

REGIONE SICILIA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI AGRIGENTO
COMUNE DI RIBERA

PROGETTO
PER IL RECUPERO AMBIENTALE DI AREA DEGRADATA
SITA IN C.DA CIRIO'-S. ROSALIA
FOGLIO DI MAPPA N.8 PARTICELLE 83-109-131-326

ALLEGATO:
RELAZIONE GEOMECCANICA

ALLEGATO N. 10

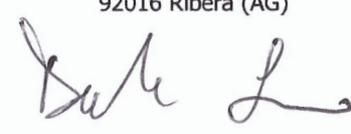
PROGETTISTI:


ARCH. FRANCESCO FIORINO
VIA PASCIUTA, 7 RIBERA
TEL. 328/6776968


ING. DANIELE FIORINO
VIA CANDELA, 16 RIBERA
Tel 327 586591

COMMITTENTE:

FEAS
Di Daniele Fiorino,
Via Candela 16
92016 Ribera (AG)



DATA: 05/04/2018

RELAZIONE GEOMECCANICA SUL FRONTE ROCCIOSO SITO IN RIBERA C/DA CIRIÒ SANTA ROSALIA.

PREMESSA

Il presente elaborato tecnico è parte integrante dello studio relativo al progetto di recupero ambientale di un'area degradata, probabilmente mutata da prelievi antropici avvenuti in tempi non recenti sita nel territorio comunale di Ribera in provincia di Agrigento in C/da Ciriò Santa Rosalia contraddistinte dalle particelle:

- part. n° 109 di mq. 2980
- part. n° 326 di mq. 2190
- part. n° 131 di mq. 4200
- part. n.° 83 di mq. 1390

Nel primo capitolo della presente relazione verrà analizzato il sito oggetto di coltivazione dal punto di vista delle caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche del settore di versante in progetto. Nel corso degli specifici sopralluoghi è stato condotto un rilevamento di tipo geologico-geomorfologico che ha permesso di delineare l'assetto litostratigrafico del settore in esame; in un secondo tempo, le osservazioni di terreno sono state approfondite ed integrate mediante la consultazione della bibliografia specifica. Nel secondo capitolo verrà approfondito l'aspetto geotecnico con il calcolo dei parametri fondamentali. Nel terzo capitolo verranno descritti ed analizzati i dati ottenuti dalle indagini di terreno effettuate e successivamente saranno esposte le metodologie adottate attraverso la caratterizzazione geomeccanica esposta da Romana e Beniawsky, con i risultati relativi alla caratterizzazione dei fronti rocciosi in progetto.

1 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL SITO

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di coltivazione è ubicata nel territorio comunale di Ribera (AG), il sito si trova in uno stato degradato ed è posto a circa 1,2 km a Sud/Sud-Ovest dell'abitato appena citato.

1.2 ASPETTI GENERALI GEOMORFOLOGICI

L'area in esame è ubicata nel territorio comunale di Ribera, la zona mostra un andamento tormentato ed eroso, sia perché in tempi geologici remoti è stata interessata da spinte

tangenziali, sia perché in tempi relativamente recenti è stata oggetto di prelievi in forma discontinua o disordinata; per cui si presenta nel suo insieme fortemente accidentata e addirittura caotica, poiché la presenza di terreni plastici e semirigidi a determinato in un primo tempo piegamenti e fratture e successivamente processi erosivi intensi.

Si rileva infatti la presenza, nelle aree adiacenti e nel circondario di diverse linee d'impluvio che si dipartono in varie direzioni e che poi convergono in un'unica asta principale verso le quote pianeggianti, dove scorre il fiume Verdura.

Questi impluvi in alcuni punti vi anno trovato facile appiglio, per la presenza di materiale incoerente, esercitando un'azione di degrado continua con trasporto di materiale e conseguente formazione di vere e proprie nicchie erosivi o burroni.

La zona essendo priva di vegetazione arborea allo stato attuale si presenta desolata, con la presenza in superficie di cumuli di sabbia rimossa e stratarelli discontinui di conglomerati, di varie forme e dimensioni.

Dal sopralluogo si nota anche un mantello di alterazione e di deposito di spessore variabile che rappresenta il risultato dell'azione di degrado, che appunto interessa la zona.

In alcuni punti si nota la presenza di pareti verticali variamente fratturate e intaccate, quasi verticali, formatesi esclusivamente per interventi antropici in tempi andati.

Trattandosi di un complesso elastico e permeabile si ritiene che esso possa assorbire le acque piovane che, penetrando in profondità potrebbero consentire la formazione di una probabile falda idrica sotterranea.

E' infatti attendibile l'ipotesi che le acque vengano frenate dalle argille sottostanti, tenuto conto dell'estensione del bacino superficiale di raccolta, che è piuttosto esiguo, e dallo spessore delle sabbie che è limitato.

La probabile falda esistente in profondità, più che interessare il nostro terreno, interessa quelli limitrofi interni, in direzione nord-est.

Infatti, la massa sabbiosa-calcarenitica, ce ingloba la nostra zona, si estende molto in lunghezza e nella direzione nord-est, dove presumibilmente aumenta anche lo spessore.

Per questa sistemazione geomorfologica, si è d'avviso ce la probabile falda, sempre che esista, in profondità al contatto con le argille, non subirà alcuna variazione, in quanto potrà avere la sua sede naturale nella zona interna, oltre le particelle interessate della cava da recuperare e non sarà turbata dal progetto di recupero ambientale.

Si ribadisce ancora che trattasi di probabile falda di poca entità, perché non ci sono le condizioni geomorfologiche che danno adito ad un vero è proprio bacino di raccolta, e l'andamento del terreno consente un adeguato deflusso delle acque verso il fiume verdura.

Alla luce di queste considerazioni affermiamo che nessun turbamento di carattere idrogeologico si avrà all'interno dell'area sottoposta al progetto di recupero, e quindi l'equilibrio idrogeologico esistente sarà mantenuto, per quello che in atto la zona possiede.

Nello stesso tempo il progetto di recupero ambientale consentirà di dare una pendenza ottimale, in modo che le acque piovane possano defluire agevolmente verso la zona centrale in direzione ovest ed essere smaltite in un impluvio esistente.

Esiste infatti un sistema idrografico superficiale, rappresentato dal fiume Verdura che è quindi sede di convogliamento di queste acque, solo nei periodi di piovosità e nel quale si riversano le varie linee di impluvio della zona in esame.

La natura dei terreni esaminati nel corso del rilevamento tecnico-geologico è da inserire in una successione cronostratigrafica normale che va dall'alto Pliocene al Quaternario recente nei depositi limoso-sabbiosi più superficiali.

Essa si è potuta desumere, oltre che dalle indagini di campagna, anche dall'osservazione dei numerosi saggi fatti in occasione di precedenti lavori.

Procedendo dall'alto verso il basso si assiste al passaggio dei termini limoso-sabbiosi con inclusioni di ciottoli calcarei di medie qualità meccaniche, ai depositi calcarenitici i quali sono seguiti da sabbie ed infine da un substrato argilloso il quale si rinviene a profondità variabile a causa della pendenza dell'altopiano.

Nei livelli superficiali si rileva talvolta la presenza di una lente di sedimenti conglomeratici e ciò si può facilmente osservare in vari punti dell'altopiano dove non sono ricoperti da sedimenti limoso-sabbiosi.

Sotto il profilo litologico i terreni affioranti vengono distinti, dal basso verso l'alto, nelle seguenti unità:

- Sabbie limoso-argillose. Si tratta di sabbie limose- argillose passanti ad argille marnose, ed affiorano vistosamente lungo le fiancate della Valle del fiume Verdura, dove l'azione erosiva è stata intensa nel tempo, ed ha messo in luce questo livello stratigrafico, che in atto risulta anche disseminato da olistoliti calcarenitici e detrito di falda.
- Formazione sabbioso calcarenitica. È costituita da sabbie che soprastanno alle dette "bancate calcarenitiche" cioè di una formazione sabbiosa fortemente cementata stratificata. Le sabbie si presentano in genere con inclusioni conglomeratiche e livelli calcarenitici, che caratterizzano una zona abbastanza estesa, che a tratti sono ricoperti anche da alluvioni attuali e recenti, ma in genere di spessore limitato.

- Detrito e/o Detrito di falda. Costituiti da sabbie sciolte e ghiaia, o di olistoliti calcarenitici staccatesi dalle pareti di natura calcarenitica, che sono state soggette a scoscendimenti.

2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini di un maggior approfondimento delle indagini, in occasione dei sopralluoghi effettuati è stato possibile individuare le litologie caratterizzanti il sito oggetto di coltivazione e le aree immediatamente circostanti. I dati necessari alla valutazione dei parametri meccanici dei terreni sono stati desunti da indagini visive, dall'esperienza maturata in interventi eseguiti in aree limitrofe in contesti del tutto simili a quello analizzato e dai dati di letteratura specifica. Quindi, i valori dei principali parametri utili per la caratterizzazione dei terreni vengono qui di seguito riportati:

- PESO SPECIFICO 1500 kg/mc
- COESIONE 266,35 KpA
- ANGOLO DI ATTRITO 31.63 °

3 LA CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI (Beniawsky, Romana)

PREMESSA

Con il termine ammasso roccioso si intende l'insieme di roccia intatta e piani di discontinuità; questi ultimi possono essere di qualsiasi natura ovvero discontinuità tettoniche, di alterazione, stratificazioni, ecc. La caratteristica che accomuna le discontinuità è una ridotta resistenza alla trazione e valori di resistenza al taglio inferiori rispetto alla roccia intatta. È evidente pertanto, come le caratteristiche di resistenza al taglio alla scala dell'ammasso roccioso siano funzione delle resistenze disponibili lungo i piani di discontinuità e dall'orientazione delle medesime nello spazio. Si deduce quindi come, per le analisi di stabilità degli ammassi rocciosi, il rilevamento geologico-tecnico sia fondamentale ai fini dell'individuazione delle superfici di discontinuità e per un'accurata descrizione delle loro caratteristiche. Per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso, sarà necessario quindi procedere innanzitutto con la suddivisione dell'area d'intervento in zone a geologia omogenea ovvero zone in cui le discontinuità presentano orientazione e caratteristiche omogenee. Nella fase successiva verranno definiti i parametri rappresentativi dell'ammasso roccioso per le diverse zone individuate e si procederà quindi con la valutazione, tramite delle classificazioni geo-meccaniche, dell'indice di qualità. Quest'ultimo fornisce utili indicazioni circa il comportamento dell'ammasso roccioso ed

alcuni accorgimenti sulle modalità di sviluppo dello scavo e di sostegno. Facendo riferimento alle raccomandazioni ISRM (International Society of Rock Mechanics, 1978), per ciò che concerne le metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose (sulla base di quanto osservato sugli affioramenti dell'ammasso roccioso e considerando le intersezioni delle discontinuità con la linea dello stendimento), i parametri che caratterizzano le discontinuità stesse sono: orientazione o giacitura, continuità o persistenza, resistenza delle superfici, riempimento, numero di sistemi, spaziatura, scabrezza, apertura, presenza d'acqua e dimensione dei blocchi.

Le classificazioni di Beniawsky e Romana consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano. La classificazione di Beniawsky si basa quindi sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

- A1 = resistenza a compressione uniassiale;
- A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);
- A3 = spaziatura delle discontinuità;
- A4 = condizioni delle discontinuità;
- A5 = condizioni idrauliche;

Da questi cinque parametri si ricava il **Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky)** e con le dovute correzioni apportate da **Romana** nel 1985 lo **Slope Mass Rating (SMR)**. L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMR}_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

3.1 VALORE DI A1

Il valore di A1 si può ricavare sia da prove di laboratorio (Point Load Test), sia da prove di campagna mediante sclerometro o da prove speditive (Standard ISRM), definendo la resistenza a compressione uniassiale S_u .

3.2 Standard ISRM

In una fase preliminare delle indagini, mancando prove di campagna o di laboratorio, il valore di S_u può essere stimata osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo.

Dalla risposta della roccia si possono ricavare i seguenti valori:

LA ROCCIA SI INCIDE CON L'UNGHIA O SI SBRICIOLO CON LE MANI		0.25 – 1 MPA
SI SBRICIOLO SOTTO I COLPI DELLA PUNTA, LASTRE SOTTILI SI ROMPONO CON FACILITÀ CON LE MANI		1 – 5 MPA
LA PUNTA LASCIA DEBOLI BUCHI, LASTRE SOTTILI SI ROMPONO CON FORTI PRESSIONI DELLE MANI		5 – 25 MPA
LA ROCCIA SI FRATTURA CON UN COLPO		25 – 50 MPA
SI FRATTURA DOPO DUE-TRE COLPI		50 – 100 MPA
SI FRATTURA SOLO DOPO MOLTI COLPI		100 – 200 MPA
SI SCHEGGIA SOLAMENTE		> 200 MPA

Dal rilievo di campagna si ottiene S_u Pari a 25 MPa.

Definita la resistenza a compressione S_u è possibile ricavare il valore del primo parametro A1.

Utilizzando la procedura dello Standard ISRM si usa la tabella proposta da Beniauskas nell'ultima versione del sistema:

S_u (MPa)	> 200	100 – 200	50 – 100	25 - 50	5 – 25	1 – 5	< 1
Coefficiente	15	12	7	4	2	1	0
A1							

VALORE A1 = 7

3.3 VALORE DI A2

Per il valore di A2 bisogna ricavare il valore di RQD. In mancanza di carote di sondaggio, RQD si ricava dal numero di famiglie di discontinuità caratterizzanti l'ammasso roccioso e dalla misura della loro spaziatura. Dalla relazione di Palmström (1982) si ha:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

Dove J_v è il numero di fratture per metro cubo di roccia.

In forma alternativa RQD si può ricavare dalla formula di Priest e Hudson (1981):

$$RQD = 100 e^{(0,1 n)} (0,1 n + 1)$$

con n pari al numero medio di giunti per metro.

Nel caso specifico viene posto n pari a 5 (numero medio di giunti per metro) si ricava così il coefficiente RQD pari a 2,47



Figura 1: Fronte roccioso nord-ovest

Calcolato RQD si ricava il coefficiente A2 mediante le equazioni, che derivano sempre dai grafici di Beniauskis:

Utilizzando la seguente relazione corrispondente al valore di RQD valido per $n = 5$ si può agevolmente calcolare il valore A2.

VALORE DI RQD %	EQUAZIONE
$\leq 26,5$	$A2 = \frac{3}{26,6} RQD + 3$
$26,5 \div 39$	$A2 = \frac{2}{12,4} RQD + 1,71$
$39 \div 76,6$	$A2 = \frac{7}{37,6} RQD + 0,739$
$> 76,6$	$A2 = \frac{5}{23,4} RQD - 1,367$

VALORE A2 = 3,27

3.4 VALORE DI A3

Una volta calcolata la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente A3, mediante le seguenti relazioni:

SPAZIATURA (m)	EQUAZIONE
$\leq 0,2$	$A3 = 15 s + 5$
$0,2 \div 0,4$	$A3 = 10 s + 6$
$0,4 \div 0,66$	$A3 = 7,752 s + 5,9$
$0,66 \div 0,94$	$A3 = 7,067 s + 7,35$
$0,94 \div 1,6$	$A3 = 6,07 s + 8,288$
$1,6 \div 2,0$	$A3 = 5 s + 10$
$> 2,0$	$A3 = 20$

nella fattispecie si ha che la spaziatura media osservata nel fronte roccioso è $s = 0.4$ metri



Figura 2: Fronte roccioso nord-ovest



Figura 3: Fronte roccioso sud-ovest

di conseguenza applicando la formula riportata in tabella il valore del coefficiente A3 è:

VALORE A3 = 10

3.5 VALORE DI A4

Determinare dalle tavole di classificazione di Beniawsky il valore numerico relativo alla condizione delle discontinuità, invece, risulta molto soggettivo.

Perciò per valutare correttamente A4 conviene procedere sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti e al materiale di riempimento:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

Dai vari sopralluoghi si è osservata una persistenza medie dei giunti pari a 3



Figura 4: Particolare dell'area degradata

Di seguito si riportano i valori assegnati di V1 in funzione della persistenza media del sito in esame:

PERSISTENZA (m)	V1
< 1	6
1 ÷ 3	4
3 ÷ 10	2
10 ÷ 20	1
> 20	0

Persistenza del giunto = in media 3 piani per ogni metro del pendio

VALOREI V1 = 4

APERTURA (mm)	V2
Completamente chiuso	6
< 0,1	5
0,1 ÷ 1	4
1 ÷ 5	1
> 5	0

Apertura del giunto = >5 mm

VALORE V2 = 0

RUGOSITA'	V3
Molto Rugosa	7
Rugosa	5
Leggermente rugosa	3
Liscia	1
Levigata	0

Rugosità del giunto = MOLTO

RUGOSA

VALORE V3 = 7

ALTERAZIONE	V4
Non alterate	6
Leggermente alterate	5
Mediamente alterate	3
Molto alterate	1
Decomposte	0

Alterazione delle pareti =leggermente alterate

VALORE V4 = 5

RIEMPIMENTO (mm)	RIEMPIMENTO	V5
-	Assente	6
< 5	Compatto	4
> 5	Compatto	2
< 5	Soffice	2
> 5	Soffice	0

Riempimento delle discontinuità = COMPATTO CON RIEMPIMENTO >5 mm

VALORE V5 = 2

Dalle indagini effettuate si rileva che il coefficiente A4 è pari:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5 = 4+0+7+5+2= 18$$

3.6 VALORE DI A5

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad un fronte di 10 m. Dalle tabelle fornite da Beniawsky si ottiene:

Venute d'acqua su 10 m di lunghezza	Nessuna	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min
Condizione	Asciutta	Umida	Bagnata	Deboli venute	Forti venute
Coefficiente A5	15	10	7	4	0

Dai vari sopralluoghi il sito ha dimostrato condizioni asciutte anche durante la stagione piovosa, non si sono rilevate quindi venute di acqua né dal fondo né dalle pareti.

VALORE A5 = 15

4 VALORE RMR DI BASE

Avendo stimato tutti i parametri necessari per la classificazione degli ammassi rocciosi proposta da Romana e Beniawsky, si può calcolare il valore di RMR utilizzando la metodologia proposta da Romana valida per pendii rocciosi.

$$\text{RMR di base} = \text{RMR}_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 7 + 3.27 + 10 + 18 + 15 = 53.27$$

Attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore RMR_c calcolato si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

Per il sito in esame il valore di RMR di base è di 53,27 in base alla caratterizzazione geomeccanica effettuata alla Romana-Beniawsky corrisponde ad una classe di terreno III con condizione di resistenza meccaniche mediocre.

RMR_b	100 – 81	80 - 61	60 – 41	40 – 21	≤ 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Dal valore di RMR_b si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniaowsky assumono il valore:

- coesione c (kPa) = $5 RMR_b = 5 \times 53.27 = 266,35$ kPa
- angolo di attrito $f = 0,5 RMR_b + 5 = 0.5 \times 53.27 + 5 = 31.63$
- modulo di deformazione E (GPa) = $2 RMR_b - 100 = 2 \times 53.27 - 100 = 6.54$ GPa

4 CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI SUI DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI

Da quanto esposto nelle relazioni allegate si può affermare che:

- 1) Per quanto riguarda il pericolo di caduta massi, è stata posta in atto un'attenta analisi del pendio, sono stati rilevati durante i vari sopralluoghi due massi in prossimità del fronte nord che sono caduti in modo del tutto naturale a causa degli eventi estremi del 24/11/2016. L'area del costone est risulta essere invece priva di distaccamenti gravitativi.
- 2) Dalla caratterizzazione geomeccanica del pendio non è stata riscontrata la presenza di alcun elemento tettonico attivo quali faglie o dislocazioni, che possano favorire l'innescarsi di dissesti di qualsivoglia natura;
- 3) E' da escludere che si possano instaurarsi fenomeni franosi, sempreché vengano rispettate le elementari norme di sicurezza durante i lavori di Recupero ambientale del sito in particolare devono essere coordinati in modo da non creare sbarramenti lungo i compluvi.

Da sottolineare come l'intervento di recupero favorirà la stabilità e l'eliminazione del vincolo idrogeologico dell'area in oggetto. La sagoma dello stato futuro dei luoghi con la conseguente messa in opera di vegetazione (piante di ulivo) aumenterà in maniera evidente il grado di stabilità della zona, inoltre favorirà il corretto deflusso delle acque meteoriche, in modo da ridurre al minimo la possibilità di movimenti franosi in tutta l'area circostante.

Non esistono quindi ostacoli di natura tecnica, geologica, idrogeologica o morfologica che impediscano la realizzazione del progetto di recupero dell'area degradata.

Ribera li 05/04/2018

Ing. Daniele Fiorino