

REGIONE SICILIA

Committente



COMUNE DI POZZALLO
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI RAGUSA

Intervento

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE, REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE CONFLUENTI ALLA FASCIA COSTIERA EST DEL COMUNE DI POZZALLO
CIG: 9082382AB8 - CUP: C14H20001110001

E - PROGETTO ESECUTIVO

Commessa	Fase	Cap.	El.	Oggetto	Scala
	LP2203	P	0	03	RELAZIONE DI CALCOLO ARGINE IN TERRA RINFORZATA

Progettista

Ing. Orazio Pellegrino



Gruppo di Lavoro

Ing. Orazio Pellegrino
Ing. Rosario Corvaia
Geol. Ugo Petrina
Ing. Nicoletta Campofiorito
Ing. Andrea Cascio Rizzo
Ing. Rosanna Timpanaro

Impresa ausiliaria



Fase

- I** INQUADRAMENTO
 R RILIEVI ED INDAGINI
 F STATO DI FATTO
 P PROGETTO

Capitolo

- 0** GENERALE **4** TECNICO-ECONOMICI
 1 IDRAULICA
 2 CANTIERIZZAZIONE
 3 SICUREZZA

Rev.	Data	Nome file	Descrizione	Redatto	Approvato	Verificato	
D	04/02/2023	E-P-0-03-D_p0-r1-v	Relazione di calcolo argine	Emissione a seguito richieste Genio Civile	OP	OP	OP
C	22/09/2022	E-P-0-03-C_p0-r1-v	Relazione di calcolo argine	Emissione a seguito di incontro del 19/09/22 con la S.A.	OP	OP	OP
B	09/09/2022	E-P-0-03-B_p1-r1-v	Relazione di calcolo argine	Emissione a seguito di incontro del 23/08/22 con la S.A.	OP	OP	OP
A	09/08/2022	E-P-0-03-A_p1-r1-v	Relazione di calcolo argine	Prima emissione	OP	OP	OP

Visti



Sommario

PREMESSA.....	3
1. DEFINIZIONI	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. TIPOLOGIA DI INTERVENTO	4
4. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI	6
4.1 RETE ELETTROSALDATA.....	6
4.2 GEOGRIGLIE.....	6
4.3 TERRENO STRUTTURALE.....	6
5. CRITERI DI VERIFICA	7
5.2 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI	8
6. METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE.....	9
6.1 METODO DI CALCOLO UTILIZZATO PER L'ANALISI DI STABILITÀ	9
6.2 METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM)	10
6.3 METODO DEI CONCI.....	10
6.4 METODO DI BISHOP (1955).....	11
7. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	12
7.1. METODO DI CALCOLO	16
8. VERIFICHE	18
10. TABULATI DI CALCOLO.....	20
10.1 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	20
10.1.1 PROFILI STRATIGRAFICI – MODULO MONOFACCIALE	22
10.1.2 PROFILI STRATIGRAFICI – MODULO BIFACCIALE	22
10.2 CARATTERISTICHE DEI BLOCCHI RINFORZATI	23
10.2.1 BLOCCO: MURO IN TERRA RINFORZATA MONOFACCIALE TIPO “TMV LINER”	23
10.2.2 BLOCCO: MURO IN TERRA RINFORZATA BIFACCIALE TIPO “TMV LINER_BIF”	23
10.3 CARICHI	24
10.4 PROPRIETÀ DEI RINFORZI UTILIZZATI	24
10.5 MODULO MONOFACCIALE	25
10.5.1 VERIFICA STATICA	25
10.5.1.1 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	25



PROGETTO Relazione di calcolo argine in terra	DOCUMENTO E-P-0-05	REV D	FOGLIO 2 DI 50
---	------------------------------	-----------------	--------------------------

10.5.1.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO	26
10.5.1.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA.....	28
10.5.2	VERIFICA SISMICA POSITIVA	29
10.5.2.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	29
10.5.2.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO	30
10.5.2.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA:.....	32
10.5.3	VERIFICA SISMICA NEGATIVA	33
10.5.3.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE:.....	33
10.5.3.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO:.....	34
10.5.3.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA:.....	36
10.6	MODULO BIFACCIALE	38
10.6.1	VERIFICA SISMICA STATICA	38
10.6.1.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	38
10.6.1.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO	39
10.6.1.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA:.....	41
10.6.2	VERIFICA SISMICA POSITIVA	42
10.6.2.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE:.....	42
10.6.2.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO	43
10.6.2.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA.....	45
10.6.3	VERIFICA SISMICA NEGATIVA	46
10.6.3.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	46
10.6.3.2	VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO	47
10.6.3.3	VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA	49



PREMESSA

La presente relazione fornisce le verifiche geotecniche e strutturali degli argini in terra rinforzata realizzati con il sistema Teramsh verde, previsti nell'ambito del progetto di mitigazione del rischio idrogeologico nella zona est del comune di Pozzallo.

1. DEFINIZIONI

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 ed 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.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito un elenco delle principali norme cui si è fatto riferimento per il dimensionamento e la verifica degli argini.

- ✓ Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- ✓ Supplemento ordinario n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019. Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante «Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018».
- ✓ Eurocodice 7 «Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali», aprile 1997.
- ✓ Eurocodice 8 «Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1: Regole generali - azioni sismiche e requisiti generali per le strutture», ottobre 1997.



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 4 DI 50

- ✓ Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998.
- ✓ UNI EN 14475 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata
- ✓ UNI 10006 - Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre
- ✓ ASTM D 3282 - Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- ✓ 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
- ✓ UNI EN 13285 - Miscele non legate - Specifiche
- ✓ UNI EN ISO 14688-1 - Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- ✓ Norma UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali.
- ✓ Norma UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- ✓ Norma UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- ✓ A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana – “Linee guida - aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica” (2005)

3. TIPOLOGIA DI INTERVENTO

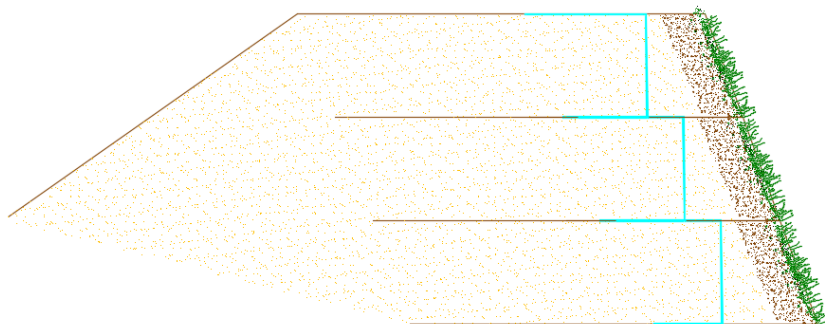
Le opere previste in progetto sono costituite da rilevati in terra rinforzata, mono e bifacciali, costituite da:

- ✓ elemento di rinforzo realizzato con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10, tessuta con filo in acciaio con rivestimento polimerico, realizzata 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” (n.69/2013) e con la UNI EN 10223-3.
- ✓ barrette metalliche di rinforzo galvanizzate con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), con un quantitativo non inferiore a 265 g/mq e plasticate, aventi diametro pari a 3.40/4.40 mm e inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, in corrispondenza dello spigolo superiore ed inferiore del paramento;
- ✓ elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldato con diametro non inferiore a 6 mm e da un idoneo ritentore di fini;
- ✓ elementi a squadra realizzati con tondini metallici preassemblati alla struttura per la definizione della pendenza del paramento;
- ✓ ulteriore elemento di irrigidimento e supporto in rete elettrosaldato dal diametro minimo di 8 mm che sarà assemblato alla struttura nella parte posteriore mediante punti meccanizzati con la funzione

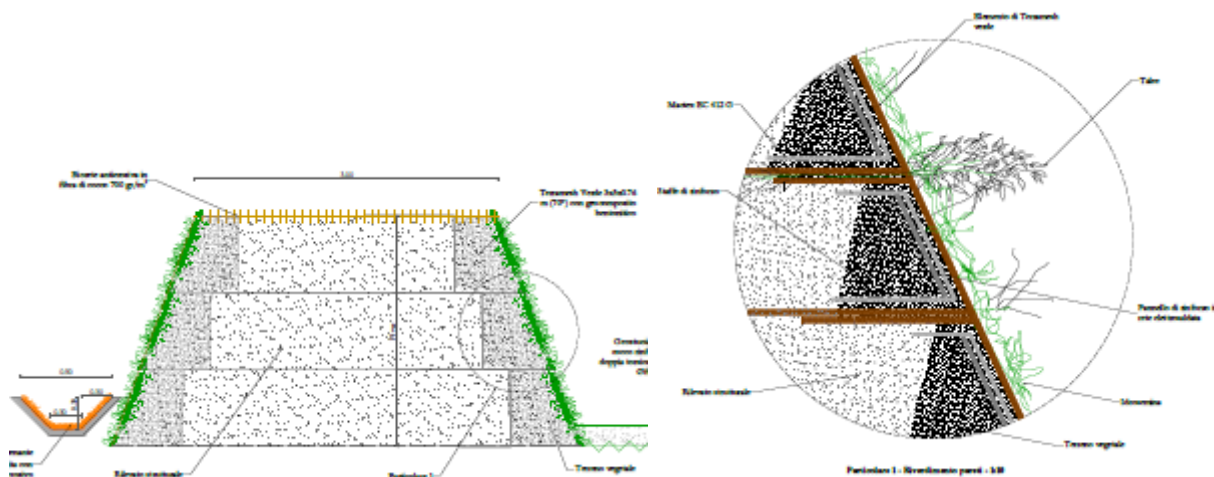


di sostenere un telo di geocomposito bentonitico steso a tergo dell'elemento verticale in rete elettrosaldata.

- ✓ telo bentonitico rivoltato per garantire l'impermeabilità del paramento, costituito da uno strato di bentonite interposta tra due geotessili (uno del tipo non tessuto agugliato ed uno tessuto) in filamenti di polipropilene; i vari componenti sono tra loro agugliati in modo da raggiungere le massime resistenze a taglio ed all'spelamento dei singoli ratti;
- ✓ inerbimento dei paramenti mediante idrosemina di un apposito substrato vegetativo;
- ✓ protezione ed inerbimento della testa del muro mediante biorete di cocco ad alta resistenza ed a maglia aperta, in modo da garantire una rapida, efficace e diffusa crescita della vegetazione a seguito dell'idrosemina, avente massa areica non inferiore a 700 g/mq.



Elemento monofacciale



Elemento bifacciale



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 6 DI 50

4. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

4.1 Rete elettrosaldata

- ✓ Barre ad aderenza migliorata tipo B 450C, conforme al D.M. 17.1.2018:
- ✓ Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450$ MPa
- ✓ Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540$ MPa
- ✓ Rapporto rottura/snervamento caratteristici $1.15 \leq (f_t/f_y) < 1.35$
- ✓ Tensione nominale di snervamento $(f_y/f_{y,nom})_k \leq 1.25$
- ✓ Allungamento a rottura $(A_{gt})_k \geq 7.5$ %
- ✓ Modulo medio elastico $E_s = 200000$ MPa
- ✓ Tensione di progetto $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450/1.15 = 391$ MPa

4.2 Geogriglie

Resistenza di progetto a lungo termine: 75 kN/m.

4.3 Terreno 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 ed avere le seguenti caratteristiche:

- ✓ appartenere alle categorie A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 150 mm. Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale.
- ✓ Peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, $\geq 18-19$ 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.



5. CRITERI DI VERIFICA

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 Portanza 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 Portanza 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. Le verifiche sono state condotte con riferimento alla normativa vigente, considerando la terra rinforzata come un muro di sostegno.

Nella tabella seguente si riepilogano le verifiche condotte.

Tipo di verifica	Tipo SLU	Approccio	Combinazione
Verifica interna terra rinforzata	GEO	2	A1+M1+R3
Scorrimento sul piano di posa	GEO	2	A1+M1+R3
Collasso per carico limite complesso fondazione-terreno	GEO	2	A1+M1+R3
Ribaltamento	GEO	2	A1+M1+R3
Stabilità globale complesso opera di sostegno - terreno	GEO	1	A2+M2+R2
Raggiungimento resistenza negli elementi strutturali	STR	2	A1+M1+R3



5.2 Coefficienti di sicurezza parziali

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

Nell'ambito delle verifiche allo stato limite ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale g_f (o g_e)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	g_{g1}	0.90	1.00	1.00
	Sfavorevole		1.10	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	g_{g2}	0.80	0.80	0.80
	Sfavorevole		1.50	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	g_{qi}	0.00	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.50	1.50	1.30

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo resistente a taglio	$\tan \varphi^k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c^k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale (R1)	Coeff. parziale (R2)	Coeff. Parziale (R3)
Capacità portante della fondazione – Punzonamento	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,4$
Scorrimento – Slittamento per attrito	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,4$
Ribaltamento	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,15$

La verifica è stata condotta ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.



I rinforzi sono elementi in grado di opporre resistenza nelle porzioni esterne alle possibili superfici di scivolamento, in funzione dell'attrito che viene mobilitato all'interfaccia rinforzo – terreno.

Tale contributo è stato determinato ponendo un coefficiente attritivo rinforzo - terreno pari a $2/3x\phi'$.

6. METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE

L'esame delle condizioni di stabilità dei rilevati è stato condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato MacStar 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.

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 MacStar 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.

6.1 Metodo di calcolo utilizzato per l'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

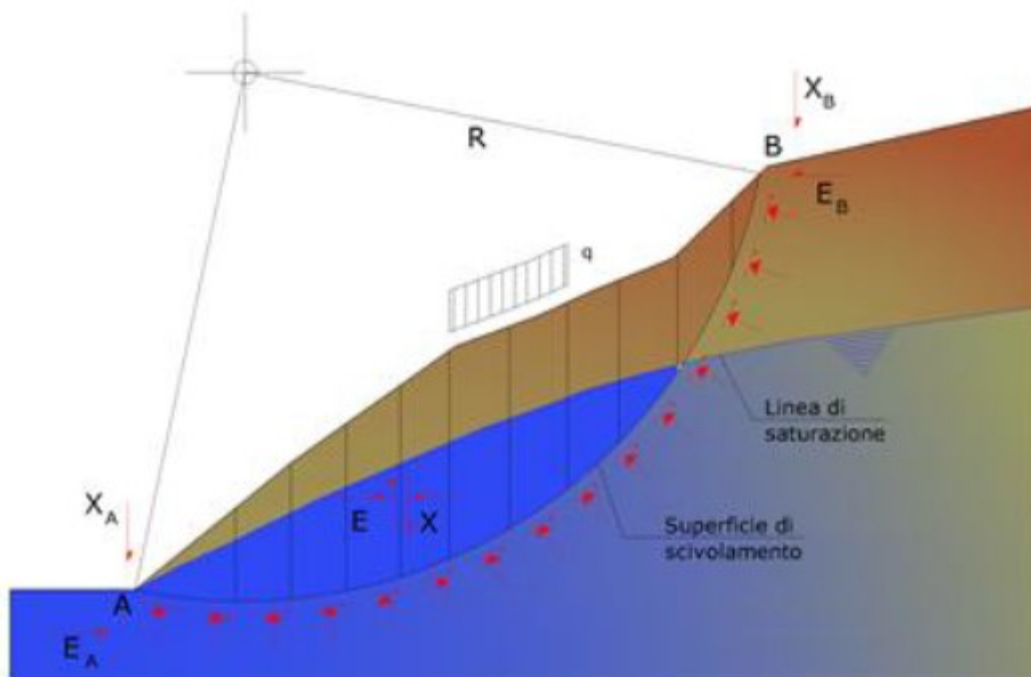


6.2 Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



6.3 Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- ✓ n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- ✓ n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- ✓ $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- ✓ $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- ✓ n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;



- ✓ (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- ✓ - una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono (6n-2). Mentre le equazioni a disposizione sono:

- ✓ equazioni di equilibrio dei momenti n;
- ✓ equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n;
- ✓ equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n;
- ✓ equazioni relative al criterio di rottura n.

Totale numero di equazioni 4n.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

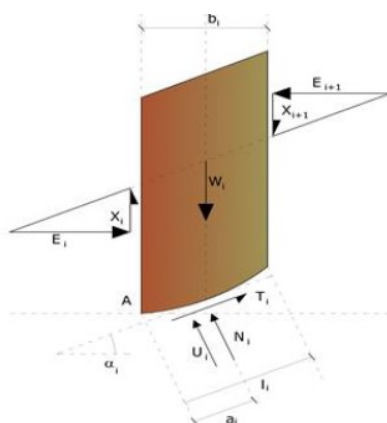
$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

6.4 Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:





$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

7. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nel DM 17 gennaio 2018-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.



**LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE,
REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE CONFLUENTI ALLA FASCIA COSTIERA EST
DEL COMUNE DI POZZALLO**
CIG: 9082382AB8 - CUP: C14H20001110001

PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 13 DI 50

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

- ✓ Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $CU = 0.7$;
- ✓ Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $CU = 1.0$;
- ✓ Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $CU = 1.5$;
- ✓ Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $CU = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la classe d'uso III a cui è associato il coefficiente d'uso $CU = 1.5$.

Ricavati i valori di V_N e CU , è possibile calcolare il periodo di riferimento VR , che qui vale:

$$VR = 50 * 1.50 = 75 \text{ anni.}$$

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- ✓ Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;



- ✓ Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- ✓ Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- ✓ Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella 2), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana. Poiché è VR = 50 anni, il tempo di ritorno TR sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	TR = 45
Stato limite di esercizio: danno	SLD	TR = 75
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	TR = 712



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 15 DI 50

Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	TR = 1462
--	-----	-----------

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

- ✓ a_g = accelerazione orizzontale massima;
- ✓ F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- ✓ TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

- ✓ a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1
- ✓ F_0 e TC^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

Per i muri di sostegno ed i pendii i coefficienti k_h e k_v (che dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare) sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

con:

- ✓ β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito. I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro
- ✓ $\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)
- ✓ $\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).
- ✓ a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- ✓ g accelerazione di gravità.



Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T . a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nelle seguenti tabelle ed eventualmente integrato e dettagliato nel proseguo:

- ✓ Comune di costruzione o coordinate topografiche: Pozzallo
- ✓ Vita nominale dell'opera - VN (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.I) 50 anni
- ✓ Coefficiente d'uso - CU (Rif. D.M. 17/01/2018 tab 2.4.II) Classe III
- ✓ Categoria del Sottosuolo (Rif. D.M. 17/01/2018 tab. 3.2.II e tab. 3.2.IV) B
- ✓ Categoria Topografica (Rif. D.M. 17/01/2018 Tab. 3.2.III e Tab. 3.2.V) T1

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

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

- ✓ Accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido: $a_g/g = 0,177$
- ✓ Coefficiente di sottosuolo: $S = S_S \times S_T = 1,2$
- ✓ Coefficiente di riduzione: $\beta_m = 0,38$ (valore riferito allo stato limite ultimo SLV);
- ✓ Coefficiente sismico orizzontale k_h : $= S \times a_g/g \times \beta_m = 1,2 \times 0,177 \times 0,38 = 0,081$
- ✓ Coefficiente sismico verticale k_v : $= k_h / 2 = + 0,041$

7.1. 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 MacStar 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.

Per tutti i dettagli teorici si rimanda al manuale di calcolo allegato.

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.

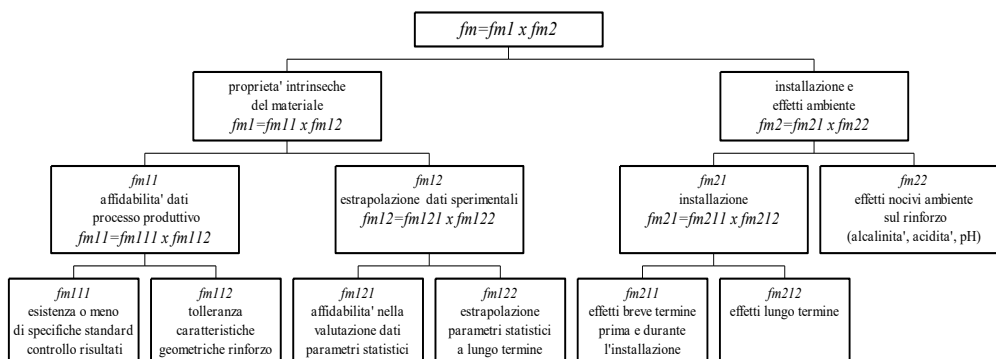
Ai fini del calcolo strutturale si è tenuto conto che si tratta di un'opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine dei materiali metallici.

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:



La valutazione di dettaglio dei fattori parziali di sicurezza è riportata nella nota tecnica n° 7 in allegato.



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:

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

Un ulteriore coefficiente di sicurezza per fenomeni di creep viene considerato nel caso di rinforzi in materiali sintetici ed il suo valore è tabellato a seconda della certificazione dei materiali.

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 e f_{creep} .

		TERRAMESH	
		(mesh 8x10 wire 2.7/3.7mm)	
		Gravel	Sandy gravel
Resistenza caratteristica a trazione (UTS)	kN/m	50	50
Coefficiente di sicurezza globale - f_m	-	1.26	1.09
Resistenza a trazione di progetto	kN/m	39,68	45,87

8. VERIFICHE

Le verifiche rilevato si eseguono allo stesso modo di quelle previste per i muri a gravità con l'unica differenza che le verifiche vanno ripetute lungo l'altezza per ciascuno degli strati previsti. In altre parole, dati "n" strati, sono state eseguite (n-1) verifiche, oltre alla verifica globale per il muro intero. Ciascun gruppo di verifiche deve essere eseguito considerando il generico e tutti quelli sovrastanti. Le verifiche suddette, ripetute per ogni strato, sono descritte nel dettaglio nei paragrafi successivi e comprendono, in particolare: verifiche a ribaltamento, verifiche a scorrimento, verifiche a carico limite.

a. Verifica a Ribaltamento

Nella verifica a ribaltamento è stato scelto come punto di rotazione il vertice in basso a valle della fondazione.

- ✓ Il Momento Ribaltante è dovuto alla componente orizzontale della spinta, all'incremento sismico di essa e ad eventuali carichi esterni che possono contribuire al ribaltamento.
- ✓ Il Momento Stabilizzante è dovuto al peso proprio del muro, del terreno su esso agente, ad eventuali carichi esterni che possono contribuire alla stabilità ed ai tiranti.



Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto Momento Stabilizzante/Momento Ribaltante. Tale valore è stato calcolato per tutte le combinazioni di carico previste dall'approccio adottato, considerando il sistema come un corpo rigido.

Lo stato limite di ribaltamento è trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di γ m incrementati del 50% rispetto a quelli indicati nel §7.11.6.2.1 e comunque non superiori all'unità.

b. Verifica a Scorrimento

Nella verifica a scorrimento sono state prese in considerazione tutte le forze agenti che innescano un meccanismo di traslazione lungo il piano di posa della fondazione per superamento dei limiti di attrito e coesione, tenendo conto dell'inclinazione del piano di posa e dell'eventuale presenza di speroni.

La Forza Agente è la spinta con i suoi incrementi sismici ed eventuali forze esterne che agiscono nello stesso verso.

La Forza Resistente è rappresentata dall'attrito e dalla coesione agente sulla fondazione, dalla presenza di tiranti e di pali, da particolari costruttivi quali gli speroni che servono ad aumentare la resistenza allo scorrimento oltre ad eventuali forze esterne che agiscono nello stesso verso.

Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto Forza Resistente/Forza Agente. Tale valore è stato calcolato per tutte le combinazioni di carico previste dall'approccio adottato e il rapporto più gravoso, in relazione al corrispondente coefficiente R, dipendente dall'approccio e dalla combinazione considerata, è stato riportato come Coefficiente di Sicurezza a Scorrimento.

c. Verifica a Carico Limite

È stato calcolato il carico limite secondo la metodologia dovuta al Terzaghi, considerando la profondità d'interramento della fondazione, la stratigrafia degli strati sotto la fondazione, l'eventuale presenza della falda idrica, l'inclinazione del piano di posa della fondazione, l'inclinazione e l'eccentricità dei carichi esterni.

Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto Carico Limite / Carichi Agenti. Tale valore è stato calcolato per tutte le combinazioni di carico previste dall'approccio adottato e il rapporto più gravoso, in relazione al corrispondente coefficiente R, dipendente dall'approccio e dalla combinazione considerata, è stato riportato come Coefficiente di Sicurezza a Carico Limite.

d. Verifica di stabilità interna (STR)

La verifica di stabilità interna (o stabilità di pendio) è quella verifica che consente di valutare il dimensionamento dell'opera in terra rinforzata, 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.



10. TABULATI DI CALCOLO

Per quanto non espressamente sopra riportato, ed in particolar modo per ciò che concerne i dati numerici di calcolo, si rimanda all'allegato "Tabulati di calcolo" costituente parte integrante della presente relazione. Le verifiche, ai sensi delle NTC 2018 (statica, sismica positiva e sismica negativa), sono state realizzate mediante il software Macstars/W prodotto e validato dall'azienda Officine Maccaferri Italia.

In particolare sono state effettuate le seguenti verifiche:

Statica

Stabilità globale, Scorrimento, ribaltamento e capacità portante e stabilità interna

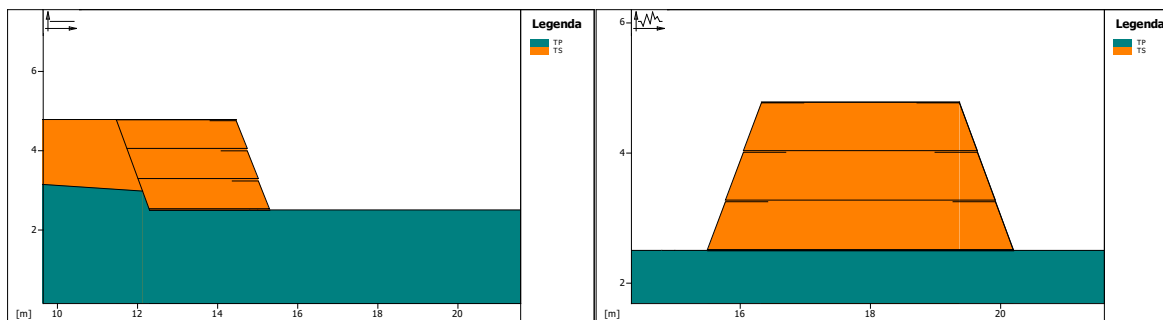
Sismica positiva

Stabilità globale, Scorrimento, ribaltamento e capacità portante e stabilità interna

Sismica negativa

Stabilità globale, Scorrimento, ribaltamento e capacità portante e stabilità interna

10.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni



Terreno: UG 1

Descrizione: Terreno in posto

Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione, [kN/m²]: 3.04

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

Angolo d'attrito [°]: 21.20

Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00

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

Peso specifico sopra falda, [kN/m³]: 18.30

Peso specifico in falda, [kN/m³]: 18.30

Modulo elastico, [kN/m²]: 0.00

Coefficiente di Poisson: 0.30



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO	REV	FOGLIO
E-P-0-05	D	21 DI 50

Terreno: UG 2

Descrizione: Limi siltosi nerastri

Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione, [kN/m²]: 9.80

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

Angolo d'attrito [°]: 22.80

Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00

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

Peso specifico sopra falda, [kN/m³]: 18.30

Peso specifico in falda, [kN/m³]: 18.30

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, [°]: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00

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

Peso specifico sopra falda, [kN/m³]: 18.50

Peso specifico in falda, [kN/m³]: 18.50

Modulo elastico, [kN/m²]: 0.00

Coefficiente di Poisson: 0.30



10.1.1 Profili stratigrafici – Modulo Monofacciale

Strato: UG1 Descrizione:

Terreno: UG1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	1.30	2.70	1.30	7.40	1.30	14.80	1.30
15.00	1.30	28.00	1.30				

Strato: UG2 Descrizione:

Terreno: UG2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	28.00	0.00				

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	1.30	-10.00		28.00	1.30	-10.00	

10.1.2 Profili stratigrafici – Modulo Bifacciale

Strato: TP Descrizione:

Terreno: TP

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	2.50	2.70	2.50	7.40	2.50	14.80	2.50
2.50	28.00	2.50					



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 23 DI 50

10.2 Caratteristiche dei blocchi rinforzati

10.2.1 Blocco: Muro in terra rinforzata monofacciale tipo "TMV LINER"

Dati principali [m]: Larghezza = 3.00 Altezza = 2.28

Coordinate Origine [m] Ascissa = 15.30 Ordinata = 1.30

Inclinazione paramento [°]: 20.00

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

Rilevato strutturale.....: TS

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

Terreno di copertura.....: TS

Terreno di fondazione.....: UG1

Rinforzi:

Tipologia: Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Lunghezza [m]. = 3.00

Interasse [m]. = 0.76

Risvolto [m]. = 0.65

10.2.2 Blocco: Muro in terra rinforzata bifacciale tipo "TMV LINER_BIF"

Dati principali [m]: Larghezza = 4.70 Altezza = 2.28

Coordinate Origine [m] Ascissa = 15.50 Ordinata = 2.50

Inclinazione paramento [°]: 20.00

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

Rilevato strutturale.....: TS

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

Terreno di copertura.....: TS

Terreno di fondazione.....: TP

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

Affondamento fondazione [m]: 0.00

Inclinazione pendio a valle [°]: 0.00



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 24 DI 50

Rinforzi:

Tipologia: Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Lunghezza [m]. = 4.70

Interasse [m]. = 0.76

Risvolto [m]. = 0.65

10.3 Carichi

Sisma:

Classe: Sisma

Accelerazione [m/s²]: Orizzontale = 0.87 Verticale = ± 0.44

10.4 Proprietà dei rinforzi utilizzati

Terramesh (Tipo Maccaferri TMV Liner) - 70° - 8/2.7P - 0.76

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

Lunghezza minima di ancoraggio [m]: 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia): 1.26

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia): 1.09

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo): 1.09

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla): 1.09

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

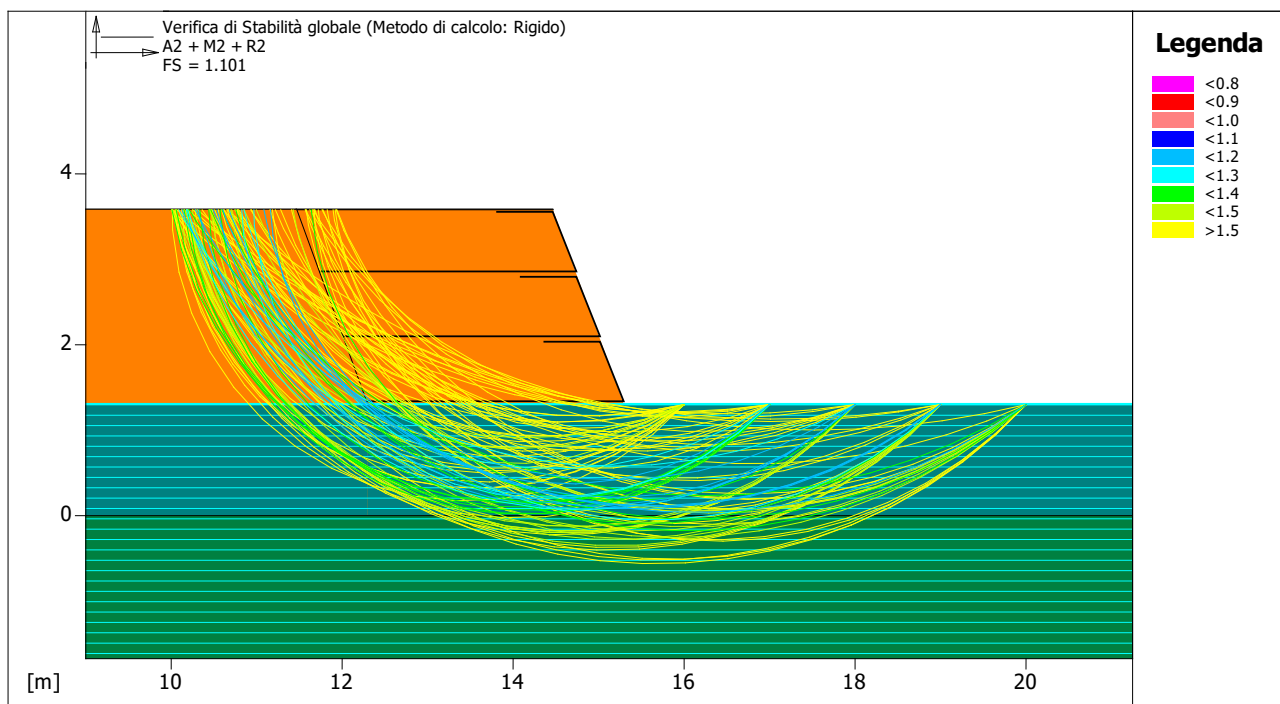
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla: 0.30



10.5 MODULO MONOFACCIALE

10.5.1 Verifica statica

10.5.1.1 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: 1.101

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	12.00	16.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza : 5

Numero totale superfici di prova : 105

Lunghezza segmenti delle superfici [m] : 0.50

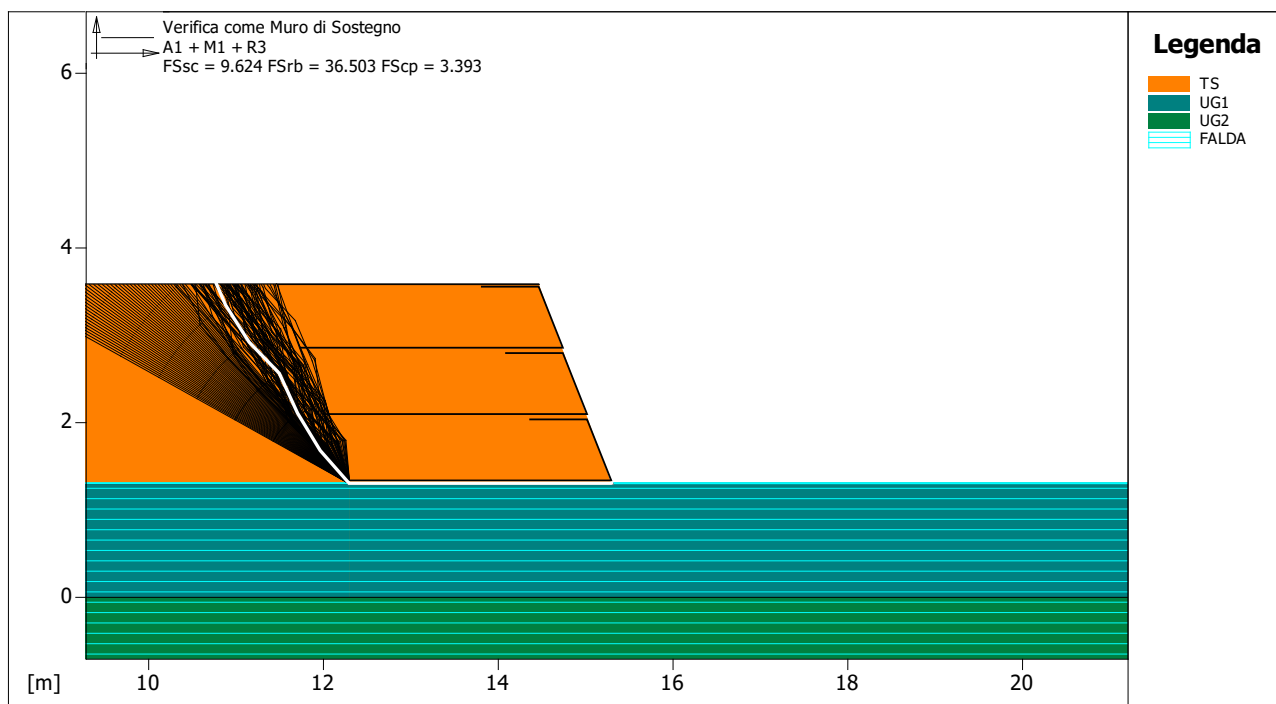
Angolo limite orario [°] : 0.00

Angolo limite antiorario [°] : 0.00



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

10.5.1.2 Verifica come muro di sostegno



Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco: TMV_LINER

Forza Stabilizzante [kN/m]: 58.20

Forza Instabilizzante [kN/m]: 5.50

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 9.624

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 244.44

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 5.82

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 36.503



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 27 DI 50

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 200.51

Pressione media agente [kN/m²]: 42.21

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 3.393

Fondazione equivalente [m]: 3.00

Eccentricità forza normale [m]: -0.39

Braccio momento [m]: 1.06

Forza normale [kN]: 126.54

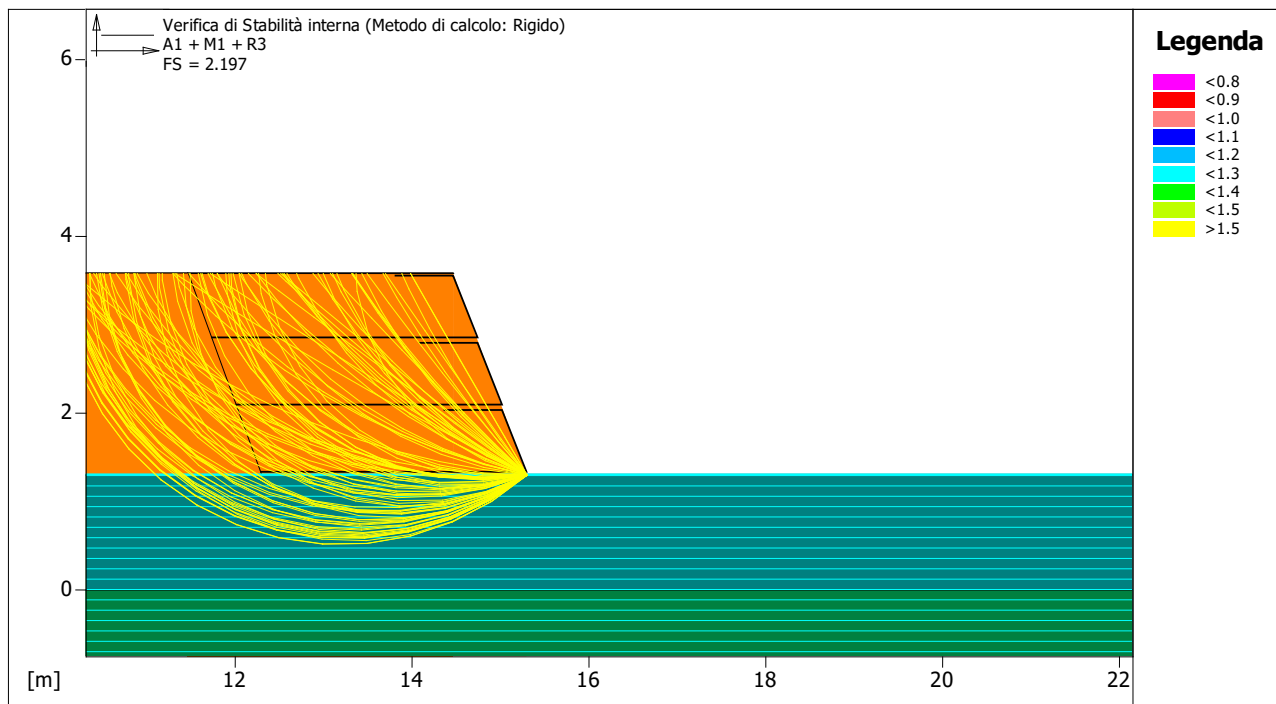
Pressione estremo di valle [kN/m²]: -2.12

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 115.63

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



10.5.1.3 Verifica di stabilità interna



Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 2.197

Intervallo di ricerca delle superfici	
Segmento di partenza, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto
10.00	14.00

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

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



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO

E-P-0-05

REV

D

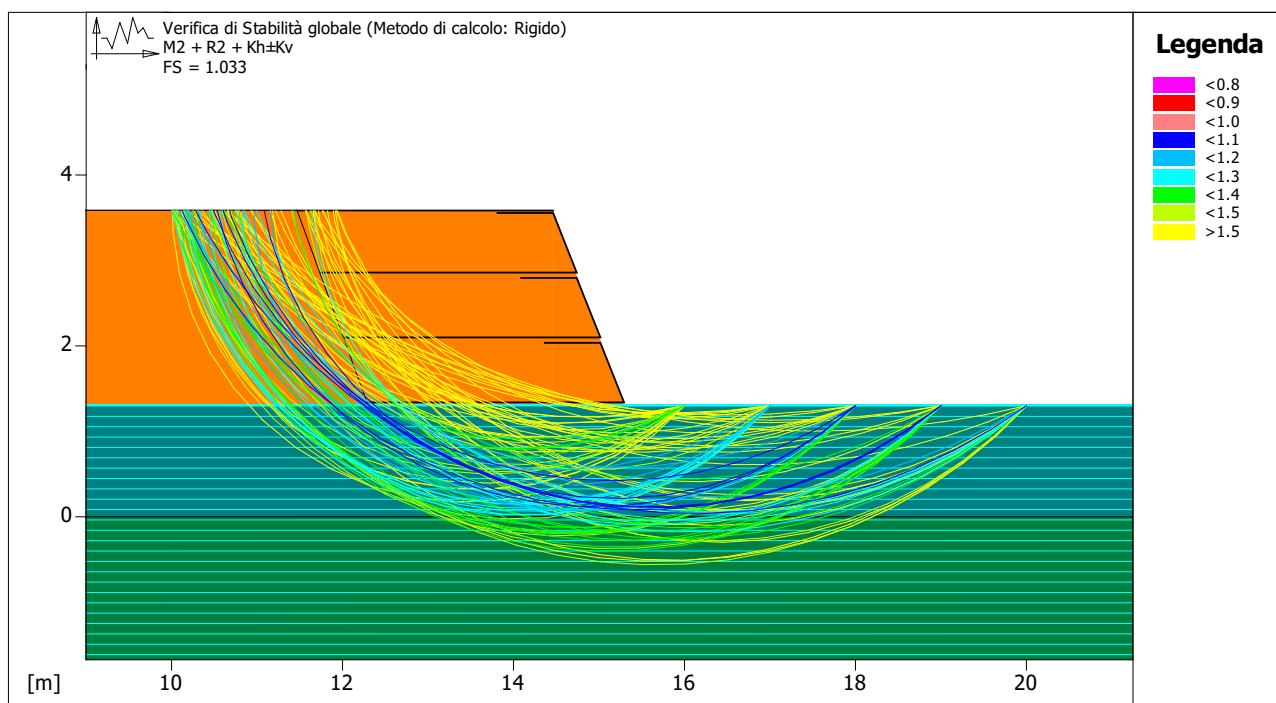
FOGLIO

29 DI 50

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

10.5.2 Verifica sismica positiva

10.5.2.1 Verifica di stabilità globale



Combinazione di carico: $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.033

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	12.00	16.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:

5



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05

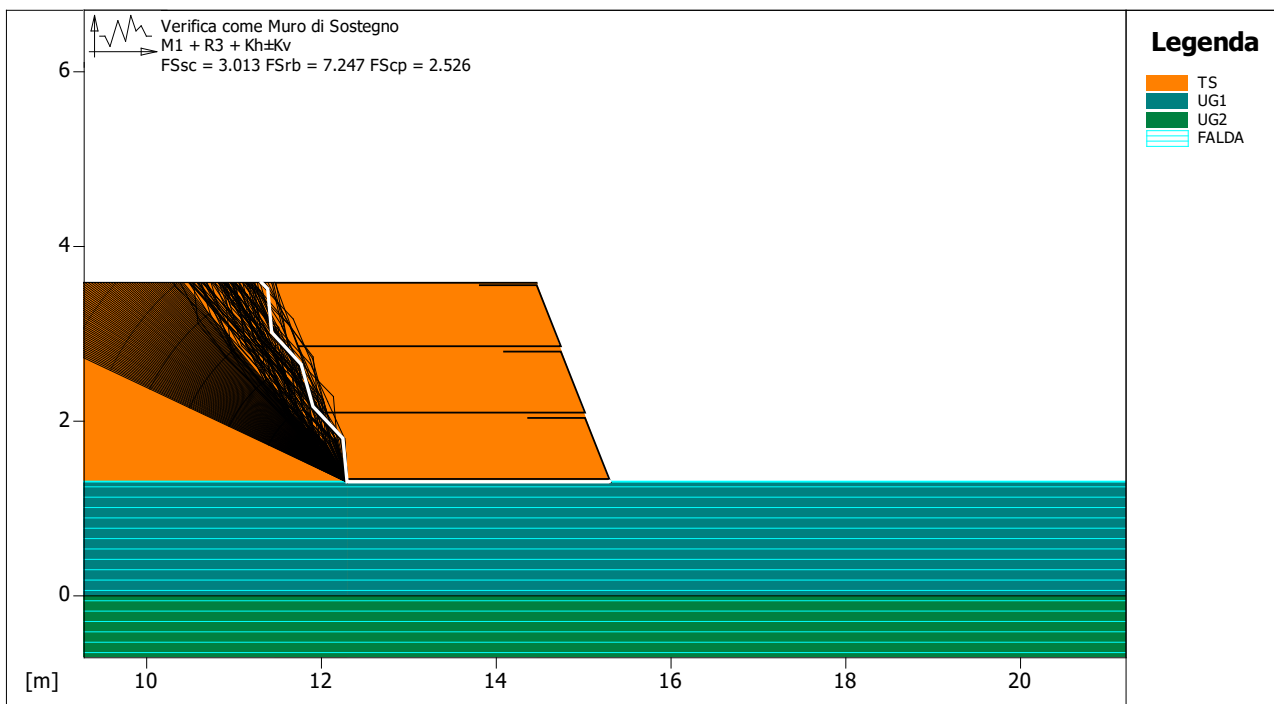
D

30 DI 50

Numero totale superfici di prova:	105
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00

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

10.5.2.2 Verifica come muro di sostegno



Combinazione di carico: M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco: TMV_LINER

Forza Stabilizzante

[kN/m]: 55.99



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 31 DI 50

Forza Instabilizzante [kN/m]: 18.58

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 3.013

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 244.44

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 33.73

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 7.247

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 123.54

Pressione media agente [kN/m²]: 40.76

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 2.526

Fondazione equivalente [m]: 3.00

Eccentricità forza normale [m]: -0.24

Braccio momento [m]: 1.82

Forza normale [kN]: 120.85

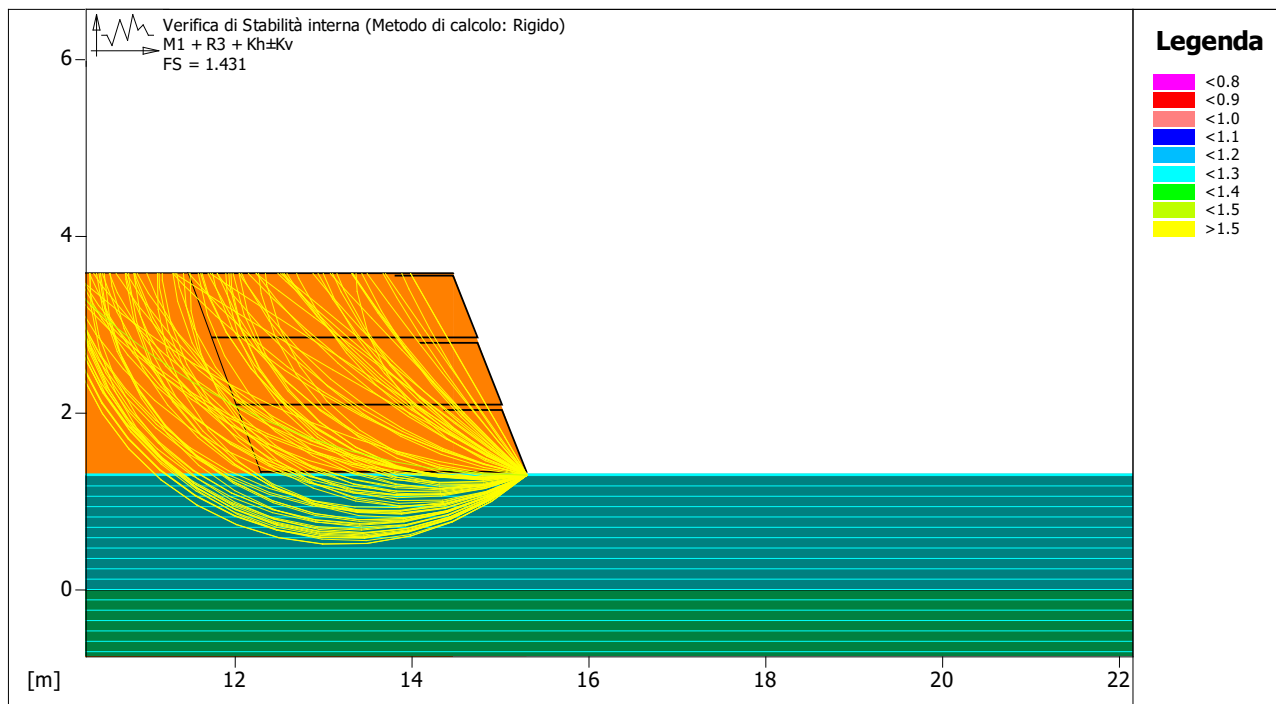
Pressione estremo di valle [kN/m²]: 20.12

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 76.07

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



10.5.2.3 Verifica di stabilità interna:



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: 1.431

Intervallo di ricerca delle superfici	
Segmento di partenza, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto
10.00	14.00

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

Fattore	Classe
1.00	Sisma



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05

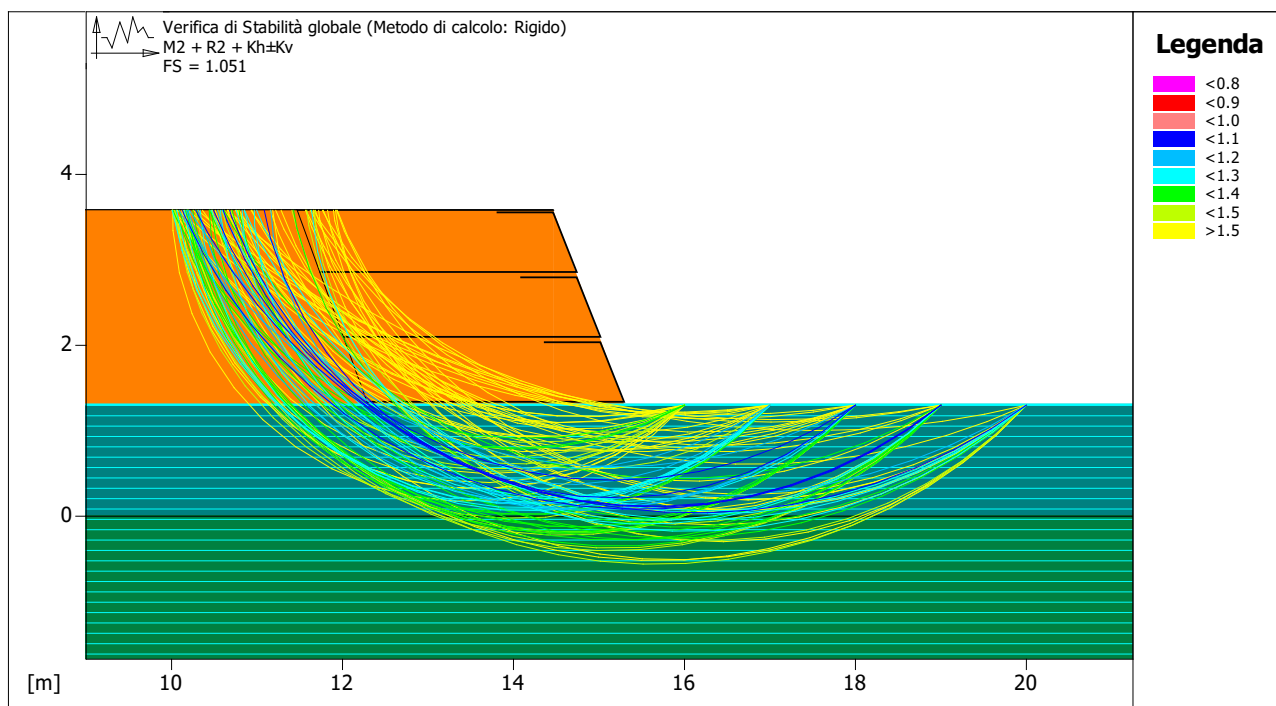
D

33 DI 50

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

10.5.3 Verifica sismica negativa

10.5.3.1 Verifica di stabilità globale:



Combinazione di carico: $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.051

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	12.00	16.00	20.00



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

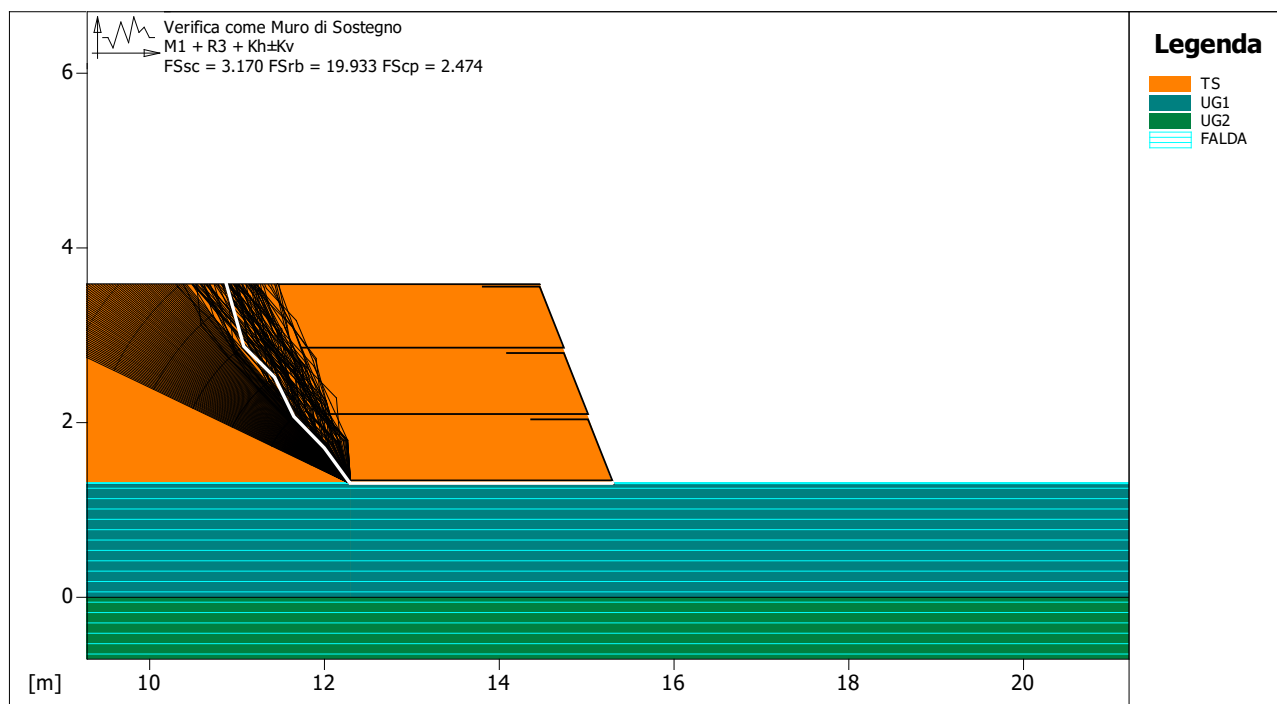
DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 34 DI 50

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:	5
Numero totale superfici di prova:	105
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00

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

10.5.3.2 Verifica come muro di sostegno:



Combinazione di carico: M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco: TMV_LINER



LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE,
REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE CONFLUENTI ALLA FASCIA COSTIERA EST
DEL COMUNE DI POZZALLO
CIG: 9082382AB8 - CUP: C14H20001110001

PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 35 DI 50

Forza Stabilizzante [kN/m]: 60.41

Forza Instabilizzante [kN/m]: 19.06

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 3.170

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 244.44

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 12.26

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 19.933

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 132.21

Pressione media agente [kN/m²]: 44.53

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 2.474

Fondazione equivalente [m]: 3.00

Eccentricità forza normale [m]: -0.26

Braccio momento [m]: 0.64

Forza normale [kN]: 132.23

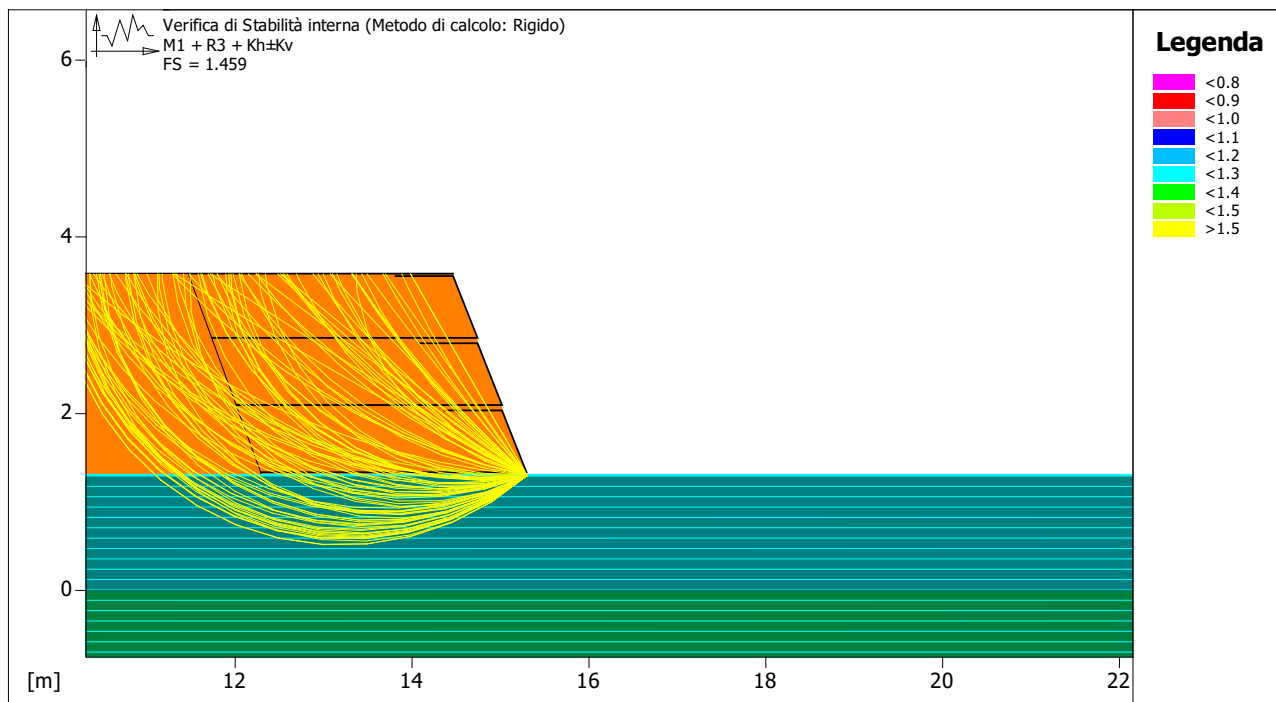
Pressione estremo di valle [kN/m²]: 20.37

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 85.91

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



10.5.3.3 Verifica di stabilità interna:



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: 1.459

Intervallo di ricerca delle superfici	
Segmento di partenza, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto
10.00	14.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1

Numero totale superfici di prova: 100

Lunghezza segmenti delle superfici [m]: 0.50

Angolo limite orario [°]: 0.00

Angolo limite antiorario [°]: 0.00



**LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE,
REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE CONFLUENTI ALLA FASCIA COSTIERA EST
DEL COMUNE DI POZZALLO**
CIG: 9082382AB8 - CUP: C14H20001110001

PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 37 DI 50

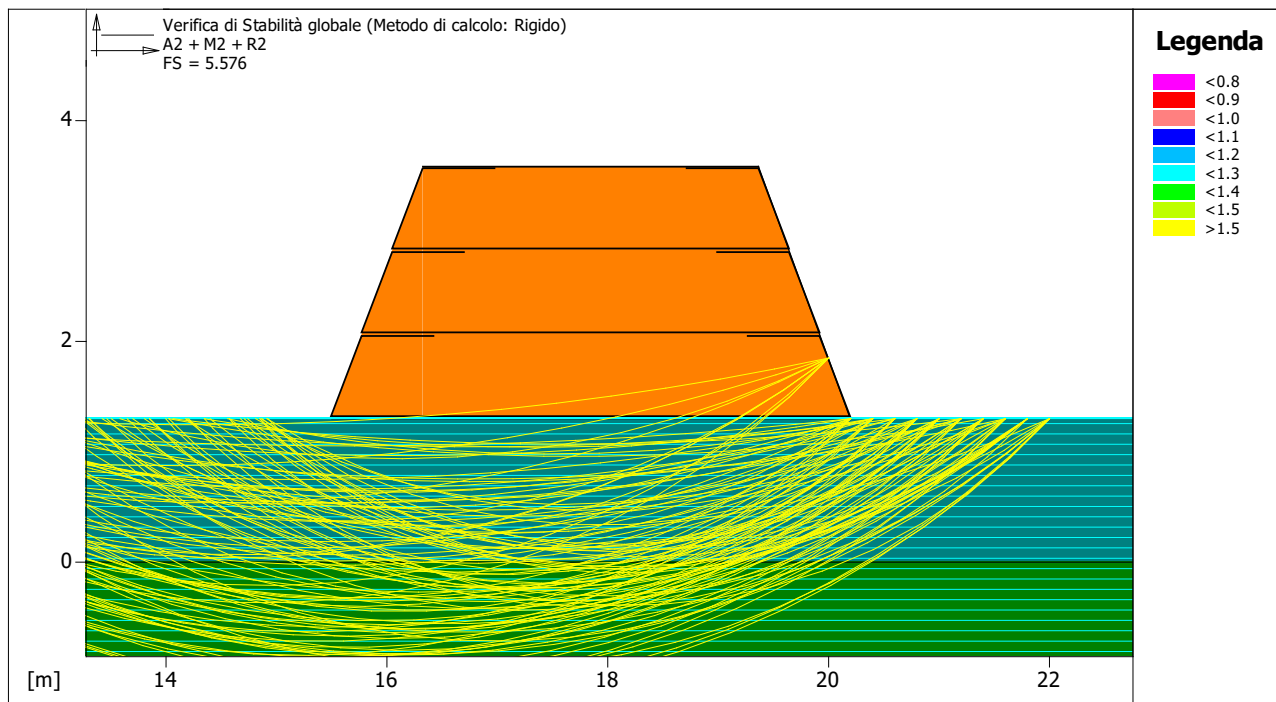
Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



10.6 MODULO BIFACCIALE

10.6.1 Verifica sismica statica

10.6.1.1 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: 5.576

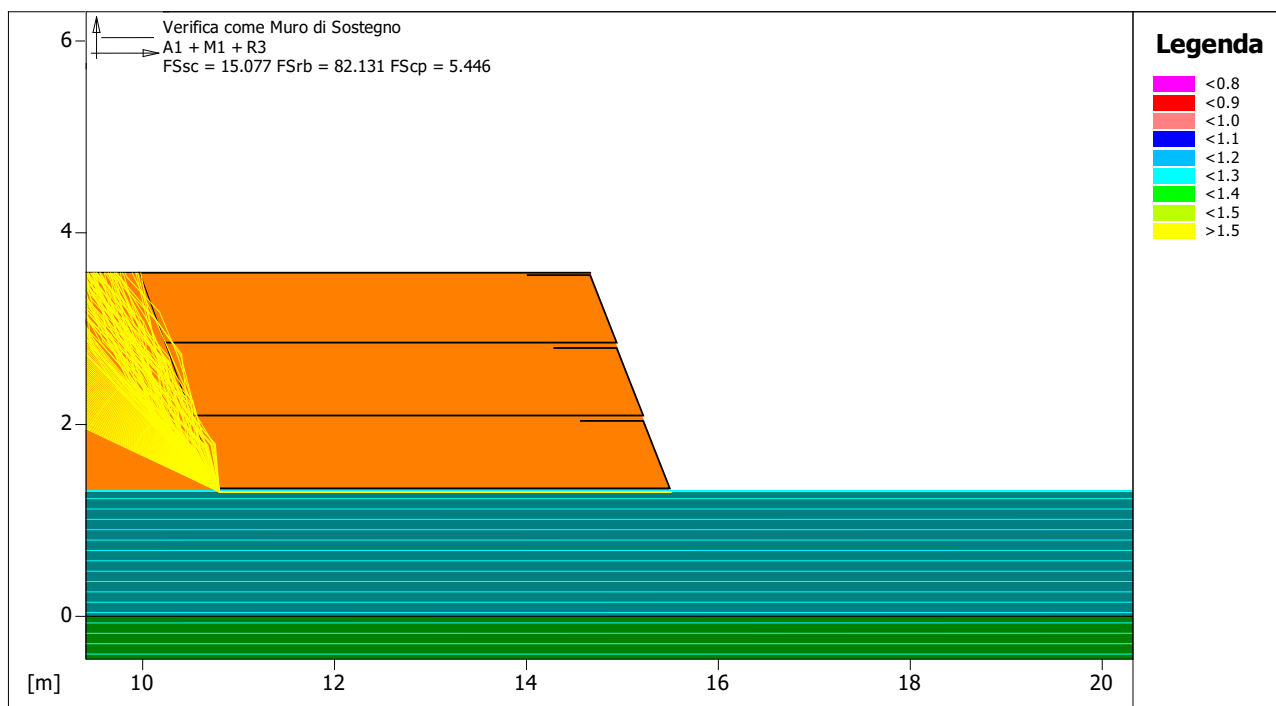
Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	15.00	20.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:	11
Numero totale superfici di prova:	110
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00



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

10.6.1.2 Verifica come muro di sostegno



Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco: TMV LINER_BIF

Forza Stabilizzante [kN/m]: 91.18

Forza Instabilizzante [kN/m]: 5.50

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 15.077

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 549.99

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 5.82

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 40 DI 50

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 82.131

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 321.71

Pressione media agente [kN/m²]: 42.19

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 5.446

Fondazione equivalente [m]: 4.70

Eccentricità forza normale [m]: -0.39

Braccio momento [m]: 1.06

Forza normale [kN]: 198.25

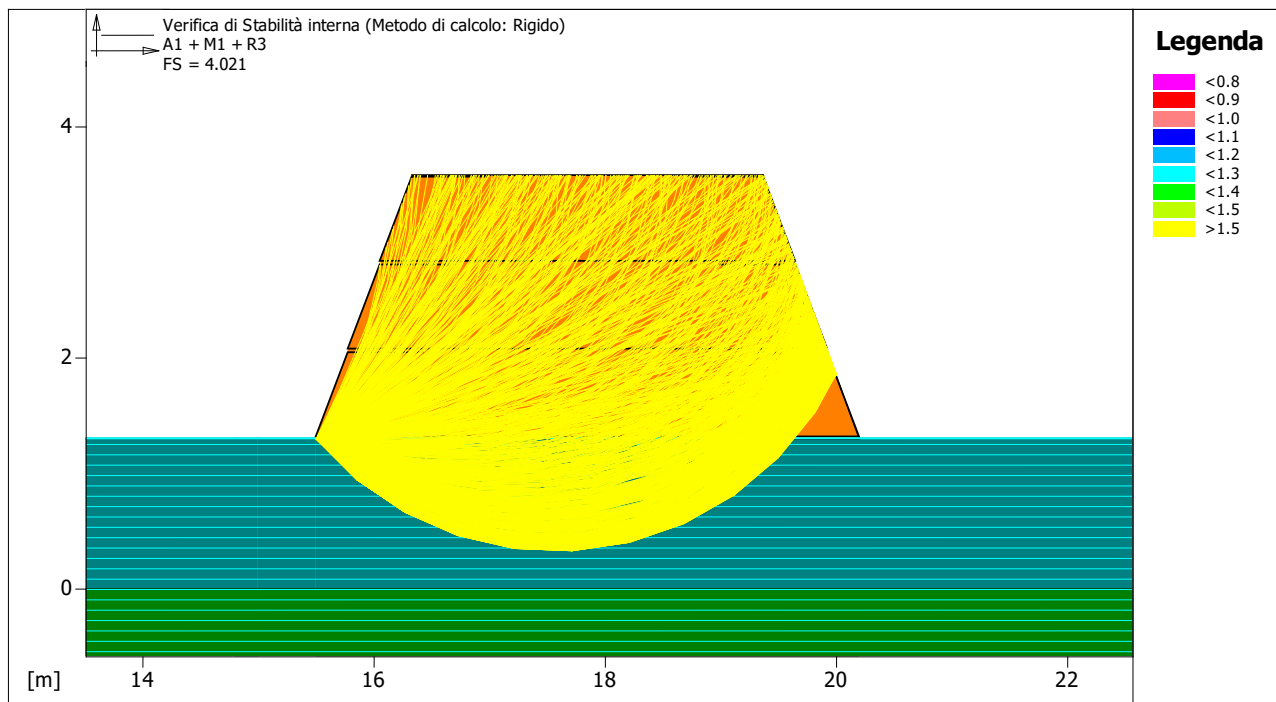
Pressione estremo di valle [kN/m²]: 20.00

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 81.38

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



10.6.1.3 Verifica di stabilità interna:



Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 4.021

Intervallo di ricerca delle superfici			
Blocco		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
		Primo punto	Secondo punto
		16.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:	1
Numero totale superfici di prova:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00

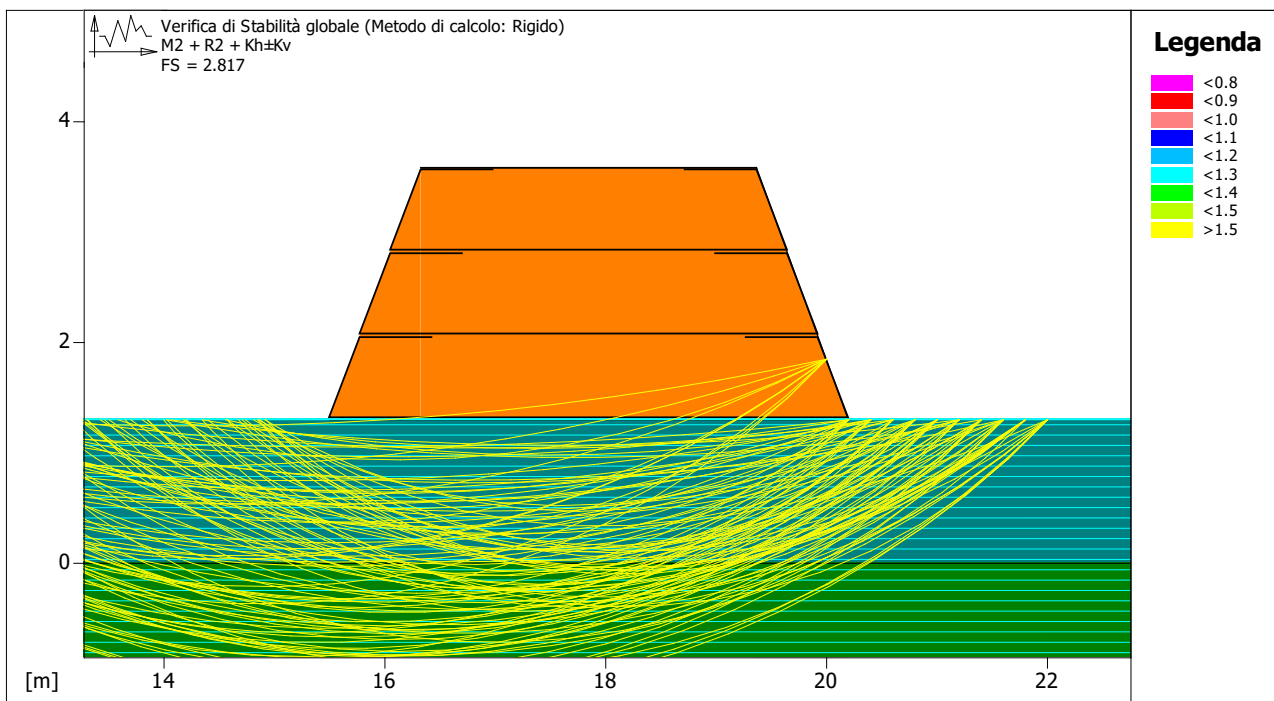
Fattore	Classe
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio



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

10.6.2 Verifica sismica positiva

10.6.2.1 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: 2.817

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	15.00	20.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:

11



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

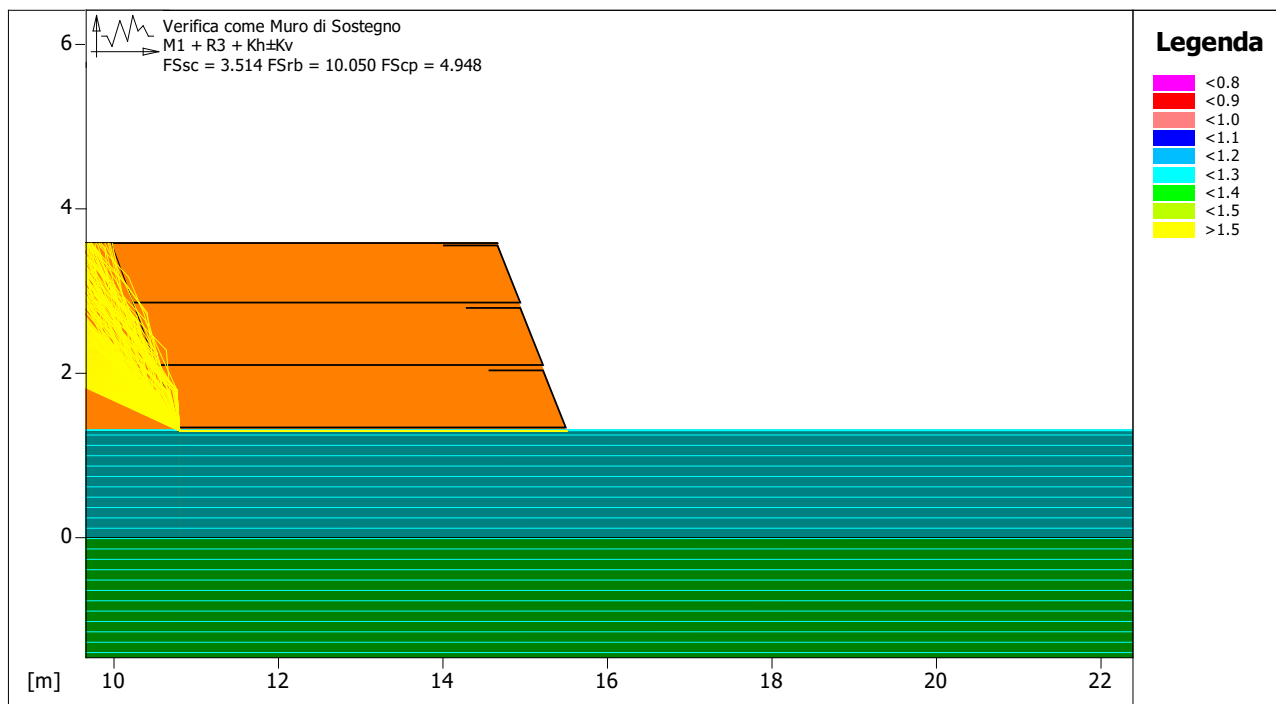
DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 43 DI 50

Numero totale superfici di prova:	110
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00

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

10.6.2.2 Verifica come muro di sostegno



Combinazione di carico: M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco: TMV LINER_BIF

Forza Stabilizzante [kN/m]: 87.72



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 44 DI 50

Forza Instabilizzante [kN/m]: 24.96

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 3.514

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 549.99

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 54.72

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 10.050

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 241.24

Pressione media agente [kN/m²]: 40.63

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 4.948

Fondazione equivalente [m]: 4.70

Eccentricità forza normale [m]: -0.27

Braccio momento [m]: 2.19

Forza normale [kN]: 189.32

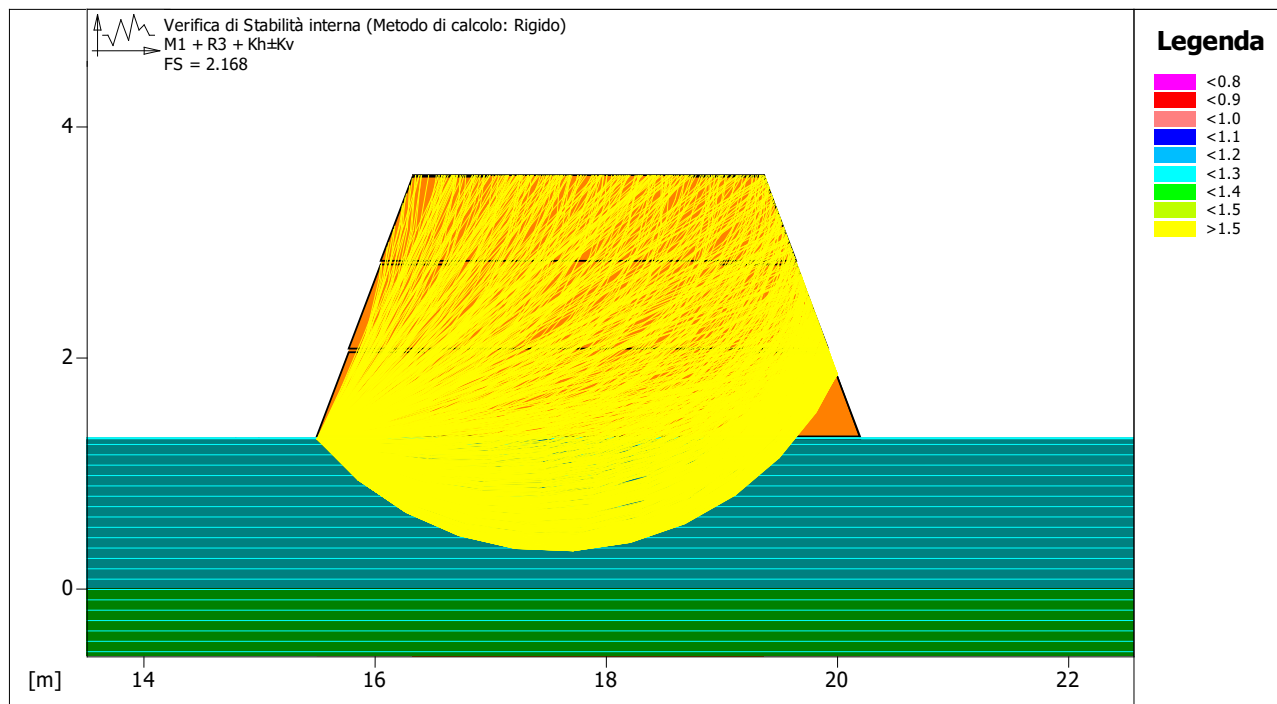
Pressione estremo di valle [kN/m²]: 28.03

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 62.81

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



10.6.2.3 Verifica di stabilità interna



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: 2.168

Intervallo di ricerca delle superfici			
Blocco		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
		Primo punto	Secondo punto
		16.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1

Numero totale superfici di prova: 1000

Lunghezza segmenti delle superfici [m]: 0.50

Angolo limite orario [°]: 0.00

Angolo limite antiorario [°]: 0.00

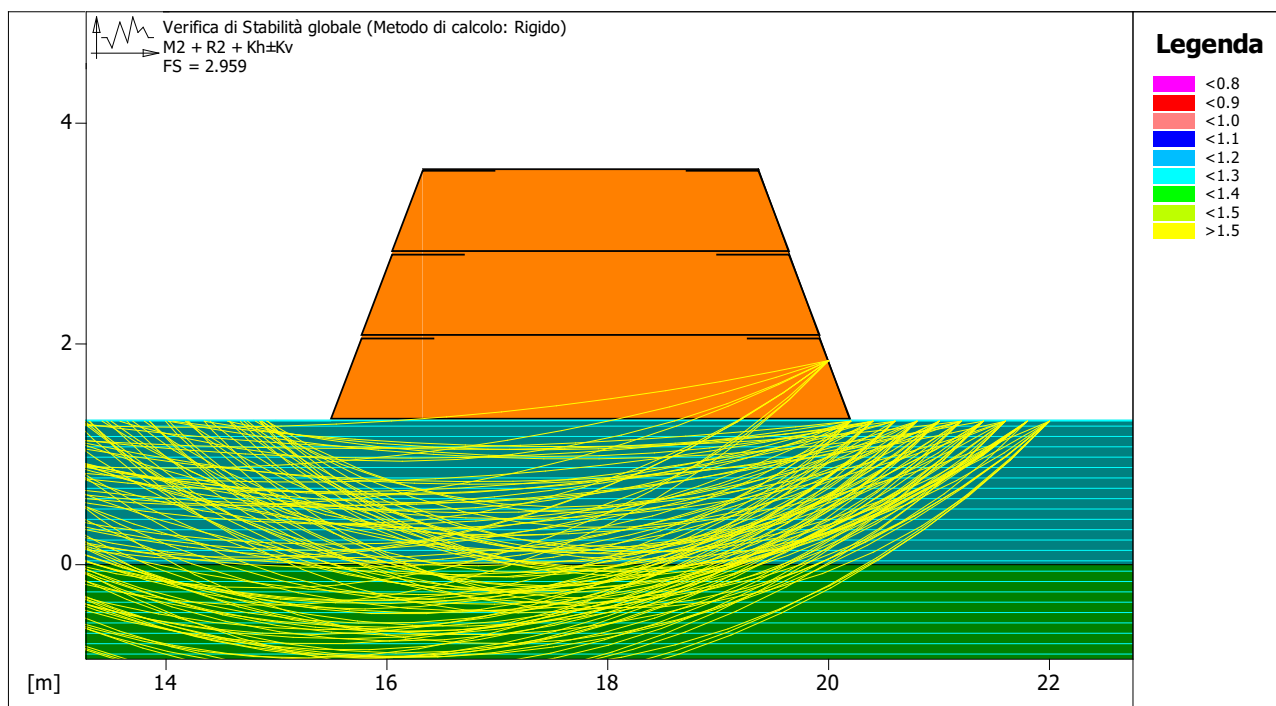
Fattore	Classe
1.00	Sisma



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

10.6.3 Verifica sismica negativa

10.6.3.1 Verifica di stabilità globale



Combinazione di carico: $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 2.959

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	15.00	20.00	22.00



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

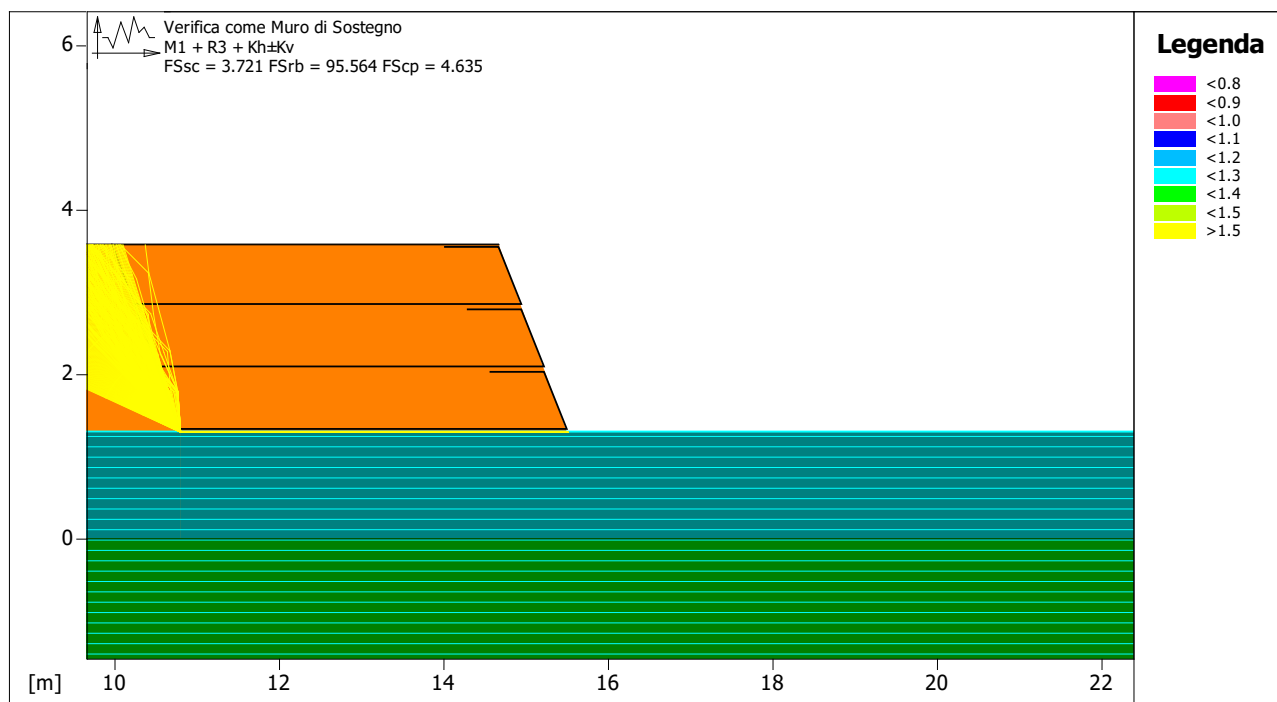
DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05 D 47 DI 50

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza:	11
Numero totale superfici di prova:	110
Lunghezza segmenti delle superfici [m]:	0.50
Angolo limite orario [°]:	0.00
Angolo limite antiorario [°]:	0.00

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

10.6.3.2 Verifica come muro di sostegno



Combinazione di carico: M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco: TMV LINER_BIF



PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO
E-P-0-05 D 48 DI 50

Forza Stabilizzante [kN/m]: 94.64

Forza Instabilizzante [kN/m]: 25.44

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 3.721

Momento Stabilizzante [kN*m/m]: 549.99

Momento Instabilizzante [kN*m/m]: 5.76

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 95.564

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²]: 247.03

Pressione media agente [kN/m²]: 44.41

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 4.635

Fondazione equivalente [m]: 4.70

Eccentricità forza normale [m]: -0.28

Braccio momento [m]: 0.23

Forza normale [kN]: 207.17

Pressione estremo di valle [kN/m²]: 29.94

Pressione estremo di monte [kN/m²]: 70.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE,
REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE CONFLUENTI ALLA FASCIA COSTIERA EST
DEL COMUNE DI POZZALLO
CIG: 9082382AB8 - CUP: C14H20001110001

PROGETTO

Relazione di calcolo argine in terra

DOCUMENTO REV FOGLIO

E-P-0-05

D

50 DI 50

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