Verifica di stabilità globale del versante – sezione 5-5 di progetto

Pendii in roccia (*Metodo di Hoeck e Bray)*

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi. A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

$$tg\varphi = AB\left(\frac{N}{\sigma_c} - T\right)^{B-1}$$

$$c = A\sigma_c\left(\frac{N}{\sigma_c} - T\right)^{B} - Ntg\varphi$$

dove:

σ_c è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia *(riportati in tabella);*

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$RMR = 9\ lnQ + 44$$

	Calcari Dolomie Marne	Argilliti Siltiti Scisti	Areniti Quarziti	Andesiti Basalti Rioliti	Anfiboliti Gneiss Graniti
RMR =100 Q = 500	A = 0.816 B = 0.658 T = -0.140	A = 0.918 B = 0.677 T = -0.099	A = 1.044 B = 0.692 T = -0.067	A = 1.086 B = 0.696 T = -0.059	A = 1.220 B = 0.705 T = -0.040
RMR = 85 Q = 100	A = 0.651 B = 0.679 T = -0.028	A = 0.739 B = 0.692 T = -0.020	A = 0.848 B = 0.702 T = -0.013	A = 0.883 B = 0.705 T = -0.012	A = 0.998 B = 0.712 T = -0.008
RMR = 65 Q = 10	A = 0.369 B = 0.669 T = -0.006	A = 0.427 B = 0.683 T = -0.004	A = 0.501 B = 0.695 T = -0.003	A = 0.525 B = 0.698 T = -0.002	A = 0.603 B = 0.707 T = -0.002
RMR = 44 Q = 1	A = 0.198 B = 0.662 T = -0.0007	A = 0.234 B = 0.675 T = -0.0005	A = 0.280 B = 0.688 T = -0.0003	A = 0.295 B = 0.691 T = -0.003	A = 0.346 B = 0.700 T = -0.0002
RMR = 3 Q = 0.1	A = 0.115 B = 0.646 T = -0.0002	A = 0.129 B = 0.655 T = -0.0002	A = 0.162 B = 0.672 T = -0.0001	A = 0.172 B = 0.676 T = -0.0001	A = 0.203 B = 0.686 T = -0.0001
RMR = 3 Q = 0.01	A = 0.042 B = 0.534 T = 0	A = 0.050 B = 0.539 T = 0	A = 0.061 B = 0.546 T = 0	A = 0.065 B = 0.548 T = 0	A = 0.078 B = 0.556 T = 0

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

==========

Numero di strati	1.0
Numero dei conci	20.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	24.28 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	84.46 m
Ascissa vertice destro superiore xs	61.4 m
Ordinata vertice destro superiore ys	116.21 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

==========

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	44.28
Longitudine:	8.22
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	35.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	21.0	0.2	2.63	0.16
S.L.D.	35.0	0.22	2.6	0.17
S.L.V.	332.0	0.58	2.59	0.29
S.L.C.	682.0	0.76	2.6	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.24	0.2	0.0049	0.0024
S.L.D.	0.264	0.2	0.0054	0.0027
S.L.V.	0.696	0.2	0.0142	0.0071

S.L.C.	0.912	0.2	0.0186	0.0093

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.014
Coefficiente azione sismica verticale 0.007

Vertici profilo

N	X m	y m
1	17.35	31.67
2	50.73	31.3
3	55.65	42.8
4	59.3	42.61
5	64.77	54.29
6	69.52	54.29
7	74.99	66.32
8	79.0	66.69
9	83.38	78.18
10	87.94	78.0
11	91.4	88.94
12	96.51	88.94
13	100.16	100.98
14	104.35	100.98
15	106.54	107.73
16	120.4	113.75
17	134.55	119.42

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (t/m³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm²)	Texture	Descrizione
1	2.6	0.369	0.669	-0.006	261		Calcare

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato 2.29
Ascissa centro superficie 46.55 m
Ordinata centro superficie 116.21 m
Raggio superficie 80.78 m

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci. Superficie...xc = 46.549 yc = 116.207 Rc = 80.779 Fs=2.2923

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.06	5.4	3.07	27380.72	383.33	191.67	3.22	49.2	0.0	27414.9	2949.6
2	3.65	7.8	3.68	61967.73	867.55	433.77	3.34	46.6	0.0	61710.1	9245.6
3	5.47	11.1	5.58	163934.0	2295.08	1147.54	3.58	43.5	0.0	161574.4	33704.6
4	2.77	14.1	2.85	118270.0	1655.78	827.89	3.82	41.4	0.0	115132.8	30319.1
5	3.74	16.4	3.9	151135.7	2115.9	1057.95	3.75	41.9	0.0	145369.8	44811.7
6	3.71	19.2	3.93	215303.8	3014.25	1507.13	4.06	39.6	0.0	203734.7	73721.2
7	4.01	22.2	4.33	262096.5	3669.35	1834.68	4.15	39.1	0.0	243069.5	102217.6
8	4.38	25.4	4.85	332364.8	4653.11	2326.55	4.27	38.3	0.0	300328.2	146795.5
9	4.56	29.0	5.21	386049.6	5404.69	2702.35	4.33	38.0	0.0	337480.1	191731.0
10	3.47	32.3	4.1	320488.7	4486.84	2243.42	4.36	37.8	0.0	270470.0	174933.0
11	2.29	34.7	2.79	233378.2	3267.3	1633.65	4.41	37.5	0.0	191307.6	135607.7
12	3.74	37.4	4.7	358907.1	5024.7	2512.35	4.25	38.5	0.0	284155.3	221869.2
13	2.72	40.3	3.57	296718.3	4154.06	2077.03	4.3	38.2	0.0	225153.3	195129.9
14	6.38	44.8	8.99	700569.1	9807.97	4903.98	4.13	39.1	0.0	493935.6	500347.9
15	2.1	49.1	3.21	245228.4	3433.2	1716.6	4.02	39.9	0.0	159093.2	187602.0
16	3.74	52.4	6.13	413680.8	5791.53	2895.77	3.84	41.2	0.0	249522.9	331333.8
17	3.74	57.0	6.86	378270.0	5295.78	2647.89	3.6	43.3	0.0	202917.5	320193.1
18	4.29	62.8	9.37	376685.5	5273.6	2636.8	3.37	46.1	0.0	168819.4	337380.5
19	3.19	69.3	9.02	223977.7	3135.69	1567.84	3.22	49.2	0.0	76775.7	210632.7
20	3.74	81.4	24.89	163650.9	2291.11	1145.56	3.14	52.8	0.0	22478.4	162139.7