



COMUNE DI LONGOBARDI

Provincia di Cosenza

MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE, RISCHIO PAI R3 ED R4 POSTO A MONTE E A VALLE DELLA STRADA COMUNALE DENOMINATA SUVARELLO

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:

ANALISI DI STABILITA' POST OPERAM

ELABORATO:

E.A. 13

R.T.P. Società Ingegneria UNA s.r.l. Arch. Marcello Mazza - Geom. Mario Veltri

Direttore Tecnico UNA S.R.L.:
Ing. Vincenzo Russo

Arch. Marcello Mazza

Geom. Mario Veltri

Progettista:
Ing. Vincenzo Russo



APPROVAZIONI

RUP
Ing. Salvatore Carnevale

RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA' GLOBALE PENDIO

Riferimenti normativi

Norma UNI ENV 1997-1-1: 2005 Eurocodice 7
- Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

D.M. 17/01/2018:
- Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare CSLLPP n. 7 del 21/01/2019:
- 'Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.'

Premessa

La verifica alla stabilità globale del pendio, determina il grado di sicurezza dello stesso nei confronti di possibili scorrimenti lungo potenziali superfici di rottura.

Una potenziale superficie di scorrimento è quella che divide la massa del pendio in due parti, quella inferiore stabile e quella superiore potenzialmente instabile.

Il grado di sicurezza del pendio si desume dalla ricerca, tra le potenziali superfici di rottura indagate di quella che presenta il fattore di sicurezza minimo e confrontarlo con quello minimo imposto dalla normativa.

Metodo delle strisce ordinario o Fellenius

Il fattore di sicurezza viene determinato utilizzando il Metodo delle "strisce" di Fellenius che suddivide la massa di terreno compresa tra la potenziale superficie di scorrimento ed il profilo topografico del pendio in una serie di strisce "conci" verticali ed imponendo l'equilibrio.

Secondo questo metodo, si ipotizza che le forze agenti sulle facce laterali di ogni striscia abbiano risultante nulla secondo la direzione della normale all'arco che delimita inferiormente la striscia.

Fattore di sicurezza

La superficie di scivolamento cui corrisponde il più basso valore del coefficiente di sicurezza viene determinata iterativamente.

Per il procedimento iterativo è stato predisposto un reticolo e per ogni nodo dello stesso è stato calcolato il minimo dei fattori di sicurezza, relativo a tutti i cerchi possibili aventi il centro nel nodo considerato.

Il fattore di sicurezza derivante è dato dal minimo dei fattori di sicurezza associati ai singoli nodi.

Dall'equilibrio dei momenti rispetto al baricentro della superficie di rottura e dall'equilibrio delle forze secondo la direzione normale all'arco si ottiene l'espressione di seguito indicata.

$$F_s = \frac{(c \cdot l) + ((W + Q + F) \cdot (1 \pm K_{vs}) \cdot \cos \alpha \pm K_{hs} \cdot (W + Q + F) \cdot \sin \alpha + F_o \cdot \sin \alpha - l \cdot u) \cdot \tan \alpha}{((W + Q + F) \cdot (1 \pm K_{vs}) \cdot \sin \alpha \pm K_{hs} \cdot (W + Q + F) \cdot \cos \alpha / r_0) - (F_o \cdot \cos \alpha / r_0)}$$

Dove:

W = Peso del concio;

Q = Carico distribuito in direzione verticale;

F = Carico concentrato in direzione verticale;
 Khs= Coefficiente sismico orizzontale;
 Kvs= Coefficiente sismico verticale;
 l = Lunghezza base del concio;
 = Angolo fra la base del concio e l'orizzontale;
 c = Coesione;
 = Angolo di resistenza al taglio;
 R0 = Raggio superficie di scorrimento;
 u = Pressione neutra;
 Fo = Carico orizzontale indotto dall'ancoraggio;
 et = Eccentr. forza di ancoraggio rispetto al centro della superficie di scorr.;
 es = Eccentr. delle forze sismiche rispetto al centro della superficie di scorr.;

Coefficienti sismici e combinazioni di calcolo

I valori dei coefficienti sismici orizzontale (kh) e verticale (kv) sono stati valutati mediante le seguenti espressioni.

$$K_h = \gamma_m \cdot (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \cdot (K_h)$$

dove :

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g = accelerazione di gravità;
 γ_m = coeff. di riduzione dell'acc. massima attesa al sito
 (Tab 7.11.I DM 14/01/2018);

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito sarà valutata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t)
 a_g = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido

Combinazioni e coefficienti parziali nella verifica dell'opera di sostegno.

La verifica a stabilità globale del pendio viene effettuata sulla base delle combinazioni di calcolo seguenti:

Combinazione n.1 - A2 + M2 + R2
 Combinazione n.2 - A2* + M2 + R2 ± Sisma

I coefficienti parziali adottati in ogni combinazione elaborata per la verifica del pendio, vengono definiti nelle seguenti tabelle.

Coefficienti per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Coeff. Parz.	A2	A2*
Permanenti	Sfavorevoli	G	1.0	1.0
Variabili	Sfavorevoli	Qi	1.3	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza a cui applicare i coeff. parz.	M2
Tangente dell'angolo di attrito	tan	1.25
Coesione	C	1.25
Coesione non drenata	Cu	1.40
Peso dell'unità di volume		1.00

Coefficienti parziali resistenze

VERIFICA	Coefficiente parziale R2
Coeff. Stabilità globale	1.10

Parametri sismici

Zona sismica	= 1
Suolo di fondazione	= B
Categoria topografica	= T2
Vita nominale	= 50 anni
Tipo di opera	= Opere ordinarie
Classe d'uso	= II
S_s	= 1.20
S_T	= 1.20
Accel. orizz. max attesa al sito (a_{max}) = $S_s \cdot S_T \cdot A_g$	= 0.288
Coefficiente rid. acc. mass. attesa (s)	= 0.280
Coefficiente sismico orizzontale (kh)	= 0.081
Coefficiente sismico verticale (kv)	= 0.040

COORDINATE DEL SITO (Datum ED50): LONGITUDINE: 16.0697° - LATITUDINE: 39.2085°			
Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito			
Numero punto		Longitudine [°]	Latitudine [°]
40111		16.0702	39.2549
40112		16.1347	39.2533
40333		16.0682	39.2049
40334		16.1327	39.2034
Dati SLV			
Tempo di ritorno	Accelerazione sismica Ag	Coefficiente Fo	Periodo TC*
475	0.200	2.430	0.409

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE PENDIO LATO VALLE

Pendio

Vertice	X (cm)	Y (cm)
1	2695.40	4181.20
2	3486.26	4349.17
3	4021.67	4510.14

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE PENDIO LATO MONTE

Pendio

Vertice	X (cm)	Y (cm)
1	4043.00	4517.00
2	4701.00	4762.00
3	5600.00	5000.00

POSIZIONE MURO NEL PENDIO

Vertice	X (cm)	Y (cm)
1	4000.00	4000.00

GEOMETRIA STRATIFICAZIONE PENDIO

Strato	Vertice	X (cm)	Y (cm)
1	1	2717.00	3996.00
1	2	4293.00	4331.00
1	3	5815.00	4932.00
2	1	2733.00	3745.00
2	2	4011.00	3997.00
2	3	5513.00	4398.00
2	4	5918.00	4712.00
3	1	2429.00	1643.00
3	2	4399.00	1890.00
3	3	6485.00	2998.00

DATI GEOTECNICI STRATIFICAZIONI

STRATO	C (daN/m2)	ϕ (gradi)	G (daN/m3)
Monte	0.00	24.00	1600.00
1	0.00	22.00	2100.00
2	680.00	32.00	2200.00
3	1400.00	31.00	2100.00

Risultati di calcolo

COMBINAZIONE - A2+M2+R2

DATI GEOTECNICI STRATIFICAZIONI

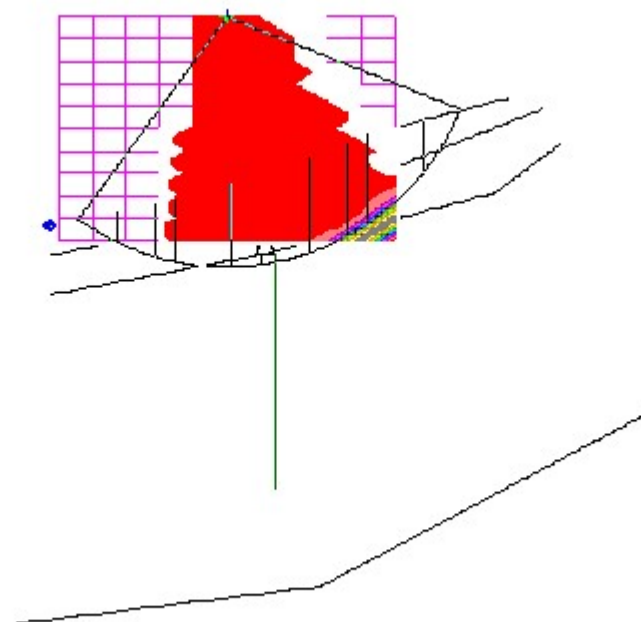
STRATO	C (daN/m2)	σ (gradi)	G (daN/m3)
Monte	0.00	19.60	1600.00
1	0.00	17.91	2100.00
2	544.00	26.56	2200.00
3	1120.00	25.67	2100.00

MAGLIA DEI CENTRI

Numero colonne..... = 10 ; Numero righe = 10
Coordinate vertice Iniz. X = 2748 cm ; Y..... = 5517 cm
Coordinate vertice finale X = 4866 cm ; Y..... = 4094 cm

RISULTATI DI CALCOLO

Ascissa critica.....x = 3807 cm
Ordinata critica.....y = 5517 cm
Raggio critico.....r = 1604 cm
Coeff. sicurezza.....Fs = 1.35



1.350 9.598 17.891 26.027 34.416 42.665 50.752 58.989 67.532 75.540 83.766

N σ	B (cm)	Alfa (σ)	Li (cm)	W (daN/m)	U (daN/m)	N (daN/m)	T (daN/m)
------------	--------	-------------------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------

1	242.94	-30.87	282.95	5387.56	0.00	4625.78	-2761.88
2	242.94	-21.14	260.45	12958.90	0.00	12088.08	-4670.29
3	134.03	-14.01	138.14	9287.41	0.00	9011.51	-2246.93
4	351.85	-5.22	353.31	30944.50	0.00	30816.62	-2810.34
5	183.55	4.40	184.09	19271.39	0.00	19214.57	1478.74
6	302.34	13.26	310.60	34732.87	0.00	33808.86	7958.19
7	242.94	23.56	264.99	28330.74	0.00	25973.42	11314.24
8	134.05	31.10	156.50	14714.26	0.00	12603.04	7594.26
9	351.84	42.45	476.52	31754.51	0.00	23445.90	21415.86
10	242.94	59.60	479.25	10667.59	0.00	5407.65	9195.37

Risultati di calcolo

COMBINAZIONE - A2*+M2+R2±Sisma

DATI GEOTECNICI STRATIFICAZIONI

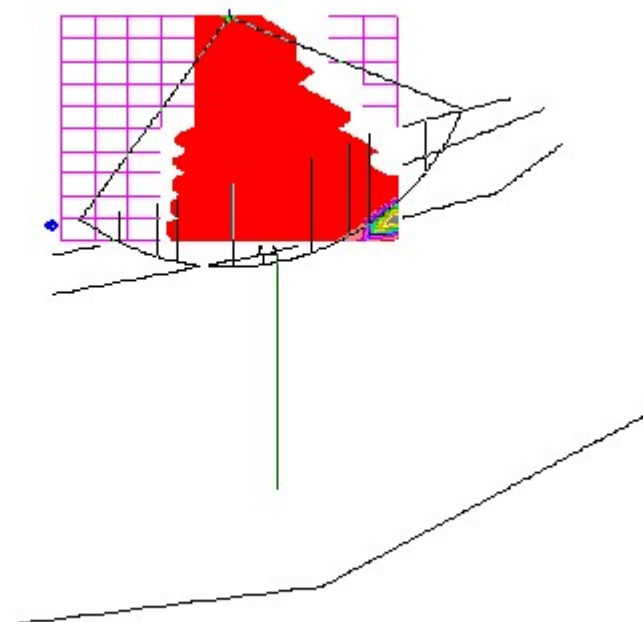
STRATO	C (daN/m2)	σ (gradi)	G (daN/m3)
Monte	0.00	19.60	1600.00
1	0.00	17.91	2100.00
2	544.00	26.56	2200.00
3	1120.00	25.67	2100.00

MAGLIA DEI CENTRI

Numero colonne..... = 10 ; Numero righe = 10
Coordinate vertice Iniz. X = 2748 cm ; Y..... = 5517 cm
Coordinate vertice finale X = 4866 cm ; Y..... = 4094 cm

RISULTATI DI CALCOLO

Ascissa critica.....x = 3807 cm
Ordinata critica.....y = 5517 cm
Raggio critico.....r = 1604 cm
Coeff. sicurezza.....Fs = 1.04



1.040 9.317 17.536 25.835 34.077 42.457 50.526 58.841 67.095 75.523 83.656

N σ	B (cm)	Alfa (σ)	Li (cm)	W (daN/m)	U (daN/m)	N (daN/m)	T (daN/m)
------------	--------	-------------------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------

1	242.94	-30.87	282.95	5387.56	0.00	4874.35	-2345.56
2	242.94	-21.14	260.45	12958.90	0.00	12508.40	-3582.36
3	134.03	-14.01	138.14	9287.41	0.00	9213.73	-1435.89
4	351.85	-5.22	353.31	30944.50	0.00	31069.55	-36.84
5	183.55	4.40	184.09	19271.39	0.00	19081.48	3208.05
6	302.34	13.26	310.60	34732.87	0.00	33092.63	11000.99
7	242.94	23.56	264.99	28330.74	0.00	24955.14	13651.84
8	134.05	31.10	156.50	14714.26	0.00	11919.56	8728.53
9	351.84	42.45	476.52	31754.51	0.00	21518.47	23525.99
10	242.94	59.60	479.25	10667.59	0.00	4580.07	9682.06

Considerazioni finali

Il grado di sicurezza così valutato viene ritenuto quindi accettabile e nel rispetto dellanormativavigente,infunzione dellivellodiconoscenzaaggiuntoconleindagini eseguite, delle informazioni contenute nella relazione geologica allegata, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica dei lavori in oggetto.

SEDE, lì NOVEMBRE 2020