



SN
BIANCAVILLA
DMF-468/2001

OGGETTO: INTERVENTI DI BONIFICA / MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI CAVA DI "MONTE CALVARIO" PER LA FRUIBILITA' A PARCO. - C.U.P.:C84G15000000001

PROGETTO ESECUTIVO	ELABORATO	B	SCALA	
	TITOLO ELABORATO	RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE D.LGS 50/16 ART. 23 COMMA 8 - (DPR 207/10 ART. 33, LETT. B – ART. 35) STUDIO GEOLOGICO: <ul style="list-style-type: none"> • Relazione Geologica; • Indagini geognostiche; • Indagini geostrutturali; • Messa in sicurezza. 		
		IL PROGETTISTA – RESPONSABILE DELLA V [^] P.O. – AREA TECNICA (Ing. Placido MANCARI)		
		ECOSTAT s.r.l. – IL TECNICO (Dott. Geologo Francesco Petralia)		
		IL R.U.P. (Geom. Antonino Ricceri)		
	IL COLLABORATORE (Geom. Placido Gentile)			

SPAZIO PER VISTI	
 SERVIZI INTEGRATI PER L'INGEGNERIA CIVILE	 Società certificata ai sensi della norma UNI ISO 9001 : 2015
VERIFICA DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA	
ESITO <input checked="" type="checkbox"/> Positivo <input type="checkbox"/> Negativo	
ALLEGATO n. _____ - ELABORATO "B" al Rapporto di Verifica conclusivo del _____	
IL PROGETTISTA Ing. Placido Mancari	IL SOGGETTO VERIFICATORE SICON s.r.l. Prof. Ing. Gianni Rizzari
VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Geom. Antonino Ricceri	

IL SINDACO – Antonio Bonanno

DATA	MARZO 2018	
REV.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE
1	01/03/2018	RIFERIMENTO DOCUMENTO UNITARIO: Approvato con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Prot. N. 316/STA del 06/06/2017. <u>ELABORATO REVISIONATO CON LE PRESCRIZIONI DI CUI AL DECRETO Prot. N. 316/STA</u>
2	02/08/2018	RAPPORTO DI VERIFICA INTERMEDIO N. 1
3	01/10/2018	RAPPORTO DI VERIFICA INTERMEDIO N. 2

**INTERVENTI DI BONIFICA / MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI
CAVA DI "MONTE CALVARIO" PER LA FRUIBILITÀ A PARCO**

RELAZIONE GEOLOGICA

GIUGNO 2015



ECOSTAT s.r.l.
L'Amministratore
(Ing. Giuseppe Bonanno)

Il Tecnico
(Dott. Geol. Francesco Petralia)

Inquadramento geologico

Situato sulla costa orientale della Sicilia, l'Etna è il più grande vulcano attivo dell'Europa, con un'estensione di 1250 km² e un'elevazione di 3340 metri s.l.m. A causa della sua quasi continua attività, il vulcano, e con esso le ricerche associate, sono in continua evoluzione.

Molti autori, nel tempo, hanno discusso ed interpretato la ricostruzione evolutiva dell'Etna e riconoscendo la natura poligenica del vulcano, più volte è stata costruita una carta geologica.

Uno dei lavori più recenti, basato sui moderni concetti stratigrafici e usando criteri litologici e petrochimici per riconoscere le unità vulcaniche, è quello di Branca et al. [2004]. Essi hanno suddiviso l'evoluzione del vulcano in differenti fasi, ognuna delle quali ha caratteristiche specifiche e ben individuabili.

La prima fase eruttiva è stata denominata "Fase Tholeiitica Basale" e comprende prodotti tholeiitici che sono stati emessi con discontinuità fra 580.000 e 260.000 anni. Questa fase è caratterizzata inizialmente da emissioni sottomarine di tipo fissurale di lave olivin-tholeiitiche. Tali prodotti sono costituiti da corpi subvulcanici che hanno alimentato l'eruzione di pillow lava e breccie ialoclastiche ad una profondità di pochi centinaia di metri¹.

La seconda fase denominata "Timpe" inizia circa 225.000 anni fa² ed è caratterizzata da un'attività di tipo fissurale concentrata sulla costa ionica settentrionale lungo il sistema di faglie, da cui la fase prende il nome³. Durante questa fase avviene un cambiamento compositivo, il magmatismo da tholeiitico diviene alcalino. In questa fase l'Etna è un vulcano a scudo che si estende per circa 15 km lungo la costa ionica e mostra una minor attività sul fianco meridionale. Un importante lasso temporale divide l'attività vulcanica correlata a questo precedente stadio alcalino dall'attività seguente, rappresentata dai prodotti vulcanici dell'Ellittico.

La terza fase è denominata "Valle del Bove" (VdB) ed è caratterizzata da uno spostamento del sistema di alimentazione nell'area della VdB formando in questo modo alcuni piccoli vulcani poligenici. Questa fase rappresenta l'inizio di un vulcanismo alcalino etneo di tipo centrato. I vecchi edifici, Rocche e Tarderìa, sono situati rispettivamente a nord-est e a pochi chilometri a sud

¹ Corsaro & Cristofolini, 1997, 2000

² Gillot et al., 1994

³ Corsaro et al., 2002

dell'anello della VdB. Conseguentemente l'attività eruttiva della Valle del Bove si sposta verso la parte occidentale della VdB formando il vulcano denominato Trifoglietto.

La fase più recente è denominata “Stratovulcano” e si trova spostata a circa 4 chilometri a nord-ovest del sistema di alimentazione vulcanico. Durante questa fase avviene la crescita del vulcano dell'Ellittico che forma il nucleo principale dell'edificio attuale. L'attività dell'Ellittico finisce circa 15.000 anni fa con la formazione di quattro eruzioni pliniane che portano alla formazione della caldera⁴. Durante l'Olocene l'attività basaltica vulcanica persiste, si forma il vulcano Mongibello che coinvolge il collasso di un fianco del vulcano formando un'estesa depressione della VdB⁵. Negli ultimi 9000 anni i prodotti del Mongibello hanno coperto circa l'85% della superficie dell'Etna. Rispetto al vulcano Ellittico, le successive eruzioni avvengono alla sommità delle bocche e ai fianchi durante un periodo di persistente attività stromboliana.

La storia piroclastica dell'Etna viene trattata a parte dagli autori. Coltelli et al. [2000] fanno una classificazione dei depositi piroclastici differente e in disaccordo con altri autori, riconoscendo cinque grandi eruzioni della storia dell'Etna e 5 principali fasi dell'attività. La prima denominata *'A'* ha circa 100.000 anni; la seconda *'B'* va da 100.000 a 80.000 anni; la terza *'C'* da 80.000 a 16.000 anni. La quarta *'D'* copre un piccolo periodo da 15.500 a 15.000 anni e l'ultima *'E'* va da 13.000 anni al presente. A queste grandi eruzioni esplosive viene anche ricondotto il deposito dell'Ignimbrite di Montalto-Biancavilla risalente a circa 15.000 anni e facente parte della fase recente della storia dell'Etna (Mongibello). La classificazione dei principali cinque depositi piroclastici dell'Etna degli ultimi 100.000 anni viene da Coltelli et al. [2000] correlata stratigraficamente sull'intero edificio vulcanico e confrontata con i lavori precedenti di Romano [1982], Guest et al. [1984], Kiffer [1985], Chester et al. [1985], Coltelli et al. [2000].

In questo contesto, nel versante sud-occidentale del vulcano, è situato il paese di Biancavilla, che affiora sia su depositi di natura sedimentaria sia vulcanica. I depositi vulcanici sono stati studiati principalmente da Romano [1982]. Durante la fase del Mongibello Antico si possono distinguere due fasi: l'Ellittico e il Leone. I prodotti vulcanici attribuibili al centro eruttivo dell'Ellittico sono stati rinvenuti sui fianchi sud-occidentale, settentrionale e nord-orientale del vulcano Etna⁶.

⁴ Coltelli et al., 2000

⁵ Calvari et al., 1998

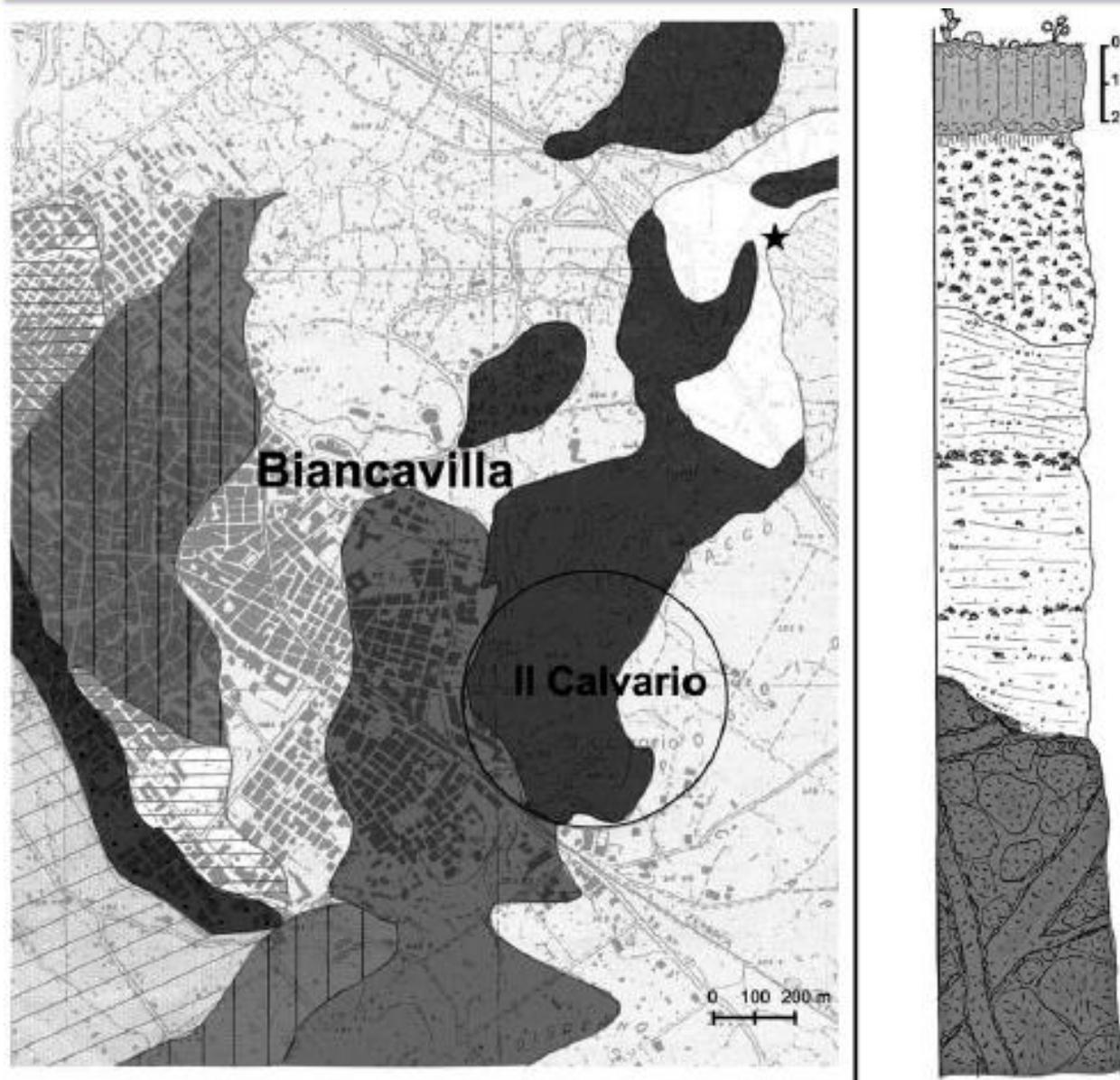
⁶ Romano, 1982

I prodotti sono principalmente rappresentati da colate laviche non ben preservate. Sul più basso fianco sud-occidentale, sopra un'ampia area vicino alle città di Biancavilla, Santa Maria di Licodia e Ragalna, affiora la restante parte di numerosi domi endogeni. Questi domi appartengono alla fase del Mongibello Antico e sono allineati approssimativamente in direzione NE-SW. Presumibilmente verso la fine dell'attività dell'Ellittico si sono create in questa zona le condizioni favorevoli per una attività effusiva lungo fratture eruttive lineari, di lava fortemente viscosa da cui sono risaliti domi di lava autoclastica più o meno estesi e allineati⁷.

Il Monte Calvario mostra degli affioramenti ben preservati di questo tipo di attività. In esso la lava appare autobrecciata e alterata da fluidi idrotermali con evidenti mineralizzazioni di ematite e anche con subordinata tridimite, oltre che di fluoro-edenite; in essa è anche possibile vedere degli auto-dicchi, ovvero intrusioni distribuite irregolarmente, costituite da lava compatta. L'area coinvolta in questo tipo di fenomeno eruttivo deve esser stata molto più estesa anche se oggi risulta nascosta dalle colate della fase del Mongibello Recente⁸. In seguito, circa 15.000 anni fa, un forte evento esplosivo vede la messa in posto dell'Ignimbrite di Biancavilla, in conseguenza del quale si forma la caldera dell'Ellittico; una sequenza di questo deposito affiora sul basso versante sud-occidentale del vulcano [Kieffer, 1973; Duncan, 1976; Romano & Guest, 1979; De Rita et al., 1991; Coltelli et al., 1994]. I depositi di piroclastiti della fase del Mongibello Antico sono ben esposti in due valli nei dintorni di Biancavilla denominate: Vallone San Filippo e Vallone di Licodia. La formazione di Biancavilla occupa un'area meno estesa rispetto a quella di Montalto in quanto i depositi piroclastici sono stati ricoperti a Nord dalle lave recenti.

⁷ Romano et al., 1979

⁸ Romano, 1982



Legend

- | | |
|--|---|
| Lava debris | Lava flows from early alkaline eruptive centres: mainly alkali-basalts, hawaiites, mafic mugearites |
| Recent alkaline lava flows: mainly alkali-basalts, hawaiites, mafic mugearites | Early subalkaline lava flows: tholeiitic basalts |
| Massive and stratified ash and scoria flow deposits (Biancavilla-Montalto ignimbrite) | Sedimentary substrate: claysh marls and interbedded sandstones |
| Lava flows (1), domes, dykes and autoclastic breccias (2) of the Ellittico: mainly hawaiites, mugearites and benmoreites | Location of the stratigraphic log |

Figura 1 - Carta geologica della zona di Biancavilla (Burrigato et al. 2005) e colonna stratigrafica della zona a Nord del Monte Calvario⁹

⁹ S. Tagliani 2006

Il deposito di Biancavilla ha uno spessore che varia da 2 a 15 metri, che in parte ricopre la lava autobrecciata del doma. In quest'area sono distinguibili due unità con differenti caratteristiche; non è ben chiaro il contatto fra i due, ma è probabile che le due unità siano parte dello stesso evento eruttivo. L'unità più bassa in accordo con Duncan [1976] sembra essere un deposito di lahar, con una distribuzione eterogenea dei prodotti, l'unità superiore, invece, ha le caratteristiche di un flusso piroclastico primario, con una distribuzione dei prodotti più omogenea ed una migliore compattezza.¹⁰

¹⁰ S. Tagliani, 2006

Rilevamento geolitologico

Tavola 1 – Schema geolitologico

L'area denominata *Il Calvario* viene riconosciuta come un sistema radicato di dicchi e domi lavici con abbondanti porzioni di lava autobrecciata. Tali affioramenti vulcanici si collocano nella fase dell'Ellittico risalente a circa 15000 anni fa, con chimismo alcalino-sodico, principalmente *hawaiite*, *mugaerite* e *benmoreite* (Fig.1 in allegato a "Inquadramento geologico"). A nord della cava, canalizzata in una paleovalle, affiora *l'ingnimbrite di Biancavilla-Montalto*, ma le evidenze che tali prodotti piroclastici abbiano fluito all'interno dell'area de *Il Calvario* sono andate perse con l'attività di escavazione della cava e della successiva urbanizzazione, di conseguenza non troviamo resti al di fuori del vallone San Filippo. Nel rilevamento effettuato, si è andato a suddividere il sistema di dicchi e domi lavici, in rocce alterate e rocce inalterate: Le prime sono costituite principalmente da lave autobrecciate del doma, prodotti coerenti e non, con la presenza di minerali di neoformazione. Le seconde costituiscono la parte principalmente massiva del doma con il sistema di dicchi lavici e non presenta, o presenta in minima parte, segni di alterazione con minerali di neo-formazione. A causa dei recenti interventi di messa in sicurezza momentanea all'interno della cava, si è rilevato una grande quantità di materiale di riporto, il quale ricopre gran parte dell'area. Nel settore Nord, in prossimità dei confini dell'area rilevata, si evidenzia parte di una zona rurale con suolo e terreni coltivati. Infine, nella zona orientale ai confini dell'area, la massiccia presenza di vegetazione non ha permesso di delimitare in maniera precisa il passaggio da roccia alterata (lave principalmente autobrecciate) alla roccia inalterata (lave principalmente massive con sistema di domi e dicchi).

Descrizione pluviometrica e caratteristiche di permeabilità dei litotipi

La struttura idrogeologica del massiccio etneo è articolata in varie aree di deflusso. Lo schema idrostrutturale evidenziato in Fig.2¹¹, mostra come i deflussi sotterranei si originano alle alte quote del massiccio vulcanico con un asse eccentrico verso ovest e si dirigono radialmente a tale asse verso i margini del cono, dove hanno recapito al contatto con i terreni sedimentari del substrato.

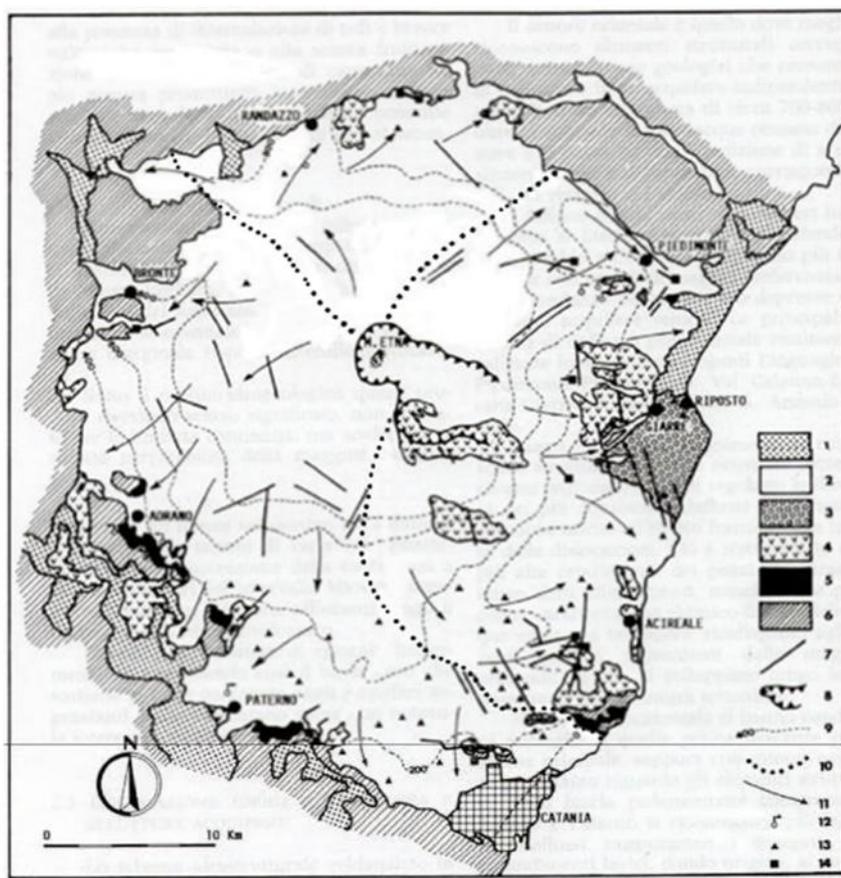


Figura 2 - Carta idrogeologica schematica del massiccio vulcanico; 1) Complesso delle alluvioni attuali e recenti; 2) Complesso delle vulcanite storiche e recenti; 3) Complesso dei conglomerati sabbiosi; 4) Complesso delle vulcanite antiche; 5) Complesso delle vulcaniti basali; 6) Complesso dei terreni sedimentari del substrato; 7) faglie principali; 8) orlo di caldera; 9) isoipse del tetto del substrato sedimentario; 10) spartiacque geologici; 11) direttrici principali di deflusso sotterraneo; punti di attingimento per uso idropotabile; 12) sorgenti captate; 13) pozzi; 14) gallerie (da Ferrara, 1991, modificato).

¹¹ Ferrara, 1991 (Modificazioni indotte dallo sfruttamento delle acque sotterranee sull'equilibrio idrodinamico e idrochimico dell'acquifero vulcanico dell'Etna)

Sulla base di dati geologici, strutturali e geofisici sono stati distinti all'interno dell'area etnea, tre bacini idrogeologici principali tributari rispettivamente del Simeto, dell'Alcantara¹² e del mar Ionio, all'interno dei quali sono state poi distinte strutture più piccole ed in parte indipendenti tra di loro. Le tre strutture idrogeologiche coincidono con altrettante aree, di forma all'incirca triangolare corrispondenti ai versanti settentrionale, occidentale ed orientale. I vertici dei tre triangoli convergono grossomodo alla sommità del massiccio etneo, mentre le loro basi possono ritenersi rappresentate dai tratti del perimetro vulcanico compresi rispettivamente tra Francavilla e Maletto, tra Maletto e Acicastello, tra Acicastello e Francavilla. Nei versanti Nord, Ovest e Sud la circolazione idrica segue in generale la rete idrografica fossile che è stata colmata dalle successive colate laviche (l'asse delle principali paleovallate sotterranee).

Settore d'interesse

La zona di nostro interesse si colloca nell'area occidentale etnea, sulla base di un rilievo geoelettrico¹³, è stato ricostruito l'andamento del substrato impermeabile dell'intero settore, fino a quota 1300 m e sono state individuate tre paleovallate principali al di sotto dei prodotti vulcanici. Due di queste, definite "paleovallata settentrionale" e "paleovallata meridionale", si aprono a ventaglio dalla zona sommitale dell'Etna verso la base del vulcano e sono delimitate a Nord e a Sud da rialzi sedimentari che partono dalle zone periferiche dell'edificio vulcanico. La terza paleovallata è stata individuata parallelamente al corso del Simeto e ad est di questo; è l'antico corso del Simeto che si è spostato, a causa dei continui apporti lavici, verso le zone sedimentarie più erodibili.¹⁴

Nel settore occidentale in particolare nella fascia pedemontana compresa fra Adrano e Paternò si riconoscono più falde, i cui deflussi raggiungono i margini degli espandimenti lavici, dando origine al contatto con i terreni sedimentari o con le vulcaniti basali ed a gruppi di sorgenti un tempo di notevole portata complessiva. Oggi la resa di queste sorgenti è molto ridotta a causa dei consistenti

¹² Aureli A. e Musarra A., 1975 (Idrogeologia del bacino del Fiume Alcantara)

¹³ Aureli A. 1973, Idrogeologia del fianco occidentale etneo

¹⁴ Aureli A., 1975

prelievi operati a monte da un gran numero di pozzi, che hanno determinato anche un sensibile abbassamento del livello delle falde in tutta l'area pedemontana.¹⁵

Scendendo in dettaglio, è ben visibile all'interno dell'area di cava sita in Biancavilla, un ulteriore paleovalle. Questa, tracciata in cartina in rosso, è collocata in una scarpata formatasi per erosione fluvio-torrentizia. (Fig. 3)

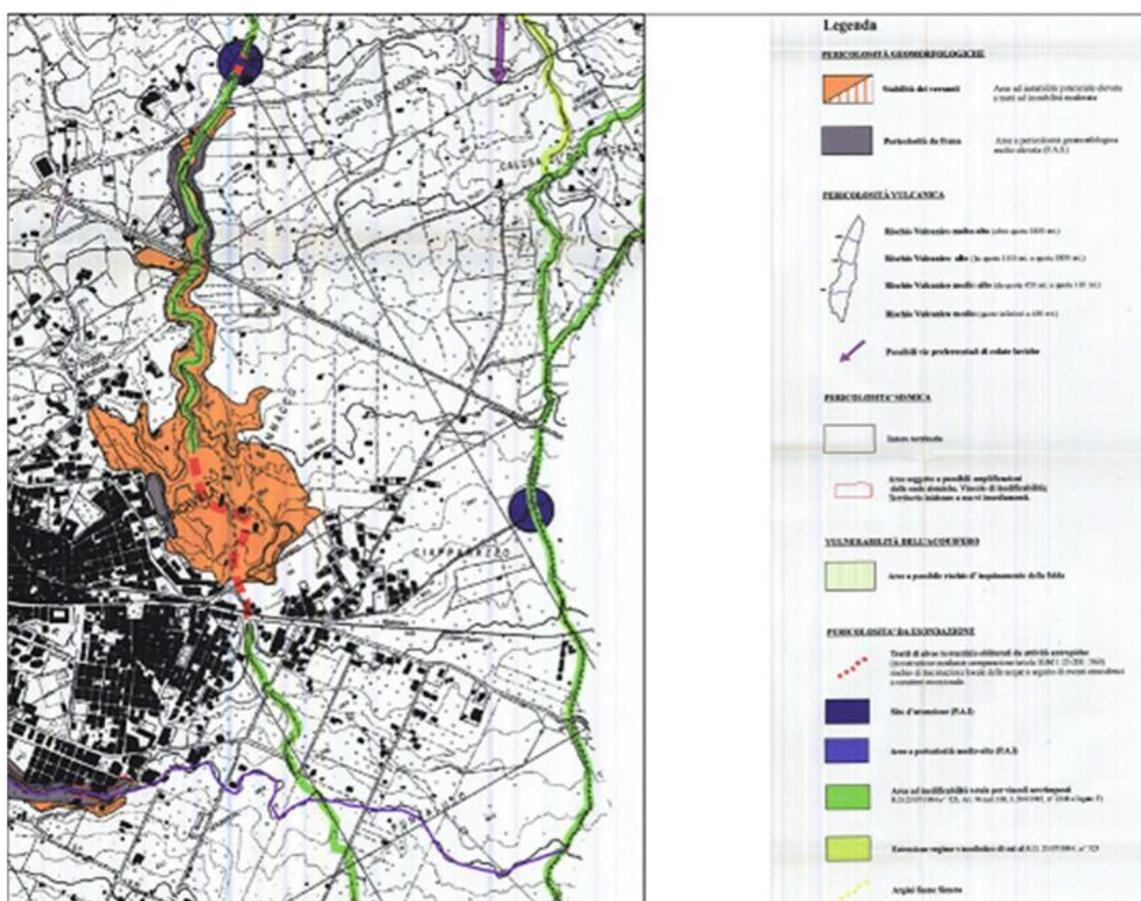


Figura 3 - Dettaglio carta delle pericolosità geologiche allegato 4-A dello studio geologico a supporto del nuovo PRG, 2004

I terreni che ricoprono questa paleovalle sono caratterizzati, come in riferimento al settore occidentale sopra citato, da colate vulcaniche in cui sono interposti livelli più o meno spessi di materiali quali alluvioni, piroclastiti a diverso grado di alterazione, prodotti derivanti dalla degradazione delle zone superficiali della colata e paleosuoli. Tuttavia ormai le evidenze di questo

¹⁵ Ferrara, 1999 Strategie di gestione delle risorse idriche sotterranee a fini integrative, sostitutivi e di emergenza nel settore nord-orientale dell'Etna

paleoalveo risultano esigue, a causa dell'attività di escavazione della cava e la successiva antropizzazione dell'area.

La permeabilità delle rocce può essere espressa in permeabilità intrinseca o geometrica K (m^2), che dipende dalle caratteristiche del mezzo, espressa dalla legge di Darcy. Il coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica (m/s), invece, è quel parametro che tiene conto anche le proprietà del fluido ($k=K \ g/\mu$). Il tipo di permeabilità che caratterizza le colate del sito (Fig.4), è legato essenzialmente ad una porosità per fessurazione, mentre è esigua se non nulla la porosità per interstizi.



Figura 4 – Settore orientale della cava con dettaglio della lava autobrecciata.

Quindi come mostrato in fig.5 la permeabilità geometrica può assumere valori K compresi tra 10^{-11} e 10^{-6} cm^2 . La conducibilità corrispondente, invece, può essere considerata tra 10^{-8} e 10^{-4} m/s .

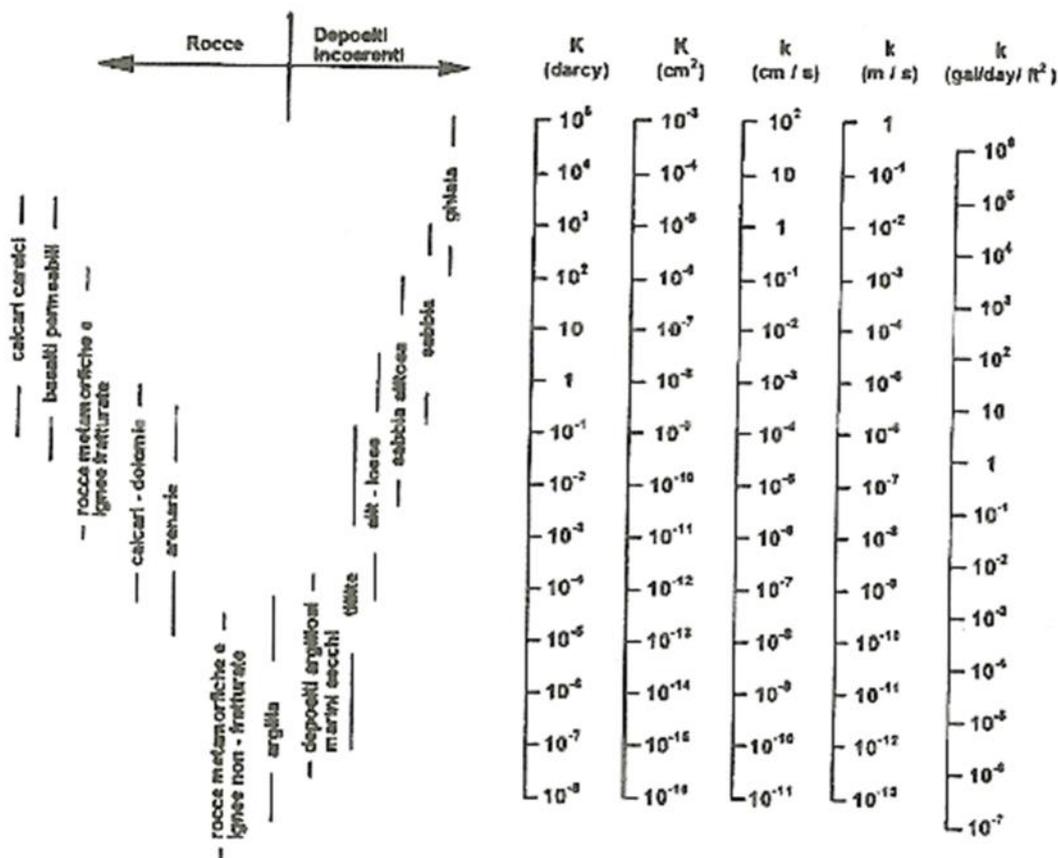


Figura 5 - Relazione tra i valori di permeabilità K e conducibilità idraulica k per diversi tipi di roccia. (Beretta G.P., 1992)

Per quanto riguarda la presenza degli orizzonti costituiti da piroclastiti in parte alterate, presentano una permeabilità ridotta¹⁶. Il substrato impermeabile Etno, le argille azzurre pleistoceniche, al di sotto dell'area di studio, si attesta ad una profondità approssimativa di 250m (Fig.6).

¹⁶ Servizio geologico d'Italia, ISPRA, note illustrative della carta geomorfologica d'Italia, foglio 624, Monte Etna

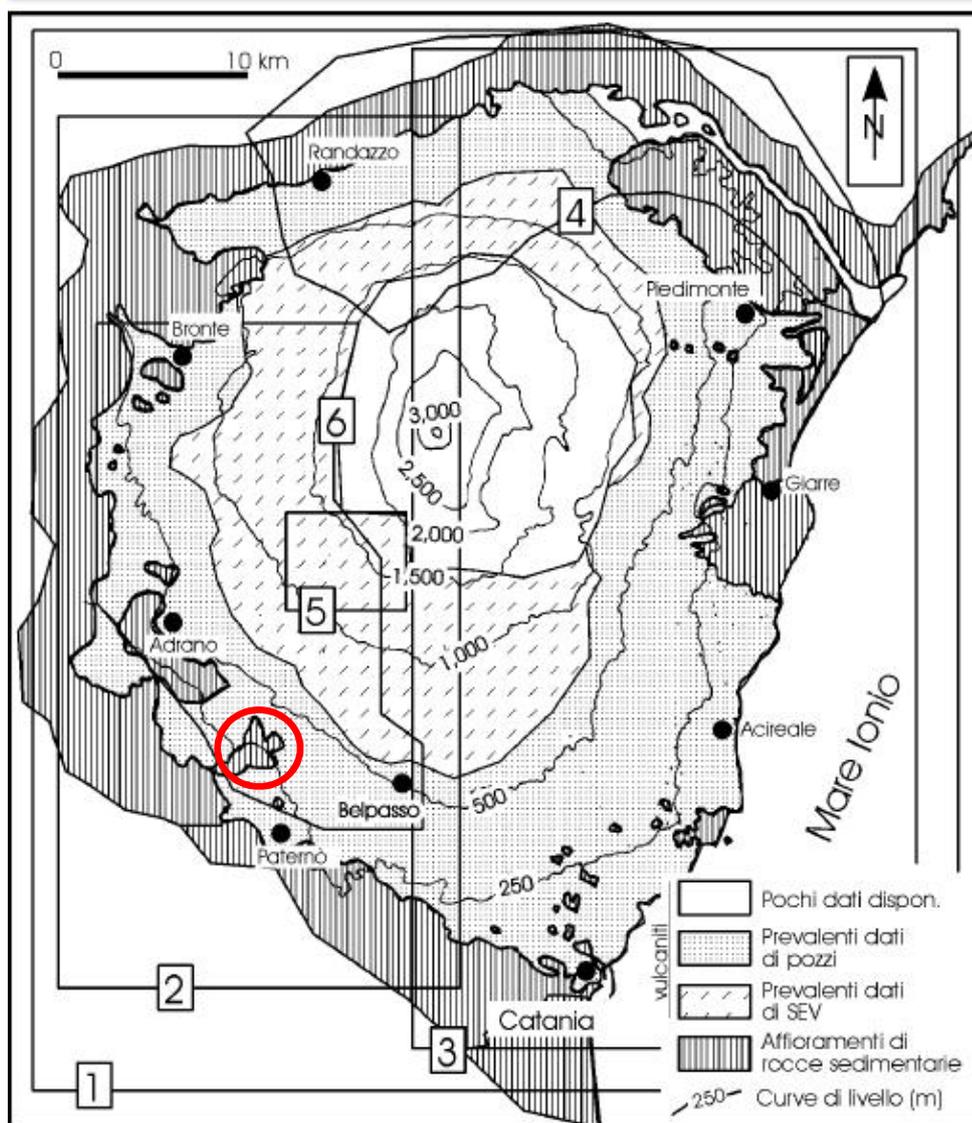


Figura 6 - Isoipse del substrato Etno. In evidenza la zona di studio. Immagine tratta da *Geometrie e Volumi dell'apparato Etno*, INGV, 2002

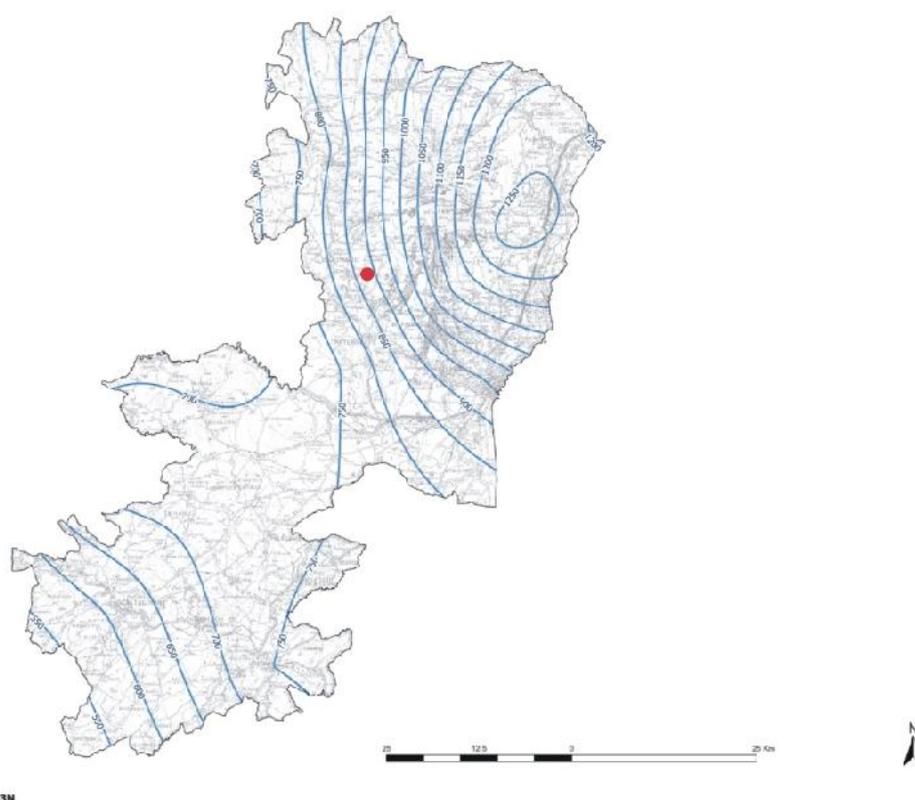
Le precipitazioni anche nelle stagioni autunnale e invernale, non riescono generalmente a determinare sui terreni vulcanici, un ruscellamento apprezzabile. Tuttavia in occasione di eventi piovosi di particolare intensità possono verificarsi deflussi anche tumultuosi lungo tratti delle incisioni maggiori, che però si esauriscono rapidamente al cessare delle precipitazioni¹⁷.

¹⁷ Ferrara, 1975

Come riportato nella carta delle **isoiete** (Fig.7), ovvero le curve chiuse che indicano aree interessate dalla stessa quantità di precipitazioni, si può notare una media della distribuzione delle precipitazioni di 850-900 mm/aa, distribuite maggiormente nei periodi autunnali e invernali piuttosto che i periodi estivi.



Carta delle isoiete della provincia di Catania per l'anno 2006



Projected Coordinate System: ED 1950 UTM Zone 33N

Figura 7- Carta delle isoiete della provincia di Catania per l'anno 2006 modificata. Il punto in rosso è riferito all'area d'interesse.

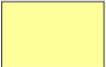
Dott. Francesco Battaglia

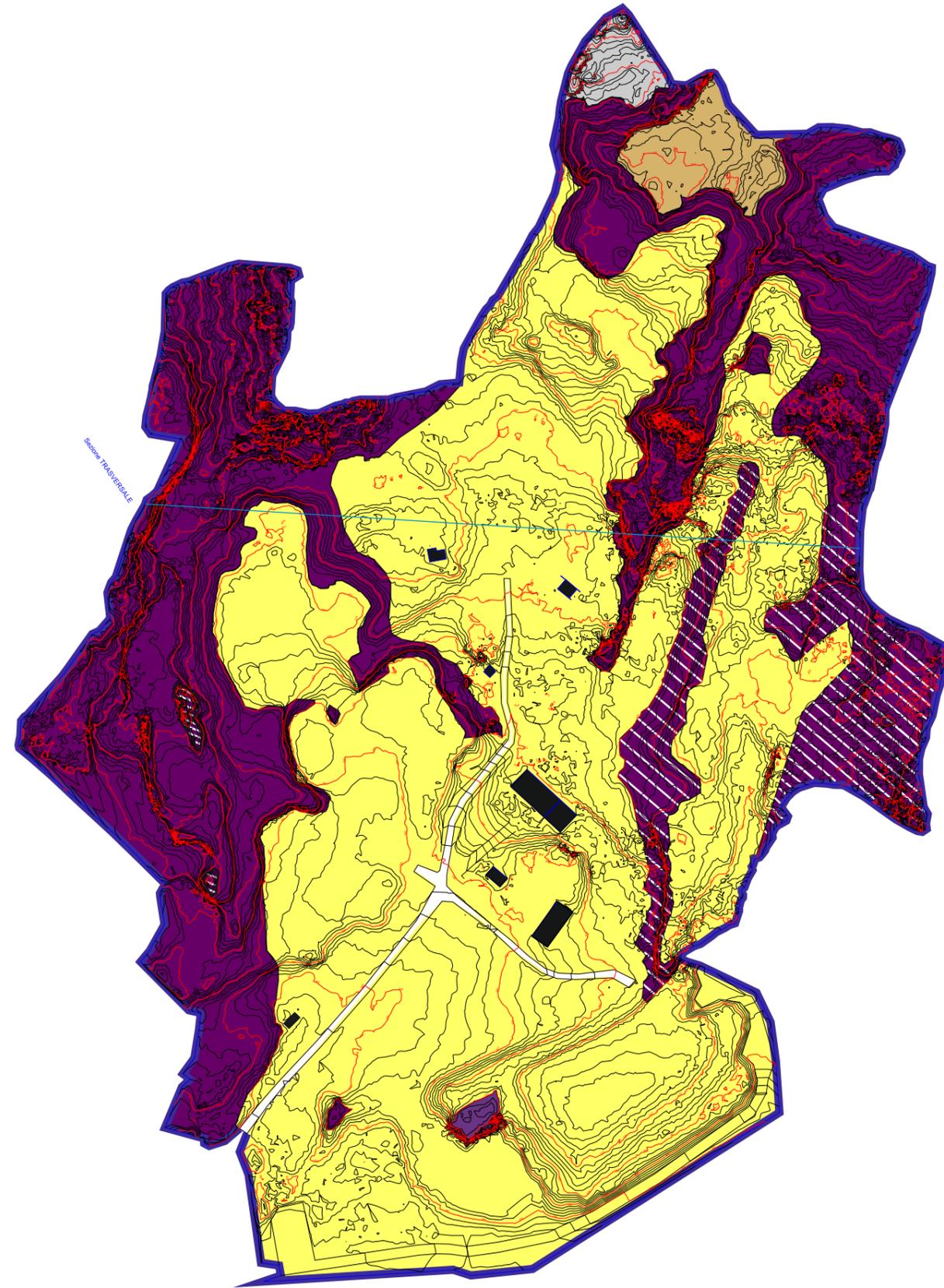
Dott.ssa Giuditta Lanaia

TAVOLA 1 - Schema Geolitologico

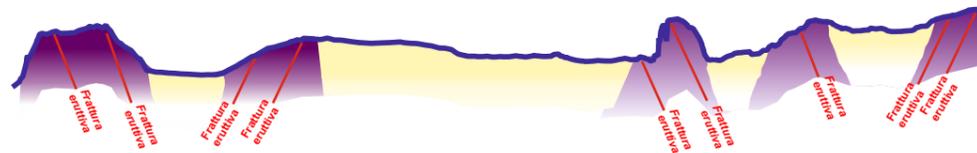


Legenda

-  Materiale di riporto
-  Suolo
-  Ignimbrite di Biancavilla-Montalto
- 1**  Sistema di domi e dicchi lavici dell'Ellittico
- 2**  prevalentemente massivi (2) e lava autobrecciata con alterazione (1)



Sezione TRASVERSALE



Scala 1:2000



COMMITTENTE - PURCHASER

Dott. Geol. Francesco Petralia

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LOCALITA' - LOCATION

BIANCAVILLA

OGGETTO - SUBJECT

Studio geologico a supporto della redazione del progetto esecutivo relativo agli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale dell'area di cava di Monte Calvario per la fruibilità a parco



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

03 Aprile 2015

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

03 Aprile 2015

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

10 Aprile 2015



Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Laboratorio concessionario indagini geognostiche e prove in sito

D.P.R. n. 380/2001



						N° VERBALE ACCETTAZIONE	15/15
						N° DOCUMENTO	11/15
EMISSIONE - ISSUE	27/03/2015	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott. Geol. Francesco Petralia		SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE DI LABORATORIO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI		N.A.	0/--
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

1.0 PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Francesco Petralia è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche relative allo Studio geologico a supporto della redazione del progetto esecutivo relativo agli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale dell'area di cava di Monte Calvario per la fruibilità a parco - Biancavilla.

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono stati indicati dal Direttore di Lavori Dott. Geol. Francesco Petralia.

L'indagine è stata articolata nella seguente fase:

- esecuzione di n. 9 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Modalità esecutive

Descrizione dell'attrezzatura di spinta

Sono state eseguite n. 9 prove penetrometriche dinamica tipo DPSH (super Heavy) per uno sviluppo lineare complessivo di metri 39,60.

Il penetrometro utilizzato per l'esecuzione delle prove è del tipo autoancorante semovente TG 73 – 200 Kn installato su un autocarro 4 x 4 IVECO ACM 90.

La spinta viene esercitata idraulicamente mediante un circuito oleodinamico alimentato da un motore a scoppio e trasferita alla punta attraverso una batteria di aste di dimensioni standard della lunghezza unitaria di 1 mt.

La prova viene eseguita con l'ausilio di una massa battente del peso di 73,00 kg che viene lasciata cadere da un'altezza di 75 cm.

La prova penetrometrica consiste nel conteggio del numero di colpi necessari per infiggere nel terreno, per intervalli costanti di 20 cm, mediante massa battente, collegata ad una batteria di aste.

Il terreno come mezzo fisico oppone alla penetrazione della punta una resistenza che è funzione delle intrinseche caratteristiche fisico meccaniche dipendenti dalle dimensioni dei granuli e dello stato di addensamento per i terreni incoerenti e dal grado di consistenza (che è connesso al grado di umidità naturale) per i terreni coesivi.

L'attrezzatura impiegata è corredata di un testa di rotazione idonea per il superamento di ostacoli tenaci e per la creazione dei prefori.

Il sistema di rotazione, considerando la modesta coppia a disposizione e l'uso di aste elicoidali, è adatto solo ed esclusivamente per perforare terreni di natura granulare e coesiva. Il diametro di rotazione è pari a 60 mm.

Le interpretazioni dei dati acquisiti sono riportate schematicamente in allegato.

Acquisizione dei dati ed elaborazione

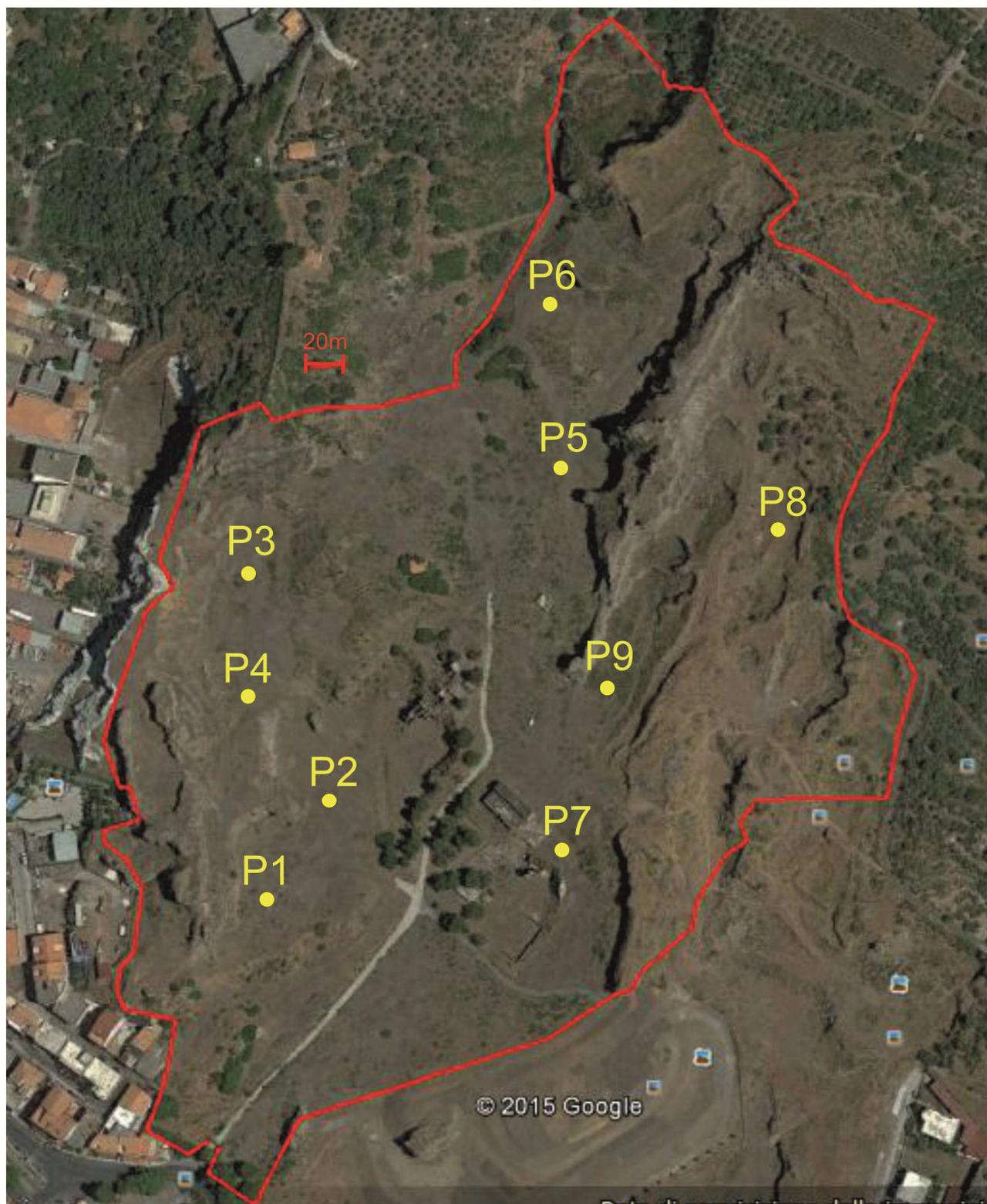
L'acquisizione dei dati viene effettuata mediante la lettura del numero dei colpi per ogni tratto di 20 cm, fino ad un massimo di 60 colpi.

Successivamente tali dati vengono trasferiti nel PC e vengono elaborati utilizzando il Software Geostru 2015.

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



DPSH 1



DPSH 2



DPSH 3



DPSH 4



DPSH 5



DPSH 6



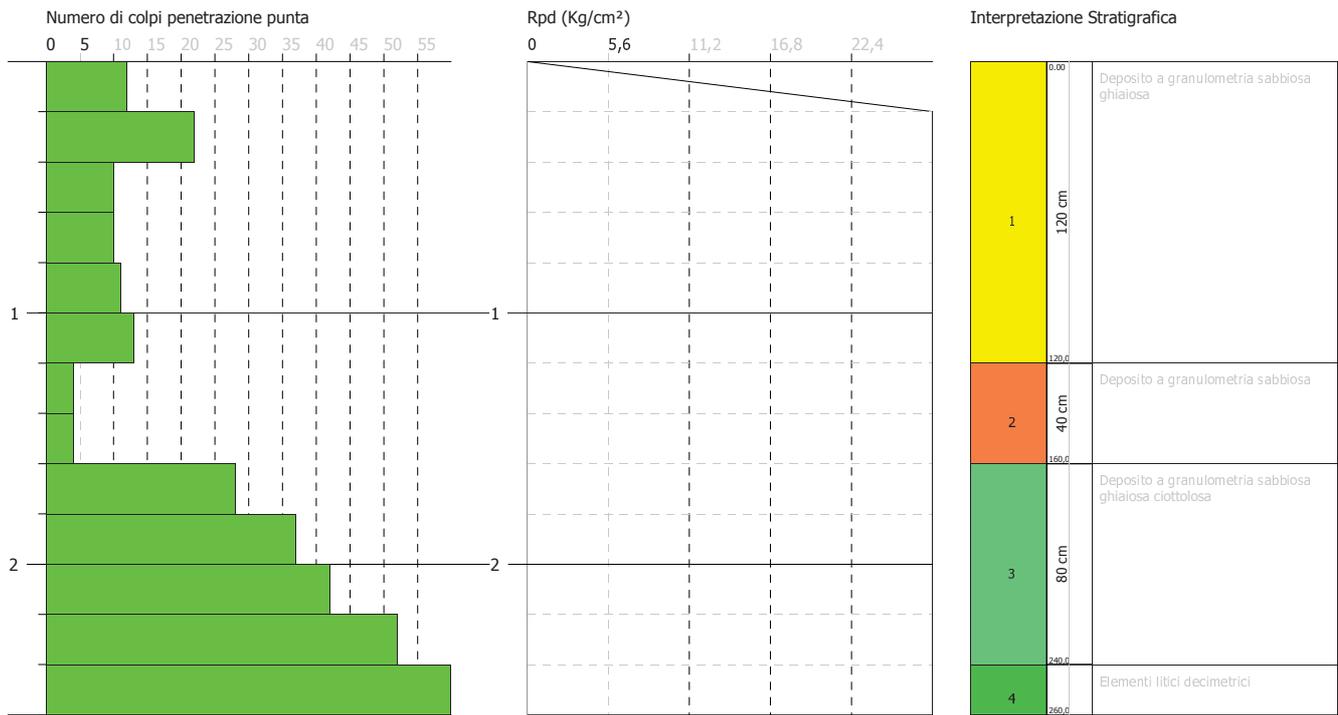
DPSH 7

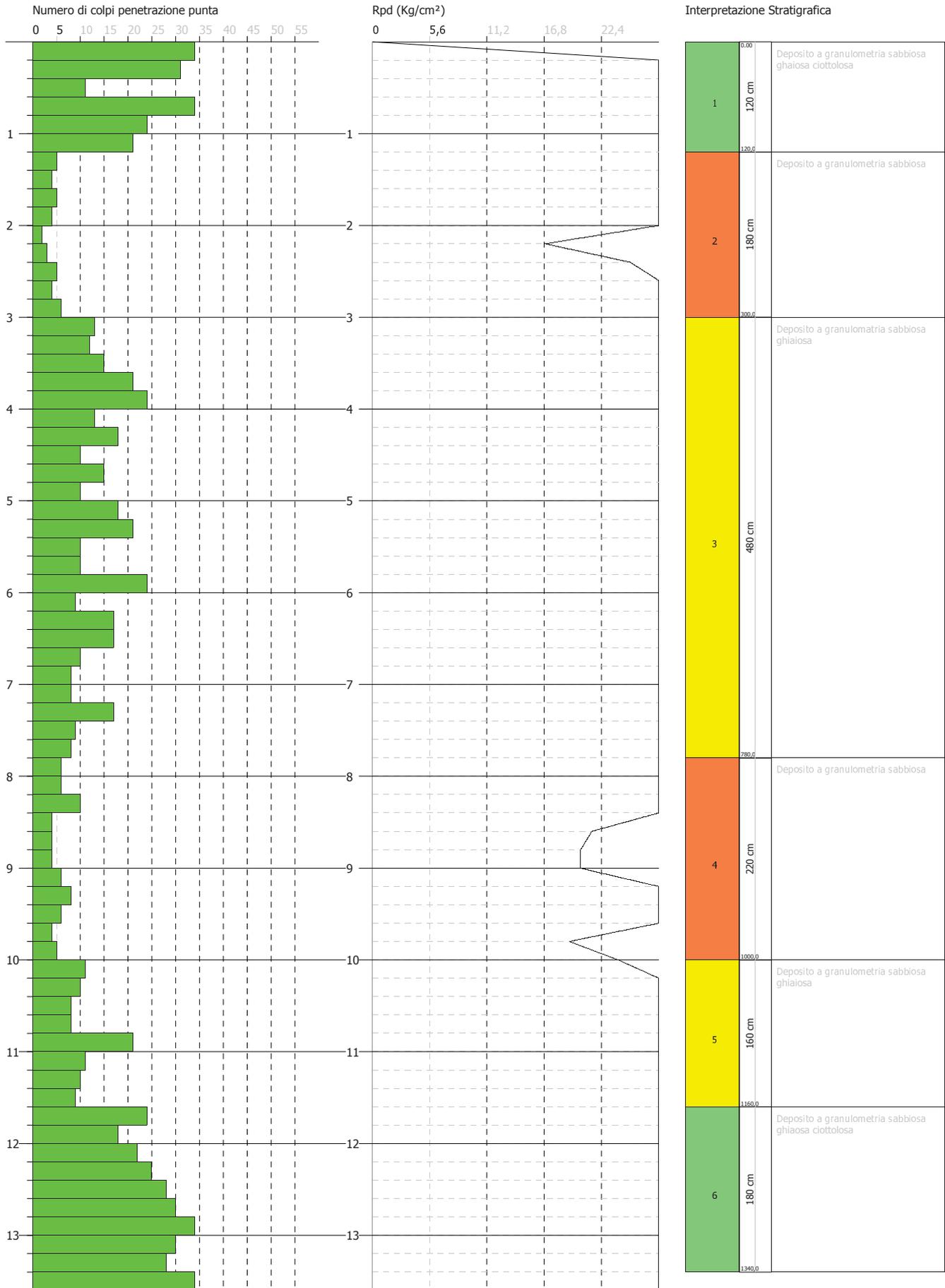


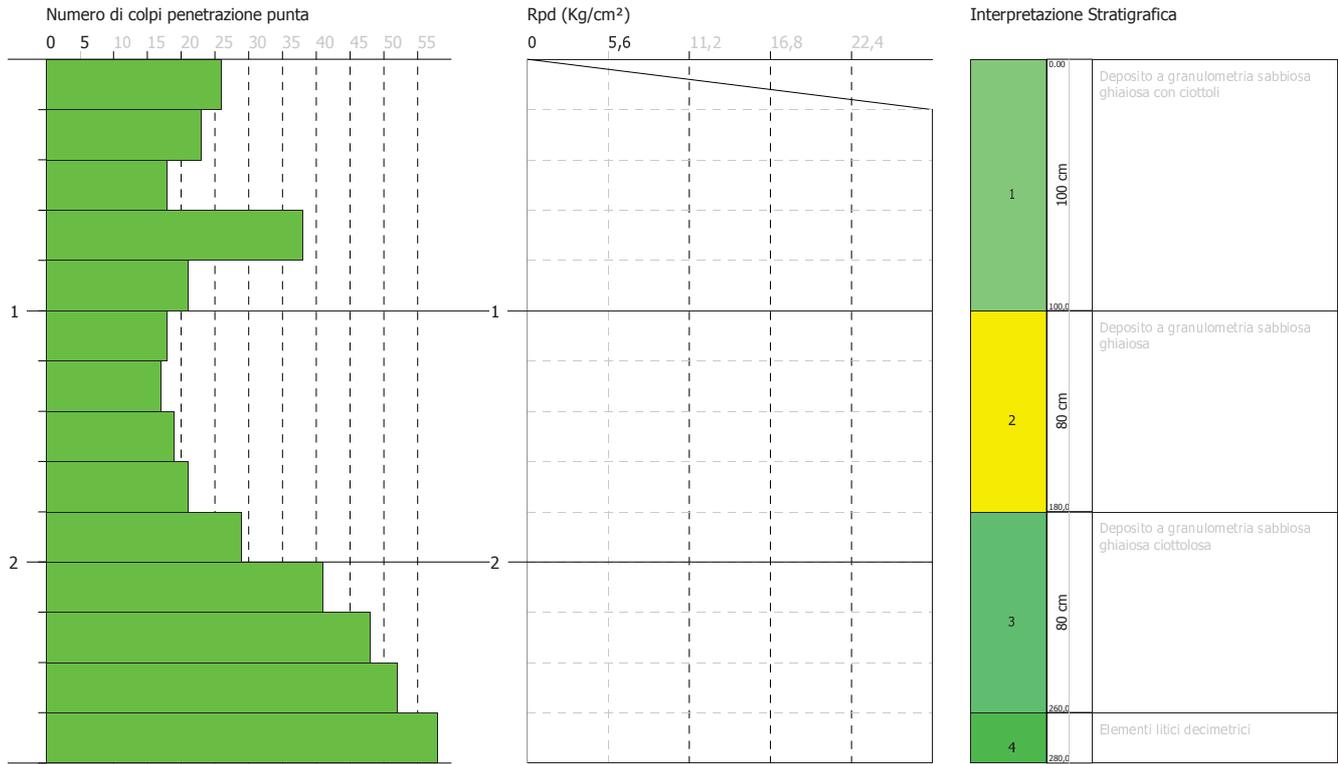
DPSH 8

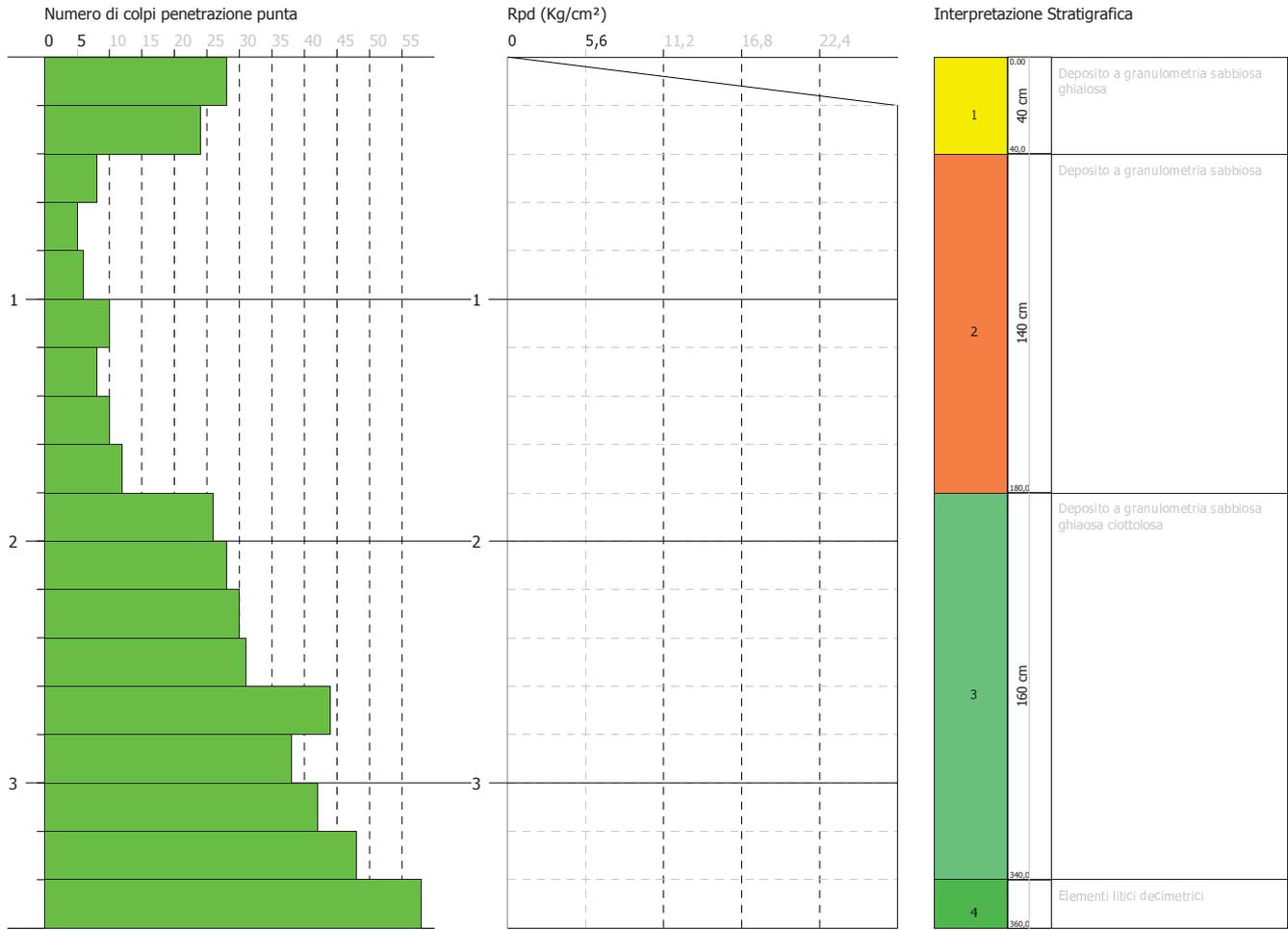


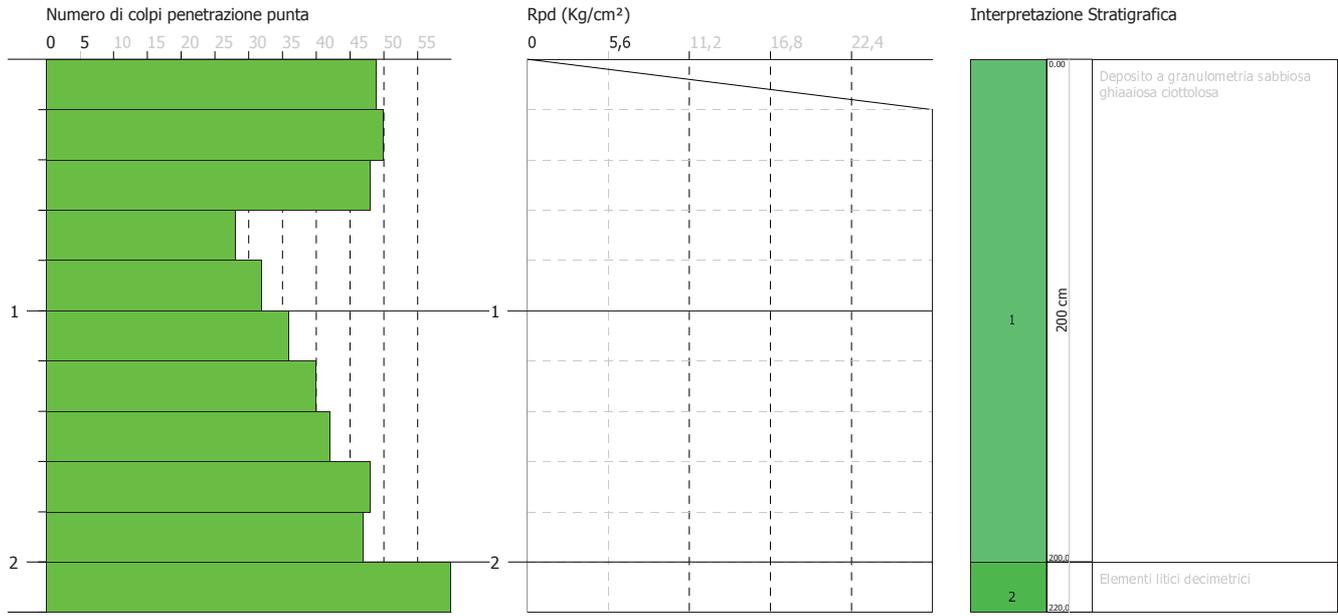
DPSH 9

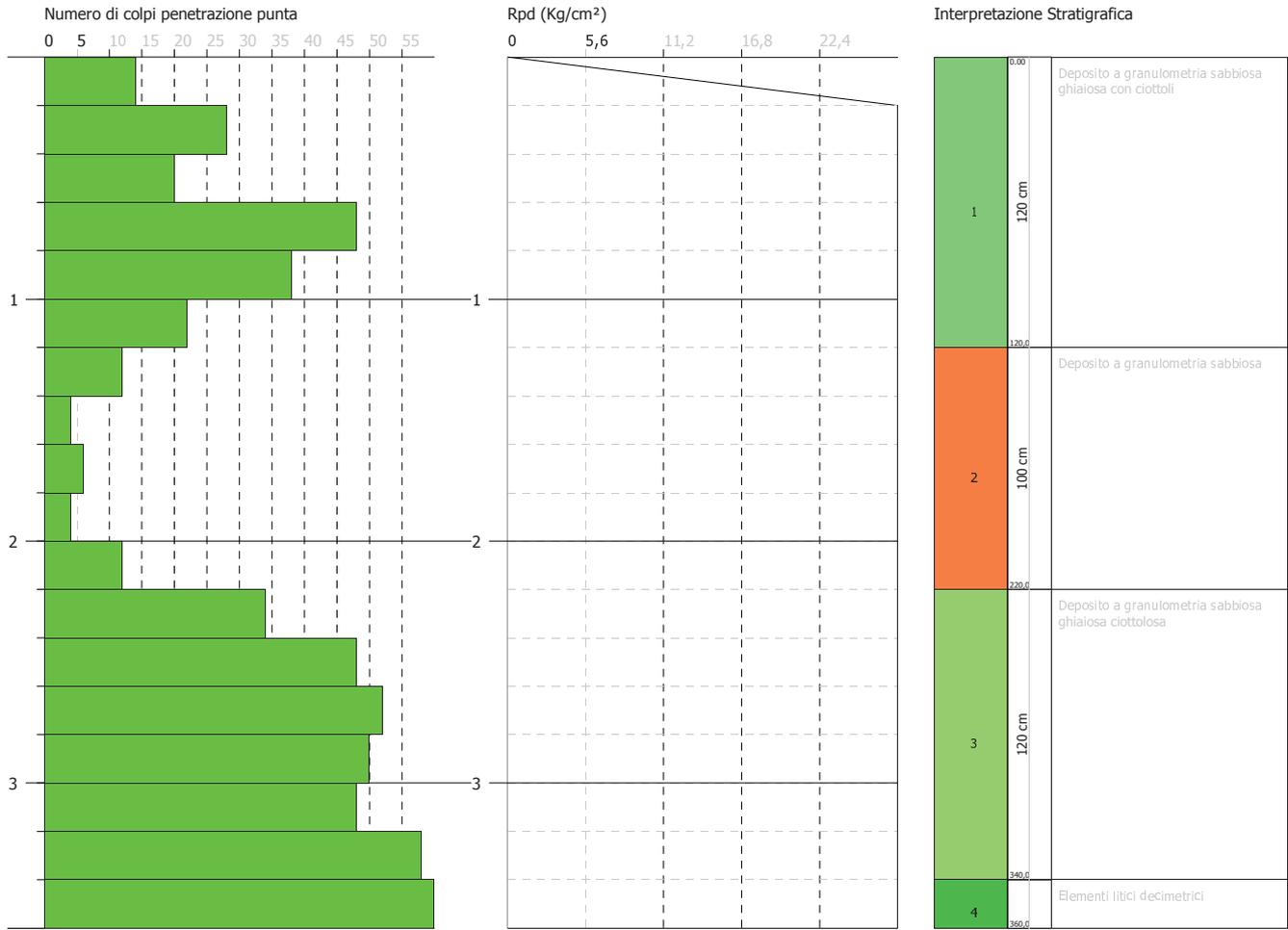


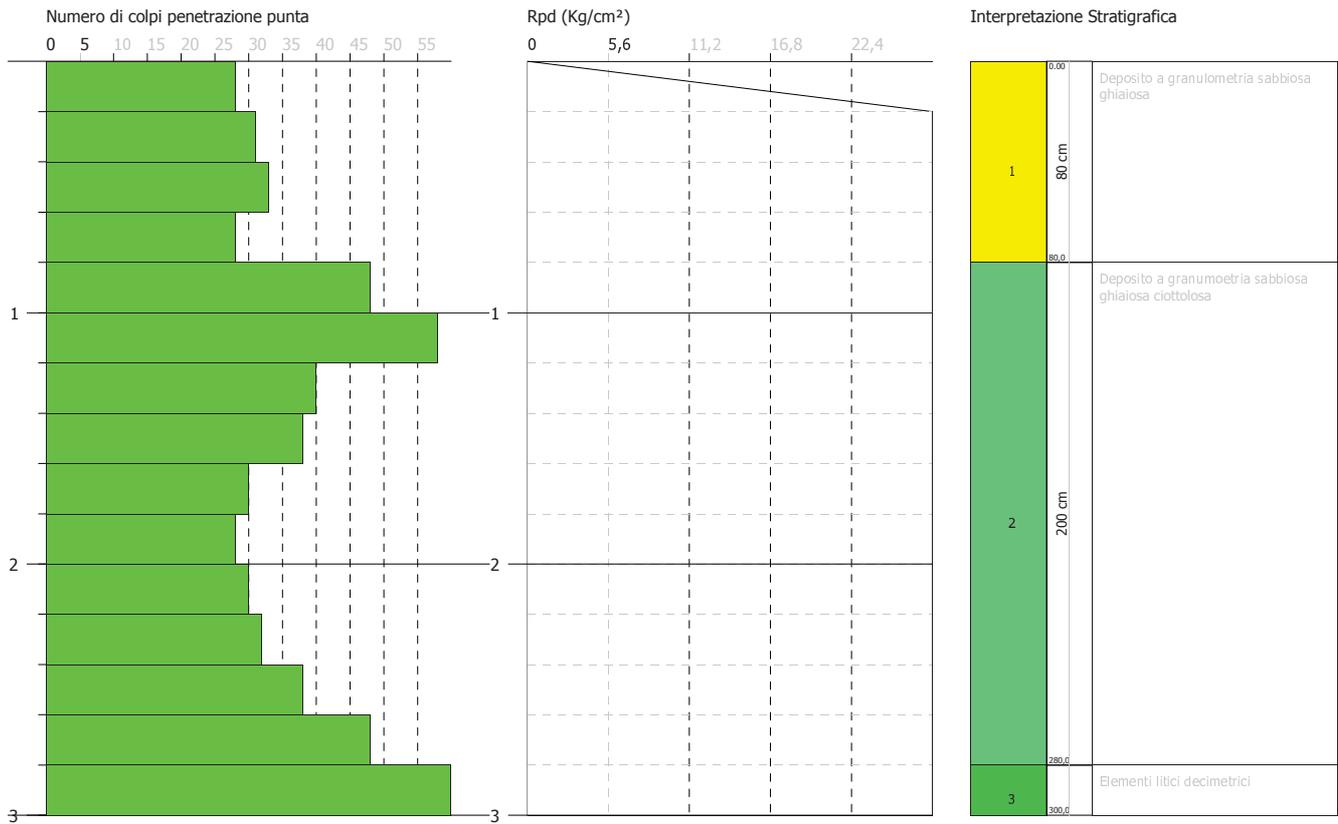


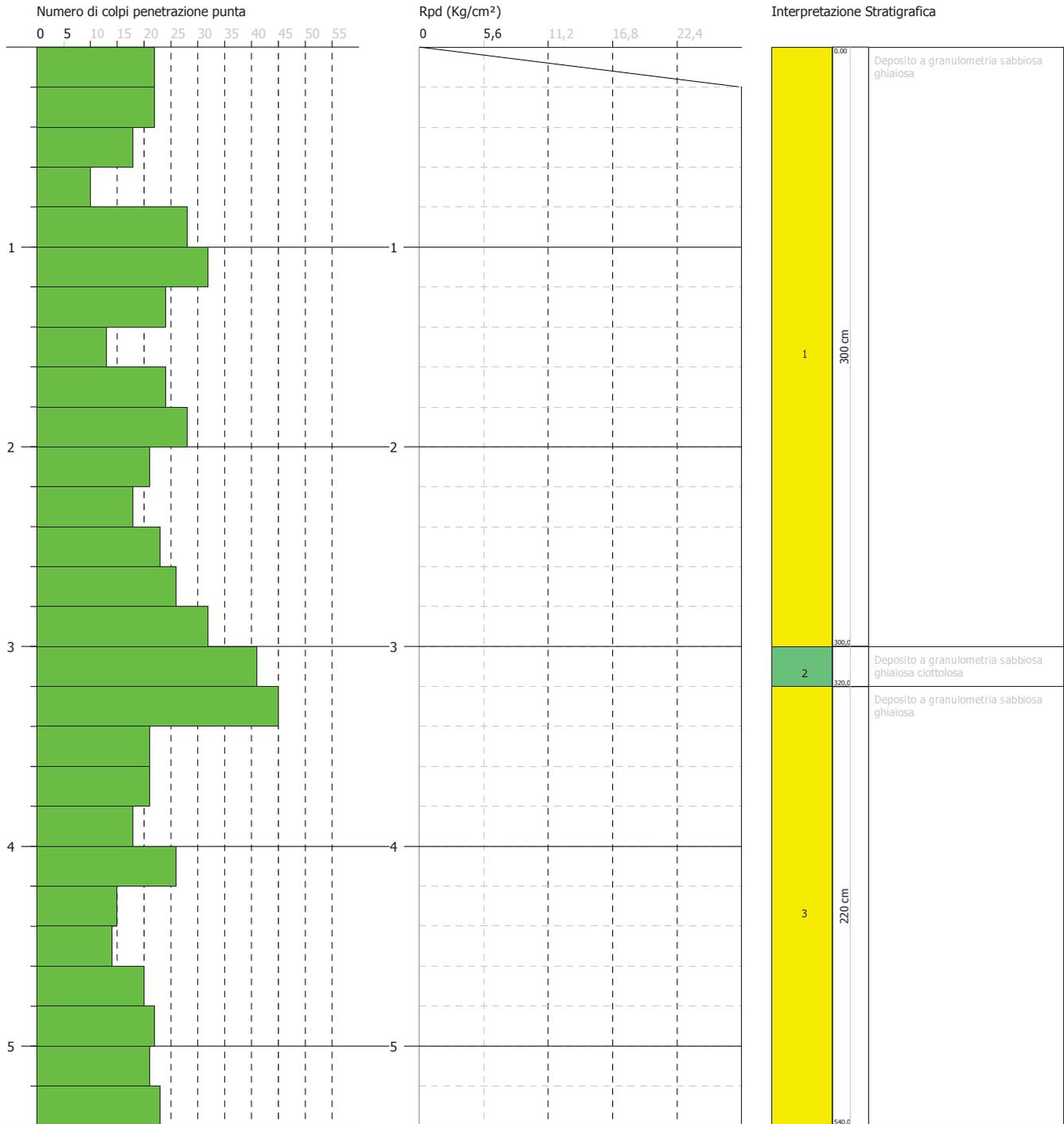


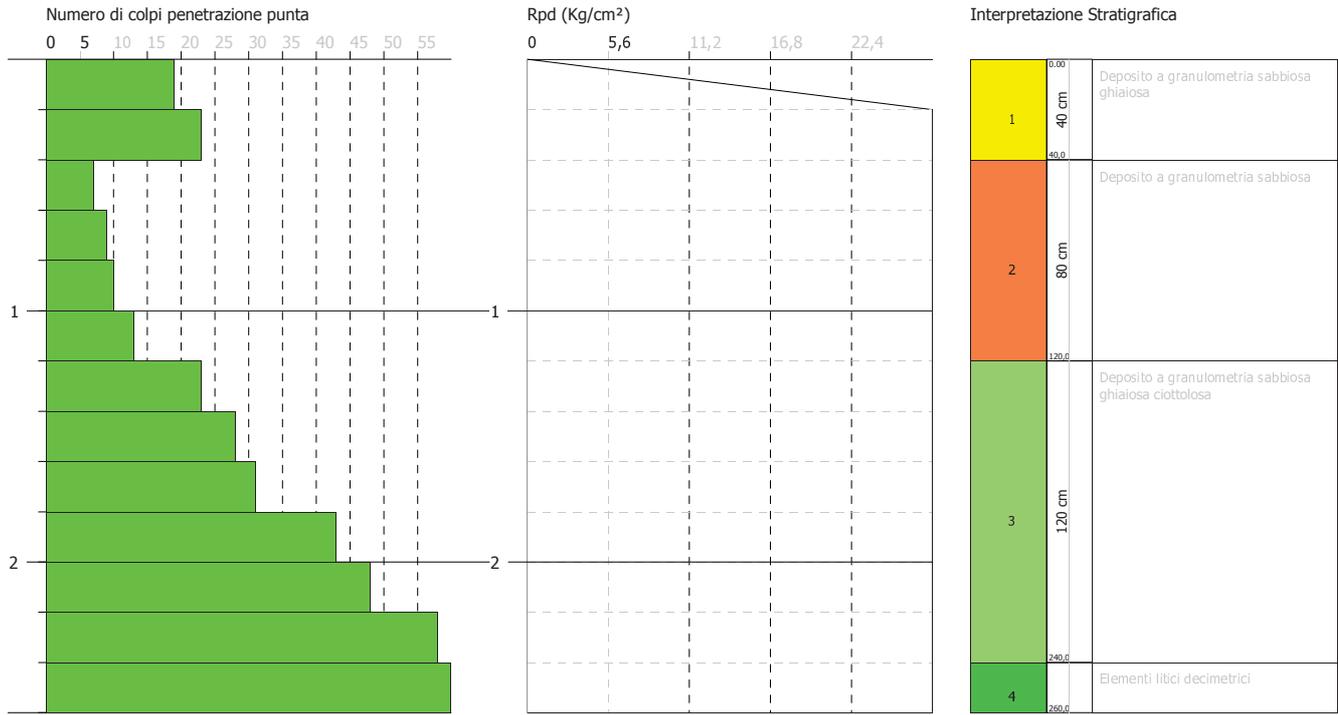












STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0.00-1,20	22,05	Gibbs & Holtz 1957	61,03
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Gibbs & Holtz 1957	33,15
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Gibbs & Holtz 1957	95,11
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0.00-1,20	22,05	Meyerhof (1965)	33,35
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Meyerhof (1965)	27,29
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Meyerhof (1965)	34,86
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Meyerhof (1965)	38,86

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0.00-1,20	22,05	Buisman-Sanglera t	132,3
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Buisman-Sanglera t	54,24
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Buisman-Sanglera t	404,52
Strato (4)	101,76	2,40-2,60	101,76	Buisman-Sanglera	610,56

Elementi litici decimetrici					t
-----------------------------	--	--	--	--	---

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0,00-1,20	22,05	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0,00-1,20	22,05	Ohta e Goto (1978)	150,34
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Ohta e Goto (1978)	144,38
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Ohta e Goto (1978)	230,13
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Ohta e Goto (1978)	257,99

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H/P_0}$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0,00-1,20	22,05	Navfac 1971-1982	4,40
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Navfac 1971-1982	1,40
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Navfac 1971-1982	11,90
Strato (4) Elementi litici	101,76	2,40-2,60	101,76	Navfac 1971-1982	11,93

decimetrici					
-------------	--	--	--	--	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	22,05	0,00-1,20	22,05	Robertson 1983	44,10
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	6,78	1,20-1,60	6,78	Robertson 1983	13,56
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	67,42	1,60-2,40	67,42	Robertson 1983	134,84
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Robertson 1983	203,52

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Gibbs & Holtz 1957	80,96
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Gibbs & Holtz 1957	34,28
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Gibbs & Holtz 1957	63,11
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Gibbs & Holtz 1957	40,91
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Gibbs & Holtz 1957	56,63
Strato (6) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Gibbs & Holtz 1957	81,83

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Meyerhof (1965)	37,16
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Meyerhof (1965)	27,47
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Meyerhof (1965)	33,87
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Meyerhof (1965)	28,67
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Meyerhof (1965)	32,25
Strato (6) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Meyerhof (1965)	37,2

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Buisman-Sanglera t	262,86
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Buisman-Sanglera t	57,28
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Buisman-Sanglera t	142,86
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Buisman-Sanglera t	77,76
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Buisman-Sanglera t	111,96
Strato (6) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Buisman-Sanglera t	270,3

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (6) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Ohta e Goto (1978)	169,3
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Ohta e Goto (1978)	157,61
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Ohta e Goto (1978)	232,82
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Ohta e Goto (1978)	219,58
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Ohta e Goto (1978)	255,16
Strato (6) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Ohta e Goto (1978)	305,69

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Navfac 1971-1982	7,36
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Navfac 1971-1982	1,48
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Navfac 1971-1982	4,69
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Navfac 1971-1982	2,04
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Navfac 1971-1982	3,81
Strato (6) eposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Navfac 1971-1982	7,52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	43,81	0,00-1,20	43,81	Robertson 1983	87,62
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	7,16	1,20-3,00	7,16	Robertson 1983	14,32
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	23,81	3,00-7,80	23,81	Robertson 1983	47,62
Strato (4) Deposito a granulometria sabbiosa	9,72	7,80-10,00	9,72	Robertson 1983	19,44
Strato (5) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	18,66	10,00-11,60	18,66	Robertson 1983	37,32
Strato (6) eposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	45,05	11,60-13,60	45,05	Robertson 1983	90,10

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Gibbs & Holtz 1957	80,18
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Gibbs & Holtz 1957	71,28
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	72,08	1,80-2,60	72,08	Gibbs & Holtz 1957	97,43
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Meyerhof (1965)	37,1
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Meyerhof (1965)	35,76
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	72,08	1,80-2,60	72,08	Meyerhof (1965)	33,61
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Meyerhof (1965)	38,01

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Buisman-Sanglera t	256,44
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Buisman-Sanglera t	190,8
Strato (3) Deposito a granulometria	72,08	1,80-2,60	72,08	Buisman-Sanglera t	432,48

sabbiosa ghiaiosa ciottolosa					
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Buisman-Sanglera t	590,22

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	72,08	1,80-2,60	72,08	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Ohta e Goto (1978)	162,75
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Ohta e Goto (1978)	188,63
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	72,08	1,80-2,60	72,08	Ohta e Goto (1978)	237,13
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Ohta e Goto (1978)	260,32

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0.00-1,00	42,74	Navfac 1971-1982	7,23
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Navfac 1971-1982	5,86
Strato (3)	72,08	1,80-2,60	72,08	Navfac 1971-1982	11,93

Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa					
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	42,74	0,00-1,00	42,74	Robertson 1983	85,48
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	31,8	1,00-1,80	31,8	Robertson 1983	63,60
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	72,08	1,80-2,60	72,08	Robertson 1983	144,16
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	2,60-2,80	98,37	Robertson 1983	196,74

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Gibbs & Holtz 1957	81,16
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Gibbs & Holtz 1957	49,94
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Gibbs & Holtz 1957	91,62
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	3,40-3,60	98,37	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Meyerhof (1965)	37,17
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Meyerhof (1965)	30,62
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Meyerhof (1965)	36,17
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	3,40-3,60	98,37	Meyerhof (1965)	42,01

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Buisman-Sanglera	264,6
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Buisman-Sanglera	85,8
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Buisman-Sanglera	365,1
Strato (4)	98,37	3,40-3,60	98,37	Buisman-Sanglera	590,22

Elementi litici decimetrici					t
-----------------------------	--	--	--	--	---

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	3,40-3,60	98,37	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Ohta e Goto (1978)	137,11
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Ohta e Goto (1978)	156,8
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Ohta e Goto (1978)	237,83
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	3,40-3,60	98,37	Ohta e Goto (1978)	273,69

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Navfac 1971-1982	7,40
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Navfac 1971-1982	2,99
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Navfac 1971-1982	10,10
Strato (4)	98,37	3,40-3,60	98,37	Navfac 1971-1982	11,93

Elementi litici decimetrici					
--------------------------------	--	--	--	--	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	44,1	0,00-0,40	44,1	Robertson 1983	88,20
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	14,3	0,40-1,80	14,3	Robertson 1983	28,60
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	60,85	1,80-3,40	60,85	Robertson 1983	121,70
Strato (4) Elementi litici decimetrici	98,37	3,40-3,60	98,37	Robertson 1983	196,74

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Gibbs & Holtz 1957	97,02
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Meyerhof (1965)	33,86
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Meyerhof (1965)	38,86

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Buisman-Sanglerat	427,38
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Buisman-Sanglerat	610,56

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Ohta e Goto (1978)	203,24

Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Ohta e Goto (1978)	249,45
--	--------	-----------	--------	-----------------------	--------

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Navfac 1971-1982	11,93
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Navfac 1971-1982	11,93

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaaiosa ciottolosa	71,23	0,00-2,00	71,23	Robertson 1983	142,46
Strato (2) Elementi litici decimetrici	101,76	2,00-2,20	101,76	Robertson 1983	203,52

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Gibbs & Holtz 1957	83,88
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Gibbs & Holtz 1957	47,43
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	81,97	2,20-3,40	81,97	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Meyerhof (1965)	37,24
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Meyerhof (1965)	30,05
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	81,97	2,20-3,40	81,97	Meyerhof (1965)	40,03
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Meyerhof (1965)	41,86

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Buisman-Sanglera t	288,3
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Buisman-Sanglera t	77,34
Strato (3) Deposito a granulometria	81,97	2,20-3,40	81,97	Buisman-Sanglera t	491,82

sabbiosa ghiaiosa ciottolosa					
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Buisman-Sanglera t	610,56

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	81,97	2,20-3,40	81,97	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Ohta e Goto (1978)	172,03
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Ohta e Goto (1978)	167,51
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	81,97	2,20-3,40	81,97	Ohta e Goto (1978)	254,01
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Ohta e Goto (1978)	275,3

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0.00-1,20	48,05	Navfac 1971-1982	7,91
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Navfac 1971-1982	2,70
Strato (3)	81,97	2,20-3,40	81,97	Navfac 1971-1982	11,93

Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa					
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa con ciottoli	48,05	0,00-1,20	48,05	Robertson 1983	96,10
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	12,89	1,20-2,20	12,89	Robertson 1983	25,78
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	81,97	2,20-3,40	81,97	Robertson 1983	163,94
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	3,40-3,60	101,76	Robertson 1983	203,52

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Gibbs & Holtz 1957	85,72
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Gibbs & Holtz 1957	94,45
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Meyerhof (1965)	37,17
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Meyerhof (1965)	35,15
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Meyerhof (1965)	38,86

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Buisman-Sanglera t	305,28
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Buisman-Sanglera t	396,84
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Buisman-Sanglera t	610,56

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (2) Deposito a	66,14	0,80-2,80	66,14	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

granumoetria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa					
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Ohta e Goto (1978)	160,67
Strato (2) Deposito a granumoetria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Ohta e Goto (1978)	224,75
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Ohta e Goto (1978)	265,49

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Navfac 1971-1982	8,30
Strato (2) Deposito a granumoetria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Navfac 1971-1982	11,49
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Navfac 1971-1982	11,93

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	50,88	0,00-0,80	50,88	Robertson 1983	101,76
Strato (2) Deposito a granumoetria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	66,14	0,80-2,80	66,14	Robertson 1983	132,28
Strato (3) Elementi litici decimetrici	101,76	2,80-3,00	101,76	Robertson 1983	203,52

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Gibbs & Holtz 1957	77,01
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Gibbs & Holtz 1957	96,18
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Gibbs & Holtz 1957	76,51

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Meyerhof (1965)	36,76
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Meyerhof (1965)	34,32
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Meyerhof (1965)	36,69

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Buisman-Sanglera t	231,3
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Buisman-Sanglera t	417,24
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Buisman-Sanglera t	227,52

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria	38,55	0.00-3,00	38,55	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

sabbiosa ghiaiosa					
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Ohta e Goto (1978)	197,63
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Ohta e Goto (1978)	251,79
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Ohta e Goto (1978)	241,49

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{Sigma}H/P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Navfac 1971-1982	6,71
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Navfac 1971-1982	11,93
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Navfac 1971-1982	6,64

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	38,55	0.00-3,00	38,55	Robertson 1983	77,10
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	69,54	3,00-3,20	69,54	Robertson 1983	139,08
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	37,92	3,20-5,40	37,92	Robertson 1983	75,84

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Gibbs & Holtz 1957	74,63
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Gibbs & Holtz 1957	53,54
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Gibbs & Holtz 1957	94,01
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Meyerhof (1965)	36,39
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Meyerhof (1965)	31,49
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Meyerhof (1965)	35,34
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Meyerhof (1965)	38,76

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Buisman-Sanglera t	213,72
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Buisman-Sanglera t	99,24
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Buisman-Sanglera t	391,8
Strato (4)	101,76	2,40-2,60	101,76	Buisman-Sanglera	610,56

Elementi litici decimetrici					t
-----------------------------	--	--	--	--	---

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Ohsaki (Sabbie pulite)	1868,55
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Ohsaki (Sabbie pulite)	908,52
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Ohsaki (Sabbie pulite)	3303,18
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	5012,29

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Ohta e Goto (1978)	132,14
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Ohta e Goto (1978)	151,22
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Ohta e Goto (1978)	224,25
Strato (4) Elementi litici	101,76	2,40-2,60	101,76	Ohta e Goto (1978)	257,99

decimetrici					
-------------	--	--	--	--	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Navfac 1971-1982	6,35
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Navfac 1971-1982	3,42
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Navfac 1971-1982	11,25
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa	35,62	0,00-0,40	35,62	Robertson 1983	71,24
Strato (2) Deposito a granulometria sabbiosa	16,54	0,40-1,20	16,54	Robertson 1983	33,08
Strato (3) Deposito a granulometria sabbiosa ghiaiosa ciottolosa	65,3	1,20-2,40	65,3	Robertson 1983	130,60
Strato (4) Elementi litici decimetrici	101,76	2,40-2,60	101,76	Robertson 1983	203,52

INTERVENTI DI BONIFICA / MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI
CAVA DI "MONTE CALVARIO" PER LA FRUIBILITÀ A PARCO

INDAGINE GEOSTRUTTURALE

GIUGNO 2015



ECOSTAT s.r.l.
L'Amministratore
(Dott. Giuseppe Bonanno)

Il Tecnico
(Dott. Geol. Francesco Petralia)

INTRODUZIONE

L'area in esame è caratterizzata da una morfologia e da una genesi piuttosto complessa e articolata. La genesi delle lave affioranti è legata alla presenza di due fessure eruttive sub-parallele distanti tra loro circa 24 metri, di cui quella più ad Est orientata NNE-SSW e quella più ad Ovest, sovrastante l'abitato di Biancavilla, orientata N-S. L'attività di tali fessure eruttive aveva portato alla formazione di due conetti costituiti da una alternanza di scorie, lave autobrecciate e colate laviche, ancora leggibile in ciò che resta a seguito dello sbancamento effettuato dall'attività estrattiva.

L'attività fumarolica che ha fatto seguito all'eruzione di Monte Calvario, e che ha portato alla formazione della fluoro-edenite, si è per l'appunto concentrata lungo le discontinuità sub-parallele alle fessure eruttive. Di contro, la grande maggioranza delle discontinuità riscontrate nell'ammasso, legate principalmente alla contrazione termica per raffreddamento, hanno un andamento sub-perpendicolare a quello delle fessure eruttive.

L'attività estrattiva, finalizzata alla produzione di inerti per le malte cementizie, si è concentrata nelle porzioni più facilmente cavabili, asportando buona parte degli edifici eruttivi, lasciando come ultimi baluardi i dicchi lavici che riempivano le fessure eruttive ed alcune colate a vari livelli. Il risultato è la presenza di queste dorsali alte diversi metri che attraversano il terreno della cava, costituite da una ossatura di lava massiva ricoperta dalle lave autobrecciate e da prodotti di caduta, interessate in parte dal fenomeno di fumarolizzazione lungo discontinuità più o meno aperte. In generale la formazione della fluoro-edenite ha interessato piuttosto estesamente le lave autobrecciate che risultavano particolarmente permeabili ai fluidi residuali.

La presenza di un'asta fluvio-torrentizia a Nord della cava (Vallone San Filippo), insieme al ritrovamento di livelli stratificati di materiale rimaneggiato, indicano che tra i due coni avventizi passava un torrente.

DESCRIZIONE

In questo elaborato vengono riportate le osservazioni riguardanti le discontinuità riscontrate sulle pareti indagate. Si faccia riferimento alla TAVOLA 2 per quanto riguarda la suddivisione nei vari settori per la descrizione degli affioramenti.

SETTORE NORD (SN): riguarda lo sbocco del Vallone San Filippo con suolo, materiale piroclastico, alcuni terrazzamenti nelle lave autobrecciate e la presenza di una guglia di roccia.

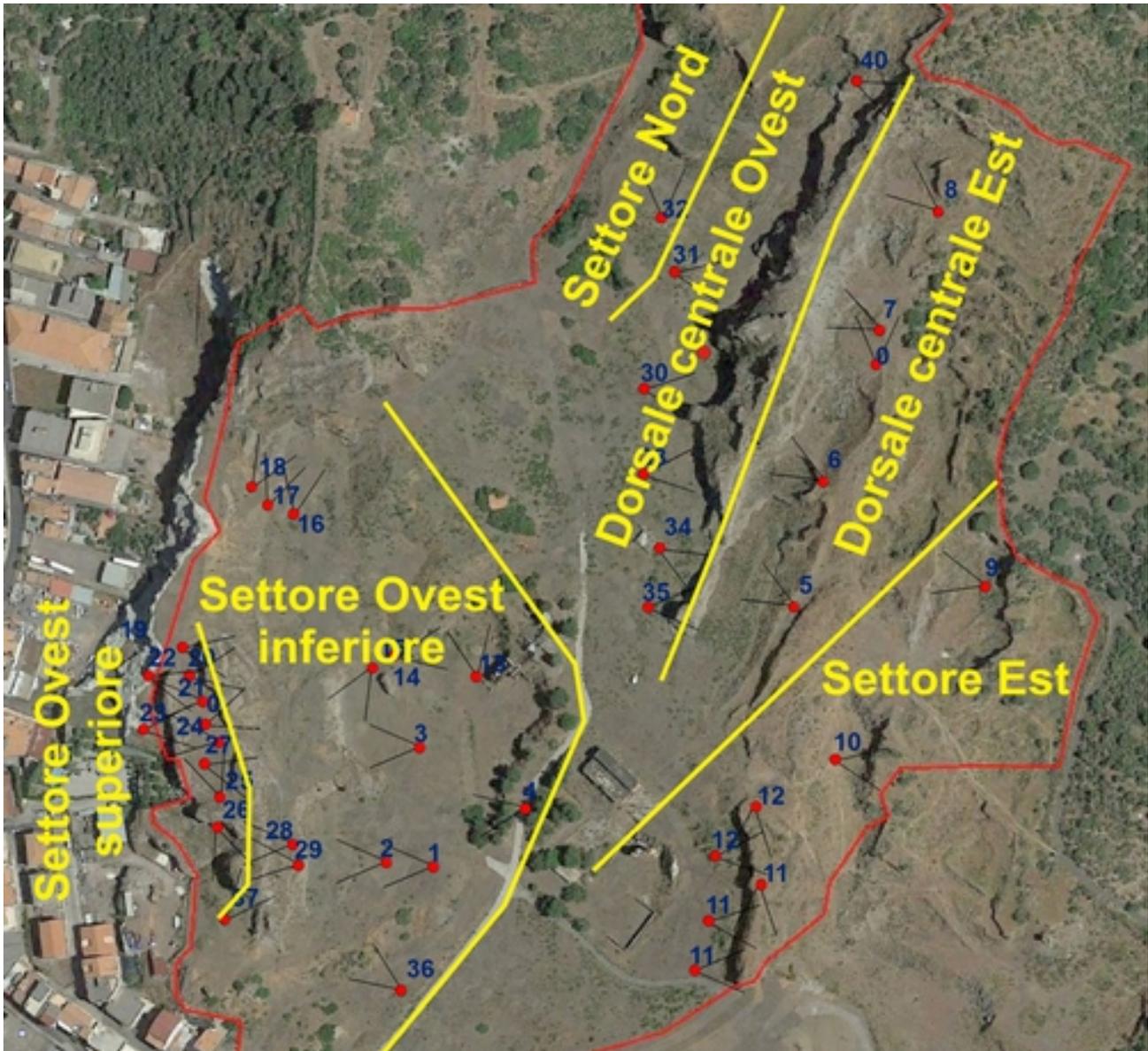
DORSALE CENTRALE. Un rilievo largo tra 20 e 40 metri ed alto fino a 40 metri che occupa la parte centro-settentrionale della cave e che si estende per circa 300 metri in direzione NNE-SSW. Questa dorsale è ciò che resta della fessura eruttiva orientale del Monte Calvario.

1. OVEST (DCO);, osservata da Ovest.
2. EST (DCE): la dorsale osservata da Est.

SETTORE EST (SE): riguarda la parte sud-orientale della cava, con la presenza di alcune colate alle quali è stato asportato uno degli argini naturali e due piccole scarpate in cui affiorano le lave autobrecciate.

SETTORE OVEST. Quest'area comprende tutto ciò che si trova ad ovest della stradella della cava.

3. INFERIORE (SOI): include le scarpate che si trovano all'ingresso della cava, con il GEO-sito contenente la fluoro-edenite.
4. SUPERIORE (SOE): è la parte più alta di questo settore, che si affaccia anche sulle abitazioni del paese di Biancavilla. Quest'area, lunga circa 25 metri e con direzione N-S, è ciò che rimane della fessura eruttiva occidentale del complesso di Monte Calvario.



Suddivisione in settori con i punti di ripresa fotografica.

DORSALE CENTRALE EST (descrizione da N a S)

DCE-8

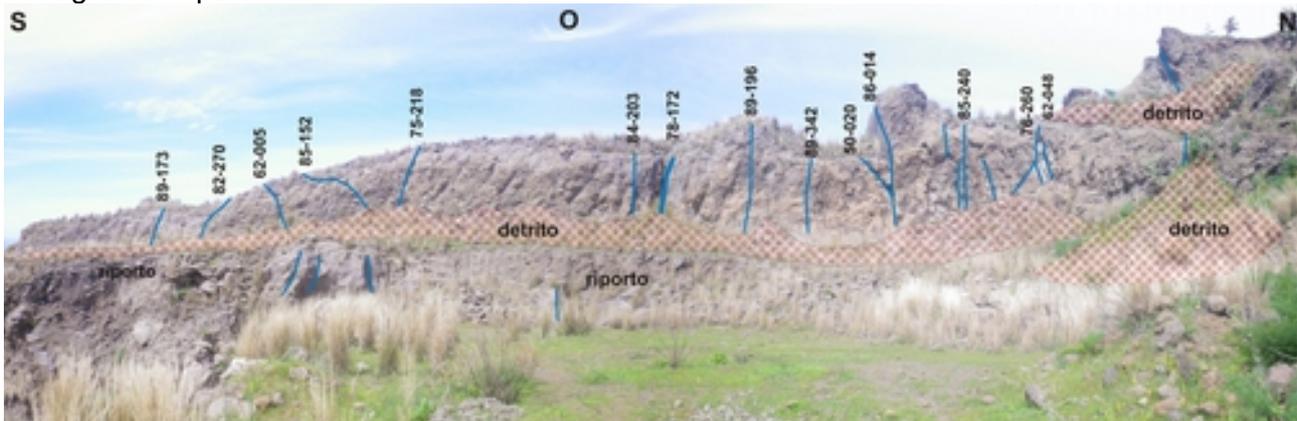
Porzione superiore della parte orientale della grossa dorsale al centro della cava. La parte prosegue verso Sud con le foto panoramiche 7, 6 e 5.

La parete è composta da due segmenti con un angolo di circa 70°. Il segmento Ovest è rettilineo, ha direzione N25°, il segmento più a N ha direzione N75°. L'altezza della parete è variabile, da 2 m nella terminazione S a circa 6 m in corrispondenza di un torrione.

La parete è costituita da lava compatta (riempimento di una fessura eruttiva), con segni di alterazione e interessata da una serie di discontinuità sub verticali, prevalentemente trasversali alla direzione della fessura eruttiva. Le discontinuità sono metriche e plurimetriche, abbastanza continue e regolari. La loro orientazione è riportata in foto.

Nella porzione più a Sud, sulla parete è attaccato del materiale brecciato, alterato e incoerente, con blocchi fino al dm.

Non vi sono indizi di instabilità, fatta eccezione per numerosi blocchi decimetrici instabili posti sul ciglio della parete.



Intervento

Si suggerisce disaggio leggero

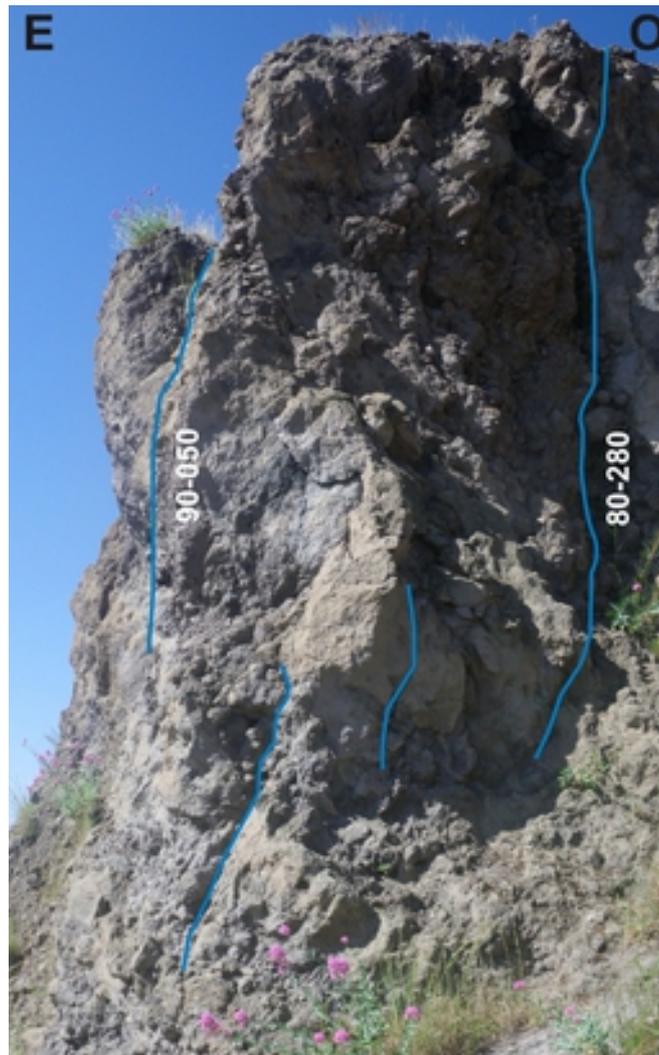
DCE-7

La parete è costituita da un'alternanza tra porzioni di lava compatta e porzioni di deposito eterogeneo (come una sovrapposizione di vari imbuti); in quest'ultimo sono riconoscibili degli allineamenti sub-orizzontali di blocchi. L'alternanza ha una certa continuità laterale e si abbassa di quota verso sud ($\sim 20^\circ$). Il profilo della parete è caratterizzato da sporgenze e rientranze che corrispondono ai due diversi materiali. La parte brecciata a monte del terrazzo a metà parte mostra una sorta di stratificazione inclinata (40-250) con spaziatura dm per una tratto di circa 15 m.

La parete è interessata da due grosse "nicchie".

La parete è interessata da un sistema di discontinuità ad alto angolo \approx alla parete (ben visibili nella piccola sezione esposta a N della nicchia settentrionale). Le discontinuità sono regolari e continue ($>7-8$ m) e aperte (cm). Un altro sistema di discontinuità a medio e alto angolo è generalmente trasversale alla parete. Fratture minori e meno regolari interessano sia la lava compatta che la massa brecciata.





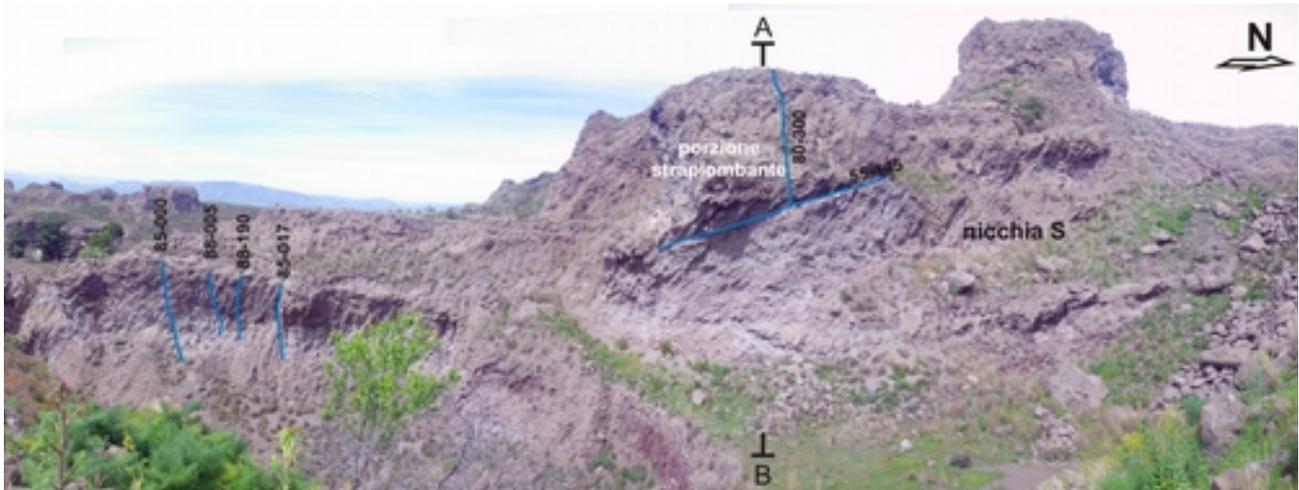
Una porzione della parete a margine della nicchia N risulta isolata da discontinuità longitudinali al retro e da una trasversale sul lato S. Questa porzione è sostenuta da materiale brecciato che mostra segni di erosione al contatto con la soprastante lava compatta e piccoli scavarnamenti

Intervento

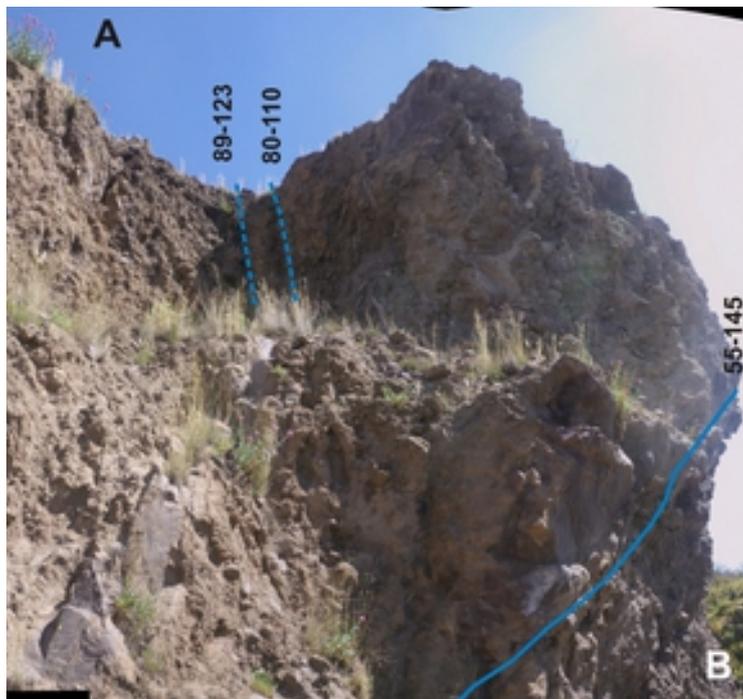
DCE- 6

Porzione centrale, lato Ovest, della dorsale al centro della cava.

Prosegue l'alternanza tra lava compatte e brecciata descritta in DCE-7. In sezione il materiale brecciato è rientrato anche di un paio di metri rispetto alla lava compatta. La parete è interessata da discontinuità (prevalentemente subverticali) che intersecano la parete con vari angoli e la cui intersezione determina potenziali instabilità.



In particolare una grossa porzione di parete (Sez. A-B), strapiombante e isolata al retro da discontinuità NNE-SSO potrebbe costituire sia un potenziale scivolamento (intersezione tra le discontinuità orientata 196-42) che un crollo, qualora si accentuasse l'erosione nella parte inferiore.



Intervento

DCE- 5

Porzione meridionale, lato O, della dorsale al centro della cava.

In questo tratto affiora essenzialmente la porzione compatta.

Discontinuità trasversali alla parte aperte, allentate e discontinuità a basso angolo isolano un grosso blocco immediatamente a N di una piccola sella

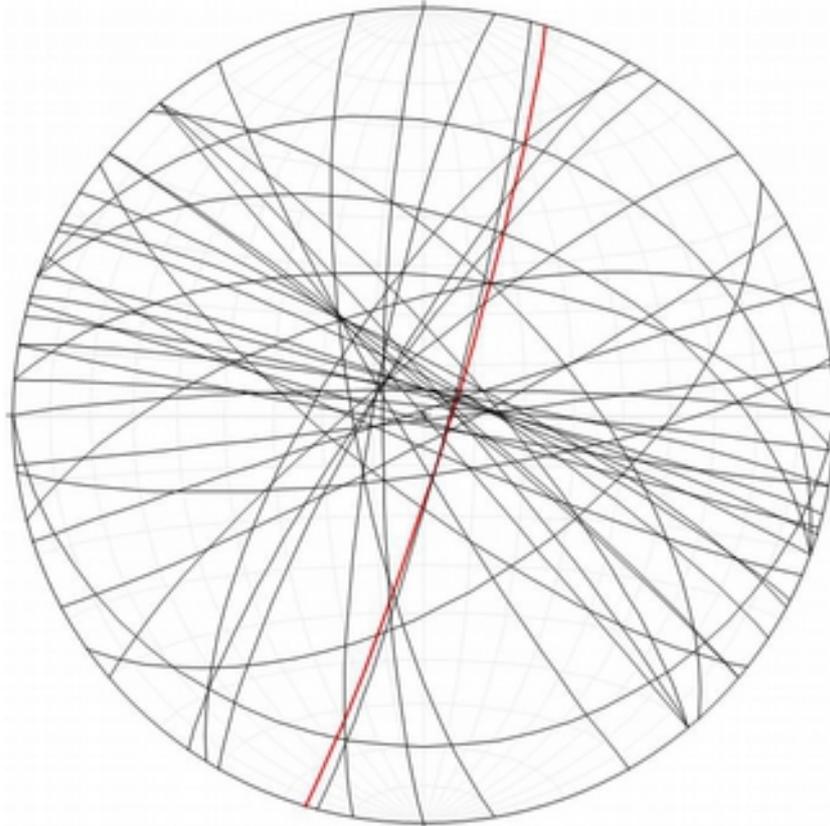
Proseguendo verso l'estremità non si riscontrano potenziali instabilità.

Nella stretta sezione trasversale alla dorsale si riscontrano discontinuità ad alto angolo circa parallele alla parete (mediamente ~80-305). Potenziale ribaltamento.



Estremità di DCE-5 vista da S.

Intervento



Proiezione stereografica delle discontinuità ($n=38$) misurate lungo la parete Est della dorsale centrale (DCE); in rosso la ciclografica corrispondente alla direzione media della parete.

DORSALE CENTRALE OVEST (descrizione da S a N)

DCO-33, DCO-34 e DCO-35

Parete occidentale della dorsale al centro della cava (da S a N).

In DCO-35 grosso torrione strapiombante (~75°).ad O; è isolato da discontinuità che attraversano l'intera dorsale (80-280 e 80-132), il suo appoggio a NO, su materiale eterogeneo, ha evidenze di erosione. Proseguendo a N, lastre di vario spessore sono isolate da discontinuità con direzione circa parallela alla parete.

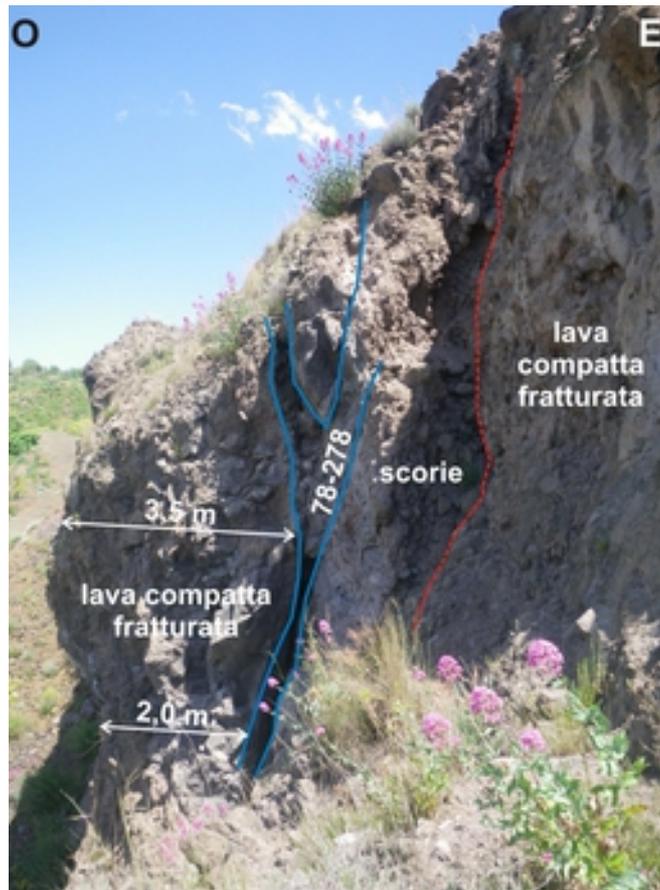


In alto DCO-34; in basso a sinistra dettaglio della porzione Nord (DCO-33), a destra della porzione Sud (DCO-35).

In DCO- 34: potenziale crollo della porzione a O della grossa frattura con mineralizzazioni.

La frattura (78- 278) è parallela alla dorsale che costituiva il centro eruttivo, è aperta >10 cm e accompagnata da una fascia larga circa un m di materiale profondamente alterato e fumarolizzato. Questa discontinuità isola una porzione de roccia di circa 2 m di profondità al piede e 3,5 m nella parte centrale. Vedi sezione in DCO-271.

Foto DCO-33. Questa porzione di parete è caratterizzata dalla presenza di discontinuità parallele alla parete. Non si riscontrano indizi di instabilità di blocchi di dimensione superiore al m³.



DCO-271. Lastrone isolato visto da Sud.

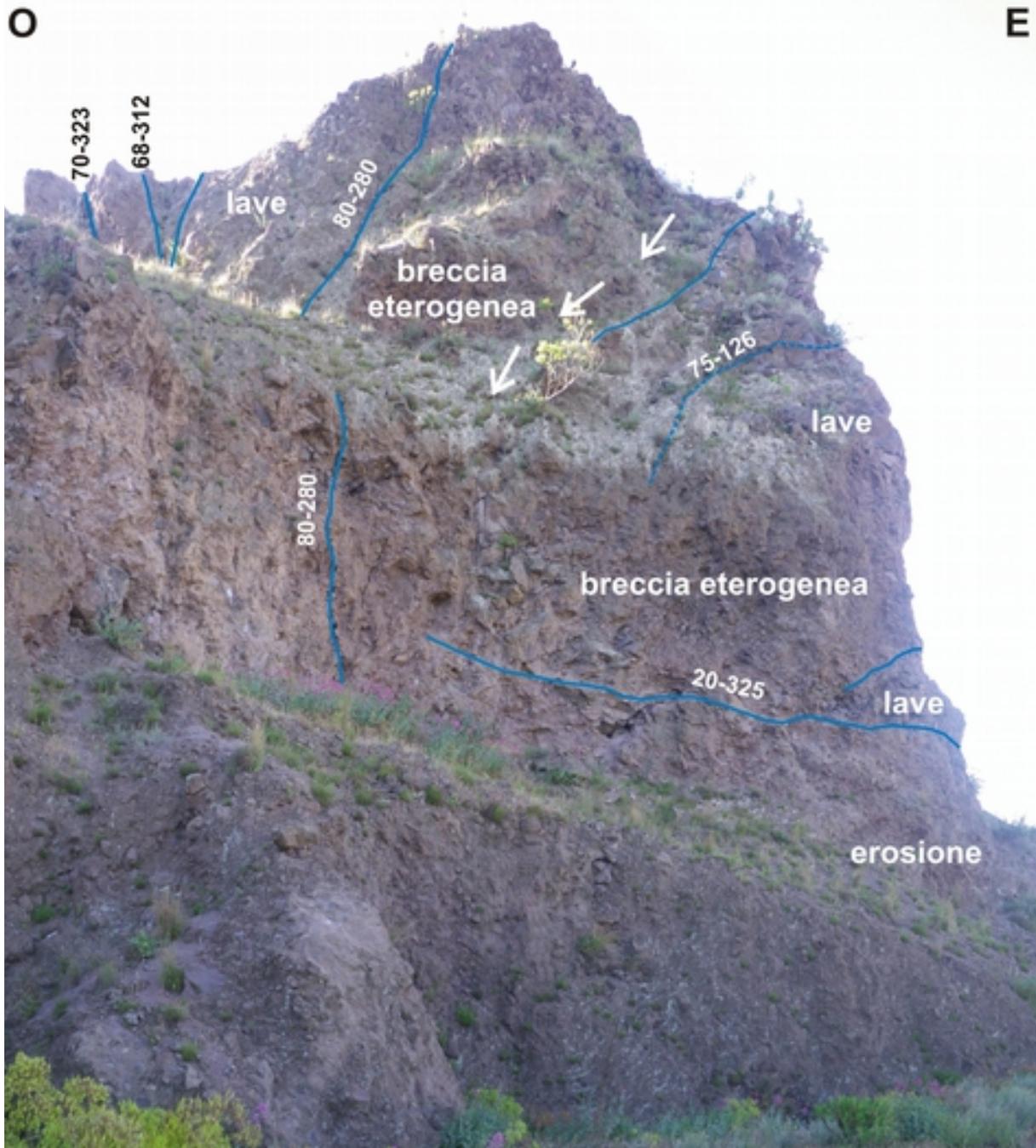
Intervento

DCO-30 e DCO-31

Prosecuzione a Nord di DCO-34. L'elemento più evidente è un grosso sperone (h~20m), in posizione avanzata rispetto alla direzione media della parete. Questo è isolato alle spalle da una discontinuità ad alto angolo. Lo sperone è composto da porzioni di lava compatta e porzioni di breccia eterogenea; in quest'ultima sono visibili segni di erosione concentrata. L'intera guglia è isolata al retro da una discontinuità (80-280), e porzioni di essa sono a loro volta isolate da fratture minori variamente orientate. In particolare una discontinuità 65-330 potrebbe costituire un piano di scivolamento per una lastrone lavico.



In alto DCO-30; in basso DCO-31



DCO-278. Sperone in DCO-31 visto da Nord.

Perseguendo ancora verso Nord la parete è interessata da una serie di discontinuità al alto angolo con spaziatura da dm a >2m che intersecano la parte con angolo variabile; non si riscontrano dissesti rilevanti.

Intervento

DCO-40

In questo tratto la parete è formata da due gradoni: quello inferiore costituito prevalentemente da una breccia eterogenea, quello superiore da lave brecciate. Quest'ultima porzione di parete si trova immediatamente alle spalle della parete in foto 8. Questo settore della cava è si trova quasi in corrispondenza dell'originale superficie topografica.

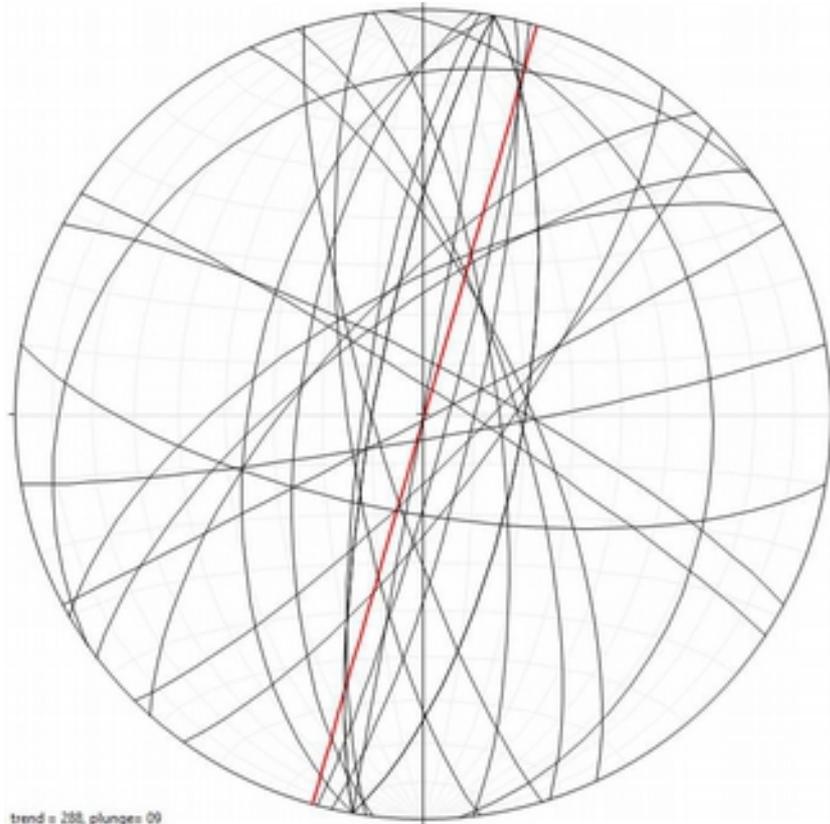
La porzione di parete del gradino superiore è interessata da una serie di discontinuità ad alto angolo che probabilmente interessano la dorsale sino alla parte opposta (85-033; 80-028; 72-072; 89-152; 70-100).



DCO-40. Panoramica della gradinata superiore

Intervento

In questo tratto si consiglia riprofilatura con angolo pari a Φ .



Proiezione stereografica delle discontinuità (n=28) misurate lungo la parete Ovest della dorsale centrale (DCO); in rosso la ciclografica corrispondente alla direzione media della parete.

SETTORE NORD

SN-291

Guglia posta all'ingresso del Vallone San Filippo. È costituita da materiale lavico eterogeneo saldato. È apparentemente una morfologia risultante dalla naturale erosione delle acque; non si può escludere l'intervento antropico alla base. Solo pochi elementi sono isolati (<math>< m^3</math>) sia sulle pareti che nella parte alta; indizi di ruscellamento sulle pareti. Discontinuità sub-verticali nel lato monte (E-NE).



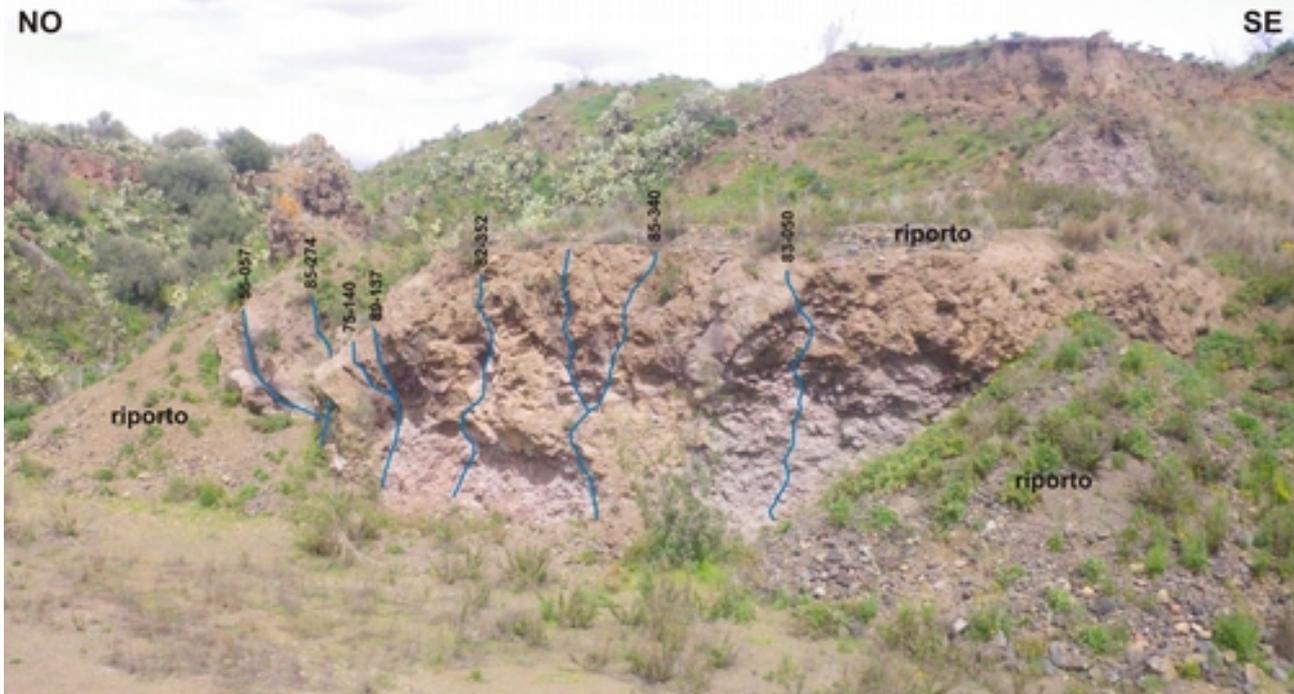
Intervento

Si suggerisce disgaggio leggero

SN-32

Parete di limitata estensione affiorante dal materiale di riporto. È esposta a Sud, altezza compresa tra 4 e 5m. E' costituita da lava compatta, molto fratturata e disarticolata nella porzione centrale e superiore; alla base da materiale brecciato più arretrato rispetto al soprastante.

La parte centrale è interessata da discontinuità a basso angolo, scarsamente continue; discontinuità subverticali interessano invece la parte mediana e-superiore della parete (55-075; 85-274; 75-140; 89-137; 83-353; 85-340; 83-050). Alcune di queste si intersecano isolando colonne di roccia di dimensioni variabili.



Intervento

Si suggerisce riprofilatura

SETTORE OVEST (parte inferiore)

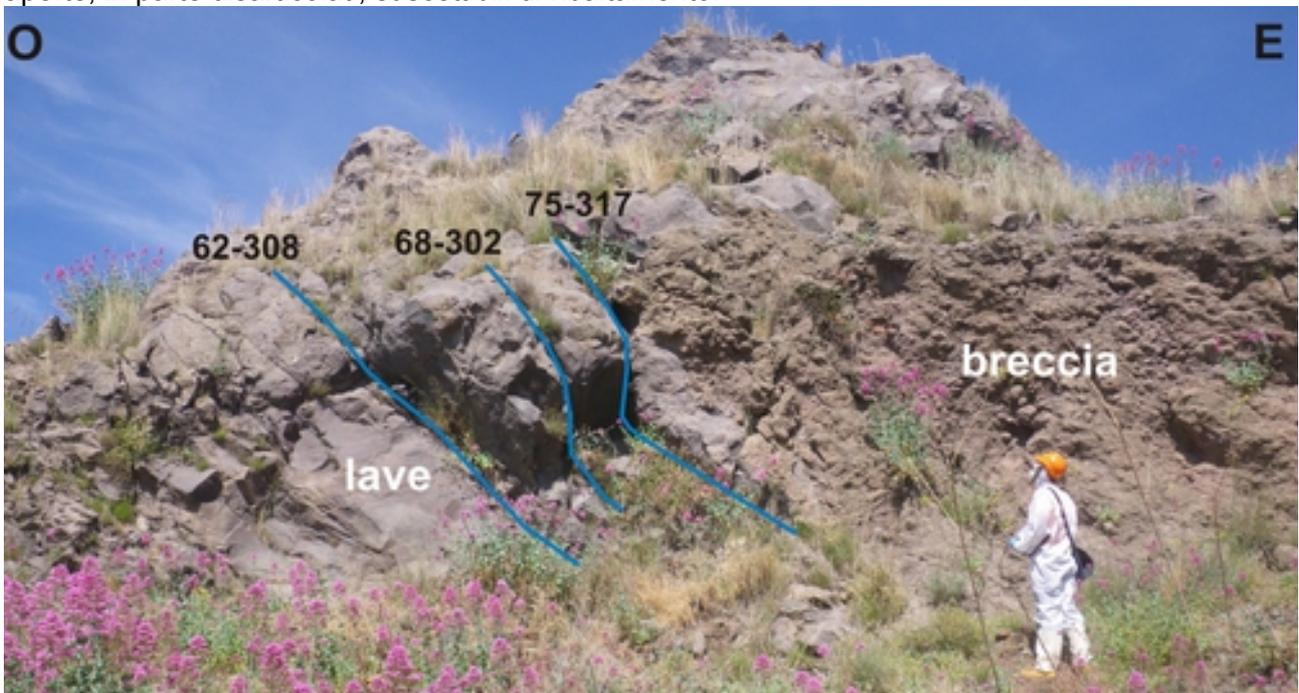
SOI-1

La parete ha andamento curvilineo, interseca un sistema eruttivo e il deposito ad esso adiacente. La geometria della parete determina quindi un'alternanza tra la lava compatta variamente fratturata delle fessure eruttive e un materiale eterogeneo, brecciato e poco coerente. Il sistema eruttivo è composto da due fratture orientate 78-116 (principale) e 65-262 (secondaria).

Le discontinuità principali sono subverticali, interessano la parete nella sua interezza, sono spesso aperte e con visibili segni di alterazione. Un solo blocco di lava compatta nell'estremità NE della parete è isolato al retro da una di queste.



Nella porzione più a S della parete (SO-292) ci sono dei blocchi isolati da discontinuità aperte, in parte disarticolati, suscettibili di ribaltamento.



SO-292

Intervento

Si suggerisce disgiungimento e rete in aderenza.

Chiodatura del blocco di lava compatta nell'estremità N.

SOI-3

La parete si trova lungo la prosecuzione in direzione Nord della parete SOI-1. Anche questa interseca una fessura eruttiva: colate sub-orizzontali che si raccordano a quello che era il dicco di alimentazione e oggi costituisce l'ossatura della parete. Sono presenti discontinuità ad alto angolo, variamente orientate rispetto alla direzione della parete.



Intervento

SOI-13

Breccia prossimale con bombe e scorie (1) ricoperta da un deposito fine di caduta (2) nel quale è ben distinguibile una stratificazione suborizzontale e da un deposito rimaneggiato (3) con accenno di gradazione e chiari segni di trasporto ad opera delle acque superficiali. La porzione superiore è costituita da materiale residuo dell'attività estrattiva (4). Questo settore della cava costituiva un basso morfologico tra i centri eruttivi posti ad Est e ad Ovest.

Non sono presenti discontinuità persistenti.



Intervento

Si suggerisce riprofilatura.

SOI-36

Guglia inclinata verso SE costituita da breccia variamente saldata; la base è costituita da materiale maggiormente sgretolato. L'insieme è molto fratturato (fratture persistenti, aperte, direzione media $70-230\pm 10$).



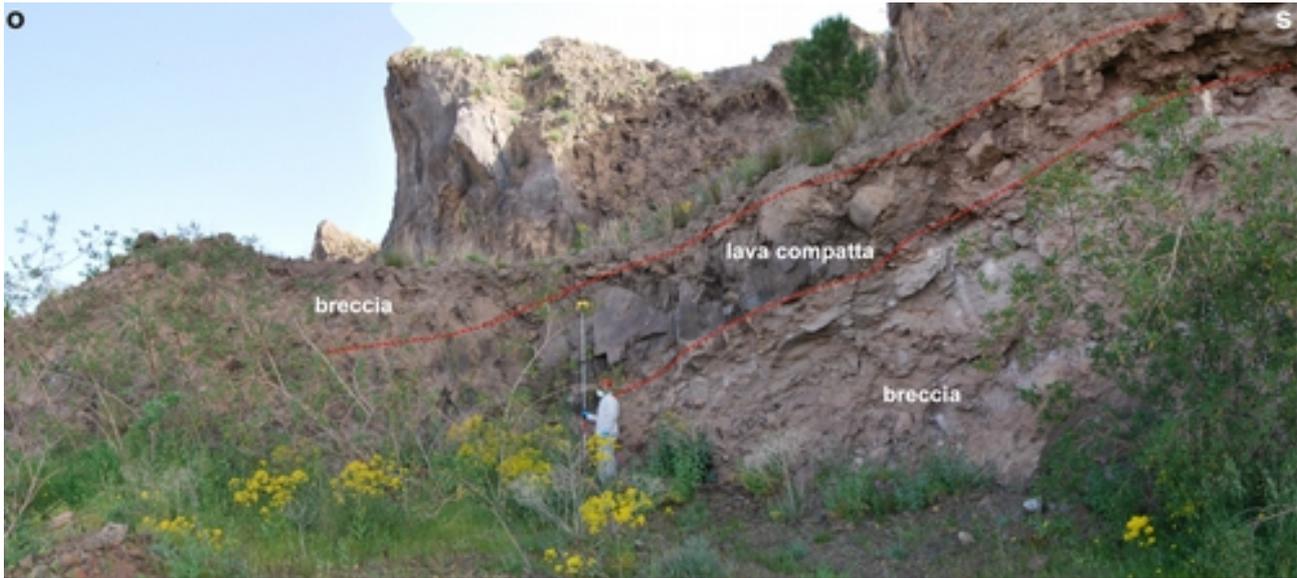
Intervento

Si suggerisce demolizione.

SOI- 37

Parete ad andamento curvilineo esteso per circa 250° da Ovest a Sud, con concavità rivolta a SO; Altezza variabile da 4 m a circa 11 m. La parete composta nella parte alta da lave compatte disposte a reggipoggio (giacitura 60-047) al di sopra di livelli di materiale eterogeneo, variamente brecciato, disposto a reggipoggio con inclinazione minore. La porzione di lava compatta è maggiormente sporgente e la zona di contatto tra i due materiali mostra segni di erosione.

Discontinuità poco persistenti isolano porzioni limitate di roccia (<m³). Sono presenti blocchi instabili in testa.



Porzione meridionale di SOI-37 vista da Ovest.

Intervento

Si suggerisce disgiungimento leggero e rete in aderenza.

SOI-29 e SOI-28

Parete con orientazione media N170 - 190°; esposizione ad E; inclinazione 75÷90°. La parete è costituita da lava compatta molto fratturata. Porzioni sono ricoperte da lava brecciata, alterata e incoerente. Specialmente la porzione più a S (SOS-29) si presenta molto disarticolata: fratture (~m) aperte e isolano blocchi dal dm al m; alcuni di queste sono in evidente posizione precaria. Le fratture che interessano la lava compatta sembrano avere una certa sistematicità con spaziatura di 30-40cm e segni di alterazione. In foto sono riportate solo le discontinuità più rilevanti e che interessano la parete nella sua interezza.

Proseguendo a N (SOS-28) è predominante il materiale brecciato. E' interessato da fratture irregolari, di estensione limitata, spesso aperte (non sembrano collegate alla messa in posto della massa brecciata, ma post-estrazione).

Ancora più a N due banconi di lava compatta all'interno della parete. Spessore ~1m per il 57-320; e fino a 2,5m per il 52-295.

In testa alla parete, fin quasi al ciglio, è presente del riporto con grossi blocchi instabili.



Intervento

Si suggerisce disgiungimento e rete in aderenza.

SOI-29bis

Parete molto variegata nella morfologia (più livelli e grosse rientranze) e nei materiali: composta infatti da lava fratturata e breccia saldata.

Nella parte alta, verso N, una grossa guglia di materiale saldato con segni di ruscellamento di acqua e piccoli scavernamenti. In foto SOI-302 la guglia ripresa da Sud. E' in parte isolata da una discontinuità lato Ovest (più che una vera e propria discontinuità si tratta di una fascia di scorie grossolane orientata $85-245 \pm 5$). In foto SOI-303 la guglia ripresa da ~N. Discontinuità orientate ~70 ($87-070$) interessano tutta questa porzione di parete. In questo tratto vengono ad essere parallele alla faccia della parete.

N rimbalzo= 38,4 (media aritmetica) dev.st=5,35 (sclerometro in posizione orizzontale)

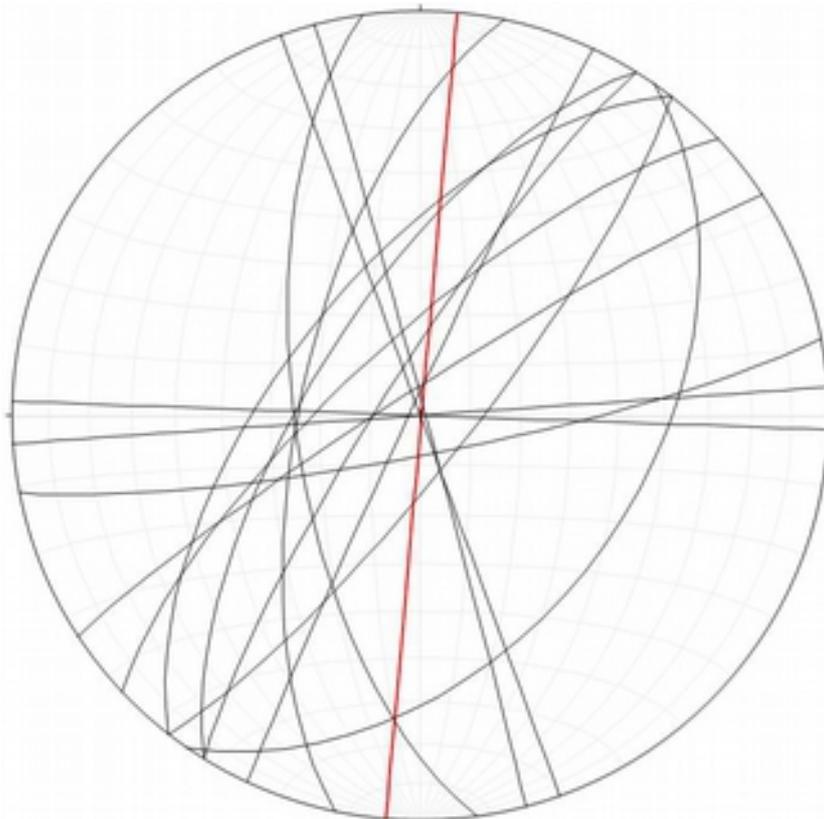


SOI-29bis. L'asterisco indica la discontinuità sulla quale sono state eseguite le misure con lo sclerometro.



Intervento

Si suggerisce disaggancio, riprofilatura dell'estremità N e rete in aderenza.



Proiezione stereografica delle discontinuità (n=15) misurate SOI-1, SOI-3 e SOI 29; in rosso la ciclografica corrispondente alla direzione media della parete.

SETTORE OVEST (parte superiore)

SOS-16, SOS-17 e SOS-18

Parete su due livelli, composta principalmente da materiale scoriaceo, eterogeneo e frammentato. In entrambi i gradini sono visibili tracce di ruscellamento e piccoli scavernamenti. Discontinuità subverticali (sia parallele che trasversali alla parete) interessano entrambi i gradini.

Nel gradino superiore, estremità Est c'è uno sperone di parete strapiombante delimitato alle spalle da un'unica discontinuità orientata 85-315.



SOS-293. Dettaglio dello sperone strapiombante in SOS-16

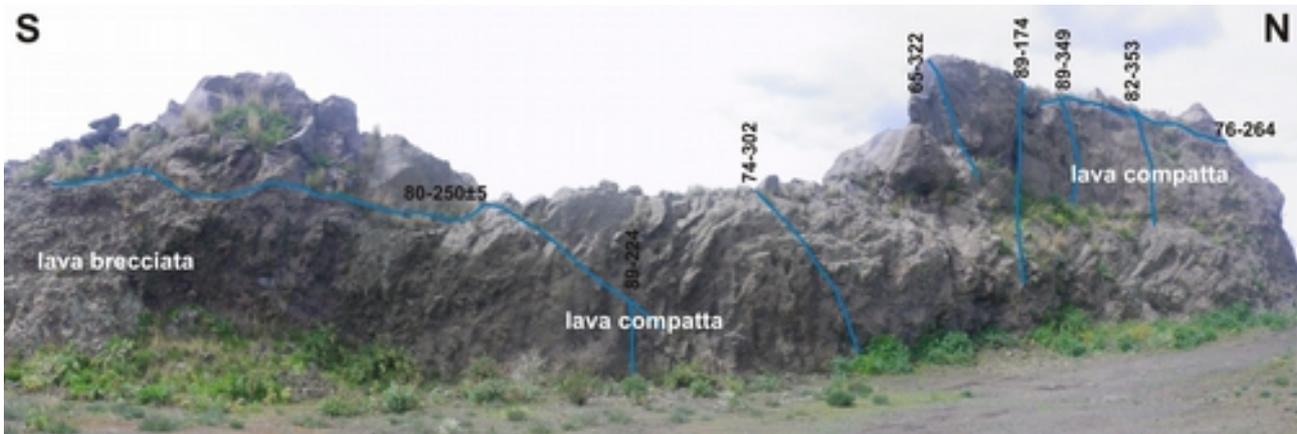
Intervento

SOS 24 e SOS-21

Orientazione media ~N20°; esposizione ad E; altezza compresa tra 2 e 6 m.

L'ossatura della parete (con SOS-22 e SOS-23 compongono un'unica dorsale larga 4-5 m) è costituita da una fessura eruttiva. In continuità laterale alla lava compatta che costituisce il nucleo della dorsale si trova del materiale brecciato (dimensioni dm), con segni di alterazione e incoerente. Lo spessore è variabile da pochi dm fino a circa 2 m.

La parete è interessata da discontinuità plurimetriche ad alto angolo, variamente orientate, interpretabili come giunti di raffreddamento. Le discontinuità misurabili si trovano nella parte centrale e settentrionale della parte, laddove le lave compatte non sono nascoste dal materiale brecciato. Le discontinuità riportate in foto sono generalmente regolari e continue, presentano talvolta indizio di alterazione. Blocchi decimetrici risultano isolati dalle fratture trasversali alle pareti e probabilmente anche al retro; infatti la porzione più a N della parete è piana, sembra che sia controllata da una o più discontinuità parallele alla parete stessa (parallele verticali ma anche a frana poggio). Numerosi blocchi instabili (>dm) sono presenti sul ciglio: della parete. Nella porzione centrale, un grosso blocco (circa 2x2x2) isolato dalle discontinuità verticali è crollato sulla testa della dorsale.



Intervento

Si suggerisce disgiungimento rete in aderenza.

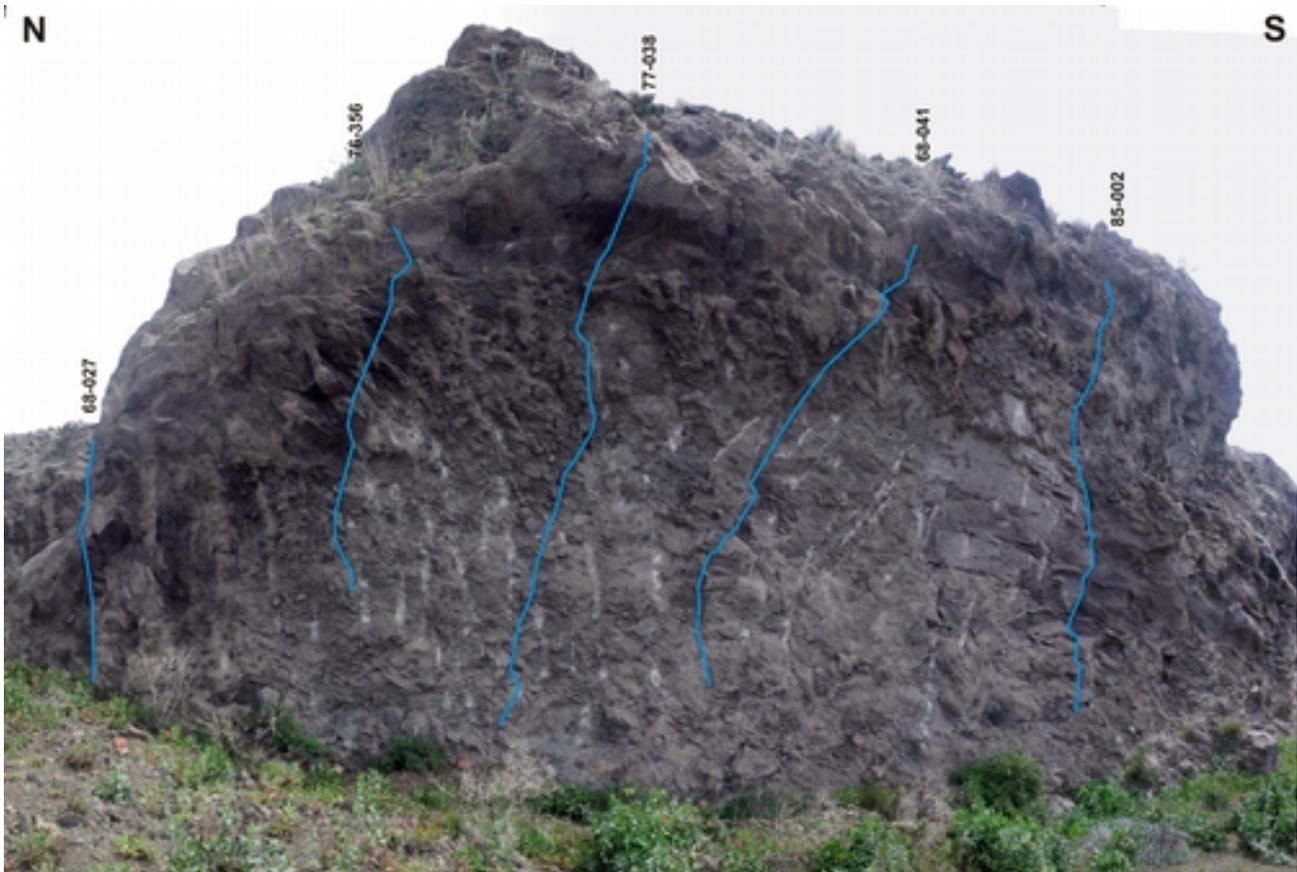
SOS-22

Orientazione media ~N12°; esposizione ad Ovest; inclinazione fino a 75° verso E; altezza compresa tra 5 e 6 m.

Con SOS-24, SOS-21 e SOS-23 compongono un'unica dorsale larga 4-5 m; l'ossatura della parete è costituita da lava compatta. Nella parte più bassa (mediamente fino ai 2 m) è presente il solito materiale brecciato incoerente.

Una serie di discontinuità principali interessa la parete per tutta la sua altezza. Sono abbastanza irregolari ma continue (ondulazioni alla scala metrica); trasversali alla parete e visibilmente aperte (fino al cm). L'apertura tende ad aumentare verso la parte alta. Non sono visibili effetti di alterazione e fumarolizzazione.

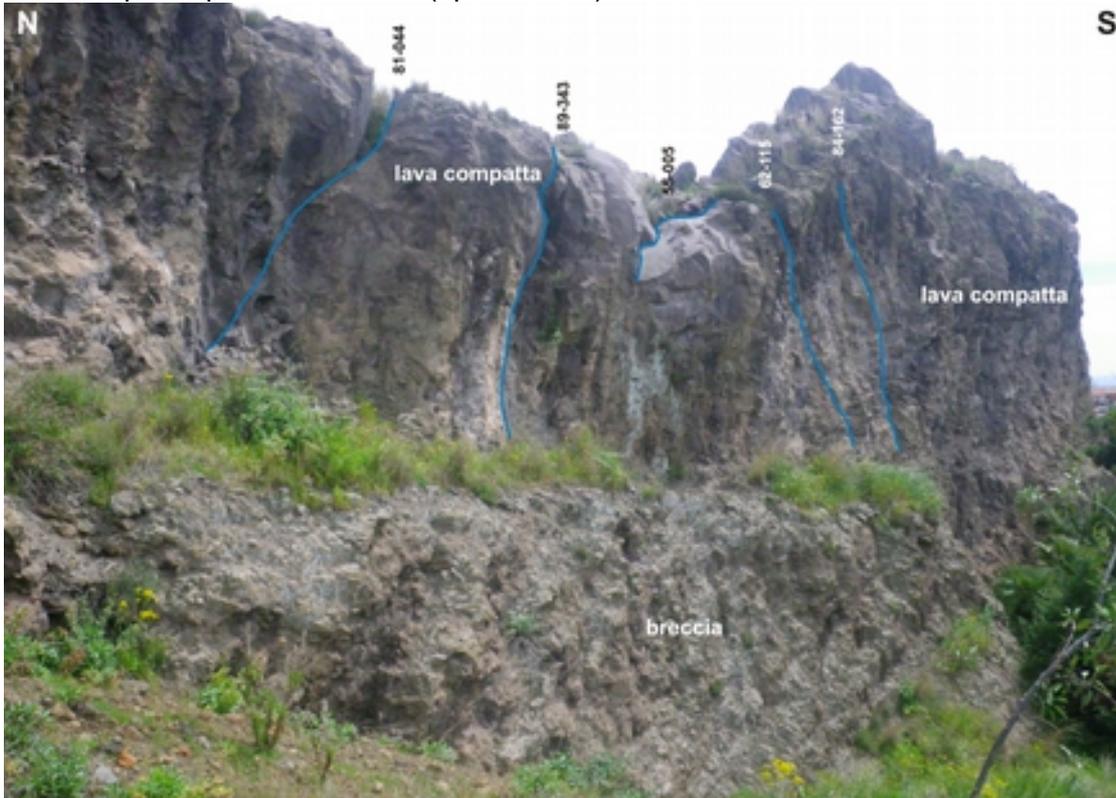
Ai piedi della parete sono presenti blocchi crollati recentemente (parte del materiale brecciato). Nella parte alta della parete, cunei (dm) risultano isolati dalle discontinuità principali e da altre secondarie.



Intervento

SOS-23

Prosecuzione a Sud di 22 alla quale si aggiunge, più in basso, un secondo gradino. Altezza massima 8-9 m. Questo segmento è meno aggettante del precedente (22). Il materiale incoerente è essenzialmente limitato al gradino inferiore, benché si ritrovi a macchia di leopardo su tutta la parete. È presente una serie di discontinuità principali con le medesime caratteristiche di quelle descritte per la parete in foto 22 (apertura cm).



SOS-23: Dettaglio della discontinuità 89-343.

Intervento

Si suggerisce rete in aderenza

SOS-19 e SOS-20

Orientazione media ~N175°; esposizione ad Ovest; verticale con porzioni aggettanti; altezza compresa tra 4 e 5 m. L'ossatura di tutta la dorsale è costituita da lava compatta, variamente ricoperta da materiale brecciato e incoerente (blocchi decimetrici visibilmente instabili).

Le discontinuità sono variamente orientate, quelle maggiormente persistenti sono ad alto angolo. Hanno andamento sinuoso con ondulazioni alla scala metrica. Sono spesso aperte (mm) e non sono alterate e/o fumarolizzate. La porzione centrale, nella parte bassa, si presenta molto disarticolata. Blocchi prismatici di lava compatta (>dm) risultano isolati da discontinuità minori.

Una grossa lastra di spessore ~1,5 m è isolata alle spalle da una discontinuità sub-verticale sub-parallela alla parete (vedi dettaglio); l'appoggio è su una breccia con segni di erosione. Numerosi blocchi instabili sono appoggiati in testa alla parte meridionale della parete.



Misure con sclerometro sulla frattura 89,010

Media troncata: 56,6

Dev. St: 4,3

JRC 8-10 (per tutte le tre misure)



Veduta da Nord della lastra

Intervento

Disgaggio e chiodatura del lastrone instabile

SOS.-27

Orientazione media ~N5°; esposizione ad >Ovest; altezza < 2,5 m.

La parete è costituita da lava compatta fatta eccezione per l'estremità Sud che è costituita da materiale brecciato. La lava compatta è interessata da discontinuità che non presentano indizi di alterazione; alcune di esse sono leggermente aperte (mm).

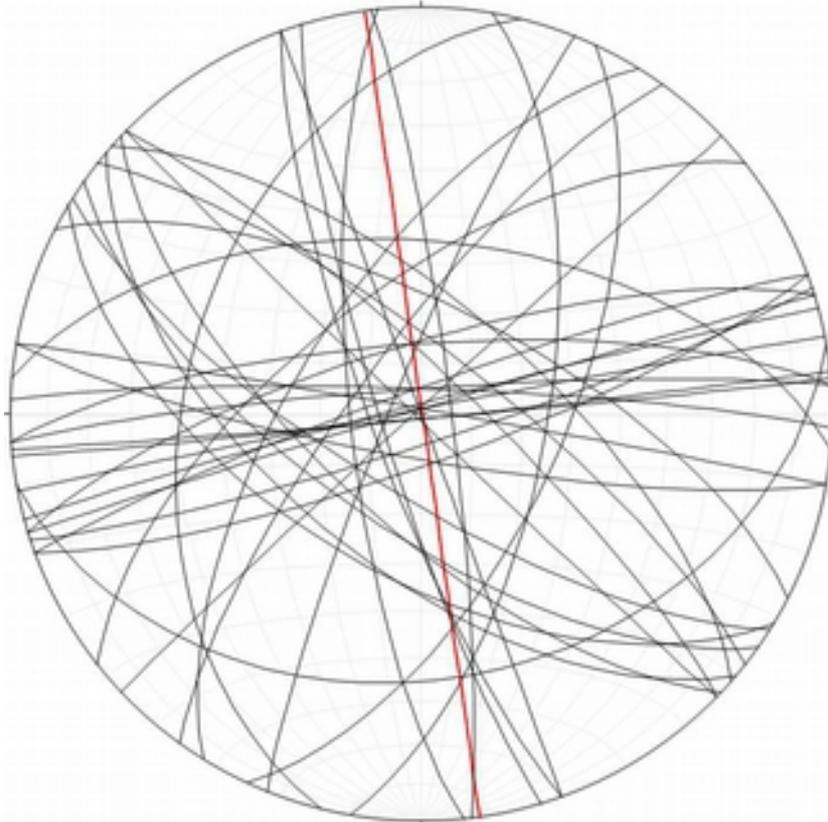
Le discontinuità sono regolari e di continuità limitata (<2 m); l'andamento è spesso curvilineo. In foto è riportata l'orientazione media delle discontinuità più rilevanti.

Nella porzione superiore della parete molte fratture minori (< m) con bordi irregolari, spesso aperte; subverticali ma con orientazione variabile (queste non sono state misurate).

Una discontinuità è decisamente più sviluppata delle altre (90-264); è rettilinea e parallela alla parete; presenta indizi di alterazione. Questa (o altre possibili discontinuità dello stesso sistema parallelo alla parete) potrebbe costituire lo svincolo posteriore di blocchi già isolati lateralmente dalle discontinuità trasversali alla parete.



Intervento



Proiezione stereografica delle discontinuità (n=39) misurate nel settore ovest superiore (tranne SOS-16); in rosso la ciclografica corrispondente alla direzione media delle pareti.

SETTORE EST

SE-12

La parete è costituita da una colata lavica alla quale è stato asportato l'argine destro e parte della porzione massiva che ne costituiva il flusso. Sono descritti il segmento nord (SE-12) e quello Sud (SE-11A e SE-11B).

SE-12 ha direzione media N150°; esposizione ad Ovest e altezza di circa 5 m. Questa porzione di parete si presenta molto disarticolata. In testa alla scarpata corre una frattura aperta (60-80 cm) parallela al ciglio.

Sono presenti discontinuità da flusso e da raffreddamento. Le prime, a basso angolo, hanno talvolta geometria a frana poggio. Alla base della parte sono presenti blocchi crollati. Per un tratto di qualche metro la parte basale della parte è costituita da materiale scoriaceo che presenta segni di erosione. La presenza del materiale maggiormente erodibile al piede, assieme alla presenza della frattura a monte della parete, potrebbe innescare il ribaltamento di larghe porzioni della stessa.



SE-12: Dettaglio del piede e della frattura in testa

Intervento

SE-11

È la prosecuzione meridionale di S12. Direzione media N5°; esposizione ad Ovest e altezza compresa tra i 5 e gli 8 m.

La parete si presenta via via meno disarticolata procedendo verso Sud. Sono presenti discontinuità che interessano l'ammasso nella sua totalità. Quelle principali sono prevalentemente sub-verticali nell'estremità Sud e sub-orizzontali nel resto della parete. La loro genesi è legata probabilmente al processo di raffreddamento e allo scorrimento della massa lavica rispettivamente.

Le discontinuità hanno una persistenza dell'ordine dei metri; generalmente non sono rettilinee se non per brevi tratti, piuttosto hanno andamento curvo alla scala metrica e sub-metrica.

Le discontinuità isolano blocchi di varie dimensioni. In testa alla parte sono presenti blocchi decimetrici (e anche più) in condizioni prossime al crollo; alla base della parete sono presenti blocchi già crollati.



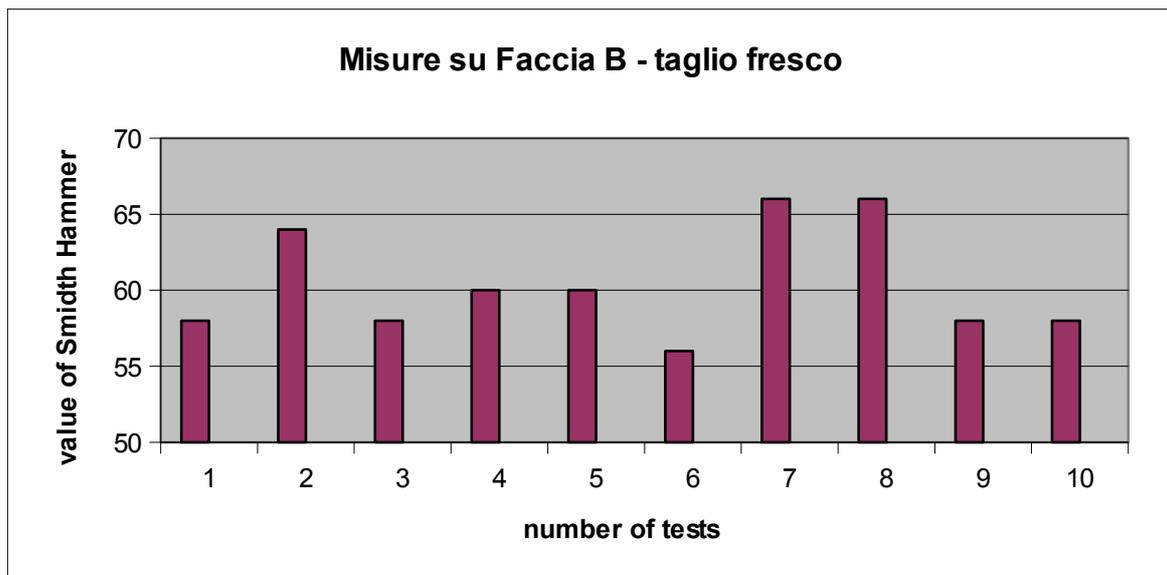
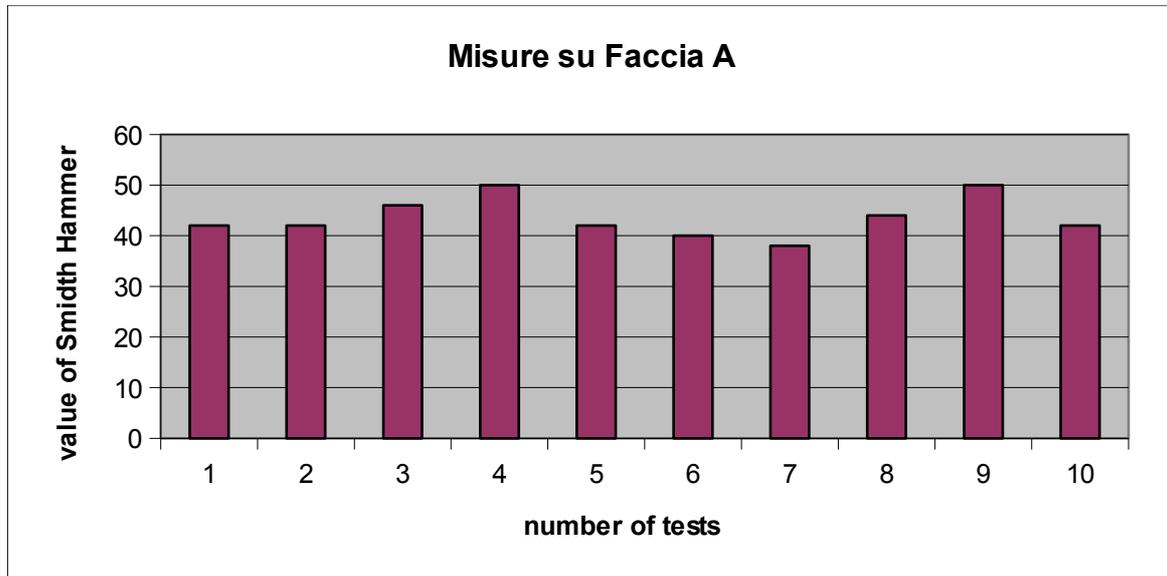
SE-11A



SE-11B

Misurati i valori di rimbalzo e JRC su discontinuità A (frana poggio, irregolare) e B (verticale, taglio fresco).

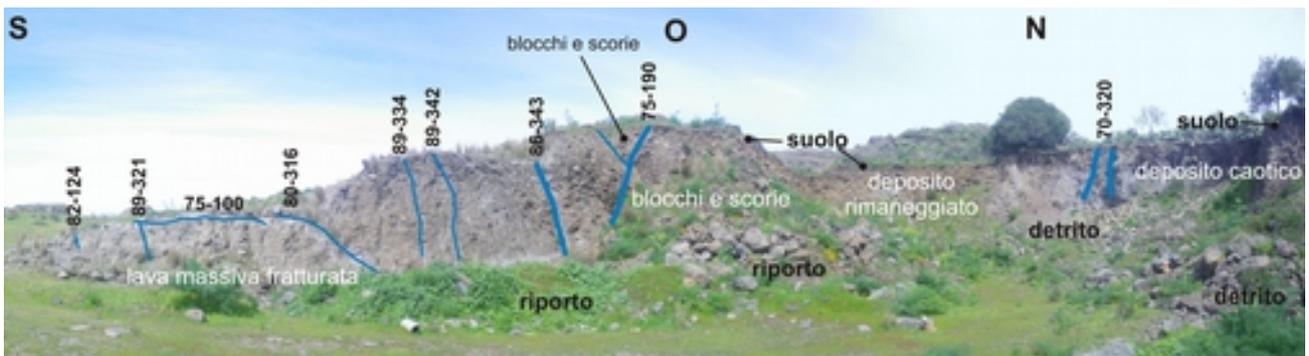
A	rimbalzo 38,2 (media aritmetica)	dev. St: 5,9	JRC	12-14 e 16-18
B	rimbalzo 55,2 (media troncata)	dev. St: 5,4	JRC	4-6 e 8-10



inclinaz. Scler.											MEDIA	CORREZ	somma	ORIENTAMENTO FACCIA	densità	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					JCS (MPa)	γ (kN/m ³)
↗	42	42	46	50	42	40	38	44	50	42	44	-0,7	42,9	45° 243°	125	28
↖	58	64	58	60	60	56	66	66	58	58	60	-1,7	58,7	taglio fresco	270	28

SE- 9

- Il segmento O ha andamento rettilineo, direzione N170° e inclinazione di 75-85° ad Est, altezza variabile da 1 a 5 m e lunghezza di circa 20 m. Nella parte più a N un cono di materiale di riporto è addossato alla parte per un'altezza superiore ai 3 m. La parete è formata da materiale generalmente compatto (frattura eruttiva del sistema M. Calvario), interessato da fratture di raffreddamento ad andamento sub-verticale. Non si sono riscontrate discontinuità legate al flusso. Sul ciglio della parete sono presenti blocchi decimetrici svincolati, potenziali crolli. Nella porzione superiore della scarpata, il materiale compatto è variamente ricoperto da blocchi dm in una matrice sabbioso-ghiaiosa di facile disgregazione. Al piede della parte è presente piccolo un detrito di falda di altezza variabile, riconducibile all'accumulo di questo materiale distaccatosi dalla parete. Le fratture, misurate, e riportate sulla foto, hanno andamento abbastanza rettilineo e regolare, estensione metrica o plurimetrica. Alcune di esse sono leggermente aperte e mostrano segni di alterazione e fumarolizzazione. In questo segmento, in testa alla parete non sono presenti indizi di fratture sul terreno o vie preferenziali di infiltrazione d'acqua.
- Il segmento NO è composto da blocchi e scorie caotiche e da una matrice ghiaioso-sabbiosa (foto 344); non dà l'impressione di essere un deposito rimaneggiato. In alcuni tratti, porzioni di lava compatta si intravedono posteriormente, come se i due materiali siano in continuità laterale. A differenza del materiale "spalmato" sul segmento O, quest'ultimo non presenta segni distinti di alterazione e fumarolizzazione. È presente un livello di suolo con spessore variabile fino a circa 40 cm.
- Il segmento NE è in parte fuori dalla foto 9. Altezza variabile da 4 a 5 m circa. È prevalentemente costituito da un deposito caotico di blocchi in matrice sabbioso-ghiaiosa che a differenza del precedente sembra rimaneggiato e la frazione fine è maggiore rispetto ai blocchi. Al piede della parete, che è in arretramento (radici scoperte degli alberi) è presente un detrito di falda.





Particolare del segmento nord-orientale di SE-9

Intervento

Si suggerisce disgaggio leggero nel segmento Ovest e riprofilatura nelle altre zone.

SE-10

Parete di lava compatta. E' una colata originatasi a partire dalla fessura eruttiva immediatamente a N (SE-9). La parte ha direzione N10°, si estende per circa 20-22 m ed ha un'altezza compresa tra 3 e 5 m. Sono presenti arbusti sul ciglio. In testa alla parete non sono presenti indizi di fratture sul terreno o vie preferenziali di infiltrazione d'acqua.

La parete è generalmente molto fratturata, e in parte disarticolata (verso N). Le fratture sono legate sia al flusso che al raffreddamento della massa lavica.

Le fratture legate al raffreddamento sono sub-verticali (in blu sulla foto), non hanno grande persistenza (metriche) e sono regolari (piane). Nell'estremità Ovest della parete un sistema di fratture sub-verticali ("6" in foto) svincola blocchi di dimensione da decimetri che a metriche.

Le fratture legate al flusso hanno persistenza maggiore, sono curvilinee e direzione pressoché parallela a quella della parete (in rosso sulla foto). L'angolo di immersione è molto variabile, pertanto intersecano la parte con diverse geometrie (da franapoggio a reggipoggio ad alto angolo).

L'insieme delle due tipologie di discontinuità determina possibili blocchi a rischio scivolamento nella parte superiore della parete, e blocchi a rischio ribaltamento nella parte inferiore.

N



S

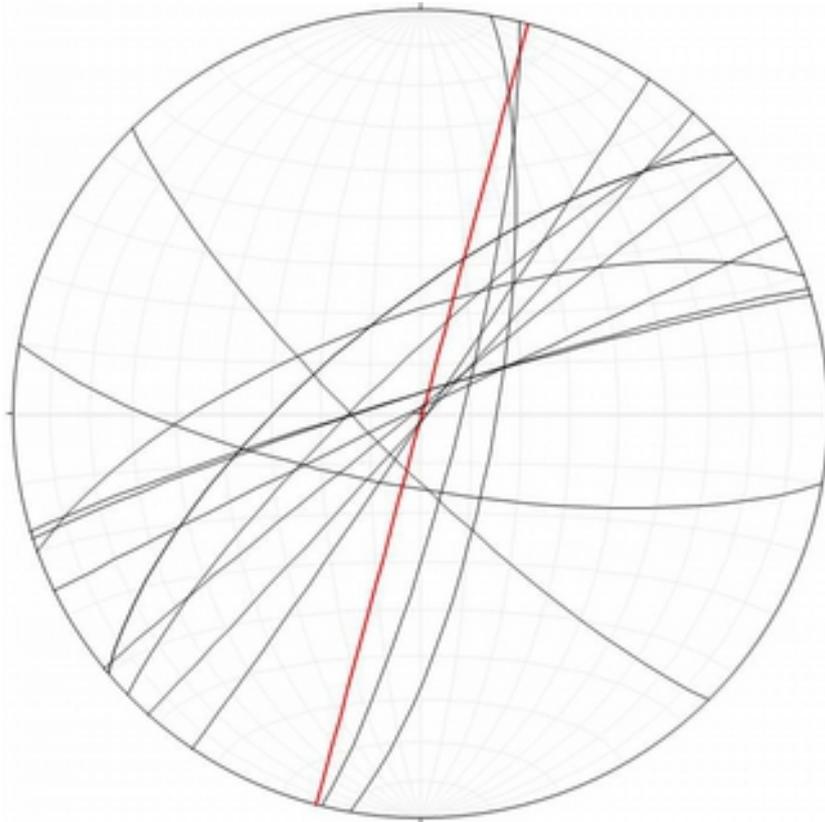
1: da 60-102 a 65-282; 2:44-291; 3: 82-104; 4: 60-304; 5: 89-205; 6: 70-340, 70-050; 89-132; 80-225.



Dettaglio della faccia e del ciglio della parete SE-10.

Intervento

Si suggerisce disgiaggio e rete in aderenza.



Proiezione stereografica delle discontinuità ad alto angolo (n=14) misurate nel settore est; in rosso la ciclografica corrispondente alla direzione media delle pareti

CONCLUSIONI

Come si può osservare dalle ciclografiche, rispetto agli assi eruttivi le discontinuità risultano disposte prevalentemente in modo perpendicolare (fratture di raffreddamento) e sub-parallelo con vario angolo di immersione (fratture di accompagnamento).

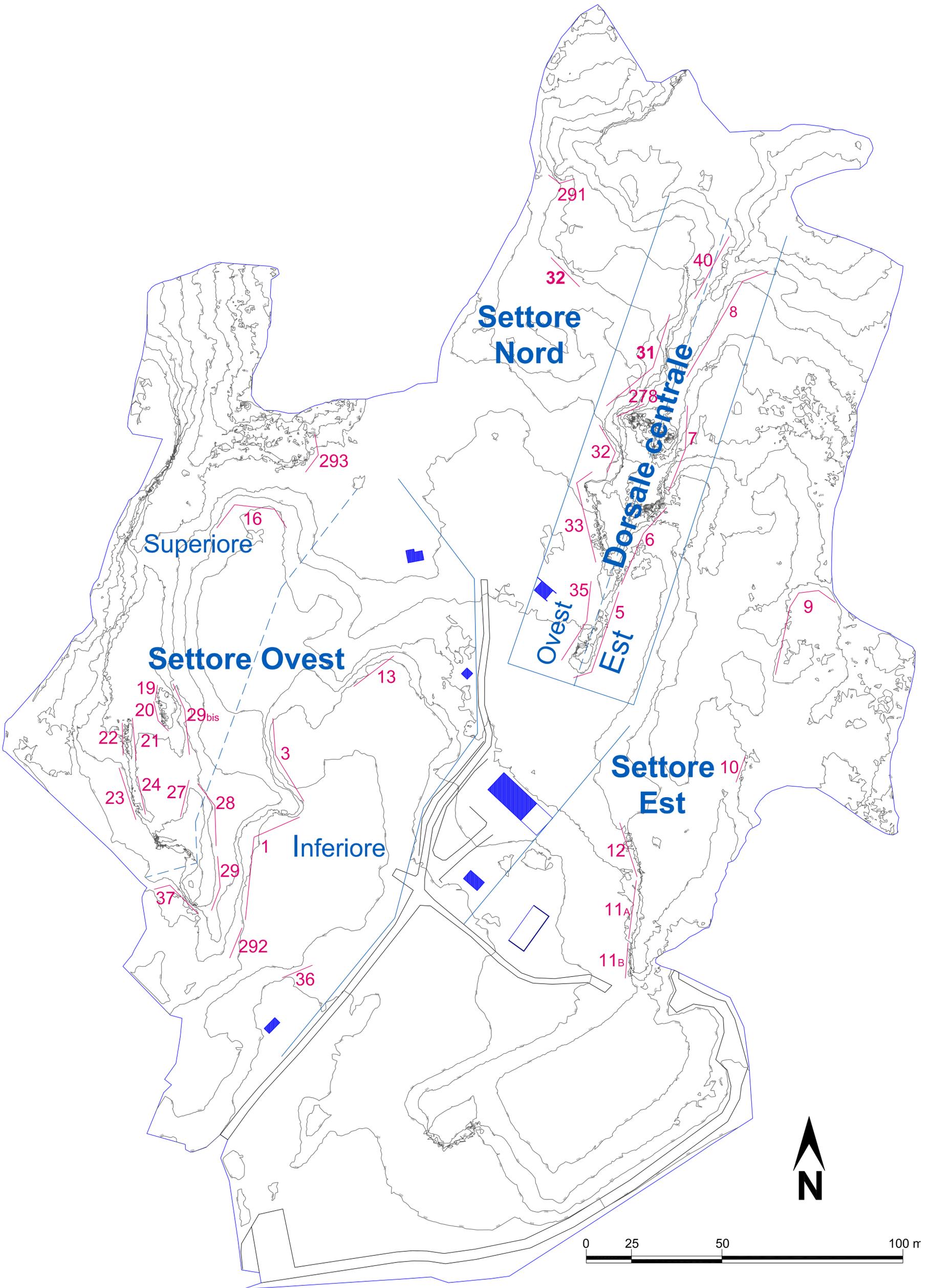
Questa disposizione delle discontinuità, sfruttata nel periodo di estrazione della roccia, ha generato dei potenziali fenomeni di distacco di una certa entità.

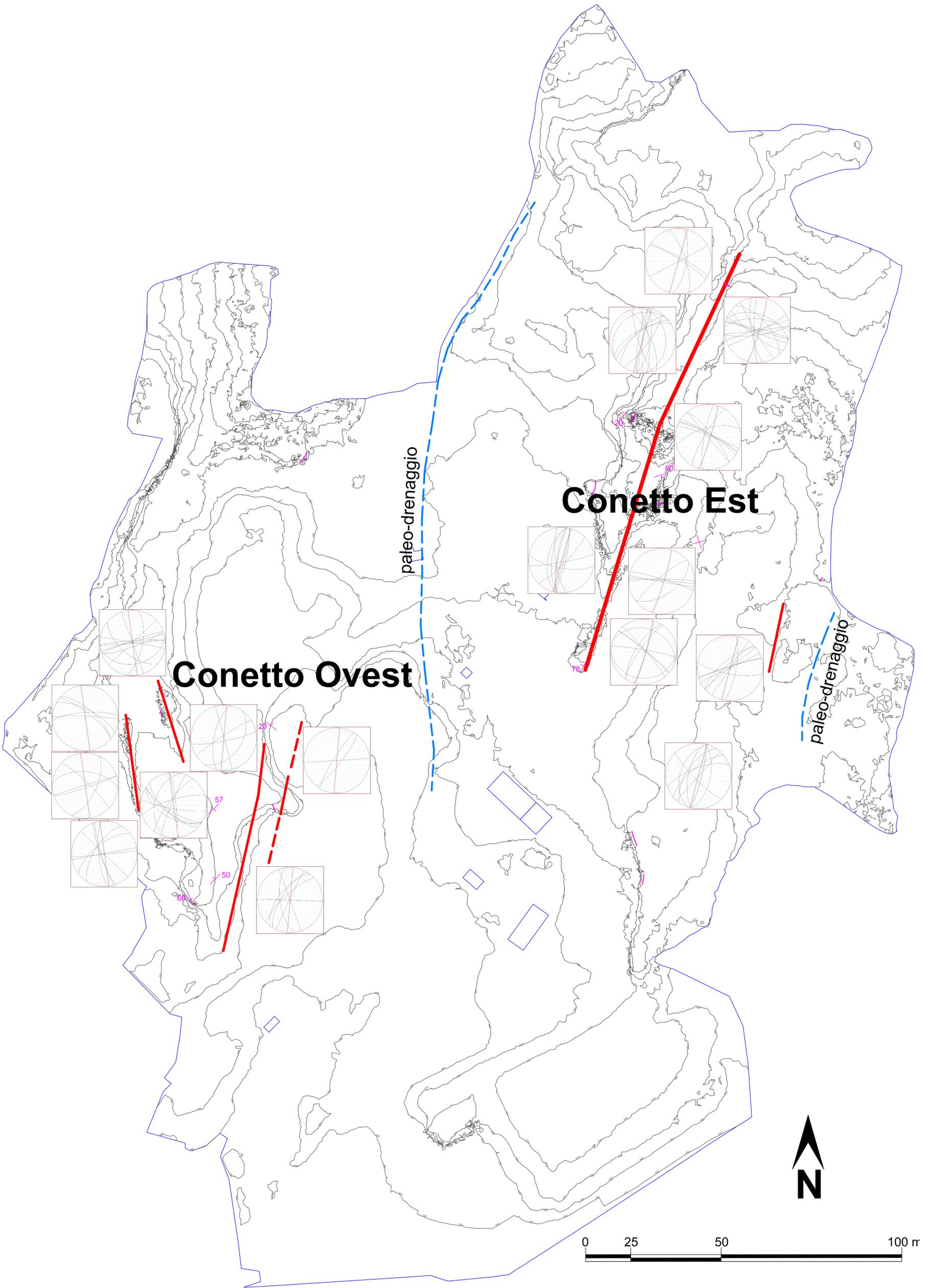
Per quanto riguarda le lave massive la resistenza allo scivolamento delle singole discontinuità risulta molto elevato, come si evince da un JCS compreso fra 125 e 270 MPa, ma è un parametro da prendere con le pinze dato che si riferisce a giunti combacianti mentre nel nostro caso le discontinuità sono oramai completamente aperte.

Nel caso delle breccie, data la loro estrema eterogeneità, non è stato possibile individuare dei parametri che possano fornire le caratteristiche di resistenza delle discontinuità allo scivolamento. Si tratta peraltro di breccie poco saldate, facilmente erodibili dal semplice ruscellamento superficiale, che allarga e approfondisce in continuazione le discontinuità, asportando il materiale più fine.

L'andamento delle discontinuità, con angoli di immersione molto elevati, è anch'esso altamente irregolare e pertanto si è preferito assegnare valori medi laddove si è ritenuto possibile farlo.

Le masse ritenute instabili hanno volumi che vanno da pochi metri cubi fino ad oltre 600, interessando in certi casi l'intera parete. Il rischio di crollo è alto.





**INTERVENTI DI BONIFICA / MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI
CAVA DI "MONTE CALVARIO" PER LA FRUIBILITÀ A PARCO**

PROPOSTE PER LA MESSA IN SICUREZZA

GIUGNO 2015



ECOSTAT s.r.l.
L'Amministratore
(Ing. Giuseppe Bonanno)

Il Tecnico
(Dott. Geol. Francesco Petralia)

INTERVENTI PROPOSTI PER LA MESSA IN SICUREZZA

Vengono riportate in questo elaborato le proposte per la messa in sicurezza delle pareti acclivi, verticali e strapiombanti. Con l'intento di modificare il meno possibile la morfologia esistente, e quindi effettuare il meno possibile scavi e demolizioni, evitando l'immissione in atmosfera delle fibre di fluoro-edenite, si è cercato di optare per soluzioni che possano garantire un buon margine di sicurezza per gli operatori e per i cittadini tutti di Biancavilla.

In generale per tutti i versanti con pendenza compresa tra il 60% e il 100% si suggerisce di intervenire con mezzi meccanici per coprire con terreno pulito e rimuovere eventuali asperità e irregolarità, cercando di mantenere il profilo con angoli non superiori ai 30-33°.

Le pareti, con pendio superiore al 100%, verticali e strapiombanti, dovranno innanzitutto essere oggetto di un **disgaggio leggero**, effettuato da operatori specializzati. Questo tipo di disgaggio serve a rimuovere manualmente le porzioni pericolanti del versante, come zolle di terra, massi o gruppi di massi.

Nelle aree in cui la matrice della roccia è rappresentata dalle lave autobrecciate, la fase successiva della stabilizzazione dei versanti è rappresentata dall'imbrigliamento della parete con una **rete in aderenza**, ossia una rete di maglia 50x50 mm in filo zincato da 4.6 mm, tenuta aderente alla parete tramite funi di acciaio del diametro di 18 mm incrociate a formare una maglia di 2x2 metri e fissate al loro incrocio mediante una piastra di continuità in acciaio con morsetti serracavo. La piastra, a sua volta, viene ancorata alla parete con barre d'acciaio e boiaccia cementizia, con dimensioni e caratteristiche commisurate al tipo di dissesto. Nel nostro caso, laddove non diversamente specificato, le barre suggerite sono di 22 mm di diametro per una lunghezza di 3 m.

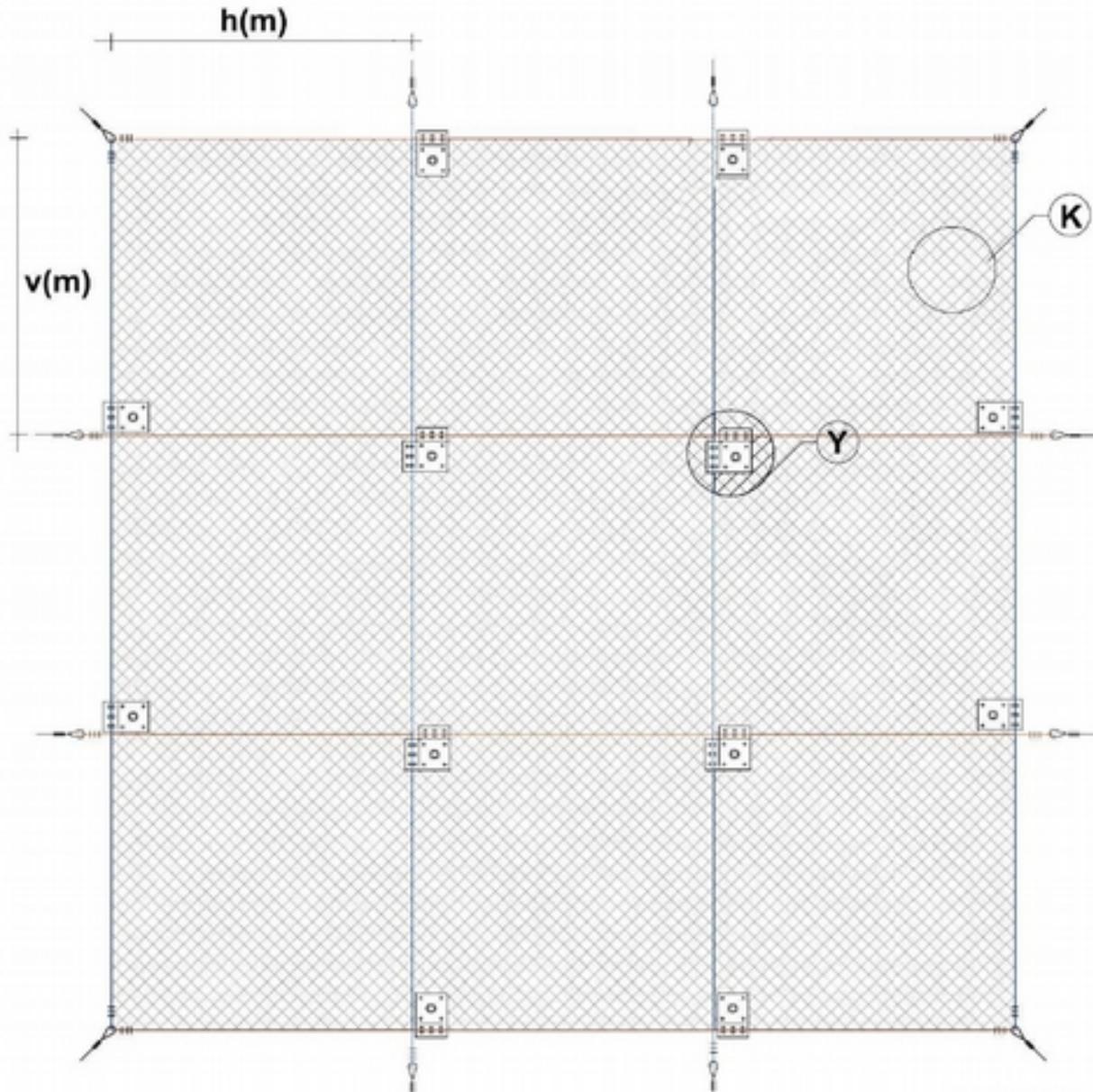
Le pareti rocciose costituite invece da bancate laviche massive altamente fratturate andranno placcate con dei **pannelli di fune** da 3 x 3 metri, costruiti con una rete di fune d'acciaio da 7,6 mm di diametro (o superiore) a formare maglie di 250 x 250 mm. I pannelli sono cuciti tra loro con fune da 7,6 mm di diametro oppure con morsetti, e sono ancorati alla parete tramite barre da 24 mm di

diametro, cementate all'interno della roccia per una lunghezza di 3 m. La testa delle barre è filettata per accogliere dei golfari che serviranno all'ancoraggio delle funi di legatura.

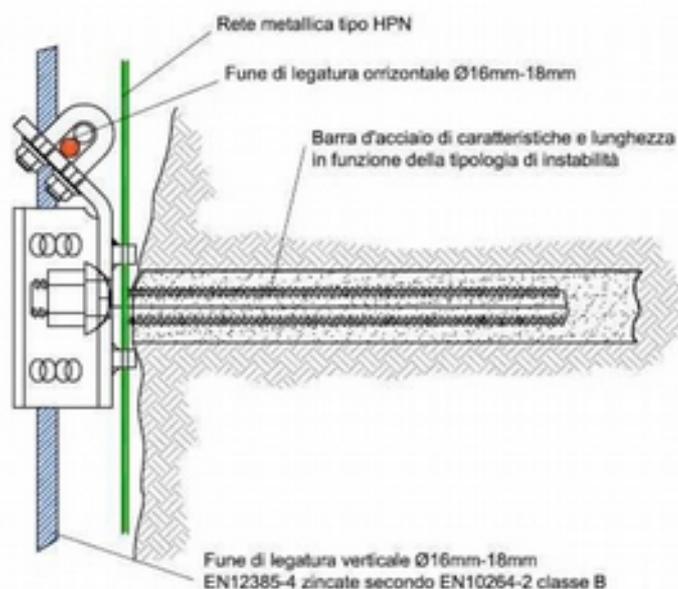
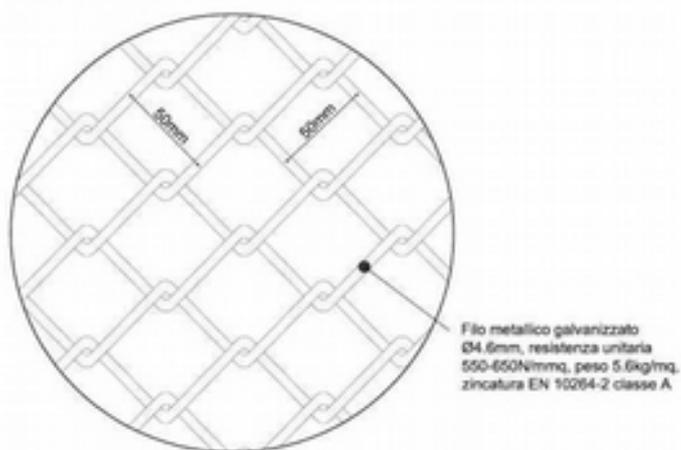
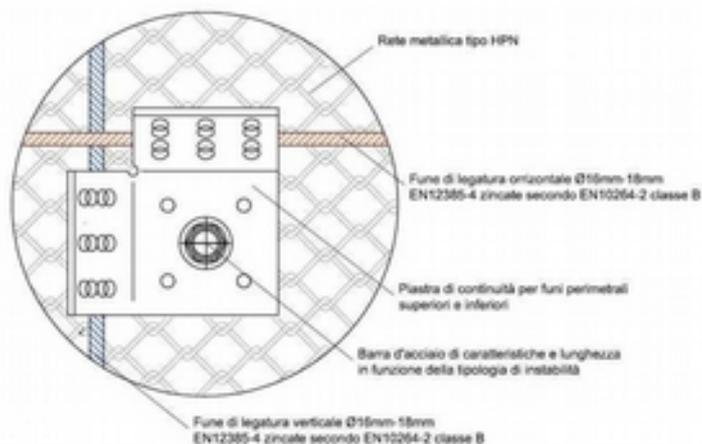
In presenza di pareti strapiombanti o porzioni di parete che rappresentano uno stadio di dissesto avanzato e rischio alto, si suggerisce la costruzione di sottomurazioni con l'impiego di **massi ciclopici**, realizzando una scogliera al piede della parete che possa impedire ogni ulteriore movimento del versante.

Tutte queste soluzioni, atte alla stabilizzazione meccanica dei versanti, potranno infine essere completate dagli interventi finalizzati a sigillare il materiale di cava, come lo Spriz-beton, le biostuoie 3D, l'idrosemina a spessore, ecc.

RETE IN ADERENZA



Esempio di rete in aderenza con funi di rinforzo.



PANNELLI DI FUNI

Pannelli di rete in fune in aderenza

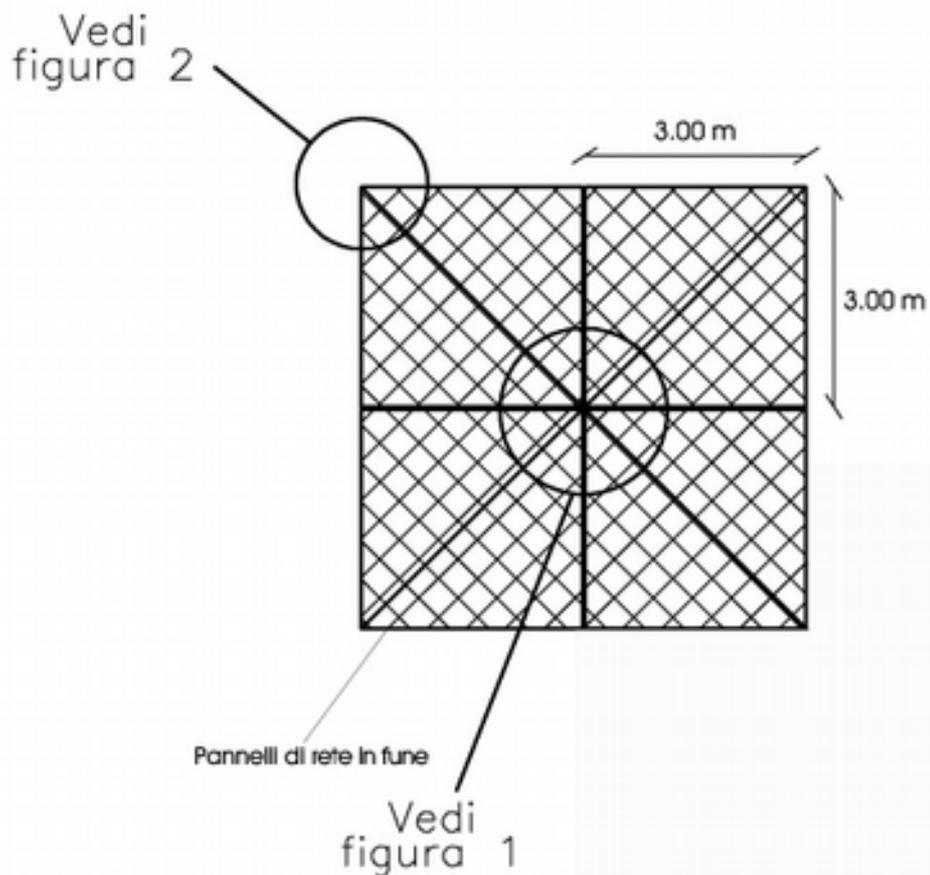


Figura 1
 Dettaglio della legatura tra i pannelli
 di rete in fune in aderenza

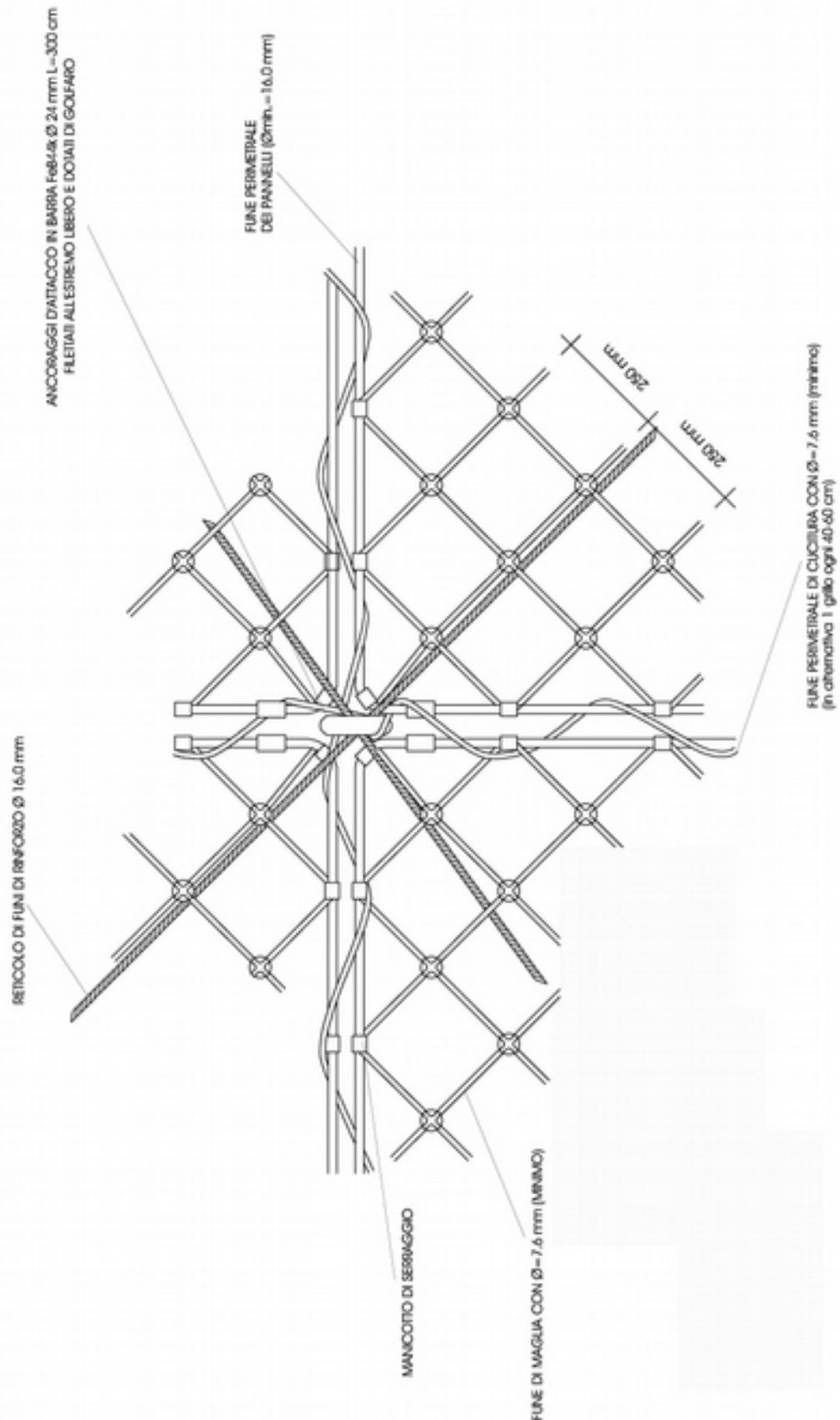
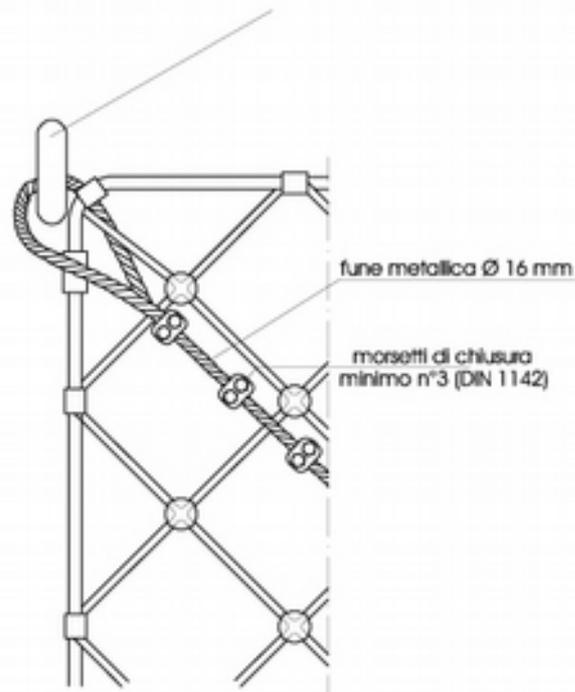


Figura 2
Dettaglio della legatura delle funi
metalliche al golfaro

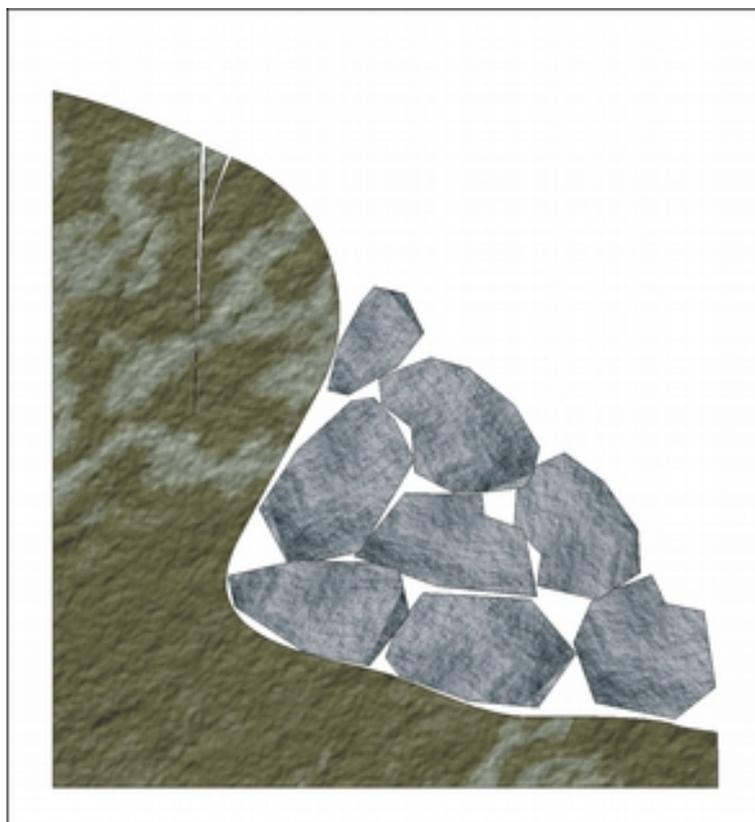
ANCORAGGI D'ATTACCO IN BARRA FeB44k Ø 24 mm L=300 cm
FILETTATI ALL'ESTREMO LIBERO E DOTATI DI GOLFARO



SCOGLIERA DI MASSI CICLOPICI



Esempio di lavorazione. I massi possono essere incastrati anche caoticamente, nel nostro caso l'obiettivo è costruire una scogliera che si oppone ad eventuali cedimenti della parete rocciosa.



TIPOLOGIE DI INTERVENTO DA METTERE IN ATTO NEI VARI SETTORI

Si faccia riferimento alla TAVOLA 3, dove sono riportate le varie aree di intervento.

SETTORE NORD

Per quanto riguarda la guglia di roccia all'ingresso del Vallone S. Filippo, costituendo essa una parte al confine dell'area di cava, si ritiene sufficiente un intervento di **disgaggio** leggero ed una posa di **reti in aderenza**. Copertura finale con spriz-beton e biostuoia 3D.

La piccola scarpata che divide trasversalmente questo settore potrà essere convenientemente ricoperta a valle con materiale di cava pulito, con angolo di natural declivio di 30°.

DORSALE CENTRALE OVEST

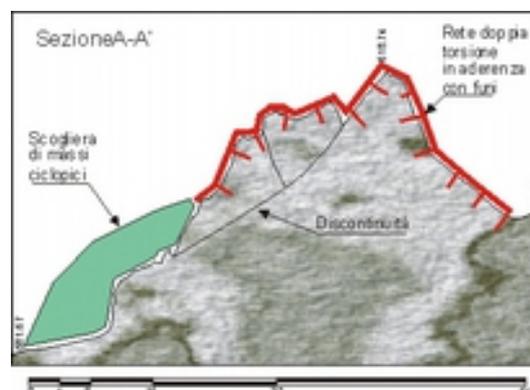
E' presente fluoro-edenite associata ad ologisto (minerale del ferro).

Lungo tutta la parete dovrà essere effettuato il **disgaggio** dei massi pericolanti.

Nella porzione più settentrionale, per una lunghezza di circa 90 metri, si ravvisa la necessità di mettere in sicurezza con **reti in aderenza**.

La parte centrale della parete, oltre al rinforzo corticale fornito dalle reti in aderenza, per tutta la sua altezza di circa 20 metri e per una lunghezza di circa 100 metri, potrà essere opportunamente rinforzata con la posa di una maglia di **funi** d'acciaio, ancorate tramite chiodature di lunghezza non inferiore ai 6-7 metri al fine di attestarsi sulle porzioni di lava compatta. Al piede della parete potrà essere posta una **scogliera** di massi ciclopici.

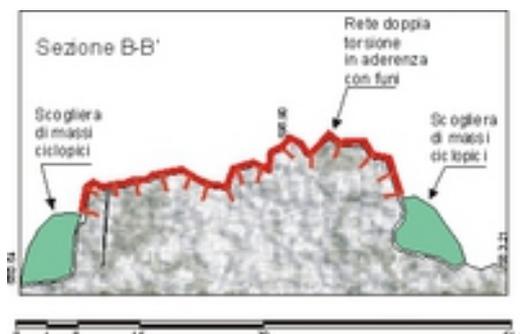
Copertura finale con spriz-beton e biostuoia 3D.



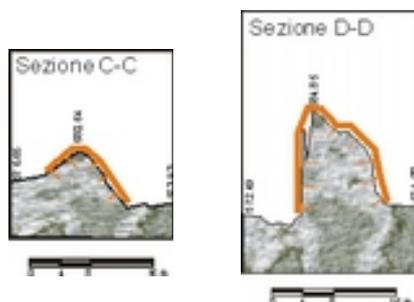
DORSALE CENTRALE EST

Per i primi 100 metri della parte più settentrionale della parete potrà essere effettuato il **disgaggio** dei massi pericolanti e successiva copertura finale con spriz-beton e biostuoia 3D.

La parte centrale della parete, ossia circa 60 metri di lunghezza, presenta delle porzioni strapiombanti che dopo il **disgaggio** andranno bloccate adeguatamente. Si ritiene che la messa in opera di una scogliera di **massi ciclopici** possa essere l'intervento più opportuno, fino all'altezza della parte che strapiomba. Copertura finale con spriz-beton e biostuoia 3D.

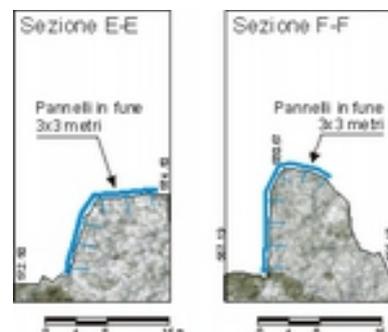


La porzione più meridionale della parete andrà invece consolidata con disgaggio e rete in aderenza.



SETTORE EST

Il settore Est riguarda innanzitutto una bancata lavica, in prossimità degli edifici di cava, che si sviluppa per circa 100 metri, alta al suo culmine circa 6-7 metri, allungata N-S ed esposta ad Ovest. La bancata si presenta intensamente fratturata, con discontinuità aperte e dislocate. L'intervento proposto è il rivestimento con **pannelli in fune** che avvolgono tutto il corpo della colata, anche nella parte alta, ancorati con barre cementate di 3 metri. Non è presente fluoro-edenite.



Disgaggio e pannelli anche per la più piccola parete, lunga 30 metri e alta 8, affiorante a nord-est della prima.

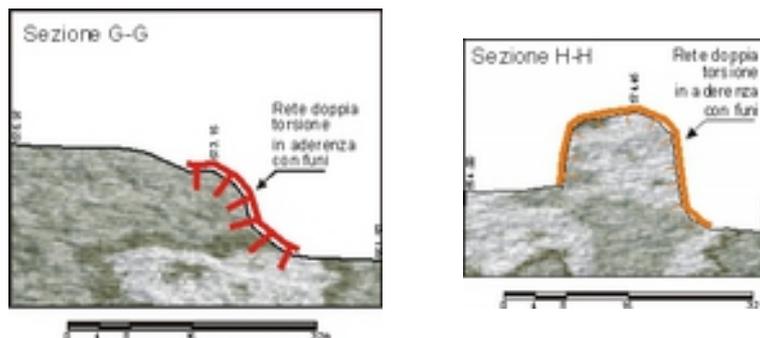
Disgaggio e reti in aderenza per la parete alta pochi metri sita nella parte più orientale della cava.

SETTORE OVEST INFERIORE

Area in cui è stato individuato il Geo-Sito con la fluoro-edenite. (Foto panoramica 1 e 3). In quest'area viene suggerito il disgaggio leggero e la posa della rete in aderenza. Sviluppo complessivo della parete: circa 150 metri, su due livelli. Nella porzione alta della parete, a nord, occorrerebbe edificare una sottomurazione di massi ciclopici alla sua base, a scongiurare cedimenti lungo le discontinuità sub-parallele alla parete stessa.

La chiodatura del blocco di lava compatta all'estremità N della parete bassa (Sezione G, alle spalle della discontinuità con la fluoro-edenite) deve essere portata ad una profondità di circa 6 metri.

La guglia isolata affiorante nei pressi dell'ingresso della cava andrebbe o demolita o ricoperta con materiale pulito.



SETTORE OVEST SUPERIORE

Zona in alto, con le due creste di lava massiva e fratturata. Gli interventi proposti sono il disgaggio e la rete in aderenza. Nella parte interna (Foto panoramiche 19-20) si ravvisa la necessità di una chiodatura di lunghezza a 3 metri, che possa ancorare i blocchi isolati, al fine di impedire un ulteriore allentamento delle discontinuità.

Nella parte nord di questo settore le discontinuità, con presenza di fluoro-edenite, sono orientate circa NNE-SSW. Una porzione di parete strapiombante, costituita da breccie saldate e con un fronte di circa 20 metri, è l'unico elemento per il quale si ritiene necessaria una sottomurazione con massi ciclopici (Sezione L).

TAVOLA 4

TIPOLOGIE DI INTERVENTO

- Solo disgaggio
- Disgaggio e rete in aderenza
- Disgaggio, rete in aderenza con ancoraggi di 3 metri
- Disgaggio, rete in aderenza con ancoraggi di 6 metri
- Pannelli di fune con ancoraggi da 3 metri
- Scogliera di massi ciclopici
- Copertura con materiale di cava pulito

