



# COMUNE DI PIETRAPERTEOSA

PROVINCIA DI POTENZA

## UFFICIO TECNICO

**Bando MISURA 4 -Sottomisura 4.3.1" Sostegno per investimenti in infrastrutture necessarie all'accesso ai terreni agricoli e forestali".**

### **PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA  
DELLA VIABILITA' RURALE DEL COMUNE DI  
PIETRAPERTEOSA

### **SETTORE: STRUTTURALE**

***elaborato:***

***1- RELAZIONE DI CALCOLO***

### **PROGETTAZIONE**

***Ufficio Tecnico Comunale  
geom. Salvatore Urgo***

Pietrapertosa li AGOSTO 2019

***1-STR***

## RELAZIONE DI CALCOLO

### 1 – GENERALITA'

#### Oggetto

La presente relazione tecnica è relativa ai lavori occorrenti per la sistemazione del dissesto della sede stradale provocata da smottamenti e mancata regimentazione delle acque in vari tratti della strada comunale del comune di Pietrapertosa alle contrade Visciglieta, Rossa, Battaglia, Trifoggio. Tali lavori consisteranno nella realizzazione di gabbionate di contenimento della sede stradale. Si provvederà poi alla sistemazione delle cunette, alla realizzazione di drenaggi per il convogliamento delle acque ed al ripristino della pavimentazione stradale con misto granulare e conglomerato bituminoso.

#### Tipologia delle opere in progetto

I muri a gravità in pietrame sono opere la cui stabilità è affidata esclusivamente al solo peso proprio del muro stesso.

I muri a gabbioni sono una particolare tipologia di muri a gravità, realizzati con struttura modulare, mediante l'assemblaggio di elementi parallelepipedi in rete metallica (gabbioni), riempiti con pietrame di grossa pezzatura e disposti in più strati.

#### Riferimenti

Nella redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla vigente normativa italiana ed ai documenti progettuali di seguito elencati:

#### Normativa

[NR\_1]. D.M. del 11/03/1988: *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*.

[NR\_2]. Circ. LL.PP. n. 30483 del 24/09/ 1988: *"Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per*

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

*la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*

*[NR\_3]. O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*

*[NR\_4]. O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/2003: "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003".*

*[NR\_5]. D.M. del 14/09/2005 e successivi aggiornamenti 2007: "Norme Tecniche per le costruzioni".*

*[NR\_6]. D.M. del 14/01/2008: "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".*

*[NR\_7]. Circolare del 2/02/2009, n. 617: "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"*

## **Documenti Progettuali**

*[DR\_1]. "Relazione geologica"*

## 2 – MATERIALI IMPIEGATI

### *Pietrame di grossa pezzatura*

Il pietrame con cui si eseguirà il riempimento dei gabbioni sarà costituito da ciottolo di fiume o spaccato da cava compatto e resistente non gelivo e/o friabile, con diametro compreso tra 15 e 35 cm. L'inerte deve essere posato in modo tale da garantire il raggiungimento delle corrette caratteristiche di peso, porosità e forma della struttura.

### *Gabbioni*

I gabbioni sono strutture scatolari realizzate in rete metallica tessuta con filo di ferro galvanizzato a caldo con rivestimento in lega Zinco-Alluminio in maglia esagonale a doppia torsione 8 x 10 cm, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm interno, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m<sup>2</sup>; UNI- EN 10245-2 ed in accordo con le “Linee Guida per la redazione di Capitolati per l’impiego di rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>.

L’operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm<sup>2</sup>.

## 3 - DESCRIZIONE E CALCOLO DELLE OPERE IN PROGETTO

La presente relazione riguarda il dimensionamento di diverse gabbionate da eseguirsi in varie contrade del comune di Pietrapertosa.

La prima tipologia di gabbionata, risulta ubicata in un tratto pressochè pianeggiante ed avrà lunghezza variabile tra 8 e 40 metri e sarà composta da due file di gabbioni; questa sarà disposta controripa, a monte della sede stradale ed avrà funzione di contenimento del terreno a monte della sede stradale stessa. La prima avrà larghezza pari a 1,50 metri, altezza di 1 metro e sarà interrata di 0,5 metri. La seconda fila avrà larghezza di 1 metro.

La seconda tipologia di gabbionata, risulta ubicata in un tratto pressochè pianeggiante ed avrà lunghezza variabile tra 10 e 18 metri e sarà composta da tre file di gabbioni; questa sarà disposta sottoscarpa, a valle della sede stradale ed avrà funzione di contenimento della sede stradale stessa. La prima avrà larghezza pari a 2 metri altezza di 1 metro e sarà interrata di

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

0,5 metri; la seconda sarà larga 1,50 metri, altezza di 1 metro. La terza fila avrà larghezza di 1 metro.

La terza tipologia di gabbionate risulta ubicata in un tratto pressochè pianeggiante ed avrà lunghezza pari a 12 metri e sarà composta da cinque file di gabbioni; questa sarà disposta sottoscampa, a valle della sede stradale ed avrà funzione di contenimento della sede stradale stessa. La prima avrà larghezza pari a 3 metri altezza di 1 metro e sarà completamente interrata; la seconda sarà larga 2,5 metri, altezza di 1 metro. La terza fila avrà larghezza di 2 metri e la quarta fila 1,5 metri e la quinta fila 1 metro.

Per poter eseguire i lavori con un maggior grado di sicurezza si prescrive la chiusura al transito della strada per il periodo di esecuzione dei lavori.

### 3.1 Ipotesi di calcolo

Le analisi delle opere di sostegno di tipo geotecnico (GEO) sono state eseguite secondo l'approccio 1 utilizzando le combinazioni (A2+M2+R2) sia in ambito sismico che in quello statico sulla base di quanto prescritto dal D.M. 14/01/08. La struttura risulta sottoposta alle azioni indotte dalle seguenti condizioni di carico elementare:

Peso proprio delle strutture

Spinta del terreno

Spinta dovuta al sovraccarico accidentale (laddove presente)

Spinta sismica del terreno e forze d'inerzia

Per quanto riguarda la determinazione della spinta del terreno in condizione sismica, trattandosi di opere con stato tensionale e deformativo del terreno prossimo alle condizioni di spinta attiva, si impiega la formulazione di Mononobe Okabe.

Relativamente alla determinazione della spinta del terreno in condizioni statiche per le verifiche in condizioni di stato limite ultimo le norme prevedono combinazioni caratterizzate dai seguenti coefficienti (riduttivi per le caratteristiche del terreno ed amplificativi per le azioni):

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

I coefficienti parziali R da applicarsi ai risultati delle verifiche sono riportati nella tabella seguente.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

## 3.2 Sismica di riferimento

### Categoria dei suoli di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto sulla base della relazione geotecnica del progetto definitivo, i terreni in esame in relazione alle categorie di suoli fondazionali (Paragrafo 3.2.2, NTC), sono ascrivibili alla *Categoria B* e la *categoria topografica* è di tipo T2.

### Vita nominale e classe d'uso

Le NTC adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture; in tale ottica si effettuano le seguenti ipotesi di progetto relative agli aspetti di funzionalità richiesti alle opere in esame:

Vita nominale dell'opera: VN=50 anni

Classe d'uso dell'opera: II

Periodo di riferimento dell'opera: VR= VN\*CU =50 anni

### Parametri sismici

Sulla base delle indicazioni del NTC di cui al D.M. 14/01/2008, in riferimento al sito in esame, avremo i seguenti parametri sismici

latitudine: 40,497807219

longitudine: 16,077471632

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento (coordinate ED50)

Sito 1 ID: 34560 Lat: 40,5058 Lon: 16,0542 Distanza: 2157,967  
Sito 2 ID: 34561 Lat: 40,5043 Lon: 16,1199 Distanza: 3660,767  
Sito 3 ID: 34783 Lat: 40,4543 Lon: 16,1179 Distanza: 5922,438  
Sito 4 ID: 34782 Lat: 40,4558 Lon: 16,0522 Distanza: 5132,759

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,050 g  
Fo: 2,330  
Tc\*: 0,290 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,064 g  
Fo: 2,400  
Tc\*: 0,313 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,165 g  
Fo: 2,485  
Tc\*: 0,379 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,212 g  
Fo: 2,495  
Tc\*: 0,404 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:  
Ss: 1,200

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'**  
**RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

	Cc:	1,410
	St:	1,000
	Kh:	0,012
	Kv:	0,006
	Amax:	0,590
	Beta:	0,200
SLD:		
	Ss:	1,200
	Cc:	1,390
	St:	1,000
	Kh:	0,015
	Kv:	0,008
	Amax:	0,752
	Beta:	0,200
SLV:		
	Ss:	1,200
	Cc:	1,340
	St:	1,000
	Kh:	0,048
	Kv:	0,024
	Amax:	1,944
	Beta:	0,240
SLC:		
	Ss:	1,190
	Cc:	1,320
	St:	1,000
	Kh:	0,071
	Kv:	0,035
	Amax:	2,477
	Beta:	0,280

---



### **3.3 Parametri geotecnici**

Per i parametri dei terreni in situ la relazione geologica propone una indicazione relativa alla presenza dei diversi litotipi del versante su cui ricade il tratto di strada interessato dall'intervento.

In particolare l'acquisizione dei parametri fisico- meccanici derivano da indagini eseguite dal geologo in situ.

Da tali indagini è stato possibile definire un range di valori che definiscono sufficientemente le caratteristiche dei materiali costituenti l'area, ossia le argille varicolori. I valori sono descritti di seguito

Detrito argilloso e sabbioso di colore grigio-brunastro e bluastro, plastico e scarsamente consistente

Peso dell'unità di volume $\gamma$	17 KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume $\gamma_s$	19 KN/m <sup>3</sup>
Coesione $C'$	0 KN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito interno $\Phi'$	17°

### **3.4 Presentazione del metodo di calcolo**

Le analisi sono eseguite verificando la stabilità delle sezioni di progetto, considerando tutta una serie di potenziali superfici di scivolamento circolari, riscontrando, in accordo alla Normativa, in ogni caso un fattore di sicurezza minimo superiore al valore 1.00. Le analisi di stabilità dei pendii possono essere verificate con diversi metodi di calcolo, ognuno dei quali fornisce un'equazione finale che permette di determinare il fattore di sicurezza. Ogni metodo assume una serie di ipotesi semplificative così da poter rendere risolvibile il sistema di equazioni. Alcuni di questi metodi sono stati risolti con metodo iterativo, vale a dire creando una procedura di calcolo che facilita la loro implementazione su macchina.

Tra questi quello da utilizzato nella presente relazione di calcolo è il software GDW della Geostru. L'analisi di stabilità, che adotta tali metodi, è quella dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale.

Dato l'elevato numero di incognite, ogni metodo assume delle ipotesi semplificative che rendono risolvibile il sistema e sono proprio tali ipotesi che differenziano un metodo dall'altro. Per ogni concio sono disponibili per la risoluzione del sistema le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per n conci si avranno 3n equazioni linearmente indipendenti.

Il metodo utilizzato è quello di Bishop

Si riportano di seguito i risultati di calcolo ottenuti

### 3.4.1 GABBIONATA CONTRORIPA

#### Normativa di riferimento

NTC 2008 Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

#### Forze considerate nell'equilibrio della gabbionata

- Peso proprio della gabbionata
- Spinta statica del terreno a monte (in condizione limite attiva)
- Peso del terreno gravante sulla mensola di monte
- Acqua sulla mensola di monte
- Spinta idrostatica di monte
- Spinta sismica di monte in direzione x
- Spinta sismica di monte in direzione y
- Spinta idrostatica di valle
- Spinta statica del terreno a valle
- Spinta sismica di valle in direzione x
- Spinta sismica di valle in direzione y
- Sottospinta idrostatica

Lo schema di riferimento scelto per il calcolo della gabbionata è mostrato nella seguente figura:

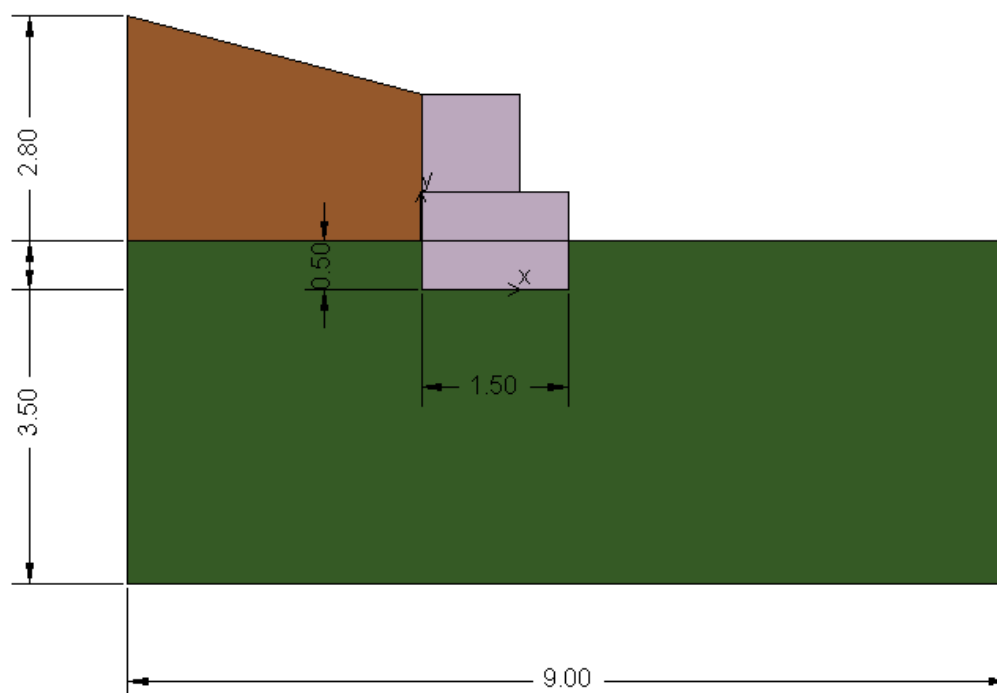


Figura 1: Schema di calcolo

#### Calcolo della spinta attiva

Per il calcolo della spinta attiva è stato adottato il metodo di *Coulomb*, il quale è basato sullo studio dell'equilibrio

## COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA

limite globale del sistema formato dalla briglia e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \times \gamma_t \times z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2\beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$  secondo Muller-Breslau

$\gamma_t$  Peso unità di volume del terreno;

$\beta$  Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\phi$  Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$\delta$  Angolo di attrito terra-muro;

$\varepsilon$  Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  Altezza della parete.

### Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\varepsilon$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

### Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$ , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \times z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = 1/2 \times \gamma_w \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$  ( $\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

### Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

#### Metodo di Vesic

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  coesione non drenata  
 $q$  pressione litostatica totale sul piano di posa  
 $s_c$  Fattore di forma  
 $s_c = 0,2 (B'/L')$  per fondazioni rettangolari  
 $i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.  

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  area efficace della fondazione

$c_a$  aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

**Fattori di forma**

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \tan \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4(B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

**Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'**

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$m = \frac{2 + B'/L'}{1 + B'/L'}$$

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

**DATI PROGETTO:**

Titolo progetto      LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA  
VIABILITA' RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA

*Descrizione del progetto*

*Committente*      COMUNE DI PIETRAPERTEOSA

*Progettista*      GEOM. URGO SALVATORE

**DATI GENERALI:**

Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

**GEOMETRIA BRIGLIA IN GABBIONI:**

TIPI

Nome	B[m]	H[m]	L[m]	Peso[KN/m³]
FILA 1	1,50	0,50	20,00	22,00
FILA 2	1,50	0,50	20,00	22,00
FILA 3	1,00	1,00	20,00	22,00

**STRATI:**

ID	Tipo	d[m]	nr
1	FILA 1	0,00	1
2	FILA 2	0,00	1
3	FILA 3	0,00	1

Altezza fondazione	0,00 [m]
Base fondazione	0,00 [m]
Inclinazione profilo di monte	15,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

**STRATIGRAFIA :**

Nome	Peso [KN/m³]	Peso saturo [KN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [KN/m²]	Attrito terra muro [°]	Adesione [KN/m²]
ARGILLA	17,00	19,00	17,00	0,00	6,00	0,00
ARGILLA	17,00	19,00	17,00	0,00	6,00	15,00

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**PARAMETRI SISMA:**

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,10 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,05 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,67 [-]

**VERIFICHE GLOBALI:**

Numero di combinazioni analizzate	10
-----------------------------------	----

Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1)Scor. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,56	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-11,25	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1)Qlim. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	71,50	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,56	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	-0,33	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,08	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2)Scor. prima interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,63	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,73	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-9,75	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2)Qlim. prima interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,63	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,73	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	-0,37	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,07	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00



**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Combinazione 5 - ((EQU + M2)Rib. prima interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	49,50	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,99	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,07	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-11,25	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**Combinazione 6 - ((A1 + M1 + R1)Scor. post interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	14,23	3,02	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,56	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-11,25	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Combinazione 7 - ((A1 + M1 + R1)Qlim. post interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	71,50	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	14,23	3,02	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,56	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	-0,33	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,08	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**Combinazione 8 - ((A2 + M2 + R2)Scor. post interrimento)**

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	15,78	3,35	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,63	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,73	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-9,75	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 9 - ((A2 + M2 + R2)Qlim. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	55,00	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	12,14	2,58	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,63	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,73	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	-0,37	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,07	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

Combinazione 10 - ((EQU + M2)Rib. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	49,50	0,00	0,65	0,90
Spinta terreno monte	13,35	2,84	0,00	0,00	0,17
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	1,88	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta Sismica monte X	-1,99	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,07	0,00	1,50	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-11,25	0,00	0,75	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Azioni derivanti dalle diverse combinazioni**

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m²]	Carico esercizio [kN/m²]
1	48,82	8,75	33,36	1,88	306,54	51,33
2	62,85	0,81	39,17	1,88	306,91	65,96
3	49,05	7,58	33,84	1,63	193,89	51,33
4	49,05	0,82	35,82	1,63	194,01	50,45
5	44,73	8,75	32,61	1,88	193,75	46,30
6	53,36	11,12	34,00	16,11	220,93	59,40
7	67,39	3,18	39,81	16,11	231,34	74,02
8	54,08	10,21	34,56	17,41	130,91	60,28
9	52,92	2,84	36,37	13,77	144,70	57,33
10	48,99	10,98	33,21	15,23	137,33	53,87

**Coefficienti di sicurezza relativi alle diverse combinazioni**

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno	Fs Schiacciamento interno
1	5,58	17,79	5,97	--	8,15
2	77,71	20,89	4,65	--	6,43
3	6,47	20,83	3,78	--	8,18
4	59,73	22,05	3,85	--	8,18
5	5,11	17,39	4,18	--	8,82
6	4,80	2,11	3,72	13,30	10,62
7	21,19	2,47	3,13	14,53	7,88
8	5,29	1,99	2,17	14,04	10,51
9	18,60	2,64	2,52	20,06	9,86
10	4,46	2,18	2,55	18,07	11,06

**Sintesi delle verifiche**

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
2	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
3	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
4	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
5	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
6	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
7	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
8	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

9	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
10	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

### 3.4.2 GABBIONATA SOTTOSCARPA

Lo schema di riferimento scelto per il calcolo della gabbionata è mostrato nella seguente figura:

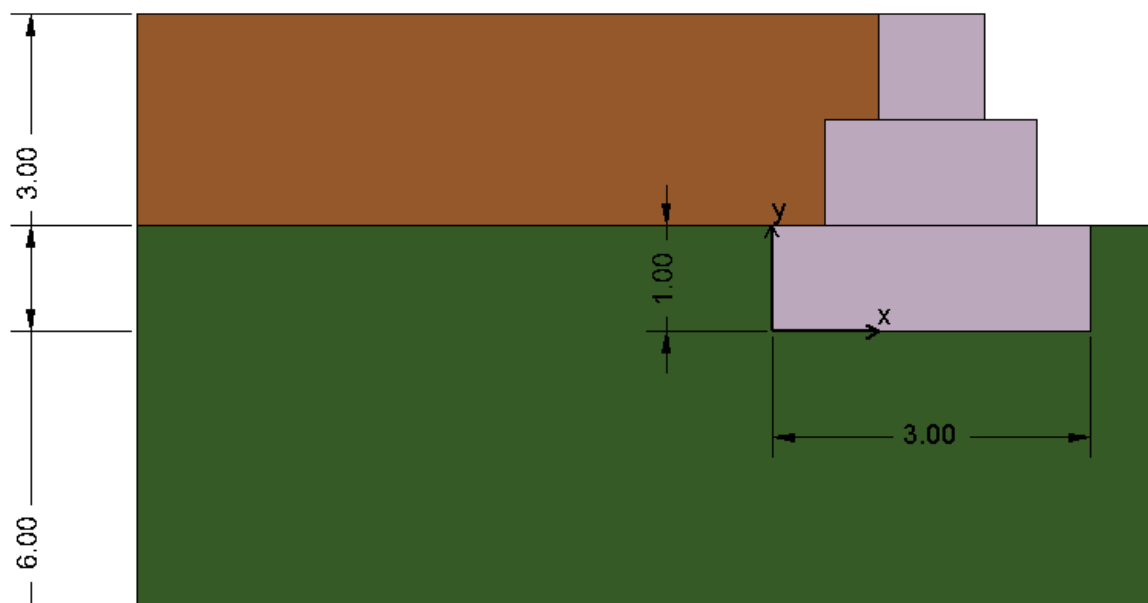


Figura 2:Schema di calcolo

#### DATI GENERALI:

Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

#### GEOMETRIA BRIGLIA IN GABBIONI:

##### TIPI

Nome	B[m]	H[m]	L[m]	Peso[KN/m <sup>3</sup> ]
FILA 1	3,00	1,00	25,00	19,00
FILA 2	2,00	1,00	25,00	19,00
FILA 3	1,00	1,00	25,00	19,00

#### STRATI:

ID	Tipo	d[m]	nr
1	FILA 1	0,00	1
2	FILA 2	0,50	1
3	FILA 3	1,00	1

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'**  
**RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

Altezza fondazione	0,00 [m]
Base fondazione	0,00 [m]
Inclinazione profilo di monte	0,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

**TUBI DRENANTI E AMMORSAMENTO:**

TUBI:

Diametro	0,20 [m]
Interasse orizzontale	0,80 [m]
Interasse verticale	0,80 [m]

AMMORSAMENTO:

Ammorsamento inferiore	1,00 [m]
Ammorsamento superiore	1,00 [m]
Risega orizzontale	0,50 [m]
Risega verticale	1,00 [m]

**STRATIGRAFIA :**

Nome	Peso [KN/m <sup>3</sup> ]	Peso saturo [KN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [KN/m <sup>2</sup> ]	Attrito terra muro [°]	Adesione [KN/m <sup>2</sup> ]
Elevazione	17,00	19,00	17,00	0,00	6,00	0,00
Fondazione	17,00	19,00	17,00	0,00	6,00	10,00

**PARAMETRI SISMA:**

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,12 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,06 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,66 [-]

**VERIFICHE GLOBALI:**

Numero di combinazioni analizzate	10
-----------------------------------	----

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1)Scor. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,22	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	23,77	0,00	0,00	0,00	1,50

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1)Qlim. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	148,20	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,22	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	3,31	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-2,21	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	23,77	0,00	0,00	0,00	1,50



**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2)Scor. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,25	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2)Qlim. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,25	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	2,78	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-1,80	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 5 - ((EQU + M2)Rib. prima interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	102,60	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	9,52	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-1,80	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

Combinazione 6 - ((A1 + M1 + R1)Scor. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	38,97	15,72	0,00	0,00	1,05
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,22	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	23,77	0,00	0,00	0,00	1,50

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 7 - ((A1 + M1 + R1)Qlim. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	148,20	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	38,97	15,72	0,00	0,00	1,05
Peso terreno mensola	0,00	42,75	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,22	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	3,31	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-2,21	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	23,77	0,00	0,00	0,00	1,50

Combinazione 8 - ((A2 + M2 + R2)Scor. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	40,97	14,78	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	28,50	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,25	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione 9 - ((A2 + M2 + R2)Qlim. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	114,00	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	31,51	11,37	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	28,50	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	8,25	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	2,78	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-1,80	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

Combinazione 10 - ((EQU + M2)Rib. post interrimento)

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso briglia	0,00	102,60	0,00	1,50	1,17
Spinta terreno monte	34,66	12,50	0,00	0,00	1,04
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,42	2,17
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Spinta idrostatica monte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Sismica monte X	9,52	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Spinta sismica valle Y	0,00	-1,80	0,00	3,00	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
carico stradale	27,73	0,00	0,00	0,00	1,50

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m²]	Carico esercizio [kN/m²]
1	171,00	51,94	76,06	31,99	1059,63	38,00
2	232,24	51,94	90,32	31,99	1119,95	55,29
3	171,00	57,92	76,06	35,97	459,50	38,00
4	179,33	57,92	76,46	35,97	446,26	42,90
5	153,90	60,43	70,73	37,24	421,15	35,40
6	218,16	92,85	82,41	70,96	499,27	58,96
7	389,84	92,85	113,94	70,96	654,78	121,38
8	288,95	100,54	93,54	76,94	220,92	87,79
9	287,05	90,71	92,56	67,49	255,94	88,14
10	191,41	96,50	75,78	71,91	191,78	52,07

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno [-]	Fs Schiacciamento interno [-]
1	3,29	2,38	27,89	--	2,73
2	4,47	2,82	20,25	--	2,12
3	2,95	2,11	12,09	--	2,73
4	3,10	2,13	10,40	--	2,73
5	2,55	1,90	11,90	--	2,99
6	2,35	1,16	8,47	16,54	2,92
7	4,20	1,61	5,39	18,24	2,24
8	2,87	1,22	2,52	16,47	2,93
9	3,16	1,37	2,90	24,40	2,90
10	1,98	1,05	3,68	22,10	3,22

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
2	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
3	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
4	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
5	Verificato	Verificato	Verificato	--	Verificato
6	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
7	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
8	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
9	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
10	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

### 3.5 ANALISI DI STABILITA' DELLA PORZIONE DI VERSANTE INTERESSATA DALLA GABBIONATA

#### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

#### Introduzione all'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:

- (a) 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 ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- (b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

#### 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 ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), 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.

#### 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;

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

( $n-1$ ) 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 quando 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.

**Metodo di FELLENIUS (1927)**

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

$n$  valori delle forze normali  $N_i$ ;  
 $n$  valori delle forze da taglio  $T_i$ ;  
1 fattore di sicurezza.  
*Incognite ( $2n+1$ )*

Le equazioni a disposizione sono:

$n$  equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;  
 $n$  equazioni relative al criterio di rottura;  
1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

**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.

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_v = 0$ ,  $\Sigma M_0 = 0$ , Criterio di rottura.

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

I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  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 %.

**Metodo di JANBU (1967)**

*Janbu* estese il metodo di *Bishop* a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo  $\Delta X_i = 0$  si ottiene il metodo ordinario.

*Janbu* propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

**Metodo di BELL (1968)**

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_x W$  e  $K_z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.

In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:



**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;

$\phi_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

$L_i$  = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \alpha_i / L_i$  = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z$  g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F. Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left( \frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri  $F$  e  $C_3$ .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### **Metodo di SARMA (1973)**

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_j$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_j \cos \alpha_j + T_j \sin \alpha_j = W_j - \Delta X_j$$

$$T_j \cos \alpha_j - N_j \sin \alpha_j = KW_j + \Delta E_j$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_j = 0$$

$$\sum \Delta X_j = 0$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia  $i$ -esima del concio generico  $i$ .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$* \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x'_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di  $K$  (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione  $K$  corrispondente al fattore di sicurezza  $F = 1$ , ossia l'*accelerazione critica*.

Si ha pertanto:

$K = K_c$  *accelerazione critica* se  $F = 1$

$F = F_s$  *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se  $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### **Metodo di SPENCER**

Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ . tutti i momenti sono nulli  $M_i = 0 \quad i=1, \dots, n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ .

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\tan \alpha}{F_s} - W \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \tan \theta \tan(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

$R$  = raggio dell'arco di cerchio;

$\theta$  = angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0 \quad \sum (Q_i \sin \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\theta$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia  $F_{sm} = F_{sf}$ .

### **Metodo di MORGENSTERN e PRICE**

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

---

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### **VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA**

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

$F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

#### **Calcolo coefficienti sismici**

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  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.

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

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

## COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA

---

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

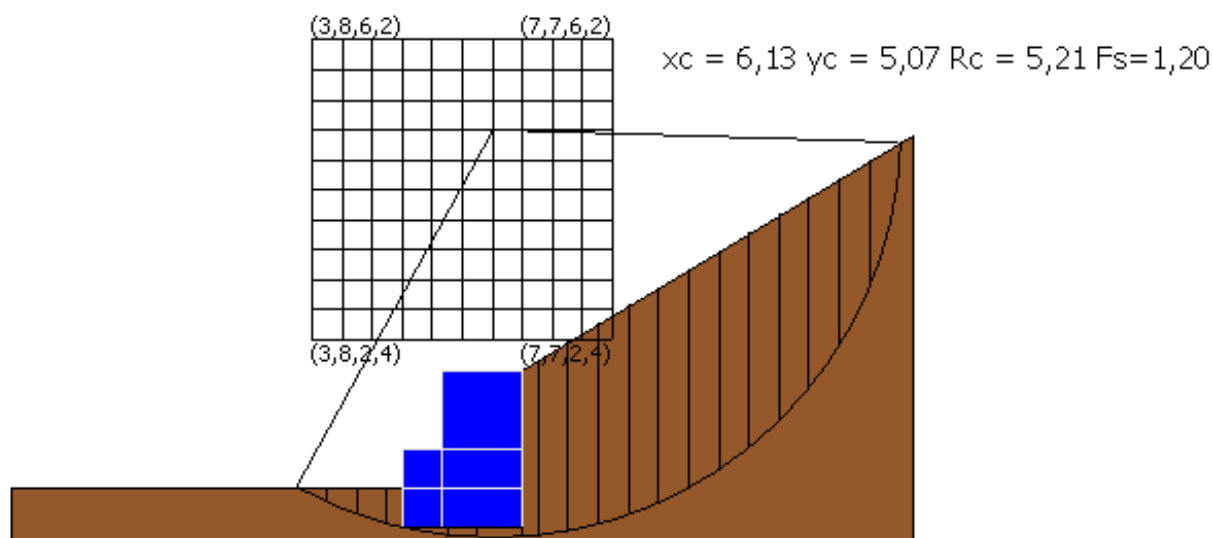
Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

### **Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

### 3.5.1 ANALISI DI STABILITA' GABBIONATA CONTRORIPA

Lo schema di calcolo utilizzato per l'analisi di stabilità è il seguente



**Figura 3: Schema di calcolo**

#### Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP in CONDIZIONI DRENATE

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore $x_i$	3,83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore $y_i$	2,38 m
Ascissa vertice destro superiore $x_s$	7,67 m
Ordinata vertice destro superiore $y_s$	6,22 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,102
Coefficiente azione sismica verticale	0,051

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	6,5	2,0
4	11,5	5,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-3,0
2	5,0	-3,0
3	6,5	-3,0
4	11,5	-3,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	17	1700	1900	0,00		
2	0	0	17	1700	1900	0,00		

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1,2
Ascissa centro superficie	6,13 m
Ordinata centro superficie	5,07 m
Raggio superficie	5,21 m

Si riportano di seguito i valori relativi alla superficie con il fattore di sicurezza minimo

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Analisi dei conchi. Superficie...xc = 6,133 yc = 5,067 Rc = 5,209 Fs=1,2004**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,39	-26,4	0,43	73,77	7,52	3,76	0	17	0,0	259,4	356,8
2	0,39	-21,7	0,42	199,87	20,39	10,19	0	17	0,0	364,7	374,9
3	0,39	-17,2	0,4	299,81	30,58	15,29	0	17	0,0	433,6	385,9
4	0,39	-12,8	0,4	375,67	38,32	19,16	0	17	0,0	474,5	391,4
5	0,39	-8,5	0,39	694,35	70,82	35,41	0	17	0,0	772,2	467,8
6	0,39	-4,2	0,39	1008,56	102,87	51,44	0	17	0,0	1051,5	540,9
7	0,56	1,0	0,56	1978,98	201,86	100,93	0	17	0,0	1964,2	901,7
8	0,21	5,2	0,21	880,39	89,8	44,9	0	17	0,0	850,2	370,9
9	0,39	8,5	0,39	1706,08	174,02	87,01	0	17	0,0	1620,8	696,3
10	0,39	12,8	0,4	1822,37	185,88	92,94	0	17	0,0	1704,4	722,6
11	0,39	17,2	0,4	1916,05	195,44	97,72	0	17	0,0	1774,4	746,9
12	0,39	21,7	0,42	1985,65	202,54	101,27	0	17	0,0	1830,8	769,7
13	0,39	26,4	0,43	2029,09	206,97	103,48	0	17	0,0	1872,6	791,2
14	0,39	31,3	0,45	2043,31	208,42	104,21	0	17	0,0	1897,6	811,6
15	0,39	36,4	0,48	2023,9	206,44	103,22	0	17	0,0	1901,4	831,2
16	0,39	41,8	0,52	1964,17	200,34	100,17	0	17	0,0	1875,5	850,1
17	0,39	47,9	0,57	1853,32	189,04	94,52	0	17	0,0	1802,5	868,5
18	0,39	54,7	0,67	1672,05	170,55	85,27	0	17	0,0	1641,1	886,7
19	0,39	63,1	0,85	1378,51	140,61	70,3	0	17	0,0	1259,2	906,3
20	0,39	78,0	1,85	831,74	84,84	42,42	0	17	0,0	-795,2	1019,8

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP in CONDIZIONI NON DRENATE**

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,38 m
Ascissa vertice destro superiore xs	7,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	6,22 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,102
Coefficiente azione sismica verticale	0,05 1

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	6,5	2,0
4	11,5	5,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-3,0
2	5,0	-3,0
3	6,5	-3,0
4	11,5	-3,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	17	1700	1900	0,00		
2	0	0	17	1700	1900	0,00		

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1,25
Ascissa centro superficie	7,09 m
Ordinata centro superficie	3,72 m
Raggio superficie	4,56 m

Si riportano di seguito i valori relativi alla superficie con il fattore di sicurezza minimo

**Analisi dei conci. Superficie...xc = 7,092 yc = 3,725 Rc = 4,557 Fs=1,2472**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,38	-41,8	0,51	131,89	13,45	6,73	0	0,0	0,0	958,0	875,2
2	0,38	-35,6	0,47	355,35	36,25	18,12	0	0,0	0,0	1012,2	803,1
3	0,38	-29,9	0,44	535,06	54,58	27,29	0	0,0	0,0	1050,7	753,3
4	0,38	-24,5	0,42	827,27	84,38	42,19	0	0,0	0,0	1236,8	717,7
5	0,38	-19,4	0,4	1219,67	124,41	62,2	0	0,0	0,0	1536,1	692,1
6	0,38	-14,4	0,39	1584,2	161,59	80,79	0	0,0	0,0	1808,0	674,0
7	0,35	-9,7	0,35	1749,95	178,49	89,25	0	0,0	0,0	1878,8	607,1
8	0,41	-4,9	0,41	2344,87	239,18	119,59	0	0,0	0,0	2413,7	710,0
9	0,38	0,1	0,38	2351,1	239,81	119,91	0	0,0	0,0	2349,7	652,9
10	0,38	4,9	0,38	2506,66	255,68	127,84	0	0,0	0,0	2459,6	655,3
11	0,38	9,7	0,39	2638,59	269,14	134,57	0	0,0	0,0	2563,5	662,5
12	0,38	14,6	0,39	2746,11	280,1	140,05	0	0,0	0,0	2662,0	674,8
13	0,38	19,6	0,4	2827,81	288,44	144,22	0	0,0	0,0	2755,1	693,2
14	0,38	24,8	0,42	2881,5	293,91	146,96	0	0,0	0,0	2842,0	719,3
15	0,38	30,2	0,44	2903,89	296,2	148,1	0	0,0	0,0	2920,3	755,5
16	0,38	35,9	0,47	2889,95	294,78	147,39	0	0,0	0,0	2984,5	806,3
17	0,38	42,1	0,51	2831,75	288,84	144,42	0	0,0	0,0	3021,3	879,9
18	0,38	49,0	0,58	2715,72	277,0	138,5	0	0,0	0,0	2993,7	994,3
19	0,38	57,0	0,7	2515,33	256,56	128,28	0	0,0	0,0	2772,3	1198,3
20	0,38	83,7	3,46	2161,72	220,5	110,25	0	0,0	0,0	0,0	0,0

### 3.5.2 ANALISI DI STABILITA' GABBIONATA SOTTOSCARPA

Lo schema di calcolo utilizzato per l'analisi di stabilità è il seguente

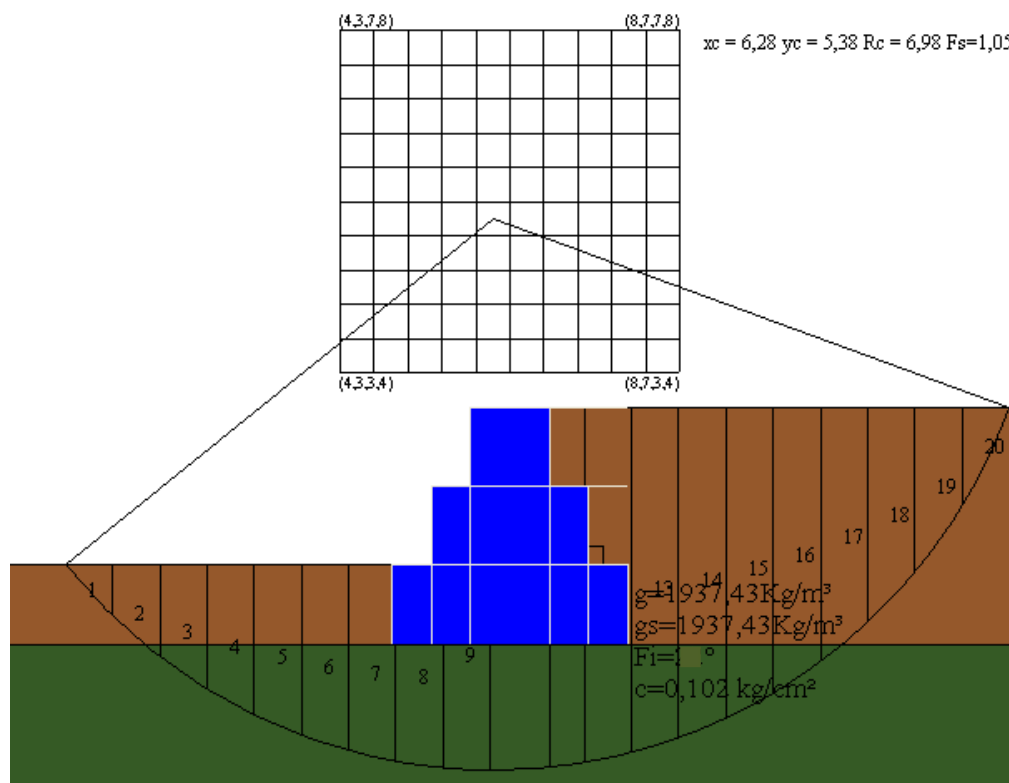


Figura 4:Schema di calcolo

#### Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP in CONDIZIONI NON DRENATE

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,33 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,43 m

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

Ascissa vertice destro superiore xs	8,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,77 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,117
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	1,0
2	5,5	1,0
3	7,0	3,0
4	13,0	3,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,5	0,0
3	7,0	0,0
4	13,0	0,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0		17	1700	1900	0,00		
2	0		17	1700	1900	0,00		

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1,05
Ascissa centro superficie	6,28 m
Ordinata centro superficie	5,38 m
Raggio superficie	6,98 m

Si riportano di seguito i valori relativi alla superficie con il fattore di sicurezza minimo

**COMUNE DI PIETRAPERTEOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA'  
RURALE DEL COMUNE DI PIETRAPERTEOSA**

**Analisi dei conchi. Superficie...xc = 6,50 yc = 6,90 Rc = 7,113 Fs=1,16**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,5	-31,6	0,58	153,46	17,95	9,05	0	0,0	0,0	482,8	577,4
2	0,5	-27,0	0,56	420,91	49,25	24,83	0	0,0	0,0	712,2	527,7
3	0,5	-22,6	0,54	641,18	75,02	37,83	0	0,0	0,0	883,5	491,4
4	0,5	-18,3	0,52	819,09	95,83	48,33	0	0,0	0,0	1009,2	464,8
5	0,5	-14,2	0,51	958,04	112,09	56,52	0	0,0	0,0	1097,2	445,5
6	0,5	-10,1	0,5	1076,12	125,91	63,49	0	0,0	0,0	1226,5	762,4
7	0,5	-6,0	0,5	1476,51	172,75	87,11	0	0,0	0,0	1563,5	747,3
8	0,5	-2,0	0,5	2151,22	251,69	126,92	0	0,0	0,0	2178,9	739,9
9	0,5	2,0	0,5	2839,51	332,22	167,53	0	0,0	0,0	2815,0	752,4
10	0,49	6,0	0,49	3025,3	353,96	178,49	0	0,0	0,0	2965,1	734,6
11	0,5	10,0	0,5	3000,14	351,02	177,01	0	0,0	0,0	2914,1	762,0
12	0,5	14,1	0,51	2882,45	337,25	170,06	0	0,0	0,0	2863,5	445,2
13	0,5	18,3	0,52	2744,17	321,07	161,91	0	0,0	0,0	2744,2	464,4
14	0,5	22,5	0,54	2566,99	300,34	151,45	0	0,0	0,0	2591,1	490,9
15	0,5	26,9	0,56	2347,51	274,66	138,5	0	0,0	0,0	2394,5	526,9
16	0,5	31,5	0,58	2080,95	243,47	122,78	0	0,0	0,0	2139,9	576,3
17	0,5	36,4	0,62	1760,5	205,98	103,87	0	0,0	0,0	1803,2	645,6
18	0,5	41,5	0,66	1376,05	161,0	81,19	0	0,0	0,0	1342,6	746,6
19	0,5	47,1	0,73	911,77	106,68	53,79	0	0,0	0,0	677,3	904,0
20	0,5	53,4	0,83	340,58	39,85	20,09	0	0,0	0,0	-374,4	1177,9

**COMUNE DI PIETRAPERTOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' RURALE  
DEL COMUNE DI PIETRAPERTOSA**

**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP CONDIZIONI DRENATE**

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,33 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,43 m
Ascissa vertice destro superiore xs	8,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,77 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,117
Coefficiente azione sismica verticale	0,059

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	1,0
2	5,5	1,0
3	7,0	3,0
4	13,0	3,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,5	0,0
3	7,0	0,0
4	13,0	0,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0		17	1700	1900	0,00		
2	0		17	1700	1900	0,00		

**COMUNE DI PIETRAPERTOSA - LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' RURALE  
DEL COMUNE DI PIETRAPERTOSA**

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	2,16
Ascissa centro superficie	6,5 m
Ordinata centro superficie	6,9 m
Raggio superficie	7,11 m

Si riportano di seguito i valori relativi alla superficie con il fattore di sicurezza minimo

**Analisi dei conci. Superficie...xc = 6,50 yc = 6,90 Rc = 7,113 Fs=2,1593**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,5	-31,6	0,58	153,46	17,95	9,05	0	17	0,0	347,7	272,2
2	0,5	-27,0	0,56	420,91	49,25	24,83	0	17	0,0	627,7	304,4
3	0,5	-22,6	0,54	641,18	75,02	37,83	0	17	0,0	831,0	327,5
4	0,5	-18,3	0,52	819,09	95,83	48,33	0	17	0,0	976,9	343,7
5	0,5	-14,2	0,51	958,04	112,09	56,52	0	17	0,0	1077,7	354,7
6	0,5	-10,1	0,5	1076,12	125,91	63,49	0	17	0,0	1194,9	573,1
7	0,5	-6,0	0,5	1476,51	172,75	87,11	0	17	0,0	1554,3	656,7
8	0,5	-2,0	0,5	2151,22	251,69	126,92	0	17	0,0	2181,2	806,2
9	0,5	2,0	0,5	2839,51	332,22	167,53	0	17	0,0	2807,7	961,6
10	0,49	6,0	0,49	3025,3	353,96	178,49	0	17	0,0	2938,4	985,0
11	0,5	10,0	0,5	3000,14	351,02	177,01	0	17	0,0	2874,0	977,0
12	0,5	14,1	0,51	2882,45	337,25	170,06	0	17	0,0	2817,5	615,0
13	0,5	18,3	0,52	2744,17	321,07	161,91	0	17	0,0	2691,6	600,3
14	0,5	22,5	0,54	2566,99	300,34	151,45	0	17	0,0	2537,4	582,8
15	0,5	26,9	0,56	2347,51	274,66	138,5	0	17	0,0	2347,8	561,7
16	0,5	31,5	0,58	2080,95	243,47	122,78	0	17	0,0	2112,4	536,1
17	0,5	36,4	0,62	1760,5	205,98	103,87	0	17	0,0	1814,7	504,4
18	0,5	41,5	0,66	1376,05	161,0	81,19	0	17	0,0	1426,9	463,9
19	0,5	47,1	0,73	911,77	106,68	53,79	0	17	0,0	898,4	409,9
20	0,5	53,4	0,83	340,58	39,85	20,09	0	17	0,0	123,1	332,8



## **4- PRESCRIZIONI**

Le opere oggetto della presente relazione di calcolo consentono di ripristinare la sede della carreggiata stradale interessata dai movimenti franosi, oltre che a regimentare le acque superficiali.

Tali opere non possono considerarsi risolutive, ma saranno di mitigazione, al fine di garantire il ripristino della transitabilità del collegamento stradale.

Al fine di garantire una maggiore vita utile delle strutture realizzate si dovrà provvedere innanzitutto alla pulitura dei fossi naturali e delle cunetta stradale, oltre che all'esecuzione dei drenaggi previsti nel progetto.

Pietrapertosa li ottobre 2017

Firma  
Geom. Urgo Salvatore