

**LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI ENNA  
GIA' PROVINCIA REGIONALE DI ENNA**

**LAVORI DI SISTEMAZIONE ED AMMODERNAMENTO  
DELLA S.P. N. 98 EX TURISTICA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**TAVOLA  
B.2**

**REV.**

**SCALA**

**DATA  
FEBBRAIO 2021**

**ELABORATO:  
TABULATO DI CALCOLO  
STABILITA' DEL PENDIO IN ASSENZA  
DI SISMA E PARATIA**

**IL PROGETTISTA:  
DOTT. ING. CARMELO LO FRANCO**

**Dott. Ing. Carmelo Lo Franco  
Iscriz. all' alba degli Ingegneri  
di Palermo n. 4062**

**NOTE:**

**IL R.U.P.:  
ING. VINCENZO TUMMINELLI**

## RELAZIONE DI CALCOLO

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

### π **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).

### π **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
- $xi$  = 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:

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$a_{31} = (1 - Ky) \cdot \left\{ \begin{aligned} & \sum_i (W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\hat{f}i)) \cdot zci - \\ & - \sum_i (W_i \cdot \sin(a_i) \cos(a_i) \cdot \tan(\hat{f}i)) \cdot xci - F \left[ \sum_i (W_i \cos^2(a_i)) \cdot xci + \sum_i (W_i \sin(a_i) \cos(a_i)) \cdot zci \right] \end{aligned} \right\}$$

$$a_{32} = \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci - \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}i)) \cdot xci - F \cdot \left[ \sum_i (f \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot zci + \sum_i (f \cdot b \cdot xci) \right]$$

$$a_{33} = \sum_i (c_i \cdot b) \cdot zci - \sum_i (c_i \cdot b \cdot \tan(a_i)) \cdot xci$$

$$a_{34} = \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(\hat{f}i)) \cdot zci - \sum_i (u_i \cdot b \cdot \tan(a_i) \tan(\hat{f}i)) \cdot xci + F \cdot Kx \sum_i W_i \cdot ygi - (1 - Ky) \sum_i W_i \cdot xgi - Q_i \cdot ymi - P_i \cdot xmi$$

• **METODO DI JAMBU**

L'ipotesi alla base del metodo è la conoscenza della posizione della linea di spinta, pertanto risultano noti i bracci delle reazioni laterali ai concii.

$$(2) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

posto:

$$(3) \quad A_i = \left[ ci + \left( \frac{dW}{b} + \frac{dX}{b} - u_i \right) \tan(\hat{f}i) \right] \frac{b}{ni}$$

$$(4) \quad ni = \frac{1 + \frac{\tan(a_i) \tan(fi)}{F}}{1 + \tan^2(a_i)}$$

$$(5) \quad Bi = Qi + Kh \cdot Wi + (dW + dX) \tan(a_i)$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di *Bishop*, si definiscono le ulteriori grandezze:

- $dW = Wi + Pi$
- $Pi$  = forze verticali esterne agenti sul concio  $i$
- $Qi$  = forze orizzontali sulla superficie esterna
- $dX$  = differenza tra le forze tangenziali sulle superfici opposte del concio, che scaturiscono dallo equilibrio alla rotazione delle forze statiche e delle forze sismiche.

Il coefficiente di sicurezza  $F$  viene determinato in via iterativa ponendo al primo tentativo  $dX = 0$  e  $ni = 1$ .

#### • METODO DI SARMA

Il metodo si basa sul calcolo recursivo delle reazioni mutue tra i conci, in modo da ottenere la convergenza con le condizioni al contorno.

L'incremento di componente verticale della reazione, da valle a monte, è dato da:

$$dXi = \frac{\sum_{i=1}^N D_i \cdot (y_i - y_g)}{\sum_{i=1}^N Ps_i \cdot [(x_i - x_g) + (y_i - y_g) \tan(ff_i - a_i)]} Ps_i$$

essendo:

$$D_i = Wy_i \tan(ff_i - a_i) + \frac{cf_i \cdot b \cdot \cos(ff_i) \sec(a_i) - u_i \cdot b \cdot \sin(ff_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

Sono note quindi le reazioni alla base del concio:

$$N_i = \frac{[Wy_i + dXi - cf_i \cdot b \cdot \tan(a_i) + u_i \cdot b \cdot \tan(ff_i) \cdot \sin(a_i)] \cdot \cos(ff_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

$$T_i = \frac{cf_i \cdot b \cdot \cos(ff_i) + (Wy_i + dXi) \sin(ff_i) - u_i \cdot b \cdot \sin(ff_i) \cos(a_i)}{\cos(a_i) \cos(ff_i) + \sin(a_i) \sin(ff_i)}$$

e quindi l'incremento di componente orizzontale della reazione:

$$dE_i = T_i \cdot \cos(a_i) - N_i \cdot \sin(a_i) - Wx_i$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di *Bishop*, si definiscono le ulteriori grandezze:

$$-ff_i = \arctan \frac{\tan(fi)}{F}$$

$$-cf = \frac{c_i}{F}$$

- $x_i, y_i$  = coordinate cartesiane del baricentro del concio
- $xG, yG$  = coordinate cartesiane del baricentro della intera massa slittante
- $Wy_i$  = peso proprio concio + risultante forze applicate e inerziali a componente verticale
- $Wx_i$  = risultante delle forze applicate e inerziali a componente orizzontale
- $Ps_i$  = funzione di *Sarma*, funzione dello stato tensionale del singolo concio

- $N_i$  = reazione normale alla base del concio  $i$
- $T_i$  = reazione tangenziale alla base del concio  $i$

• SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA

<b>Numero conci</b>	: Numero di conci in cui è suddiviso il pendio
<b>Coefficiente sismico orizzontale</b>	: Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale
<b>Coefficiente sismico verticale</b>	: Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale
<b>Rapporto Hs/Hm</b>	: Rapporto tra altezza della spinta e altezza del concio, nel metodo di Jambu
<b>Ascissa polo (m)</b>	: Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento
<b>Ordinata polo (m)</b>	: Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento
<b>Numero righe maglia</b>	: Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento
<b>Numero colonne maglia</b>	: Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento
<b>Passo direzione 'X' (m)</b>	: Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari
<b>Passo direzione 'Y' (m)</b>	: 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>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>	: risultante delle forze verticali concentrate
<b>Fq</b>	: risultante delle forze verticali distribuite
<b>Fr</b>	: forza verticale da contributo inerzia corpo rigido
<b>Fs</b>	: incremento sismico verticale di $W + Ff + Fq + Fr$
<b>Ftot</b>	: 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:

<b>Hf</b>	: risultante delle forze orizzontali concentrate
<b>Hq</b>	: risultante delle forze orizzontali distribuite
<b>Hr</b>	: forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido
<b>Htot</b>	: risultante forze orizzontali, $H_f + H_q + H_r$ , su profilo pendio
<b>Hs</b>	: 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:

<b>Con. sx</b>	: <i>Concio a sinistra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>Con. dx</b>	: <i>Concio a destra della superficie di separazione tra i due conci</i>
<b>F.or.</b>	: <i>Risultante delle forze (orizzontali) scambiate tra i due conci ortogonalmente alla superficie (verticale) di separazione</i>
<b>F.vert.</b>	: <i>Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione</i>

<b>DATI GENERALI STABILITA' PENDIO</b>		
<b>DATI GENERALI DI VERIFICA</b>		
Tipo di pendio		Artificiale
Tipo Sato Limite Calcolato		SLD
Vita Nominale (Anni)		50
Classe d' Uso		TERZA
Longitudine Est (Grd)		14,311
Latitudine Nord (Grd)		37,494
Categoria Suolo		C
Coeff. Condiz. Topogr.		1,000
Probabilità Pvr		0,100
Periodo di Ritorno Anni		712,000
Accelerazione Ag/g		0,100
Fattore Stratigrafia 'S'		1,500
Coeff. Sismico Kh		0,070
Coeff. Sismico Kv		0,035
Numero conci :		50
Numero elementi rigidi:		0
Tipo Superficie di rottura :		CIRCOLARE TANGENTE A SEGMENTO
Rapporto Hs/Hm :		0,40
<b>COORDINATE SEGMENTO DI TANGENZA CERCHI DI ROTTURA</b>		
Ascissa primo punto segmento tang.:		5,830
Ordinata primo punto segmento tang.:		9,590
Ascissa secondo pto segmento tang.:		13,320
Ordinata secondo pto segmento tang.:		13,510
<b>PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI</b>		
Ascissa Polo (m):		2,940
Ordinata Polo (m):		18,880
Numero righe maglia :		6,0
Numero colonne maglia :		6,0
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
<b>COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2</b>		
Tangente Resist. Taglio		1,00
Peso Specifico		1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00
Coefficiente R2		1,20

<b>DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA</b>								
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	2,39	9,91
		2	5,83	10,60				
		3	8,44	13,12				
		4	13,33	18,10				
		5	25,04	18,10				
		6	25,92	18,79				
		7	26,74	19,99				
		8	31,36	20,81				
1	rilevato corpo 1	0,000	32,00	1,800	1,800	1	2,39	8,90
						2	5,93	9,59
						3	8,44	10,81
						4	13,33	13,50
						5	25,04	17,10
						6	25,92	17,59
						7	26,74	18,18
						8	31,36	19,79

**Stabilità del pendio in assenza di sisma e di paratia**

**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)
2	limo argilcorpo 2	1,400	25,00	1,880	1,880	1	2,39	4,44
						2	5,83	5,13
						3	8,44	5,78
						4	13,33	8,47
						5	25,04	12,49
						6	25,92	12,77
						7	26,74	13,02
						8	31,36	15,28
3	argille corpo 3	2,400	26,00	1,880	1,880			

**DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI**

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin. (m)	Int. fin. (t/ml)
1	13,33	2,000	25,04	2,000
2	25,04	0,300	31,36	0,300
3	2,39	0,300	13,33	0,300

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO**

N.ro Cerchio critico : 8											
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	2,9	18,9	9,6		NON CONV.	1,2903				1,3417	
2	5,5	20,4	9,7		NON CONV.	,6809				,6836	
3	8,1	21,9	9,8		,8774	,8599				,8595	
4	10,7	23,4	9,9		1,1977	1,1654				1,1793	
5	13,3	24,9	10,1		1,827	1,7323				1,8098	
6	15,9	26,4	10,2		3,8157	NON CONV.				3,7965	
7	1,4	21,5	12,6		NON CONV.	1,6118				1,7281	
8	4,0	23,0	12,7		,686	,6751				,6764	
9	6,6	24,5	12,8		,8397	,8242				,8281	
10	9,2	26,0	12,9		1,0969	1,0681				1,0855	
11	11,8	27,5	13,1		1,5362	1,4659				1,5255	
12	14,4	29,0	13,2		2,5284	NON CONV.				2,5185	
13	-0,1	24,1	15,6		NON CONV.	1,8414				1,9829	
14	2,5	25,6	15,7		,7599	,7468				,7535	
15	5,1	27,1	15,8		,8219	,8061				,814	
16	7,7	28,6	15,9		1,0396	1,0118				1,0318	
17	10,3	30,1	16,1		1,3794	1,3206				1,3721	
18	12,9	31,6	16,2		2,023	NON CONV.				2,0165	
19	-1,6	26,7	18,6		NON CONV.	2,076				2,2124	
20	1,0	28,2	18,7		1,1237	1,1026				1,1241	
21	3,6	29,7	18,8		,8123	,7957				,8066	
22	6,2	31,2	18,9		1,0023	,9749				,9967	
23	8,8	32,7	19,1		1,2806	1,2283				1,2753	
24	11,4	34,2	19,2		1,7522	1,631				1,7475	
25	-3,1	29,3	21,6		NON CONV.	2,309				2,4389	
26	-0,5	30,8	21,7		1,4082	1,3799				1,4182	
27	2,1	32,3	21,8		,8068	,7893				,8024	
28	4,7	33,8	21,9		,976	,9486				,9717	
29	7,3	35,3	22,1		1,2122	1,1642				1,2081	
30	9,9	36,8	22,2		1,5832	1,4849				1,5797	
31	-4,6	31,9	24,6		NON CONV.	2,56				NON CONV.	
32	-2,0	33,4	24,7		1,6517	1,6162				1,6651	
33	0,6	34,9	24,8		,8034	,7851				,7999	
34	3,2	36,4	24,9		,9562	,9288				,9528	
35	5,8	37,9	25,1		1,1619	1,1169				1,1587	
36	8,4	39,4	25,2		1,4671	1,3831				1,4643	

**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	0,05	0,27	-19,60	2,40	26,0	0,02	0,0	0,00	0,00	0,00
2	0,13	0,27	-17,99	2,40	26,0	0,06	0,0	0,00	0,00	0,00
3	0,21	0,27	-16,39	2,40	26,0	0,10	0,0	0,00	0,00	0,00
4	0,28	0,26	-14,81	2,40	26,0	0,14	0,0	0,00	0,00	0,00
5	0,35	0,26	-13,24	2,40	26,0	0,17	0,0	0,00	0,00	0,00
6	0,40	0,26	-11,67	2,40	26,0	0,19	0,0	0,00	0,00	0,00
7	0,45	0,26	-10,12	2,40	26,0	0,22	0,0	0,00	0,00	0,00
8	0,49	0,26	-8,57	2,40	26,0	0,24	0,0	0,00	0,00	0,00
9	0,53	0,26	-7,03	2,40	26,0	0,25	0,0	0,00	0,00	0,00
10	0,56	0,26	-5,50	2,40	26,0	0,27	0,0	0,00	0,00	0,00
11	0,58	0,26	-3,97	2,40	26,0	0,28	0,0	0,00	0,00	0,00
12	0,62	0,26	-2,44	0,00	32,0	0,28	0,0	0,00	0,00	0,00
13	0,68	0,25	-0,91	0,00	32,0	0,31	0,0	0,00	0,00	0,00
14	0,73	0,25	0,61	0,00	32,0	0,34	0,0	0,00	0,00	0,00

**Stabilità del pendio in assenza di sisma e di paratia**

**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)
15	0,78	0,25	2,14	0,00	32,0	0,36	0,0	0,00	0,00	0,00
16	0,81	0,26	3,66	0,00	32,0	0,37	0,0	0,00	0,00	0,00
17	0,84	0,26	5,19	0,00	32,0	0,39	0,0	0,00	0,00	0,00
18	0,87	0,26	6,73	0,00	32,0	0,40	0,0	0,00	0,00	0,00
19	0,89	0,26	8,27	0,00	32,0	0,41	0,0	0,00	0,00	0,00
20	0,90	0,26	9,81	0,00	32,0	0,41	0,0	0,00	0,00	0,00
21	0,90	0,26	11,36	0,00	32,0	0,41	0,0	0,00	0,00	0,00
22	0,90	0,26	12,93	0,00	32,0	0,41	0,0	0,00	0,00	0,00
23	0,89	0,26	14,50	0,00	32,0	0,41	0,0	0,00	0,00	0,00
24	0,87	0,27	16,08	0,00	32,0	0,40	0,0	0,00	0,00	0,00
25	0,85	0,27	17,67	0,00	32,0	0,39	0,0	0,00	0,00	0,00
26	1,01	0,27	19,28	0,00	32,0	0,47	0,0	0,00	0,00	0,00
27	1,17	0,27	20,90	0,00	32,0	0,54	0,0	0,00	0,00	0,00
28	1,31	0,28	22,55	0,00	32,0	0,60	0,0	0,00	0,00	0,00
29	1,45	0,28	24,21	0,00	32,0	0,66	0,0	0,00	0,00	0,00
30	1,57	0,28	25,89	0,00	32,0	0,72	0,0	0,00	0,00	0,00
31	1,69	0,29	27,60	0,00	32,0	0,78	0,0	0,00	0,00	0,00
32	1,80	0,29	29,34	0,00	32,0	0,83	0,0	0,00	0,00	0,00
33	1,90	0,30	31,10	0,00	32,0	0,87	0,0	0,00	0,00	0,00
34	1,98	0,30	32,90	0,00	32,0	0,91	0,0	0,00	0,00	0,00
35	2,06	0,31	34,74	0,00	32,0	0,94	0,0	0,00	0,00	0,00
36	2,13	0,32	36,62	0,00	32,0	0,98	0,0	0,00	0,00	0,00
37	2,20	0,33	38,54	0,00	32,0	1,01	0,0	0,00	0,00	0,00
38	2,25	0,34	40,52	0,00	32,0	1,03	0,0	0,00	0,00	0,00
39	2,28	0,35	42,56	0,00	32,0	1,05	0,0	0,00	0,00	0,00
40	2,30	0,36	44,67	0,00	32,0	1,05	0,0	0,00	0,00	0,00
41	2,29	0,37	46,86	0,00	32,0	1,05	0,0	0,00	0,00	0,00
42	2,27	0,39	49,14	0,00	32,0	1,04	0,0	0,00	0,00	0,00
43	2,22	0,41	51,53	0,00	32,0	1,02	0,0	0,00	0,00	0,00
44	2,14	0,43	54,06	0,00	32,0	0,98	0,0	0,00	0,00	0,00
45	2,03	0,46	56,75	0,00	32,0	0,93	0,0	0,00	0,00	0,00
46	1,88	0,50	59,65	0,00	32,0	0,86	0,0	0,00	0,00	0,00
47	1,68	0,56	62,83	0,00	32,0	0,77	0,0	0,00	0,00	0,00
48	1,39	0,64	66,40	0,00	32,0	0,64	0,0	0,00	0,00	0,00
49	1,00	0,77	70,61	0,00	32,0	0,46	0,0	0,00	0,00	0,00
50	0,38	1,06	76,08	0,00	32,0	0,18	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	0,02
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,17
6	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20
7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22
8	0,00	0,00	0,00	0,01	0,24
9	0,00	0,00	0,00	0,01	0,26
10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28
11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,29
12	0,00	0,08	0,00	0,01	0,37
13	0,00	0,08	0,00	0,01	0,40
14	0,00	0,08	0,00	0,01	0,43
15	0,00	0,08	0,00	0,02	0,45
16	0,00	0,08	0,00	0,02	0,47
17	0,00	0,08	0,00	0,02	0,48
18	0,00	0,08	0,00	0,02	0,49
19	0,00	0,08	0,00	0,02	0,50
20	0,00	0,08	0,00	0,02	0,51
21	0,00	0,08	0,00	0,02	0,51
22	0,00	0,08	0,00	0,02	0,51
23	0,00	0,08	0,00	0,02	0,50
24	0,00	0,08	0,00	0,02	0,49
25	0,00	0,08	0,00	0,02	0,48

**FORZE VERTICALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
26	0,00	0,08	0,00	0,02	0,56
27	0,00	0,08	0,00	0,02	0,63
28	0,00	0,08	0,00	0,02	0,70
29	0,00	0,08	0,00	0,03	0,77
30	0,00	0,08	0,00	0,03	0,83
31	0,00	0,08	0,00	0,03	0,88
32	0,00	0,08	0,00	0,03	0,93
33	0,00	0,08	0,00	0,03	0,98
34	0,00	0,08	0,00	0,03	1,02
35	0,00	0,08	0,00	0,04	1,06
36	0,00	0,08	0,00	0,04	1,09
37	0,00	0,08	0,00	0,04	1,12
38	0,00	0,08	0,00	0,04	1,14
39	0,00	0,08	0,00	0,04	1,16
40	0,00	0,08	0,00	0,04	1,17
41	0,00	0,08	0,00	0,04	1,17
42	0,00	0,08	0,00	0,04	1,16
43	0,00	0,08	0,00	0,04	1,13
44	0,00	0,08	0,00	0,04	1,10
45	0,00	0,08	0,00	0,04	1,04
46	0,00	0,08	0,00	0,03	0,97
47	0,00	0,08	0,00	0,03	0,87
48	0,00	0,08	0,00	0,03	0,74
49	0,00	0,08	0,00	0,02	0,55
50	0,00	0,08	0,00	0,01	0,26

**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	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04

**Stabilità del pendio in assenza di sisma e di paratia**

**FORZE ORIZZONTALI CONCI**

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

**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			NOCON	NOCON	0	0							0	0		
1	2			NOCON	NOCON	.4	.1							0	0		
2	3			NOCON	NOCON	.8	.2							0	0		
3	4			NOCON	NOCON	1.3	.3							0	0		
4	5			NOCON	NOCON	1.8	.3							0	0		
5	6			NOCON	NOCON	2.4	.4							0	0		
6	7			NOCON	NOCON	2.9	.4							0	0		
7	8			NOCON	NOCON	3.5	.4							0	0		
8	9			NOCON	NOCON	4	.3							0	0		
9	10			NOCON	NOCON	4.6	.2							0	0		
10	11			NOCON	NOCON	5.2	.1							0	0		
11	12			NOCON	NOCON	5.7	0							0	0		
12	13			NOCON	NOCON	6	-2							0	0		
13	14			NOCON	NOCON	6.2	-4							0	0		
14	15			NOCON	NOCON	6.5	-6							0	0		
15	16			NOCON	NOCON	6.7	-8							0	0		
16	17			NOCON	NOCON	7	-1							0	0		
17	18			NOCON	NOCON	7.2	-1.2							0	0		
18	19			NOCON	NOCON	7.4	-1.5							0	0		
19	20			NOCON	NOCON	7.5	-1.7							0	0		
20	21			NOCON	NOCON	7.7	-1.9							0	0		
21	22			NOCON	NOCON	7.8	-2.2							0	0		
22	23			NOCON	NOCON	8	-2.4							0	0		
23	24			NOCON	NOCON	8	-2.6							0	0		
24	25			NOCON	NOCON	8.1	-2.8							0	0		
25	26			NOCON	NOCON	8.2	-2.9							0	0		
26	27			NOCON	NOCON	8.2	-3.1							0	0		
27	28			NOCON	NOCON	8.2	-3.3							0	0		
28	29			NOCON	NOCON	8.2	-3.5							0	0		
29	30			NOCON	NOCON	8.2	-3.7							0	0		
30	31			NOCON	NOCON	8.1	-3.8							0	0		
31	32			NOCON	NOCON	8	-4							0	0		
32	33			NOCON	NOCON	7.9	-4.1							0	0		
33	34			NOCON	NOCON	7.7	-4.2							0	0		
34	35			NOCON	NOCON	7.5	-4.3							0	0		
35	36			NOCON	NOCON	7.2	-4.4							0	0		
36	37			NOCON	NOCON	6.9	-4.4							0	0		
37	38			NOCON	NOCON	6.6	-4.3							0	0		
38	39			NOCON	NOCON	6.3	-4.3							0	0		
39	40			NOCON	NOCON	5.9	-4.1							0	0		
40	41			NOCON	NOCON	5.5	-3.9							0	0		
41	42			NOCON	NOCON	5	-3.7							0	0		
42	43			NOCON	NOCON	4.6	-3.4							0	0		
43	44			NOCON	NOCON	4.2	-3							0	0		
44	45			NOCON	NOCON	3.7	-2.6							0	0		
45	46			NOCON	NOCON	3.3	-2.2							0	0		



## Stabilità del pendio in assenza di sisma e di paratia

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)
46	47			NOCON	NOCON	2.9	-1.7							0	0		
47	48			NOCON	NOCON	2.6	-1.2							0	0		
48	49			NOCON	NOCON	2.4	-.7							0	0		
49	50			NOCON	NOCON	2.2	-.3							0	0		
50				NOCON	NOCON	2.2	0							0	0		

