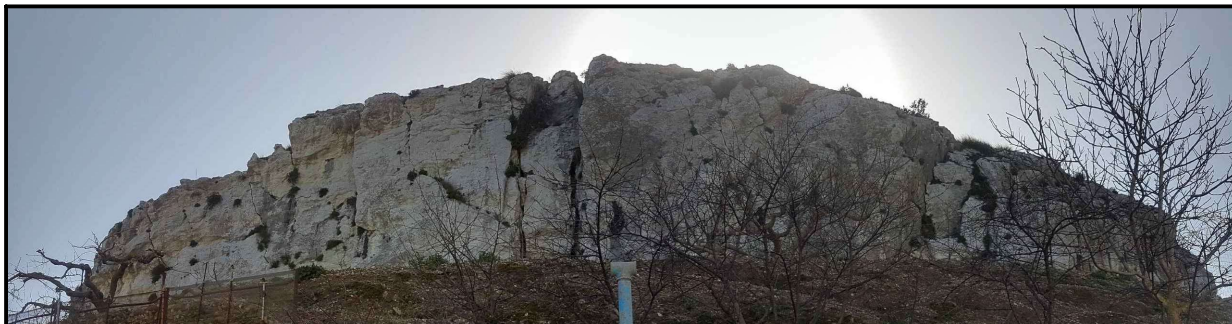




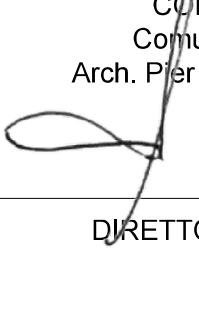



**REGIONE SICILIA**  
**Comune di Marineo**  
Città Metropolitana di Palermo



**Oggetto:** "CONSOLIDAMENTO COSTONE PROSPICIENTE LA VIA CORLEONE"  
- CIG: 78044850C4 - CUP: G93B18000690001

**ELABORATO**

Tavola	<b>PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo Gabbionate e verifica di stabilità del pendio	Scala disegno ----
<b>A 03.2</b>		Data Agosto 2021

COMMITTENTE Comune di Marineo Arch. Pier Giuseppe Sciciliano  	PROGETTISTA Ing. Vincenzo Timotini  
DIRETTORE DEI LAVORI	IMPRESA ESECUTRICE

Approvazioni



## RELAZIONE DI CALCOLO GABBIONATE

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il calcolo delle spinte, le verifiche di stabilità e di resistenza di muri di sostegno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione È costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 *Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*.

### • **CALCOLO DELLE SPINTE**

Si suppone valida l'ipotesi in base alla quale la spinta attiva si ingenera in seguito al movimento del manufatto nella direzione della spinta agente. Le ipotesi di base per il calcolo della spinta sono le seguenti, le medesime adottate dal metodo di calcolo secondo *Coulomb*, con l'estensione di *Muller-Breslau* e *Mononobe-Okabe*:

- In fase di spinta attiva si crea all'interno del terrapieno un cuneo di spinta, che si distacca dal terreno indisturbato tramite linee di frattura rettilinee, lungo le quali il cuneo scorre generando tensioni tangenziali dovute all'attrito.
- Sul cuneo di spinta agiscono le seguenti forze: peso proprio del terreno, sovraccarichi applicati sull'estradosso del terrapieno, spinte normali alle superfici di scorrimento del cuneo (da una parte contro il paramento e dall'altra contro la porzione di terreno indisturbato), forze di attrito che si innescano lungo le superfici del cuneo e che si oppongono allo scorrimento.
- In condizioni sismiche, al peso proprio del cuneo va aggiunta una componente orizzontale, ed eventualmente anche una verticale, pari al peso complessivo moltiplicato per il prodotto dei coefficienti sismici.
- Il fatto che il muro ha spostamenti significativi fa in modo che l'attrito che si genera È pari al valore massimo possibile, sia in condizioni di spinta attiva che di spinta passiva, quindi le risultanti delle reazioni sulle pareti del cuneo risultano inclinate di un angolo  $\phi$  rispetto alla normale alla superficie di scorrimento.

Il programma *C.D.W. Win*, pur adottando le stesse ipotesi, piuttosto che utilizzare la formula di *Coulomb* in forma chiusa, applica la procedura originaria derivante dall'equilibrio delle forze agenti sul cuneo di spinta, cercando il valore di massimo della spinta per tentativi successivi su tutti i possibili cunei di spinta. Così facendo si possono aggiungere alle ipotesi già indicate le seguenti generalizzazioni, che invece devono essere trascurate utilizzando i metodi classici:

- Il terreno spingente può essere costituito da diversi strati, separati da superfici di forma generica, con caratteristiche geotecniche differenti.
- Il profilo dell'estradosso del terrapieno spingente può avere una forma generica qualsiasi, purchÈ coerente con le caratteristiche del terreno.
- I sovraccarichi agenti sul terrapieno possono avere una distribuzione assolutamente libera.
- Può essere tenuta in conto la coesione interna del terreno e la forza di adesione tra terreno e muro.
- Si può calcolare la spinta di un muro con mensola aerea stabilizzante a monte, al di sotto della quale si crea un vuoto nel terreno.
- È possibile conoscere l'esatto andamento delle pressioni agenti sul profilo del muro anche nei casi sopra detti, in cui tale andamento non È lineare, ma la cui distribuzione incide sul calcolo delle sollecitazioni interne.

- Si può supporre anche l'esistenza una linea di rottura del cuneo interna, che va dal vertice estremo della mensola di fondazione a monte fino a intersecare il paramento, inclinata di un certo angolo legato a quello di attrito interno del terreno stesso. Si può quindi conoscere l'esatta forma del cuneo di spinta, per cui le forze in gioco variano in quanto solo una parte di esso è a contatto con il paramento. Il peso proprio del terreno portato sarà solo quello della parte di terrapieno che realmente rimarrà solidale con la fondazione e non risulterà interessato da scorrimenti, quindi in generale un triangolo. Ciò fa sì che il peso gravante sulla fondazione può risultare notevolmente inferiore a quello ricavato con i metodi usuali, dal momento che una parte è già stata conteggiata nel cuneo di spinta.

Per quanto riguarda la spinta passiva, quella del terrapieno a valle, le uniche differenze rispetto a quanto detto consistono nel fatto che le forze di attrito e di coesione tra le superfici di scorrimento del cuneo hanno la direzione opposta che nel caso di spinta attiva, nel senso che si oppongono a un moto di espulsione verso l'alto del cuneo, e la procedura iterativa va alla ricerca di un valore minimo piuttosto che un massimo.

Nei casi di fondazione su pali o muri tirantati si può ritenere più giusto adottare un tipo di spinta a riposo, che considera il cuneo di terreno non ancora formato e spostamenti dell'opera nulli o minimi. Tale spinta è in ogni caso superiore a quella attiva e la sua entità si dovrebbe basare su considerazioni meno semplicistiche. Il programma opera prendendo come riferimento una costante di spinta pari a:

$$K_o = 1 - 0,9 \sin \phi$$

essendo  $\phi$  l'angolo di attrito interno del terreno, formula che si trova diffusamente in letteratura. Se tale deve essere la costante di spinta per un terreno uniforme, ad estradosso rettilineo orizzontale e privo di sovraccarichi e di azione sismica, viene ricavato un fattore di riduzione dell'angolo di attrito interno del terreno, tale che utilizzando questo angolo ridotto e la consueta procedura per il calcolo della spinta attiva, la costante fittizia di spinta attiva corrisponda alla costante a riposo della formula sopra riportata.

Una volta ricavato questo fattore riduttivo, il programma procede al calcolo con le procedure standard, mettendo in gioco le altre variabili, quali la sagomatura dell'estradosso e degli strati, la presenza di sovraccarichi variamente distribuiti e la condizione sismica. La giustificazione di ciò risiede nella considerazione in base alla quale in condizioni di spinta a riposo, gli spostamenti interni al terreno sono ridotti rispetto alla spinta attiva, quindi l'attrito che si mobilita è una parte di quello massimo possibile, e di conseguenza la spinta risultante cresce.

In base a queste considerazioni di ordine generale, il programma opera come segue:

- Si definisce la geometria di tutti i vari cunei di spinta di tentativo, facendo variare l'angolo di scorrimento dalla parte di monte da 0 fino al valore limite  $90 - \phi$ . Quindi in caso di terreno multistrato, la superficie di scorrimento sarà costituita da una spezzata con inclinazioni differenti da strato a strato. Ciò assicura valori di spinta maggiori rispetto a una eventuale linea di scorrimento unica rettilinea. L'angolo di scorrimento interno, quello dalla parte del paramento, qualora si attivi la procedura *Coulomb estesi* è posto pari a  $3/4$  dell'angolo utilizzato a monte. Tale percentuale è quella che massimizza il valore della spinta. » possibile però attivare la procedura *Coulomb classico*, in cui tale superficie si mantiene verticale, ma utilizzando in ogni caso l'angolo di attrito tra terreno e muro.
- Si calcola l'entità complessiva dei sovraccarichi agenti sul terrapieno che ricadono nella porzione di estradosso compresa nel cuneo di spinta.
- Si calcola il peso proprio del cuneo di spinta e le eventuali componenti sismiche orizzontali e verticali dovute al peso proprio ed eventualmente anche ai sovraccarichi agenti sull'estradosso.
- Si calcolano le eventuali azioni tangenziali sulle superfici interne dovute alla coesione interna e all'adesione tra terreno e muro.
- In base al rispetto dell'equilibrio alla traslazione verticale e orizzontale, nota l'inclinazione delle spinte sulle superfici interne (pari all'angolo di attrito), sviluppato in base a tutte le forze agenti sul concio, si ricavano le forze incognite, cioè le spinte agenti sul paramento e sulla superficie di scorrimento interna del cuneo.
- Si ripete la procedura per tutti i cunei di tentativo, ottenuti al variare dell'angolo alla base. Il valore massimo (minimo nel caso di spinta passiva) tra tutti quelli calcolati corrisponde alla spinta del terrapieno.

## • COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma opera in ottemperanza alle norme attuali per quanto riguarda le combinazioni di carico da usare per i vari tipi di verifiche. In particolare viene rispettato quanto segue.

- Le verifiche di resistenza del paramento e della fondazione SLU vengono effettuate in base alle combinazioni di carico del tipo A1, riportate nei tabulati di stampa.
- Le verifiche geotecniche di portanza e scorrimento vengono effettuate in base alle combinazioni di tipo A1 e A2, in caso di approccio del tipo 1, oppure utilizzando le sole combinazioni del tipo A1, in caso di approccio 2.
- Il sisma verticale viene considerato alternativamente in direzione verso l'alto e verso il basso. La spinta riportata nei tabulati si riferisce al caso in cui la spinta risulta maggiore.
- Le verifiche al ribaltamento vengono svolte utilizzando i coefficienti riportati in norma nella tabella 6.2.I secondo le modalità previste dalla norma stessa, annullando quindi i contributi delle singole azioni che abbiano un effetto stabilizzante.
- I coefficienti delle combinazioni di carico riportati nei tabulati di stampa si riferiscono esclusivamente ai sovraccarichi applicati sul terrapieno e sul muro stesso. Il peso proprio strutturale del muro e quello del terreno di spinta vengono trattati in base a quanto prevede la norma per i pesi propri strutturali e non strutturali, a prescindere dai coefficienti utilizzati per le varie combinazioni.

#### • VERIFICA AL RIBALTAMENTO

La verifica al ribaltamento si effettua in sostanza come equilibrio alla rotazione di un corpo rigido sollecitato da un sistema di forze, ciascuna delle quali definita da un'intensità, una direzione e un punto di applicazione.

Non va eseguita se la fondazione È su pali. Le forze che vengono prese in conto sono le seguenti:

- Spinta attiva complessiva del terrapieno a monte.
- Spinta passiva complessiva del terrapieno a valle (da considerare nella quota parte indicata nei dati generali).
- Spinta idrostatica dell'acqua della falda a monte, a valle e sul fondo.
- Forze esplicite applicate sul muro in testa, sulla mensola area a valle e sulla mensola di fondazione a valle.
- Forze massime attivabili nei tiranti per moto di ribaltamento.
- Forze di pretensione dei tiranti.
- Peso proprio del muro composto con l'eventuale componente sismica.
- Peso proprio della parte di terrapieno solidale con il muro composto con l'eventuale componente sismica.

Di ciascuna di queste forze verrà calcolato il momento, ribaltante o stabilizzante, rispetto ad un punto che È quello più in basso dell'estremità esterna della mensola di fondazione a valle. In presenza di dente di fondazione disposto a valle, il punto di equilibrio È quello più esterno al di sotto del dente.

Ai fini del calcolo del momento stabilizzante o ribaltante, esso per ciascuna forza È ottenuto dal prodotto dell'intensità della forza per la distanza minima tra la linea d'azione della forza e il punto di rotazione. Qualora tale singolo momento abbia un effetto ribaltante verrà conteggiato nel momento ribaltante complessivo, qualora invece abbia un effetto stabilizzante farà parte del momento stabilizzante complessivo. Può quindi accadere che il momento ribaltante sia pari a 0, e ciò fisicamente significa che incrementando qualunque forza, ma mantenendone la linea d'azione, il muro non andrà mai in ribaltamento.

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento È dato dal rapporto tra il momento stabilizzante complessivo e quello ribaltante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

#### • VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

La verifica allo scorrimento È effettuata come equilibrio alla traslazione di un corpo rigido, sollecitato dalle stesse forze prese in esame nel caso della verifica a ribaltamento, tranne per il fatto che per i tiranti il sistema di forze È quello che si innesca per moto di traslazione. Ciascuna forza ha una componente parallela al piano di scorrimento del muro, che a seconda della direzione ha un effetto stabilizzante o instabilizzante, e una componente ad esso normale che, se di compressione, genera una reazione di attrito che si oppone allo scorrimento. Una ulteriore parte dell'azione stabilizzante È costituita dall'eventuale forza di adesione che si suscita tra il terreno e la fondazione.

In presenza di dente di fondazione, la linea di scorrimento non È più quella di base della fondazione, ma È una linea che attraversa il terreno sotto la fondazione, e che congiunge il vertice basso interno del dente con l'estremo della mensola di fondazione opposta. In tal caso quindi l'attrito e l'adesione sono quelli interni del terreno. In questo caso viene conteggiato pure il peso della parte di terreno sottostante alla fondazione che nel moto di scorrimento rimane solidale con il muro.

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento È dato dal rapporto tra l'azione stabilizzante complessiva e quella instabilizzante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

• **CAPACIT  PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

Nel caso di fondazione diretta, si assume quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di *Brinch-Hansen*. Tale formula fornisce il valore della pressione media limite sulla superficie d'impronta della fondazione, eventualmente parzializzata in base all'eccentricit . Esiste un tipo di pressione limite a lungo termine, in condizioni drenate, e un altro a breve termine in eventuali condizioni non drenate.

Le espressioni complete utilizzate sono le seguenti:

- *In condizioni drenate:*

$$Q_{lim} = \frac{1}{2} \left[ B N_g i_g d_g b_g s_g g_g + C N_c i_c d_c b_c s_c g_c + Q N_q i_q d_q b_q s_q g_q \right]$$

- *In condizioni non drenate:*

$$Q_{lim} = C_u N_{c'} i_{c'} d_{c'} b_{c'} s_{c'} g_{c'} + Q i_{q'} d_{q'} b_{q'} s_{q'} g_{q'}$$

Fattori di portanza,  $\phi$  in gradi:

$$N_q = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) e^{\tan \phi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \phi$$

$$N_{c'} = 2$$

$$N_g = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

Fattori di forma:

$$s_q = 1 + 0,1 \frac{B}{L} \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$s_{q'} = 1$$

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L} \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$s_{c'} = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$s_g = s_q$$

Fattori di profondit ,  $K$  espresso in radianti:

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 K$$

$$d_{q'} = 1$$

$$d_c = d_q \frac{1 + d_q}{N_c \tan \phi}$$

$$d_g = 1$$

$$\text{dove } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ o } K = \arctan \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} > 1$$

Fattori di inclinazione dei carichi:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V} \frac{B}{L} \frac{C_a}{C_u} \cot \alpha$$

$$i_{q'} = 1$$

$$i_c = i_q \frac{1 - i_q}{N_c \tan \alpha}$$

$$i_{c'} = 1 - \frac{m}{B} \frac{H}{L} \frac{C_u}{N_c}$$

$$i_g = 1 - \frac{H}{V} \frac{B}{L} \frac{C_a}{C_u} \cot \alpha$$

$$\text{con } m = \frac{2 \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa,  $\eta$  in radianti:

$$b_q = (1 - \tan \eta)^2$$

$$b_{q'} = 1$$

$$b_c = b_q \frac{1 - b_q}{N_c \tan \alpha}$$

$$b_{c'} = 1 - 2 \frac{b_q}{N_{c'}}$$

$$b_g = g_q$$

Fattori di inclinazione del terreno,  $\beta$  in radianti:

$$g_q = (1 - \tan \beta)^2$$

$$g_{q'} = 1$$

$$g_c = 1 - 2 \frac{g_q}{N_{c'}}$$

$$g_g = g_q$$

essendo:

- $\Gamma$  = peso specifico del terreno di fondazione
- $Q$  = sovraccarico verticale agente ai bordi della fondazione
- $e$  = eccentricità della risultante  $M/N$  in valore assoluto
- $B$  =  $B_t - 2 \times e$ , larghezza della fondazione parzializzata
- $B_t$  = larghezza totale della fondazione
- $C$  = coesione del terreno di fondazione
- $D$  = profondità del piano di posa
- $L$  = sviluppo della fondazione
- $H$  = componente del carico parallela alla fondazione
- $V$  = componente del carico ortogonale alla fondazione
- $C_u$  = coesione non drenata del terreno di fondazione
- $C_a$  = adesione alla base tra terreno e muro
- $\eta$  = angolo di inclinazione del piano di posa
- $\beta$  = inclinazione terrapieno a valle, se verso il basso (quindi  $\geq 0$ )

## • MURI A GRAVITÀ O A GABBIONI

Per i muri a gravità viene effettuata la verifica di resistenza in tutte le sezioni corrispondenti ai gradoni o alla separazione tra i gabbioni, oltre che per quelle intermedie al passo imposto nei dati generali.

La verifica che si effettua è quella di sezione rettangolare presso-inflessa e sollecitata a taglio, costituita da materiale non reagente a trazione o con una debole resistenza. Per i muri a gabbioni la resistenza a trazione del materiale si ipotizza sempre nulla. La sezione reagente risulterà essere una parzializzazione di quella intera, e solo in essa sarà attiva una certa distribuzione di tensioni interne. In generale se la sezione risulta interamente reagente, il diagramma delle tensioni normali sarà di tipo trapezio, eventualmente intrecciato; se la sezione è parzializzata e il materiale è non reagente a trazione, il diagramma della parte reagente sarà triangolare con un punto di nullo in corrispondenza dell'asse neutro; se la sezione è parzializzata e il materiale ha una certa resistenza a trazione, il diagramma sarà a farfalla, con un valore minimo pari alla resistenza massima a trazione e un massimo tale che l'integrale delle pressioni equilibri il sistema delle sollecitazioni.

La verifica a taglio viene effettuata confrontando il taglio di esercizio che si sviluppa nella sezione reagente, con la resistenza tagliente

massima, composta da una parte costante, data dalla resistenza interna propria del tipo di materiale, e da una ulteriore componente data dall'attrito che si ingenera all'atto dello scorrimento tra due sezioni, funzione quindi del coefficiente di attrito e dello sforzo normale presente. Si suppone che le superfici di scorrimento siano comunque orizzontali per i muri a gravità o parallele al piano di posa della fondazione dei muri a gabbioni.

## □ CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL TERRAPIENO A MONTE

Per il calcolo dei cedimenti permanenti causati dall'azione sismica, il programma opera come segue. Innanzitutto vengono calcolate le spinte per una ulteriore modalità di azione sismica, cioè quella relativa allo stato limite di danno (SLD). A seguito del calcolo di tali spinte, per le sole combinazioni sismiche, si calcola lo spostamento residuo del muro per traslazione rigida, ricavato in base alla seguente formulazione di *Richards & Elms*:

$$d = \frac{0.087}{Acc} \frac{V^2}{A_{lim}^4}$$

in cui si ha:

$d$  = spostamento sismico residuo

$V = 0.16 \diamond Acc \diamond g \diamond S \diamond Tc$

$Acc$  = accelerazione sismica adimensionale SLD

$g = 9.80665$  = accelerazione di gravità

$S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafico

$Tc$  = coefficiente di amplificazione topografico

$A_{lim}$  = accelerazione oltre la quale si innesca lo scorrimento della fondazione per superamento del limite dell'attrito

Una volta ricavato, per ciascuna combinazione di carico, tale spostamento orizzontale, si calcola il volume del terreno interessato a tale spostamento, pari allo spostamento stesso per l'altezza complessiva del muro, comprensiva dello spessore della fondazione. Il cedimento verticale del terreno a ridosso del muro viene quindi calcolato con la seguente formula (*Bowles* - metodo di *Caspe*):

$$S_v = 4 Vol / D$$

essendo  $Vol$  il volume di terreno interessato dallo spostamento del muro e  $D$  la distanza in orizzontale dal muro alla quale si annullano i cedimenti. Quest'ultima è assimilata alla dimensione orizzontale massima del cuneo di rottura del terreno spingente.



Infine i cedimenti lungo il tratto interessato sono calcolati con legge decrescente col quadrato della distanza  $X$  dal paramento:

$$S_x = S_v * (X / D)^2$$

## II SPINTE DEL TERRAPIENO

<b>Cmb n.</b>	: Numero della combinazione di carico
<b>Fx tot</b>	: Componente orizzontale della spinta complessiva del terrapieno
<b>Fy tot</b>	: Componente verticale della spinta complessiva del terrapieno
<b>H tot</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno
<b>X tot</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno
<b>Fx tp</b>	: Componente orizzontale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>Fy tp</b>	: Componente verticale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>H tp</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>X tp</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>Fx esp</b>	: Componente orizzontale della spinta aggiuntiva esplicita
<b>Fy esp</b>	: Componente verticale della spinta aggiuntiva esplicita
<b>H esp</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
<b>X esp</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
<b>Fx w</b>	: Componente orizzontale della spinta dell'acqua
<b>Fy w</b>	: Componente verticale della spinta dell'acqua
<b>H w</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
<b>X w</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
<b>K sta</b>	: Costante di spinta statica
<b>K sis</b>	: Costante di spinta sismica
<b>C sif</b>	: Coefficiente di sicurezza al sifonamento (dato assente se non È stata eseguita la verifica)

**N.B.:** Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto  $p_i$  a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Tutte le spinte orizzontali si intendono positive se rivolte verso il paramento, quelle verticali se rivolte verso il basso.

## II CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

<b>Tipo Comb</b>	: Tipo di combinazione di carico
<b>Comb n.</b>	: Numero della combinazione associata al tipo di combinazione
<b>Sp.muro</b>	: Spostamento rigido residuo del muro per traslazione
<b>Volume</b>	: Volume del terreno deformato dallo spostamento rigido
<b>Dist.max</b>	: Distanza massima orizzontale dal muro alla quale si annullano i cedimenti
<b>Ced.0/4</b>	: Cedimento verticale a ridosso del muro
<b>Ced.1/4</b>	: Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima

**Ced.2/4** : Cedimento verticale a 2/4 della distanza massima

**Ced.3/4** : Cedimento verticale a 3/4 della distanza massima

□ **CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL TERRAPIENO A MONTE**

Per il calcolo dei cedimenti permanenti causati dall'azione sismica, il programma opera come segue. Innanzitutto vengono calcolate le spinte per una ulteriore modalità di azione sismica, cioè quella relativa allo stato limite di danno (SLD). A seguito del calcolo di tali spinte, per le sole combinazioni sismiche, si calcola lo spostamento residuo del muro per traslazione rigida, ricavato in base alla seguente formulazione di *Richards & Elms*:

$$d = \frac{0.087}{Acc} \frac{V^2}{\frac{A_{lim}}{Acc}^4}$$

in cui si ha:

$d$  = spostamento sismico residuo

$V = 0.16 \diamond Acc \diamond g \diamond S \diamond Tc$

$Acc$  = accelerazione sismica adimensionale SLD

$g = 9.80665$  = accelerazione di gravità

$S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafico

$Tc$  = coefficiente di amplificazione topografico

$A_{lim}$  = accelerazione oltre la quale si innesca lo scorrimento della fondazione per superamento del limite dell'attrito

Una volta ricavato, per ciascuna combinazione di carico, tale spostamento orizzontale, si calcola il volume del terreno interessato a tale spostamento, pari allo spostamento stesso per l'altezza complessiva del muro, comprensiva dello spessore della fondazione. Il cedimento verticale del terreno a ridosso del muro viene quindi calcolato con la seguente formula (*Bowles* - metodo di *Caspe*):

$$S_v = 4 Vol / D$$

essendo  $Vol$  il volume di terreno interessato dallo spostamento del muro e  $D$  la distanza in orizzontale dal muro alla quale si annullano i cedimenti. Quest'ultima è assimilata alla dimensione orizzontale massima del cuneo di rottura del terreno spingente.

Infine i cedimenti lungo il tratto interessato sono calcolati con legge decrescente col quadrato della distanza  $X$  dal paramento:

$$S_x = S_v * (X / D)^2$$

- **LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI**

- **CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEL MURO**

<b>Distanza</b>	: Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (estremo libero)
<b>Angolo</b>	: Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale
<b>N</b>	: Sforzo normale, positivo se di compressione
<b>M</b>	: Momento flettente, positivo se antiorario (ribaltante)
<b>T</b>	: Sforzo di taglio, positivo se diretto verso sinistra (lembo pi˘ a valle)

**N.B.:** Le caratteristiche N, M e T si intendono riferite ad 1 metro di sezione di muro, o a tutta la sezione nel caso di contrafforti o cordoli.

- **. VERIFICHE PER IL MURO A GRAVIT˘ O A GABBIONI**

**Sez. N.** : Numero della sezione da verificare

**Ele** : Tipo di elemento verificato:

1 = PARAMENTO  
4 = MENSOLA DI FONDAZIONE A VALLE  
5 = MENSOLA DI FONDAZIONE A MONTE  
6 = DENTE DI FONDAZIONE

**Dist.** : Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (estremo libero)

**H** : Altezza della sezione

**B** : Larghezza della sezione

**Xg** : Ascissa del baricentro della sezione

**Yg** : Altezza del baricentro della sezione. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto pi˘ a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento

**Cmb fle** : Combinazione di carico pi˘ gravosa a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2

**Nsdu** : Sforzo normale di calcolo agente su 1 metro di muro relativo alla combinazione pi˘ gravosa a presso-flessione. Positivo se di compressione

**e** : Eccentricit˘ dello sforzo normale. Positiva se verso sinistra (lembo pi˘ a valle)

<b>Nrdu</b>	: <i>Sforzo normale resistente ultimo di calcolo</i>
<b>Mrdu</b>	: <i>Momento resistente ultimo di calcolo</i>
<b>Coef fles</b>	: <i>Coefficiente di sicurezza relativo alla verifica a presso-flessione (rapporto tra il momento resistente ultimo e il momento agente)</i>
<b>Cmb tag</b>	: <i>Combinazione di carico piú gravosa a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2</i>
<b>Vsdu</b>	: <i>Sforzo di taglio agente su 1 metro di muro relativo alla combinazione piú gravosa a taglio. Positivo se diretto verso sinistra (lembo piú a valle)</i>
<b>Vrdu</b>	: <i>Sforzo di taglio resistente ultimo di calcolo</i>
<b>Coef tagl</b>	: <i>Coefficiente di sicurezza relativo alla verifica a taglio (rapporto tra il taglio resistente ultimo e lo sforzo di taglio agente)</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza</i>

## **II CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE**

<b>Tipo Comb</b>	: <i>Tipo di combinazione di carico</i>
<b>Comb n.</b>	: <i>Numero della combinazione associata al tipo di combinazione</i>
<b>Sp.muro</b>	: <i>Spostamento rigido residuo del muro per traslazione</i>
<b>Volume</b>	: <i>Volume del terreno deformato dallo spostamento rigido</i>
<b>Dist.max</b>	: <i>Distanza massima orizzontale dal muro alla quale si annullano i cedimenti</i>
<b>Ced.0/4</b>	: <i>Cedimento verticale a ridosso del muro</i>
<b>Ced.1/4</b>	: <i>Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima</i>
<b>Ced.2/4</b>	: <i>Cedimento verticale a 2/4 della distanza massima</i>
<b>Ced.3/4</b>	: <i>Cedimento verticale a 3/4 della distanza massima</i>

DATI DI CALCOLO			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	13,41118	Latitudine Nord (Grd)	37,95214
Categoria Suolo	A	Coeff. Condiz. Topogr.	1,20000
Probabilita' Pvr (SLV)	0,10000	Periodo Ritorno Anni (SLV)	712,00000
Accelerazione Ag/g (SLV)	0,18800	Fattore Stratigrafia 'S'	1,00000
Probabilita' Pvr (SLD)	0,63000	Periodo Ritorno Anni (SLD)	75,00000
Accelerazione Ag/g (SLD)	0,07200	-----	
TEORIE DI CALCOLO			
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Norme A.G.I.			
Portanza terreno di fondazione calcolata con la teoria di Brinch-Hansen			
CRITERI DI CALCOLO			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta ai sovraccarichi sul terrapieno.			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta alle forze applicate al muro.			
Non si tiene conto dell'effetto stabilizzante delle forze applicate al muro.			
Rapporto tra il taglio medio e quello nel palo piu' caricato:			1,00
Coeff. maggiorativo diametro perforazione per micropali			1,20
Percentuale spinta a valle per la verifica a scorrimento			50
Percentuale spinta a valle per la verifica a ribaltam.			0
Percentuale spinta a valle per la verifica in fondazione			100
Percentuale spinta a valle per calcolo sollecitazioni			100
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00		1,25
Peso Specifico	1,00		1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00		1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00		1,40
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Superficiale		
COEFFICIENTI R3	R3 STATICI	R3 SISMICI	R3 PALI
Capacita' Portante	1,40	1,20	
Scorrimento	1,10	1,00	
Ribaltamento	1,15	1,00	
Resist. Terreno Valle	1,40	1,20	
Resist. alla Base			1,35
Resist. Lat. a Compr.			1,35
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30

CARATTERISTICHE MATERIALI			
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
CARATTERISTICHE C. A. ELEVAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C20/25	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	109,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	109,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3250,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2 mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc	Copriferro Netto	2,0 cm
CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C20/25	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

CARATTERISTICHE MATERIALI					
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI					
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	109,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	109,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3250,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200	kg/mc
Copriferro Netto	2,0	cm			
CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI					
Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	110,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	110,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3250,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Copriferro Netto	2,0	cm
CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'					
Resistenza di calcolo a compressione del materiale				100,0	Kg/cmq
Resistenza di calcolo a trazione del materiale				0,0	Kg/cmq
Peso specifico del materiale				2500	Kg/mc
Peso specifico del calcestruzzo magro di fondazione				2200	Kg/mc
Denominazione del materiale				CALCESTRUZZO MAGRO NON ARMATO	
CARATTERISTICHE MATERIALE GABBIONI					
Peso specifico del materiale di riempimento				2200	Kg/mc
Porosita' del riempimento				35	%
Peso specifico della rete metallica				20,70	Kg/mc
Tensione massima a compressione				6,22	Kg/cmq
Coesione interna fittizia				0,86	Kg/cmq
Angolo di attrito interno fittizio				25,75	Grd
Peso specifiche del magrone				1800	Kg/mc
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)					
Modulo elastico omogeneizzato del materiale:				300	t/cmq
Sforzo di taglio massimo di calcolo nel singolo micropalo				75	t
Momento flettente massimo di calcolo nel singolo micropalo				75	tm
Peso specifico omogeneizzato del materiale				2500	Kg/mc
Denominazione tipo di micropali				MICROPALO DI ESEMPIO	
CARATTERISTICHE DEI TIRANTI					
Tensione di snervamento dell'acciaio				3250	Kg/cmq
Modulo elastico dell'acciaio				2100	t/cmq
Ancoraggi effettuati con bulbo di calcestruzzo iniettato					

DATI TERRAPIENO MURO 1		
Muro n.1		
DATI TERRAPIENO		
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:1.8	m	
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:3	m	
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):0	∞	
Angolo di attrito tra fondazione e terreno:31	∞	
Adesione tra fondazione e terreno:0	Kg/cmq	
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua:12	∞	

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua:0 Kg/cmq

Permeabilit  Terreno:ALTA  
 Muro Vincolato:NO  
 Coefficiente BetaM:.379  
 Coefficiente di intensita' sismica orizzontale:.085  
 Coefficiente di intensita' sismica verticale:.042

Coordinate dei vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte e a valle. Le coordinate sono fornite per il terrapieno a monte rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra), mentre per il terrapieno a valle sono riferite al punto piu' in basso a sinistra della fondazione.

POLIGONALE MONTE			POLIGONALE VALLE		
Vertice	Ascissa m	Ordinata m	Vertice	Ascissa m	Ordinata m
1	5,00	0,00			

**DATI STRATIGR. MURO 1****STRATIGRAFIA DEL TERRENO**

STRATO n.	1	:	
Spessore dello strato:	3,80	m	
Angolo di attrito interno del terreno:	40	�	
Angolo di attrito tra terreno e muro:	26	�	
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0,34	Kg/cmq	
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0,00	Kg/cmq	
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	2550	Kg/mc	
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq	
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq	
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	2000	Kg/mc	
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00		

STRATO n.	2	:	
Spessore dello strato:	4,40	m	
Angolo di attrito interno del terreno:	47	�	
Angolo di attrito tra terreno e muro:	31	�	
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0,43	Kg/cmq	
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0,00	Kg/cmq	
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	2550	Kg/mc	
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq	
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq	
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	2000	Kg/mc	
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00		

**GEOMETRIA MURO 1****MURO A GABBIONI**

Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	(Grd)	
Sviluppo della fondazione	14	(m)	
Spessore del magrone	.2	(m)	
Larghezza del singolo Gabbione	1	(m)	
Altezza del singolo Gabbione	1	(m)	
Fila Gabbione Nro	Numero gabbioni della fila attuale	Scostamento dalla fila inferiore (m)	
1	2	0,00	
2	1	1,00	

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

**GEOMETRIA MURO 1****MURO A GABBIONI**

Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	(Grd)	
Sviluppo della fondazione	14	(m)	
Spessore del magrone	.2	(m)	
Larghezza del singolo Gabbione	1	(m)	
Altezza del singolo Gabbione	1	(m)	
Fila Gabbione Nro	Numero gabbioni della fila attuale	Scostamento dalla fila inferiore (m)	

**CARICHI MURO 1****SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO**

CONDIZIONE n.	1	----
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0,00	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	0,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	0,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	0,00	m
Carico concentrato puntiforme:	0,00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1,00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0,00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0,00	t/mq

**COMBINAZIONI MURO 1**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**COMBINAZIONI MURO 1****COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A1**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50										0,00
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI MURO 1****COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI MURO 1****COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI MURO 1****COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1****SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	964	470	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,200	0,200	0,00
2	946	461	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,196	0,255	0,00

**SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1****SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE**

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909



# C.D.W. – CALCOLO GABBIONATE –

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	528	0	0,10	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,599	4,60
2	484	0	0,10	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,602	4,21

## SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare

### SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	741	362	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,200	0,200	0,00

## SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare

### SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	528	0	0,10	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,599	4,60

## SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.

### SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	741	362	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,200	0,200	0,00

## SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.

### SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	528	0	0,10	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,599	4,60

## SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.

### SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	741	362	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,200	0,200	0,00

## SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.

### SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	528	0	0,10	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,599	4,60

## SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: SLD

### SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
2	834	407	0,60	2,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,199	0,225	0,00

## VERIFICHE STABILITA' MURO 1

### VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Momento forze ribaltanti complessivo:	874	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	5713	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	6,54	----

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

## VERIFICHE STABILITA' MURO 1

### VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	1314	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	2946	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	2,24	----

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

## SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1

### SOLLECITAZIONI MURO

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	430	-1	3
		3	60	0,0	881	-5	48
		4	90	0,0	1358	-2	146
		5	100	0,0	1523	4	190

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
		6	130	0,0	2464	12	616
		7	160	0,0	3430	121	874
		8	190	0,0	4423	288	1151
		9	200	0,0	4760	358	1255

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	412	5	40
		3	60	0,0	844	17	120
		4	90	0,0	1302	48	253
		5	100	0,0	1460	66	309
		6	130	0,0	2362	120	784
		7	160	0,0	3290	292	1109
		8	190	0,0	4244	543	1454
		9	200	0,0	4568	644	1581

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	430	0	2
		3	60	0,0	876	-4	37
		4	90	0,0	1342	-1	112
		5	100	0,0	1501	3	146
		6	130	0,0	2423	11	533
		7	160	0,0	3365	113	740
		8	190	0,0	4327	262	952
		9	200	0,0	4652	322	1032

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	430	0	2
		3	60	0,0	876	-4	37
		4	90	0,0	1342	-1	112
		5	100	0,0	1501	3	146
		6	130	0,0	2423	11	533
		7	160	0,0	3365	113	740
		8	190	0,0	4327	262	952
		9	200	0,0	4652	322	1032

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo ∞	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	430	0	2
		3	60	0,0	876	-4	37
		4	90	0,0	1342	-1	112
		5	100	0,0	1501	3	146

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
		6	130	0,0	2423	11	533
		7	160	0,0	3365	113	740
		8	190	0,0	4327	262	952
		9	200	0,0	4652	322	1032

**VERIFICHE MURO 1**

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																	
Sez. N.	Ele	Dist. cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Comb fles	Nsdu Kg	e cm	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Coef fles	Comb tagl	Vsdu Kg	Vrdu Kg	Coef tagl	Verifica
1	1	0	100	100	150	200	1	0	0	0	0	1,00	1	0	0	1,00	OK
2	1	30	100	100	150	170	2	412	1	412	205	41,75	1	3	8773	99,99	OK
3	1	60	100	100	150	140	2	844	2	844	416	24,63	2	120	8972	74,60	OK
4	1	90	100	100	150	110	2	1302	4	1302	637	13,24	2	253	9193	36,28	OK
5	1	100	100	100	150	100	2	1460	4	1460	713	10,87	2	309	9269	29,95	OK
6	1	130	200	100	100	70	2	2362	5	2362	2317	19,24	2	784	18269	23,30	OK
7	1	160	200	100	100	40	2	3290	9	3290	3203	10,97	2	1109	18717	16,88	OK
8	1	190	200	100	100	10	2	4244	13	4244	4099	7,55	2	1454	19177	13,19	OK
9	1	200	200	100	100	0	2	4568	14	4568	4400	6,83	2	1581	19333	12,23	OK

**VERIFICA PORTANZA MURO 1****VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE**

Numero dello strato corrispondente alla fondazione:	1	---
Combinazione di carico piu' gravosa:	2	A1
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	5,43	t/m
Scarico complessivo parallelo al piano di posa:	0,83	t/m
Eccentricita' dello scarico lungo il piano di posa:	-0,10	m
Larghezza della fondazione:	2,40	m
Lunghezza della fondazione:	14,00	m
Valore efficace della larghezza:	2,20	m
Peso specifico omogeneizzato del terreno:	2550	Kg/mc
Pressione verticale dovuta al peso del terrapieno a valle :	0,77	t/mq

**VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE**

Fattori di capacita' portante: Ng =	105,3605	Nq =	64,1952	Nc =	75,3131
Fattori di forma: Sg =	1,0723	Sq =	1,0723	Sc =	1,1445
Fattori di profondita': Dg =	1,0000	Dq =	1,0475	Dc =	1,0483
Fattori inclinazione carico: Ig =	0,6218	Iq =	0,7340	Ic =	0,7298
Fattori inclinazione base: Bg =	1,0000	Bq =	1,0000	Bc =	1,0000
Fattori incl. piano campagna: Gg =	1,0000	Gq =	1,0000	Gc =	1,0000
Pressione media limite:				462,01	t/mq
Sforzo normale limite:				846,91	t/m
Coefficiente di sicurezza: (Sf.Norm.Lim/Scar.Compl.Ortog.)				155,92	---

**LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA****VERIFICHE CEDIMENTI SLD**

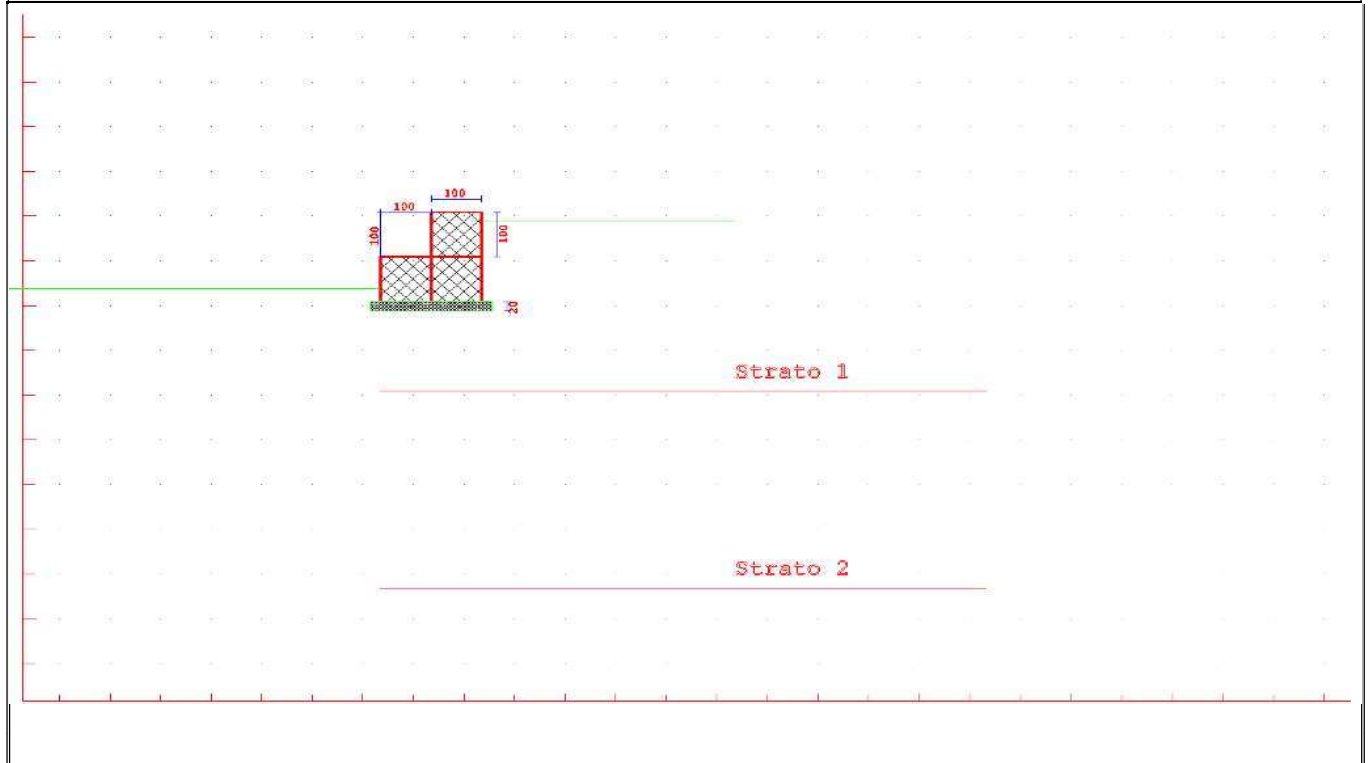
Combinazione di carico SLD piu' gravosa:	2
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	5,47 t/m
Sforzo normale limite in condizioni drenate:	804,87 t/m
Coefficiente di sicurezza in condizioni drenate:	147,04
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA

**CEDIMENTI TERRENO A MONTE - MURO N.1**

Tipo comb.	Comb. nro	Sp.muro mm	Volume mc	DistMax m	Ced.0/4 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm
SLD	2	0,0	0,000	3,03	0,1	0,1	0,0	0,0

**RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA**

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



# COMUNE DI MARINEO

CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

OGGETTO: "CONSOLIDAMENTO COSTONE PROSPICIENTE LA VIA  
CORLEONE" – CIG: 78044850C4 – CUP: G93B18000690001 –

## **VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO**

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO**

La presente relazione È relativa alla verifica di pendii naturali, di scarpate per scavi e di opere in terra.

▮ **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione È costituita dalle *Norme Tecniche per le costruzioni* emanate con il *D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018*, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 *Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*.

Le verifiche sono state condotte rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) applicando alle caratteristiche geotecniche del terreno i coefficienti parziali del gruppo M2 (Tab. 6.2.II NTC).

▮ **VERIFICHE DI STABILITA'**

I fenomeni franosi possono essere ricondotti alla formazione di una superficie di rottura lungo la quale le forze, che tendono a provocare lo scivolamento del pendio, non risultano equilibrate dalla resistenza a taglio del terreno lungo tale superficie.

La verifica di stabilità del pendio si riconduce alla determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata.

Suddiviso il pendio in un determinato numero di conci di uguale ampiezza, per ogni concio si possono individuare:

- a) il peso;
- b) la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie;
- c) le forze inerziali orizzontali e verticali;
- d) le reazioni normali e tangenziali mutue tra i conci;
- e) le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci;
- f) le pressioni idrostatiche alla base.

Sotto l'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura alla *Mohr-Coulomb*, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali alla base, le incognite, per la determinazione dello equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione, e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti, per cui il problema della stabilità dei pendii È, in via rigorosa, staticamente indeterminato. La risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci. Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo.

I casi in cui non È possibile stabilire un coefficiente di sicurezza per il pendio vengono segnalati attraverso le seguenti stringhe:

- *SCARTATA* : coefficiente di sicurezza minore di 0,1;
- *NON CONV.* : convergenza del metodo di calcolo non ottenuta;
- *ELEM.RIG.* : intersezione della superficie di scivolamento con un corpo rigido.

• **METODO DI BELL**

L'ipotesi alla base del metodo consiste nell'imporre una specifica distribuzione delle tensioni normali lungo la superficie di scivolamento.

Definite le quantità:

$$-f = \operatorname{sen} 2 \operatorname{pg} \frac{xb}{xb} \frac{xi}{xa}$$

- $pg$  = costante pi greca
- $xb$  = ascissa punto di monte del pendio
- $xa$  = ascissa punto di valle del pendio
- $xi$  = ascissa parete di monte del pendio
- $Kx, Ky$  = coeff. sismici orizzontale e verticale
- $xci$  = ascissa punto medio alla base del concio i
- $zci$  = ordinata punto medio alla base del concio i
- $xgi, ygi$  = ascissa e ordinata baricentro concio i
- $xmi, ymi$  = ascissa e ordinata punto applicazione risultante forze esterne

il coefficiente di sicurezza F scaturisce come parametro contenuto nei coefficienti del sistema di equazioni:

$$\begin{array}{ccccc} a_{11} & a_{12} & a_{13} & C_1 & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & C_2 & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & C_3 & a_{34} \end{array}$$

dove:

$$\begin{aligned} a_{11} &= (1 - Kx) \sum_i W_i \cos^2(a_i) \tan(fi) - F \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \\ a_{12} &= \sum_i f b \tan(fi) - F \sum_i f b \tan(a_i) \\ a_{13} &= \sum_i c_i b \\ a_{14} &= \sum_i u_i b \tan(fi) - F(Kx \sum_i W_i Q_i) \\ a_{21} &= (1 - Ky) \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \tan(fi) - F \sum_i W_i \cos^2(a_i) \\ a_{22} &= \sum_i f b \tan(a_i) - F \sum_i f b \\ a_{23} &= \sum_i c_i b \tan(a_i) \\ a_{24} &= \sum_i u_i b \tan(a_i) \tan(fi) - F(1 - Ky) \sum_i W_i P_i \\ a_{31} &= (1 - Ky) \sum_i W_i \cos^2(a_i) \tan(fi) - zci \\ &\quad \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \tan(fi) - xci - F \sum_i W_i \cos^2(a_i) - xci - \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) - zci \\ a_{32} &= \sum_i f b \tan(a_i) - zci - \sum_i f b \tan(a_i) \tan(fi) - xci - F \sum_i f b \tan(a_i) - zci - \sum_i f b xci \\ a_{33} &= \sum_i (c_i b) - zci - \sum_i (c_i b \tan(a_i)) - xci \\ a_{34} &= \sum_i u_i b \tan(fi) - zci - \sum_i u_i b \tan(a_i) \tan(fi) - xci - F(Kx \sum_i W_i ygi - (1 - Ky) \sum_i W_i xgi - Q_i ymi - P_i xmi) \end{aligned}$$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

**Numero conci** : *Numero di conci in cui È suddiviso il pendio*

**Coefficiente sismico orizzontale** : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale*

**Coefficiente sismico verticale** : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale*

**Ascissa punto passaggio cerchio (m)** : *Ascissa del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*

**Ordinata punto passaggio cerchio (m)** : *Ordinata del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*

**Ascissa polo (m)** : *Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento*

**Ordinata polo (m)** : *Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento*

**Numero righe maglia** : *Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento*

**Numero colonne maglia** : *Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento*

**Passo direzione 'X' (m)** : *Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*

**Passo direzione 'Y' (m)** : *Distanza in verticale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*



- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>Str. N.ro</b>	: <i>Numero dello strato</i>
<b>Descrizione strato</b>	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>
<b>Coesione</b>	: <i>Coesione</i>
<b>Ang. attr.</b>	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
<b>Densità</b>	: <i>Peso specifico del terreno in situ</i>
<b>D. Saturo</b>	: <i>Peso specifico del terreno saturo</i>
<b>Vert. N.ro</b>	: <i>Numero del vertice della poligonale che definisce lo strato</i>
<b>Ascissa / Ordinata</b>	: <i>Coordinate dei vertici dello strato</i>

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>Elem. N.ro</b>	: <i>Numero identificativo dell'elemento rigido</i>
<b>Densità</b>	: <i>Densità apparente dell'elemento rigido</i>
<b>Dens. terr</b>	: <i>Densità del terreno rimosso per la presenza dell'elemento rigido</i>
<b>Vert. N.ro</b>	: <i>Numero identificativo del vertice del poligono rappresentante l'elemento rigido</i>
<b>Ascissa e Ordinata</b>	: <i>Coordinate del poligono</i>

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>h</b>	: <i>altezza media del concio</i>
<b>L</b>	: <i>sviluppo larghezza alla base del concio</i>
<b><math>\alpha</math></b>	: <i>inclinazione della base del concio</i>
<b>c</b>	: <i>coesione terreno alla base del concio</i>
<b><math>\phi</math></b>	: <i>angolo di attrito interno alla base del concio</i>
<b>W</b>	: <i>peso del concio</i>
<b>hw</b>	: <i>altezza della falda dalla base del concio</i>
<b>Qw</b>	: <i>risultante delle pressioni interstiziali</i>
<b>Tcn</b>	: <i>Contributo elementi resistenti a taglio</i>
<b>Tgg</b>	: <i>Contributo geogriglie</i>

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>Ff</b>	: <i>risultante delle forze verticali concentrate</i>
<b>Fq</b>	: <i>risultante delle forze verticali distribuite</i>
<b>Fr</b>	: <i>forza verticale da contributo inerzia corpo rigido</i>
<b>Fs</b>	: <i>incremento sismico verticale di <math>W + Ff + Fq + Fr</math></i>
<b>Ftot</b>	: <i>risultante forze verticali <math>W + Ff + Fq + Fr + Fs</math></i>

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>Hf</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali concentrate</i>
<b>Hq</b>	: <i>risultante delle forze orizzontali distribuite</i>
<b>Hr</b>	: <i>forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido</i>

---

## VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

---

**Htot** : risultante forze orizzontali,  $H_f + H_q + H_r$ , su profilo pendio

**Hs** : azione sismica orizzontale di  $W + F_f + F_q + F_r$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La tabella di seguito esposta riporta le forze scambiate tra i vari conci secondo le teorie selezionate (*Bishop, Jambu e Bell*). La simbologia È da interpretarsi come appresso descritto:

**Con. sx** : Concio a sinistra della superficie di separazione tra i due conci

**Con. dx** : Concio a destra della superficie di separazione tra i due conci

**F.or.** : Risultante delle forze (orizzontali) scambiate tra i due conci ortogonalmente alla superficie (verticale) di separazione

**F.vert.** : Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione

**VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO**

**DATI GENERALI STABILITA' PENDIO**

DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Artificiale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	13,411
Latitudine Nord (Grd)	37,952
Categoria Suolo	A
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	712,000
Accelerazione Ag/g	0,188
Fattore Stratigrafia 'S'	1,000
Coeff. Sismico Kh	0,000
Coeff. Sismico Kv	0,000
Numero conci :	20
Numero elementi rigidi:	1
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	42,000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	9,600
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	37,110
Ordinata Polo (m):	14,500
Numero righe maglia :	5,0
Numero colonne maglia :	5,0
Passo direzione 'X' (m) :	3,00
Passo direzione 'Y' (m) :	3,00
Rotazione maglia (Grd) :	30,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,25
Peso Specifico	1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,40
Coefficiente R2	1,00

**DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA**

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	34,00	7,70
						2	40,00	10,00
						3	40,00	10,70
						4	41,00	10,70
						5	41,00	11,50
						6	42,00	11,50
						7	46,00	14,70
						8	62,50	19,70
1	CLa	3,400	40,00	2,550	3,000	1	0,00	7,70
						2	82,00	7,70
2	CLb	4,300	47,00	2,550	3,000			

**DATI ELEMENTI RIGIDI**

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	2,55	1	42,00	11,70

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.D. - Computer Design of Declivity - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

# VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

## DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
			2	42,00	9,70
			3	40,00	9,70
			4	40,00	10,70
			5	41,00	10,70
			6	41,00	11,70

## COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 13											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	37,1	14,5	6,9			4,2743					
2	39,7	16,0	6,8			3,1462					
3	42,3	17,5	7,9			ELEM.RIG.					
4	44,9	19,0	9,8			ELEM.RIG.					
5	47,5	20,5	12,2			ELEM.RIG.					
6	35,6	17,1	9,9			4,3698					
7	38,2	18,6	9,8			2,9956					
8	40,8	20,1	10,6			2,782					
9	43,4	21,6	12,1			ELEM.RIG.					
10	46,0	23,1	14,1			ELEM.RIG.					
11	34,1	19,7	12,8			4,8158					
12	36,7	21,2	12,7			2,9798					
13	39,3	22,7	13,4			2,7538					
14	41,9	24,2	14,6			ELEM.RIG.					
15	44,5	25,7	16,3			ELEM.RIG.					
16	32,6	22,3	15,8			5,2318					
17	35,2	23,8	15,7			3,0113					
18	37,8	25,3	16,2			2,7752					
19	40,4	26,8	17,3			2,8116					
20	43,0	28,3	18,7			ELEM.RIG.					
21	31,1	24,9	18,8			6,189					
22	33,7	26,4	18,7			3,2744					
23	36,3	27,9	19,2			2,823					
24	38,9	29,4	20,0			2,8014					
25	41,5	30,9	21,3			2,8742					

## CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	$\alpha$ (°)	c (t/mq)	$\phi$ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	0,16	0,48	-17,90	2,72	33,9	0,19	0,0	0,00	0,00	0,00
2	0,47	0,47	-13,97	2,72	33,9	0,54	0,0	0,00	0,00	0,00
3	0,74	0,46	-10,11	3,44	40,6	0,86	0,0	0,00	0,00	0,00
4	0,98	0,46	-6,30	3,44	40,6	1,14	0,0	0,00	0,00	0,00
5	1,19	0,46	-2,52	3,44	40,6	1,38	0,0	0,00	0,00	0,00
6	1,37	0,46	1,26	3,44	40,6	1,59	0,0	0,00	0,00	0,00
7	1,52	0,46	5,03	3,44	40,6	1,76	0,0	0,00	0,00	0,00
8	1,64	0,46	8,83	3,44	40,6	1,90	0,0	0,00	0,00	0,00
9	1,72	0,47	12,68	2,72	33,9	2,00	0,0	0,00	0,00	0,00
10	1,78	0,48	16,58	2,72	33,9	2,07	0,0	0,00	0,00	0,00
11	1,80	0,49	20,56	2,72	33,9	2,09	0,0	0,00	0,00	0,00
12	1,79	0,50	24,64	2,72	33,9	2,07	0,0	0,00	0,00	0,00
13	2,26	0,52	28,87	2,72	33,9	2,62	0,0	0,00	0,00	0,00
14	1,98	0,54	33,28	2,72	33,9	2,30	0,0	0,00	0,00	0,00
15	2,46	0,58	37,93	2,72	33,9	2,85	0,0	0,00	0,00	0,00
16	2,07	0,62	42,89	2,72	33,9	2,40	0,0	0,00	0,00	0,00
17	1,82	0,68	48,30	2,72	33,9	2,11	0,0	0,00	0,00	0,00
18	1,61	0,78	54,37	2,72	33,9	1,87	0,0	0,00	0,00	0,00
19	1,23	0,96	61,57	2,72	33,9	1,43	0,0	0,00	0,00	0,00
20	0,50	1,43	71,48	2,72	33,9	0,58	0,0	0,00	0,00	0,00

## FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
4	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38
6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.D. - Computer Design of Declivity - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

**VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO**

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
8	0,00	0,00	0,01	0,00	1,91
9	0,00	0,00	0,02	0,00	2,02
10	0,00	0,00	0,04	0,00	2,10
11	0,00	0,00	0,06	0,00	2,15
12	0,00	0,00	0,08	0,00	2,15
13	0,00	0,00	0,07	0,00	2,69
14	0,00	0,00	0,06	0,00	2,36
15	0,00	0,00	0,04	0,00	2,89
16	0,00	0,00	0,02	0,00	2,42
17	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11
18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87
19	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58

**FORZE ORIZZONTALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**REAZIONI MUTUE FRA CONCI**

Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1					0	0										
1	2					.3	0										
2	3					.9	.1										
3	4					1.6	.1										
4	5					2.4	0										
5	6					3.1	-2										
6	7					3.8	-5										
7	8					4.4	-9										
8	9					4.9	-1.2										
9	10					5	-1.6										
10	11					5	-1.9										
11	12					4.8	-2.1										
12	13					4.5	-2.3										
13	14					3.9	-2.3										
14	15					3.2	-2.2										
15	16					2.3	-1.8										
16	17					1.4	-1.3										
17	18					.7	-7										
18	19					.1	-1										
19	20					-2	3										

Ing. Vincenzo Timotini

SOFTWARE: C.D.D. - Computer Design of Declivity - Rel.2018 - Lic. Nro: 6909

## VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx = C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
20								-1	-1								

## RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

