



MINISTERO
DELL'INTERNO



Ministero
dell'Economia
e delle Finanze



COMUNE di SAN RUFO

Provincia di Salerno

"LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ATTRAVERSO INTERVENTI SUL SISTEMA DI REGIMAZIONE
DELLE ACQUE METEORICHE A MONTE DEL CENTRO ABITATO"

CUP: G64H20000630001

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO - CALCOLI STATICI -

in conformità alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 e nel rispetto del D.P.R. 380/01

Data: MARZO 2022	DESCRIZIONE ELABORATO: BRIGLIE IN GABBIONI - ZONA A - VERIFICA STABILITA' PENDIO / MURO MURO 1: BRIGLIA H:2.00 MURO 2: MURO DI SPONDA H:2.00 MURO 3: MURO DI SPONDA H:3.00	Sez. E
Scala:		Num. 25
Elaborato: 25		ID. ST.02
		Serie STAT
RESPONSABILI DI PROGETTO		VISTI e/o AUTORIZZAZIONI
Il Resp. del Procedimento Arch. Francesco DI MIELE	Il Geologo Dott. Rocco SPAGNUOLO	Il Progettista Ing. Rocco DI BIASI
A TERMINE DI LEGGE NON E' CONSENTITA, SENZA AUTORIZZAZIONE, ALCUNA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE ELABORATO.		

COMUNE DI SAN RUFO
PROVINCIA DI SALERNO

RELAZIONE DI CALCOLO
VERIFICA DI STABILITA' PENDIO - MURO
MURO 1 : BRIGLIA H = 2.00

OGGETTO:	<p>"LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTRAVERSO INTERVENTI SUL SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLA ZONA A MONTE DEL CENTRO ABITATO" CIG: 8915799E13</p> <p>BRIGLIE IN GABBIONI - ZONA A</p>	
COMMITTENTE:	Comune di San Rufo	
Il Progettista ing. Rocco Di Biasi	Il Geologo dott. Rocco Spagnuolo	Il Resp. del Procedimento arch. Francesco Di Miele

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:

- $f = \text{sen} \left(2 \cdot \text{pg} \cdot \frac{x_b - x_i}{x_b - x_a} \right)$
- pg = costante pi greca
- x_b = ascissa punto di monte del pendio
- x_a = ascissa punto di valle del pendio
- x_i = ascissa parete di monte del pendio
- K_x, K_y = 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:

$$\begin{aligned} a_{11} &= (1 - Kx) \cdot \left(\sum W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(fi) - F \cdot \sum W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right) \\ a_{12} &= \sum f \cdot b \cdot \tan(fi) - F \cdot \sum f \cdot b \cdot \tan(a_i) \\ a_{13} &= \sum c_i \cdot b \\ a_{14} &= \sum u_i \cdot b \cdot \tan(fi) + F \end{aligned}$$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

Str. N.ro	: <i>Numero dello strato</i>
Descrizione strato	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>
Coesione	: <i>Coesione</i>
Ang. attr.	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Densità	: <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>
Ascissa / Ordinata	: <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:

Elem. N.ro	: <i>Numero identificativo dell'elemento rigido</i>
Densità	: <i>Densità apparente dell'elemento rigido</i>
Dens. terr	: <i>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</i>
Ascissa e Ordinata	: <i>Coordinate del poligono</i>

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)	15,458
Latitudine Nord (Grd)	40,435
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	475,000
Accelerazione Ag/g	0,161
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):	42,000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	8,900
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	32,000
Ordinata Polo (m):	12,000
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	12,00
						4	42,00	12,00
						5	49,00	12,00
						6	82,00	12,00
1		0,000	38,00	1,650	1,800	1	41,00	9,00
						2	42,00	9,00
						3	43,73	12,00
2		2,000	30,00	1,860	1,800	1	0,00	8,00
						2	82,00	8,00

GABBIONATE IN PIETRAMME – COMUNE DI SAN RUFO

3		2,200	27,00	1,930	1,930		
---	--	-------	-------	-------	-------	--	--

COORDINATE PROFILO FALDA

Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)		Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)
1	0,00	-18,00	0,00		2	40,00	-18,00	0,00
3	42,00	-18,00	0,00		4	82,00	-18,00	0,00

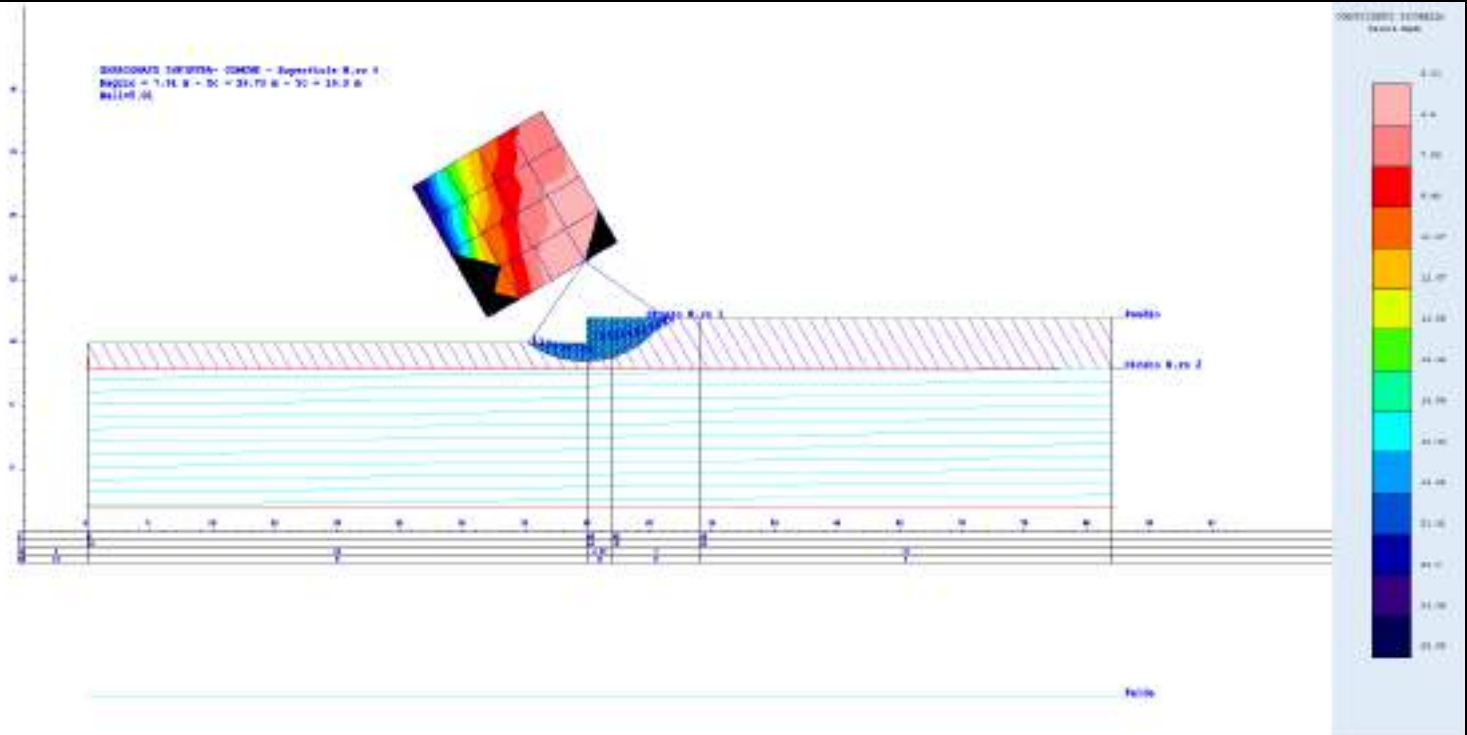
DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	1,86	1	42,00	12,00
			2	42,00	9,00
			3	40,00	9,00
			4	40,00	12,00

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 4											
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	32,0	12,0	10,5			ELEM.RIG.					
2	34,6	13,5	8,7			9,3752					
3	37,2	15,0	7,8			5,5748					
4	39,8	16,5	7,9			5,0125					
5	42,4	18,0	9,1			ELEM.RIG.					
6	30,5	14,6	12,8			ELEM.RIG.					
7	33,1	16,1	11,4			10,274					
8	35,7	17,6	10,7			6,7089					
9	38,3	19,1	10,9			5,5198					
10	40,9	20,6	11,8			6,4144					
11	29,0	17,2	15,4			22,7865					
12	31,6	18,7	14,3			10,974					
13	34,2	20,2	13,7			8,1791					
14	36,8	21,7	13,8			6,2264					
15	39,4	23,2	14,5			6,1451					
16	27,5	19,8	18,1			24,5372					
17	30,1	21,3	17,2			14,98					
18	32,7	22,8	16,7			8,9593					
19	35,3	24,3	16,8			7,1312					
20	37,9	25,8	17,4			6,6063					
21	26,0	22,4	20,9			25,8804					
22	28,6	23,9	20,1			15,3658					
23	31,2	25,4	19,7			11,2285					
24	33,8	26,9	19,8			8,2586					
25	36,4	28,4	20,3			7,2443					

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



**COMUNE DI SAN RUFO
PROVINCIA DI SALERNO**

**RELAZIONE DI CALCOLO
VERIFICA DI STABILITA' TERRA-MURO
MURO 2 : MURO DI SPONDA H = 2.00**

OGGETTO:

**"LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ATTRAVERSO INTERVENTI SUL SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE
ACQUE METEORICHE NELLA ZONA A MONTE DEL CENTRO ABITATO"
CIG: 8915799E13**

BRIGLIE IN GABBIONI - ZONA A

COMMITTENTE:

Comune di San Rufo

**Il Progettista
ing. Rocco Di Biasi**

**Il Geologo
dott. Rocco Spagnuolo**

**Il Resp. del Procedimento
arch. Francesco Di Miele**

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:

- $f = \text{sen} \left(2 \cdot pg \cdot \frac{x_b - x_i}{x_b - x_a} \right)$
- pg = costante π greca
- x_b = ascissa punto di monte del pendio
- x_a = 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:

$$\begin{aligned} a_{11} &= (1 - K_x) \cdot \left(\sum W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\phi_i) - F \cdot \sum W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right) \\ a_{12} &= \sum f \cdot b \cdot \tan(\phi_i) - F \cdot \sum f \cdot b \cdot \tan(a_i) \\ a_{13} &= \sum c_i \cdot b \\ a_{14} &= \sum u_i \cdot b \cdot \tan(\phi_i) + F \end{aligned}$$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

Str. N.ro	: <i>Numero dello strato</i>
Descrizione strato	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>
Coesione	: <i>Coesione</i>
Ang. attr.	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Densità	: <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>
Ascissa / Ordinata	: <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:

Elem. N.ro	: <i>Numero identificativo dell'elemento rigido</i>
Densità	: <i>Densità apparente dell'elemento rigido</i>
Dens. terr	: <i>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</i>
Ascissa e Ordinata	: <i>Coordinate del poligono</i>

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)	15,458
Latitudine Nord (Grd)	40,435
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	475,000
Accelerazione Ag/g	0,161
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):	42,000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	8,900
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	32,200
Ordinata Polo (m):	12,000
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	11,00
						4	40,20	11,00
						5	40,20	12,00
						6	42,20	12,00
						7	43,20	12,00
						8	53,20	16,00
						9	82,20	16,00
1		0,000	43,00	1,500	1,800	1	41,00	9,00
						2	42,00	9,00
						3	43,21	12,01

GABBIONATE IN PIETRAMME – COMUNE DI SAN RUFO

2		2,000	30,00	1,860	1,800	1	0,00	8,00
						2	82,20	8,00
3		2,200	27,00	1,930	1,930			

COORDINATE PROFILO FALDA

Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)		Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)
1	0,00	-18,00	0,00		2	40,00	-18,00	0,00
3	42,20	-18,00	0,00		4	82,20	-18,00	0,00

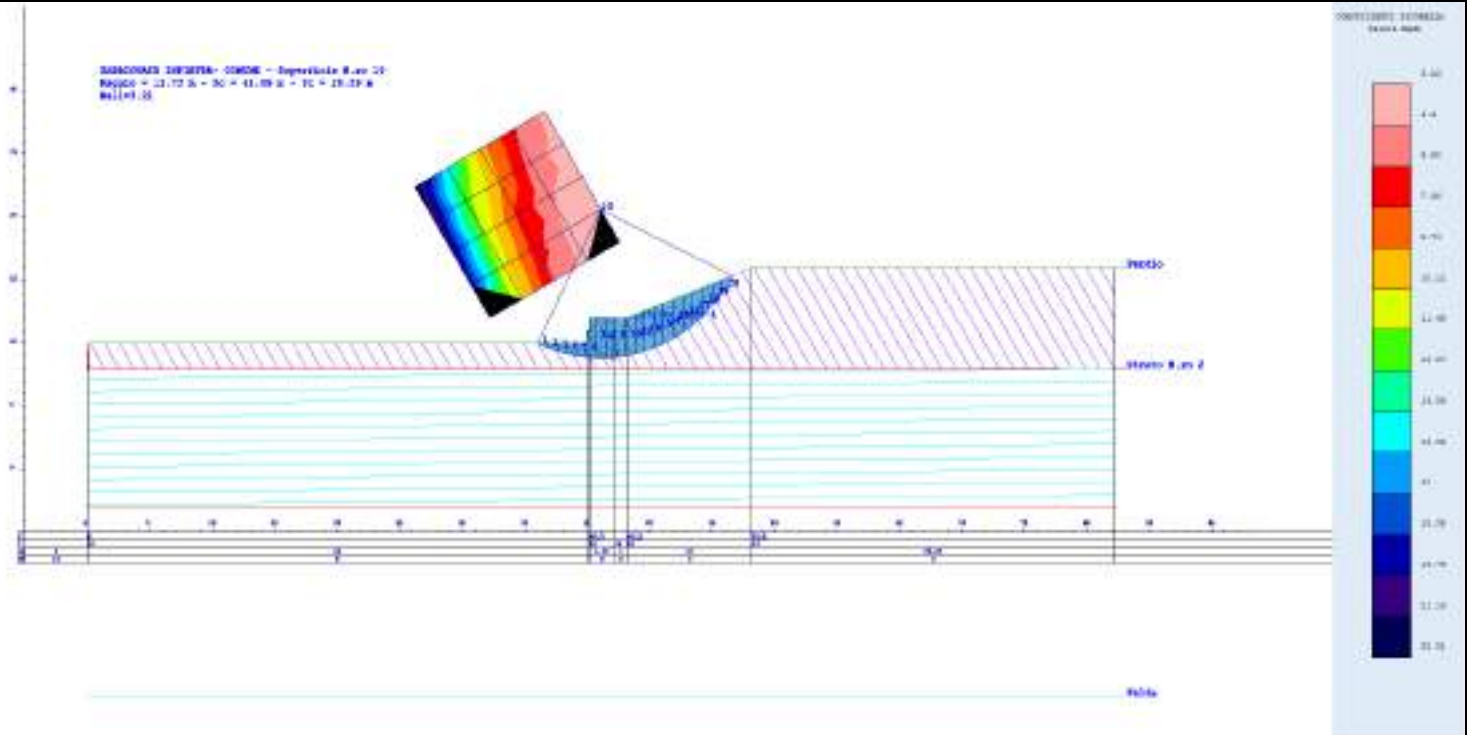
DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	1,86	1	42,20	12,00
			2	42,20	11,00
			3	42,00	11,00
			4	42,00	9,00
			5	40,00	9,00
			6	40,00	11,00
			7	40,20	11,00
			8	40,20	12,00

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 10				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
1	32,2	12,0	10,3			ELEM.RIG.					
2	34,8	13,5	8,5			10,2676					
3	37,4	15,0	7,6			5,6124					
4	40,0	16,5	7,9			3,8672					
5	42,6	18,0	9,1			ELEM.RIG.					
6	30,7	14,6	12,7			19,373					
7	33,3	16,1	11,3			10,5533					
8	35,9	17,6	10,6			6,4917					
9	38,5	19,1	10,8			4,2143					
10	41,1	20,6	11,7			3,2192					
11	29,2	17,2	15,3			20,3188					
12	31,8	18,7	14,1			11,2303					
13	34,4	20,2	13,6			7,0945					
14	37,0	21,7	13,7			4,7303					
15	39,6	23,2	14,5			3,4066					
16	27,7	19,8	18,0			21,2049					
17	30,3	21,3	17,0			12,0043					
18	32,9	22,8	16,6			8,8841					
19	35,5	24,3	16,7			5,3545					
20	38,1	25,8	17,3			3,7397					
21	26,2	22,4	20,8			22,511					
22	28,8	23,9	20,0			14,5011					
23	31,4	25,4	19,6			9,2141					
24	34,0	26,9	19,7			6,1453					
25	36,6	28,4	20,2			4,183					

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



MURO DI SPONDA H = 2.00 m

**COMUNE DI SAN RUFO
PROVINCIA DI SALERNO**

**RELAZIONE DI CALCOLO
VERIFICA DI STABILITA' TERRA-MURO
MURO 3 : MURO DI SPONDA H = 3.00**

OGGETTO:

"LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ATTRAVERSO INTERVENTI SUL SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE
ACQUE METEORICHE NELLA ZONA A MONTE DEL CENTRO ABITATO"
CIG: 8915799E13

BRIGLIE IN GABBIONI - ZONA A

COMMITTENTE:

Comune di San Rufo

**Il Progettista
ing. Rocco Di Biasi**

**Il Geologo
dott. Rocco Spagnuolo**

**Il Resp. del Procedimento
arch. Francesco Di Miele**

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:

- $f = \text{sen} \left(2 \cdot \text{pg} \cdot \frac{x_b - x_i}{x_b - x_a} \right)$
- pg = costante pi greca
- x_b = ascissa punto di monte del pendio
- x_a = 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:

$$a_{11} = (1 - K_x) \cdot \left(\sum W_i \cdot \cos^2(a_i) \cdot \tan(\phi) - F \cdot \sum W_i \sin(a_i) \cos(a_i) \right)$$

$$a_{12} = \sum f \cdot b \cdot \tan(\phi) - F \cdot \sum f \cdot b \cdot \tan(a_i)$$

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

$$a_{14} = \sum u_i \cdot b \cdot \tan(\phi) + F$$

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

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

Str. N.ro	: <i>Numero dello strato</i>
Descrizione strato	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>
Coesione	: <i>Coesione</i>
Ang. attr.	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Densità	: <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>
Ascissa / Ordinata	: <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:

Elem. N.ro	: <i>Numero identificativo dell'elemento rigido</i>
Densità	: <i>Densità apparente dell'elemento rigido</i>
Dens. terr	: <i>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</i>
Ascissa e Ordinata	: <i>Coordinate del poligono</i>

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)	15,458
Latitudine Nord (Grd)	40,435
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	475,000
Accelerazione Ag/g	0,161
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):	42,000
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	8,900
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	32,200
Ordinata Polo (m):	13,000
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	11,00
						4	40,20	11,00
						5	40,20	12,00
						6	42,20	12,00
						7	43,20	12,00
						8	53,20	16,00
						9	82,20	16,00
1		0,000	43,00	1,500	1,800	1	41,00	9,00
						2	42,00	9,00
						3	43,21	12,01

GABBIONATE IN PIETRAMME – COMUNE DI SAN RUFO

2		2,000	30,00	1,860	1,800	1	0,00	8,00
						2	82,20	8,00
3		2,200	27,00	1,930	1,930			

COORDINATE PROFILO FALDA

Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)		Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)
1	0,00	-17,00	0,00		2	40,00	-17,00	0,00
3	42,20	-17,00	0,00		4	82,20	-17,00	0,00

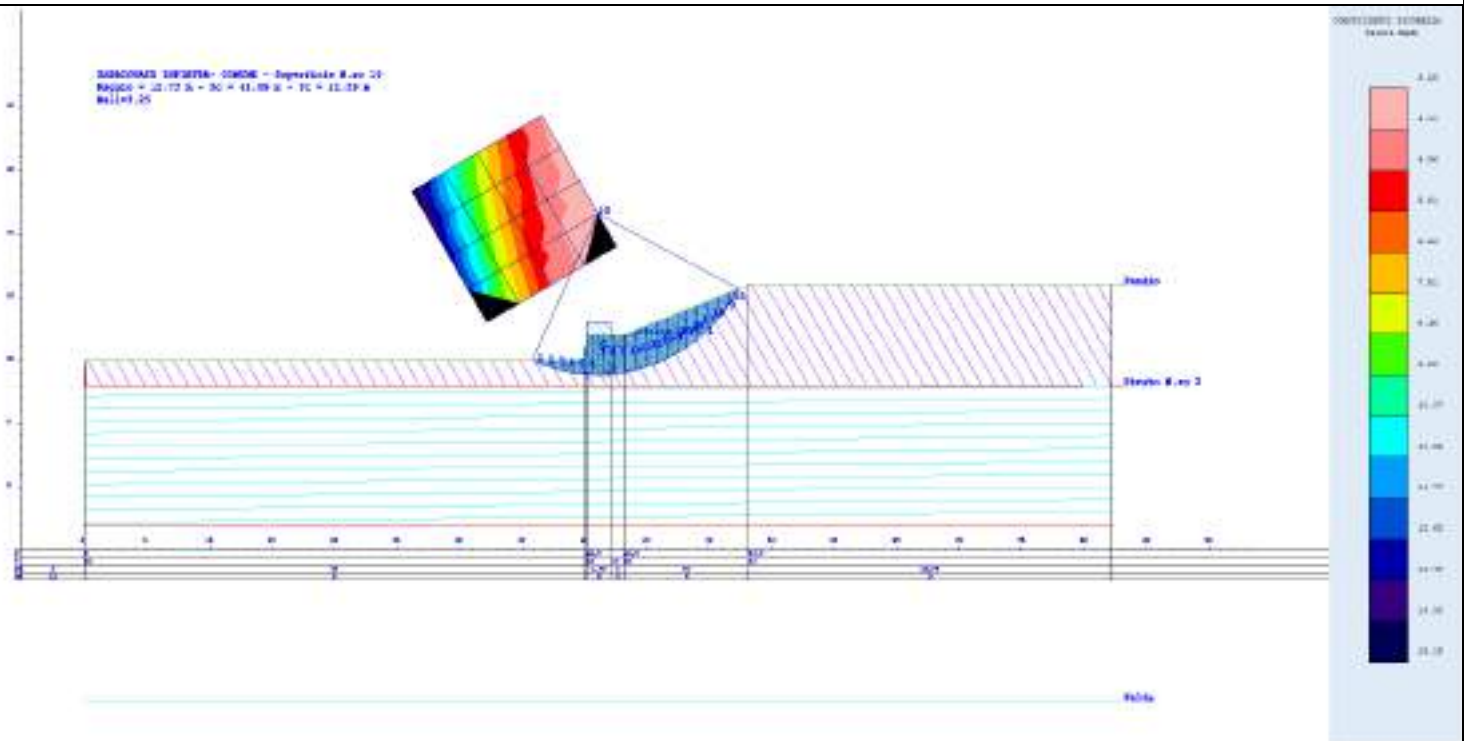
DATI ELEMENTI RIGIDI

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	1,86	1	42,20	13,00
			2	42,20	11,00
			3	42,00	11,00
			4	42,00	9,00
			5	40,00	9,00
			6	40,00	11,00
			7	40,20	11,00
			8	40,20	13,00

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 10				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
1	32,2	13,0	10,6			ELEM.RIG.					
2	34,8	14,5	9,1			7,5939					
3	37,4	16,0	8,5			4,7122					
4	40,0	17,5	8,8			3,8121					
5	42,6	19,0	10,1			ELEM.RIG.					
6	30,7	15,6	13,1			12,6004					
7	33,3	17,1	12,0			8,2657					
8	35,9	18,6	11,5			5,2961					
9	38,5	20,1	11,7			3,9669					
10	41,1	21,6	12,7			3,2535					
11	29,2	18,2	15,8			13,272					
12	31,8	19,7	14,9			9,0666					
13	34,4	21,2	14,5			6,1437					
14	37,0	22,7	14,7			4,4164					
15	39,6	24,2	15,5			3,3643					
16	27,7	20,8	18,6			14,2161					
17	30,3	22,3	17,8			9,884					
18	32,9	23,8	17,5			7,0878					
19	35,5	25,3	17,6			4,9412					
20	38,1	26,8	18,3			3,6636					
21	26,2	23,4	21,4			15,1797					
22	28,8	24,9	20,7			10,7196					
23	31,4	26,4	20,5			8,2453					
24	34,0	27,9	20,6			5,5449					
25	36,6	29,4	21,2			4,0522					

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



MURO DI SPONDA H = 3.00 m