



MANINI

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE DI
FATTIBILITA' GEOLOGICA INERENTE UN PIANO
ATTUATIVO NELLA LOTTIZZAZIONE IL CASTAGNETO

RICHIEDENTE:

PAGLIAI RENATA

LOCALITA':

LOC. SANT'ALBINO
MONTEPULCIANO (SI)

DATA :

APRILE 2018

SPAZIO RISERVATO ALL'U.T.C.

IL TECNICO
Dott. Geol. Vito Cresci

Iscrizione n° 464
Ordine dei Geologi della R. Umbria



PREMESSA

Il presente elaborato va ad integrare il precedente (a firma dello scrivente e redatto nel gennaio 2018) in seguito alla richiesta d'integrazione da parte del Genio Civile del Valdarno Superiore, sede di Arezzo e riportata di seguito:

Si comunica che, visti gli esiti dell'istruttoria effettuata in merito al controllo delle indagini in oggetto, questo Ufficio ha riscontrato la necessità di subordinare l'esito del controllo ai sensi dell'art. 9 comma 2 del D.P.G.R. 53/R/2011 alle seguenti integrazioni e chiarimenti:

Il Piano in oggetto si colloca su un'area collinare che risulta in parte interessata da pendenze elevate che conducono alla classe G3 di pericolosità geologica (elevata), già risultante dalle indagini redatte a supporto del vigente Piano Strutturale e confermata dagli studi eseguiti in questa sede. A tal proposito si chiede che venga riportato, su cartografia in scala adeguata il posizionamento delle nuove strutture in progetto rispetto ai perimetri delle aree a pericolosità.

La classe 3 di fattibilità, correttamente assegnata ad alcuni degli interventi previsti nel Piano, implica, ai sensi del punto 3.1 dell'allegato A al D.P.G.R. 53/R/2011, che già in fase di piano attuativo si svolgano gli *"opportuni approfondimenti di indagine ai fini dell'individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità riscontrate"*: considerate le caratteristiche morfologiche dell'area in esame ed avuto riguardo alla collocazione degli edifici in progetto rispetto alle scarpate, si ritiene necessario che vengano eseguite già in questa sede le verifiche necessarie alla valutazione della stabilità del versante nelle condizioni attuali e di progetto. Tali verifiche dovranno essere eseguite lungo le sezioni di progetto che presentano le maggiori criticità e condotte, ai sensi delle NTC vigenti, utilizzando parametri geotecnici ridotti e fattore $\gamma_R = 1.1$.

In sintesi si chiede di effettuare le verifiche di stabilità nello stato attuale ed in quello di progetto per le aree ricadenti in pericolosità geologica 3 e di riportare sugli elaborati di progetto il limite tra le aree a pericolosità geologica 2 e quelle a pericolosità geologica 3.

Data la recente approvazione al Piano Strutturale Comunale (rientrante le POC), lo scrivente ha preliminarmente consultato le nuove cartografie ed in particolare quella della pericolosità geologica, in modo da individuare i fabbricati ricadenti nella Pericolosità Geologica 2 e quali in Pericolosità Geologica 3 (vedasi tavola i1); sugli elaborati del Piano è presente anche una Scheda di Fattibilità (vedasi tavola i2) a supporto di tale perimetrazione. Risultano nelle aree a maggior pericolosità il primo fabbricato di monte e quasi la totalità del secondo, vedasi a tal proposito la nuova tavola progettuale n. 4 (planimetria generale, stato modificato) redatta dalla MACRO-TEC e di cui si riporta uno stralcio in tavola i3.

E necessario eseguire le verifiche di stabilità per i due fabbricati indicati ed intersecati dalle sezioni 3 e 4 della tavola progettuale 4.a. Tali sezioni sono analoghe, entrambe con elevate pendenze ma la n.3 presenta dislivelli maggiori di circa 2 metri rispetto alla n. 3.

Lo scrivente ha effettuato quindi i calcoli per questa sezione, la più critica; soddisfatte le verifiche per questa lo saranno anche per le altre, con maggiore sicurezza. Il calcolo è stato effettuato considerando il substrato roccioso come un materiale molto compatto e con una porzione sommitale di alterazione (visibili in affioramento zone più alterate).

Si ha un minimo pari a $F_s=1.84$ per lo stato attuale (tavola i4) e $F_s= 1.78$ per quello di progetto (tavola i5), l'intervento risulta quindi fattibile e comporta una minima variazione nella stabilità globale della scarpata. Tuttavia, per la presenza di una zona d'alterazione superficiale, con alcune zone ricche in matrice residuale sabbiosa rossastra, è necessario evitare che frammenti rocciosi possano franare lungo la scarpata e soprattutto che il coronamento di monte possa franare/retrocedere a causa del progredire dell'alterazione.

Per far questo è necessario canalizzare in maniera adeguata le acque meteoriche superficiali, realizzando (oltre alle opere interne alla lottizzazione, atte a garantire il corretto deflusso idrico superficiale) un fosso di raccolta (di guardia) subito al limite del bosco (zona di monte), dove andrà preservata la vegetazione (anche con inerbimenti successivi,) mentre la prima porzione della scarpata verrà protetta con biostuoie.

Più a valle e quindi a monte dei fabbricati, sarà posta una rete paramassi alta 2 m e sorretta da pali in acciaio, in modo da evitare che eventuali frammenti rocciosi possano giungere sino alle future abitazioni. Nella tavola i6 è possibile vedere una sezione schematica con l'indicazione delle opere di mitigazione-prevenzione indicate.

Corciano, aprile 2018

geol. Cresci Vito.

RELAZIONE DI CALCOLO – VERIFICA DI STABILITA'

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

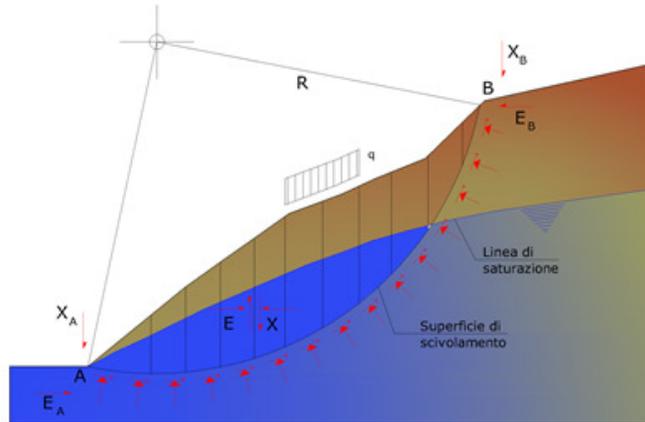
Metodo equilibrio limite (LEM)

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 concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii 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 concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a_i che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata d_i 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 .

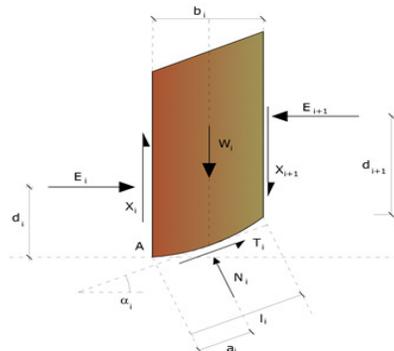
Totale numero di equazioni $4n$.

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 Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

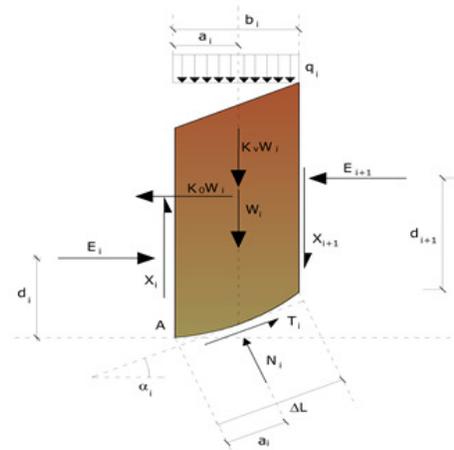
- n valori delle forze normali N_i ;
- n valori delle forze da taglio T_i ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).

Le equazioni a disposizione sono:

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

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

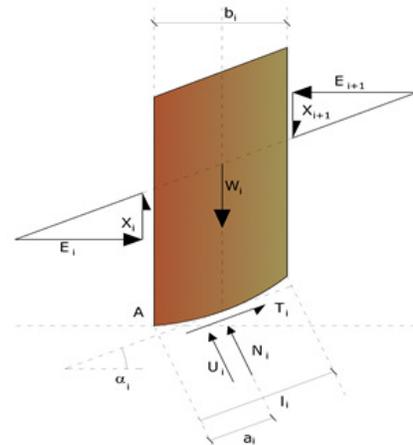
Metodo di Bishop (1955)

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:

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

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

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 %.

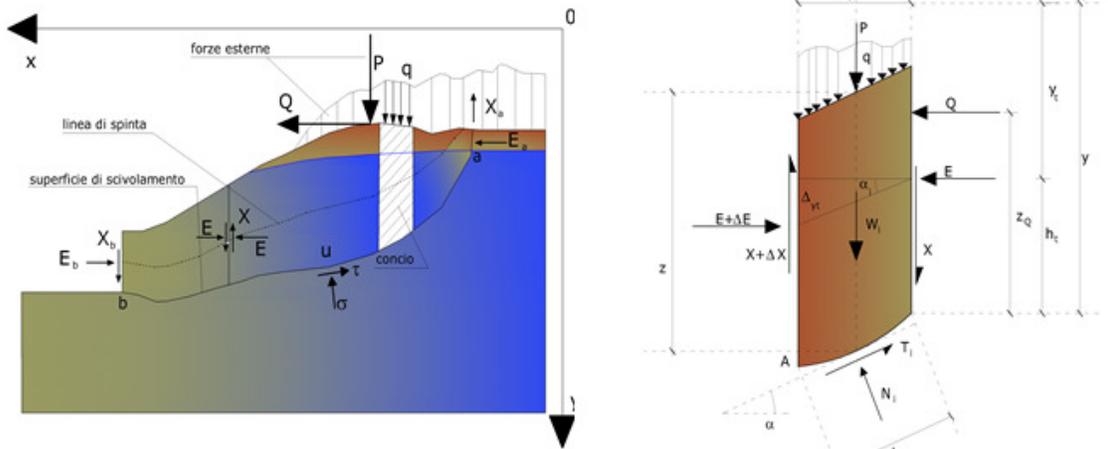


Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967) – STATO ATTUALE

=====	
Zona	CASTAGNETO
Lat./Long.	43.060116/11.809393
Normativa	[A2+M2+R2]
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	35.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	8.33 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	8.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	29.06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	19.26 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
=====	

Sisma

=====	
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.047
Coefficiente azione sismica verticale	0.023
=====	

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	-15.0
2	6.5	-6.72
3	8.8	-6.47
4	11.86	-3.77
5	12.5	-3.5
6	12.7	-3.3
7	14.47	-2.68
8	16.1	-2.2
9	29.8	-2.2
10	35.5	-1.2
11	43.0	7.0
12	46.9	7.71
13	50.5	12.63
14	54.0	13.05
15	60.0	13.88

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-15.0
2	6.5	-6.72
3	8.8	-6.47
4	11.86	-3.77
5	12.5	-3.5
6	12.7	-3.3
7	14.47	-2.68
8	16.1	-2.2
9	29.8	-2.2
10	35.5	-1.2
11	43.0	7.0
12	46.9	7.71
13	49.53	11.31
14	53.79	11.25
15	60.0	12.2

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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 (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0		32	19.12	20.59	ALT.
2	48		36	23.53	23.54	R.

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

Ascissa centro superficie	20.77 m
Ordinata centro superficie	19.26 m
Raggio superficie	36.12 m

1.84**Numero di superfici esaminate...(221)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	8.3	8.2	19.8	2.30
2	9.4	8.7	20.6	2.42
3	10.4	8.2	22.9	2.35
4	11.4	8.7	23.8	2.47
5	12.5	8.2	21.1	2.83
6	13.5	8.7	24.6	2.69
7	14.5	8.2	21.9	3.11
8	15.6	8.7	22.8	3.27
9	16.6	8.2	25.7	2.52
10	17.7	8.7	26.6	2.35
11	18.7	8.2	26.8	2.31
12	19.7	8.7	24.7	2.59
13	20.8	8.2	28.0	2.21
14	21.8	8.7	29.0	2.15
15	22.8	8.2	26.1	2.40
16	23.9	8.7	27.0	2.29
17	24.9	8.2	30.7	2.12
18	25.9	8.7	31.0	2.12
19	27.0	8.2	30.3	2.19
20	28.0	8.7	26.1	2.28
21	29.1	8.2	28.5	2.29
22	8.3	9.3	20.9	2.33
23	9.4	9.8	21.7	2.46
24	10.4	9.3	23.9	2.37
25	11.4	9.8	24.8	2.48
26	12.5	9.3	22.1	2.85
27	13.5	9.8	25.6	2.68
28	14.5	9.3	25.6	2.68
29	15.6	9.8	26.5	2.53
30	16.6	9.3	26.6	2.44
31	17.7	9.8	27.5	2.29
32	18.7	9.3	24.6	2.74
33	19.7	9.8	25.4	2.55
34	20.8	9.3	28.8	2.18
35	21.8	9.8	26.6	2.38

36	22.8	9.3	30.0	2.03
37	23.9	9.8	27.6	2.21
38	24.9	9.3	31.3	2.04
39	25.9	9.8	30.9	2.10
40	27.0	9.3	30.0	2.16
41	28.0	9.8	29.0	2.18
42	29.1	9.3	25.1	2.27
43	8.3	10.4	21.9	2.36
44	9.4	11.0	22.7	2.49
45	10.4	10.4	22.5	2.59
46	11.4	11.0	25.8	2.49
47	12.5	10.4	25.7	2.58
48	13.5	11.0	24.0	3.00
49	14.5	10.4	26.6	2.61
50	15.6	11.0	27.5	2.44
51	16.6	10.4	27.5	2.34
52	17.7	11.0	28.5	2.23
53	18.7	10.4	25.4	2.64
54	19.7	11.0	29.4	2.16
55	20.8	10.4	29.6	2.11
56	21.8	11.0	30.6	2.00
57	22.8	10.4	30.9	2.02
58	23.9	11.0	31.9	1.99
59	24.9	10.4	31.8	2.03
60	25.9	11.0	30.8	2.07
61	27.0	10.4	29.9	2.13
62	28.0	11.0	28.9	2.15
63	29.1	10.4	25.0	2.22
64	8.3	11.5	25.4	2.20
65	9.4	12.1	23.8	2.52
66	10.4	11.5	26.0	2.40
67	11.4	12.1	26.8	2.50
68	12.5	11.5	24.1	2.89
69	13.5	12.1	27.6	2.61
70	14.5	11.5	24.8	3.15
71	15.6	12.1	28.5	2.35
72	16.6	11.5	28.5	2.26
73	17.7	12.1	29.4	2.19
74	18.7	11.5	26.3	2.54
75	19.7	12.1	30.3	2.10
76	20.8	11.5	26.9	2.42
77	21.8	12.1	27.9	2.28
78	22.8	11.5	28.3	2.17
79	23.9	12.1	29.3	2.09
80	24.9	11.5	28.5	2.13
81	25.9	12.1	27.6	2.15
82	27.0	11.5	29.8	2.10
83	28.0	12.1	28.8	2.11
84	29.1	11.5	27.9	2.13
85	8.3	12.6	24.1	2.43
86	9.4	13.2	27.3	2.34
87	10.4	12.6	27.0	2.42
88	11.4	13.2	27.9	2.51
89	12.5	12.6	25.1	2.91
90	13.5	13.2	28.6	2.55
91	14.5	12.6	28.5	2.46
92	15.6	13.2	26.7	2.99
93	16.6	12.6	29.4	2.22
94	17.7	13.2	27.3	2.57
95	18.7	12.6	27.1	2.49
96	19.7	13.2	27.9	2.39
97	20.8	12.6	27.8	2.36
98	21.8	13.2	32.1	1.95
99	22.8	12.6	32.3	1.95
100	23.9	13.2	32.7	1.96
101	24.9	12.6	31.9	2.00
102	25.9	13.2	27.7	2.12
103	27.0	12.6	29.8	2.08
104	28.0	13.2	25.7	2.13
105	29.1	12.6	24.8	2.14

106	8.3	13.7	27.5	2.26
107	9.4	14.3	28.3	2.36
108	10.4	13.7	25.6	2.69
109	11.4	14.3	26.4	2.82
110	12.5	13.7	28.7	2.60
111	13.5	14.3	27.0	3.06
112	14.5	13.7	26.8	3.11
113	15.6	14.3	27.7	2.88
114	16.6	13.7	27.5	2.71
115	17.7	14.3	31.2	2.12
116	18.7	13.7	31.1	2.08
117	19.7	14.3	32.0	1.98
118	20.8	13.7	32.0	1.96
119	21.8	14.3	29.4	2.15
120	22.8	13.7	33.0	1.92
121	23.9	14.3	32.6	1.95
122	24.9	13.7	31.8	1.99
123	25.9	14.3	30.9	2.02
124	27.0	13.7	26.8	2.11
125	28.0	14.3	25.9	2.10
126	29.1	13.7	27.9	2.06
127	8.3	14.8	28.6	2.28
128	9.4	15.4	29.4	2.38
129	10.4	14.8	29.1	2.45
130	11.4	15.4	30.0	2.57
131	12.5	14.8	27.2	2.94
132	13.5	15.4	30.6	2.41
133	14.5	14.8	30.5	2.29
134	15.6	15.4	28.6	2.80
135	16.6	14.8	31.3	2.14
136	17.7	15.4	32.1	2.08
137	18.7	14.8	32.1	2.03
138	19.7	15.4	32.9	1.92
139	20.8	14.8	32.9	1.92
140	21.8	15.4	33.8	1.89
141	22.8	14.8	33.5	1.91
142	23.9	15.4	32.5	1.95
143	24.9	14.8	31.7	1.99
144	25.9	15.4	30.8	2.01
145	27.0	14.8	30.0	2.03
146	28.0	15.4	26.1	2.08
147	29.1	14.8	25.0	2.07
148	8.3	15.9	27.3	2.53
149	9.4	16.5	30.4	2.40
150	10.4	15.9	27.7	2.75
151	11.4	16.5	31.0	2.56
152	12.5	15.9	30.8	2.51
153	13.5	16.5	31.7	2.32
154	14.5	15.9	28.9	2.96
155	15.6	16.5	32.3	2.14
156	16.6	15.9	32.2	2.12
157	17.7	16.5	33.0	2.03
158	18.7	15.9	33.0	1.97
159	19.7	16.5	33.8	1.90
160	20.8	15.9	33.8	1.89
161	21.8	16.5	31.1	2.05
162	22.8	15.9	33.6	1.91
163	23.9	16.5	32.7	1.95
164	24.9	15.9	31.7	1.98
165	25.9	16.5	27.5	2.11
166	27.0	15.9	30.0	2.00
167	28.0	16.5	26.2	2.06
168	29.1	15.9	25.2	2.03
169	8.3	17.0	28.4	2.57
170	9.4	17.6	31.5	2.42
171	10.4	17.0	31.2	2.51
172	11.4	17.6	29.6	2.89
173	12.5	17.0	31.8	2.44
174	13.5	17.6	30.1	3.03
175	14.5	17.0	32.5	2.18

176	15.6	17.6	30.5	2.61
177	16.6	17.0	33.2	2.08
178	17.7	17.6	30.9	2.37
179	18.7	17.0	33.9	1.92
180	19.7	17.6	34.8	1.87
181	20.8	17.0	34.7	1.87
182	21.8	17.6	31.3	2.07
183	22.8	17.0	33.7	1.91
184	23.9	17.6	32.8	1.95
185	24.9	17.0	28.2	2.12
186	25.9	17.6	30.9	1.98
187	27.0	17.0	30.0	1.98
188	28.0	17.6	29.2	1.98
189	29.1	17.0	28.3	1.98
190	8.3	18.1	29.4	2.60
191	9.4	18.7	32.6	2.44
192	10.4	18.1	32.3	2.55
193	11.4	18.7	33.1	2.48
194	12.5	18.1	32.9	2.36
195	13.5	18.7	31.1	2.97
196	14.5	18.1	33.5	2.14
197	15.6	18.7	34.3	2.09
198	16.6	18.1	31.1	2.44
199	17.7	18.7	34.9	1.92
200	18.7	18.1	31.6	2.28
201	19.7	18.7	32.3	2.12
202	20.8	18.1	32.1	2.05
203	21.8	18.7	35.0	1.88
204	22.8	18.1	33.9	1.91
205	23.9	18.7	29.6	2.12
206	24.9	18.1	28.5	2.13
207	25.9	18.7	27.6	2.15
208	27.0	18.1	30.0	1.97
209	28.0	18.7	29.2	1.96
210	29.1	18.1	25.5	1.98
211	8.3	19.3	32.9	2.37
212	10.4	19.3	30.9	2.83
213	12.5	19.3	31.4	3.08
214	14.5	19.3	34.5	2.12
215	16.6	19.3	35.1	1.98
216	18.7	19.3	35.8	1.86
217	20.8	19.3	36.1	1.84
218	22.8	19.3	34.1	1.92
219	24.9	19.3	32.1	1.96
220	27.0	19.3	26.8	2.13
221	29.1	19.3	28.4	1.93

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967) – STATO MODIFICATO

=====	
Zona	CASTAGNETO
Lat./Long.	43.060116/11.809393
Normativa	[A2+M2+R2]
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	35.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	10.0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4.64 m
Ascissa vertice destro superiore xs	30.73 m
Ordinata vertice destro superiore ys	15.71 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
=====	

Sisma

=====	
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.047
Coefficiente azione sismica verticale	0.023
=====	

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	-15.0
2	6.5	-6.72
3	8.8	-6.47
4	11.9	-3.6
5	12.1	-3.5
6	12.3	-3.78
7	16.1	-3.78
8	16.1	-2.2
9	19.7	-2.2
10	19.7	-4.35
11	28.56	-4.35
12	28.56	-2.2
13	29.8	-2.2
14	35.5	-1.2
15	43.0	7.0
16	46.9	7.71
17	50.5	12.63
18	54.0	13.05
19	60.0	13.88

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-15.0
2	6.5	-6.72
3	8.8	-6.47
4	11.9	-3.6
5	12.1	-3.5
6	12.3	-3.78
7	16.1	-3.78
8	16.1	-2.2
9	19.7	-2.2
10	19.7	-4.4
11	28.6	-4.4

12	28.6	-2.2
13	29.8	-2.2
14	35.5	-1.2
15	43.0	7.0
16	46.9	7.71
17	48.91	10.45
18	54.4	10.68
19	60.0	11.52

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coazione efficace	1.25
Coazione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coazione (kN/m ²)	Coazione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio(°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1			32	19.12	20.59	ALT.
2	48		36	23.53	23.54	R.

Muri di sostegno - 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 (kN/m ³)
1	16.14	-3.56	0	0	1.5	0.4	0.4	2450
2	12.52	-4.02	0	0	1.5	0.4	0.4	2450
3	28.48	-3.91	4	0	6	0.4	0.4	2700
4	20.08	-3.92	0	4	6	0.4	0.4	2700

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	20	-4.6	28	-4.6	250

Risultati analisi pendio [[A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato

Ascissa centro superficie	29.69 m
Ordinata centro superficie	14.05 m
Raggio superficie	18.47 m

Numero di superfici esaminate....(221)

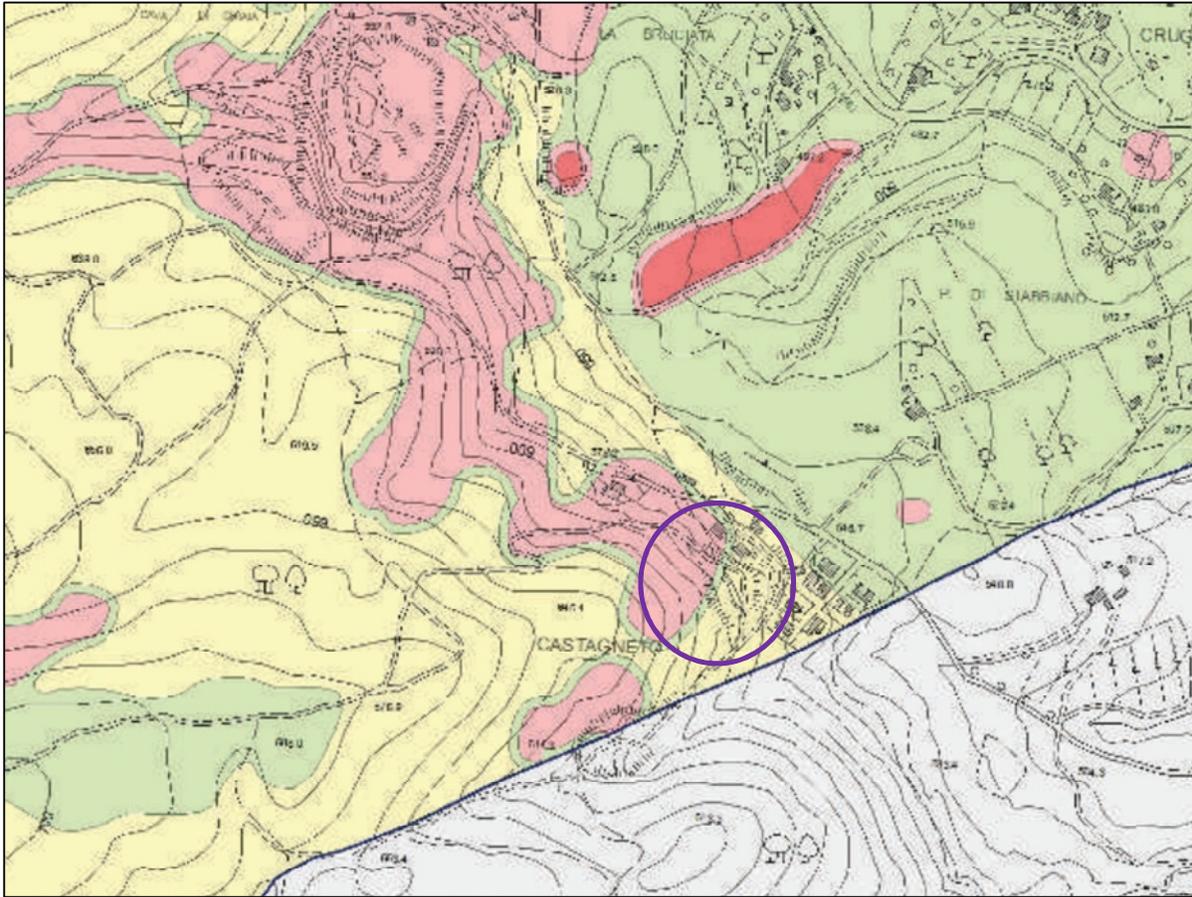
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	10.0	4.6	20.1	1.94
2	11.0	5.2	20.9	2.66
3	12.1	4.6	19.0	2.86
4	13.1	5.2	17.5	3.34
5	14.1	4.6	17.2	5.67
6	15.2	5.2	10.4	20.00
7	16.2	4.6	10.3	20.00
8	17.3	5.2	11.1	20.00
9	18.3	4.6	8.9	20.00
10	19.3	5.2	11.3	20.00
11	20.4	4.6	11.5	20.00
12	21.4	5.2	11.8	20.00
13	22.4	4.6	12.6	20.00

14	23.5	5.2	10.3	20.00
15	24.5	4.6	13.2	20.00
16	25.5	5.2	13.8	20.00
17	26.6	4.6	13.6	20.00
18	27.6	5.2	10.6	20.00
19	28.7	4.6	9.9	20.00
20	29.7	5.2	9.5	4.10
21	30.7	4.6	9.3	3.07
22	10.0	5.7	20.8	2.47
23	11.0	6.3	21.7	4.52
24	12.1	5.7	19.5	3.19
25	13.1	6.3	13.0	3.77
26	14.1	5.7	18.1	13.63
27	15.2	6.3	11.2	20.00
28	16.2	5.7	10.6	20.00
29	17.3	6.3	13.9	20.00
30	18.3	5.7	11.8	20.00
31	19.3	6.3	11.6	20.00
32	20.4	5.7	12.1	20.00
33	21.4	6.3	12.6	20.00
34	22.4	5.7	12.4	20.00
35	23.5	6.3	13.0	20.00
36	24.5	5.7	13.9	20.00
37	25.5	6.3	14.5	20.00
38	26.6	5.7	14.5	20.00
39	27.6	6.3	10.8	20.00
40	28.7	5.7	9.8	5.85
41	29.7	6.3	10.0	5.47
42	30.7	5.7	9.2	4.92
43	10.0	6.9	21.6	2.96
44	11.0	7.4	22.5	4.77
45	12.1	6.9	20.1	4.92
46	13.1	7.4	20.8	14.86
47	14.1	6.9	18.4	5.03
48	15.2	7.4	13.7	20.00
49	16.2	6.9	11.0	20.00
50	17.3	7.4	11.5	20.00
51	18.3	6.9	11.9	20.00
52	19.3	7.4	11.9	20.00
53	20.4	6.9	12.5	20.00
54	21.4	7.4	13.1	20.00
55	22.4	6.9	12.8	20.00
56	23.5	7.4	16.3	20.00
57	24.5	6.9	13.7	20.00
58	25.5	7.4	17.6	20.00
59	26.6	6.9	15.0	20.00
60	27.6	7.4	10.8	8.61
61	28.7	6.9	9.8	13.92
62	29.7	7.4	12.9	20.00
63	30.7	6.9	9.7	6.35
64	10.0	8.0	22.6	3.48
65	11.0	8.5	20.9	3.79
66	12.1	8.0	20.8	5.62
67	13.1	8.5	13.6	20.00
68	14.1	8.0	19.0	16.39
69	15.2	8.5	14.1	20.00
70	16.2	8.0	14.1	20.00
71	17.3	8.5	14.6	20.00
72	18.3	8.0	14.8	20.00
73	19.3	8.5	15.3	20.00
74	20.4	8.0	12.5	20.00
75	21.4	8.5	15.9	20.00
76	22.4	8.0	16.4	20.00
77	23.5	8.5	16.8	20.00
78	24.5	8.0	13.5	20.00
79	25.5	8.5	14.1	20.00
80	26.6	8.0	14.3	20.00
81	27.6	8.5	20.0	20.00
82	28.7	8.0	12.9	20.00
83	29.7	8.5	12.8	2.61

84	30.7	8.0	13.1	20.00
85	10.0	9.1	23.6	5.11
86	11.0	9.6	21.9	3.77
87	12.1	9.1	21.7	8.52
88	13.1	9.6	14.7	20.00
89	14.1	9.1	14.4	20.00
90	15.2	9.6	15.1	20.00
91	16.2	9.1	14.7	20.00
92	17.3	9.6	15.4	20.00
93	18.3	9.1	15.3	20.00
94	19.3	9.6	15.7	20.00
95	20.4	9.1	15.8	20.00
96	21.4	9.6	16.6	20.00
97	22.4	9.1	16.5	20.00
98	23.5	9.6	17.1	20.00
99	24.5	9.1	17.2	20.00
100	25.5	9.6	17.4	20.00
101	26.6	9.1	17.0	20.00
102	27.6	9.6	16.4	20.00
103	28.7	9.1	12.8	4.54
104	29.7	9.6	15.3	20.00
105	30.7	9.1	12.3	2.87
106	10.0	10.2	17.2	20.00
107	11.0	10.7	23.0	5.08
108	12.1	10.2	22.8	12.98
109	13.1	10.7	15.7	20.00
110	14.1	10.2	15.4	20.00
111	15.2	10.7	15.6	20.00
112	16.2	10.2	15.1	20.00
113	17.3	10.7	15.8	20.00
114	18.3	10.2	16.1	20.00
115	19.3	10.7	16.1	20.00
116	20.4	10.2	16.4	20.00
117	21.4	10.7	17.2	20.00
118	22.4	10.2	17.3	20.00
119	23.5	10.7	18.1	20.00
120	24.5	10.2	17.9	20.00
121	25.5	10.7	17.8	20.00
122	26.6	10.2	13.5	9.86
123	27.6	10.7	19.6	20.00
124	28.7	10.2	19.0	20.00
125	29.7	10.7	15.5	20.00
126	30.7	10.2	14.8	1.84
127	10.0	11.3	25.7	8.68
128	11.0	11.8	24.0	7.22
129	12.1	11.3	16.1	20.00
130	13.1	11.8	16.7	20.00
131	14.1	11.3	16.1	20.00
132	15.2	11.8	16.1	20.00
133	16.2	11.3	15.6	20.00
134	17.3	11.8	19.4	20.00
135	18.3	11.3	16.6	20.00
136	19.3	11.8	16.6	20.00
137	20.4	11.3	16.7	20.00
138	21.4	11.8	17.3	20.00
139	22.4	11.3	18.0	20.00
140	23.5	11.8	18.8	20.00
141	24.5	11.3	18.7	20.00
142	25.5	11.8	18.3	20.00
143	26.6	11.3	17.2	20.00
144	27.6	11.8	19.7	20.00
145	28.7	11.3	15.9	20.00
146	29.7	11.8	15.6	2.15
147	30.7	11.3	15.2	1.92
148	10.0	12.4	24.2	6.08
149	11.0	12.9	25.0	9.65
150	12.1	12.4	17.1	20.00
151	13.1	12.9	17.2	20.00
152	14.1	12.4	16.6	20.00
153	15.2	12.9	19.7	20.00

154	16.2	12.4	19.3	20.00
155	17.3	12.9	20.0	20.00
156	18.3	12.4	17.0	20.00
157	19.3	12.9	20.4	20.00
158	20.4	12.4	17.5	20.00
159	21.4	12.9	17.8	20.00
160	22.4	12.4	18.1	20.00
161	23.5	12.9	18.9	20.00
162	24.5	12.4	18.9	20.00
163	25.5	12.9	21.8	20.00
164	26.6	12.4	20.8	20.00
165	27.6	12.9	16.9	2.86
166	28.7	12.4	15.8	2.84
167	29.7	12.9	24.3	20.00
168	30.7	12.4	15.2	2.27
169	10.0	13.5	25.3	8.26
170	11.0	14.1	26.0	17.18
171	12.1	13.5	17.8	3.43
172	13.1	14.1	20.5	20.00
173	14.1	13.5	20.1	20.00
174	15.2	14.1	20.3	20.00
175	16.2	13.5	19.8	20.00
176	17.3	14.1	20.5	20.00
177	18.3	13.5	20.7	20.00
178	19.3	14.1	20.9	20.00
179	20.4	13.5	18.0	20.00
180	21.4	14.1	22.1	20.00
181	22.4	13.5	21.8	20.00
182	23.5	14.1	22.1	20.00
183	24.5	13.5	22.0	20.00
184	25.5	14.1	21.5	20.00
185	26.6	13.5	21.0	20.00
186	27.6	14.1	23.1	20.00
187	28.7	13.5	22.0	20.00
188	29.7	14.1	18.5	1.78
189	30.7	13.5	17.7	1.82
190	10.0	14.6	26.3	14.90
191	11.0	15.2	21.5	20.00
192	12.1	14.6	21.0	20.00
193	13.1	15.2	21.2	20.00
194	14.1	14.6	20.7	20.00
195	15.2	15.2	20.9	20.00
196	16.2	14.6	20.4	20.00
197	17.3	15.2	21.1	20.00
198	18.3	14.6	21.3	20.00
199	19.3	15.2	21.5	20.00
200	20.4	14.6	22.0	20.00
201	21.4	15.2	22.9	20.00
202	22.4	14.6	22.5	20.00
203	23.5	15.2	22.0	20.00
204	24.5	14.6	21.7	20.00
205	25.5	15.2	21.3	20.00
206	26.6	14.6	24.1	20.00
207	27.6	15.2	23.1	20.00
208	28.7	14.6	19.0	1.85
209	29.7	15.2	18.5	2.02
210	30.7	14.6	17.8	1.99
211	10.0	15.7	22.1	20.00
212	12.1	15.7	21.7	20.00
213	14.1	15.7	21.3	20.00
214	16.2	15.7	21.0	20.00
215	18.3	15.7	21.8	20.00
216	20.4	15.7	22.5	20.00
217	22.4	15.7	23.1	20.00
218	24.5	15.7	21.4	20.00
219	26.6	15.7	24.0	20.00
220	28.7	15.7	19.0	2.22
221	30.7	15.7	18.1	2.17

ESTRATTO PERICOLOSITA' GEOLOGICA DA NUOVO PSC



AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA

G.4 - Pericolosità geologica molto elevata

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi

G.3 - Pericolosità geologica elevata

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; copri detritici su versanti con pendenze superiori al 25%

G.2 - Pericolosità geologica media

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%

G.1 - Pericolosità geologica bassa

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolativi

ESTRATTO SCHEDA DI FATTIBILITA' F18 DA PSC



FATTIBILITA' in relazione agli aspetti GEOLOGICI

- CLASSE FG2 - Fattibilità con normali vincoli
- CLASSE FG3 - Fattibilità condizionata
- CLASSE FG4 - Fattibilità limitata

FATTIBILITA' in relazione agli aspetti SISMICI

- Sn.. Indicazione della classe di fattibilità

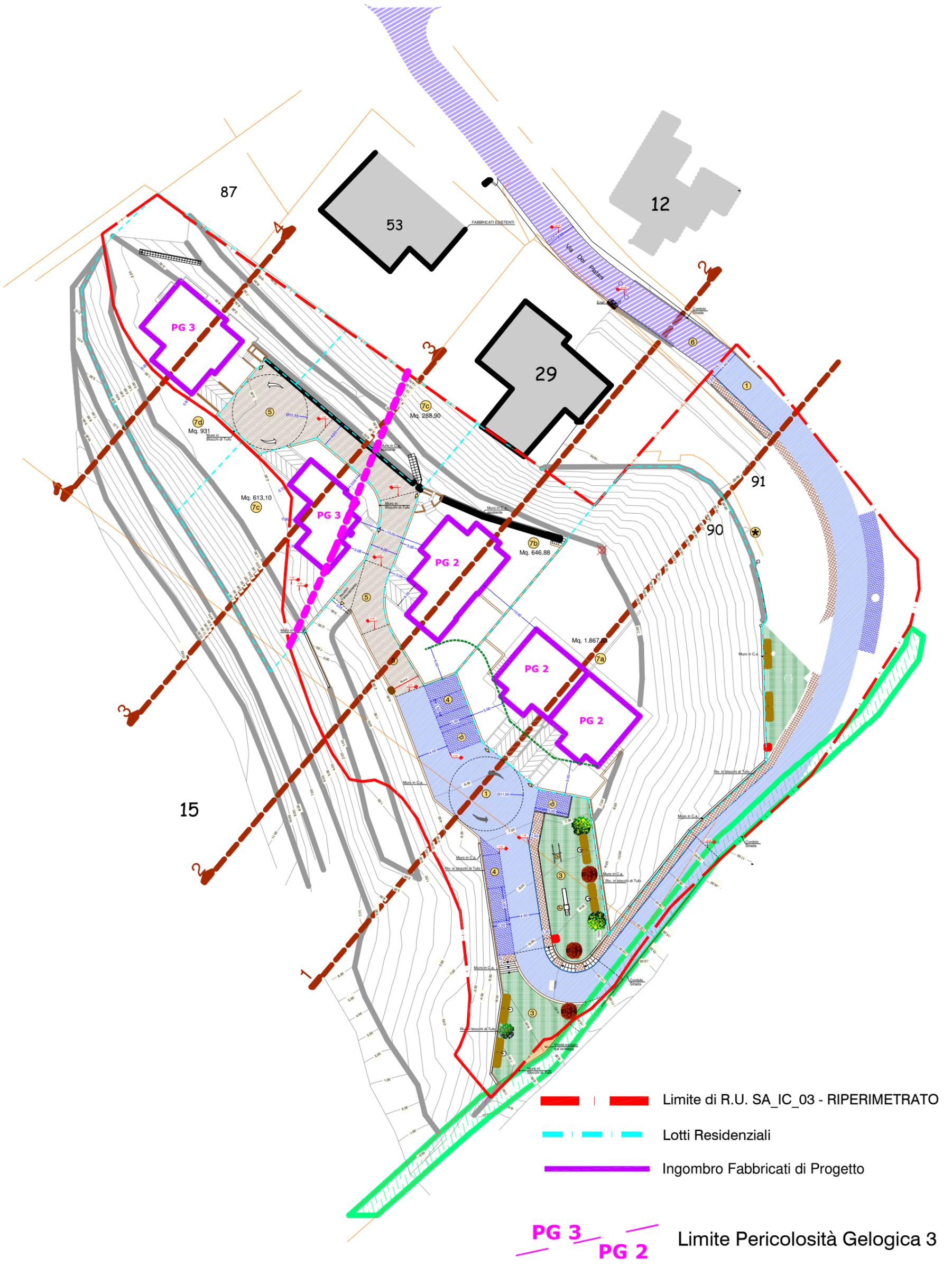
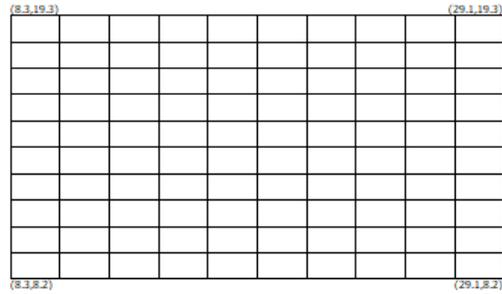
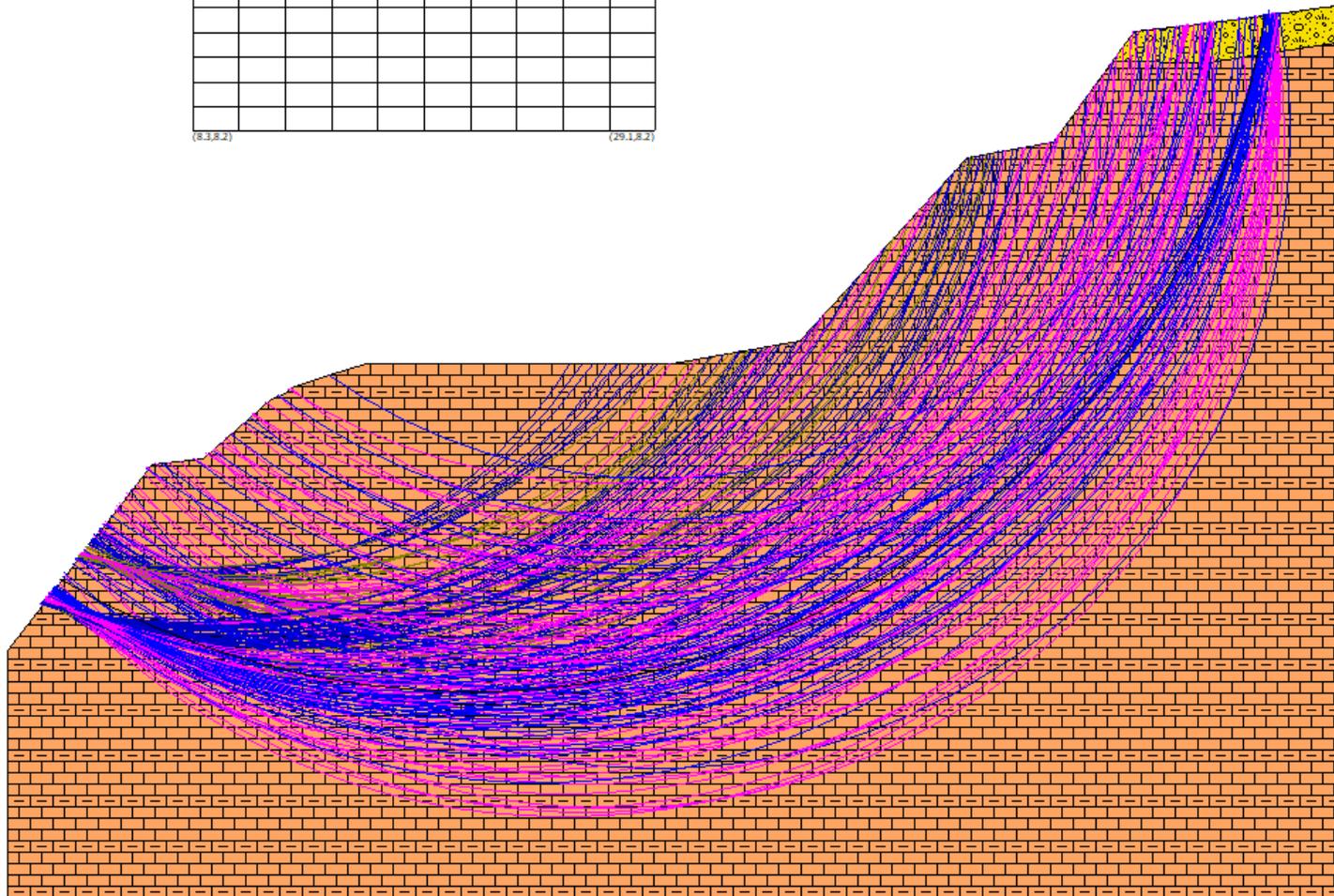


Tavola i4

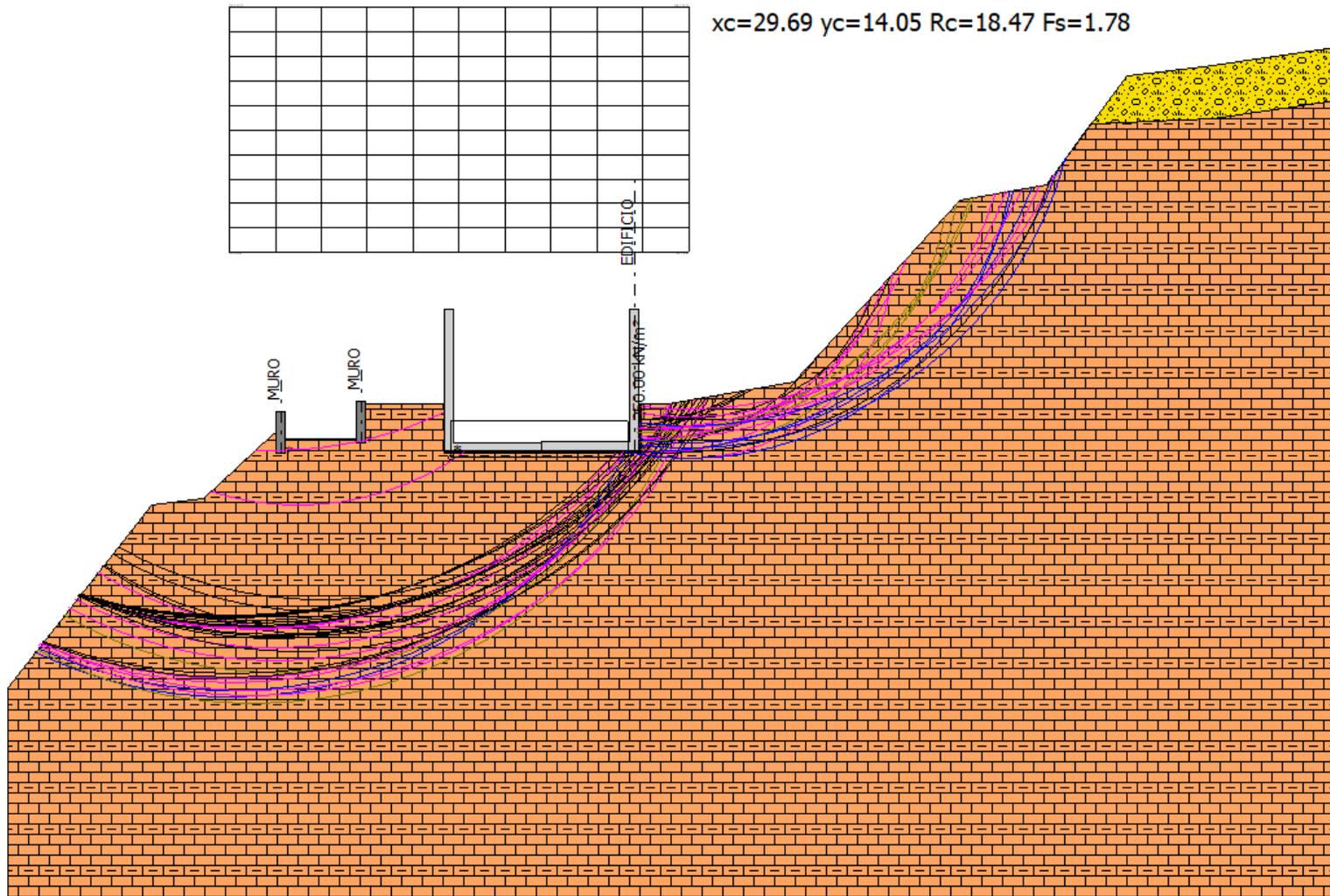
VERIFICA STABILITA' STATO ATTUALE



$x_c=20.77$ $y_c=19.26$ $R_c=36.12$ $F_s=1.84$



VERIFICA STABILITA' STATO MODIFICATO



SEZIONE CON OPERE DI MITIGAZIONE

