

COMUNE DI CAVE

Provincia di Roma

Dissesto idrogeologico in Via Giulio Rinaldi

VERIFICA STABILITA' ANTE E POST OPERA

Integrazione alla

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Comune di Cave

Il Geologo
Dott. Leonardo Romboli



Maggio 2017



OPENGENIO-ID-DOC:6957965 - Prot.N.:2017-0000234838 del 09/05/2017 21:02 - N.Pos.:55587

Copia conforme all'originale pag.1 di 19 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio

Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:

MIOZZI LEONARDO(Delegato)MIOZZI LEONARDO(Progettista architettonico)MIOZZI LEONARDO(Progettista delle strutture)MIOZZI LEONARDO(Direttore dei Lavori)ROMBOLI Leonardo(Geologo)

Sommario

1. VERIFICA STABILITA' PENDIO	3
2. TEORIA	3
3. VERIFICA ANTE OPERA	5
4. VERIFICA POST OPERA	13



1. VERIFICA STABILITA' PENDIO

La verifica di stabilità del pendio ante e post opera è stata effettuata tramite software "Slope" della Geostru, col metodo di Bishop.

2. TEORIA

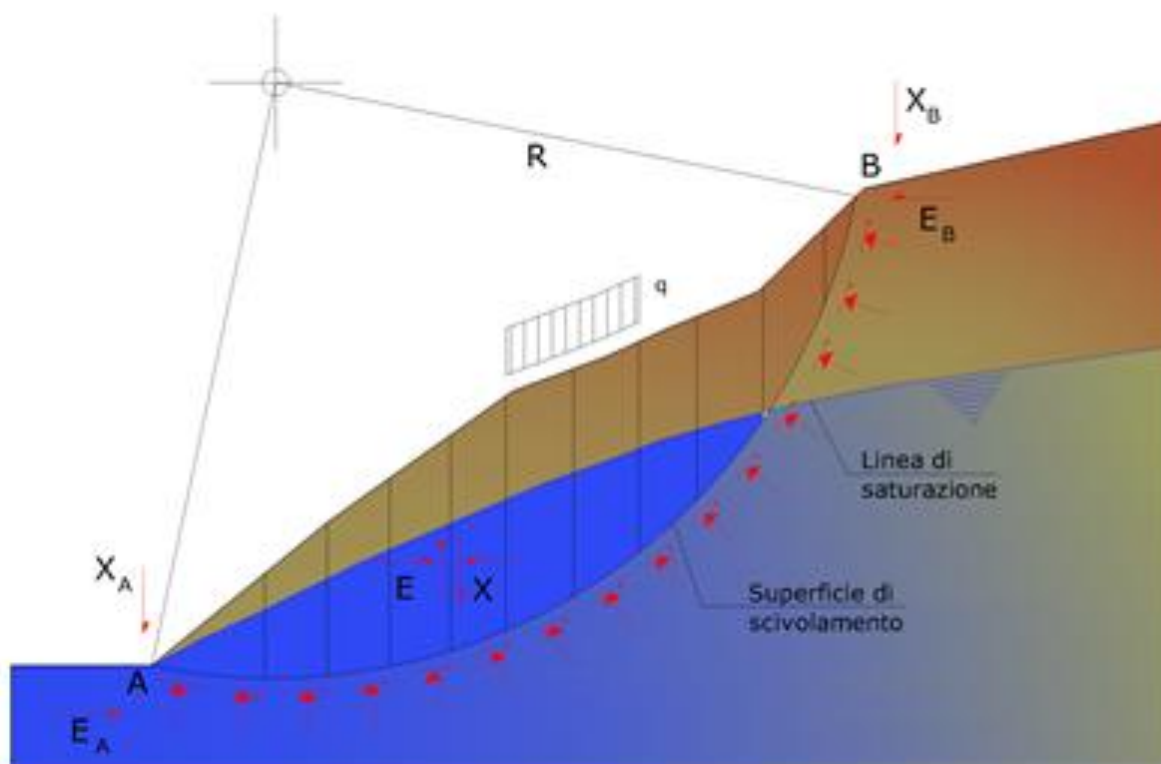
Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Bishop

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

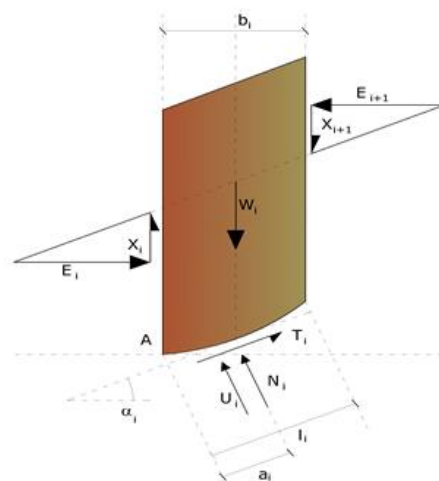
$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

$$F_{sm} = F_{sf}$$

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.



Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

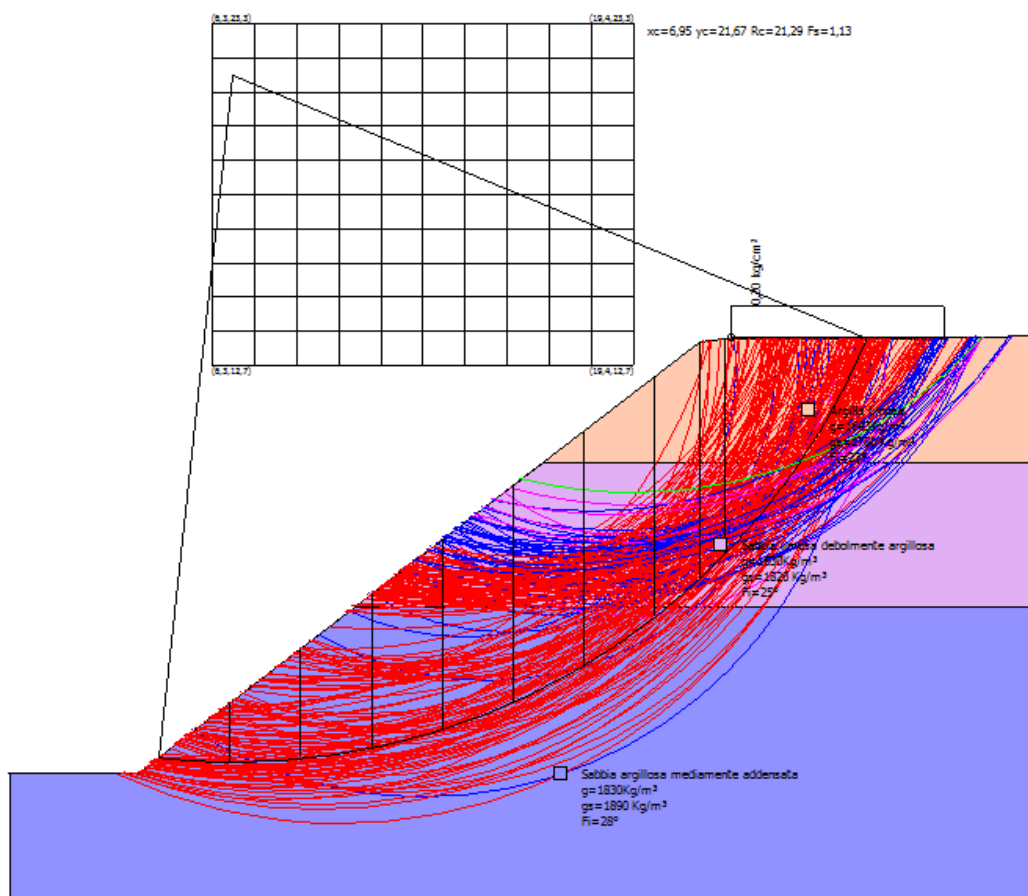
Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

3. VERIFICA ANTE OPERA

Il pendio è stato suddiviso in 10 conci, sono state analizzate 212 superfici di scorrimento, si è tenuto conto delle condizioni sismiche e di un sovraccarico stradale pari a 20 KN/m^2



Il coefficiente di sicurezza minimo calcolato è $F_s = 1,13$ a conferma dello stato di disequilibrio dell'opera.

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP

Lat./Long.	41,82458/12,9316
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	6,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	12,65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	19,38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	23,26 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

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,55	2,51	0,26
S.L.D.	50,0	0,7	2,44	0,28
S.L.V.	475,0	1,6	2,49	0,3
S.L.C.	975,0	1,99	2,49	0,31



Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,99	0,2	0,0202	0,0101
S.L.D.	1,26	0,2	0,0257	0,0128
S.L.V.	2,796	0,24	0,0684	0,0342
S.L.C.	3,3356	0,28	0,0952	0,0476

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,0202

Coefficiente azione sismica verticale

0,0101

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	21,43	13,4
4	22,22	13,5
5	28,03	13,5
6	32,0	13,6

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	16,57	9,66
4	32,0	9,66

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	10,7	5,16
4	32,0	5,16

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si



Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.36	0.6	23	1643	1780	Argilla limosa	
2	0.1	0.3	25	1630	1820	Sabbia limosa debolmente argillosa	
3	0.2	1.6	28	1830	1890	Sabbia argillosa mediamente addensata	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	22,4	13,51	29	13,51	0,2

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,13
Ascissa centro superficie	6,95 m
Ordinata centro superficie	21,67 m
Raggio superficie	21,29 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.

xc = 6,952 yc = 21,666 Rc = 21,295 Fs=1,13

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	2,2	-3,3	2,2	3763,58	76,02	38,01	0,16	23,0	0,0	4033,4	4634,9
2	2,2	2,7	2,2	10603,43	214,19	107,09	0,16	23,0	0,0	10289,5	6988,4
3	2,2	8,6	2,2	216526,06	333,83	166,91	0,16	23,0	0,0	15361,4	8929,9
4	2,2	14,7	2,2	2720948,77	423,17	211,58	0,16	23,0	0,0	18945,9	10348,5
5	2,2	20,9	2,3	524170,87	488,25	244,13	0,16	23,0	0,0	21509,9	11427,9
6	2,2	27,4	2,4	726273,31	530,72	265,36	0,16	23,0	0,0	23241,6	12253,6
7	2,2	34,3	2,6	27109,23	547,61	273,8	0,16	23,0	0,0	24066,4	12826,3
8	1,4	40,4	1,8	417058,35	344,58	172,29	0,08	20,5	0,0	16616,1	6789,4
9	0,79	44,3	1,1	9084,49	183,51	91,75	0,08	20,5	0,0	9024,6	3761,2
10	4,4	56,6	8,0	37243,77	752,32	376,16	0,08	20,5	0,0	39375,3	18661,9

Numero di superfici esaminate....(212)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	8,3	13,2	14,0	1,36
2	9,6	13,2	13,1	1,36
3	10,2	12,7	11,5	1,43
4	10,9	13,2	13,7	1,41
5	11,5	12,7	11,8	1,46
6	12,2	13,2	13,8	1,44
7	12,8	12,7	13,4	1,50
8	13,5	13,2	10,3	1,48
9	14,1	12,7	8,4	1,55
10	14,8	13,2	10,3	1,55
11	15,5	12,7	8,3	1,56
12	16,1	13,2	8,0	1,31
13	16,8	12,7	7,7	1,54
14	17,4	13,2	7,3	1,62
15	18,1	12,7	7,1	1,78
16	18,7	13,2	6,7	1,82
17	19,4	12,7	7,8	2,02
18	7,6	13,7	14,1	1,29
19	8,3	14,2	13,3	1,33
20	8,9	13,7	13,1	1,33
21	9,6	14,2	13,9	1,31
22	10,2	13,7	13,7	1,37
23	10,9	14,2	12,8	1,36
24	11,5	13,7	12,5	1,39
25	12,2	14,2	11,2	1,37
26	12,8	13,7	10,7	1,41
27	13,5	14,2	11,2	1,40
28	14,1	13,7	10,7	1,46
29	14,8	14,2	9,0	1,33
30	15,5	13,7	8,4	1,43
31	16,1	14,2	8,3	1,40
32	16,8	13,7	7,7	1,49
33	17,4	14,2	7,7	1,50
34	18,1	13,7	7,1	1,62
35	18,7	14,2	8,3	1,70
36	19,4	13,7	6,4	1,86
37	7,6	14,8	15,1	1,26
38	8,3	15,3	14,3	1,42
39	8,9	14,8	14,1	1,41
40	9,6	15,3	16,4	1,29
41	10,2	14,8	16,3	1,32
42	10,9	15,3	15,4	1,31
43	11,5	14,8	15,2	1,34
44	12,2	15,3	14,1	1,34
45	12,8	14,8	13,5	1,43
46	13,5	15,3	11,9	1,32
47	14,1	14,8	9,6	1,28
48	14,8	15,3	9,5	1,34
49	15,5	14,8	8,9	1,39
50	16,1	15,3	10,3	1,43
51	16,8	14,8	8,3	1,42
52	17,4	15,3	9,5	1,47
53	18,1	14,8	8,9	1,57
54	18,7	15,3	8,8	1,62

55	19,4	14,8	8,1	1,78
56	7,0	16,4	16,3	1,33
57	7,6	15,8	16,0	1,33
58	8,3	16,4	16,8	1,33
59	8,9	15,8	16,6	1,26
60	9,6	16,4	17,3	1,25
61	10,2	15,8	15,5	1,28
62	10,9	16,4	14,6	1,25
63	11,5	15,8	14,4	1,30
64	12,2	16,4	11,4	1,38
65	12,8	15,8	12,5	1,28
66	13,5	16,4	10,8	1,33
67	14,1	15,8	10,2	1,30
68	14,8	16,4	10,1	1,36
69	15,5	15,8	9,5	1,41
70	16,1	16,4	10,8	1,33
71	16,8	15,8	10,2	1,39
72	17,4	16,4	11,2	1,50
73	18,1	15,8	10,6	1,54
74	18,7	16,4	10,4	1,62
75	19,4	15,8	9,7	1,74
76	6,3	16,9	16,6	1,31
77	7,0	17,4	17,3	1,32
78	7,6	16,9	17,0	1,21
79	8,3	17,4	16,2	1,33
80	8,9	16,9	17,5	1,23
81	9,6	17,4	16,7	1,23
82	10,2	16,9	16,5	1,24
83	10,9	17,4	15,6	1,23
84	11,5	16,9	11,9	1,38
85	12,2	17,4	12,1	1,28
86	12,8	16,9	11,4	1,30
87	13,5	17,4	11,4	1,28
88	14,1	16,9	10,8	1,31
89	14,8	17,4	12,1	1,23
90	15,5	16,9	11,5	1,27
91	16,1	17,4	11,4	1,41
92	16,8	16,9	10,7	1,47
93	17,4	17,4	11,7	1,44
94	18,1	16,9	11,0	1,53
95	18,7	17,4	11,8	1,65
96	19,4	16,9	11,1	1,76
97	6,3	18,0	16,1	1,40
98	7,0	18,5	18,3	1,24
99	7,6	18,0	18,0	1,29
100	8,3	18,5	18,7	1,19
101	8,9	18,0	18,5	1,21
102	9,6	18,5	17,6	1,21
103	10,2	18,0	17,4	1,33
104	10,9	18,5	14,9	1,34
105	11,5	18,0	12,7	1,27
106	12,2	18,5	12,7	1,32
107	12,8	18,0	12,1	1,33
108	13,5	18,5	13,5	1,28
109	14,1	18,0	12,8	1,20
110	14,8	18,5	12,7	1,22
111	15,5	18,0	12,0	1,36
112	16,1	18,5	13,1	1,33
113	16,8	18,0	12,4	1,38

114	17,4	18,5	13,3	1,49
115	18,1	18,0	12,6	1,56
116	18,7	18,5	11,4	1,70
117	19,4	18,0	10,7	1,79
118	6,3	19,0	18,6	1,27
119	7,0	19,5	19,3	1,23
120	7,6	19,0	19,0	1,18
121	8,3	19,5	19,7	1,17
122	8,9	19,0	17,9	1,18
123	9,6	19,5	18,6	1,30
124	10,2	19,0	15,2	1,30
125	10,9	19,5	14,0	1,30
126	11,5	19,0	13,3	1,31
127	12,2	19,5	16,3	1,34
128	12,8	19,0	14,2	1,35
129	13,5	19,5	14,1	1,17
130	14,1	19,0	13,4	1,20
131	14,8	19,5	13,3	1,34
132	15,5	19,0	13,8	1,28
133	16,1	19,5	13,7	1,41
134	16,8	19,0	13,0	1,46
135	17,4	19,5	12,8	1,55
136	18,1	19,0	12,1	1,62
137	18,7	19,5	12,0	1,71
138	19,4	19,0	12,1	1,88
139	6,3	20,1	18,1	1,31
140	7,0	20,6	18,8	1,24
141	7,6	20,1	20,0	1,17
142	8,3	20,6	17,7	1,25
143	8,9	20,1	18,9	1,29
144	9,6	20,6	18,0	1,27
145	10,2	20,1	17,7	1,28
146	10,9	20,6	17,7	1,30
147	11,5	20,1	17,0	1,32
148	12,2	20,6	15,5	1,23
149	12,8	20,1	14,8	1,29
150	13,5	20,6	14,7	1,35
151	14,1	20,1	14,0	1,31
152	14,8	20,6	15,1	1,33
153	15,5	20,1	14,4	1,37
154	16,1	20,6	14,3	1,43
155	16,8	20,1	13,6	1,49
156	17,4	20,6	13,5	1,57
157	18,1	20,1	12,7	1,63
158	18,7	20,6	13,4	1,80
159	19,4	20,1	12,7	1,90
160	6,3	21,1	20,6	1,22
161	7,0	21,7	21,3	1,13
162	7,6	21,1	21,0	1,25
163	8,3	21,7	20,2	1,22
164	8,9	21,1	19,9	1,28
165	9,6	21,7	19,0	1,27
166	10,2	21,1	18,4	1,28
167	10,9	21,7	18,3	1,27
168	11,5	21,1	17,6	1,29
169	12,2	21,7	16,1	1,30
170	12,8	21,1	15,4	1,32
171	13,5	21,7	15,4	1,31
172	14,1	21,1	15,9	1,31

173	14,8	21,7	15,7	1,35
174	15,5	21,1	15,0	1,39
175	16,1	21,7	14,9	1,46
176	16,8	21,1	14,2	1,51
177	17,4	21,7	15,0	1,62
178	18,1	21,1	14,2	1,69
179	18,7	21,7	14,8	1,85
180	19,4	21,1	14,0	1,96
181	6,3	22,2	20,2	1,25
182	7,0	22,7	22,3	1,24
183	7,6	22,2	20,5	1,27
184	8,3	22,7	21,2	1,23
185	8,9	22,2	19,4	1,26
186	9,6	22,7	19,7	1,28
187	10,2	22,2	19,0	1,25
188	10,9	22,7	17,5	1,23
189	11,5	22,2	16,8	1,28
190	12,2	22,7	19,3	1,34
191	12,8	22,2	16,1	1,36
192	13,5	22,7	17,2	1,30
193	14,1	22,2	16,5	1,32
194	14,8	22,7	17,4	1,37
195	15,5	22,2	15,7	1,41
196	16,1	22,7	16,5	1,50
197	16,8	22,2	15,7	1,55
198	17,4	22,7	16,4	1,67
199	18,1	22,2	14,1	1,81
200	18,7	22,7	14,7	2,00
201	19,4	22,2	13,9	2,12
202	6,3	23,3	21,2	1,28
203	7,6	23,3	21,5	1,22
204	8,9	23,3	20,4	1,27
205	10,2	23,3	18,2	1,26
206	11,5	23,3	18,8	1,27
207	12,8	23,3	17,9	1,27
208	14,1	23,3	17,1	1,35
209	15,5	23,3	17,3	1,45
210	16,8	23,3	16,4	1,59
211	18,1	23,3	16,2	1,80
212	19,4	23,3	14,5	2,31

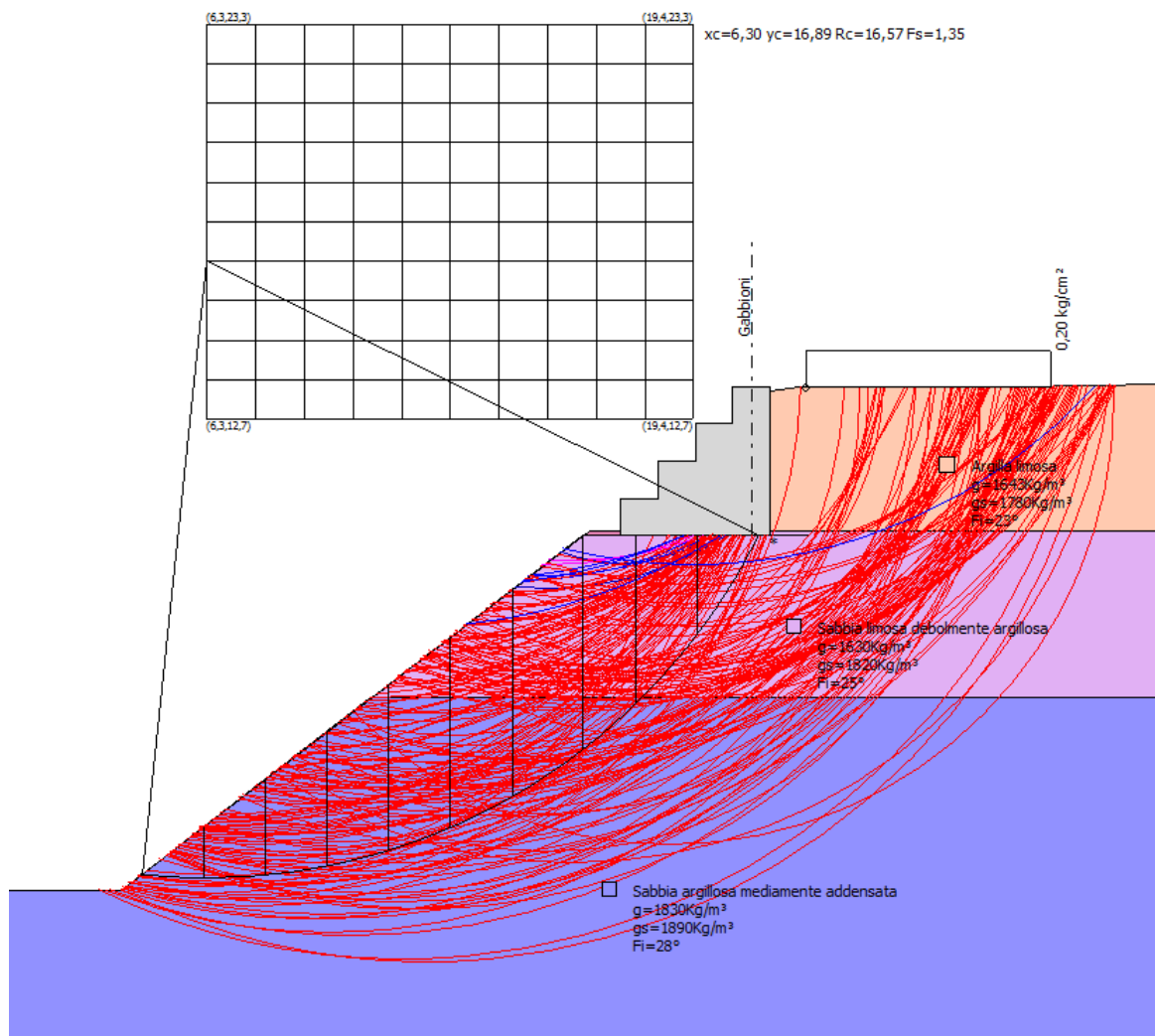


4. VERIFICA POST OPERA

Come da progetto è stata effettuata la verifica dopo aver inserito un'opera di sostegno in gabbioni.

In questo caso il coefficiente di sicurezza minimo calcolato è $F_s = 1,35$

Per cui ad opera ultimata, l'insieme del pendio con la strada potranno considerarsi in sicurezza.



Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

C

Categoria topografica:

T3



S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,55	2,51	0,26
S.L.D.	50,0	0,7	2,44	0,28
S.L.V.	475,0	1,6	2,49	0,3
S.L.C.	975,0	1,99	2,49	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,99	0,2	0,0202	0,0101
S.L.D.	1,26	0,2	0,0257	0,0128
S.L.V.	2,796	0,24	0,0684	0,0342
S.L.C.	3,3356	0,28	0,0952	0,0476

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,0202

Coefficiente azione sismica verticale

0,0101

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	16,39	9,53
4	21,43	9,53
5	21,43	13,53
6	21,43	13,4
7	22,22	13,5
8	28,03	13,5
9	32,0	13,6

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	16,57	9,66
4	32,0	9,66

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	10,7	5,16
4	32,0	5,16



Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.36	0.6	23	1643	1780	Argilla limosa	
2	0.1	0.3	25	1630	1820	Sabbia limosa debolmente argillosa	
3	0.2	1.6	28	1830	1890	Sabbia argillosa mediamente addensata	

Muro in gabbioni- Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	21,43	9,53	0	1	4	1	5	1850

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	22,4	13,51	29	13,51	0,2

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**Fs minimo individuato****1,35**

Ascissa centro superficie	6,3 m
Ordinata centro superficie	16,89 m
Raggio superficie	16,57 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.

xc = 6,298 yc = 16,895 Rc = 16,567 Fs=1,348

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,66	-3,2	1,66	2140,27	43,23	21,62	0,16	23,0	0,0	2293,9	2695,6
2	1,66	2,6	1,66	6040,68	122,02	61,01	0,16	23,0	0,0	5876,0	3824,7
3	1,66	8,3	1,68	9434,01	190,57	95,28	0,16	23,0	0,0	8835,2	4777,4
4	1,66	14,2	1,711	2305,31	248,57	124,28	0,16	23,0	0,0	11279,3	5589,6
5	1,66	20,2	1,771	4286,08	288,58	144,29	0,16	23,0	0,0	12947,3	6183,0
6	1,66	26,5	1,851	5565,51	314,42	157,21	0,16	23,0	0,0	14081,0	6642,2
7	1,89	33,6	2,27	18413,0	371,94	185,97	0,16	23,0	0,0	16795,3	7994,8
8	1,43	40,8	1,881	2293,61	248,33	124,17	0,16	23,0	0,0	11246,9	5784,5
9	1,66	48,4	2,5	9933,95	200,67	100,33	0,08	20,5	0,0	10132,8	4286,0
10	1,66	58,1	3,142	2488,19	454,26	227,13	0,08	20,5	0,0	27405,8	9448,9



Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	6,3	12,7	12,8	1,41
2	7,0	13,2	13,4	1,46
3	7,6	12,7	11,9	1,47
4	8,3	13,2	12,5	1,35
5	8,9	12,7	12,5	1,44
6	9,6	13,2	11,4	1,43
7	10,2	12,7	11,5	1,49
8	10,9	13,2	10,3	1,52
9	11,5	12,7	10,2	1,58
10	12,2	13,2	8,6	1,48
11	12,8	12,7	8,5	1,59
12	13,5	13,2	10,3	1,73
13	14,1	12,7	6,8	1,45
14	14,8	13,2	6,9	1,68
15	15,5	12,7	11,6	2,06
16	16,1	13,2	8,0	1,91
17	16,8	12,7	6,2	20,00
18	17,4	13,2	4,4	16,70
19	18,1	12,7	8,5	2,54
20	18,7	13,2	12,0	2,79
21	19,4	12,7	4,1	20,00
22	6,3	13,7	13,6	1,40
23	7,0	14,2	12,8	1,49
24	7,6	13,7	14,1	1,38
25	8,3	14,2	13,3	1,38
26	8,9	13,7	13,1	1,42
27	9,6	14,2	13,9	1,43
28	10,2	13,7	12,0	1,48
29	10,9	14,2	14,5	1,50
30	11,5	13,7	14,2	1,59
31	12,2	14,2	9,5	1,59
32	12,8	13,7	9,0	1,62
33	13,5	14,2	7,7	1,98
34	14,1	13,7	7,2	1,67
35	14,8	14,2	12,3	1,85
36	15,5	13,7	11,6	1,95
37	16,1	14,2	8,3	1,90
38	16,8	13,7	7,7	2,09
39	17,4	14,2	6,3	20,00
40	18,1	13,7	5,7	20,00
41	18,7	14,2	5,8	20,00
42	19,4	13,7	5,2	20,00
43	6,3	14,8	13,1	1,47
44	7,0	15,3	13,8	1,48
45	7,6	14,8	13,5	1,35
46	8,3	15,3	14,3	1,41
47	8,9	14,8	12,5	1,40
48	9,6	15,3	16,4	1,41
49	10,2	14,8	11,3	1,49
50	10,9	15,3	15,4	1,49
51	11,5	14,8	10,0	1,52
52	12,2	15,3	15,8	1,57
53	12,8	14,8	13,5	1,63
54	13,5	15,3	8,5	2,16

55	14,1	14,8	7,9	2,03
56	14,8	15,3	8,0	2,75
57	15,5	14,8	8,9	1,88
58	16,1	15,3	14,6	2,01
59	16,8	14,8	9,7	2,12
60	17,4	15,3	9,5	2,01
61	18,1	14,8	6,4	20,00
62	18,7	15,3	6,4	20,00
63	19,4	14,8	5,8	20,00
64	6,3	15,8	14,1	1,47
65	7,0	16,4	14,8	1,36
66	7,6	15,8	14,5	1,39
67	8,3	16,4	13,7	1,44
68	8,9	15,8	16,6	1,38
69	9,6	16,4	12,5	1,53
70	10,2	15,8	10,6	1,53
71	10,9	16,4	11,3	1,61
72	11,5	15,8	16,1	1,51
73	12,2	16,4	18,3	1,62
74	12,8	15,8	9,1	2,08
75	13,5	16,4	9,2	2,44
76	14,1	15,8	8,6	2,72
77	14,8	16,4	8,7	4,44
78	15,5	15,8	12,4	1,94
79	16,1	16,4	10,8	1,79
80	16,8	15,8	10,2	1,88
81	17,4	16,4	11,2	2,18
82	18,1	15,8	10,6	2,24
83	18,7	16,4	10,3	2,26
84	19,4	15,8	10,7	2,38
85	6,3	16,9	16,6	1,35
86	7,0	17,4	15,8	1,39
87	7,6	16,9	17,0	1,37
88	8,3	17,4	14,7	1,49
89	8,9	16,9	16,0	1,46
90	9,6	17,4	16,7	1,48
91	10,2	16,9	18,1	1,43
92	10,9	17,4	12,2	1,56
93	11,5	16,9	18,7	1,58
94	12,2	17,4	15,3	1,61
95	12,8	16,9	9,8	2,35
96	13,5	17,4	9,9	2,83
97	14,1	16,9	9,3	3,00
98	14,8	17,4	9,4	3,93
99	15,5	16,9	8,8	16,49
100	16,1	17,4	12,6	1,88
101	16,8	16,9	11,9	2,10
102	17,4	17,4	11,7	2,10
103	18,1	16,9	11,0	2,10
104	18,7	17,4	11,6	2,22
105	19,4	16,9	10,9	2,72
106	6,3	18,0	16,1	1,41
107	7,0	18,5	18,3	1,38
108	7,6	18,0	15,0	1,47
109	8,3	18,5	18,7	1,44
110	8,9	18,0	13,8	1,72
111	9,6	18,5	19,2	1,47
112	10,2	18,0	12,6	1,62
113	10,9	18,5	18,2	1,56

114	11,5	18,0	16,0	1,58
115	12,2	18,5	15,8	1,62
116	12,8	18,0	10,5	2,74
117	13,5	18,5	10,6	3,40
118	14,1	18,0	10,0	3,61
119	14,8	18,5	10,1	5,01
120	15,5	18,0	9,5	5,75
121	16,1	18,5	9,6	10,41
122	16,8	18,0	9,0	20,00
123	17,4	18,5	13,1	1,94
124	18,1	18,0	12,4	2,07
125	18,7	18,5	9,6	20,00
126	19,4	18,0	8,9	20,00
127	6,3	19,0	17,1	1,44
128	7,0	19,5	16,3	1,65
129	7,6	19,0	16,0	1,52
130	8,3	19,5	15,1	1,66
131	8,9	19,0	14,8	1,63
132	9,6	19,5	20,2	1,46
133	10,2	19,0	13,6	1,67
134	10,9	19,5	17,2	1,50
135	11,5	19,0	18,0	1,56
136	12,2	19,5	16,3	1,62
137	12,8	19,0	17,0	1,66
138	13,5	19,5	16,8	1,69
139	14,1	19,0	10,8	4,54
140	14,8	19,5	12,1	20,00
141	15,5	19,0	10,3	8,14
142	16,1	19,5	14,7	1,98
143	16,8	19,0	13,9	1,93
144	17,4	19,5	11,1	20,00
145	18,1	19,0	10,4	20,00
146	18,7	19,5	13,4	2,67
147	19,4	19,0	11,4	2,99
148	6,3	20,1	18,1	1,47
149	7,0	20,6	17,4	1,56
150	7,6	20,1	20,0	1,38
151	8,3	20,6	16,2	1,72
152	8,9	20,1	20,4	1,44
153	9,6	20,6	14,9	1,79
154	10,2	20,1	17,7	1,48
155	10,9	20,6	17,7	1,52
156	11,5	20,1	17,0	1,59
157	12,2	20,6	18,2	1,60
158	12,8	20,1	17,5	1,64
159	13,5	20,6	17,3	1,70
160	14,1	20,1	16,5	1,76
161	14,8	20,6	15,0	1,78
162	15,5	20,1	16,6	2,01
163	16,1	20,6	12,6	20,00
164	16,8	20,1	11,9	20,00
165	17,4	20,6	15,0	2,14
166	18,1	20,1	13,0	2,73
167	18,7	20,6	13,8	2,83
168	19,4	20,1	13,0	2,95
169	6,3	21,1	17,7	1,66
170	7,0	21,7	19,8	1,42
171	7,6	21,1	21,0	1,39
172	8,3	21,7	20,2	1,40

173	8,9	21,1	19,9	1,46
174	9,6	21,7	15,9	1,84
175	10,2	21,1	18,4	1,50
176	10,9	21,7	21,2	1,54
177	11,5	21,1	20,4	1,58
178	12,2	21,7	18,7	1,62
179	12,8	21,1	18,0	1,66
180	13,5	21,7	17,8	1,68
181	14,1	21,1	15,8	1,69
182	14,8	21,7	14,1	20,00
183	15,5	21,1	13,4	20,00
184	16,1	21,7	16,6	1,94
185	16,8	21,1	15,8	2,01
186	17,4	21,7	12,9	20,00
187	18,1	21,1	12,1	20,00
188	18,7	21,7	13,0	3,87
189	19,4	21,1	13,4	3,36
190	6,3	22,2	18,8	1,68
191	7,0	22,7	22,3	1,39
192	7,6	22,2	17,6	1,72
193	8,3	22,7	21,2	1,40
194	8,9	22,2	16,3	1,97
195	9,6	22,7	16,7	1,99
196	10,2	22,2	16,1	2,75
197	10,9	22,7	16,1	3,78
198	11,5	22,2	19,5	1,59
199	12,2	22,7	19,3	1,59
200	12,8	22,2	18,5	1,63
201	13,5	22,7	14,4	5,53
202	14,1	22,2	14,9	20,00
203	14,8	22,7	16,9	1,94
204	15,5	22,2	16,1	1,91
205	16,1	22,7	14,5	20,00
206	16,8	22,2	13,7	20,00
207	17,4	22,7	14,6	3,44
208	18,1	22,2	13,8	3,64
209	18,7	22,7	14,8	3,34
210	19,4	22,2	14,0	3,74
211	6,3	23,3	21,2	1,45
212	7,6	23,3	18,6	1,95
213	8,9	23,3	17,3	2,00
214	10,2	23,3	16,8	2,24
215	11,5	23,3	16,2	6,47
216	12,8	23,3	15,1	4,75
217	14,1	23,3	17,7	1,88
218	15,5	23,3	15,3	20,00
219	16,8	23,3	15,4	3,21
220	18,1	23,3	14,3	20,00
221	19,4	23,3	14,5	5,60

Il Geologo
Dott. Leonardo Romboli

