

COMUNE DI COLLEFFERRO

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

Realizzazione nuovo parcheggio nell'area sosta Truck Village su terreno sito in Via Casilina, km 48,500, distinto al Foglio SEG/4 p.lle 167 e 233 e Foglio SEG/5 p.lla 36 del N.C.T. del Comune di Colleferro.

Il Committente:

Truck Village Soc. Cons. a R.L.

I Progettisti:

Dott. Ing. Danilo Zennaro

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 22729

Dott. Ing. Fabrizio Quattrino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 21272

Il Direttore dei Lavori:

-

ING. FABRIZIO QUATTRINO

Via G. da Verrazzano, 23
00034 Colleferro (Roma)

Phone (+39) 06.97.23.60.70
Fax (+39) 06.97.23.60.70
Mobile phone (+39) 328.82.35.885

fabrizioquattrino@gmail.com

f.quattrino@pec.ording.roma.it

ING. DANILO ZENNARO

Via del Commercio, 22/24
00034 Colleferro (Roma)

Phone (+39) 06.88.97.00.18
Fax (+39) 06.69.30.60.00
Mobile phone (+39) 329.35.30.908

www.studiozennaro.com

info@studiozennaro.com

ing.zennaro@pec.ording.roma.it

Oggetto:

Relazione di calcolo

Elaborato:

03

ST

A

Progetto:

		Nome	Data
Preliminare	<input type="checkbox"/>	Redazione	D.Z. 09/02/2023
Definitivo	<input type="checkbox"/>	Controllo	D.Z. 09/02/2023
Esecutivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Approvazione	D.Z. 09/02/2023
As Built	<input type="checkbox"/>		

Aggiornamento:

		Nome		
		Red.	Contr.	Appr.
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Scala:

-

Data:

09/02/2023

FILE:	Commissa	Anno	Directory	Elaborato	Tipo	Rev.	Estensione	Rapp. Plot		
	064122	04	03	S	T	A	D	O	C	1:1

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto ne consegnato a terzi ne utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questo Studio Tecnico che ne detiene la proprietà.

**COMUNE DI COLLEFFERRO
PROVINCIA DI ROMA**

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:

Muro di contenimento

COMMITTENTE:

Truck Village s.c.a.r.l.

Progettista Architettonico

Progettista delle Strutture

Direttore dei Lavori

RELAZIONE DI CALCOLO

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 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle 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 ϕ 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, purché 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:

$$K_0 = 1 - 0,9 \times \sin \phi$$

essendo ϕ 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 estes" è posto pari a 3/4 dell'angolo utilizzato a monte. Tale percentuale è quella che massimizza il valore della spinta. È 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.

• CAPACITÀ 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'eccentricità. 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:

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

- In condizioni non drenate:

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

Fattori di portanza, ϕ in gradi:

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

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

$$N_{c'} = 2 + \pi$$

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

Fattori di forma:

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

$$s_{q'} = 1$$

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

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

$$s_g = s_q$$

Fattori di profondità, K espresso in radianti:

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

$$d_{q'} = 1$$

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

$$d_g = 1$$

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

Fattori di inclinazione dei carichi:

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_a \cdot \cot \phi} \right]^m$$

$$i_{q'} = 1$$

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

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

$$i_g = \left[1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_a \cdot \cot \phi} \right]^{m+1}$$

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

Fattori di inclinazione del piano di posa, η in radianti:

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

$$b_{q'} = 1$$

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

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

$$b_g = g_q$$

Fattori di inclinazione del terreno, β in radianti:

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

$$g_{q'} = 1$$

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

$$g_g = g_q$$

essendo:

- Γ = 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
- η = angolo di inclinazione del piano di posa
- β = inclinazione terrapieno a valle, se verso il basso (quindi ≥ 0)

- **MURI IN CALCESTRUZZO A MENSOLA**

Sulle sezioni del paramento e delle varie mensole, aeree e di fondazione, si effettua il progetto delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio in corrispondenza di tutte le sezioni singolari (punti di attacco e di spigolo) e in tutte quelle intermedie ad un passo pari a quello imposto nei dati generali. Vengono applicate le formule classiche relative alle sezioni rettangolari in cemento armato, con il progetto dell'armatura necessaria.

- **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*:

$$d = \frac{0.087 \times V^2}{Acc \times \left(\frac{A_{lim}}{Acc} \right)^{-4}}$$

in cui si ha:

d = spostamento sismico residuo

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

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*):

$$Sv = 4 Vol / D$$

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:

$$Sx = Sv * (X / D)^2$$

- π **SPINTE DEL TERRAPIENO**

$Cmb \ n.$: Numero della combinazione di carico

Fx tot : Componente orizzontale della spinta complessiva del terrapieno

Fy tot : Componente verticale della spinta complessiva del terrapieno

H tot : Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno

X tot	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno
Fx tp	: Componente orizzontale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
Fy tp	: Componente verticale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
H tp	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
X tp	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
Fx esp	: Componente orizzontale della spinta aggiuntiva esplicita
Fy esp	: Componente verticale della spinta aggiuntiva esplicita
H esp	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
X esp	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
Fx w	: Componente orizzontale della spinta dell'acqua
Fy w	: Componente verticale della spinta dell'acqua
H w	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
X w	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
K sta	: Costante di spinta statica
K sis	: Costante di spinta sismica
C sif	: 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 più 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.

▮ CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

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

$$d = \frac{0.087 \times V^2}{Acc \times \left(\frac{A_{lim}}{Acc} \right)^{-4}}$$

in cui si ha:

d = spostamento sismico residuo

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

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*):

$$Sv = 4 Vol / D$$

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:

$$Sx = Sv * (X/D)^2$$

• LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI

• CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEL MURO

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

Angolo : Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale

N : Sforzo normale, positivo se di compressione

M : Momento flettente, positivo se antiorario (ribaltante)

T : Sforzo di taglio, positivo se diretto verso sinistra (lembo più 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 IN C.A.

- Sez. N.** : *Numero della sezione da verificare*
- Ele** : *Tipo di elemento verificato:*
- 1 = PARAMENTO*
- 2 = MENSOLA AEREA A VALLE*
- 3 = MENSOLA AEREA A MONTE*
- 4 = MENSOLA DI FONDAZIONE A VALLE*
- 5 = MENSOLA DI FONDAZIONE A MONTE*
- 6 = DENTE DI FONDAZIONE*
- 7 = SEZIONE TRASVERSALE PARAMENTO*
- 8 = SEZIONE TRASVERSALE FONDAZIONE*
- 9 = CONTRAFFORTE*
- 10 = CORDOLO*
- Dist** : *Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (mezzeria della campata per sezioni verticali del paramento e cordoli)*
- H** : *Altezza della sezione*
- B** : *Larghezza della sezione (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale dato è relativo alla larghezza dell'anima della sezione, al netto quindi dei tratti di paramento collaborante)*
- Xg** : *Ascissa del baricentro della sezione*
- Yg** : *Altezza del baricentro della sezione. Ascissa e altezza si intendono misurate a partire dal punto più a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento*
- Ang** : *Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale*
- Cmb fle** : *Combinazione di carico più gravosa a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2*
- Nsdu** : *Sforzo normale di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione*
- Mdsu** : *Momento flettente di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se antiorario (ribaltante)*
- A sin** : *Area di armatura nel lembo di sinistra (quello più a valle) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale area va distribuita su tutta la larghezza delle ali e non è cumulabile all'area dei corrispondenti ferri verticali per la sezione orizzontale del paramento in quanto in essa già compresa)*
- A des** : *Area di armatura nel lembo di destra (quello più a monte) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli*
- An. s** : *Angolo della armatura di sinistra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza*

An. d	: Angolo della armatura di destra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza
Nrdu	: Sforzo normale associato al momento resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione
Mrdu	: Momento flettente resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli
Cmb tag	: Combinazione di carico più gravosa a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
Vsdu	: Sforzo di taglio di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a taglio, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)
Vrdu c	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo
Vrdu s	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe
A sta	: Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione
Verif.	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza

• VERIFICHE FESSURAZIONE MURI

Muro N.	: Numero del muro
Ele	: Tipo di elemento verificato
Tipo Comb	: Tipo di combinazione di carico
Cmb fes	: Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato
Sez. fes	: Sezione dell'elemento in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione
N fes	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M fes	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
Dist.	: Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio
W ese	: Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio
W max	: Ampiezza massima limite tra le fessure
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

• VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO MURI

Muro N.	: Numero del muro
Ele	: Tipo di elemento verificato
Tipo Comb	: Tipo di combinazione di carico

Cmb $\hat{\alpha}$: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato</i>
Sez. σ_c	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa</i>
N σ_c	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
M σ_c	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
σ_c	: <i>Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio</i>
σ_c max	: <i>Tensione massima limite nel calcestruzzo</i>
Cmb σ_f	: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato</i>
Sez. σ_f	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa</i>
N σ_f	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
M σ_f	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
σ_f	: <i>Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio</i>
σ_f max	: <i>Tensione massima limite nell'acciaio</i>
Verifica	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

π CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

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

DATI DI CALCOLO			
PARAMETRI		SISMICI	
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	12,98848	Latitudine Nord (Grd)	41,75346
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Probabilita' Pvr (SLV)	0,10000	Periodo Ritorno Anni (SLV)	475,00000
Accelerazione Ag/g (SLV)	0,15800	Fattore Stratigrafia 'S'	1,20000
Probabilita' Pvr (SLD)	0,63000	Periodo Ritorno Anni (SLD)	50,00000
Accelerazione Ag/g (SLD)	0,06700	-----	
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	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,0	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA X0
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 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	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc	Copriferro Netto	1,0 cm
CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,0	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA X0

CARATTERISTICHE MATERIALI				
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI				
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 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	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200 kg/mc
Copriferro Netto	1,0	cm		
CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI				
Classe Calcestruzzo	0		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	2	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	1,1		Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	0,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	0,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	0,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3300,0 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	0,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	0,0 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 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	Muro H=3,00 m	
DATI TERRAPIENO		
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:	2,40	m
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:	0,50	m
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):	0	°
Angolo di attrito tra fondazione e terreno	21	°
Adesione tra fondazione e terreno	0,00	Kg/cmq
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua	15	°
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua	0,00	Kg/cmq
Permeabilita' Terreno	BASSA	----
Muro Vincolato	NO	----
Coefficiente BetaM	0,380	----
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale	0,072	----
Coefficiente di intensita' sismica verticale	0,036	----

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

STRATO n.	1	:	
Spessore dello strato:	2,50	m	
Angolo di attrito interno del terreno:	32	°	
Angolo di attrito tra terreno e muro:	21	°	
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0,00	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:	1700	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:	1670	Kg/mc	
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00		

STRATO n.	2	:	
Spessore dello strato:	28,00	m	
Angolo di attrito interno del terreno:	27	°	
Angolo di attrito tra terreno e muro:	18	°	
Coesione del terreno in condizioni drenate:	1,96	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:	1720	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:	1720	Kg/mc	
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00		

GEOMETRIA MURO 1**MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO**

Altezza del paramento:	3,00	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	30	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	30	cm

GEOMETRIA MURO 1**FONDAZIONE DIRETTA**

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	50	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	150	cm
Spessore minimo della mensola a valle:	40	cm
Spessore massimo della mensola a valle:	40	cm
Spessore minimo della mensola a monte:	40	cm
Spessore massimo della mensola a monte:	40	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°
Sviluppo della fondazione:	10,0	m
Spessore del magrone:	10	cm

CARICHI MURO 1**SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO**

CONDIZIONE n.	1	----
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	2,00	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	1,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	20,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	1,00	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:	2,00	t/mq

COMBINAZIONI MURO 1

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

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

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	4787	4449	1,15	2,04	0	6189	0,00	1,40	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,389	0,389	0,00
2	4109	4068	1,17	2,01	329	4737	1,46	1,38	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,335	0,483	0,00

SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**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	4321	321	0,23	0,03	0	1414	0,00	0,28	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	2,632	2,63
2	2822	205	0,22	0,03	-70	932	0,50	0,28	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,589	2,42

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	3451	3210	1,13	2,04	0	4747	0,00	1,40	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,390	0,390	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	3070	217	0,22	0,03	0	970	0,00	0,28	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	2,632	2,63

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	3451	3210	1,13	2,04	0	4747	0,00	1,40	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,390	0,390	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	3070	217	0,22	0,03	0	970	0,00	0,28	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	2,632	2,63

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	4054	3786	1,17	2,04	0	4761	0,00	1,40	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,389	0,389	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	4071	300	0,23	0,03	0	1325	0,00	0,28	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	2,632	2,63

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 sis
2	3784	3639	1,15	2,03	176	4741	1,47	1,39	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,365	0,437	0,00

VERIFICHE STABILITA' MURO 1		
VERIFICA AL RIBALTAMENTO		
Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Momento forze ribaltanti complessivo:	5614	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	18684	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	3,33	----
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

VERIFICHE STABILITA' MURO 1		
VERIFICA ALLO SCORRIMENTO		
Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	4795	Kgm/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	6421	Kgm/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,34	----
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	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1032	-11	-348
		2	30	90,0	971	-296	-1567
		3	60	90,0	910	-886	-2374
		4	90	90,0	849	-1575	-2110
		5	120	90,0	788	-2105	-1477
		6	150	90,0	728	-2422	-692
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	61	-354	-2417
		3	50	-90,0	101	-983	-3943
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	0	0
		3	60	0,0	450	0	0
		4	90	0,0	675	39	269
		5	120	0,0	900	167	596
		6	150	0,0	1125	402	979
		7	180	0,0	1350	761	1420
		8	210	0,0	1575	1260	1918
		9	240	0,0	1800	1917	2474
		10	270	0,0	2025	2750	3086
		11	300	0,0	2250	3775	3756

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	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	899	-10	-303
		2	30	90,0	657	-265	-1692
		3	60	90,0	416	-885	-2734
		4	90	90,0	175	-1743	-3111
		5	120	90,0	-66	-2594	-2875

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	MENS.FOND.VALLE	6	150	90,0	-307	-3340	-2413
		1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	241	-303	-2333
2	PARAMENTO	3	50	-90,0	402	-879	-3763
		1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	217	2	16
		3	60	0,0	434	10	32
		4	90	0,0	651	57	293
		5	120	0,0	868	191	610
		6	150	0,0	1084	429	984
		7	180	0,0	1301	787	1414
		8	210	0,0	1518	1283	1901
		9	240	0,0	1735	1934	2445
	10	270	0,0	1952	2756	3045	
	11	300	0,0	2169	3766	3702	

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	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	759	-8	-256
		2	30	90,0	709	-214	-1153
		3	60	90,0	660	-661	-1857
		4	90	90,0	610	-1237	-1913
		5	120	90,0	560	-1771	-1692
		6	150	90,0	511	-2220	-1348
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	50	-278	-1897
		3	50	-90,0	83	-771	-3093
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	0	0
		3	60	0,0	450	0	0
		4	90	0,0	675	26	182
		5	120	0,0	900	114	409
		6	150	0,0	1125	276	679
		7	180	0,0	1350	526	993
		8	210	0,0	1575	876	1352
		9	240	0,0	1800	1341	1754
		10	270	0,0	2025	1933	2201
		11	300	0,0	2250	2666	2692

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	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	759	-8	-256
		2	30	90,0	709	-214	-1153
		3	60	90,0	660	-661	-1857
		4	90	90,0	610	-1237	-1913
		5	120	90,0	560	-1771	-1692
		6	150	90,0	511	-2220	-1348
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	50	-278	-1897
		3	50	-90,0	83	-771	-3093
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	0	0
		3	60	0,0	450	0	0

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
		4	90	0,0	675	26	182
		5	120	0,0	900	114	409
		6	150	0,0	1125	276	679
		7	180	0,0	1350	526	993
		8	210	0,0	1575	876	1352
		9	240	0,0	1800	1341	1754
		10	270	0,0	2025	1933	2201
		11	300	0,0	2250	2666	2692

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	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	849	-9	-286
		2	30	90,0	843	-276	-1462
		3	60	90,0	838	-860	-2396
		4	90	90,0	833	-1609	-2423
		5	120	90,0	827	-2288	-2084
		6	150	90,0	822	-2840	-1575
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	5	-331	-2183
		3	50	-90,0	9	-904	-3545
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	0	0
		3	60	0,0	450	0	0
		4	90	0,0	675	36	247
		5	120	0,0	900	152	537
		6	150	0,0	1125	363	872
		7	180	0,0	1350	680	1251
		8	210	0,0	1575	1117	1673
		9	240	0,0	1800	1688	2140
		10	270	0,0	2025	2406	2650
		11	300	0,0	2250	3283	3205

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	30	100	65	340	0	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	OK	
2	1	30	30	100	65	310	0	2	217	2	6,2	6,2	0	0	217	6542	2	16	12368	0	OK	
3	1	60	30	100	65	280	0	2	434	10	6,2	6,2	0	0	434	6571	2	32	12368	0	OK	
4	1	90	30	100	65	250	0	2	651	57	6,2	6,2	0	0	651	6600	2	293	12368	0	OK	
5	1	120	30	100	65	220	0	2	868	191	6,2	6,2	0	0	868	6629	2	610	12368	0	OK	
6	1	150	30	100	65	190	0	2	1084	429	6,2	6,2	0	0	1084	6658	2	984	12368	0	OK	
7	1	180	30	100	65	160	0	2	1301	787	6,2	6,2	0	0	1301	6687	1	1420	12368	0	OK	
8	1	210	30	100	65	130	0	2	1518	1283	6,2	6,2	0	0	1518	6716	1	1918	12368	0	OK	
9	1	240	30	100	65	100	0	2	1735	1934	6,2	6,2	0	0	1735	6745	1	2474	12368	0	OK	
10	1	270	30	100	65	70	0	2	1952	2756	6,2	6,2	0	0	1952	6774	1	3086	12368	0	OK	
11	1	300	30	100	65	40	0	1	2250	3775	6,2	6,2	0	0	2250	6813	1	3756	12368	0	OK	

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	40	100	0	20	-90	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK	
2	4	30	40	100	30	20	-90	1	61	-354	6,2	6,2	0	0	61	6939	1	-2417	56382	0	OK	
3	4	50	40	100	50	20	-90	1	101	-983	6,2	6,2	0	0	101	6950	1	-3943	56382	0	OK	

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	5	0	40	100	230	20	90	1	1032	-11	0,0	0,0	0	0	0	0	1	-348	0	0	OK	
2	5	30	40	100	200	20	90	1	971	-296	6,2	6,2	0	0	971	9067	2	-1692	15154	0	OK	
3	5	60	40	100	170	20	90	2	416	-885	6,2	6,2	0	0	416	8968	2	-2734	15154	0	OK	
4	5	90	40	100	140	20	90	2	175	-1743	6,2	6,2	0	0	175	8924	2	-3111	15154	0	OK	
5	5	120	40	100	110	20	90	2	-66	-2594	6,2	6,2	0	0	-66	8881	2	-2875	15154	0	OK	
6	5	150	40	100	80	20	90	2	-307	-3340	6,2	6,2	0	0	-307	8838	2	-2413	15154	0	OK	

VERIFICHE MURO 1**FESSURAZIONE MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb fes	Sez. fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
1	5	Freq	1	6	511	-2220	15	0,11	0,40	OK
		Perm	1	6	822	-2840	15	0,14	0,30	OK
1	4	Freq	1	3	83	-771	15	0,04	0,40	OK
		Perm	1	3	9	-904	15	0,05	0,30	OK
1	1	Freq	1	11	2250	2666	15	0,17	0,40	OK
		Perm	1	11	2250	3283	15	0,22	0,30	OK

VERIFICHE MURO 1**TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb σ_c	Sez. σ_c	N σ_c Kg	M σ_c Kgm	σ_c Kg/cm ²	σ_c max Kg/cm ²	Cmb σ_f	Sez. σ_f	N σ_f Kg	M σ_f Kgm	σ_f Kg/cm ²	σ_f max Kg/cm ²	Verifica
1	5	rara	1	6	511	-2220	19,7	150,0	1	6	511	-2220	945	3600	OK
		perm	1	6	822	-2840	25,3	112,0							OK
1	4	rara	1	3	83	-771	6,9	150,0	1	3	83	-771	336	3600	OK
		perm	1	3	9	-904	8,0	112,0							OK
1	1	rara	1	11	2250	2666	37,6	150,0	1	11	2250	2666	1448	3600	OK
		perm	1	11	2250	3283	46,1	112,0							OK

VERIFICA PORTANZA MURO 1**VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE**

Numero dello strato corrispondente alla fondazione:	2	---
Combinazione di carico piu' gravosa:	2	A1
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	14,88	t/m
Scarico complessivo parallelo al piano di posa:	2,01	t/m
Eccentricita' dello scarico lungo il piano di posa:	-0,21	m
Larghezza della fondazione:	2,50	m
Lunghezza della fondazione:	10,00	m
Valore efficace della larghezza:	2,07	m
Peso specifico omogeneizzato del terreno:	1720	Kg/mc
Pressione verticale dovuta al peso del terrapieno a valle :	0,86	t/mq

VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

Fattori di capacita' portante: Ng =	13,7178	Nq =	13,1991	Nc =	23,9422
Fattori di forma: Sg =	1,0552	Sq =	1,0552	Sc =	1,1104
Fattori di profondita': Dg =	1,0000	Dq =	1,0840	Dc =	1,0909
Fattori inclinazione carico: Ig =	0,6627	Iq =	0,7665	Ic =	0,7473
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:				453,54	t/mq
Sforzo normale limite:				515,54	t/m
Coefficiente di sicurezza: (Sf.Norm.Lim/Scar.Compl.Ortog.)				52,65	---

**LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA
VERIFICHE CEDIMENTI SLD**

Combinazione di carico SLD piu' gravosa:	2
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	13,39 t/m
Sforzo normale limite in condizioni drenate:	515,54 t/m
Coefficiente di sicurezza in condizioni drenate:	38,49
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA

CEDIMENTI TERRENO A MONTE - MURON.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	1,0	0,000	4,17	2,8	1,6	0,7	0,2

**COMUNE DI COLLEFERRO
PROVINCIA DI ROMA**

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:

Muro di contenimento

VERIFICA PENDIO

COMMITTENTE:

Truck Village s.c.a.r.l.

Progettista Architettonico

Progettista delle Strutture

Direttore dei Lavori

RELAZIONE DI CALCOLO

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 21 Gennaio 2019, n. 7 “*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 STABILITÀ**

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:

$$-f = \operatorname{sen}\left(2 \cdot pg \cdot \frac{xb - xi}{xb - xa}\right)$$

- *pg* = costante pi greca
- *xb* = ascissa punto di monte del pendio
- *xa* = ascissa punto di valle del pendio

- x_i = ascissa parete di monte del pendio
- K_x, K_y = coeff. sismici orizzontale e verticale
- x_{ci} = ascissa punto medio alla base del concio i
- z_{ci} = ordinata punto medio alla base del concio i
- x_{gi}, y_{gi} = ascissa e ordinata baricentro concio i
- x_{mi}, y_{mi} = ascissa e ordinata punto applicazione risultante forze esterne

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

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

dove:

$$a_{11} = (1 - K_x) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) - F \cdot \sum_i W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right)$$

$$a_{12} = \sum_i f \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i) - F \cdot \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i)$$

$$a_{13} = \sum_i c_i \cdot b$$

$$a_{14} = \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i) + F(K_x \cdot \sum_i W_i - Q_i)$$

$$a_{21} = (1 - K_y) \cdot \left(\sum_i W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) + F \cdot \sum_i W_i \cos^2(a_i) \right)$$

$$a_{22} = \sum_i f \cdot b \cdot \tan(a_i) + F \cdot \sum_i f \cdot b$$

$$a_{23} = \sum_i c_i \cdot b \cdot \tan(a_i)$$

$$a_{24} = \sum_i u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i) + F \left[(1 - K_y) \cdot \sum_i W_i + P_i \right]$$

$$a_{31} = (1 - K_y) \cdot \left\{ \begin{array}{l} \sum_i (W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\hat{f}_i)) \cdot z_{ci} - \\ - \sum_i (W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot x_{ci} - F \left[\sum_i (W_i \cos^2(a_i)) \cdot x_{ci} + \sum_i (W_i \sin(a_i) \cos(a_i)) \cdot z_{ci} \right] \end{array} \right\}$$

$$a_{32} = \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot z_{ci} - \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot x_{ci} - F \cdot \left[\sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot z_{ci} + \sum_i (f \cdot b \cdot x_{ci}) \right]$$

$$a_{33} = \sum_i (c_i \cdot b) \cdot z_{ci} - \sum_i (c_i \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot x_{ci}$$

$$a_{34} = \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(\hat{f}_i)) \cdot z_{ci} - \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}_i)) \cdot x_{ci} + F \cdot K_x \sum_i W_i \cdot y_{gi} - (1 - K_y) \sum_i W_i \cdot x_{gi} - Q_i \cdot y_{mi} - P_i \cdot x_{mi}$$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

<i>Numero conci</i>	: <i>Numero di conci in cui è suddiviso il pendio</i>
Coefficiente sismico orizzontale	: <i>Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale</i>
Coefficiente sismico verticale	: <i>Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale</i>
<i>Ascissa punto passaggio cerchio (m)</i>	: <i>Ascissa del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento</i>
<i>Ordinata punto passaggio cerchio (m)</i>	: <i>Ordinata del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento</i>
<i>Ascissa polo (m)</i>	: <i>Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento</i>
<i>Ordinata polo (m)</i>	: <i>Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento</i>
<i>Numero righe maglia</i>	: <i>Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento</i>
<i>Numero colonne maglia</i>	: <i>Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento</i>
<i>Passo direzione 'X' (m)</i>	: <i>Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari</i>
<i>Passo direzione 'Y' (m)</i>	: <i>Distanza in verticale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari</i>

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

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

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

<i>Hf</i>	: risultante delle forze orizzontali concentrate
Hq	: risultante delle forze orizzontali distribuite
Hr	: forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido
<i>Htot</i>	: risultante forze orizzontali, $Hf + Hq + Hr$, su profilo pendio
<i>Hs</i>	: azione sismica orizzontale di $W + Ff + Fq + Fr$

- **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:

<i>Con. sx</i>	: 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
<i>F.vert.</i>	: Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO

DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo di pendio	Artificiale
Tipo Sato Limite Calcolato	SLV
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	12,988
Latitudine Nord (Grd)	41,753
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	475,000
Accelerazione Ag/g	0,158
Fattore Stratigrafia 'S'	1,200
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):	41,800
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	9,400
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	30,300
Ordinata Polo (m):	12,900
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	0,00	10,00
		2	40,00	10,00				
		3	40,00	12,30				
		4	40,30	12,30				
		5	80,30	12,30				
1		0,000	32,00	1,700	2,670	1	0,00	9,80
						2	80,30	9,80
2		19,600	27,00	1,720	2,720			

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin. (m)	Int. fin. (t/ml)
2	41,30	2,600	60,30	2,600

DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
------------	---------------	----------------	------------	-------------	--------------

DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	1,70	1	40,30	12,90
			2	40,30	9,90
			3	41,80	9,90
			4	41,80	9,50
			5	39,50	9,50
			6	39,50	9,90
			7	40,00	9,90
			8	40,00	12,90

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 5											
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	30,3	12,9	12,0			ELEM.RIG.					
2	32,9	14,4	10,2			33,1285					
3	35,5	15,9	9,1			19,4679					
4	38,1	17,4	8,8			11,0962					
5	40,7	18,9	9,6			9,0384					
6	28,8	15,5	14,4			ELEM.RIG.					
7	31,4	17,0	12,9			33,5798					
8	34,0	18,5	12,0			21,091					
9	36,6	20,0	11,8			15,3338					
10	39,2	21,5	12,4			10,4597					
11	27,3	18,1	16,9			51,2625					
12	29,9	19,6	15,7			34,938					
13	32,5	21,1	14,9			25,6088					
14	35,1	22,6	14,8			19,0009					
15	37,7	24,1	15,3			12,8247					
16	25,8	20,7	19,6			52,2548					
17	28,4	22,2	18,5			36,5818					
18	31,0	23,7	17,9			27,4098					
19	33,6	25,2	17,8			22,4202					
20	36,2	26,7	18,2			15,3281					
21	24,3	23,3	22,3			53,7967					
22	26,9	24,8	21,4			38,3098					
23	29,5	26,3	20,9			29,1054					
24	32,1	27,8	20,8			23,9426					
25	34,7	29,3	21,1			19,4398					

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	1,49	3,21	-68,37	15,68	22,2	3,03	0,0	0,00	0,00	0,00
2	3,85	2,10	-55,68	15,68	22,2	7,84	0,0	0,00	0,00	0,00
3	5,34	1,72	-46,57	15,68	22,2	10,87	0,0	0,00	0,00	0,00
4	6,44	1,52	-38,84	15,68	22,2	13,12	0,0	0,00	0,00	0,00
5	7,29	1,39	-31,89	15,68	22,2	14,83	0,0	0,00	0,00	0,00
6	7,94	1,31	-25,44	15,68	22,2	16,16	0,0	0,00	0,00	0,00
7	8,43	1,25	-19,32	15,68	22,2	17,15	0,0	0,00	0,00	0,00
8	8,78	1,22	-13,43	15,68	22,2	17,86	0,0	0,00	0,00	0,00
9	9,00	1,19	-7,68	15,68	22,2	18,31	0,0	0,00	0,00	0,00
10	9,10	1,18	-2,01	15,68	22,2	18,52	0,0	0,00	0,00	0,00
11	9,08	1,19	3,64	15,68	22,2	18,48	0,0	0,00	0,00	0,00
12	8,95	1,20	9,33	15,68	22,2	18,21	0,0	0,00	0,00	0,00
13	8,69	1,23	15,11	15,68	22,2	17,69	0,0	0,00	0,00	0,00
14	8,30	1,27	21,05	15,68	22,2	16,90	0,0	0,00	0,00	0,00
15	7,77	1,33	27,25	15,68	22,2	15,81	0,0	0,00	0,00	0,00
16	7,07	1,42	33,83	15,68	22,2	14,39	0,0	0,00	0,00	0,00
17	6,16	1,57	40,96	15,68	22,2	12,53	0,0	0,00	0,00	0,00
18	4,96	1,80	49,00	15,68	22,2	10,10	0,0	0,00	0,00	0,00
19	5,61	2,28	58,75	15,68	22,2	11,36	0,0	0,00	0,00	0,00
20	2,32	4,78	75,67	0,00	26,6	4,66	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	3,03
2	0,00	0,00	0,00	0,00	7,84
3	0,00	0,00	0,00	0,00	10,87
4	0,00	0,00	0,00	0,00	13,12
5	0,00	0,00	0,00	0,00	14,83

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
6	0,00	0,00	0,00	0,00	16,16
7	0,00	0,00	0,00	0,00	17,15
8	0,00	0,00	0,00	0,00	17,86
9	0,00	0,00	0,00	0,00	18,31
10	0,00	0,00	0,00	0,00	18,52
11	0,00	0,00	0,01	0,00	18,49
12	0,00	0,00	0,05	0,00	18,26
13	0,00	0,00	0,10	0,00	17,78
14	0,00	0,00	0,15	0,00	17,05
15	0,00	0,00	0,21	0,00	16,02
16	0,00	0,00	0,28	0,00	14,66
17	0,00	0,00	0,37	0,00	12,90
18	0,00	0,00	0,51	0,00	10,61
19	0,00	0,00	0,38	0,00	11,73
20	0,00	2,62	-0,23	0,00	7,05

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	2					ELRIG	ELRIG										
2	3					ELRIG	ELRIG										
3	4					ELRIG	ELRIG										
4	5					ELRIG	ELRIG										
5	6					ELRIG	ELRIG										
6	7					ELRIG	ELRIG										
7	8					ELRIG	ELRIG										
8	9					ELRIG	ELRIG										
9	10					ELRIG	ELRIG										
10	11					ELRIG	ELRIG										
11	12					ELRIG	ELRIG										
12	13					ELRIG	ELRIG										
13	14					ELRIG	ELRIG										
14	15					ELRIG	ELRIG										
15	16					ELRIG	ELRIG										
16	17					ELRIG	ELRIG										
17	18					ELRIG	ELRIG										
18	19					ELRIG	ELRIG										
19	20					ELRIG	ELRIG										
20						ELRIG	ELRIG										

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 5

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	0,09	0,55	-19,82	0,00	26,6	0,08	0,0	0,00	0,00	0,00
2	0,27	0,54	-16,53	15,68	22,2	0,24	0,0	0,00	0,00	0,00
3	0,40	0,54	-13,30	15,68	22,2	0,36	0,0	0,00	0,00	0,00
4	0,51	0,53	-10,11	15,68	22,2	0,46	0,0	0,00	0,00	0,00
5	0,59	0,53	-6,95	15,68	22,2	0,53	0,0	0,00	0,00	0,00
6	2,94	0,52	-3,81	15,68	22,2	2,61	0,0	0,00	0,00	0,00
7	2,96	0,52	-0,69	15,68	22,2	2,63	0,0	0,00	0,00	0,00
8	2,95	0,52	2,44	15,68	22,2	2,62	0,0	0,00	0,00	0,00
9	2,92	0,52	5,57	15,68	22,2	2,59	0,0	0,00	0,00	0,00
10	2,85	0,53	8,72	15,68	22,2	2,53	0,0	0,00	0,00	0,00
11	2,76	0,53	11,89	15,68	22,2	2,44	0,0	0,00	0,00	0,00
12	2,63	0,54	15,11	15,68	22,2	2,33	0,0	0,00	0,00	0,00
13	2,47	0,55	18,37	0,00	26,6	2,19	0,0	0,00	0,00	0,00
14	2,28	0,56	21,70	0,00	26,6	2,02	0,0	0,00	0,00	0,00
15	2,06	0,58	25,10	0,00	26,6	1,82	0,0	0,00	0,00	0,00
16	1,79	0,59	28,60	0,00	26,6	1,59	0,0	0,00	0,00	0,00
17	1,49	0,62	32,23	0,00	26,6	1,32	0,0	0,00	0,00	0,00
18	1,13	0,64	36,00	0,00	26,6	1,00	0,0	0,00	0,00	0,00
19	0,73	0,68	39,97	0,00	26,6	0,64	0,0	0,00	0,00	0,00
20	0,25	0,73	44,19	0,00	26,6	0,22	0,0	0,00	0,00	0,00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 5

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46
5	0,00	0,00	0,25	0,00	0,78
6	0,00	0,00	0,38	0,00	2,99
7	0,00	0,00	0,44	0,00	3,07
8	0,00	0,16	0,42	0,00	3,19
9	0,00	1,36	0,32	0,00	4,26
10	0,00	1,36	0,00	0,00	3,88
11	0,00	1,36	0,00	0,00	3,80
12	0,00	1,36	0,00	0,00	3,69
13	0,00	1,36	0,00	0,00	3,55
14	0,00	1,36	0,00	0,00	3,38
15	0,00	1,36	0,00	0,00	3,18
16	0,00	1,36	0,00	0,00	2,94
17	0,00	1,36	0,00	0,00	2,67
18	0,00	1,36	0,00	0,00	2,36
19	0,00	1,36	0,00	0,00	2,00
20	0,00	1,36	0,00	0,00	1,58

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 5

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

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 5					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
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: 5																	
		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					0	-1										
2	3					1	.2										
3	4					2	.4										
4	5					3	.5										
5	6					4.1	.5										
6	7					5.4	.2										
7	8					6.5	-.2										
8	9					7.4	-.7										
9	10					8	-1.3										
10	11					8.5	-1.9										
11	12					8.7	-2.4										
12	13					8.7	-2.8										
13	14					7.7	-2.9										
14	15					6.6	-2.9										
15	16					5.4	-2.7										
16	17					4.2	-2.3										
17	18					3	-1.9										
18	19					1.8	-1.3										
19	20					.8	-.7										
20						0	0										

