

ECO GEO ENGINEERING s.r.l.

Geologia ed Ingegneria ambientale

Via S. Angelo, 65

06032 Trevi (PG)

Tel. e fax 0742/381170

0742/780584

Trevi, 27/10/2015

COMUNE DI FOLIGNO

Provincia di Perugia

**PROGETTO DI COMPLETAMENTO DI UNA CAVA SITA IN LOC. MOANO
"EX CORNACCHINI S.R.L." ATTUALMENTE GESTITA DALLA DITTA
CONSORZIO RECUPERI**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMINERARIA

Committente: Consorzio Recupero s.r.l.

Il geologo
Dott. Claudio Bernetti



PREMESSA

Su commissione della ditta Consorzio Recuperi è stata redatta la seguente relazione per illustrare le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito oggetto del progetto di completamento.

L'indagine si è così articolata:

- Rilevamento delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche generali dell'area;
- Censimento dei punti d'acqua;
- Rilievo delle caratteristiche dei fronti di cava esistenti;
- Verifiche di stabilità dei fronti di scavo.

UBICAZIONE DELL'AREA

I terreni oggetto del presente progetto di riallineamento sono posti in loc. Moano nelle pendici collinari che si collocano tra Foligno e Trevi alla quota di circa 235 m s.l.m..

Essi sono censiti al foglio 256 con le particelle n. 81, 82, 125, 154, 207 e 250 (frazionamento della part. 81) nel N.C.T. del Comune di Foligno.

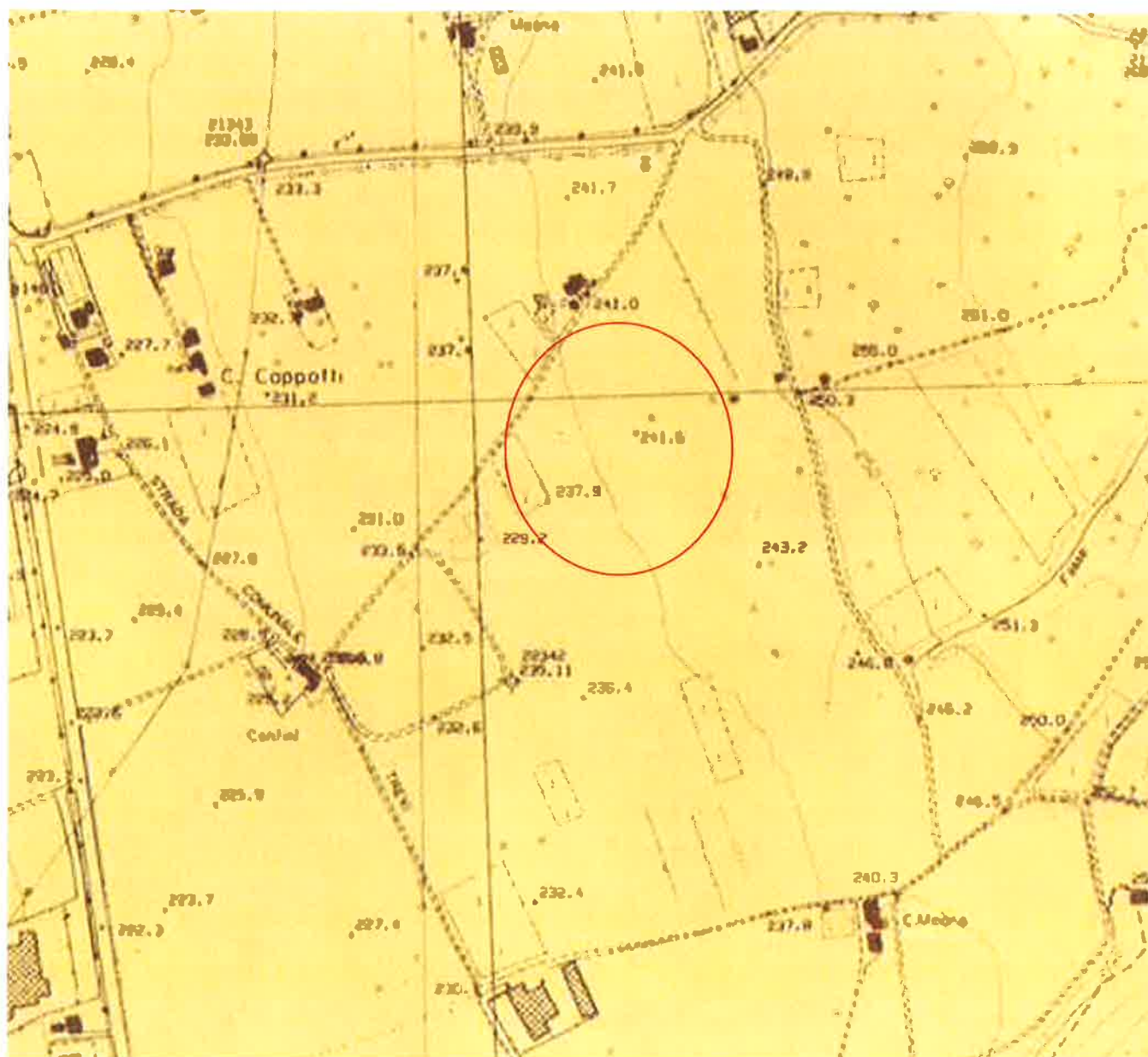
Nella cartografia IGM essi si trovano al confine tra le Tavole "FOLIGNO" I° N.O. e "TREVI" I° S.O. del foglio 131 della carta d'Italia mentre in cartografia CTR essi sono compresi nella Sezione n° 324050 - SANT'ERACLIO.

L'uso prevalente dei terreni nell'area in oggetto è agricolo e a tale uso essi dovranno tornare una volta terminata la ricomposizione ambientale.



Immagine aerea dell'area di cava (maggio 2015)- in giallo la parte oggetto di completamento

UBICAZIONE DELL'AREA



Stralcio delle CTR Regionale scala 1:10.000 sezione Sant'Eraclio n° 524050

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La morfologia dell'area vasta riflette le condizioni geologiche e l'articolazione topografica dell'area in esame.

Le linee fondamentali dell'assetto geomorfologico sono caratterizzate soprattutto dalla presenza dei terreni di natura sedimentaria, d'origine fluviale, localmente terrazzati e depositatesi nel Pleistocene. Si tratta di una formazione di ghiaie, sabbie e argille, con debole immersione verso sud, sudovest.

Localmente questi depositi sono strettamente connessi al corso del paleo-Fosso Rio, affluente di sinistra del Fiume Topino, che qui ha creato una conoide che interessa un'ampia zona marginale della Valle Umbra folignate.

Al margine orientale di detti depositi affiorano le prime propaggini dell'Appennino Umbro-Marchigiano, costituito localmente da formazioni carbonatiche.

Tra queste due formazioni sono interposte le citate coltri detritiche di conoide, di elevata potenza e che, proprio ai margini di quest'area, danno origine a frequenti eteropie di facies.

Tutto l'insieme dei caratteri denota chiaramente la giovinezza dell'assetto morfologico.

L'intervento antropico, attraverso l'attività di coltivazione agricola, di alcune attività estrattive e di costruzione di fabbricati rurali e, recentemente, abitazioni per civili abitazioni (in prevalenza ville monofamiliari o a schiera), ha nel tempo notevolmente interessato la zona in esame, pur conservando i caratteri propri del lembo originario della pianura.

Nello specifico, l'area d'intervento è posta in una zona distante sia dal margine sponale sinistro del Fiume Topino che dei suoi principali affluenti, pertanto non rientra in area a rischio di esondazione, come anche riscontrabile dalla cartografia tematica riguardante il rischio idraulico delle aree.

Il quadro geomorfologico fluviale descritto è riscontrabile anche dalla lettura del seguente stralcio della Carta Geologica dell'Umbria.

Come si evince dalla lettura incrociata delle risultanze dei sopralluoghi e delle osservazioni lungo le pareti di scavo, non sono stati rilevati segni di dissesti in atto e in preparazione, come erosioni superficiali diffuse e concentrate, crolli localizzati di piccola entità.

Pertanto, data la situazione morfologica non sussistono rischi di tal natura e non saranno necessari particolari interventi di regimazione delle acque superficiali che data la natura permeabile dei sedimenti, si infiltrano rapidamente nel sottosuolo.

Sotto il profilo della idrografia di superficie non si segnalano vie di scorrimento di alcun tipo; l'assenza di fosse e fossati sta ad indicare la elevata capacità di assorbimento della coltre detritica della conoide.

Sotto l'aspetto geomorfologico il completamento del progetto avrà praticamente impatto nullo in quanto la ricomposizione ambientale prevista comporterà il proseguimento della attività agricola nell'area (uso seminativo).

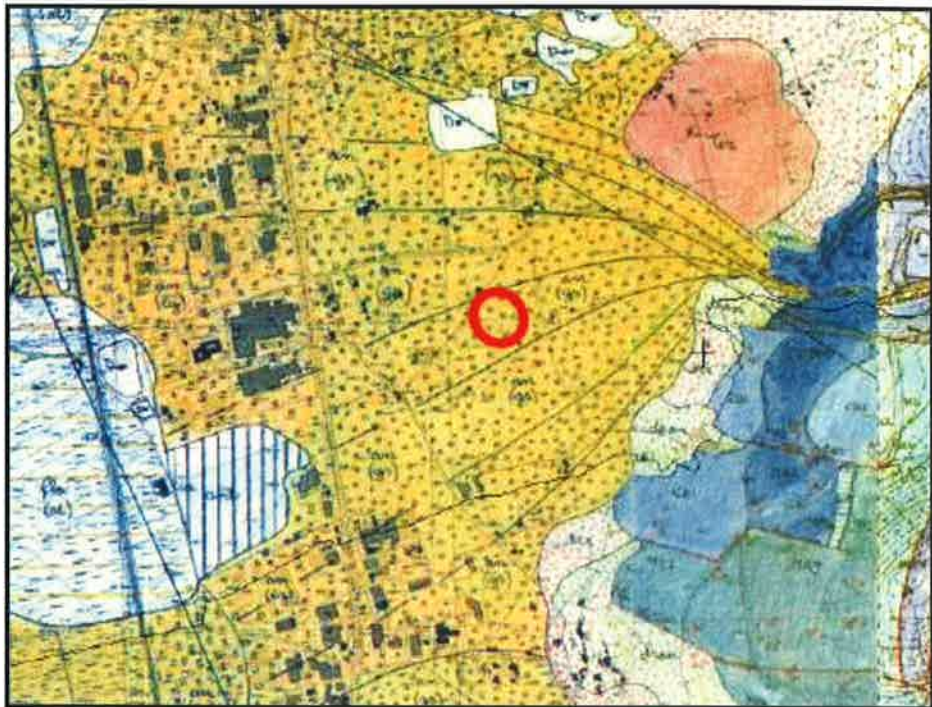


Fig. 7.22: Stralcio della carta geologica dell'Umbria (scala modificata 1:20.000)
In giallo la conoide del Fosso "Il Rio", le cui ghiaie e sabbie sono d'interesse estrattivo

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Come accennato, dal punto di vista idrologico l'area è ubicata tra il F. Topino e il suo affluente Fosso Rio ed appartiene al sottobacino "Topino-Marroggia" della Valle Umbra.

In particolare, occupa la parte terminale di una debole conoide del paleo-Fosso Rio, che si pone in prossimità delle alluvioni più marginali del Fiume Topino. Il drenaggio dell'area avviene essenzialmente lungo le canalette delle vie di comunicazione.

Il margine orientale della valle è caratterizzato dalle formazioni carbonatiche della Serie Umbro-Marchigiana che sono a contatto con i depositi alluvionali in genere mediante interposizione di spesse coltri detritiche.

Queste forniscono una consistente ricarica laterale all'acquifero.

Inoltre i terreni presenti nell'area, sia affioranti che sepolti, presentano un elevato livello di permeabilità.

In via di massima, in questo tratto della Valle Umbra Sud i terreni possono essere suddivisi in 4 classi di permeabilità:

Formazioni carbonatiche della Umbro-Marchigiana: $10^{-1} > K > 10^{-2}$ cm/s

Formazione della Marnoso-Arenacea: $10^{-3} > K > 10^{-5}$ cm/s

Sedimenti fluvio-palustri (sabbioso-ghiaiosi): $10^{-2} > K > 10^{-4}$ cm/s

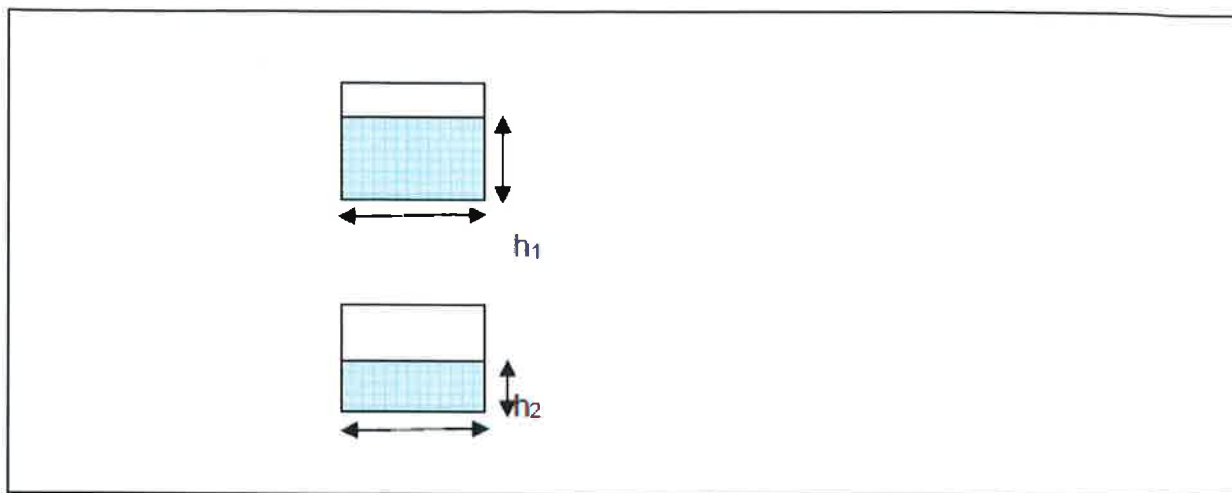
Depositi di conoide (ghiaioso-sabbiosi): $10^{-1} > K > 10^{-3}$ cm/s

Per meglio definire il livello di assorbimento e permeabilità in sito, è stata eseguita una Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale, secondo lo standard A.G.I. 1977.

La prova è stata ripetuta per 2 volte e i risultati sono stati mediati per ottenere un valore di permeabilità più attendibile. Di seguito i dati, già mediati, della prova eseguita ed i relativi risultati ottenuti.

Nella Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale si ha:

$$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + (2h_m/b)}{27 \cdot (h_m/b) + 3}$$



	Prova 1	Prova 2
h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)	28	25
h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)	15	11
t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h ₂ : min.)	0.11	0.14
h_m (altezza media tra h ₁ e h ₂ : cm)	21.5	18
b (lato della base del pozzetto: cm)	30	30
K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)	0.2144	0.1910

Ciò premesso, in funzione degli obiettivi del presente studio, si rileva che:

- Nell'area in oggetto affiorano depositi ghiaiosi in matrice prevalentemente sabbiosa per spessori stimabili oltre o 40 metri;
- Non si osservano risorgive d'acqua nelle zone circostanti l'area in oggetto;
- Gli unici pozzi presenti nelle aree circostanti, si trovano alcune centinaia di metri a valle della zona di intervento ed hanno quota piezometrica al di sotto dei 30 metri; Quindi eseguite le dovute correlazioni, la quota piezometrica al di sotto dell'area di intervento si trova sicuramente a profondità superiori ai 60 m dal piano di campagna.

Pertanto visto che la profondità di scavo massima sarà contenuta in 15 metri dal piano di campagna non si rilevano potenziali interferenze tra le operazioni di scavo e la falda acquifera.

Resta implicito che dovranno essere rispettate tutte le norme di sicurezza per evitare sversamenti di olii e/o combustibili all'interno dell'area di cava e che le manutenzioni dei mezzi dovranno essere effettuate al di fuori dell'area stessa.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE DEL MATERIALE ESTRATTO

Per la definizione delle caratteristiche geologiche è stato eseguito un rilevamento, agevolato dal fatto che gli scavi attualmente aperti della cava offrono visuale sui sedimenti di una ampia porzione del sottosuolo.

La zona, sotto il profilo geologico, è situata nel raccordo tra la catena appenninica ad est di esse, e la piana alluvionale ad ovest.

Nella catena appenninica affiora la serie carbonatica umbro marchigiana e nella caso specifico è affiorante la formazione del Calcare Massiccio.

Nella pianura alluvionale sono presenti i sedimenti fluviali e fluviopalustri che rappresentano il colmamento dell'antico lago tiberino.

Quindi ci troviamo in un ambiente di transizione ove il trasporto solido è stato legato all'azione del paleo fosso "Il Rio" caratterizzato da energie di trasporto molto elevate.

Si tenga presente che si trovano il prevalenza sedimenti con granulometria abbastanza grossolana e con ciottoli anche superiori ai 10 cm.

La forma dei clasti, tipicamente sub-arrotondata denota un trasporto abbastanza breve durante il quale i clasti non hanno avuto il tempo di subire una trasformazione profonda nella loro forma.

I livelli che sono visibili in affioramento, marcati da variazioni nella granulometria dei sedimenti, testimoniano periodi di piena e di magra del torrente "Il Rio" e periodi di alluvione vera e propria.

La natura dei clasti presenti è essenzialmente calcarea e le percentuali di terreni limosi sono generalmente inferiori al 10%.

Sotto il profilo geotecnico il materiale estratto dalla cava può essere usato tal quale senza bisogno di subire lavorazione (frantumazione, lavaggio ecc..).

Si tratta nella gran parte di materiali appartenenti alla categoria A₂₋₄ della classificazione UNI-CNR 10006 che sono adatti alla manutenzione delle strade, alla realizzazione dei corpi di rilevato stradale o per piazzali, rinterri di manufatti.

Essendo una tipologia di materiale “povero”, ossia con un valore di mercato basso o molto basso, il suo impiego è limitato in un area di 20-30 km attorno all’area di cava in quanto distanze più elevate comporterebbero una forte incidenza dei costi di trasporto.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche delle ghiaie in posto occorre precisare che in affioramento è rilevabile una debole cementazione tra i clasti che compongono la pila detritica. In alcuni livelli la cementazione è molto evidente e conferisce al materiale una compattezza tale che esso non si presenta come sciolto.

In termini geotecnici si può quindi affermare che le ghiaie possiedono nel complesso, prima di essere scavate, una modesta coesione; tale coesione una volta che le ghiaie vengono scavate, scompare del tutto.

Pertanto, da quanto sopra, le caratteristiche geotecniche per la verifica della stabilità delle scarpate sono riportate nel seguente schema.

UNITA' LITOSTRATIGRAFICA: GHIAIE FLUVIALI POCO EVOLUTE

Tabella parametri fisici

	γ (Kn/mc)	W %	Sr %	e	Dr (%)	LL %	IP	D 10	U
N.									
v. medio									
Dev. Std.									
Min	18				40				
Max.	19				60				

Tabella parametri meccanici

	OCR	C'p	Φ 'p	C'r	Φ 'r	C'	Φ	Cu	
N.									
v. medio									
Dev. Std.									
Min			40°			0.2 kg/cmq			
Max.			45°			0.5 kg/cmq			

N.: numero di valori
 OCR: grado di sovraconsolidazione
 C'p: coesione efficace di picco (Kpa)
 Φ 'p: angolo d'attrito efficace (°)
 C'r: coesione efficace residua (Kpa)
 Φ 'r: angolo d'attrito efficace
 C: coesione in termini di tensioni totali (Kpa)
 Φ : angolo d'attrito in termini di tensioni totali (°)
 Cu : coesione non drenata (Kpa)

γ : peso di volume naturale
 W: contenuto in acqua naturale
 Sr: grado di saturazione
 E: indice dei vuoti
 Dr: densità relativa
 LL: limite di liquidità
 IP: Indice di plasticità
 D10: diametro efficace (passante al 10%)
 U: coeff. di uniformità (rapporto passanti 60 e 10% = D60/D10)

I calcoli relativi alle verifiche di stabilità eseguite per le scarpate di progetto, forniscono valori del coefficiente di sicurezza calcolato in condizioni sismiche, pari a $F_s=1.47$, con parametri geotecnici non ridotti, e $F_s=1.18$ con parametri geotecnici ridotti (ad esempio durante intensi fenomeni atmosferici).

VOLUMI RESIDUI DA SCAVARE E OPERE DI RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE

Per quanto attiene i volumi ancora da scavare si fa presente che il completamento dello scavo è previsto in un'unica fase in quanto l'ex Zona 3 del vecchio progetto è già quasi totalmente scavata ed in corso di recupero ambientale.

Inoltre anche la ex Zona 4 ha subito delle modifiche per realizzarvi la pista di accesso necessaria per la coltivazione della Zona 3.

Pertanto l'escavazione verrà condotta in un'unica soluzione riambientando la cavità della ex Zona 3 e contemporaneamente escavando la ex Zona 4.

I volumi residui da scavare sono valutabili in circa 40.000 mc mentre i riporti di terreno necessari alla ricomposizione ambientale sono circa 65.000 mc.

Per il tombamento della cavità dovranno essere utilizzate rocce e terre da scavo prive di contaminanti ed idonee al riutilizzo in aree agricole.

Per il ripristino del piano campagna verrà utilizzato terreno vegetale per uno spessore di 50 cm, come previsto nell'originario progetto approvato.

CONCLUSIONI

Gli studi effettuati risulta che l'area oggetto del presente studio non presenta alcun impedimento di natura geologica, geomorfologica o idrogeologica in merito all'utilizzo previsto che sarà quello di escavazione di materiale inerte tal quale senza lavorazioni.

Le attività previste sono compatibili con la destinazione urbanistica dell'area e con il quadro vincolistico della stessa.

Le verifiche della stabilità delle pareti di scavo confermano, come d'altra parte osservato in numerosi anni di esercizio, che le scarpate previste in progetto sono in condizioni di stabilità con fattori di sicurezza più che accettabili.

La ricomposizione ambientale definitiva, prevista con uno strato finale di almeno 50 cm di terreno vegetale (che già si trova stoccato nell'area in attesa di utilizzo), consentirà di restituire l'area all'uso agricolo senza impatti paesaggistici ed ambientali.



ORDINE DEI GEOLOGI
DOTT. GEOLOGO
BERNETTI CLAUDIO
ALBO
128
REGIONE ABRUZZO

Claudio Bernetti

Relazione di calcolo – Cava sita in loc. Moano Esercente: Consorzio Recuperi s.r.l.

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:

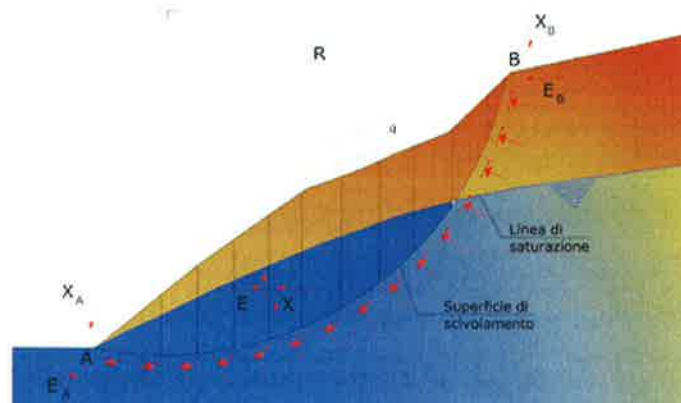
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido 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 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.

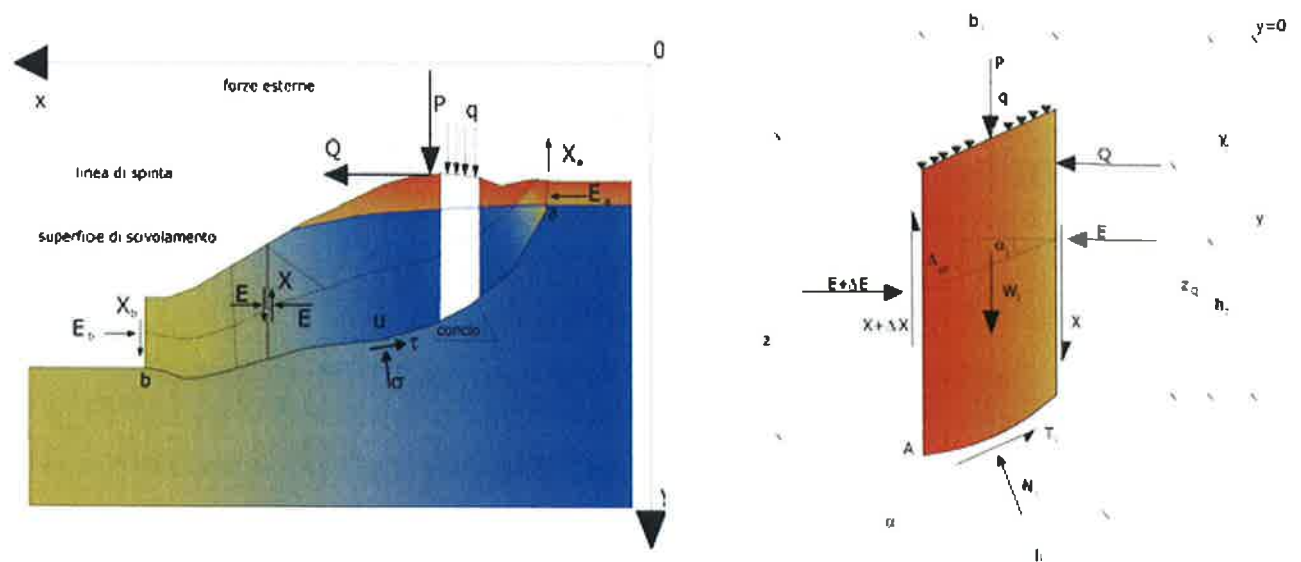
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di 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.

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

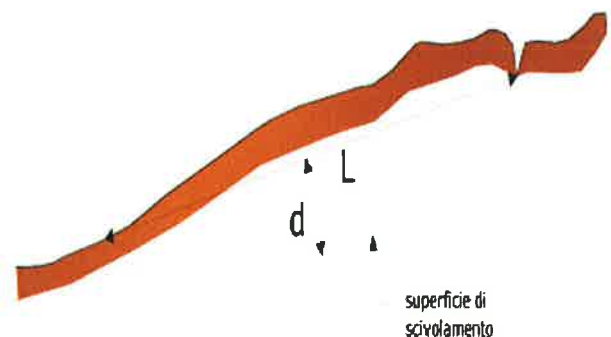
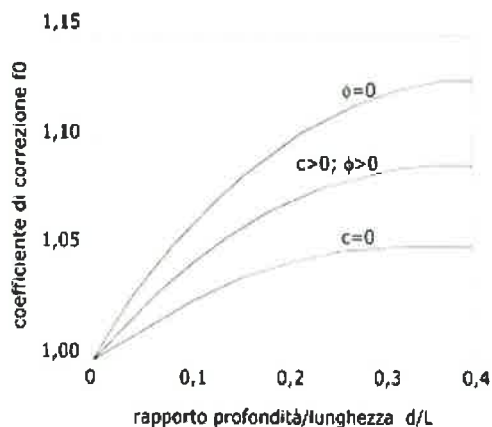


Azioni sul concio i -esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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.



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

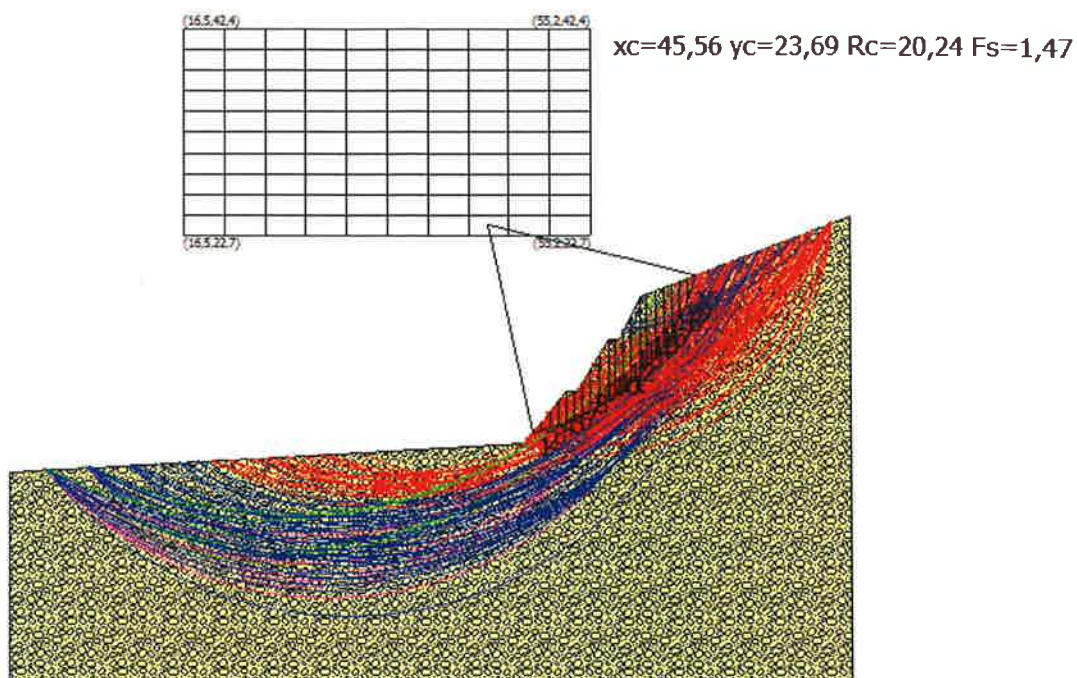
In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

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×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 - Sezione 1

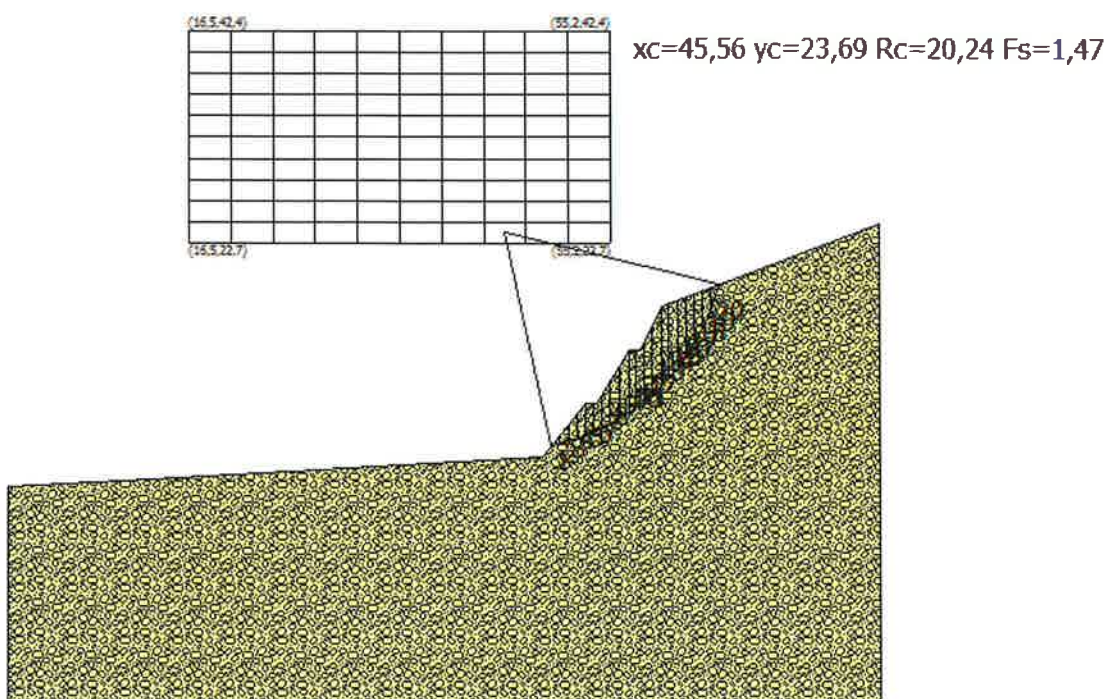
Cava Cornacchini - Loc. Moano (Foligno Pg)



VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 - Sezione 1

Cava Cornacchini - Loc. Moano (Foligno Pg)



VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 Sezione 1

Cava Consorzio Recupero s.r.l. - Loc. Moano (Foligno Pg)

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	42,915676/12,734518
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
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	16,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,71 m
Ascissa vertice destro superiore xs	55,25 m
Ordinata vertice destro superiore ys	42,38 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:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,72	2,41	0,27
S.L.D.	50,0	0,92	2,35	0,28
S.L.V.	475,0	2,26	2,41	0,31
S.L.C.	975,0	2,87	2,42	0,33

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.	0,864	0,2	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.V.	2,6619	0,28	0,076	0,038
S.L.C.	3,2049	0,28	0,0915	0,0458

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018

Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,02
2	48,88	2,81
3	52,89	7,82
4	53,89	7,82
5	56,89	12,82
6	57,89	12,82
7	59,89	16,82
8	79,83	24,52

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	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata(kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Litologia
1	0,20		40,00	1900,00	ghiaie debolmente cementate

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,47
Ascissa centro superficie	45,56 m
Ordinata centro superficie	23,69 m
Raggio superficie	20,24 m

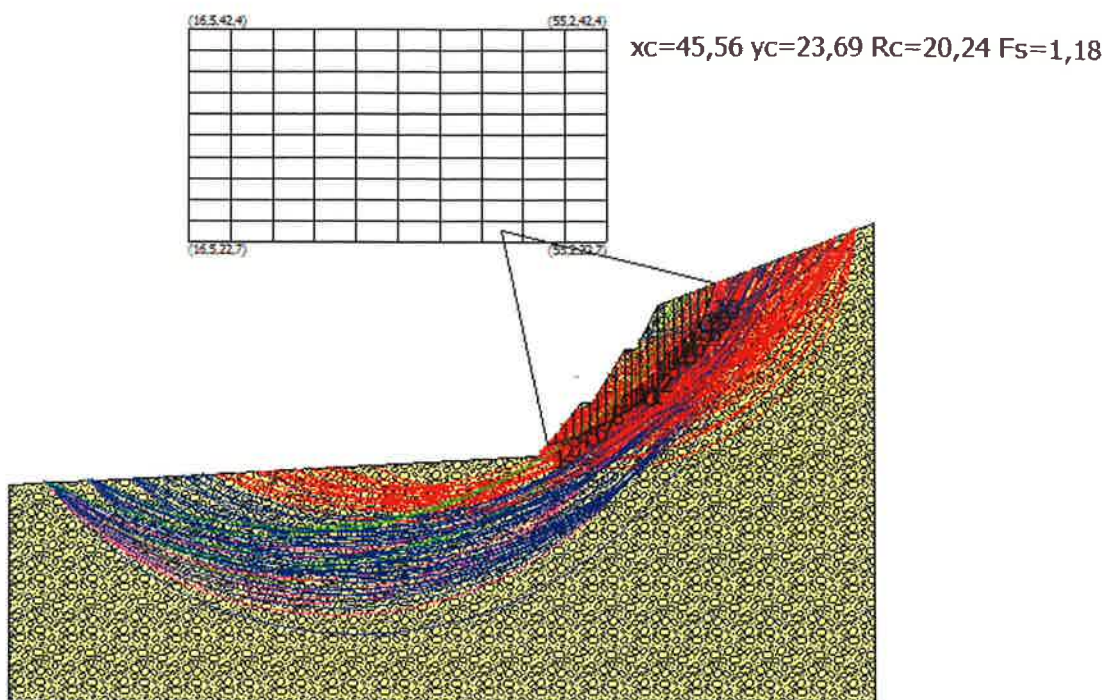
$$x_c = 45,564 \quad y_c = 23,694 \quad R_c = 20,236 \quad F_s = 1,47$$

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	0,77	13,1	0,79	584,03	10,51	5,26	0,2	40,0	0,0	308,3	1289,0
2	0,77	15,3	0,8	1716,71	30,9	15,45	0,2	40,0	0,0	1281,0	1888,6
3	0,77	17,6	0,81	2800,89	50,42	25,21	0,2	40,0	0,0	2191,7	2469,6
4	0,82	20,0	0,87	4082,19	73,48	36,74	0,2	40,0	0,0	3241,2	3226,1
5	0,73	22,3	0,79	3937,48	70,87	35,44	0,2	40,0	0,0	3091,6	3066,6
6	0,77	24,7	0,85	3977,14	71,59	35,79	0,2	40,0	0,0	3047,0	3186,2
7	0,77	27,1	0,87	5319,38	95,75	47,87	0,2	40,0	0,0	4157,3	3991,2
8	0,77	29,6	0,89	6600,02	118,8	59,4	0,2	40,0	0,0	5214,1	4811,3
9	0,95	32,4	1,13	9792,09	176,26	88,13	0,2	40,0	0,0	7799,0	7090,6
10	0,59	35,1	0,73	6421,86	115,59	57,8	0,2	40,0	0,0	5107,5	4766,2
11	0,77	37,5	0,97	7620,48	137,17	68,58	0,2	40,0	0,0	5973,4	5963,7
12	0,77	40,3	1,01	8919,23	160,55	80,27	0,2	40,0	0,0	7093,2	7112,4
13	0,86	43,4	1,18	11399,31	205,19	102,59	0,2	40,0	0,0	9201,3	9441,3
14	0,69	46,5	1,0	9379,53	168,83	84,42	0,2	40,0	0,0	7617,2	8280,1
15	0,77	49,6	1,19	9793,71	176,29	88,14	0,2	40,0	0,0	7904,6	9458,4
16	0,77	53,1	1,29	8814,21	158,66	79,33	0,2	40,0	0,0	7015,6	9583,0
17	0,77	56,9	1,42	7632,56	137,39	68,69	0,2	40,0	0,0	5877,4	9677,0
18	0,77	61,2	1,61	6180,44	111,25	55,62	0,2	40,0	0,0	4346,2	9683,1
19	0,77	66,2	1,92	4331,37	77,96	38,98	0,2	40,0	0,0	2103,4	9430,4
20	0,77	72,6	2,58	1790,31	32,23	16,11	0,2	40,0	0,0	-1847,9	8200,5

VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 - Sezione 1

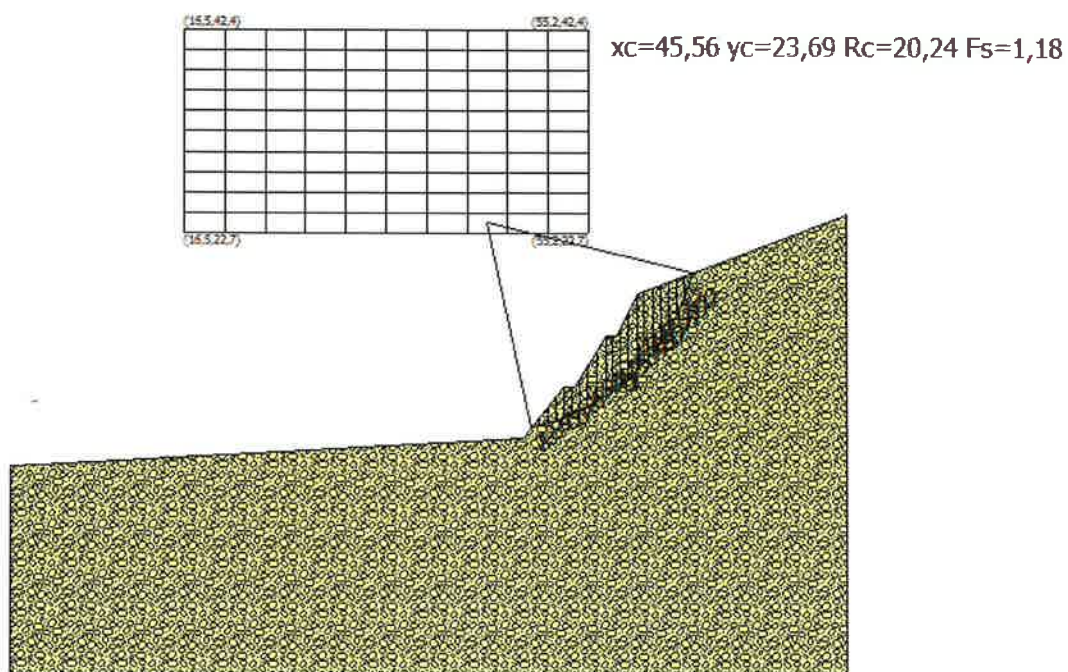
Cava Cornacchini - Loc. Moano (Foligno Pg)



VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 - Sezione 1

Cava Cornacchini - Loc. Moano (Foligno Pg)



VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Zona 4 Sezione I

Cava Cornacchini - Loc. Moano (Foligno Pg)

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	42,915676/12,734518
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
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	16,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,71 m
Ascissa vertice destro superiore xs	55,25 m
Ordinata vertice destro superiore ys	42,38 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:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,72	2,41	0,27
S.L.D.	50,0	0,92	2,35	0,28
S.L.V.	475,0	2,26	2,41	0,31
S.L.C.	975,0	2,87	2,42	0,33

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.	0,864	0,2	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.V.	2,6619	0,28	0,076	0,038
S.L.C.	3,2049	0,28	0,0915	0,0458

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,018
Coefficiente azione sismica verticale	0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,02
2	48,88	2,81
3	52,89	7,82
4	53,89	7,82
5	56,89	12,82
6	57,89	12,82
7	59,89	16,82
8	79,83	24,52

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)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Litologia
I	0,20	40,00	1900,00	ghiaie debolmente cementate

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,18
Ascissa centro superficie	45,56 m
Ordinata centro superficie	23,69 m
Raggio superficie	20,24 m

$$x_c = 45,564 \quad y_c = 23,694 \quad R_c = 20,236 \quad F_s = 1,177$$

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	0,77	13,1	0,79	584,03	10,51	5,26	0,16	33,9	0,0	308,5	1288,2
2	0,77	15,3	0,8	1716,71	30,9	15,45	0,16	33,9	0,0	1281,3	1887,4
3	0,77	17,6	0,81	2800,89	50,42	25,21	0,16	33,9	0,0	2192,1	2468,0
4	0,82	20,0	0,87	4082,19	73,48	36,74	0,16	33,9	0,0	3241,9	3224,1
5	0,73	22,3	0,79	3937,48	70,87	35,44	0,16	33,9	0,0	3092,3	3064,7
6	0,77	24,7	0,85	3977,14	71,59	35,79	0,16	33,9	0,0	3047,8	3184,3
7	0,77	27,1	0,87	5319,38	95,75	47,87	0,16	33,9	0,0	4158,4	3988,9
8	0,77	29,6	0,89	6600,02	118,8	59,4	0,16	33,9	0,0	5215,5	4808,5
9	0,95	32,4	1,13	9792,09	176,26	88,13	0,16	33,9	0,0	7801,1	7086,7
10	0,59	35,1	0,73	6421,86	115,59	57,8	0,16	33,9	0,0	5109,0	4763,7
11	0,77	37,5	0,97	7620,48	137,17	68,58	0,16	33,9	0,0	5975,3	5960,5
12	0,77	40,3	1,01	8919,23	160,55	80,27	0,16	33,9	0,0	7095,5	7108,7
13	0,86	43,4	1,18	11399,31	205,19	102,59	0,16	33,9	0,0	9204,5	9436,7
14	0,69	46,5	1,0	9379,53	168,83	84,42	0,16	33,9	0,0	7620,0	8276,2
15	0,77	49,6	1,19	9793,71	176,29	88,14	0,16	33,9	0,0	7907,8	9454,2
16	0,77	53,1	1,29	8814,21	158,66	79,33	0,16	33,9	0,0	7018,9	9578,9
17	0,77	56,9	1,42	7632,56	137,39	68,69	0,16	33,9	0,0	5880,6	9673,1
18	0,77	61,2	1,61	6180,44	111,25	55,62	0,16	33,9	0,0	4349,4	9679,5
19	0,77	66,2	1,92	4331,37	77,96	38,98	0,16	33,9	0,0	2106,2	9427,3
20	0,77	72,6	2,58	1790,31	32,23	16,11	0,16	33,9	0,0	-1845,8	8198,3