

**mipaft**

ministero delle politiche agricole  
alimentari, forestali e del turismo

**FSC**

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

## PROGRAMMA OPERATIVO AGRICOLTURA 2014 - 2020

Sottopiano 2 - Interventi nel campo delle Infrastrutture irrigue

C.U.P. E96J16001360009

### CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

### COMPLETAMENTO IMPIANTO IRRIGUO DELL'ALENTO

Sistema di distribuzione intersettoriale  
(3° lotto di distribuzione - 1° stralcio)

### INFRASTRUTTURE VERDI

Fatt. tecnico-economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

Elaborato	<b>U19c</b>	Scala	-	Data	Settembre 2020	Revisione	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
-----------	-------------	-------	---	------	----------------	-----------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Oggetto

### Relazione geotecnica

<b>TIPOLOGIA ELABORATO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input checked="" type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Disciplinare - Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

#### PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)  
Tel. 0974/837206 - Pec: veliaingegneria@pec.it

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

#### GEOLOGO

**Dot. Geol. Vincenzo Siervo**

Iscritto all'Albo dei Geologi Regione Campania n. 1378 dal 08.09.1995

#### RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

**Ing. Giancarlo Greco**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 5168 dal 11.09.2006  
Consorzio di Bonifica "Velia"

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it

Rif. archivio digitale - 15g.2020/Ve.Ing.

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	2
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CONSULTAZIONE</b> .....	3
<b>3. PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO</b> .....	3
<b>3.1 Metodi utilizzati nel codice</b> .....	3
<b>3.1.1 Verifica di stabilità globale</b> .....	4
<b>3.1.2 Generazione delle superfici di rottura</b> .....	5
<b>3.1.3 Verifica come muro di sostegno</b> .....	6
<b>3.1.3.1 Verifiche allo scorrimento</b> .....	6
<b>3.1.3.2 Verifica al ribaltamento</b> .....	6
<b>3.1.3.3 Verifica della capacità portate della fondazione</b> .....	7
<b>4. RISULTATI</b> .....	7

## 1. PREMESSA

Il quadro conoscitivo descritto nella Relazione Geologica di progetto, a firma del dott. geol. Vincenzo Siervo, può ritenersi sufficiente, stante anche la destinazione d'uso dell'opera.

Risulta sufficientemente chiaro il quadro conoscitivo emerso dalle indagini in sito e applicabili correlazioni da letteratura al fine di parametrizzare il comportamento geotecnico dei terreni attraversati. Si rimanda ai contenuti della Relazione Geologica di progetto per ogni dettaglio.

Si riportano di seguito le caratteristiche meccaniche emerse dalla predette indagini ed i carichi assunti ai fini delle verifiche di stabilità:

		$\gamma_{sat}$ (KN/mc)	$\gamma_{secco}$ (KN/mc)	$\phi$ (°)	C' (Kpa)
<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<i>Pendio a tergo muro</i>	18	17	18	10
	<i>Substrato di fondazione del muro</i>	20	19	22	15
	<i>Materiale di riempimento gabbioni</i>	20	20	40	10
<b>CARICHI</b>	<b>SISMICO</b>	Kh=0,04		Kv= +/- 0,02	

Tab. 1: parametri geotecnici dei terreni interessati

Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della condizione:

$$Ed < Rd$$

**Ed** = azioni o effetto delle azioni di progetto;

**Rd** = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico.

Le verifiche da effettuare sono:

- **SLU di tipo geotecnica (GEO) e di Equilibrio di corpo rigido (EQU)**
  - ✓ stabilità globale del complesso dell'opera di sostegno-terreno;
  - ✓ scorrimento sul piano di posa;
  - ✓ collasso del carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - ✓ ribaltamento.

Nel seguito del presente documento, vengono riportate le modalità di verifica dei muri a secco nei confronti della stabilità globale, della stabilità allo scorrimento ed al ribaltamento. Una disamina della verifica a carico limite della fondazione è riportata nel documento "Relazione sulle fondazioni".

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CONSULTAZIONE

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

- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.Min. 14/01/2008.

Sono state altresì consultate le seguenti normative:

- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (Circ. CSLLPP 02.02.09 n.617);
- ✓ Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica Parte 1: Regole generali (UNI EN 1997-1 febbraio 05);
- ✓ Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo (UNI EN 1997-2 maggio 07);
- ✓ Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (UNI EN 1998-5 gennaio 05);

## 3. PROCEDIMENTO E TEORIA 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 MacStarWin 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. La porzione di terreno soggetta a rottura viene divisa in conci e per ciascuno di questi si calcolano le forze alle quali sono assoggettate: forze esterne, peso, reazioni alla base e forze di contatto tra concio e concio.

### 3.1 Metodi utilizzati nel codice

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

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

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

dove:  $\tau$  = tensione tangenziale massima

c = coesione

$\sigma$  = pressione normale totale

$u$  = pressione interstiziale

$\phi'$  = angolo di attrito

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

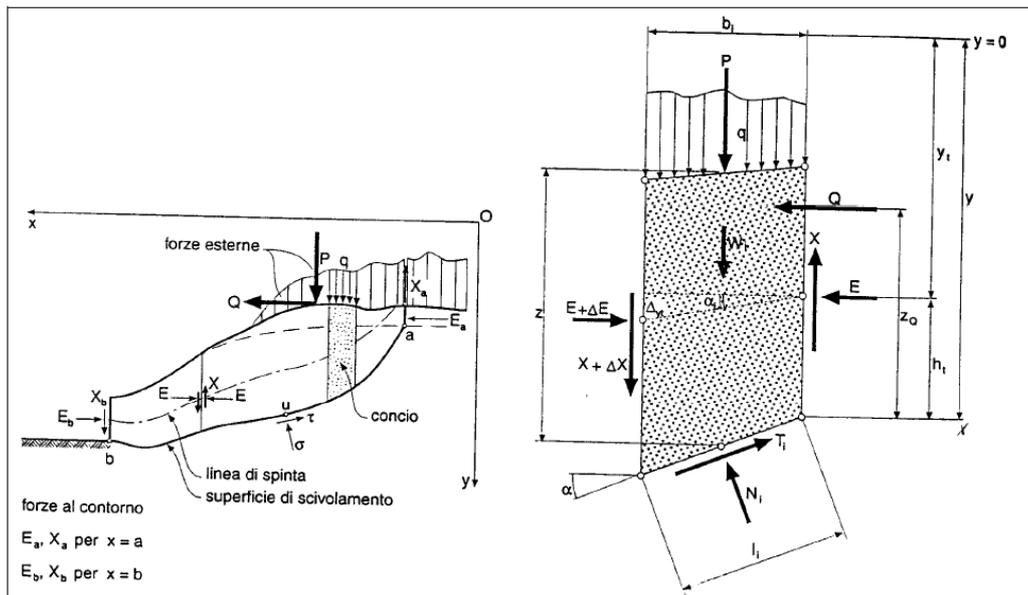


Fig. 1: schematizzazione delle forze agenti sul singolo concio

Caratteristiche del metodo semplificato di Bishop, assunto per le elaborazioni effettuate, 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.

### 3.1.1 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: stabilità globale

### 3.1.2 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.

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)

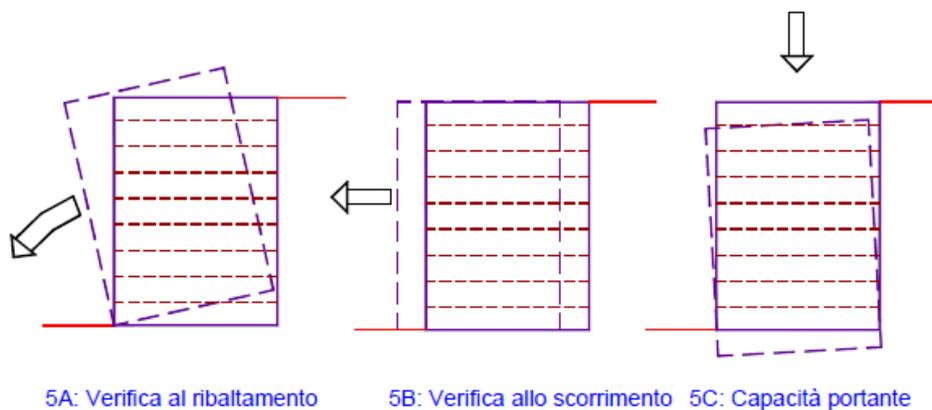
Il risultato finale può dipendere anche sensibilmente da tali scelte per cui è sempre opportuno eseguire più calcoli con differenti parametri. L'utente ovviamente può anche scegliere quante superfici generare. Ogni singola superficie viene generata mediante successione di tratti (della

lunghezza stabilita dall'utente) la cui inclinazione è generata in modo casuale, ma comunque parzialmente guidata per rispettare i vincoli imposti.

### 3.1.3 Verifica come muro di sostegno

In tale verifica l'opera (muro a secco) viene considerata come un muro monolitico, formato da blocchi che compongono l'opera stessa, che sostiene le spinte del terreno che si trova a monte.

La verifica dell'opera come muro di sostegno, si articola a sua volta nelle tre verifiche classiche dei muri di sostegno (fig. 3): verifica al ribaltamento (5a), verifica allo scorrimento (5b), verifica per capacità portante (5c). Per quest'ultima verifica il valore della pressione di rottura del terreno alla base del muro può essere fornita dall'utente oppure può essere calcolata automaticamente dal programma.



**Fig. 3: verifica come muro di sostegno**

#### 3.1.3.1 Verifiche allo scorrimento

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento (**F<sub>scc</sub>**) è dato dal seguente rapporto:

$$F_{scc} = F_{stab} / F_{htot}$$

essendo:  $F_{htot} = (S_a + F_{hin})$

dove riepilogando:

$F_{stab}$  = forza totale stabilizzante agente alla base del muro;

$S_a$  = spinta (attiva) massima agente sul muro;

$F_{hin}$  = forza orizzontale instabilizzante agente nel muro (per sisma o forze idrauliche).

#### 3.1.3.2 Verifica al ribaltamento

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento (**F<sub>srb</sub>**) è dato dal seguente rapporto:

$$F_{srb} = (M_{stab} - M_u) / (M_a + M_r)$$

dove riepilogando:

Mstab = momento stabilizzante dovuto alle forze agenti sul muro;

Mu = momento ribaltante dovuto alle forze interstiziali alla base del muro;

Ma = momento ribaltante dovuto alla spinta (attiva) massima agente sul muro;

Mr = momento ribaltante dovuto alle forze orizzontali instabilizzanti agente nel muro (per sisma o forze idrauliche)

### 3.1.3.3 Verifica della capacità portate della fondazione

Si rimanda alla Relazione sulle fondazioni

## 4. RISULTATI

Rimandando ai tabulati di calcolo allegati alla “Relazione Strutturale” per una più completa disamina dei risultati ottenuti, di seguito si riporta una tabella riassuntiva di tali risultati in termini di coefficiente di sicurezza per la stabilità globale (**Fs**), coefficiente di sicurezza allo scorrimento del muro (**Fsc**) e coefficiente di sicurezza al ribaltamento del muro (**Frb**).

	CASO STATICO			CASO DINAMICO		
Hmuro [m]	Fs	Fsc	Frb	Fs	Fsc	Frb
0,50	7,47	41,15	5,05	6,38	20,10	5,15
1,00	3,70	11,19	1,34	3,58	7,90	1,31
1,50	2,76	12,39	1,37	2,60	7,89	1,28
2,00	2,30	13,59	1,21	2,22	7,31	1,10

Tab. 2: tabella riassuntiva dei risultati ottenuti

Dalla tabella precedente si evince che tutte le verifiche risultano soddisfatte ( $F_s > 1.1$ ;  $F_{sc} > 1$ ;  $F_{rb} > 1$ ).

IL PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi srl