vegetale idratato, favorendo la germinazione.

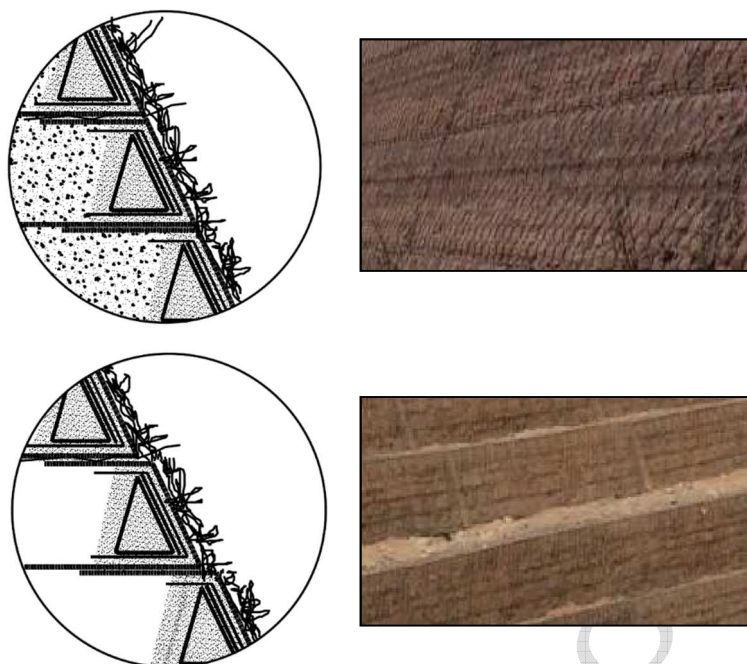


Fig. 24 – Sezioni trasversali di elementi TMV senza offset orizzontale (sopra) e con offset (sotto)

4.5 POSIZIONAMENTO DEL RIEMPIMENTO STRUTTURALE

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera deve essere di buona qualità, drenante, granulare o di pezzatura selezionata; 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.

L'uso di un terreno differente sarà possibile solo se autorizzato dal Progettista.

Lo scarico del materiale avverrà lungo il fronte di riempimento e sarà poi steso con il mezzo meccanico fino a raggiungere una sufficiente regolarità per iniziare la rullatura e la compattazione.

Il materiale deve essere posto in opera per strati di spessore indicativo di 30 cm.

La compattazione procederà parallelamente al pannello inclinato, assicurandosi che il rullo compattatore rimanga almeno a 1m dalla facciata dell'elemento.

L'omogeneità del riempimento ed il livello di compattazione richiesto devono essere conformi alle specifiche di progetto.

Il materiale verrà posizionato in strati con uno spessore costante usando procedure e strumenti che prevengano la segregazione ed improvviso cambio di granulometria.

È fondamentale dare una leggera pendenza (2 % - 4 %) verso la parte posteriore del rilevato allo strato che si lascia esposto, alla fine di ogni giornata di lavoro, per fare defluire l'acqua in questa direzione in caso di pioggia intensa.

Il posizionamento del materiale deve sempre avvenire parallelamente al paramento esterno.

La disposizione del terreno di riempimento deve sempre seguire questo ordine (Fig. 25,26):

- 1) Area centrale
- 2) In prossimità (>1.0 m) del fronte: deve essere lasciata un'area libera per il suolo vegetale
- 3) Area posteriore.

Nota: Non si deve mai stendere né compattare la terra nella direzione dei rinforzi.

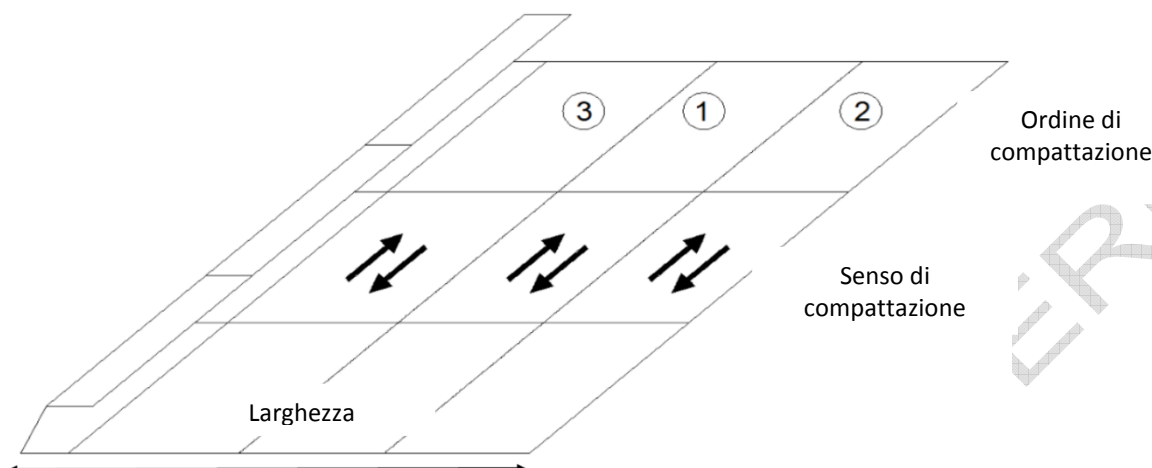

Fig. 25 – Stesura del riempimento strutturale

Fig. 26 – Riempimento con terreno strutturale

4.6 COMPATTAZIONE DEL RILEVATO

Ogni strato di terreno del rilevato dovrà essere costipato ad una densità relativa superiore al 95% della densità ASTM D1557 (AASHTO T180).

La compattazione avverrà solo dopo aver controllato che il contenuto di acqua del suolo sia al valore ottimale ($\pm 1.5\%$). Se il contenuto di acqua è maggiore, il materiale deve essere drenato per aerazione. Se è inferiore, deve essere aumentato in modo tale da garantire una distribuzione uniforme del contenuto d'acqua all'interno dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e la quantità delle macchine per la compattazione, così come le relative procedure (numero di passaggi, velocità, frequenza) devono essere approvati in anticipo dal Progettista.

Ogni strato sarà compattato con rulli di grandi dimensioni (possibilmente lisci) con vibrazione, o senza vibrazione se il materiale è fino, ad eccezione della zona a ridosso del paramento. All'interno di questa area è consigliabile impiegare piccoli rulli ("rullo da marciapiede") o piastre vibranti, assicurandosi di raggiungere la densità richiesta (Fig. 27, 28).

Note: È necessario eseguire un controllo visivo dell'allineamento dei pannelli a compattazione completata. Qualora durante la compattazione si dovessero verificare spostamenti eccessivi dei pannelli del paramento, occorre interrompere immediatamente tale operazione e capire se l'origine del problema è dovuta alla natura del materiale oppure alla procedura di compattazione stessa. Si procederà per esempio all'esecuzione di prove di granulometria e di grado di umidità sul materiale da rilevato.

Il grado di compattazione deve essere controllato tramite prove di carico su piastra, la cui frequenza ed accettabilità di valori di modulo E devono essere definite dal Progettista.

I seguenti valori, che dipendono dalla procedura adottata per il test, sono forniti come indicazione generale:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ITALIANA (CNR B.U. n°146/92)
 Primo strato del rilevato: $M_d > 15 \text{ MPa}$
 Ulteriori strati: $M_d > 20 \text{ MPa}$

ATTENZIONE: in caso di rigonfiamento del fronte, le attività di compattazione devono essere interrotte e la procedura deve essere modificata.



Fig. 27 – Compattazione del terreno strutturale



Fig. 28 – Entro 1 m dal paramento devono essere utilizzati compattatori leggeri

4.7 RIEMPIMENTO DEL RILEVATO

La compattazione del rilevato a tergo deve essere fatta simultaneamente ad ogni strato di TMV (Fig. 29). Si deve avere cura di non danneggiare il geocomposito drenante (se previsto) nel riporre e compattare il materiale a tergo.



Fig. 29 – Riempimento

4.8 POSIZIONAMENTO DEL TERRENO VEGETALE

A tergo del paramento deve essere posizionato terreno vegetale per uno spessore di circa 50 cm. Il suolo deve essere leggermente compattato con i piedi o con rulli compattatori (Fig.30). Particolare cura deve essere utilizzata nel posizionare lo strato superficiale adiacente alla facciata. L'utilizzo di buon materiale è essenziale per assicurare una rapida vegetazione. In caso di condizioni climatiche particolarmente secche, può essere necessaria l'irrigazione dello strato superficiale.



Fig. 30 – Leggera compattazione per il terreno vegetale

4.9 IDROSEMINA E INERBIMENTO

Il rinverdimento delle scarpate dovrà essere garantito mediante l'esecuzione di un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch. I semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili) dovranno essere scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, in modo da ottenere i migliori risultati. La semina dovrà, se necessario, essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.



Fig. 31 – Idrosemina

5. DETTAGLI COSTRUTTIVI

5.1 INSTALLAZIONE IN ANGOLO O IN CURVA

Le strutture curve in Terramesh Verde richiedono speciali considerazioni, e sono necessarie procedure differenti in caso di curve concave o convesse (Fig. 32).

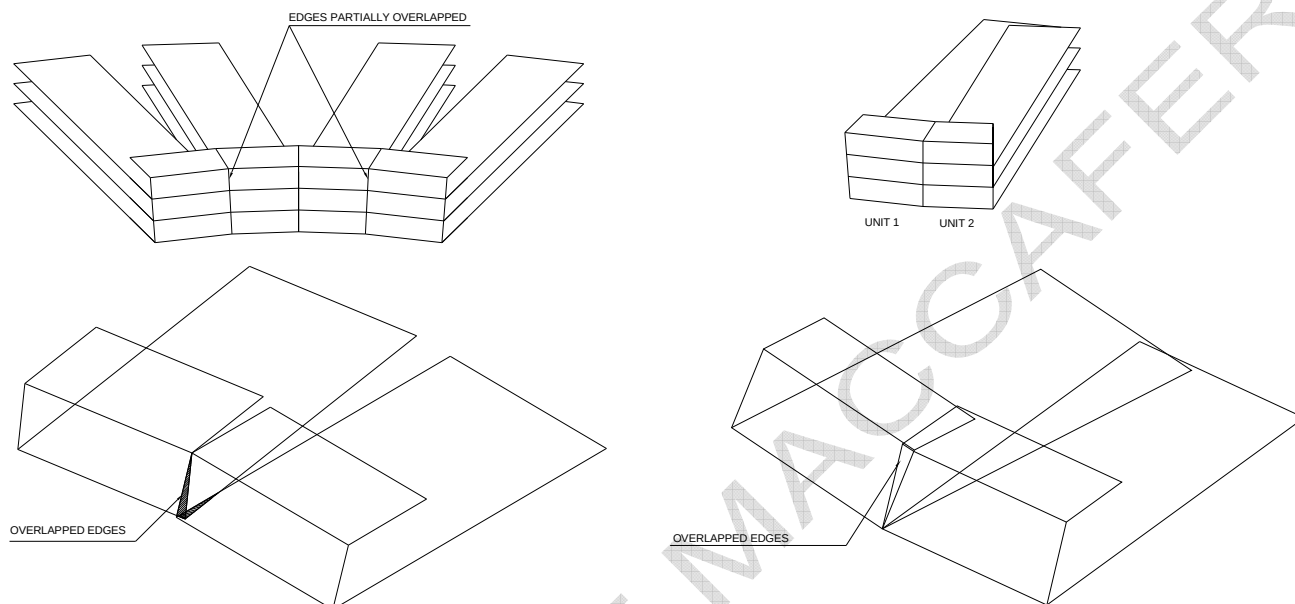


Fig. 32 – Realizzazione di curve concave o convesse

5.2 MODELLAZIONE E TERMINAZIONE DELLE STRUTTURE

In alcune situazioni, gli elementi TMV richiedono un taglio ed una modellazione particolare della loro geometria (Fig.33); di solito gli elementi tagliati vengono conservati per un loro possibile riutilizzo in zone dove sono richiesti elementi di dimensione inferiore.

Nella figura successiva, ad esempio, si nota come sia buona norma inserire elementi laterali trasversali per impedire la fuoriuscita di materiale di riempimento.

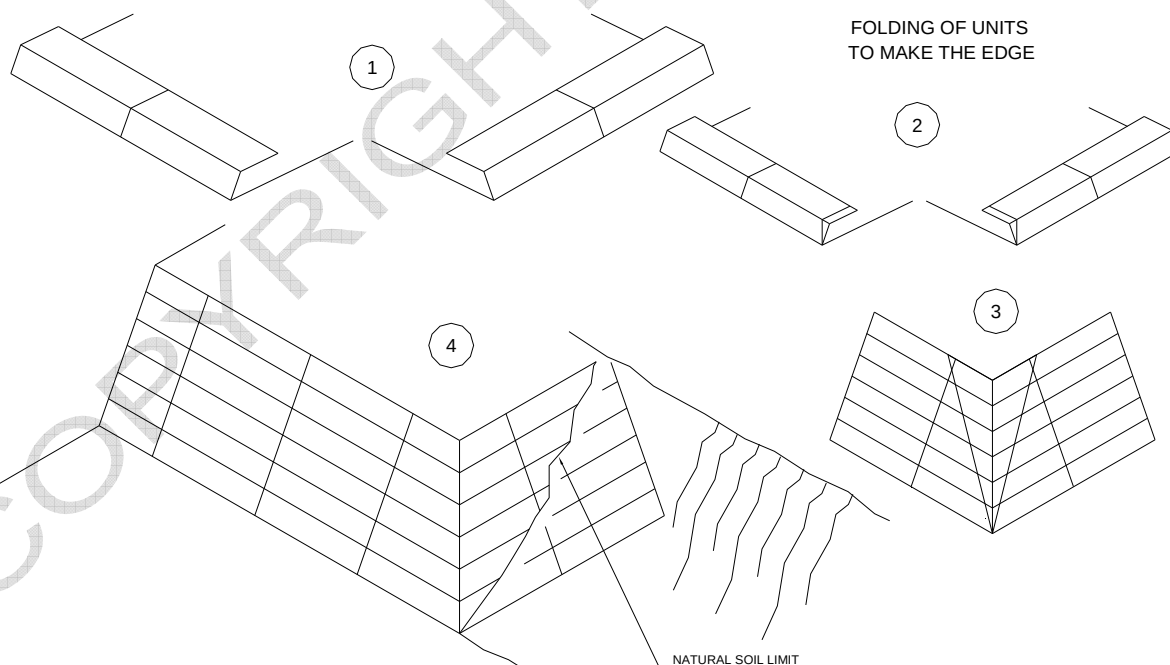




Fig. 33 – Realizzazione di angoli

5.3 INTERFERENZE E PENETRAZIONI DELLA FACCIATA

Le interferenze possono essere verticali o orizzontali:

- le interferenze verticali sono strutture che si sviluppano verticalmente attraverso il rilevato in terra rinforzata. Esempi di interferenze verticali sono i bacini di raccolta idraulici, opere di fondazione (pali o fondazioni superficiali) o profili metallici. Particolare attenzione va posta nei confronti di quelle interferenze che apportano variazioni di carico sul muro (ad esempio fondazioni superficiali, cartelli o pali). Tali applicazioni potrebbero richiedere rinforzi aggiuntivi o supporti per il paramento per resistere l'incremento di sforzi laterali. Allo stesso modo il rilevato potrebbe esercitare pressioni laterali anomale sull'interferenza causati dall'assestamento del terreno che potrebbero comportare stress non previsti al momento del dimensionamento dell'interferenza stessa e che devono perciò essere valutati.
- Le interferenze orizzontali sono strutture che si sviluppano orizzontalmente attraverso il rilevato in terra rinforzata per lunghezze sostanziali. Esempi di interferenze orizzontali sono i tubi di scarico. In alcuni casi, i tubi devono penetrare attraverso il paramento del TMV o attraversare il riempimento. La penetrazione attraverso il paramento potrebbe deviarne l'inclinazione; in caso sia necessario che la tubazione attraversi l'elemento di facciata, il paramento dovrebbe essere progettato per adeguarsi all'elemento interferente, in modo che il paramento risulti stabile.

Tubi di piccole dimensioni (diametro < 400mm)

La rete metallica a doppia torsione ed il pannello elettrosaldato saranno tagliati per fare posto all'interferenza.



Fig. 34 – Tubi di piccolo diametro che attraversano TMV

Strutture idrauliche di dimensioni maggiori

Il paramento del TMV deve essere conformato in modo tale da adattarsi al meglio alle aperture della struttura idraulica.

È inoltre preferibile che le dimensioni degli elementi prefabbricati in calcestruzzo abbiano sezione trasversale di dimensione multipla rispetto alle dimensioni dell'unità TMV.



Fig. 35 – Tombino idraulico attraverso i TMV

Spalle di ponte

Nel caso di costruzioni come spalle di ponti, i pali di fondazione comunemente attraversano i rinforzi del terreno. La rete deve essere perciò tagliata intorno al palo (oppure deve essere lasciata un'apertura in attesa della realizzazione dei pali) e tali rinforzi devono essere tra loro collegati.

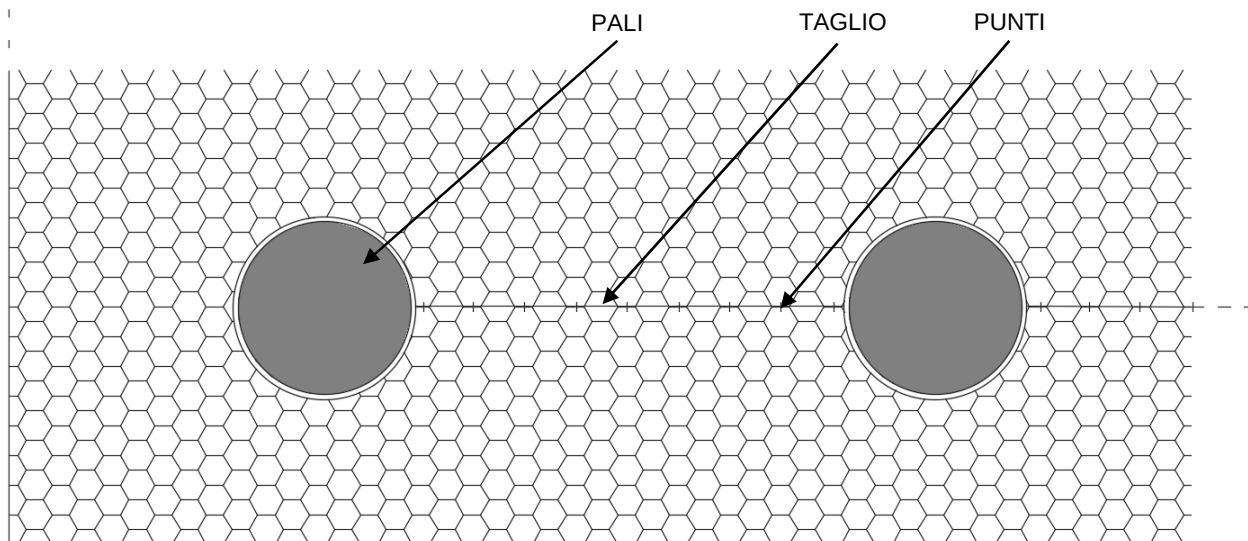


Fig. 36 – Pali che attraversano la terra rinforzata

Trincee di alberi

In caso di piantagioni di alberi dietro alla facciata anteriore (almeno a 3 m dal paramento), sono ammesse trincee fino a dimensioni di 2x2x2 m.

Barriere di sicurezza ed antirumore

In alcune contesti, in testa al rilevato in terra rinforzata è necessaria la realizzazione di guardrail o di barriere antirumore. Prima di progettare eventuali palificate per le fondazioni di tali strutture, il Progettista deve considerare il danno arrecato dal palo al rinforzo del TMV (dipendente sia dalla dimensione del palo che dal metodo di installazione) in modo da assicurare la stabilità della struttura.



Fig. 37 – Barriera antirumore attraverso il TMV

5.4 DRENAGGI INTERNI ED ESTERNI

Per assicurare una buona prestazione del rilevato in TMV è necessario prevedere un'appropriata struttura di drenaggio.

È necessario considerare due tipi di strutture di drenaggio, quello interno e quello esterno.

Si considera drenaggio interno una struttura interessata al controllo delle acque superficiali che possono infiltrarsi all'interno del rilevato in terra rinforzata. Nelle strutture in TMV, tale drenaggio dipende dalle caratteristiche del terreno di riempimento del rilevato.

I drenaggi esterni sono invece atti al controllo dell'acqua che scorre esternamente e/o intorno al paramento, andando ad aggravare il carico di lavoro dei drenaggi interni o provocando fenomeni erosivi sulle strutture in terra rinforzata. I drenaggi esterni dipendono dalla posizione del TMV rispetto al reticolo idrografico, e generalmente si occupano di deviare il flusso dalla struttura in terra rinforzata. In ogni caso, è regola fondamentale eliminare l'acqua prima che entri nella zona di influenza al fine di prevenire:

- Accumulo di forze idrostatiche che provocano l'aumento di pressioni laterali;
- Sifonamento, che comporta ad esempio la formazione di percorsi preferenziali per l'acqua dovuti all'erosione di terreno o all'intasamento dell'elemento di drenaggio.
- Erosione del materiale esterno intorno agli spigoli o ai bordi degli elementi TMV.

Si raccomanda di prevedere adeguati sistemi di drenaggio anche quando il Progettista determina che tali sistemi non siano necessari. Durante la determinazione di tali componenti, il Progettista deve considerare sia l'infiltrazione superficiale (es. la pioggia, il deflusso superficiale, lo scioglimento della neve) che l'infiltrazione profonda (es. acqua di falda, acqua stagnante, inondazioni, maree). La gestione del drenaggio risulta essere un aspetto fondamentale per assicurare al sistema le prestazioni richieste. In fase di progettazione è perciò necessario considerare adeguati sistemi di drenaggio. Ciò richiede il coordinamento dei vari tecnici del cantiere.

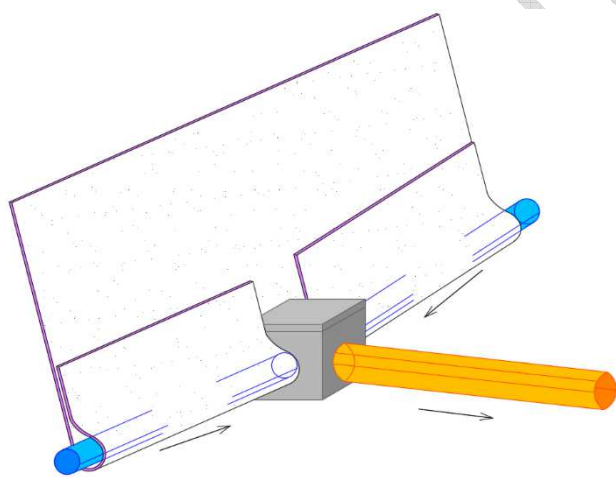


Fig. 38 – Teli di drenaggio per evitare l'accumulo di forze idrostatiche che provocano l'aumento delle pressioni laterali

Drenaggio superficiale in testa

Un drenaggio superficiale è una canaletta artificiale realizzata nel terreno usata per intercettare l'acqua superficiale e indirizzarla ad un recapito in maniera controllata. Tale drenaggio può inoltre essere utilizzato per ridurre il rischio di innalzamento della superficie piezometrica eventualmente presente all'interno del rilevato.

Quando si ricorre a questa tipologia di drenaggio, il progettista deve elaborare il dettaglio per il recapito delle acque.

Ad esempio, il drenaggio può essere progettato per scaricare le acque negli estremi della struttura

oppure in zone dove il rischio di infiltrazione è limitato lungo lo sviluppo del rilevato. I disegni dei punti di scarico devono essere inseriti all'interno dei disegni costruttivi dell'opera.



Fig. 39 – Esempio di drenaggio superficiale

Requisiti per il rivestimento al piede e per le chiusure

Il tipo di terreno al piede e alle chiusure del rilevato in TMV è un dettaglio importante per il controllo delle acque.

Lo scorrimento delle acque intorno alla base potrebbe infatti portare all'erosione della struttura al piede.

Tale erosione potrebbe compromettere la facciata dell'elemento. I dettagli costruttivi dovrebbero perciò definire il defluire delle acque dal piede della struttura. In alcune situazioni risulta inoltre importante la realizzazione di una berma o di un rivestimento degli ultimi elementi al piede con terreno.



Fig. 40 – Rivestimento di terreno al piede per proteggere il rilevato

6. RELAZIONI CAUSA-EFFETTO

Le strutture in Terramesh Verde devono essere costruite nella più stretta aderenza ai requisiti strutturali ed estetici definiti dagli Elaborati Grafici e dalle Specifiche del Progetto Costruttivo e dai Documenti di contratto. Il risultato richiesto si ottiene grazie all'utilizzo di materiali di qualità, all'adozione delle corrette procedure di installazione e ad un attento controllo dei lavori.

Comunque, data la natura dei lavori di movimento terra in cui anche questa lavorazione si classifica, ci possono essere occasioni in cui le tolleranze dimensionali e/o taluni limiti estetici possono essere superati; in questi casi si devono immediatamente adottare le necessarie misure correttive per ricondurre la struttura dentro tolleranze accettabili.

6.1 RELAZIONI CAUSA-EFFETTO

Nel seguito riportiamo alcune delle più frequenti e probabili relazioni causa-effetto:

CAUSE	EFFETTI
• Capacità portante del terreno insufficiente • Capacità portante del terreno non omogenea • Terreno di fondazione con grado di umidità troppo elevato • Terreno di fondazione non compattato correttamente	 Cedimenti e distorsioni della struttura
• Materiale di riempimento non ben compattato • Spessore degli strati di riempimento superiori a 30 cm • Materiale di riempimento con un grado di umidità non ottimale • Materiale di riempimento con un contenuto di fine troppo elevato	
• Terreno vegetale non correttamente distribuito • Terreno vegetale non correttamente compattato • Terreno vegetale con un grado di umidità troppo elevato • Terreno vegetale con un contenuto di fine troppo elevato	
• Compattazione realizzata non parallelamente al paramento • Terreno vegetale non compattato con opportune attrezzature • Eccessiva energia di compattazione • Macchine movimento terra troppo grandi in movimento a meno di un metro dal lato interno dei pannelli	 Spanciamento della facciata
• Non lasciare una leggera inclinazione del riempimento (2% - 4%) al termine della giornata lavorativa • Chiusure non installate correttamente, permettendo al terreno vegetale di fuoriuscire	

- Utilizzo del terreno strutturale nell'area adiacente al paramento
- Utilizzo di terreno a grana grossa al posto del terreno vegetale
- Terreno vegetale eccessivamente compattato
- Idrosemina eseguita nella stagione errata



Mancanza di crescita di vegetazione sul paramento

6.2 TOLLERANZE

È necessario assicurarsi che le deformazioni previste per il rilevato siano concordi con le tolleranze specifiche. Per il Terramesh Verde si può fare riferimento alla tabella C.11 dell' UNI EN 14475 - "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata" che specifica i limiti di tolleranza per le strutture in terra rinforzata con rivestimento in gabbioni.

I valori riportati in Tabella 2 sono indicative delle tolleranze costruttive comunemente ottenute, o delle deformazioni che avvengono senza alcun danno strutturale o senza effetti sulla stabilità della struttura.

Deformazione	Tolleranza
Allineamento	± 100 mm
Cedimenti differenziali longitudinali	5 %
Compressibilità	≥ 10 %

Tabella 2 – Tolleranze sulle deformazioni

I valori vanno intesi come segue:

allineamento: variazione locale nei confronti di una lunghezza di 4m considerata nel piano esterno della facciata

Cedimenti differenziali longitudinali : rapporto $\Delta S / \Delta L$.

compressibilità: rapporto $\Delta H / H$.

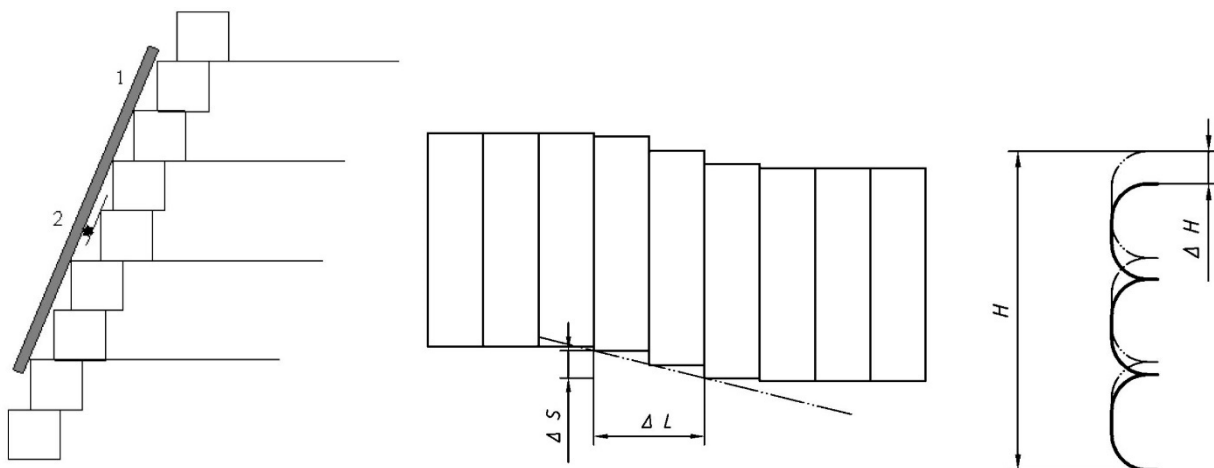


Fig. 41 – Allineamento, cedimenti in fondazione, compressibilità.
Disegni presi dalla EN 14475; sono validi per l'esecuzione di ogni terra rinforzata.

7. MANUTENZIONE

7.1 ANOMALIE RISCONTRABILI E RELATIVI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Infiltrazioni di acqua

In caso di infiltrazioni di flussi consistenti di acqua all'interno del rilevato, si rende necessario un immediato intervento con tubi microfessurati (tubi dreno) rivestiti con calza filtrante di geotessile atto ad allontanare l'acqua verso l'esterno della terra rinforzata.

Allo stesso modo è necessario che le berme a monte delle opere in terra rinforzata mantengano una pendenza di almeno il 2 % verso l'esterno per evitare il ristagno dell'acqua.

Ammaccatura e danni in caso di urti

Urti di mezzi o macchinari contro gli elementi di facciata potrebbero provocare una variazione del profilo esterno della terra rinforzata o lo svuotamento del terreno vegetale o, in casi estremi, di quello da rilevato.

In caso di urti, di mezzi o macchinari contro gli elementi di facciata, si interverrà in maniera differente in funzione del livello di danneggiamento subito dagli elementi di facciata.

L'intervento consiste in:

- il taglio e la rimozione dei pannelli danneggiati (sia saldati e tessuti)
- riempimento con terreno dei vuoti eventuali
- Installazione di un pannello di rete elettrosaldata accoppiato con un ritentore di fini, assicurando almeno 20 cm di sovrapposizione sul rivestimento intatto
- Fissaggio del pannello elettrosaldata al terreno per mezzo di barre di acciaio del diametro di 8 mm per assicurare un corretto irrigidimento del rivestimento
- Installazione di un pannello di rete metallica a doppia torsione rivestito in PVC, assicurando almeno 20 centimetri di sovrapposizione
- I pannelli di rivestimento devono essere collegati ai pannelli non danneggiati adiacenti con punti metallici attaccati nelle doppie torsioni o con filo di legatura continuo.



Fig. 42 – Svuotamento del riempimento vegetale dovuto ad un urto sul paramento

Perdita del ritentore di fini dovuta ad incendio

In questo caso la stabilità della struttura non è compromessa, perché i rinforzi rete metallica sono sepolti nel terreno, pertanto non possono essere influenzati dalle fiamme, ma il terreno vegetale dietro il rivestimento rimane a vista, con la possibilità di essere eroso dalle piogge.

Scavi e lavori in corrispondenza dei rinforzi

Nel caso in cui sia necessario effettuare scavi sulla sommità della terra rinforzata dopo il termine dei lavori è opportuno che gli stessi siano, nei limiti del possibile, effettuati al di fuori dell'area interessata dai rinforzi.

Qualora sia necessario scavare nella zona rinforzata, lo sbancamento non dovrà interessare una profondità maggiore di un metro, ed in generale non dovrà essere interrotto dallo scavo più di uno strato di rinforzo. In ogni caso prima di procedere con il rinterro dello scavo sarà necessario verificare la stabilità del fronte e la modalità di compattazione del terreno.



Fig. 43 – Perdita di materiale fine a causa di incendio e conseguente danneggiamento del ritentore di fine. Il terreno vegetale dietro al paramento rimane esposto.

7.2 CONTROLLI ESEGUIBILI DAL PERSONALE QUALIFICATO

Una volta ultimate le lavorazioni sono necessarie visite di controllo eseguite da personale qualificato. Il personale indicato dovrà tenere un manuale di manutenzione in cui annoterà ad ogni visita gli inconvenienti verificati, la loro entità, e il prevedibile costo di riparazione.

I controlli devono essere tesi a verificare le condizioni di stabilità della terra rinforzata e degli elementi che la compongono mediante:

- Controllo del TMV al piede; la base della terra rinforzata deve essere integra e non presentare alcuna anomalia quali deformazioni e/o spancamenti;
- analisi del paramento; gli elementi costituenti di facciata devono essere integri ed il riempimento non deve essersi disperso in nessuna delle parti costituenti la struttura, in particolare il raccordo tra la superficie dell'ultimo elemento ed il terreno deve essere integro.

Il controllo deve essere fatto ogni 6-12 mesi e deve essere di tipo visivo.

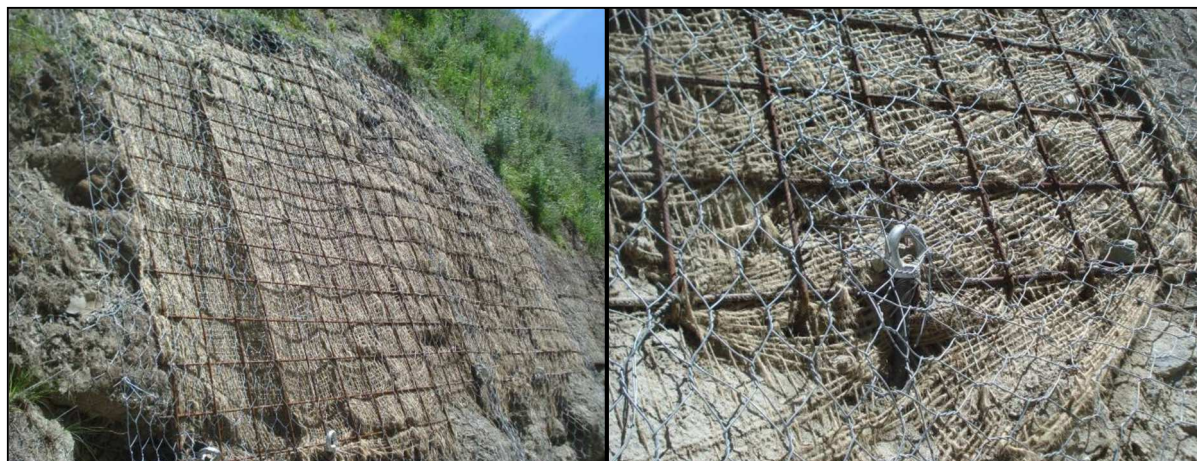


Fig. 44 – Interventi di manutenzione dopo danni dovuti ad impatto

8. PRODUTTIVITA' NELL'INSTALLAZIONE

La produttività nell'installazione dipende fortemente dal volume, dalla geometria e dalla facilità di accesso all'area.

Se si fa riferimento ad una squadra standard di 5 uomini (4 operai + 1 caposquadra) che lavorano 8 ore/giorno, i seguenti valori possono essere indicativamente assunti nel caso di strutture lunghe con facilità di accesso al sito, senza considerare i lavori di compattazione:

interasse TMV (m)	Squadra (uomini)	Resa media giornaliera per la squadra (senza riempimento)	
		Minimo	Massimo
0.70 / 0.73 / 0.76	5	100 m ² di facciata	150 m ² di facciata

La stima tiene conto di:

- scarico dal camion
- stoccaggio in modo da avere uno stock per 5-6 giorni di posa
- montaggio dei pannelli senza considerare il riempimento del rilevato strutturale

Se prendiamo in considerazione anche la stesa e la compattazione del terreno del rilevato strutturale possiamo considerare una produttività in termini di mq di paramento realizzato:

interasse TMV (m)	Squadra (uomini)	Resa media giornaliera per la squadra (con riempimento)	
		Minimo	Massimo
0.70 / 0.73 / 0.76	5	60 m ² di facciata	80 m ² di facciata

LIMITI DI RESPONSABILITA' DI OFFICINE MACCAFERRI

Il manuale è stato realizzato per evidenziare come i diversi componenti devono essere tra loro assemblati per realizzare il sistema Terramesh Verde, fermo restando che tale manuale di installazione non è destinato a fornire al Contraente una guida esaustiva per l'organizzazione ed il controllo delle operazioni relative alla costruzione del Terramesh Verde.

L'Azienda si riserva la facoltà di apportare modifiche, integrazioni o miglioramenti al manuale stesso, senza che ciò possa costituire motivo per ritenere il presente documento inadeguato.

L'Azienda declina ogni responsabilità in caso di:

- infortuni o incidenti per uso improprio dei materiali costituenti il kit di montaggio;
- infortuni o incidenti che dovessero accadere durante l'assemblaggio degli elementi;
- errata installazione, mancata o errata osservanza delle istruzioni fornite nel presente manuale;
- modifiche non autorizzate da OFFICINE MACCAFERRI;
- montaggio eseguito da parte di personale non adeguatamente addestrato e attrezzato.

Più in generale OFFICINE MACCAFERRI non sarà responsabile di qualsiasi imprecisione o omissione nei risultati di esecuzione e non si assumerà le conseguenze per qualsiasi responsabilità connessa.

Questo documento e le informazioni in esso contenute non possono essere copiate o divulgate, interamente o in parte, senza l'autorizzazione scritta da parte di OFFICINE MACCAFERRI. L'acquisizione di tale documento non ne fornisce la proprietà di esso o delle informazioni in esso contenute.

L'efficienza del prodotto dipende anche dalla scrupolosa osservanza del manuale, che deve essere letto prima di effettuare il tracciamento e l'installazione dei muri in Terramesh Verde.

La configurazione geometrica e dei componenti riportata sul presente Manuale sono le uniche ammesse. Eventuali variazioni devono essere preliminarmente concordate con OFFICINE MACCAFERRI. In ogni caso l'Azienda non si assumerà alcuna responsabilità riguardo all'esecuzione del Terramesh Verde.

Fermo restando quanto sopra, il manuale non deve essere considerato come un progetto Costruttivo ed in nessun modo sostituisce i disegni tecnici approvati dall'autorità competente. Pertanto, il manuale è da considerarsi come un semplice supporto per il Contraente fermo restando che costui rimane l'unico responsabile nell'esecuzione del Terramesh Verde.

Le informazioni contenute in questo manuale possono essere soggette a possibili variazioni da parte di OFFICINE MACCAFERRI senza alcun tipo di preavviso.

OFFICINE MACCAFERRI non fornisce alcun tipo di garanzia, implicita o esplicita, nei confronti delle informazioni fornite in tale manuale.

OFFICINE MACCAFERRI non potrà essere ritenuta responsabile per danni di qualsiasi tipo, tra cui – a titolo esemplificativo – danni fisici, lesioni o danni a proprietà, connessi al sistema di gestione, installazione, in conformità o non conformità alle istruzioni contenute in questo manuale.