

Comune di SPECCHIA

Provincia di LECCE

RECUPERO AMBIENTALE E RIUSO DELLA CAVA IN CONTRADA MAGNONE PER DESTINARLA ALLA ORGANIZZAZIONE DI SPETTACOLI (CENTRO EVENTI)

Intervento comportante variante urbanistica al vigente P.U.G.
Richiesta attivazione procedura di cui al D.P.R. 160/2010

Proprietà:

- Masciali Pasqualina nata a Miggiano il 12/05/1951 ed ivi residente alla via Prov.le Miggiano - Taurisano n.1 con C.F. MSCPQL51E52F194Z
- Masciali Vincenzo nato a Miggiano il 25/05/1953 ed ivi residente alla via D. Aligheri n. 111 con C.F. MSCVCN53E25F194N

Ubicazione:

Strada Prov.le n°75 - Contrada Màgnone 73040 Specchia (LE)

Elaborato	7.a	PROGETTO PER IL CONSOLIDAMENTO DELLA CAVA - Relazione Geologico - Tecnica
-----------	-----	--

PROGETTISTI

CAPUTO PARTNERSHIP s.r.l. - Arch. Paolo CAPUTO

Ing. Vito Antonio GIANGRECO



Geol. Marcello DE DONATIS



DATA: Giugno 2015

I Proprietari:

Masciali Pasqualina

Masciali Vincenzo

INDICE

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E STRUTTURALI.....	5
IDROGEOLOGIA.....	11
INDAGINE GEOGNOSTICA	13
Indagine sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor).....	14
Sondaggio elettrico con ricostruzione tomografica.....	25
Sondaggi geognostici a carotaggio continuo.....	29
Analisi di laboratorio	31
Sismica a rifrazione	34
CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO INTERESSATO DALLE OPERE FONDALI.....	36
MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO ..	39
CAPACITA' PORTANTE.....	41
CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI FRONTI DI CAVA	45
CONCLUSIONI	51

PREMESSA

Il sottoscritto è stato incaricato dai Sig.ri Masciali Pasqualina e Masciali Vincenzo, nel mese di giugno 2015, per eseguire un'indagine geognostica e redigere una relazione geologico-tecnica e sismica per la riqualificazione ed il riuso della cava ubicata in contrada Magnone sulla S.P. per Ruffano nel Comune di Specchia.

L'indagine è stata finalizzata alla definizione dei lineamenti geomorfologici e strutturali della locale successione stratigrafica, dello schema di circolazione idrica sotterranea, nonché dello stato di fratturazione delle pareti della cava in esame.

Per eseguire quanto sopra, si è proceduto attraverso:

- rilievo geo-idro-morfologico di superficie, riportato nella prima parte della relazione;
- esecuzione di due profili sismici passivi (metodologia ReMi), per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione;
- esecuzione di due sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica;
- esecuzione di due sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- prelievo di cinque campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio;
- esecuzione di un profilo sismico a rifrazione;
- rilievo geo-strutturale dei fronti di cava attraverso:

- acquisizione dati (rilievo geologico-strutturale s.s., documentazione fotografica);
- analisi statistica e rappresentazioni grafico-spaziali.

I risultati ottenuti dalle indagini, integrati da informazioni e dati geologici dedotti da studi già effettuati in aree limitrofe, hanno permesso di caratterizzare il terreno fondale e ricostruire il modello geologico dell'area interessata dall'intervento.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata alla periferia nord del Comune di Specchia in contrada Magnone.

La cava è caratterizzata da quote topografiche che variano da 135 metri s.l.m. a 83 metri s.l.m. che rappresenta la profondità raggiunta dall'attività di cava.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche :

- Latitudine : 39° 57' 13'' N
- Longitudine : 18° 17' 16'' E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E STRUTTURALI

L'area oggetto di studio ricade nel Fg 223 tavoletta "Santa Maria di Leuca" della Carta Geologica d'Italia.

L'area indagata è ubicata a nord dell'abitato di Specchia, è caratterizzata da quote topografiche che variano da 135 metri s.l.m. a 83 metri s.l.m. (il fondo cava); la morfologia risulta leggermente movimentata ed è la diretta conseguenza delle vicissitudini tettonico-paleogeografiche verificatesi a partire dal Cretaceo.

E' noto che il basamento carbonatico del Cretaceo è stato interessato, a più riprese, da ripetute subsidenze, con generazioni di faglie ad andamento prevalentemente NO-SE, le quali hanno dislocato la formazione mesozoica, dando luogo a strutture tipo Horst e Graben e delineando nel contempo una serie di bacini. I litotipi affioranti appartengono a cicli sedimentari diversi, il più antico dei quali corrisponde alla successione calcareo-dolomitica mesozoica di ambiente di piattaforma carbonatica che costituisce i rilievi collinari noti localmente con la denominazione di "Serre, con caratteri di litofacies del tutto analoghi ai "Calcari delle Murge".

Dal rilievo geologico di superficie è stata evidenziata la seguente successione stratigrafica:

- Calcare di Altamura;
- Pietra Leccese;

- Calcareniti di Andrano;
- Calcareniti di Gravina.

Calcarea di Altamura

Tale formazione è stata cavata per anni, si rinviene in affioramento nella parte ad ovest-sudovest è costituita da calcari bioclastici, bianchi o grigiastri di norma sub-cristallini e tenaci, a luoghi laminari, nei quali si intercalano calcari dolomitici e dolomie grigio scure e nocciola.

In alcune località la roccia è leggermente marnosa, a frattura concoide, altrove invece appare detritica a laminazione parallela.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri.

Presentano in generale un'immersione verso OSO con pendenze comprese fra 6 e 13°. Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità tende ad aumentare la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo, di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

Pietra Leccese (Miocene)

Tale formazione si rinviene sotto le Calcareni di Andrano e si presenta marnosa, fossilifera, prevalentemente a grana fine, di colore paglierino e a luoghi verdognola per la presenza di Glauconite, di norma compatta e piuttosto tenera, a stratificazione indistinta generalmente in strati da 20 a 60 cm di spessore.

A diverse altezze stratigrafiche si rinvencono orizzonti a discreta permeabilità in corrispondenza di strati calcarenitici concrezionati e carsificati, di norma separati tra di loro da livelli di roccia compatta scarsamente o praticamente impermeabile.

Il passaggio di essa verso la formazione sottostante avviene attraverso una trasgressione che è marcata da un livello conglomeratico di modesto spessore (in genere minore di 10 cm) e da un carsismo di interstrato.

L'ingressione si è realizzata nel Burdigaliano inoltrato e probabilmente in regime di subsidenza assai attiva, con la conseguente rapida sommersione dell'intera area. Correnti instauratesi in questa fase

sono responsabili della dispersione del materiale più fine e della indiretta concentrazione di quello più grossolano. La ripresa della sedimentazione deve essersi realizzata (sempre nel Burdigaliano) allorché le profondità hanno raggiunto valori rapportabili a quelli della parte più profonda della zona neritica esterna. La sedimentazione è stata poi accompagnata da un processo di fosfatizzazione (Bossio et alii).

Con il Langhiano la periodica attività delle correnti si è intensificata tanto da smantellare totalmente il livello fosforitico; nelle fasi di quiete o comunque di minore dinamica delle acque, gli organismi bentonici e/o le residue e più deboli correnti rimuovevano e ridistribuivano il restante materiale fosforitico, mescolandolo a quello in via di deposizione.

Calcareniti di Andrano (Miocene)

Sono costituite da calcareniti organogene di colore grigio-chiaro, talora marnose e giallastre; a questi litotipi si uniscono i calcari detritici a grana variabile, compatti e grigio chiari.

La parte organogena la troviamo in affioramento e si presenta in grosse bancate per l'alterazione, mentre nella parte basale si passa ad un litotipo calcareo detritico a grana variabile ma tendenzialmente fine e di colore giallognolo.

La stratificazione è evidente, con uno spessore degli strati compreso tra 10 e 50 cm. Il passaggio di tale formazione verso le unità sottostanti

avviene attraverso una trasgressione sulla Pietra Leccese ed è sottolineata dalla presenza alla base di un litotipo di brecce e conglomerati di poche decine di centimetri con prevalenti clasti bruni di Pietra Leccese oltre a piccoli noduli fosfatici.

Calcareniti di Gravina

Le calcareniti affiorano nella parte ad est dell'area di indagine si presentano compatte di colore grigio chiare, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora parzialmente cementati. Verso la base dell'unità si rinvencono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza variabile.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti, da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Le microfaune rinvenute nella formazione sono abbastanza indicative, alla presenza di individui planctonici si aggiunge quella dei bentonici, che indicano un ambiente neritico, passante localmente e soprattutto verso l'alto al litorale.

Nella parte alta, le calcareniti sono costituite da sabbie poco cementate, con intercalati orizzonti centimetrici di calcareniti ben diagenizzate.

I depositi colluviali ricoprono le calcareniti e mascherano la primitiva morfologia.



LEGENDA

SABBIE PLEISTOCENICHE

Formazione costituita essenzialmente da biomicriti e calcareniti ricche di foraminiferi bentonici, litologicamente risulta alquanto omogenea in genere ben stratificata di colore giallastro.

CALCARENITI DI GRAVINA

Calcareniti bioclastiche a grana media, da grigio chiaro a giallastre di norma massicce porose (tufi calcarei). Occasionalmente orizzonti argillosi consentono talvolta la presenza di piccole falde idriche sospese (Pleistocene inferiore).

CALCARE DI ALTAMURA

Calcarei dolomitici, compatti tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio. Corrispondono alla sedimentazione prodottasi essenzialmente nelle estese aree di laguna della piattaforma apula (Maastrichtiano).

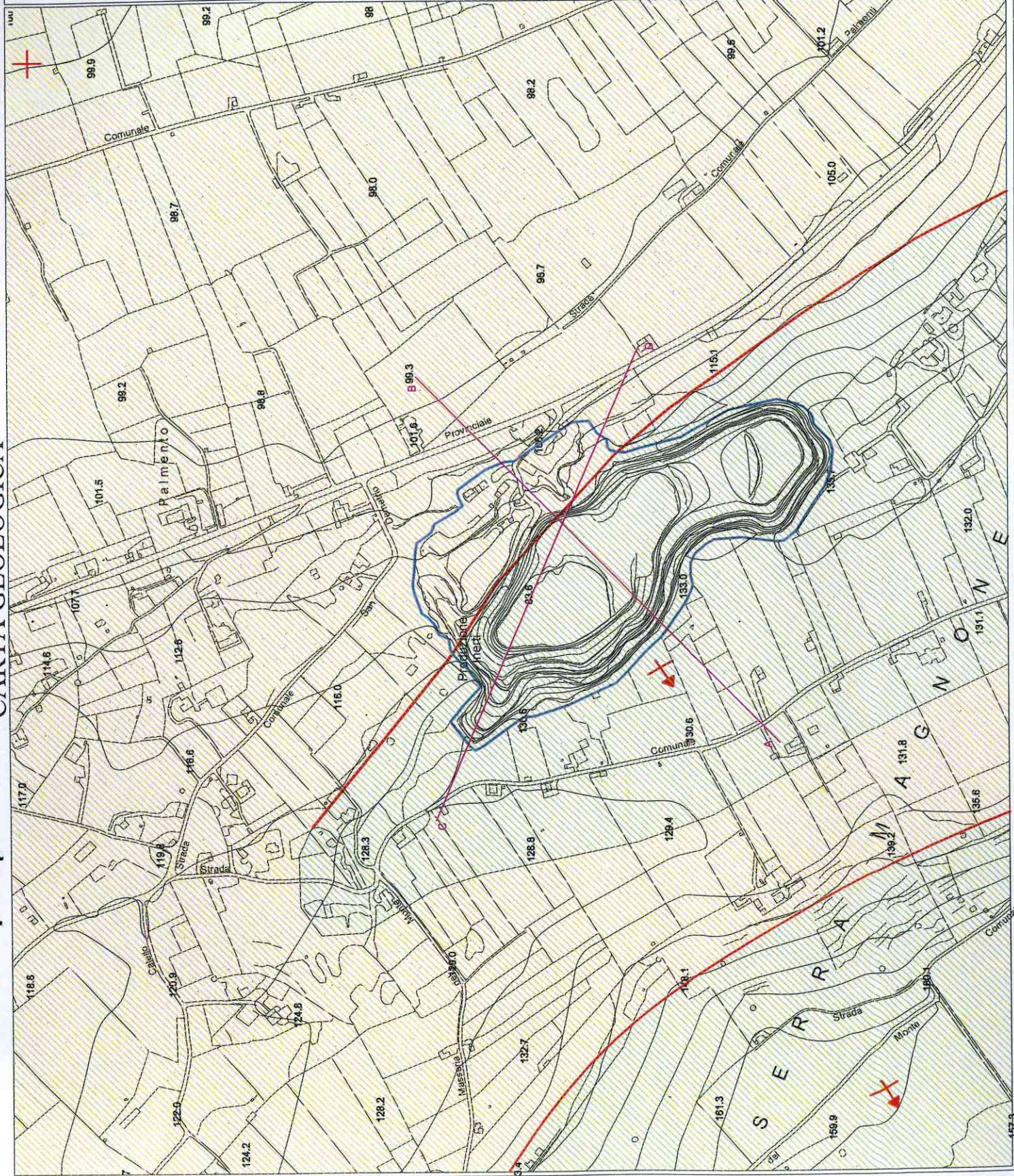
+ Strati orizzontali

✗ Strati con pendenza inferiore a 10°

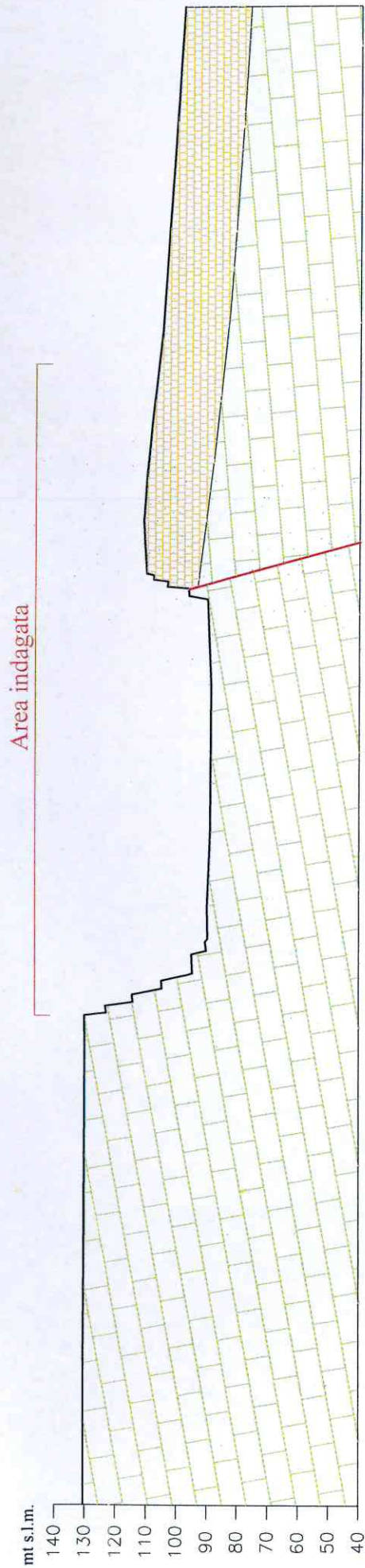
/ Faglia diretta

— Traccia di sezione

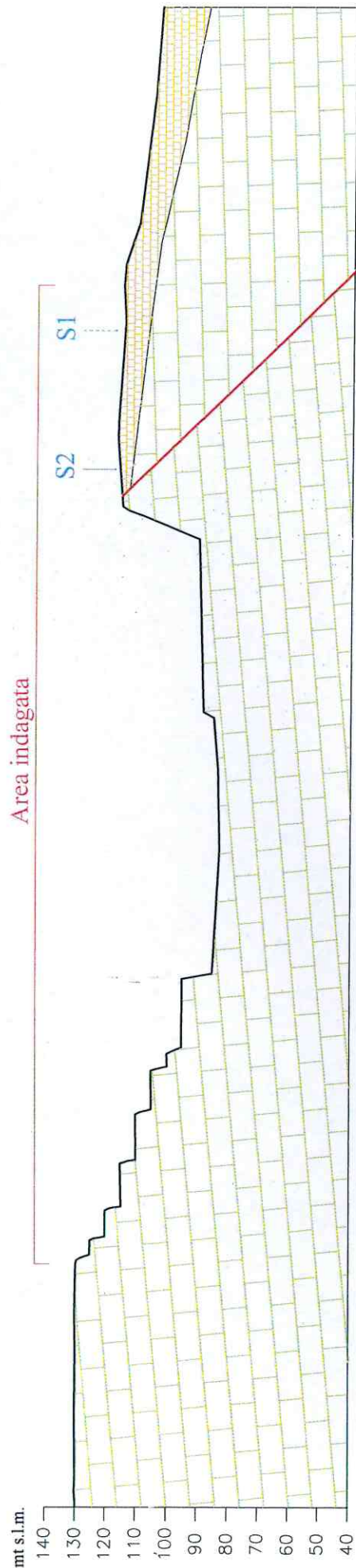
— Area indagata






SEZIONE GEOLOGICA A-B



SEZIONE GEOLOGICA C-D



LEGENDA

-  Calcareni di Gravina
-  Calcare di Altamura
-  Faglia diretta

IDROGEOLOGIA

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base", in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 2.0 metri e tende progressivamente a ridursi verso E con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

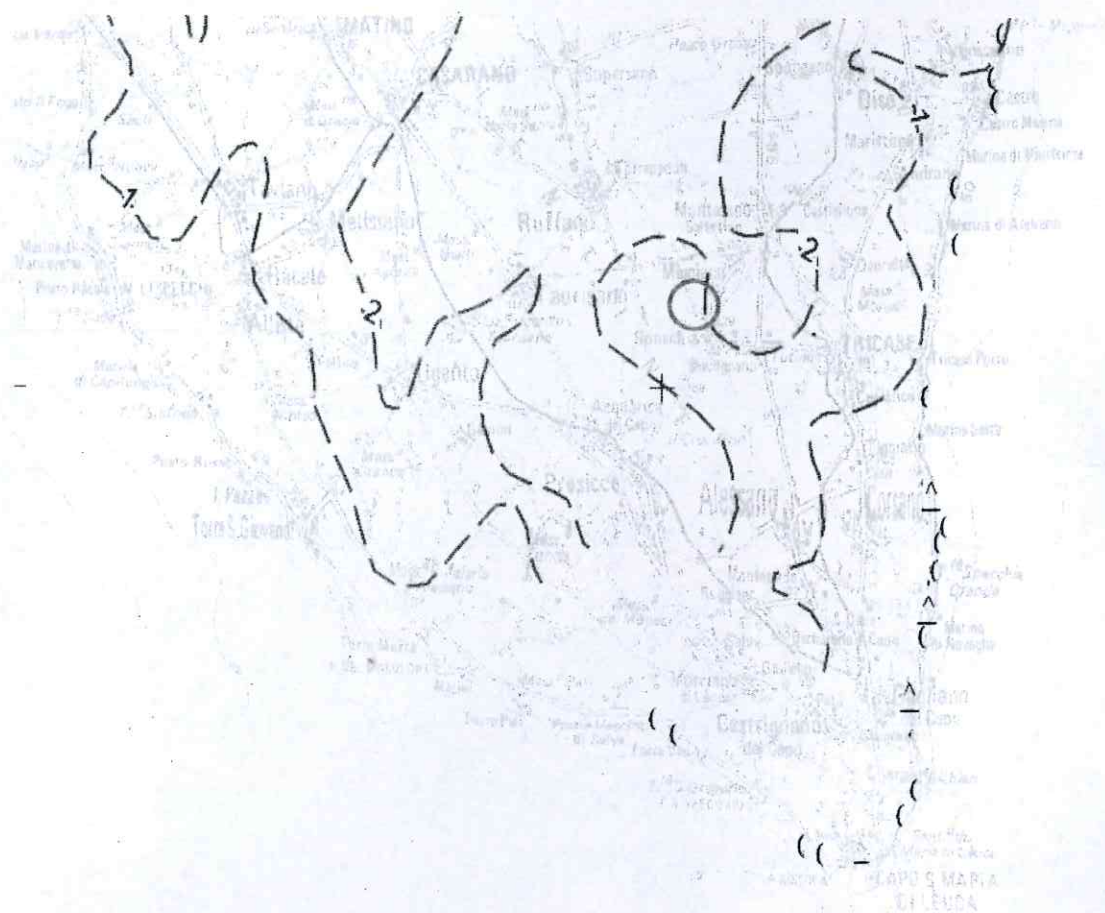
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La falda si rinviene ad una profondità di circa 100 metri, pertanto non interagisce con l'opera da realizzare.



INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 14.01.2008 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

La campagna geognostica è consistita in:

- n. 2 profili elettrici tomografici;
- n. 2 profili sismici con metodologia Remi;
- n. 1 profilo sismico a rifrazione per caratterizzazione meccanica;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- analisi di laboratorio su 5 campioni, prelevati nel corso della terebrazione dei 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

Di seguito si relaziona:

- sulle metodologie delle indagini;
- sui risultati ottenuti;
- in allegato si riportano gli elaborati grafici delle prove.

Indagine sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)

Al fine di determinare la categoria sismica del terreno fondale, sono stati eseguiti due profili sismici passivi ubicati come da planimetria allegata.

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, da 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica **ReMi** viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

L'elaborazione del segnale consiste, nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency"(p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig.1).

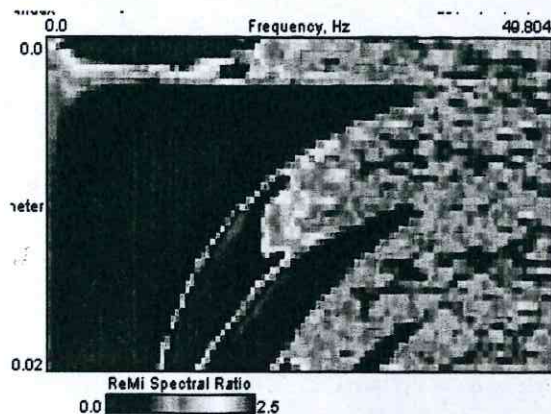


Fig. 1 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 1 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.2) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o $1/\text{velocità di fase}$) per alcune frequenze.

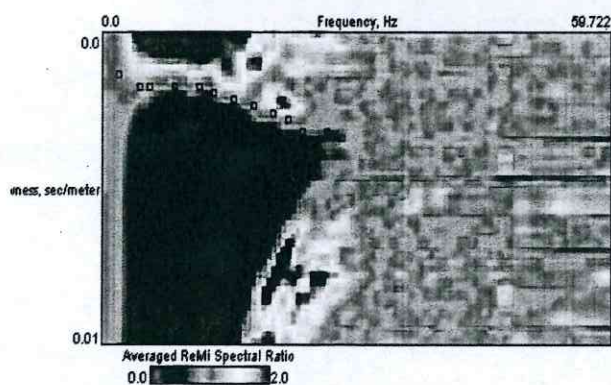


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati **ReMi**, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).

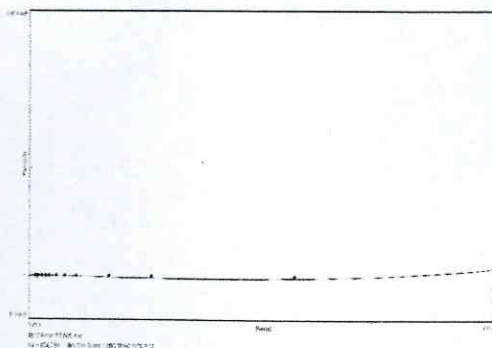


Fig.3:
Modellizzazione diretta interattiva: curva di
dispersione calcolata (grigio) e curva sperimentale
con picking (puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Per ogni prova si riporta il valore di V_{s30} e l'elaborato grafico:

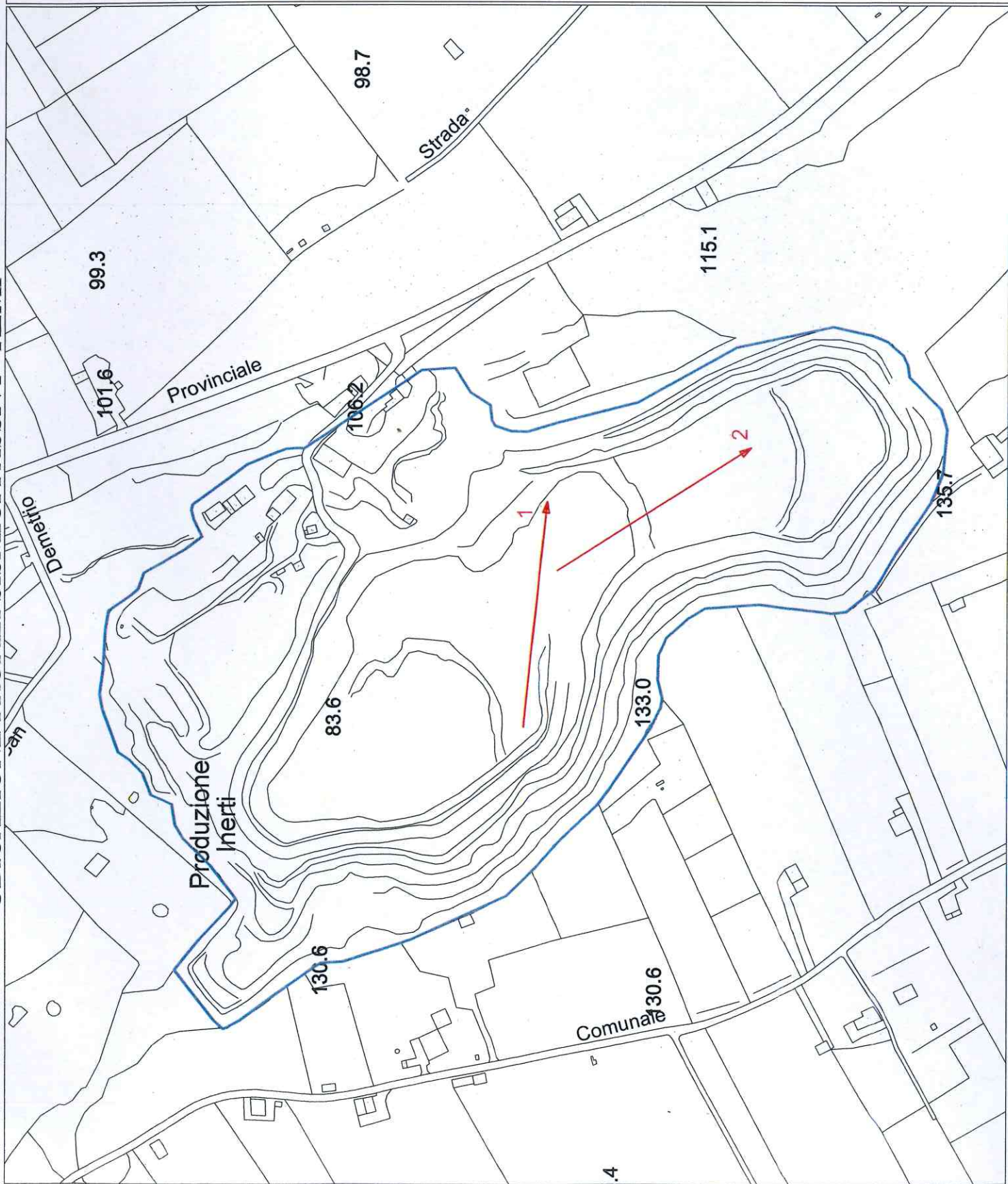


LEGENDA

→ Profilo sismico passivo - ReMi

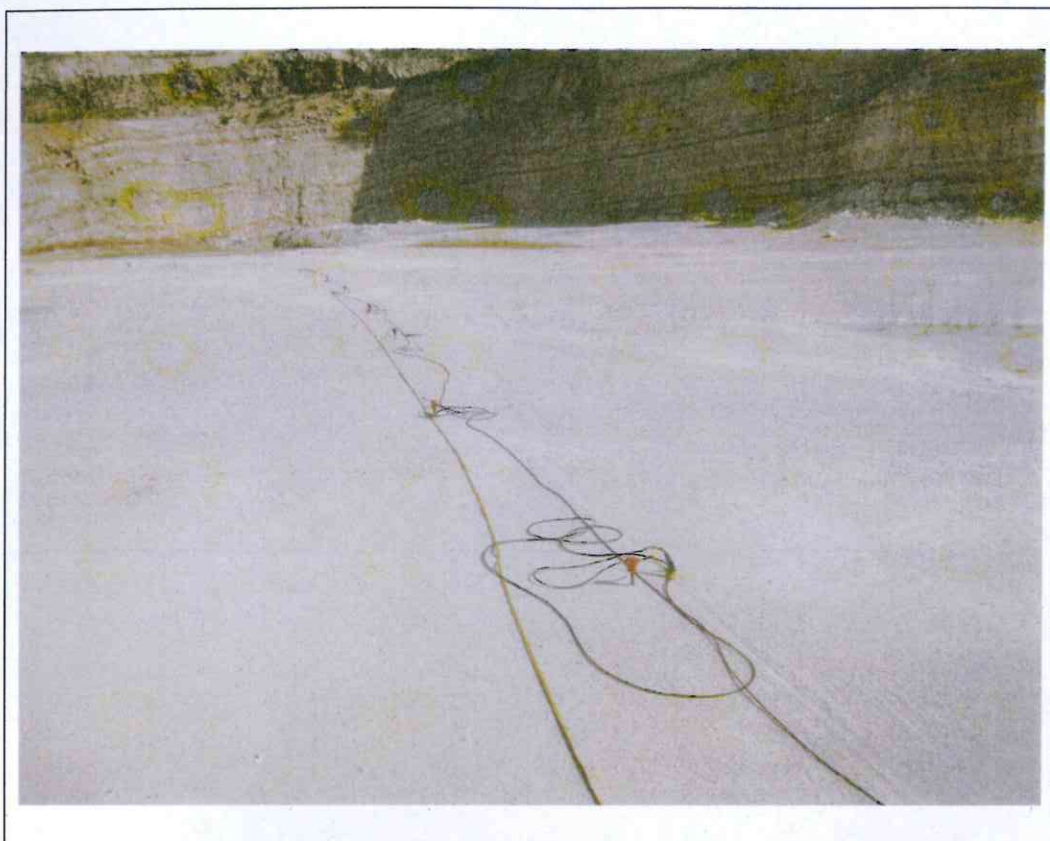
— Area indagata

Scala 1:2500





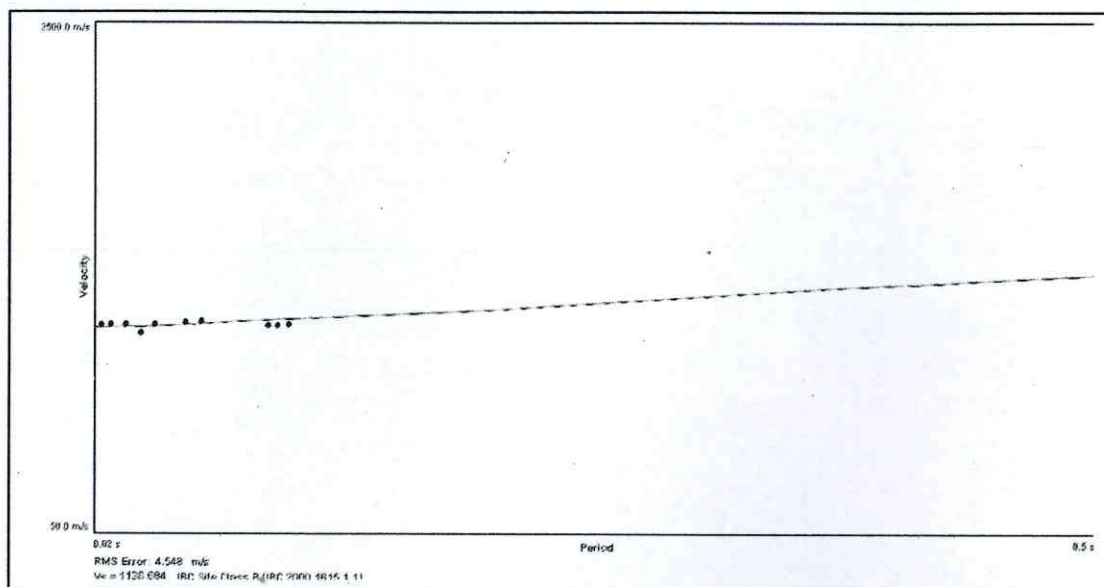
-Esecuzione profilo sismico passivo n°1



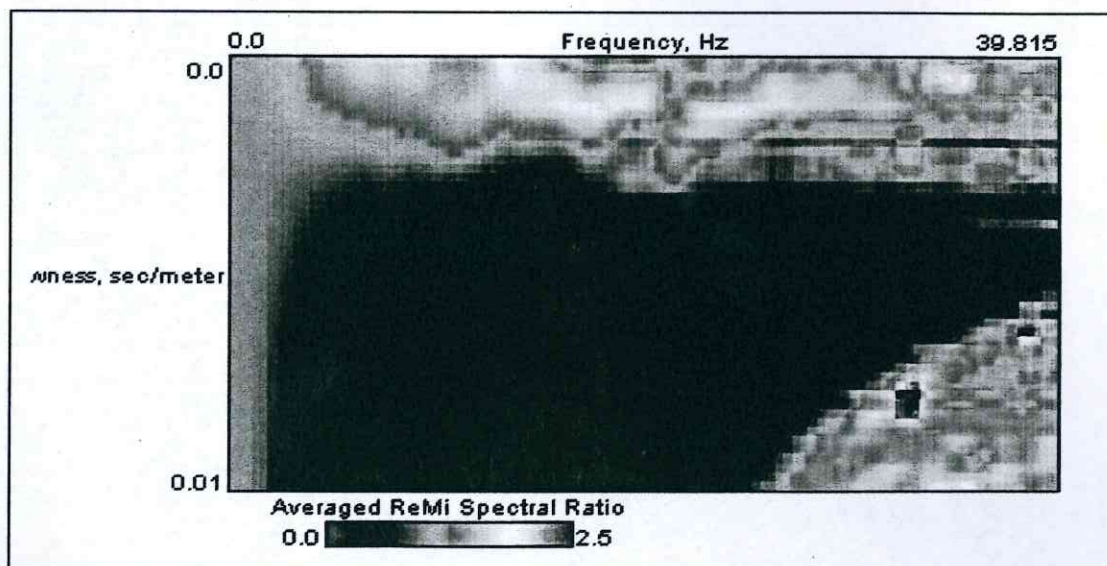
-Esecuzione profilo sismico passivo n°2

Profilo sismico ReMi n.1

$V_{s30} = 1136 \text{ m/sec.}$



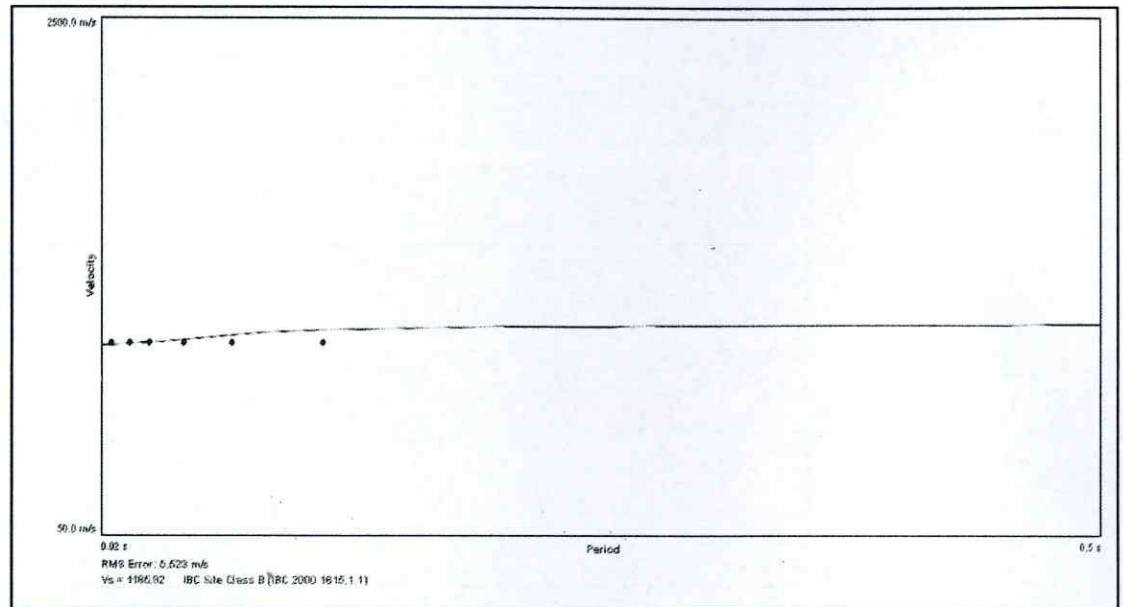
Dispersion Curve Shwing Picks and Fit



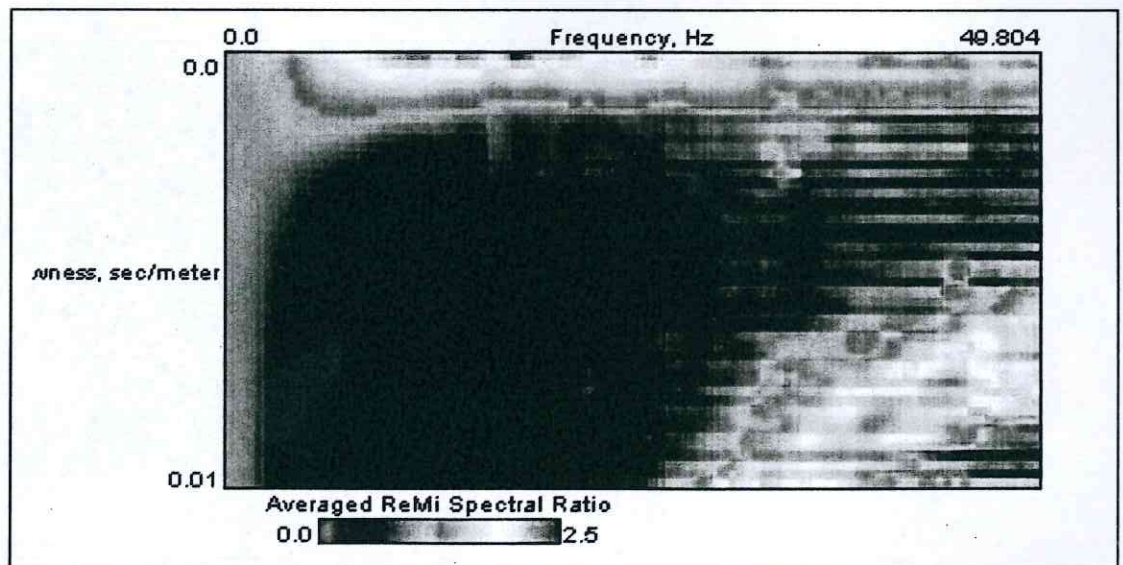
Pf image with Dispersion Modelling Picks

Profilo sismico ReMi n.2

$V_{s30} = 1185 \text{ m/sec.}$



Dispersion Curve Shwing Picks and Fit



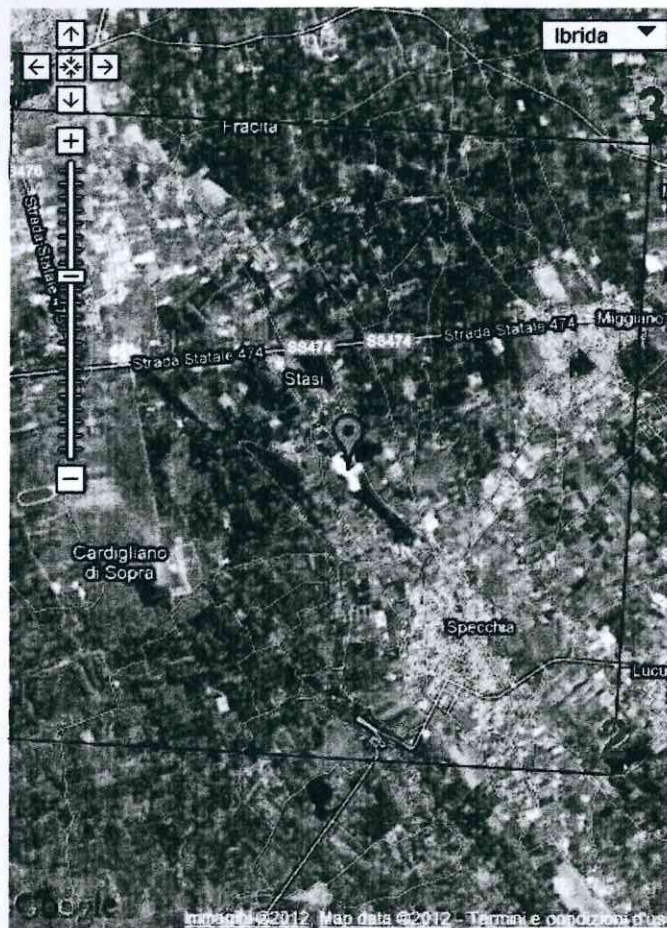
Pf image with Dispersion Modelling Picks

Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);

- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
- E) ***Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m***, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria A** con valori di V_{s30} maggiori di 800 m/sec; la litologia risulta costituita da ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi.



I caratteri del moto sismico sono:

Stato Limite	Tr (anni)	Ag (g)	Fo	Tc (s)
Operatività (SLO)	30	0.016	2.388	0.160
Danno (SLD)	50	0.021	2.413	0.215
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.061	2.627	0.438
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.086	2.609	0.484
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Ag=accelerazione massima al sito; Fo=valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; Tc=periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Con i suddetti parametri e con categoria topografica T1 si è proceduto al calcolo dei coefficienti sismici:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss = amplificazione stratigrafica	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc = Coeff. Funz. Categoria	1.00	1.00	1.00	1.00
St = Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

SLO= stato limite di immediata operatività; SLD= stato limite di danno
SLV= stato limite di salvaguardia della Vita; SLC= stato limite di prevenzione collasso.

Sondaggio elettrico con ricostruzione tomografica

L'indagine è consistita nell'esecuzione di due sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica per verificare la presenza di cavità o anomalie stratigrafiche.

L'indagine elettrica prevede sempre una fase preliminare al fine di comprendere al meglio le problematiche da affrontare e le peculiarità del sito. Il metodo scelto permette di stimare la resistività del sottosuolo in esame; tale parametro è fondamentale per l'individuazione dei passaggi stratigrafici ed eventuali cavità.

I valori di resistività vengono rilevati introducendo nel sottosuolo una corrente attraverso due elettrodi di corrente e misurando la differenza di potenziale attraverso altri due elettrodi, detti appunto di misura. L'invio della corrente nel sottosuolo, utilizzando delle sorgenti puntiformi in superficie, determina l'irraggiamento delle linee di corrente attraverso superfici di forma semisferica. In generale il terreno non è elettricamente omogeneo né isotropo, perciò quando viene immessa corrente in esso, una qualsiasi causa di variazione di conducibilità, ne altera il flusso, provocando un'anomala distribuzione del potenziale.

La misura di questo valore prende il nome di "resistività apparente", in quanto dipende dalla disposizione degli elettrodi nel terreno. La raccolta di queste informazioni avviene lungo tutto il tratto percorso dai

filetti elettrici e, di conseguenza, da tutta la semisfera prodotta dall'immissione di corrente nel sottosuolo.

La tomografia elettrica di superficie (TES) si basa su un elevato numero di misure elettriche che, nel caso specifico, sono state effettuate su 48 elettrodi (metodologia multielettrodo), disposti sul terreno lungo il profilo scelto. La restituzione dei risultati (ricostruzione tomografica) viene realizzata approssimando il terreno (sottosuolo) in maglie o celle ("elementi finiti") e riportando in un'apposita sezione gli elementi finiti con resistività omogenea.

Il tipo di configurazione scelto per la presente campagna d'indagine è stato il metodo Dipolo-dipolo, molto sensibile ai cambiamenti di resistività.

Questo metodo consiste nel mantenere gli elettrodi di energizzazione esterni rispetto a quelli di misura. In questo caso l'interdistanza elettrodica viene mantenuta costante, mentre viene variata la distanza fra le coppie di energizzazione e di misura, al fine di aumentare la profondità di investigazione.

Nel caso in esame è stata utilizzata una strumentazione multielettrodo della IRIS (il Syscal Pro) il cui passo è stato scelto di 2.0 metro ottenendo degli stendimenti di 47 metri, per l'elaborazione dei dati acquisiti in campo è stato usato il programma Res2DInv.

Gli stendimenti eseguiti sull'area in esame sono stati in totale 2.

Ai fini di una chiara lettura ed interpretazione viene presentato il sistema di acquisizione. Il vantaggio è costituito dalla possibilità di ottenere un'elevata quantità di dati in tempi brevi in maniera del tutto automatica. L'elevato numero di dati di resistività apparente disponibili permette un'inversione direttamente bidimensionale (2D) delle pseudosezioni sperimentali.

La restituzione dei dati di un'indagine di tomografica elettrica è una sezione di resistività. In questa i diversi colori rappresentano valori diversi di resistività registrati con lo stendimento effettuato; la scala verticale riporta la profondità di indagine, quella orizzontale le distanze progressive dello stendimento. Sotto la sezione compare la scala delle resistività che compongono il modello interpretativo.

La *sezione tomografica n. 1* ha registrato valori di resistività che variano da 160 a 2000 Ωm . Ciò che si nota è la presenza nella parte superiore della sezione di valori di resistività relativamente bassi (intorno ai 400 Ωm) nei quali sono presenti, a luoghi, zone ben definite con valori di resistività più bassi.

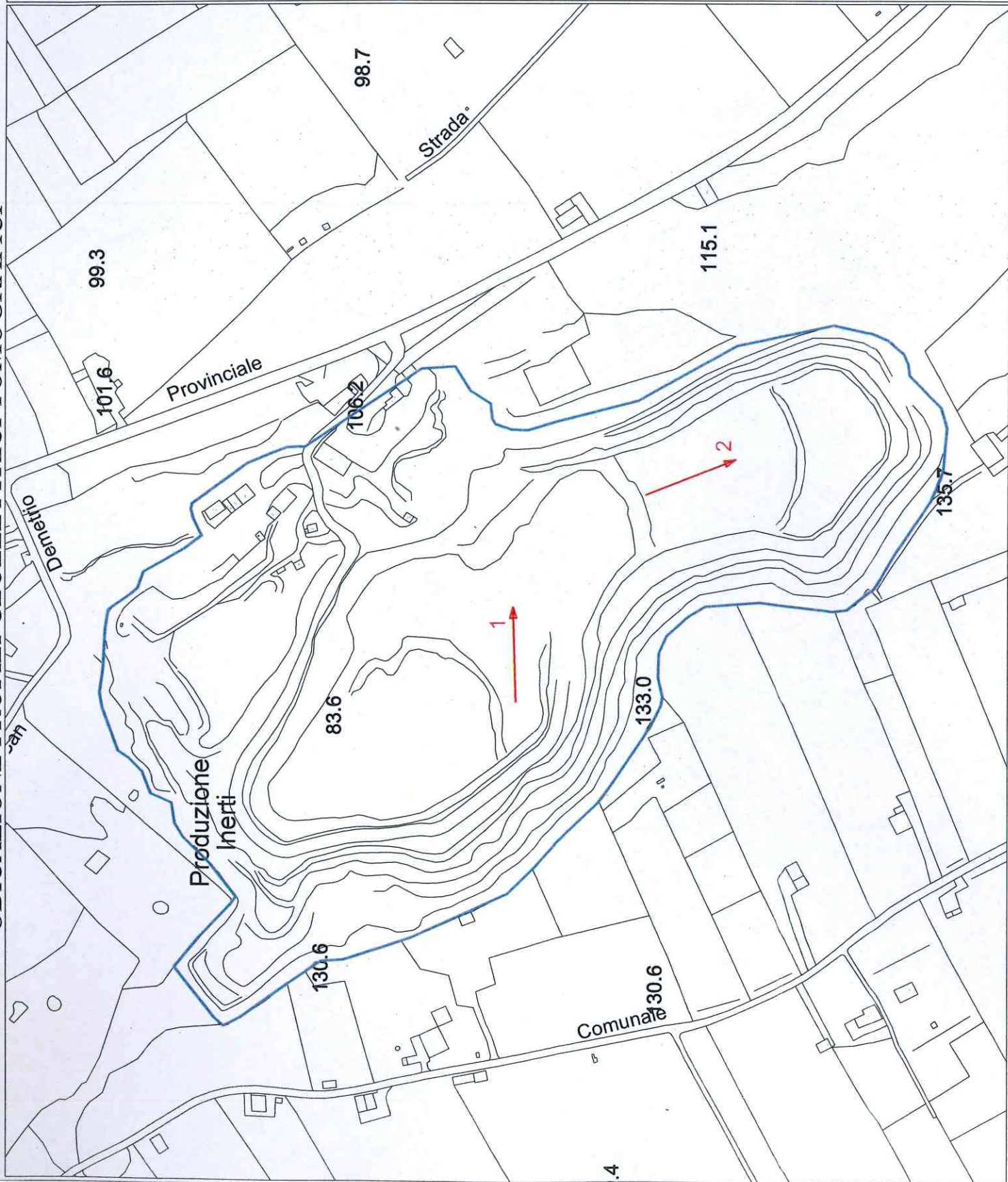
Nella parte inferiore si riscontrano valori crescenti di resistività.

Da queste osservazioni si può dedurre che è presente il litotipo "calcare", che si presenta fratturato nella parte più superficiale. I valori di resistività riscontrati nella parte superiore della sezione sono riferibili a roccia molto fratturata.

La *sezione tomografica n.2* è simile alla precedente, ha registrato valori di resistività che variano da 100 a 1000 Ωm .

La sezione presenta valori di resistività, crescenti verso il basso, da associare alla presenza dell'ammasso calcareo fratturato (in seguito alle operazioni di scavo, con grado di fratturazione che diminuisce con l'aumentare della profondità).

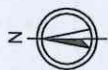
UBICAZIONE PROFILI GEOELETTRICI TOMOGRAFICI



LEGENDA

Profilo geoelettrico tomografico

Area indagata



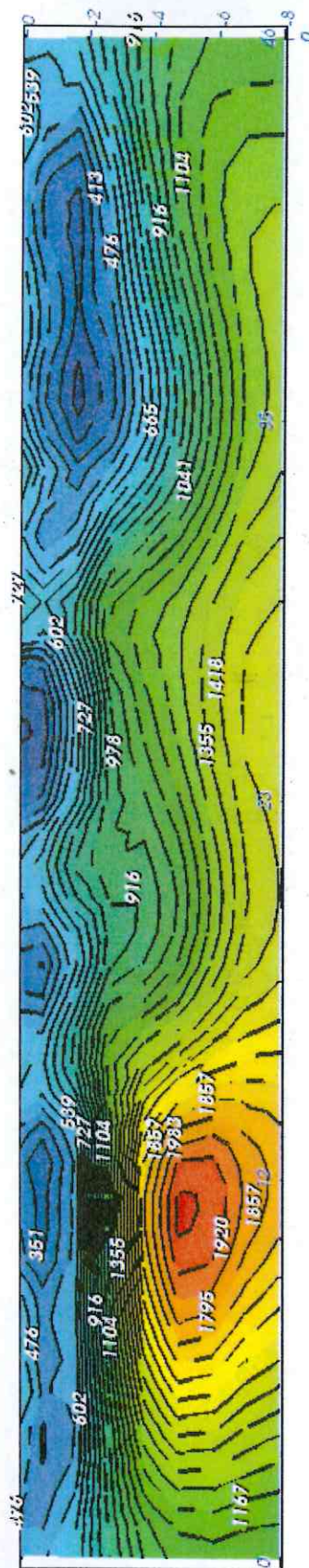


-Esecuzione profilo geoelettrico tomografico n°1

Resistivity



Profilo geoelettrico 1 Metodologia: Dipolo - dipolo Località: C.da Magnone - Specchia (Le)





-Esecuzione profilo geoelettrico tomografico n°2

Resistivity

 $1.030+003$

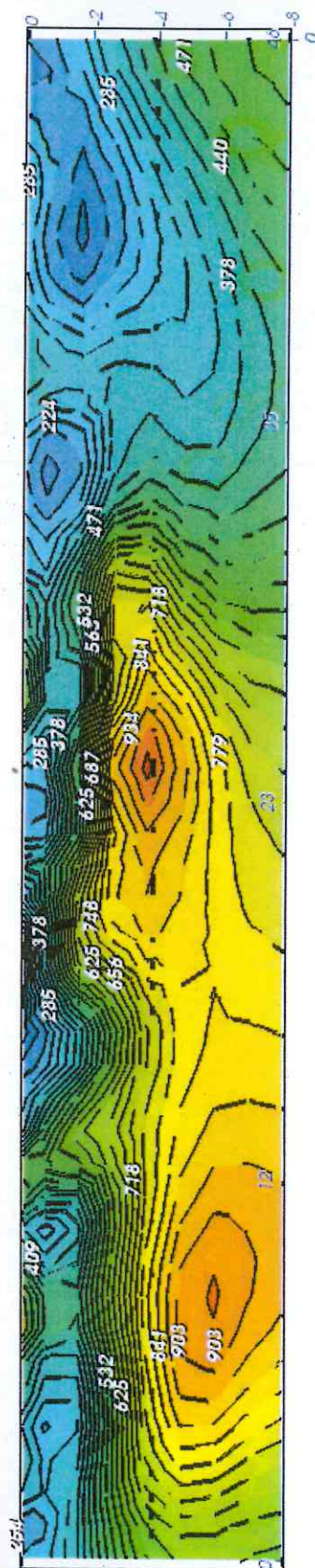
787.

548.

309.

59.2

Profilo geoelettrico 2



Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti sull'area interessata dalle opere civili e consiste nell'esecuzione di n° 2 sondaggi a carotaggio continuo ϕ 101 mm della profondità di 12.0 e 8.0 metri, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stata quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Per prelevare i campioni è stato utilizzato il carotiere semplice. E' un utensile di perforazione formato da un cilindro avente alla base una corona dentata tagliente. Il carotiere viene fatto ruotare con una determinata spinta in modo che il campione di terreno risalga nel cilindro. Quando il tratto di perforazione ha raggiunto la profondità di avanzamento stabilita (solitamente 0.5-1.0 m), il carotiere viene estratto e svuotato in superficie in apposite cassette catalogatrici (vedi allegati). Il diametro di perforazione è stato di 101 mm.

Di seguito si allegano la restituzione grafica delle stratigrafie, la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi.

Le sequenze stratigrafiche sono di seguito riportate:

<i>Sondaggio n° 1</i>	
da mt 0.00 a mt 1.50 da mt 1.50 a mt 2.70 da mt 2.70 a mt 12.00	Materiale di riporto; Sabbia limosa giallastra; Biocalcarenite a grana medio-grossa, porosa con venature di calcite, fratturata di colore biancastro.
<i>Sondaggio n° 2</i>	
da mt 0.00 a mt 1.20 da mt 1.20 a mt 1.50 da mt 1.50 a mt 8.00	Materiale di riporto; Biocalcarenite a grana medio-grossa, porosa con venature di calcite, fratturata di colore biancastro; Calcare e calcare dolomitico micritico bianco-grigiastro stratificato e fratturato.

Di seguito si allega la documentazione fotografica, la planimetria con l'ubicazione dei sondaggi e le stratigrafie nelle quali sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio.

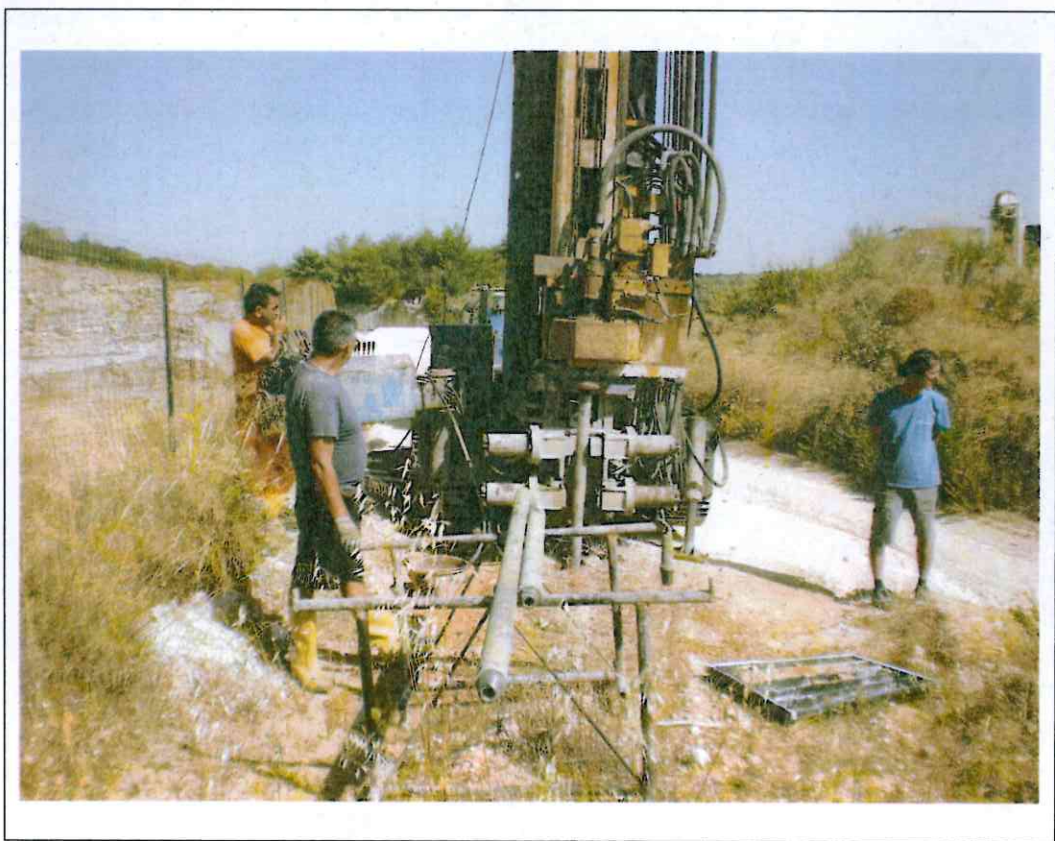
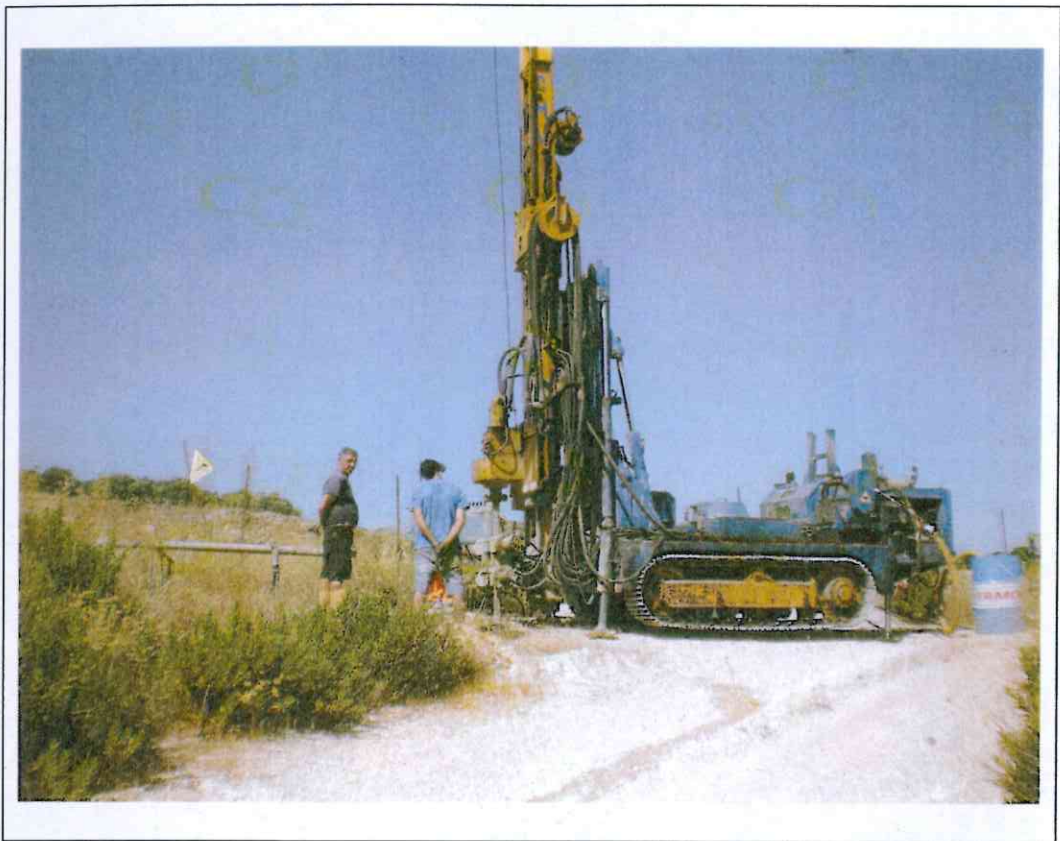
UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO



LEGENDA

● Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

— Area indagata



- Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1



-S1 - Cassetta catalogatrice da 0.00 a 5.00 metri



-S1 - Cassetta catalogatrice da 5.00 a 10.00 metri



-S1 - Cassetta catalogatrice da 10.00 a 12.00 metri

INDAGINE GEOGNOSTICA

Luogo: C.da Magnone - Specchia (Le)		Recupero ambientale della cava	
Tipo attività: indagine geognostica		Tipo intervento: ESECUZIONE SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	
Ditta operatrice: Geoprobe s.a.s.	Direzione di cantiere: Geol. Marcello De Donatis	Riferimento:	Data: 29-lug-12
Committente: Società Mascialli & C. snr	Note:	Oggetto: Log stratigrafico	Sondaggio: S 1

Φ	Profondità progressiva	Profondità parziale	% carot.	Litologie	Descrizione del terreno	CAMPIONE PRELEVATO	FALDA
mm	m	m				da (m)	a (m) (m)
101							
	1.5			Materiale di riporto			
	1.5						
		1.2		Sabbia limosa giallastra		2.2	
						C1	2.4
	2.7						
		9.3		Biocalcarenite a grana medio-grossa, porosa con venature di calcite, fratturata di colore biancastro		5.1	
						C2	5.35
						10.7	
						C3	10.90
	12.0						



- Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2



-S2 - Cassetta catalogatrice da 0.00 a 5.00 metri



-S2 - Cassetta catalogatrice da 5.00 a 8.00 metri

INDAGINE GEOGNOSTICA

Luogo: C.da Magnone - Specchia (Le)		Recupero ambientale della cava	
Tipo attività: indagine geognostica		Tipo intervento: ESECUZIONE SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	
Ditta operatrice: Geoprobe s.a.s.	Direzione di cantiere: Geol. Marcello De Donatis	Riferimento:	Data: 29-lug-12
Committente: Società Mascialli & C. snC	Note:	Oggetto: Log stratigrafico	Sondaggio: S 2

[illegible]

Analisi di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati 5 campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Ogni campione per comodità è stato individuato da un numero progressivo, successivamente utilizzato per tutte le elaborazioni appresso effettuate, inoltre il campione viene individuato da due "codici" quello del sondaggio e quello del campione.

Sono stati prelevati tre campioni dal sondaggio S1 a profondità diverse (S1C1 alla profondità di 2.20 metri, S1C2 alla profondità di 5.10 metri e S1C3 alla profondità di 10.70 metri); i campioni prelevati dal sondaggio S2 sono: S2C1 alla profondità di 3.00 metri e S2C2 alla profondità di 7.00 metri.

Per la caratterizzazione dei litotipi calcarenitico e calcareo, sono state eseguite prove Point Load Test che hanno permesso di calcolare il valore della resistenza a compressione.

Per ogni campione prelevato è stato determinato il peso di volume, l'umidità e la resistenza a compressione.

Il campione S1C2 è stato prelevato alla profondità di 5.10-5.35 metri nella biocalcarenite, le caratteristiche fisiche sono risultate:

- peso di volume pari a 1.55 g/cm^3 ;
- umidità naturale di 3.2 %

- resistenza a compressione uguale a 311.17 kg/cm^2 .

Il campione S1C3, prelevato dal sondaggio n° 1 nella biocalcarenite alla profondità di 10.70-10.90 metri, ha restituito i seguenti valori di:

- peso di volume = 1.80 g/cm^3 ;
- umidità naturale = 2.70 %
- resistenza a compressione = 509.96 kg/cm^2 .

Il peso di volume determinato dal campione S2C1, prelevato alla profondità di 3.00-3.30 metri nei calcari, è stato di 2.55 g/cm^3 , l'umidità naturale è risultata di 3.7 %, mentre la resistenza a compressione è stata di 842.78 kg/cm^2 .

Il campione prelevato nel sondaggio S2 alla profondità di 7.00-7.30 metri, denominato S2C2, è un calcare con peso di volume di 2.48 g/cm^3 , l'umidità naturale pari a 3.0 % e con una resistenza a compressione è di 976.74 kg/cm^2 .

Sul campione prelevato dal sondaggio S1 nella sabbia limosa alla profondità di 2.20-2.40 sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, consistenti in determinazione del peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, ecc; inoltre sono state eseguite

le analisi granulometriche e le prove di taglio da cui si sono ricavati i valori di coesione e di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci.

Il campione S1C1 è una sabbia limosa debolmente ghiaiosa di colore bruno-giallastro.

Le caratteristiche fisiche del campione sono:

- peso di volume: 1.71 g/cm^3 ;
- peso specifico: 2.68 g/cm^3 ;
- umidità naturale: 19.2 %;
- porosità: 46.6 %;
- grado di saturazione: 59.2 %.

I valori di angolo di attrito e di coesione, ricavati dalla prova di taglio diretto, hanno fornito i seguenti valori:

- $c = 0.05 \text{ kg/cmq}$
- $\varphi = 30.7^\circ$

Per un quadro completo dei risultati, si rimanda ai certificati allegati.

QUADRO RIASSUNTIVO VALORI RESISTENZA A COMPRESSIONE (Point load test)

Campione	Profondità (m)	Peso di volume (g/cm ³)	Umidità naturale(%)	Resistenza a compressione (Valore medio) (kg/cm ²)
S1 C2	5.10 – 5.35	1.55	3.2	311.17
S1 C3	10.70 – 10.90	1.80	2.7	509.96
S2C1	3.00 – 3.30	2.55	3.7	842.78
S2C2	7.00 – 7.30	2.48	3.0	976.74

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Marcello De Donatis



COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITÀ: m 2.20 - 2.40 m dal p.c.

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.2	%
Peso di volume	1.71	t/m ³
Peso di volume secco	1.43	t/m ³
Peso di volume saturo	1.90	t/m ³
Peso specifico	2.68	t/m ³
Indice dei vuoti	0.871	
Porosità	46.6	%
Grado di saturazione	59.2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI	A2-4	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5.4	%
Sabbia	70.0	%
Limo	22.2	%
Argilla	2.4	%
D 10	0.027281	mm
D 50	0.174376	mm
D 60	0.243027	mm
D 90	1.100609	mm
Passante set. 10	94.6	%
Passante set. 40	74.0	%
Passante set. 200	24.6	%

PERMEABILITÀ

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kg/cm ²	σ_{Rim}	kg/cm ²
----------	--------------------	----------------	--------------------

SCISSOMETRO

τ	kg/cm ²	τ	kg/cm ²
--------	--------------------	--------	--------------------

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	0.05	kg/cm ²	ϕ 30.7 °
c Res		kg/cm ²	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kg/cm ²	ϕ_d °
C.U.	C' _{cu}	kg/cm ²	ϕ'_{cu} °
	C _{cu}	kg/cm ²	ϕ_{cu} °
U.U.	C _u	kg/cm ²	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

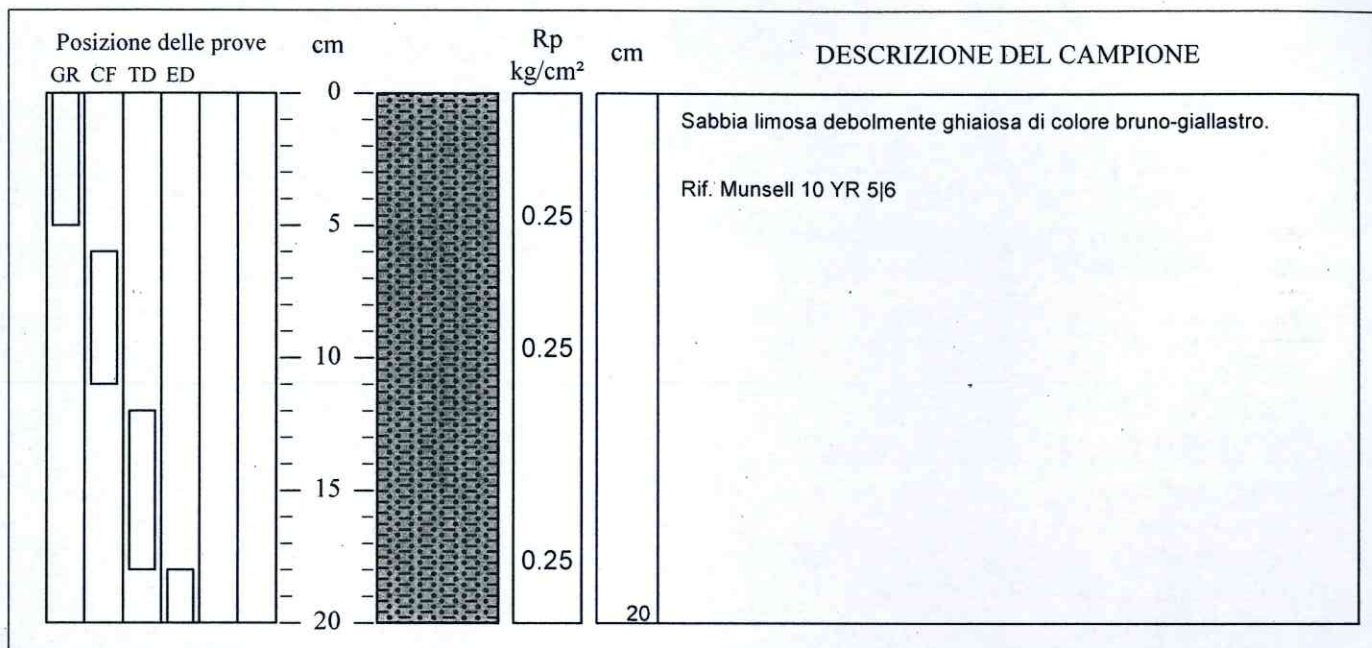
σ kg/cm ²	E kg/cm ²	Cv cm ² /sec	k cm/sec
0.125 ÷ 0.250	42	---	---
0.250 ÷ 0.500	41	---	---
0.500 ÷ 1.000	27	---	---
1.000 ÷ 2.000	42	---	---
2.000 ÷ 4.000	67	---	---
4.000 ÷ 8.000	116	---	---
8.000 ÷ 16.000	242	---	---

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITÀ: m 2.20 - 2.40 m dal p.c.



TIPO DI CAMPIONE

- ☐ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITÀ DEL CAMPIONE

- ☐ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/g/12 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12

DATA DI EMISSIONE: 11/09/12

Inizio analisi: 05/09/12

Apertura campione: 04/09/12

Fine analisi: 08/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

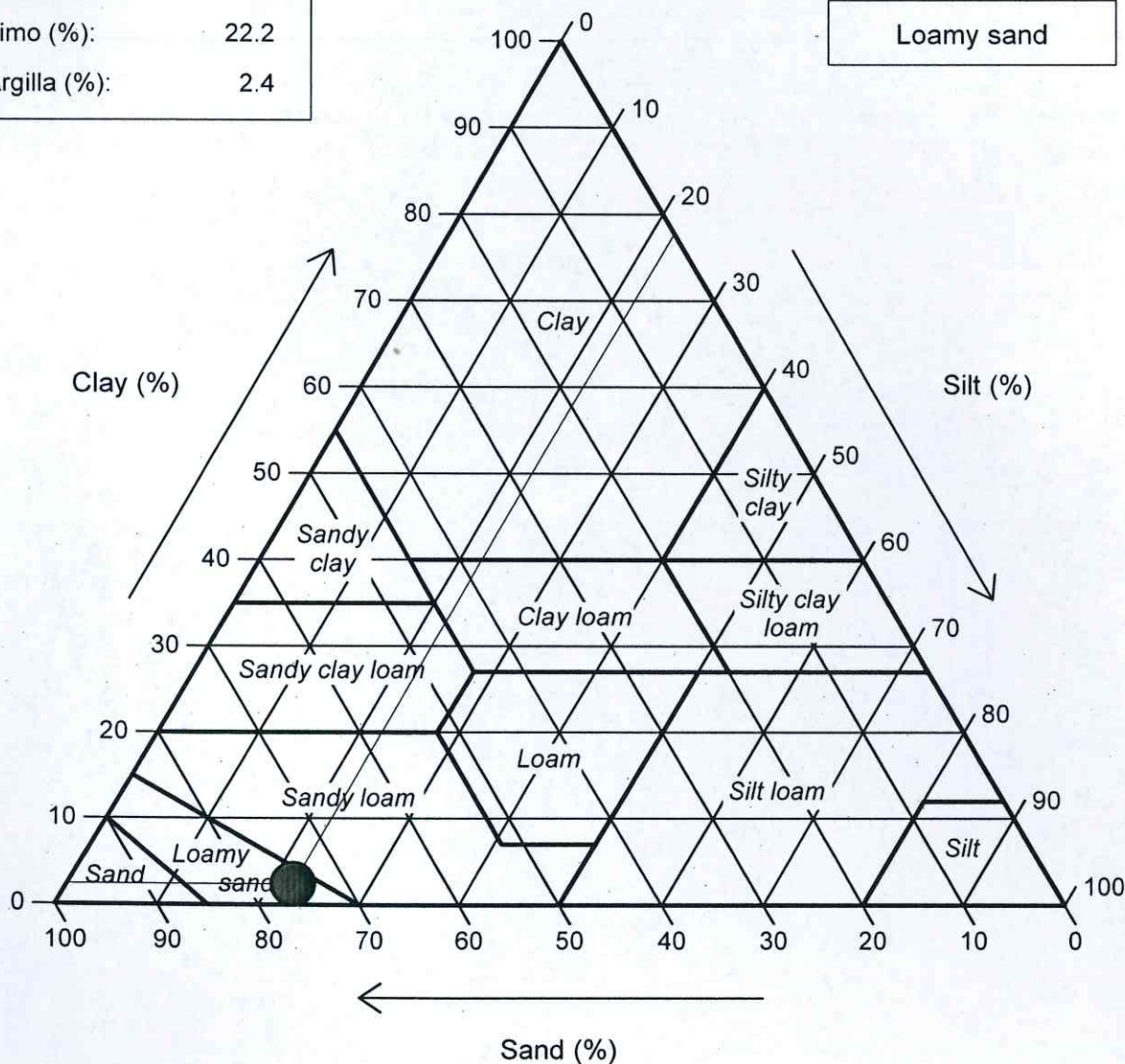
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 75.4

Limo (%): 22.2

Argilla (%): 2.4

Loamy sand



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/u/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 04/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 05/09/12
COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc			
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.			
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.
<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318			

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 19.2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 8.00 mm

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/pdv/12 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 04/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 04/09/12
COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc		
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE		
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 1.71 t/m³

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/ps/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 05/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44	del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 05/09/12
COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc			
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI			
Modalità di prova: Norma ASTM D 854			

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (t/m^3) = 2.68

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (t/m^3) = 2.68

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 8.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/ed/12 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12

DATA DI EMISSIONE: 12/09/12

Inizio analisi: 04/09/12

Apertura campione: 04/09/12

Fine analisi: 12/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.

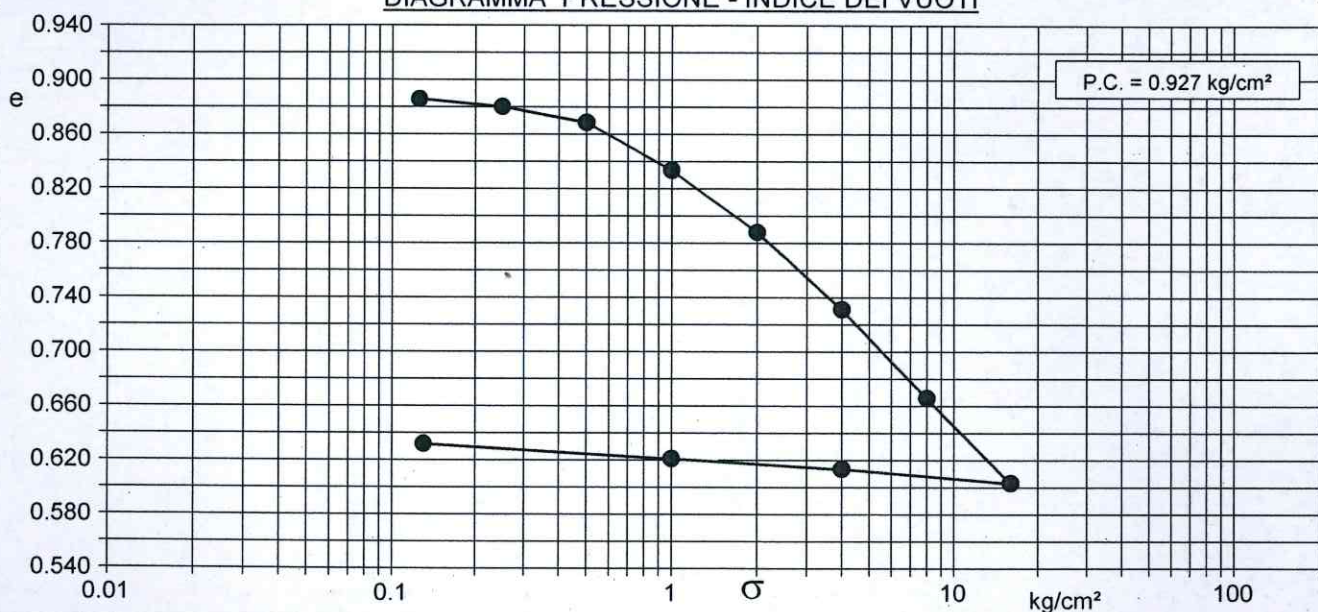
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

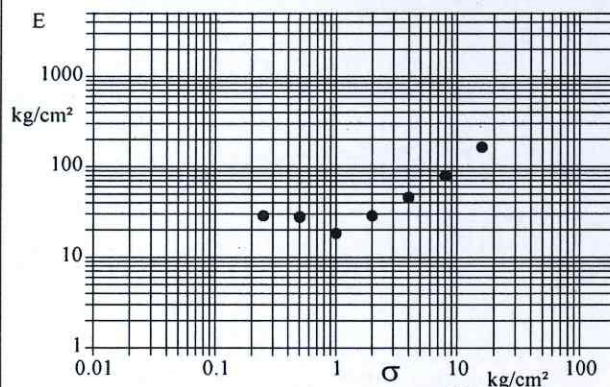
Peso di volume (t/m ³)	1.71	Altezza provino (cm)	2.00	Indice dei vuoti	0.83
Umidità (%)	16.3	Volume provino (cm ³)	39.27	Porosità (%)	45.24
Peso specifico (t/m ³)	2.68	Volume dei vuoti (cm ³)	17.77	Saturazione (%)	53.0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kg/cm²	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kg/cm²
0.125	10.0	0.886		
0.250	15.9	0.880	0.019	42
0.500	28.0	0.869	0.038	41
1.000	65.0	0.834	0.116	27
2.000	113.0	0.788	0.151	42
4.000	173.0	0.731	0.189	67
8.000	242.0	0.666	0.217	116
16.000	308.0	0.603	0.208	242
4.000	297.1	0.614		
1.000	289.1	0.621		
0.130	277.8	0.632		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/td/12	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 05/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 07/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc			
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.20 - 2.40 m dal p.c.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kg/cm²):	1.00	2.00	3.00
Tensione a rottura (kg/cm²):	0.72	1.17	1.91
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2.50	4.50	5.00
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0.13	-0.12	-0.17
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20.5 19.3	20.8 19.5	20.3 19.7
Peso di volume (t/m³):	1.71	1.71	1.71

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.022 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

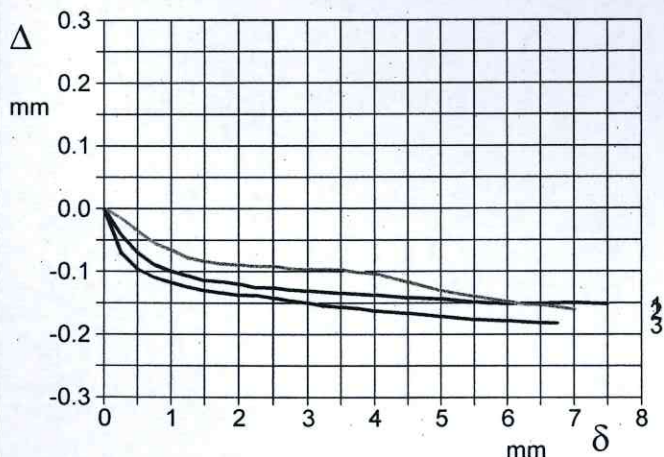
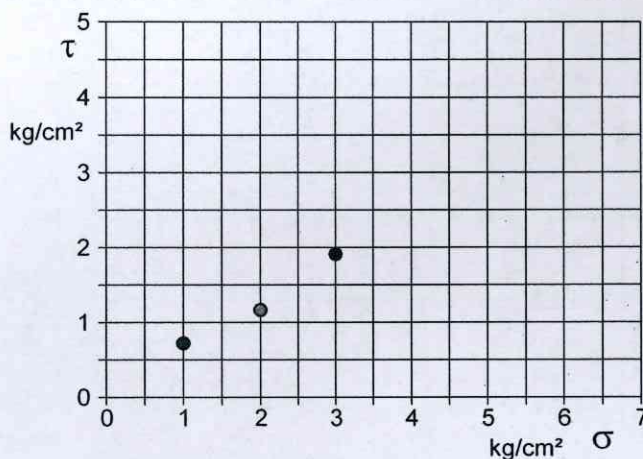


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

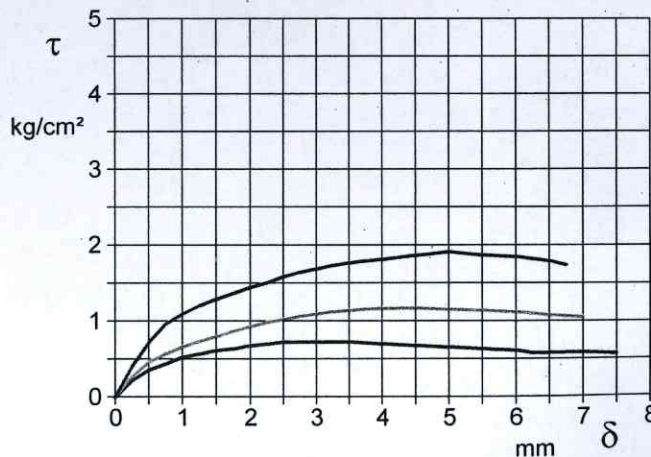


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE BRUNO - GIALLASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/td/12 Pagina 2/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12

DATA DI EMISSIONE: 11/09/12 Inizio analisi: 05/09/12

Apertura campione: 04/09/12 Fine analisi: 07/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2.20 - 2.40 m dal p.c.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 218/td/12 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12

DATA DI EMISSIONE: 11/09/12 Inizio analisi: 05/09/12

Apertura campione: 04/09/12 Fine analisi: 07/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITÀ: m 2.20 - 2.40 m dal p.c.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kg/cm²)	1.00
Altezza iniziale (cm)	2.00
Sezione (cm²)	19.63
T ₅₀ (min)	5.7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.017

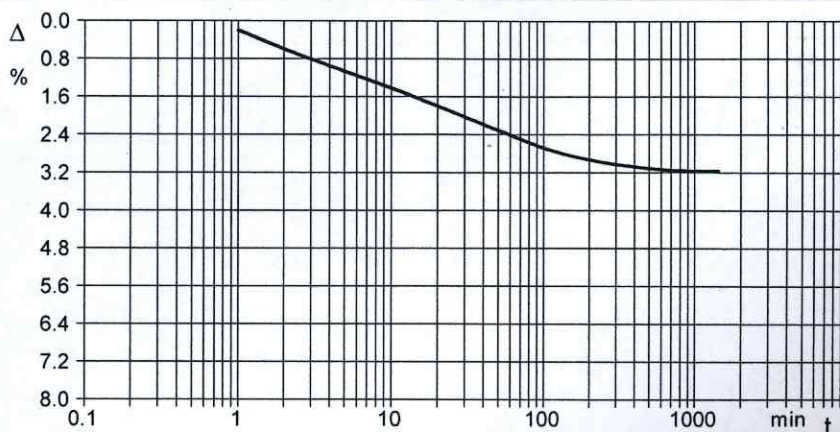


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kg/cm²)	2.00
Altezza iniziale (cm)	2.00
Sezione (cm²)	19.63
T ₅₀ (min)	3.9
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.026

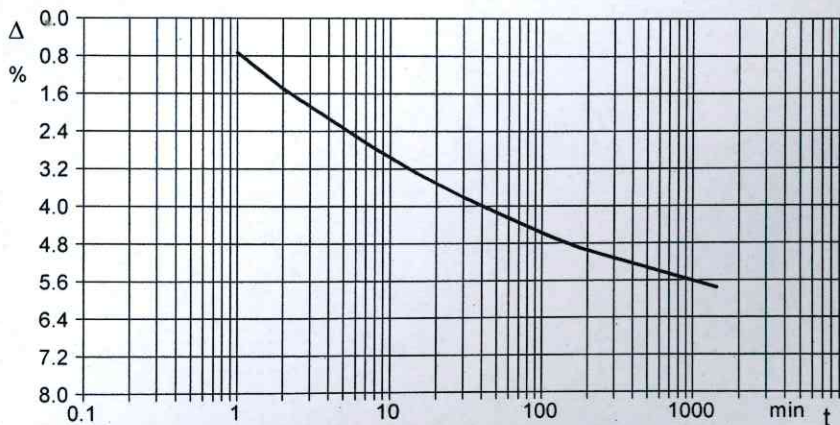
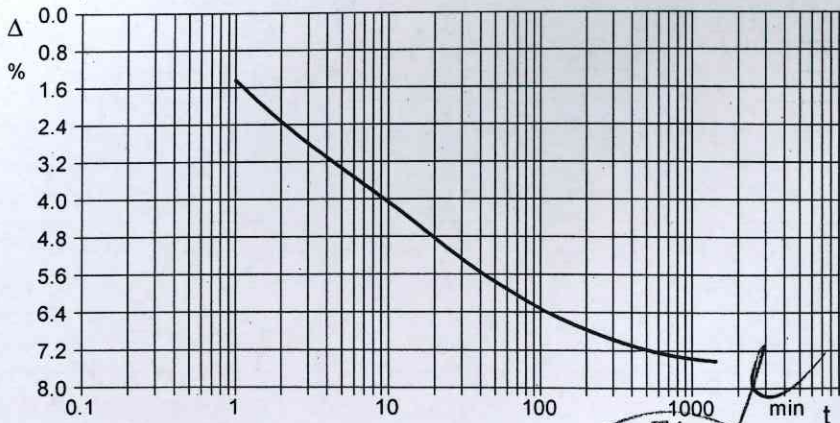


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kg/cm²)	3.00
Altezza iniziale (cm)	2.00
Sezione (cm²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.5
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.022



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = $\frac{Df}{tf}$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 219/pdv/12 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 05/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 05/09/12
COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc		
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 5.10 - 5.35 m dal p.c.
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE		
Modalità di prova: Norma C.N.R. B.U. XII n° 63		

Determinazione eseguita mediante pesata idrostatica

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = **1,55 t/m³**



CERTIFICATO DI PROVA N°: 219/pLT/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 04/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44	del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 04/09/12

COMMITTENTE:	Società Masciali & C. Snc				
RIFERIMENTO:	Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA':	m 5.10 - 5.35 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$$\sigma = F \times l_s(50) \quad F = 24$$

Prove eseguite	2
----------------	---

Valore massimo (kg/cm ²)	320,64
--------------------------------------	--------

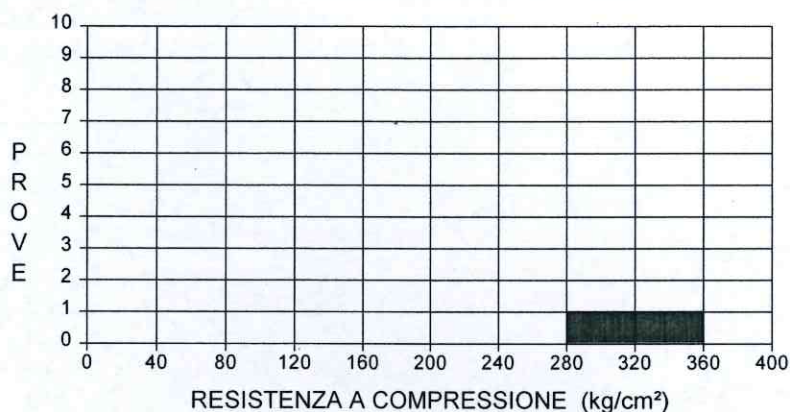
Valore medio (kg/cm ²)	311,17
------------------------------------	--------

Valore minimo (kg/cm ²)	301,70
-------------------------------------	--------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%): 3,2

Peso di volume (t/m³): 1,55

[illegible]

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie

CERTIFICATO DI PROVA N°: 219/pLT/12 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 04/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 04/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 5.10 - 5.35 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

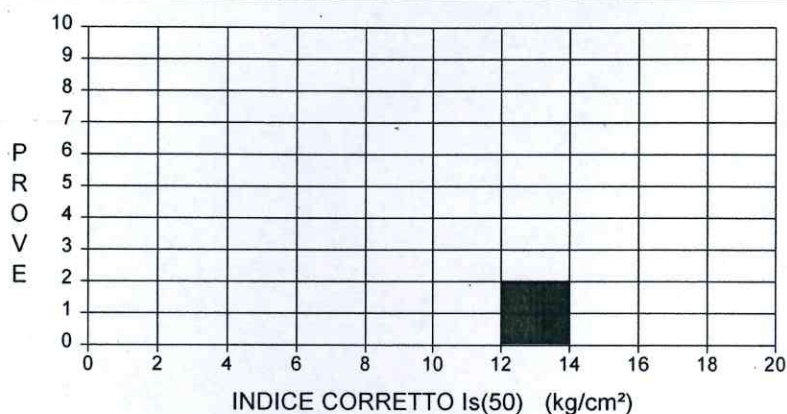
Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

INDICE CORRETTO Is(50)

Prove eseguite	2
Valore massimo (kg/cm²)	13,36
Valore medio (kg/cm²)	12,97
Valore minimo (kg/cm²)	12,57

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	3,2
Peso di volume (t/m³)	1,55



Prova n°	Forma Rottura	Piani di debolezza	Altezza mm	Larghezza mm	Carico kg/cm²	Indice Is kg/cm²	Indice Is(50) kg/cm²
1	B	A	78,7	115,4	674,70	10,893	13,360
2	B	A	80,0	135,1	651,16	10,174	12,571

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
- B - Cilindrico - rottura diametrale
- C - Cilindrico - rottura assiale
- D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 220/plt/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 05/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 05/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc			
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	10.70 - 10.90 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

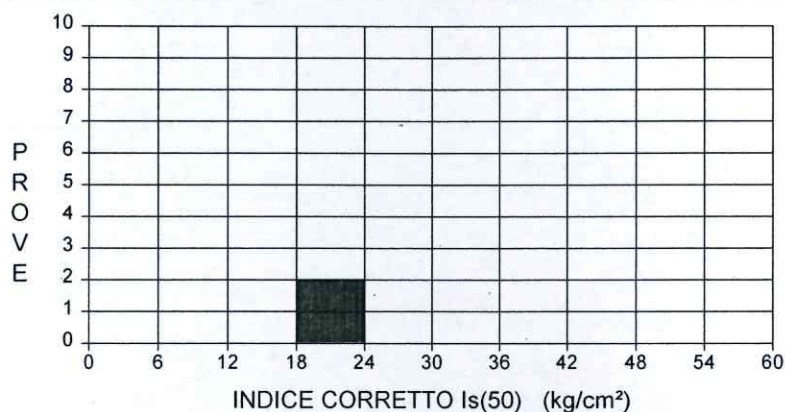
Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

INDICE CORRETTO Is(50)

Prove eseguite	2
Valore massimo (kg/cm²)	21,45
Valore medio (kg/cm²)	21,25
Valore minimo (kg/cm²)	21,05

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%):	2,7
Peso di volume (t/m³):	1,79



Prova n°	Forma Rottura	Piani di debolezza	Altezza mm	Larghezza mm	Carico kg/cm²	Indice Is kg/cm²	Indice Is(50) kg/cm²
1	B	A	79,4	103,3	1077,75	17,095	21,050
2	B	A	80,1	97,4	1113,06	17,348	21,446

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
- B - Cilindrico - rottura diametrale
- C - Cilindrico - rottura assiale
- D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 220/plt/12 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12

DATA DI EMISSIONE: 11/09/12

Inizio analisi: 05/09/12

Apertura campione: 04/09/12

Fine analisi: 05/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 10.70 - 10.90 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$$\sigma = F \times I_s(50) \quad F = \quad 24$$

Prove eseguite	2
----------------	---

Valore massimo (kg/cm ²)	514,71
--------------------------------------	--------

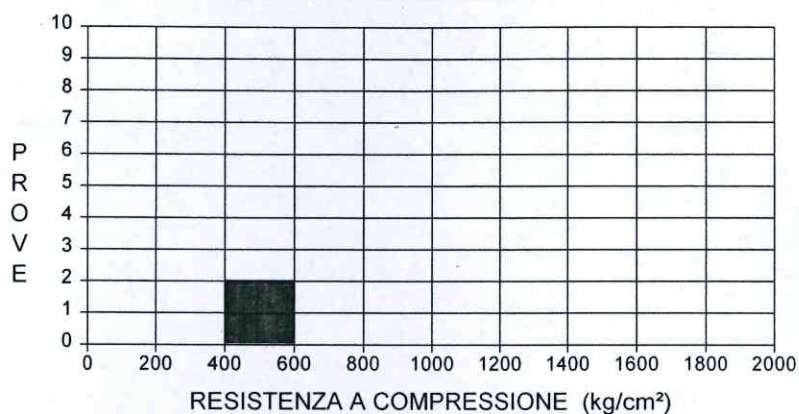
Valore medio (kg/cm ²)	509,96
------------------------------------	--------

Valore minimo (kg/cm ²)	505,21
-------------------------------------	--------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%): 2,7

Peso di volume (t/m³): 1,79

[illegible]

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

CERTIFICATO DI PROVA N°: 221/pdv/12 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 06/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 06/09/12
COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc		
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00 - 3.30 m dal p.c.
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE		
Modalità di prova: Norma C.N.R. B.U. XII n° 63		

Determinazione eseguita mediante pesata idrostatica

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = **2,55 t/m³**

CERTIFICATO DI PROVA N°: 221/plt/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 06/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 06/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00 - 3.30 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

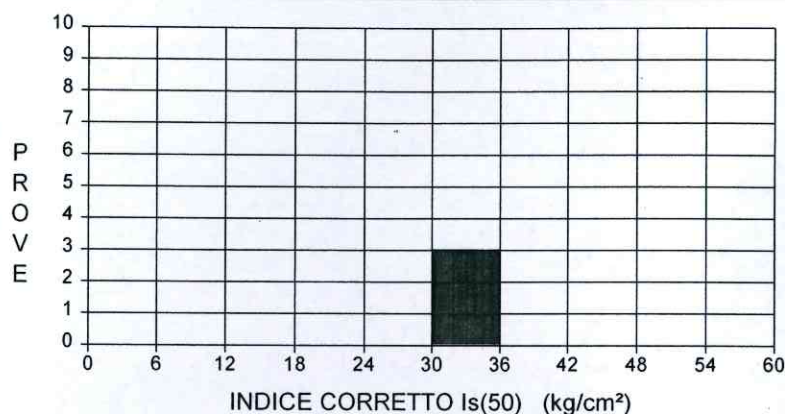
Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

INDICE CORRETTO $I_s(50)$

Prove eseguite	3
Valore massimo (kg/cm ²)	35,50
Valore medio (kg/cm ²)	35,12
Valore minimo (kg/cm ²)	34,54

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%):	3,7
Peso di volume (t/m ³):	2,55

[illegible]

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie

CERTIFICATO DI PROVA N°: 222/pdv/12 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 07/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12	Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 07/09/12
COMMITTENTE:		
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.00 - 7.30 m dal p.c.
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE		
Modalità di prova: Norma C.N.R. B.U. XII n° 63		

Determinazione eseguita mediante pesata idrostatica

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = **2,48 t/m³**

CERTIFICATO DI PROVA N°: 221/plt/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 06/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 06/09/12

COMMITTENTE: Società Masciali & C. Snc

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00 - 3.30 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$$\sigma = F \times I_s(50) \quad F = 24$$

Prove eseguite	3
----------------	---

Valore massimo (kg/cm ²)	851,94
--------------------------------------	--------

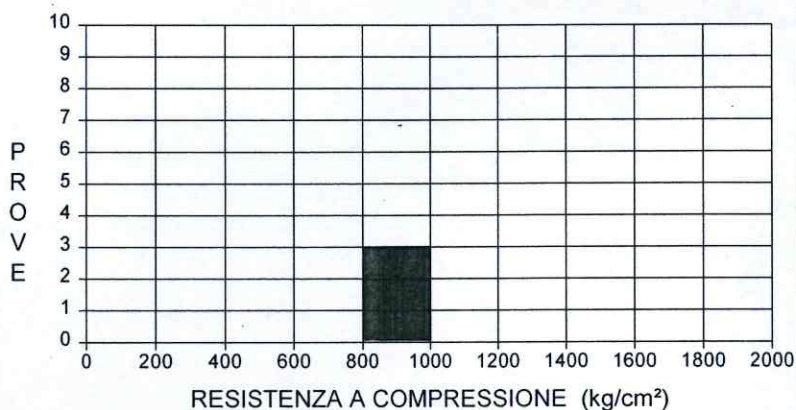
Valore medio (kg/cm ²)	842,78
------------------------------------	--------

Valore minimo (kg/cm ²)	829,01
-------------------------------------	--------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%): 3,7

Peso di volume (t/m³): 2,55

[illegible]

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie

CERTIFICATO DI PROVA N°: 222/plt/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 07/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 07/09/12

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.00 - 7.30 m dal p.c.	

POINT LOAD TEST

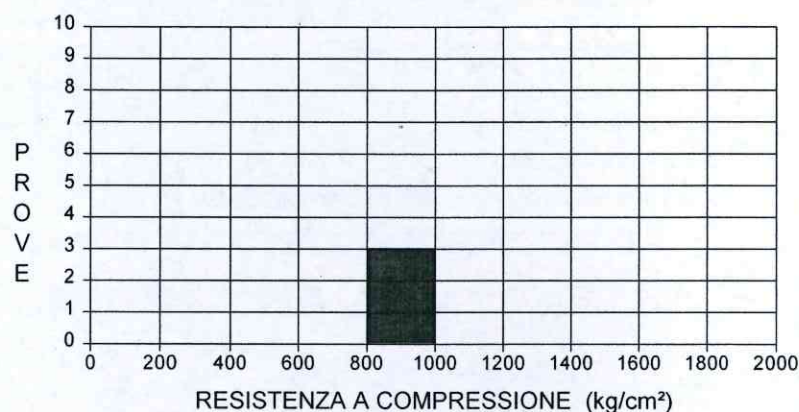
Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$\sigma = F \times Is(50)$	F =	24
Prove eseguite		3
Valore massimo (kg/cm²)		985,97
Valore medio (kg/cm²)		976,74
Valore minimo (kg/cm²)		967,00

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	3,0
Peso di volume (t/m³)	2,48



Prova n°	Forma Rottura	Piani di debolezza	Altezza mm	Larghezza mm	Carico kg/cm²	Indice Is kg/cm²	Indice Is(50) kg/cm²	Resist. a compr. kg/cm²
1	B	A	79,8	98,3	2079,01	32,648	40,292	967,00
2	B	A	80,0	100,1	2128,04	33,251	41,082	985,97
3	B	A	78,8	99,2	2060,38	33,181	40,719	977,25

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
- B - Cilindrico - rottura diametrale
- C - Cilindrico - rottura assiale
- D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 222/pt/12	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 11/09/12	Inizio analisi: 07/09/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44 del 03/09/12		Apertura campione: 04/09/12	Fine analisi: 07/09/12

COMMITTENTE:

RIFERIMENTO: Recupero ambientale della cava sita in c.da Magnone nel Comune di Specchia.

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7.00 - 7.30 m dal p.c.

POINT LOAD TEST

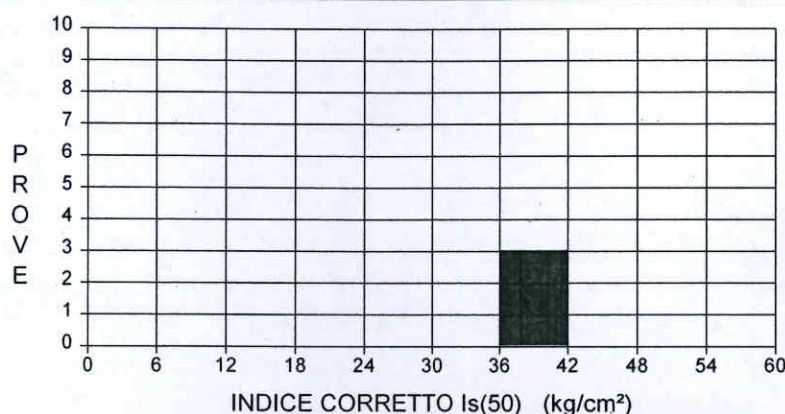
Modalità di prova: Norma ASTM D 5731

INDICE CORRETTO Is(50)

Prove eseguite	3
Valore massimo (kg/cm ²)	41,08
Valore medio (kg/cm ²)	40,70
Valore minimo (kg/cm ²)	40,29

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%):	3,0
Peso di volume (t/m ³):	2,48

[illegible]

Forma del provino e tipo di rottura

A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolari alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie



Sismica a rifrazione

Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

Il profilo sismico è stato eseguito adottando una distanza tra i geofoni di 2 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

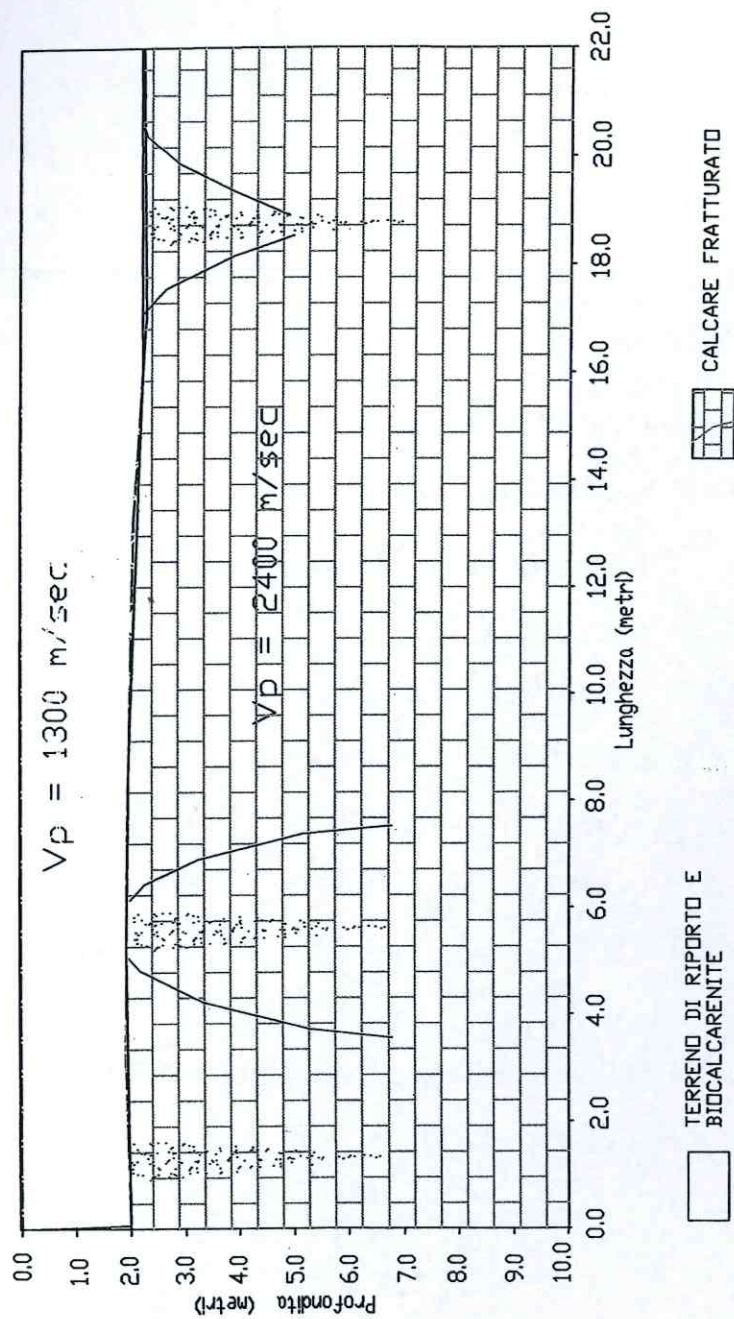
Il profilo sismico è stato eseguito sull'area interessata dalle opere civili ed ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno di riporto e della biocalcarenite che presenta velocità di 1300 m/sec segue un calcare fratturato con velocità pari a 2400 m/sec.

Dalla misurazione delle velocità V_p e V_s si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale.

Strato	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	R.Q.D. %	E (Kg/cm ²)	P	γ (gr/cm ³)
1	1300	-	-	-	-	-
2	2400	1000	53	133.000	0.35	2.3

V_p = vel. longit.; V_s = vel trasv.; R.Q.D. = qualità della roccia; E = modulo di elasticità; P = modulo di Poisson; γ = peso per unità di volume

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1-1'
 LOCALITA': CONTRADA MAGNONE - COMUNE DI SPECCHIA



CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO INTERESSATO DALLE OPERE FONDALI

Dai moduli elastici dedotti dall'indagine sismica è stata eseguita la caratterizzazione meccanica dell'ammasso roccioso facendo ricorso a modelli che correlano, tramite opportuni coefficienti, le sollecitazioni dinamiche a quelle statiche che si sviluppano dopo la realizzazione del manufatto.

L'ammasso è stato classificato secondo Beniaowski ed i parametri che sono stati presi in considerazione sono:

- Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta;
- Indice R.Q.D.;
- Condizione dei giunti (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale del riempimento);
- Spaziatura dei giunti;
- Condizioni idrauliche (afflusso di acqua, pressione interstiziale).

Ad ogni parametro è stato assegnato un indice parziale ricavabile da una tabella di Beniaowski.

Il litotipo affiorante è caratterizzato da una velocità di 2400 m/sec si ha:

- Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta pari a 1700 kg/cmq → corrisponde un indice di 12;
- Indice R.Q.D. pari a 53% → corrisponde un indice di 12;
- Condizione dei giunti (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale del riempimento) → corrisponde un indice di 10;
- Spaziatura dei giunti → corrisponde un indice di 12;
- Condizioni idrauliche (afflusso di acqua, pressione interstiziale) → corrisponde un indice di 9.

Riepilogando, i valori dei parametri relativi alla classificazione di Beniaowski sono i seguenti:

<i>Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta</i>	12
<i>Indice R.Q.D.</i>	12
<i>Spaziatura dei giunti</i>	10
<i>Condizione dei giunti</i>	12
<i>Condizioni idrauliche</i>	9
Totale	55

In base al valore dell'indice R.M.R., l'ammasso viene suddiviso in 5 classi.

Per ciascuna classe viene indicata una stima di larga massima dei parametri di resistenza globale. Nel nostro caso, con $R.M.R. = 55$, l'ammasso roccioso rientra nella **classe III** ed è classificato come "discreto".

A questa classe corrisponde un valore di coesione di 10 t/mq e un angolo di attrito di 33° .

MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO

I parametri geotecnici del sottosuolo oggetto di indagine sono:

Peso di volume	(gr/cmc)	2.3
Modulo elastico	(kg/cmq)	133.000
Coesione	(t/mq)	10
Angolo di attrito	(°)	33

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli strati limite, per tener conto di eventuali indeterminazione, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, indicati nella seguente tabella:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_m	
	M1	M2
Tan ϕ'	$\gamma_{\phi'} = 1,00$	$\gamma_{\phi'} = 1,25$
C'	$\gamma_c = 1,00$	$\gamma_c = 1,25$
γ	$\gamma_\gamma = 1,00$	$\gamma_\gamma = 1,00$
Cu	$\gamma_{cu} = 1,00$	$\gamma_{cu} = 1,40$

$\tan \phi'$ = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cmq); c_u = resistenza non drenata.

Verranno, quindi, calcolati i valori delle risultanze ultime del terreno (Rd) utilizzando sia i coefficienti parziali della colonna M1 sia quelli della colonna M2.

Nel nostro caso risultano valori dei parametri corretti in sito rispettivamente pari a:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_m	
	M1	M2
Tan ϕ'	33	27
C'	10	8
γ	2.3	2.3

tan ϕ' = tangente dell'angolo di resistenza al taglio ($^\circ$); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cmq).

CAPACITA' PORTANTE

Per il calcolo della capacità portante è stato applicato l'approccio 1 combinazione 2 (M2 + A2 + R2), nel nostro caso per la determinazione della capacità portante dei terreni è stata utilizzata la relazione di BRINCH-HANSEN per fondazioni isolate, orizzontali e senza inclinazione di carico. La formula è la seguente:

$$q_{lim} = 0,5 B \gamma N_{\gamma} S_{\gamma} + C' N_c S_{cd} + q' N_q S_{qd}$$

dove N_{γ} , N_q , N_c = fattori di capacità portante, dipendenti dall'angolo di attrito efficace ϕ' ;

S_{γ} , S_c , S_q = fattori di forma della fondazione;

d_c , d_q = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.

Ai fattori di capacità portante sono stati assegnati i valori proposti da VESIC (1975).

Il valore dei fattori di forma è stato calcolato mediante le relazioni:

(DE BEER, 1967)

$$S_{\gamma} = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan g \phi'$$

$$S_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$$

con L = lunghezza della trave espressa in m

Nei casi reali la fondazione è posta sempre ad una certa profondità D al di sotto del p.c..

Ciò comporta:

- a) un effetto stabilizzante dovuto alla presenza del sovraccarico $q' = \gamma D$ agente ai bordi della fondazione;
- b) un effetto stabilizzante dovuto alla resistenza al taglio mobilitabile lungo la superficie di scorrimento.

Il primo è rappresentato nell'espressione q_{lim} dal termine $(q'Nq)$; il secondo è ricavabile dall'espressione approssimata (BRINCH-HANSEN, 1970):

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B} \tan g\phi' (1 - \sin \phi')^2$$
$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc - \tan g\phi'}$$

Il carico di sicurezza, q_s , è stato ottenuto applicando alla capacità portante ultima (q_{lim}) un coefficiente pari a 1.8

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE
J. Brinch Hansen (1970)

Dati sulla fondazione			
Angolo d'inclinazione del piano di campagna	β	0	°
Angolo d'inclinazione del piano fondazione	α	0	°
Rapporto componente orizzontale e verticale dei carichi	H/N	0,07	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.8	
Angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale	δ	4	°

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione			
Coesione	c	8,00	t/m ²
Angolo di attrito interno	φ	27	°
Peso di volume del terreno sottostante	γ	2,30	t/m ³
Peso di volume del terreno laterale	γ_{sup}	2,19	t/m ³

Comportamento del terreno di tipo rigido
plastico

Criterio di rottura di Coulomb - Rottura di tipo generale - $Q_{lim} = Q_{lim} / F_s$
 $Q_{lim} = 0,5 \cdot \gamma \cdot (B2e) \cdot N_{\gamma} \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y \cdot b_y \cdot g_y + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + \gamma_{sup} \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI FRONTI DI CAVA

Rilievi geostrutturali e geomeccanici

Lo studio geostrutturale e geomeccanico è stato effettuato sui fronti di cava. Tale studio è stato utilizzato come metodo basilare, per lo studio e l'identificazione dei sistemi di giunti che caratterizzano il versante individuato.

Tale fase ha fornito le informazioni necessarie alle successive valutazioni sulla suscettibilità al dissesto dell'area, in quanto, per caratterizzare un ammasso roccioso a comportamento fragile dal punto di vista meccanico, è necessario eseguire una serie di operazioni che costituiscono, appunto, il rilievo geomeccanico.

Generalmente i rilievi geomeccanici possono essere speditivi, di dettaglio e di grande dettaglio. Nel primo caso vanno misurati soltanto alcuni parametri fondamentali, nel secondo tutti quelli necessari per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso e nel terzo caso ulteriori parametri richiesti esplicitamente dalla finalità del lavoro. Inoltre esistono due criteri fondamentali sui quali si può basare il censimento delle discontinuità [ISRM – International Society of Rock Mechanics, 1978]: il primo è un criterio di tipo *soggettivo*, secondo il quale vengono rilevate solo le discontinuità che sembrano svolgere un ruolo importante nei riguardi delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso; il secondo è invece un criterio di tipo *oggettivo*, secondo il quale vengono campionate tutte le discontinuità che intersecano una certa linea di riferimento o che ricadono all'interno di una certa finestra.

In questo studio è stata svolta una campagna di rilievi geomeccanici di dettaglio, catalogando, per le discontinuità degli ammassi rocciosi ricadenti all'interno di una finestra individuata sul versante, le loro caratteristiche medie di comportamento meccanico e di resistenza, la loro disposizione nello spazio e la loro frequenza e persistenza.

Nella valutazione delle condizioni di stabilità dei fronti rocciosi presenta particolare difficoltà la determinazione delle caratteristiche geometriche dei blocchi potenzialmente instabili, che possono assumere forme tridimensionali piuttosto complesse. Le discontinuità strutturali non hanno infatti un'estensione infinita, ma presentano una persistenza molto variabile, dipendente dal tipo litologico e dalla storia dello stato tensionale dell'ammasso roccioso.

L'approccio di studio consiste nella determinazione del massimo cuneo rimovibile che può formarsi a partire da una coppia di famiglie di discontinuità.

Per valutare le condizioni di stabilità delle pareti oggetto di studio è stato utilizzato il software "ROCK3D" che permette la costruzione stocastica di mappe di tracce di discontinuità a partire dalla distribuzione delle caratteristiche strutturali delle famiglie di discontinuità: in tal modo è possibile analizzare il comportamento del fronte roccioso incorporando le informazioni ottenute dal rilievo geostrutturale di dettaglio effettuato sul versante naturale.

In totale sono stati analizzati tre fronti (A, B e C), che presentavano particolari problemi di instabilità e sono relativi al fronte del gradone superiore della cava.

L'acquisizione dei dati è stata fatta introducendo la giacitura delle discontinuità e le coordinate (x,y) degli estremi delle tracce da essa

prodotte. Gli altri dati sono stati calcolati automaticamente conoscendo la geometria del fronte.

Dopo aver descritto le discontinuità è stata effettuata una fase di clustering (procedure di aggregazione) che permette il riconoscimento delle famiglie principali di fratture e giunti di stratificazione, alla base del riconoscimento dei cinematismi e quindi dei blocchi instabili e delle condizioni di stabilità, in termini di equilibrio limite, associate a ciascuno di essi.

Il programma genera una mappa di discontinuità che rispetta la distribuzione statistica delle frequenze e delle persistenze misurate sul versante naturale.

La fase successiva dell'elaborazione è indirizzata alla completa ricostruzione geometrica dei blocchi complessi. Il programma determina il solido derivato dall'unione di tutti i poliedri elementari. Di ciascuno blocco complesso ROCK3D calcola quindi i volumi e le superfici.

Il fronte roccioso A presenta un'area di circa 1100 mq, con altezza di 25.0 metri e larghezza 44.0 metri. Per quanto riguarda la giacitura, mostra una immersione di 148° rispetto al Nord e una inclinazione di 80° rispetto all'orizzontale.

In totale il fronte presenta numerose fratture, le quali sono state risultate divise in 5 famiglie o cluster.

Dal rilievo strutturale si può notare che il cluster 3 ha grossomodo la stessa immersione del fronte e inclinazione di 68° , i cluster 2, 4 e 5 hanno immersione perpendicolare al fronte (246° , 87° e 41°), con inclinazione di 54° per il primo e 85° gli altri due, il cluster 1 ha una immersione quasi opposta al fronte (346°) e inclinazione di 11° .

I cunei potenzialmente instabili si possono creare dalla intersezione di tutti i cluster rilevati e sono individuati dalle analisi dei cinematismi, dalle serie 11000, 10001, 11001 e 11011; i piani di scivolamento sono dati dal cluster 3 e dalla coppia dei cluster 35, 24 e 34 (vedi allegato).

Analizzando uno per volta le piramidi di giunti formati, sono risultati una serie di blocchi potenzialmente instabili. In generale, per questo fronte sono risultati instabili 8 blocchi di modeste dimensioni. Considerando il blocco più grande, esso presenta un volume di circa 2.7 mc e un fattore di sicurezza di 0.192. Ciò significa per assicurare la stabilità di tale blocco è necessaria una forza di 51.5 KN affinché il fattore di sicurezza sia 1.0 e 70.6 KN per avere un fattore di sicurezza di 1.3.

Il fronte roccioso B presenta un'area di circa 1860 mq, con altezza di 30.0 metri e larghezza 62.0 metri. Per quanto riguarda la giacitura, mostra una immersione di 41° rispetto al Nord e una inclinazione di 86° rispetto all'orizzontale.

Le fratture rilevate sono state divise in 5 famiglie o cluster

Dal rilievo strutturale si può notare che il cluster 1 presenta la stessa immersione del fronte e inclinazione di 8°, il cluster 4, invece, presenta una immersione opposta al fronte e inclinazione di 80°. Gli altri tre cluster presentano giaciture differenti: cluster 2, immersione 186° e inclinazione 69°; cluster 3, immersione 259° e inclinazione 47°; cluster 5, immersione 11° e inclinazione 53°.

I cunei potenzialmente instabili si possono creare dalla intersezione di tutti i cluster rilevati e sono individuati dalle analisi dei cinematismi, dalle serie 01010, 01110, 00110 e 01111; i piani di scivolamento sono dati dal cluster 1 e dalla coppia dei cluster 13, 25 e 15 (vedi allegato).

In questo caso, sono risultati instabili 6 blocchi, anche in questo caso, di modeste dimensioni. Considerando il blocco più grande, esso presenta un volume di circa 2.1 mc, e un fattore di sicurezza di 0.632. In questo caso, per assicurare la stabilità di tale blocco è necessaria una forza di 2.75 KN affinché il fattore di sicurezza sia 1.0 e circa 5.0 KN per avere un fattore di sicurezza di 1.3.

Il fronte roccioso C presenta un'area di circa 900 mq, con altezza di 18.0 metri e larghezza 50.0 metri. Per quanto riguarda la giacitura, mostra una immersione di 329° rispetto al Nord e una inclinazione di 85° rispetto all'orizzontale.

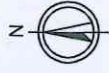
Come nei casi precedenti le fratture rilevate sono state divise in 5 famiglie o cluster

Dal rilievo strutturale si può notare che i cluster 1, 2, 3 e 5 hanno una immersione ricadenti nei quadranti perpendicolari rispetto a quello del fronte e inclinazione rispettivamente di 80°, 12°, 32° e 44°. Mentre il cluster 4 presenta una immersione, grossomodo, opposta rispetto al fronte e inclinazione di 74°

I cunei potenzialmente instabili si possono creare dalla intersezione di tutti i cluster rilevati e sono individuati dalle analisi dei cinematismi, dalle serie 00100, 01100, 01000, 11000, 11100 e 01101; i piani di scivolamento sono dati dalla coppia dei cluster 24, 13, 35, 15, 45 e 14 (vedi allegato).

In questo caso, sono risultati instabili 8 blocchi, come nei casi precedenti, di modeste dimensioni. Il blocco più grande calcolato, presenta un volume di circa 1.0 mc, e un fattore di sicurezza di 0.566. Per ottenere un fattore di sicurezza di 1.0, è necessaria una forza pari a 3.877 KN, e circa 6.5 KN per avere un fattore di sicurezza di 1.3.


Per il dimensionamento delle opere di contenimento dei massi pericolanti si rimanda alla relazione tecnica “Progetto per il consolidamento della cava di Specchia attraverso il sistema del soil nailing”.



LEGENDA

 Fronte oggetto di studio geosstrutturale

 Punti foto

 Area indagata

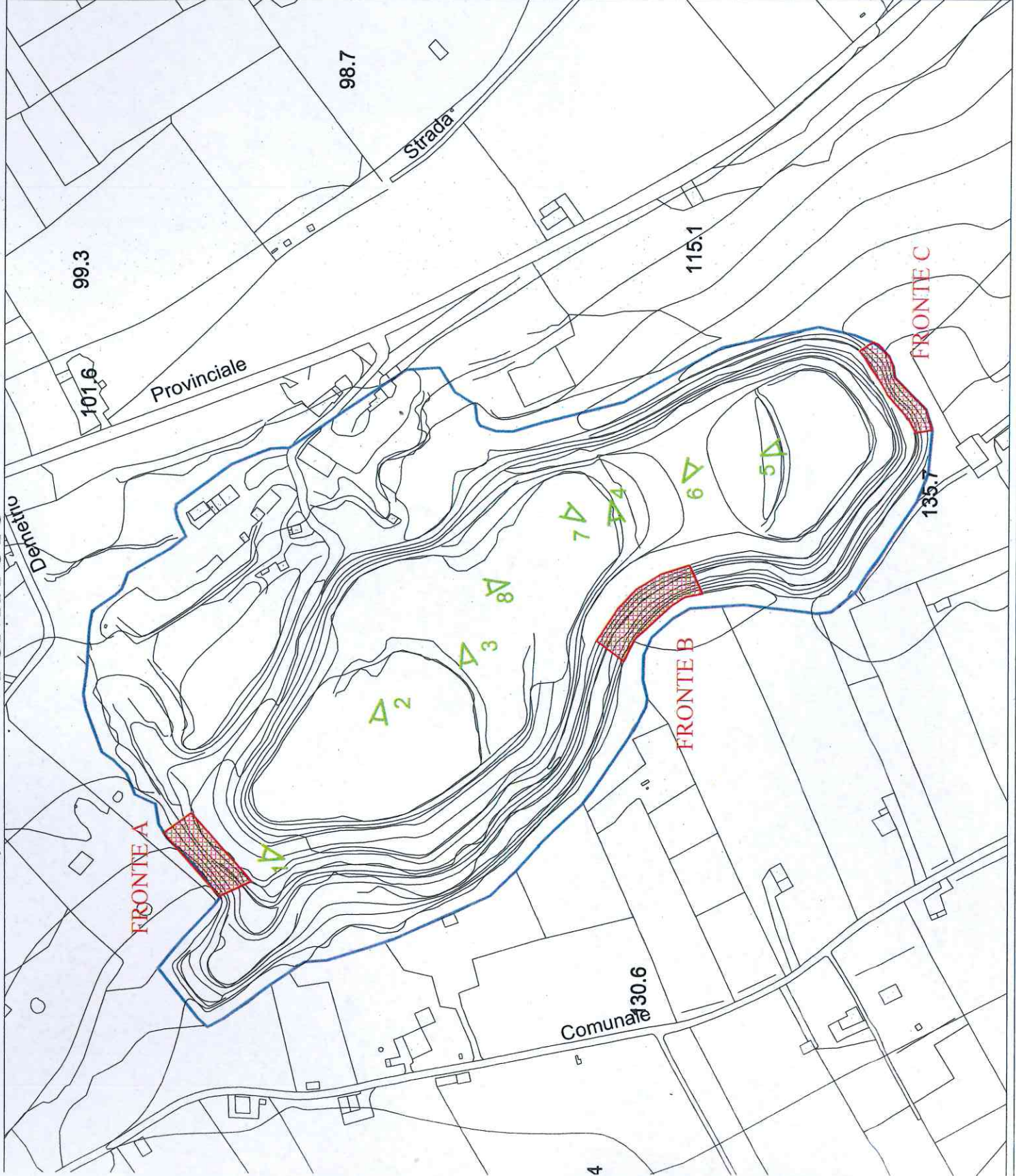




Foto 1 – Parte NNO caratterizzata da due gradoni, con fronte superiore alto 25 metri e quello inferiore 10 metri. Calcare stratificato, carsificato e molto fratturato



Foto 2 – Parte NO caratterizzato da quattro gradoni, con fronti alti dall'alto verso il basso 15, 12, 7 e 5 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale con copertura di terra rossa



Foto 3 – Parte O caratterizzato da tre gradoni, con fronti alti dall'alto verso il basso 15, 12, e 12 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale



Foto 4 – Parte OSO caratterizzato da tre gradoni, con fronti alti dall'alto verso il basso 15, 12, e 17 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale e parte superiore molto fratturata



Foto 5 – Parte S caratterizzato da tre gradoni, con fronti alti dall'alto verso il basso 15, 12, e 7 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale e parte superiore molto fratturata



Foto 6 – Parte SSE caratterizzata da due gradoni, con fronte superiore alto 20 metri e quello inferiore 10 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale ricoperta in superficie da un piccolo spessore di calcarenite

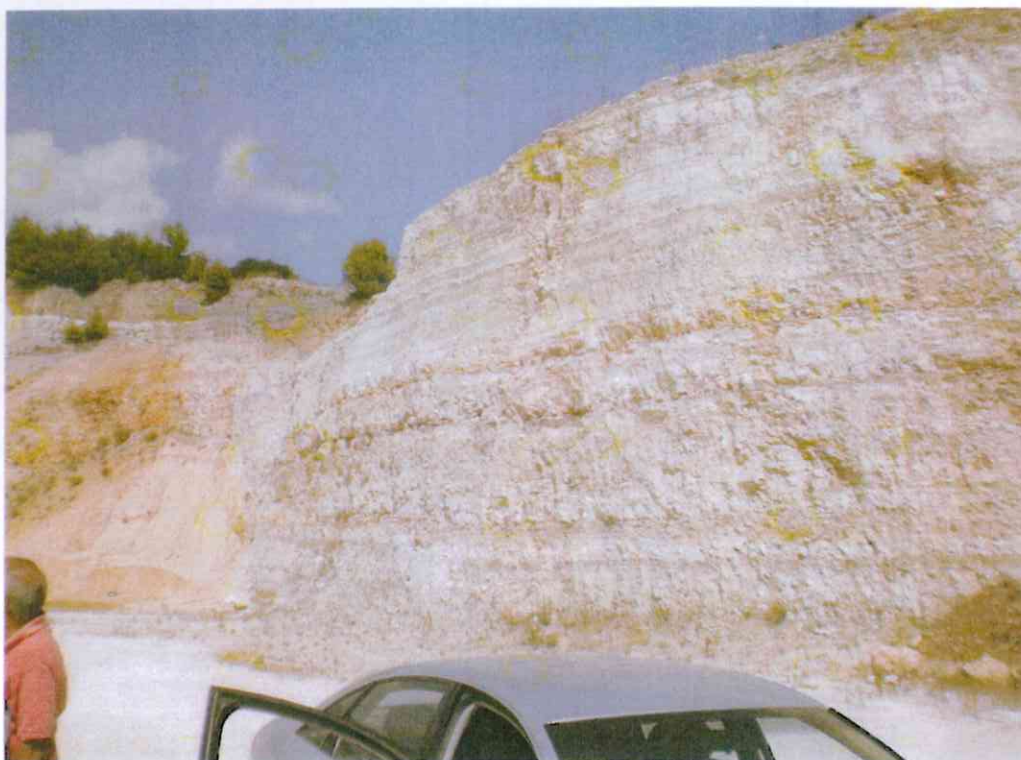
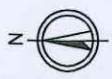
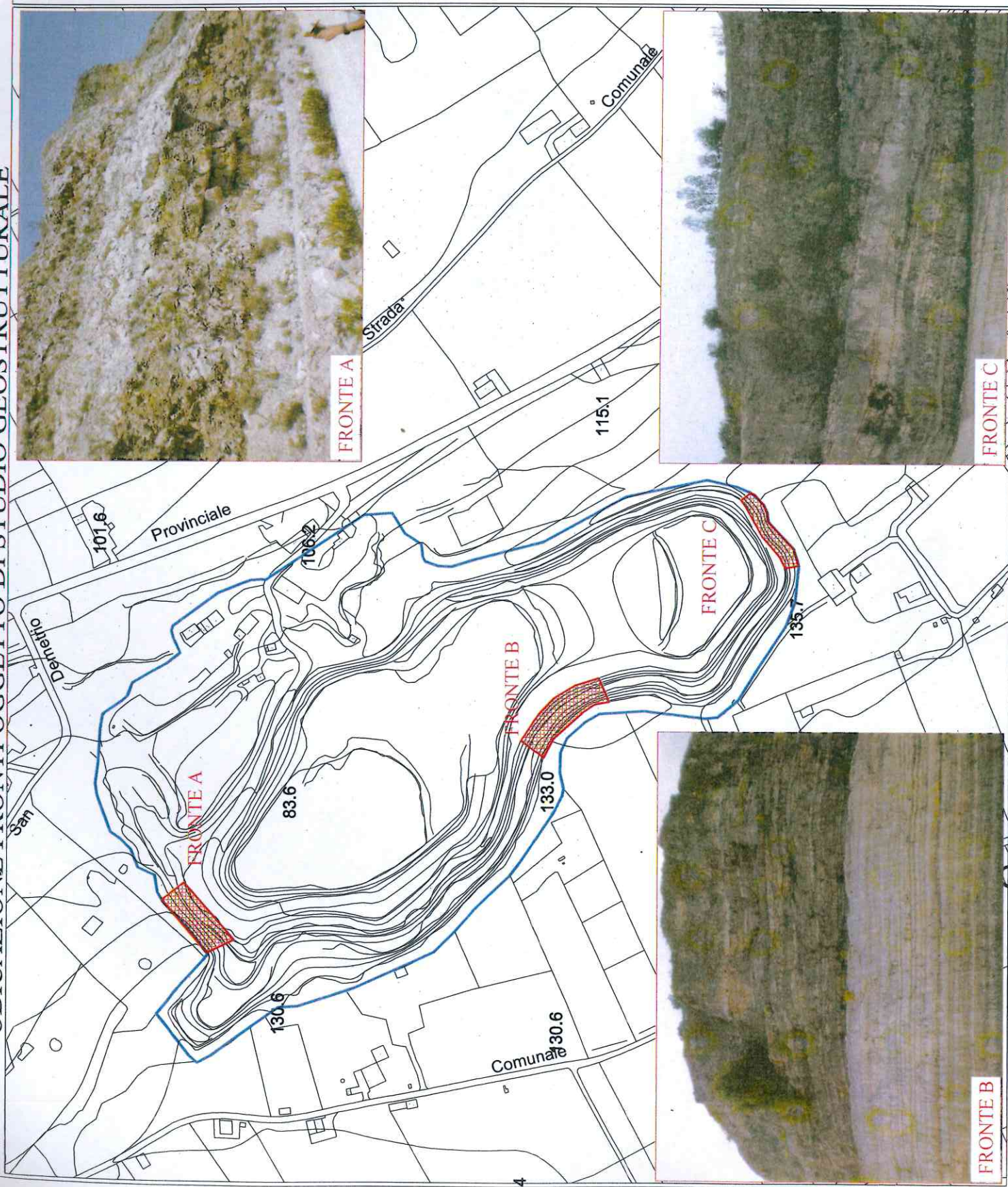


Foto 7 – Parte NE caratterizzata da un unico fronte alto circa 25 metri. Calcare a stratificazione suborizzontale



Foto 8 – Parte N caratterizzata da due gradoni, con fronte superiore rappresentato da calcarenite alto circa 10 metri e quello inferiore da calcare a stratificazione suborizzontale alto 20 metri. Nella parte più a Nord della cava si nota il contatto tettonico tra calcare e calcarenite

UBICAZIONE FRONTI OGGETTO DI STUDIO GEOSTRUTTURALE



LEGENDA

Fronte oggetto di studio geostrutturale

Area indagata

Fronte A

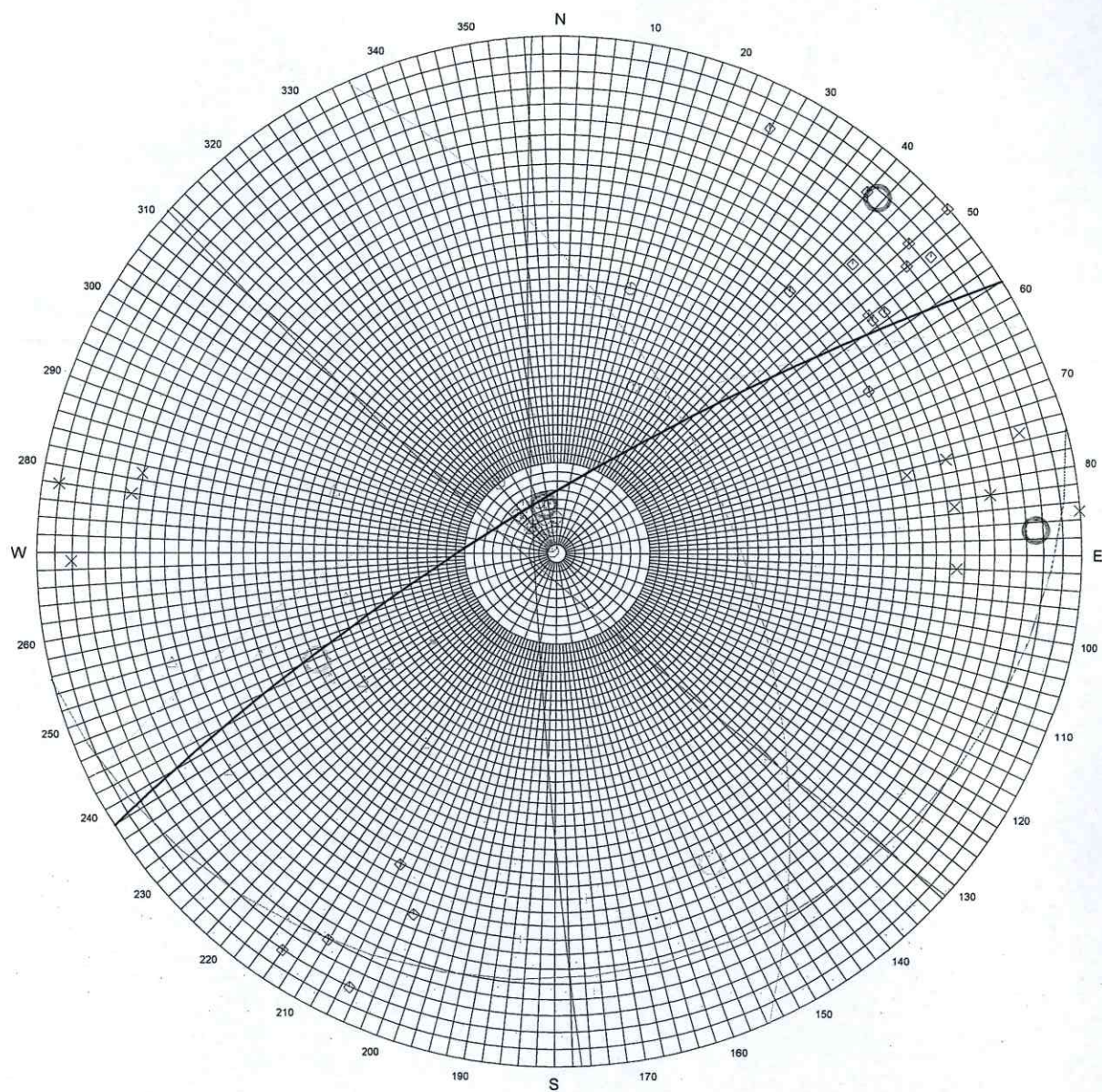
RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS

GIACITURA CARATTERISTICA DEI CLUSTER

Cluster	Immersione [°]	Inclinazione [°]
1	346	11
2	246	54
3	154	68
4	87	85
5	41	85

RILIEVO STRUTTURALE

Fronte A



— Fronte

— Cluster 1

— Cluster 2

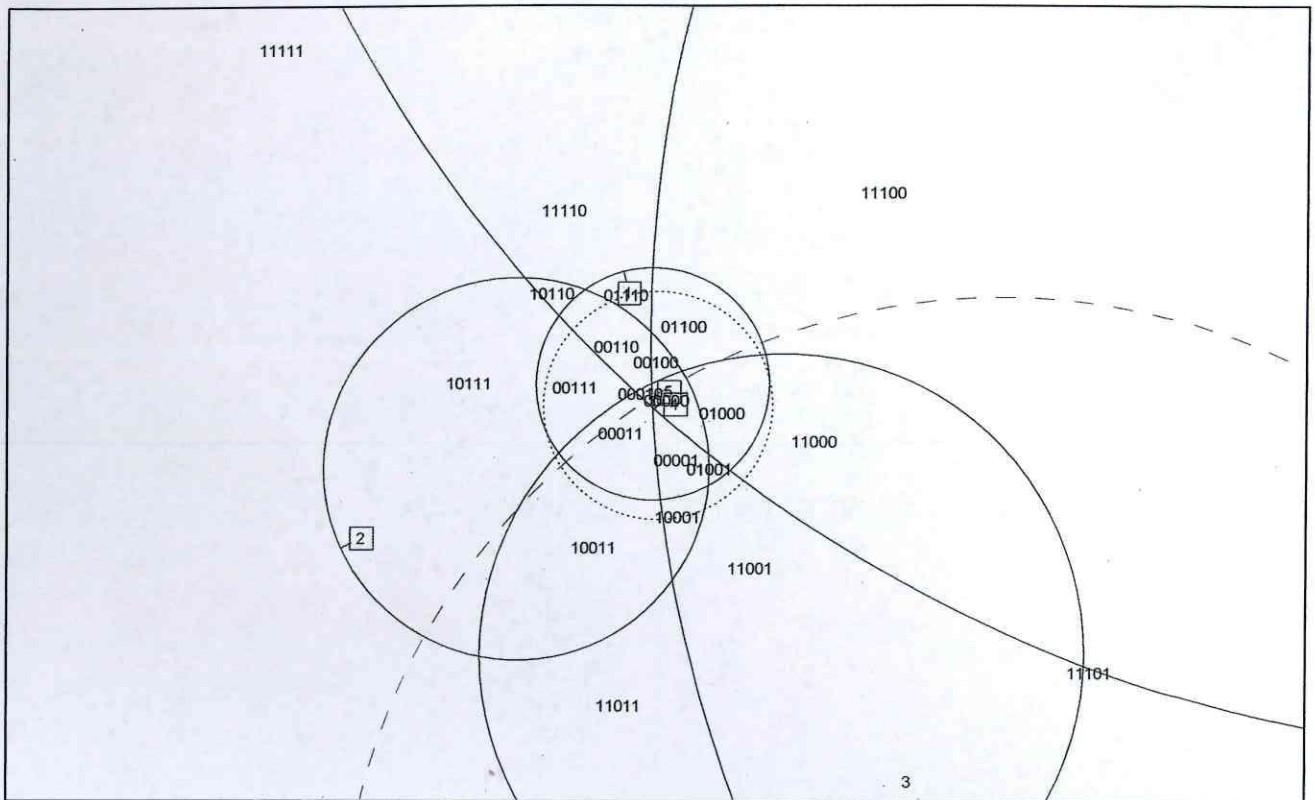
— Cluster 3

— Cluster 4

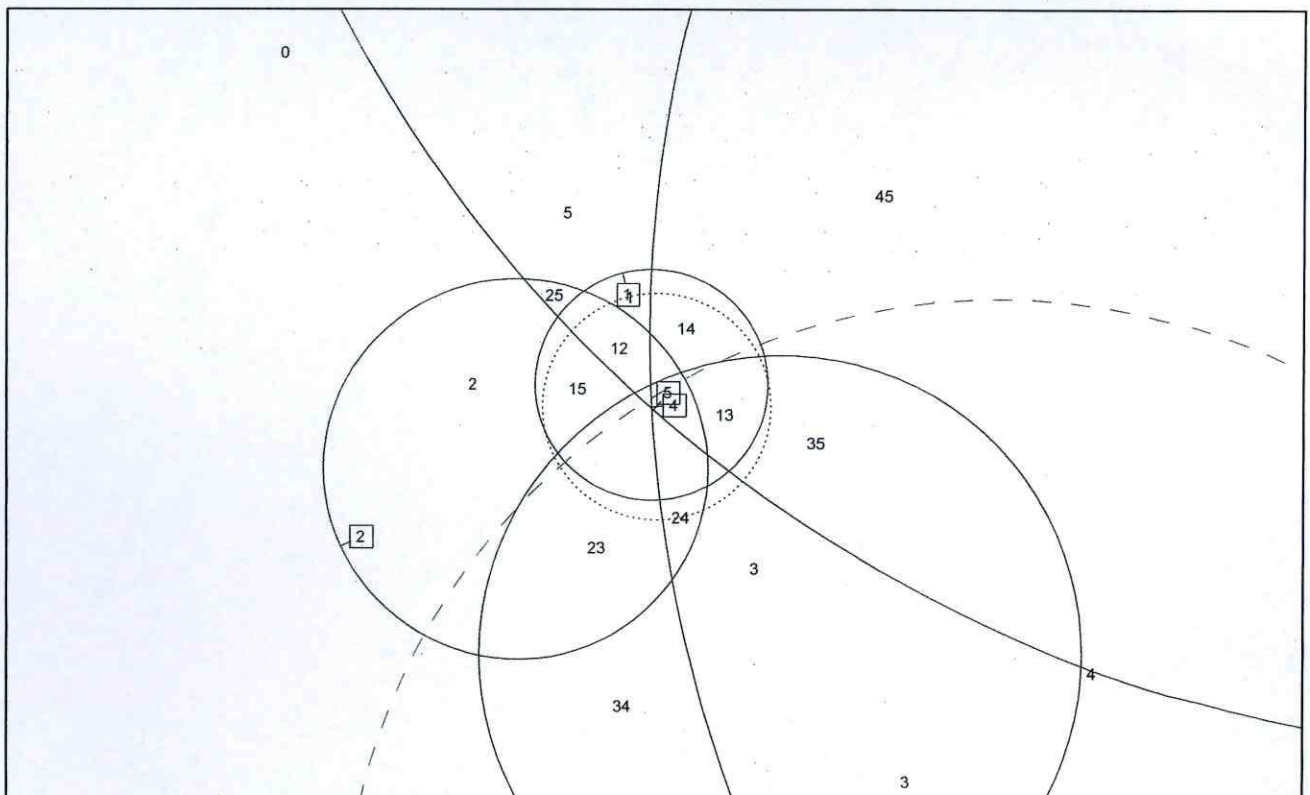
— Cluster 5

ANALISI DEI CINEMATISMI

Fronte A



PIRAMIDI DI GIUNTI



PIANI DI SCIVOLAMENTO

Program ROCK3D

Fronte A

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	44.00
Altezza [m]	25.00
Area [m ²]	1100.00
Inclinazione [°]	80.00
Immersione [°]	148.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	30.51	12.24
2	34.31	12.03
3	31.30	10.82
4	30.51	10.50
5	30.51	10.86
6	30.51	12.24

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	23.50	14.91
2	23.50	16.72
3	26.86	16.54
4	27.85	16.48
5	26.80	16.06
6	26.32	15.87
7	23.88	14.89
8	23.50	14.74
9	23.50	14.91

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	30.52	14.52
2	30.52	14.91
3	30.52	15.85
4	30.52	16.33
5	32.45	16.23
6	32.08	15.77
7	31.35	14.86
8	31.05	14.49

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
9	30.52	13.83
10	30.52	14.52

VERTICI DELLA REGIONE 4

n.	X [m]	Y [m]
1	1.65	11.45
2	2.65	11.40
3	1.81	10.35
4	1.55	10.02
5	1.55	11.46
6	1.55	12.13
7	1.65	11.45

VERTICI DELLA REGIONE 5

n.	X [m]	Y [m]
1	10.50	6.48
2	10.50	7.33
3	10.81	7.31
4	10.91	7.31
5	13.65	7.16
6	14.16	7.13
7	13.68	6.94
8	12.29	6.38
9	12.46	6.37
10	11.03	5.79
11	10.90	5.74
12	10.50	5.58
13	10.50	5.66
14	10.50	6.48

Fronte A

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	44.00
Altezza [m]	25.00
Area [m ²]	1100.00
Inclinazione [°]	80.00
Immersione [°]	148.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

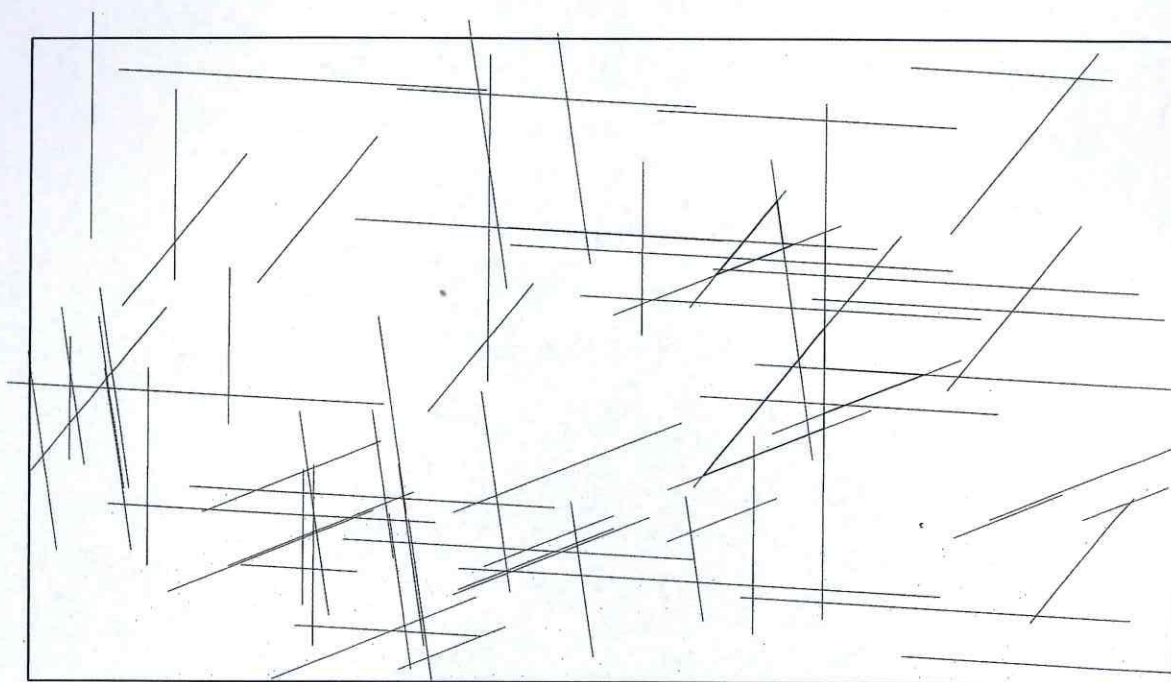
n.	X [m]	Y [m]
1	30.51	12.24
2	34.31	12.03
3	31.30	10.82
4	30.51	10.50
5	30.51	9.91
6	29.95	9.68
7	27.81	8.82
8	25.85	8.04
9	28.23	10.99
10	29.29	12.30
11	29.53	12.60
12	30.52	13.83
13	30.51	12.24

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	26.49	16.08
2	26.86	16.54
3	27.37	17.18
4	28.63	18.74
5	28.87	17.09
6	29.32	17.07
7	28.90	16.90
8	27.85	16.48
9	26.80	16.06
10	26.32	15.87
11	26.49	16.08

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

Fronte A



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

Fronte A

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.294
Fattore di sicurezza [-]	0.192
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	5.604
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	7.686
Distanza max dal fronte [m]	0.812

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.004
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.536	0.348	3.549
2	-1.268	0.476	3.538
3	-1.513	0.327	3.555
4	-1.536	0.348	3.549

Faccia 2

Area [m²]	0.692
Inclinazione [°]	53.57.
Immersione [°]	245.67.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.397	-1.083	2.433
2	-2.131	0.713	4.999
3	-1.858	0.451	5.189
4	-3.397	-1.083	2.433

Program ROCK3D 32

Faccia 3

Area [m²] 2.219
Inclinazione [°] 67.81.
Immersione [°] 153.6.0
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.397	-1.083	2.433
2	-1.268	0.476	3.538
3	-1.536	0.348	3.549
4	-2.131	0.713	4.999
5	-3.397	-1.083	2.433

Faccia 4

Area [m²] 0.367
Inclinazione [°] 85.26.
Immersione [°] 41.45.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.131	0.713	4.999
2	-1.536	0.348	3.549
3	-1.513	0.327	3.555
4	-1.858	0.451	5.189
5	-2.131	0.713	4.999

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 2.711
Fattore di sicurezza [-] 0.192
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 51.537
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 70.681
Distanza max dal fronte [m] 0.812

Program ROCK3D 32

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 0.789
Inclinazione [°] 11.1.0
Immersione [°] 345.69.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-0.967	0.390	-1.261
2	0.304	0.997	-1.315
3	0.308	0.886	-1.294
4	3.397	2.360	-1.424
5	0.323	0.482	-1.216
6	0.308	0.886	-1.294
7	-0.912	0.304	-1.242
8	-0.967	0.390	-1.261

Faccia 2

Area [m²] 2.987
Inclinazione [°] 53.57.
Immersione [°] 245.67.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.905	-2.360	-5.189
2	-0.967	0.390	-1.261
3	-0.912	0.304	-1.242
4	0.089	1.725	0.787
5	0.180	0.716	0.337
6	-2.905	-2.360	-5.189

Faccia 3

Area [m²] 7.640
Inclinazione [°] 67.81.
Immersione [°] 153.6.0
Scivolamento SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.905	-2.360	-5.189
2	0.524	0.152	-3.409
3	0.304	0.997	-1.315
4	-.967	0.390	-1.261
5	-2.905	-2.360	-5.189

Faccia 4

Area [m ²]	4.574
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-.912	0.304	-1.242
2	0.308	0.886	-1.294
3	0.481	0.223	-2.938
4	3.397	2.360	-1.424
5	0.308	0.886	-1.294
6	0.089	1.725	0.787
7	-.912	0.304	-1.242

Faccia 5

Area [m ²]	1.413
Inclinazione [°]	85.21.
Immersione [°]	86.96.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.481	0.223	-2.938
2	0.308	0.886	-1.294
3	0.323	0.482	-1.216
4	0.180	0.716	0.337
5	0.089	1.725	0.787
6	0.308	0.886	-1.294
7	0.304	0.997	-1.315
8	0.524	0.152	-3.409
9	0.481	0.223	-2.938

Program ROCK3D

Fronte A

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	44.00
Altezza [m]	25.00
Area [m ²]	1100.00
Inclinazione [°]	80.00
Immersione [°]	148.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	30.51	12.24
2	34.31	12.03
3	31.30	10.82
4	30.51	10.50
5	29.87	10.25
6	29.95	9.68
7	27.81	8.82
8	25.85	8.04
9	28.23	10.99
10	29.29	12.30
11	29.53	12.60
12	29.57	12.29
13	30.51	12.24

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	23.50	14.91
2	23.50	16.72
3	26.86	16.54
4	27.37	17.18
5	28.63	18.74
6	28.87	17.09
7	29.32	17.07
8	28.90	16.90
9	27.85	16.48
10	26.80	16.06
11	26.32	15.87
12	23.88	14.89
13	23.50	14.74
14	23.50	14.91

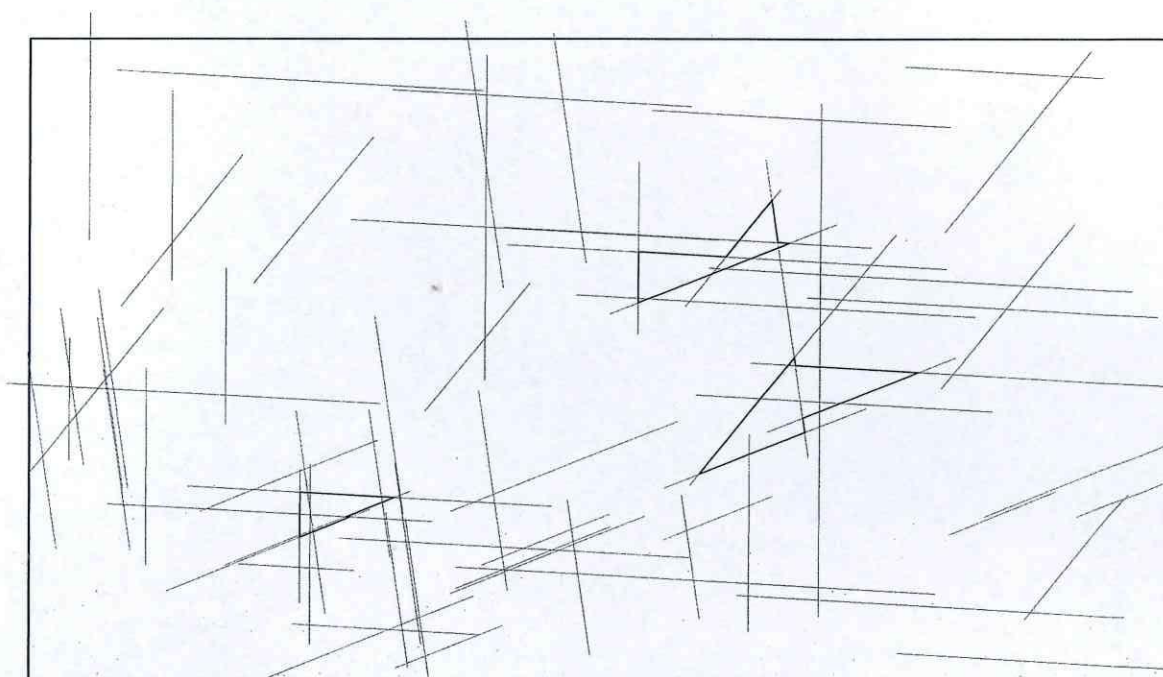
Program ROCK3D

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	10.50	6.48
2	10.50	7.33
3	10.81	7.31
4	10.91	7.31
5	13.65	7.16
6	14.16	7.13
7	13.68	6.94
8	12.29	6.38
9	12.46	6.37
10	11.03	5.79
11	10.90	5.74
12	10.50	5.58
13	10.50	5.66
14	10.50	6.48

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

Fronte A



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

Fronte A

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.368
Fattore di sicurezza [-]	0.148
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	7.406
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	10.015
Distanza max dal fronte [m]	0.600

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.631
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-4.830
2	-6.736	-4.607	-4.959
3	-9.774	-6.462	-4.753
4	-9.788	-6.064	-4.830

Faccia 2

Area [m²]	0.012
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.704	-6.382	-5.64.
2	-8.112	-5.622	-5.707
3	-8.169	-5.657	-5.703
4	-9.703	-6.389	-5.638
5	-9.704	-6.382	-5.64.

Faccia 3

Area [m ²]	2.224
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-4.830
2	-9.703	-6.389	-5.638
3	-8.169	-5.657	-5.703
4	-6.736	-4.607	-4.959
5	-9.788	-6.064	-4.830

Faccia 4

Area [m ²]	0.809
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.704	-6.382	-5.64.
2	-9.614	-6.723	-6.487
3	-8.112	-5.622	-5.707
4	-9.704	-6.382	-5.64.

Faccia 5

Area [m ²]	0.357
Inclinazione [°]	85.21.
Immersione [°]	86.96.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-4.830
2	-9.774	-6.462	-4.753
3	-9.614	-6.723	-6.487
4	-9.704	-6.382	-5.64.
5	-9.703	-6.389	-5.638
6	-9.788	-6.064	-4.830

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.817
Fattore di sicurezza [-]	0.148
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	16.441
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	22.233
Distanza max dal fronte [m]	0.609

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	0.819
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	4.405
2	3.300	3.668	4.281
3	3.336	3.611	4.294
4	0.384	1.807	4.493
5	0.367	2.268	4.405

Faccia 2

Area [m ²]	0.001
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	4.895	4.718	4.849
2	5.025	4.780	4.844
3	4.906	4.707	4.852
4	4.895	4.718	4.849

Faccia 3

Area [m ²]	0.620
Inclinazione [°]	53.57.
Immersione [°]	245.67.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.300	3.668	4.281
2	4.298	5.084	6.303
3	4.561	4.832	6.487
4	3.336	3.611	4.294
5	3.300	3.668	4.281

Faccia 4

Area [m ²]	5.847
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	4.405
2	0.565	1.512	2.529
3	5.025	4.780	4.844
4	4.895	4.718	4.849
5	4.298	5.084	6.303
6	3.300	3.668	4.281
7	0.367	2.268	4.405

Program ROCK3D 32

Faccia 5

Area [m²] 0.467
Inclinazione [°] 85.21.
Immersione [°] 86.96.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	4.405
2	0.384	1.807	4.493
3	0.565	1.512	2.529
4	0.367	2.268	4.405

Faccia 6

Area [m²] 0.341
Inclinazione [°] 85.26.
Immersione [°] 41.45.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	4.298	5.084	6.303
2	4.895	4.718	4.849
3	4.906	4.707	4.852
4	4.561	4.832	6.487
5	4.298	5.084	6.303

BLOCCO 3

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 1.918
Fattore di sicurezza [-] 0.148
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 38.577
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 52.168
Distanza max dal fronte [m] 0.600

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 1.118
 Inclinazione [°] 11.1.0
 Immersione [°] 345.69.
 Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.401	4.746	0.038
2	5.483	4.785	0.034
3	5.567	4.709	0.053
4	9.788	6.723	-1.25
5	5.938	4.372	0.135
6	5.567	4.709	0.053
7	5.457	4.656	0.057
8	5.401	4.746	0.038

Faccia 2

Area [m²] 1.715
 Inclinazione [°] 53.57.
 Immersione [°] 245.67.
 Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.443	1.967	-3.929
2	5.401	4.746	0.038
3	5.457	4.656	0.057
4	5.516	4.740	0.176
5	5.876	4.394	0.428
6	3.443	1.967	-3.929

Faccia 3

Area [m²] 5.493
 Inclinazione [°] 67.81.
 Immersione [°] 153.6.0
 Scivolamento SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.443	1.967	-3.929
2	6.465	4.182	-2.360
3	5.483	4.785	0.034
4	5.401	4.746	0.038
5	3.443	1.967	-3.929

Faccia 4

Area [m ²]	4.894
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.457	4.656	0.057
2	5.567	4.709	0.053
3	6.368	4.217	-1.900
4	9.788	6.723	-.125
5	5.567	4.709	0.053
6	5.516	4.740	0.176
7	5.457	4.656	0.057

Faccia 5

Area [m ²]	0.381
Inclinazione [°]	85.26.
Immersione [°]	41.45.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	6.368	4.217	-1.900
2	5.567	4.709	0.053
3	5.938	4.372	0.135
4	5.876	4.394	0.428
5	5.516	4.740	0.176
6	5.567	4.709	0.053
7	5.483	4.785	0.034
8	6.465	4.182	-2.360
9	6.368	4.217	-1.900

Program ROCK3D

Fronte A

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	44.00
Altezza [m]	25.00
Area [m ²]	1100.00
Inclinazione [°]	80.00
Immersione [°]	148.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	30.51	12.24
2	34.31	12.03
3	31.30	10.82
4	30.51	10.50
5	29.87	10.25
6	29.77	10.90
7	29.57	12.29
8	30.51	12.24

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	23.50	14.91
2	23.50	16.72
3	26.86	16.54
4	27.37	17.18
5	28.87	17.09
6	29.32	17.07
7	28.90	16.90
8	27.85	16.48
9	26.80	16.06
10	26.32	15.87
11	23.88	14.89
12	23.50	14.74
13	23.50	14.91

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	18.38	4.31
2	18.37	4.35

Program ROCK3D

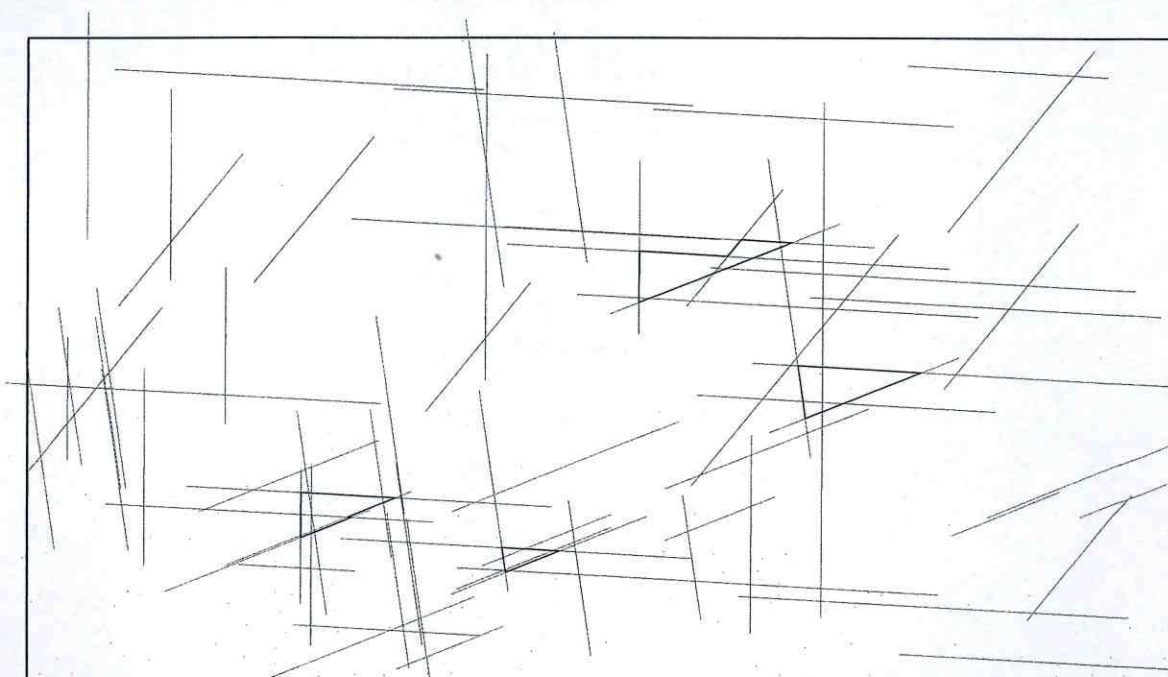
n.	X [m]	Y [m]
3	18.30	4.82
4	18.25	5.19
5	19.12	5.15
6	20.21	5.09
7	20.48	5.07
8	18.55	4.30
9	18.39	4.23
10	18.38	4.31

VERTICI DELLA REGIONE 4

n.	X [m]	Y [m]
1	10.50	6.48
2	10.50	7.33
3	10.81	7.31
4	10.91	7.31
5	13.65	7.16
6	14.16	7.13
7	13.68	6.94
8	12.29	6.38
9	12.46	6.37
10	11.03	5.79
11	10.90	5.74
12	10.50	5.58
13	10.50	5.66
14	10.50	6.48

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

Fronte A



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

Fronte A

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.368
Fattore di sicurezza [-]	0.272
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	6.160
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	8.699
Distanza max dal fronte [m]	0.489

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.631
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-3.390
2	-6.736	-4.607	-3.519
3	-9.774	-6.462	-3.314
4	-9.788	-6.064	-3.390

Faccia 2

Area [m²]	0.012
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.704	-6.382	-4.200
2	-8.112	-5.622	-4.267
3	-8.169	-5.657	-4.263
4	-9.703	-6.389	-4.198
5	-9.704	-6.382	-4.200

Faccia 3

Area [m ²]	2.224
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-3.390
2	-9.703	-6.389	-4.198
3	-8.169	-5.657	-4.263
4	-6.736	-4.607	-3.519
5	-9.788	-6.064	-3.390

Faccia 4

Area [m ²]	0.809
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.704	-6.382	-4.200
2	-9.614	-6.723	-5.047
3	-8.112	-5.622	-4.267
4	-9.704	-6.382	-4.200

Faccia 5

Area [m ²]	0.357
Inclinazione [°]	85.21.
Immersione [°]	86.96.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.788	-6.064	-3.390
2	-9.774	-6.462	-3.314
3	-9.614	-6.723	-5.047
4	-9.704	-6.382	-4.200
5	-9.703	-6.389	-4.198
6	-9.788	-6.064	-3.390

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.078
Fattore di sicurezza [-]	0.272
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	1.310
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	1.851
Distanza max dal fronte [m]	0.172

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.244
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.184	-2.515	-5.459
2	-1.200	-1.569	-5.543
3	-3.01.	-2.674	-5.421
4	-3.184	-2.515	-5.459

Faccia 2

Area [m²]	1.079
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.184	-2.515	-5.459
2	-2.807	-2.747	-6.378
3	-1.200	-1.569	-5.543
4	-3.184	-2.515	-5.459

Faccia 3

Area [m²]	0.117
Inclinazione [°]	85.26.
Immersione [°]	41.45.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.184	-2.515	-5.459
2	-3.01.	-2.674	-5.421
3	-2.807	-2.747	-6.378
4	-3.184	-2.515	-5.459

BLOCCO 3

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.611
Fattore di sicurezza [-]	0.272
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	10.219
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	14.431
Distanza max dal fronte [m]	0.408

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.814
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	5.844
2	3.234	3.636	5.723
3	3.274	3.573	5.737
4	0.384	1.807	5.933
5	0.367	2.268	5.844

Faccia 2

Area [m ²]	0.140
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.542	4.072	6.346
2	5.025	4.780	6.283
3	3.632	3.929	6.378
4	3.542	4.072	6.346

Faccia 3

Area [m ²]	0.101
Inclinazione [°]	53.57.
Immersione [°]	245.67.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.234	3.636	5.723
2	3.542	4.072	6.346
3	3.632	3.929	6.378
4	3.274	3.573	5.737
5	3.234	3.636	5.723

Faccia 4

Area [m ²]	4.789
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	5.844
2	0.565	1.512	3.968
3	5.025	4.780	6.283
4	3.542	4.072	6.346
5	3.234	3.636	5.723
6	0.367	2.268	5.844

Faccia 5

Area [m ²]	0.467
Inclinazione [°]	85.21.
Immersione [°]	86.96.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.367	2.268	5.844
2	0.384	1.807	5.933
3	0.565	1.512	3.968
4	0.367	2.268	5.844

BLOCCO 4

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.755
Fattore di sicurezza [-]	0.272
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	12.630
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	17.836
Distanza max dal fronte [m]	0.230

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	1.106
Inclinazione [°]	11.1.0
Immersione [°]	345.69.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.567	4.709	1.492
2	9.788	6.723	1.314
3	5.938	4.372	1.574
4	5.567	4.709	1.492

Faccia 2

Area [m ²]	4.886
Inclinazione [°]	67.81.
Immersione [°]	153.6.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.567	4.709	1.492
2	6.368	4.217	-.461
3	9.788	6.723	1.314
4	5.567	4.709	1.492

Faccia 3

Area [m ²]	0
Inclinazione [°]	85
Immersione [°]	41
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.567	4.709	1.492
2	5.938	4.372	1.574
3	6.368	4.217	-.461
4	5.567	4.709	1.492

Fronte B

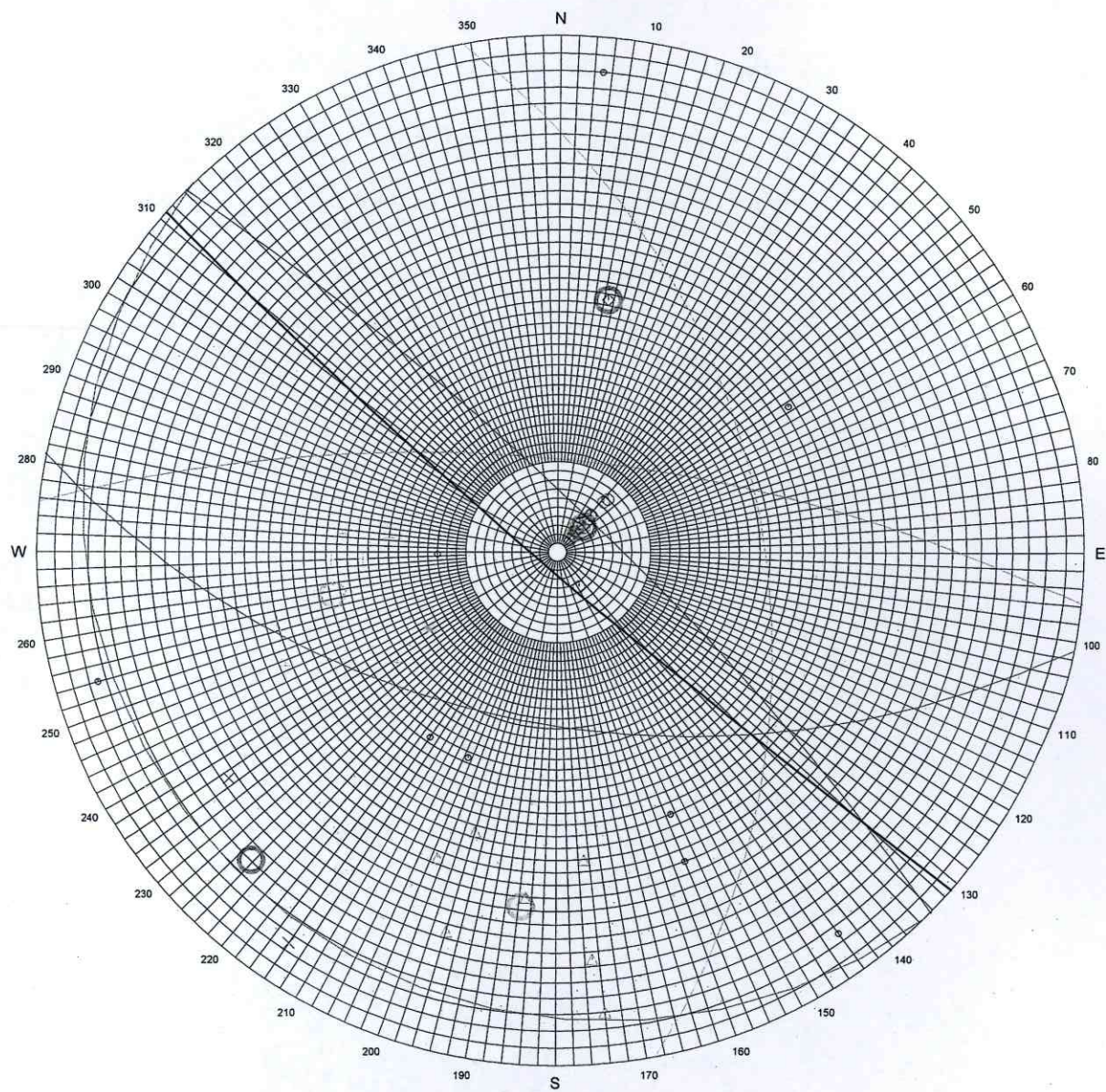
RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS

GIACITURA CARATTERISTICA DEI CLUSTER

Cluster	Immersione [°]	Inclinazione [°]
1	45	8
2	186	69
3	259	47
4	224	80
5	11	53

RILIEVO STRUTTURALE

Fronte B



— Fronte

— Cluster 1

— Cluster 2

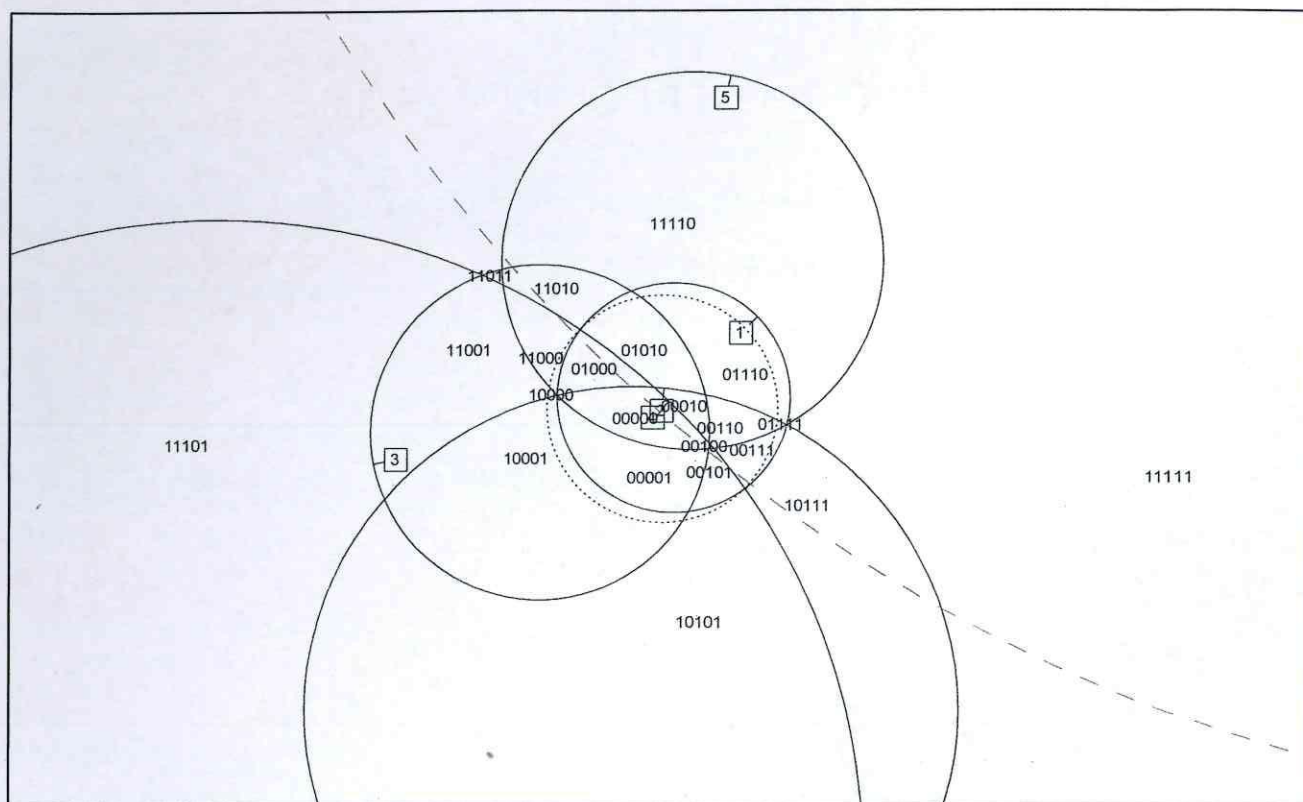
— Cluster 3

— Cluster 4

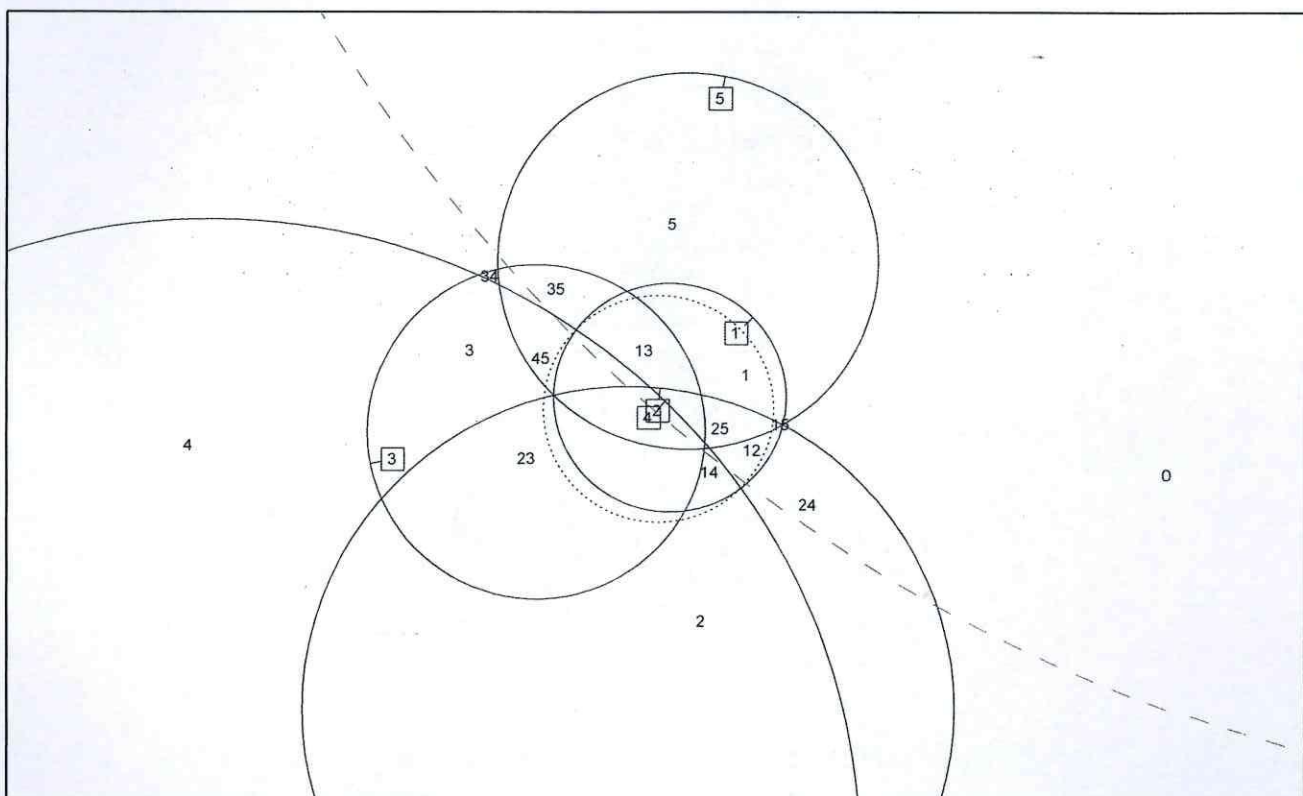
— Cluster 5

ANALISI DEI CINEMATISMI

Fronte B



PIRAMIDI DI GIUNTI



PIANI DI SCIVOLAMENTO

Fronte B

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	62.00
Altezza [m]	30.00
Area [m ²]	1860.00
Inclinazione [°]	86.00
Immersione [°]	41.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	10.03	21.70
2	5.79	21.66
3	7.17	23.49
4	10.03	21.70

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	21.11	14.42
2	21.87	15.43
3	22.25	15.92
4	23.02	15.44
5	24.58	14.45
6	21.11	14.42

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	5.39	15.25
2	6.64	16.92
3	7.03	16.67
4	9.22	15.29
5	5.39	15.25

VERTICI DELLA REGIONE 4

n.	X [m]	Y [m]
1	30.93	15.52
2	32.03	16.98
3	32.44	17.53
4	33.29	16.99

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
5	34.85	16.01
6	35.56	15.57
7	30.93	15.52

VERTICI DELLA REGIONE 5

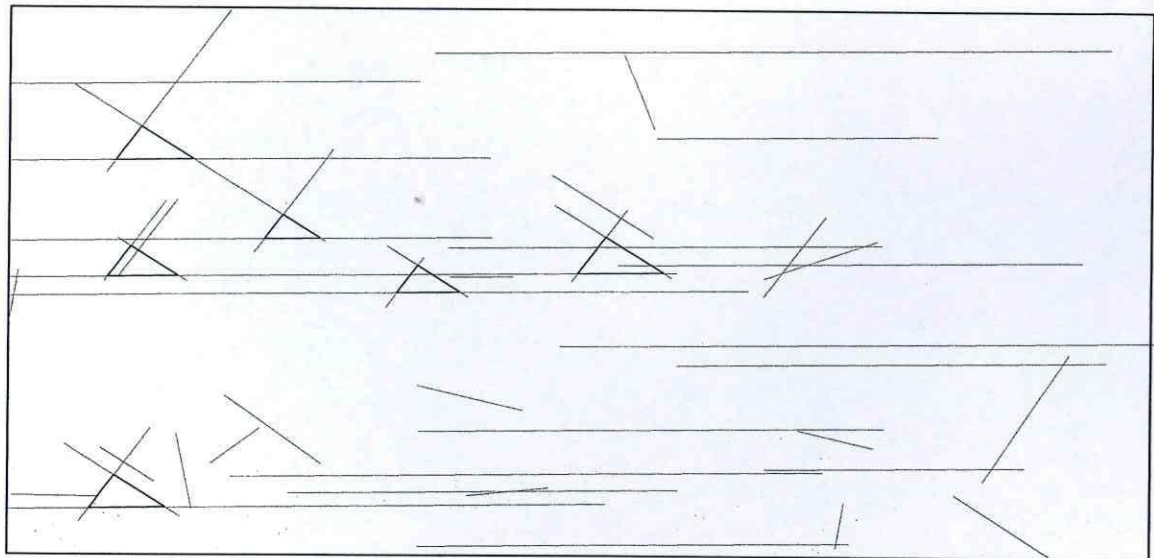
n.	X [m]	Y [m]
1	16.91	17.37
2	13.86	17.34
3	14.85	18.67
4	16.91	17.37

VERTICI DELLA REGIONE 6

n.	X [m]	Y [m]
1	4.46	2.54
2	5.81	4.35
3	8.61	2.59
4	4.46	2.54

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

Fronte B



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

Fronte B

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	2.144
Fattore di sicurezza [-]	0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	2.750
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	4.997
Distanza max dal fronte [m]	0.953

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	3.646
Inclinazione [°]	7.87.
Immersione [°]	45.35.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-12.022	9.912	2.909
2	-11.051	6.975	3.099
3	-8.573	6.918	2.861
4	-12.022	9.912	2.909

Faccia 2

Area [m²]	2.279
Inclinazione [°]	68.96.
Immersione [°]	179.18.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.051	6.975	3.099
2	-9.552	7.601	4.672
3	-8.573	6.918	2.861
4	-11.051	6.975	3.099

Program ROCK3D 32

Faccia 3

Area [m²] 3.504
Inclinazione [°] 44.34.
Immersione [°] 255.32.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-12.022	9.912	2.909
2	-9.552	7.601	4.672
3	-11.051	6.975	3.099
4	-12.022	9.912	2.909

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 0.925
Fattore di sicurezza [-] 0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 1.187
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 2.156
Distanza max dal fronte [m] 1.181

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 2.082
Inclinazione [°] 7.87.
Immersione [°] 45.35.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.691	2.773	1.796
2	-2.958	0.554	1.940
3	-1.085	0.511	1.760
4	-3.691	2.773	1.796

Program ROCK3D 32

Faccia 2

Area [m²] 1.302
Inclinazione [°] 68.96.
Immersione [°] 179.18.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.958	0.554	1.940
2	-1.825	1.027	3.128
3	-1.085	0.511	1.760
4	-2.958	0.554	1.940

Faccia 3

Area [m²] 2.001
Inclinazione [°] 44.34.
Immersione [°] 255.32.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-3.691	2.773	1.796
2	-1.825	1.027	3.128
3	-2.958	0.554	1.940
4	-3.691	2.773	1.796

BLOCCO 3

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 0.643
Fattore di sicurezza [-] 0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 0.825
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 1.500
Distanza max dal fronte [m] 1.283

Program ROCK3D 32

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 1.634
Inclinazione [°] 7.87.
Immersione [°] 45.35.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1.943	-2.395	4.709
2	2.593	-4.361	4.836
3	4.253	-4.399	4.676
4	1.943	-2.395	4.709

Faccia 2

Area [m²] 1.022
Inclinazione [°] 68.96.
Immersione [°] 179.18.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	2.593	-4.361	4.836
2	3.597	-3.942	5.889
3	4.253	-4.399	4.676
4	2.593	-4.361	4.836

Faccia 3

Area [m²] 1.571
Inclinazione [°] 44.34.
Immersione [°] 255.32.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1.943	-2.395	4.709
2	3.597	-3.942	5.889
3	2.593	-4.361	4.836
4	1.943	-2.395	4.709

BLOCCO 4

Program ROCK3D 32

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	1.186
Fattore di sicurezza [-]	0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	1.521
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	2.764
Distanza max dal fronte [m]	1.563

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	2.457
Inclinazione [°]	7.87.
Immersione [°]	45.35.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	7.872	-7.356	2.632
2	8.669	-9.767	2.788
3	10.703	-9.813	2.593
4	7.872	-7.356	2.632

Faccia 2

Area [m ²]	1.536
Inclinazione [°]	68.96.
Immersione [°]	179.18.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.669	-9.767	2.788
2	9.900	-9.253	4.080
3	10.703	-9.813	2.593
4	8.669	-9.767	2.788

Faccia 3

Area [m ²]	2.361
Inclinazione [°]	44.34.
Immersione [°]	255.32.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	7.872	-7.356	2.632
2	9.900	-9.253	4.080
3	8.669	-9.767	2.788
4	7.872	-7.356	2.632

BLOCCO 5

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.486
Fattore di sicurezza [-]	0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	0.624
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	1.134
Distanza max dal fronte [m]	1.046

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	1.356
Inclinazione [°]	7.87.
Immersione [°]	45.35.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.032	-8.086	9.010
2	8.624	-9.877	9.126
3	10.136	-9.912	8.981
4	8.032	-8.086	9.010

Faccia 2

Area [m ²]	0.848
Inclinazione [°]	68.96.
Immersione [°]	179.18.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.624	-9.877	9.126
2	9.539	-9.495	10.086
3	10.136	-9.912	8.981
4	8.624	-9.877	9.126

Faccia 3

Area [m ²]	1.303
Inclinazione [°]	44.34.
Immersione [°]	255.32.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.032	-8.086	9.010
2	9.539	-9.495	10.086
3	8.624	-9.877	9.126
4	8.032	-8.086	9.010

BLOCCO 6

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	1.498
Fattore di sicurezza [-]	0.632
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	1.922
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	3.492
Distanza max dal fronte [m]	1.386

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	2.871
Inclinazione [°]	7.87.
Immersione [°]	45.35.
Scivolamento	SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.962	-7.128	-10.043
2	9.823	-9.735	-9.874
3	12.022	-9.785	-10.086
4	8.962	-7.128	-10.043

Faccia 2

Area [m²]	1.795
Inclinazione [°]	68.96.
Immersione [°]	179.18.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	9.823	-9.735	-9.874
2	11.153	-9.179	-8.478
3	12.022	-9.785	-10.086
4	9.823	-9.735	-9.874

Faccia 3

Area [m²]	2.759
Inclinazione [°]	44.34.
Immersione [°]	255.32.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.962	-7.128	-10.043
2	11.153	-9.179	-8.478
3	9.823	-9.735	-9.874
4	8.962	-7.128	-10.043

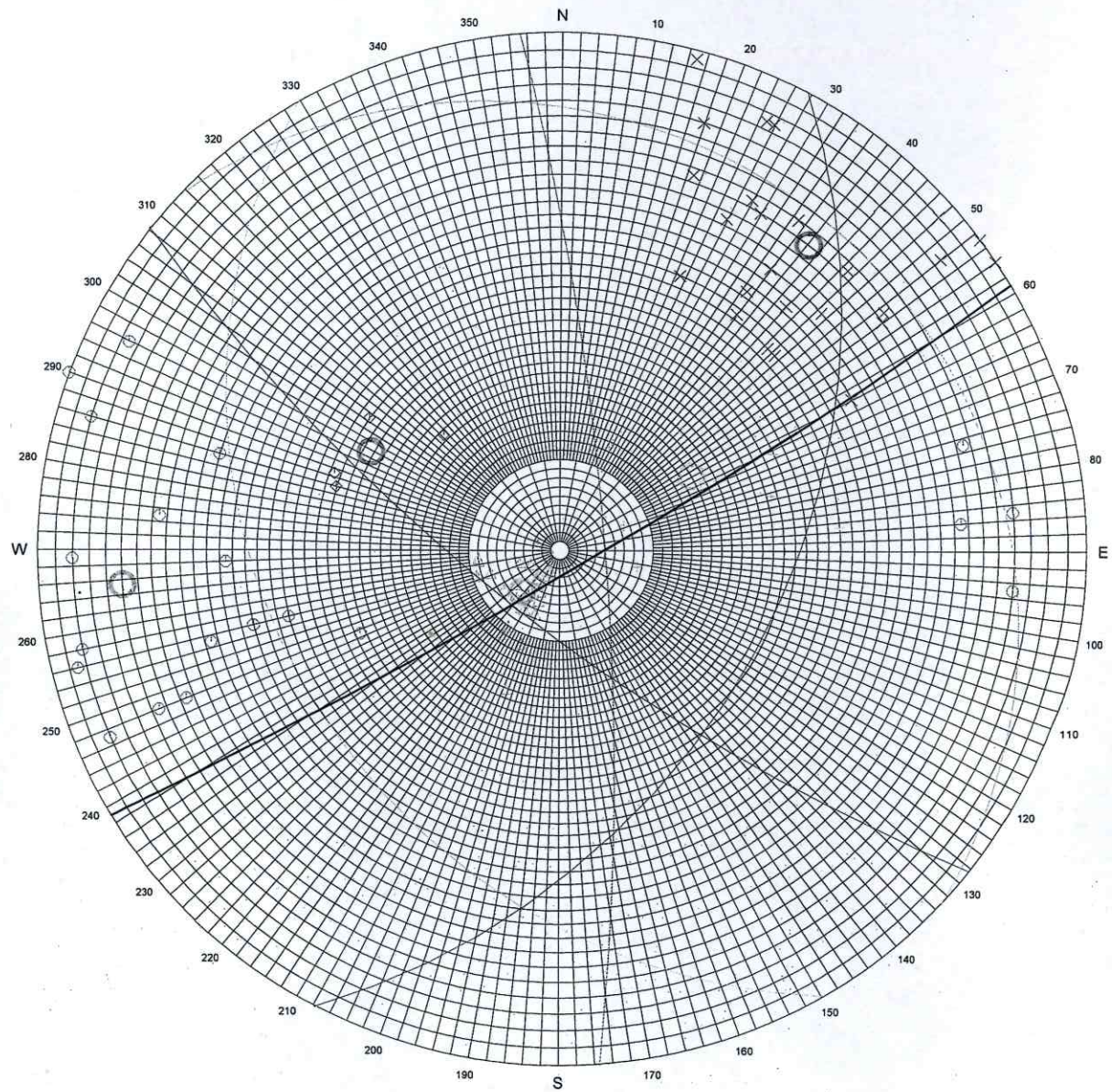
RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS

GIACITURA CARATTERISTICA DEI CLUSTER

Cluster	Immersione [°]	Inclinazione [°]
1	265	80
2	223	12
3	60	32
4	38	74
5	298	44

RILIEVO STRUTTURALE

FRONTE C



— Fronte

— Cluster 1

— Cluster 2

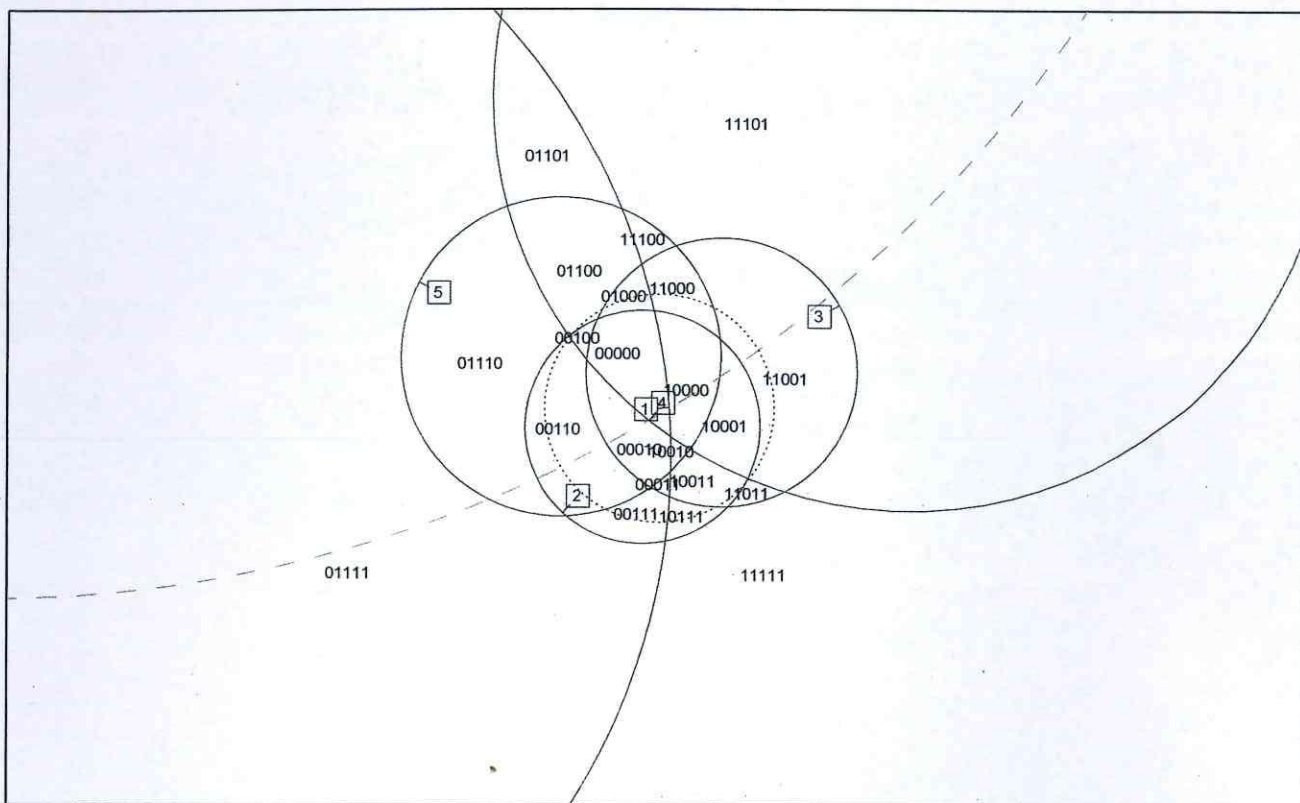
— Cluster 3

— Cluster 4

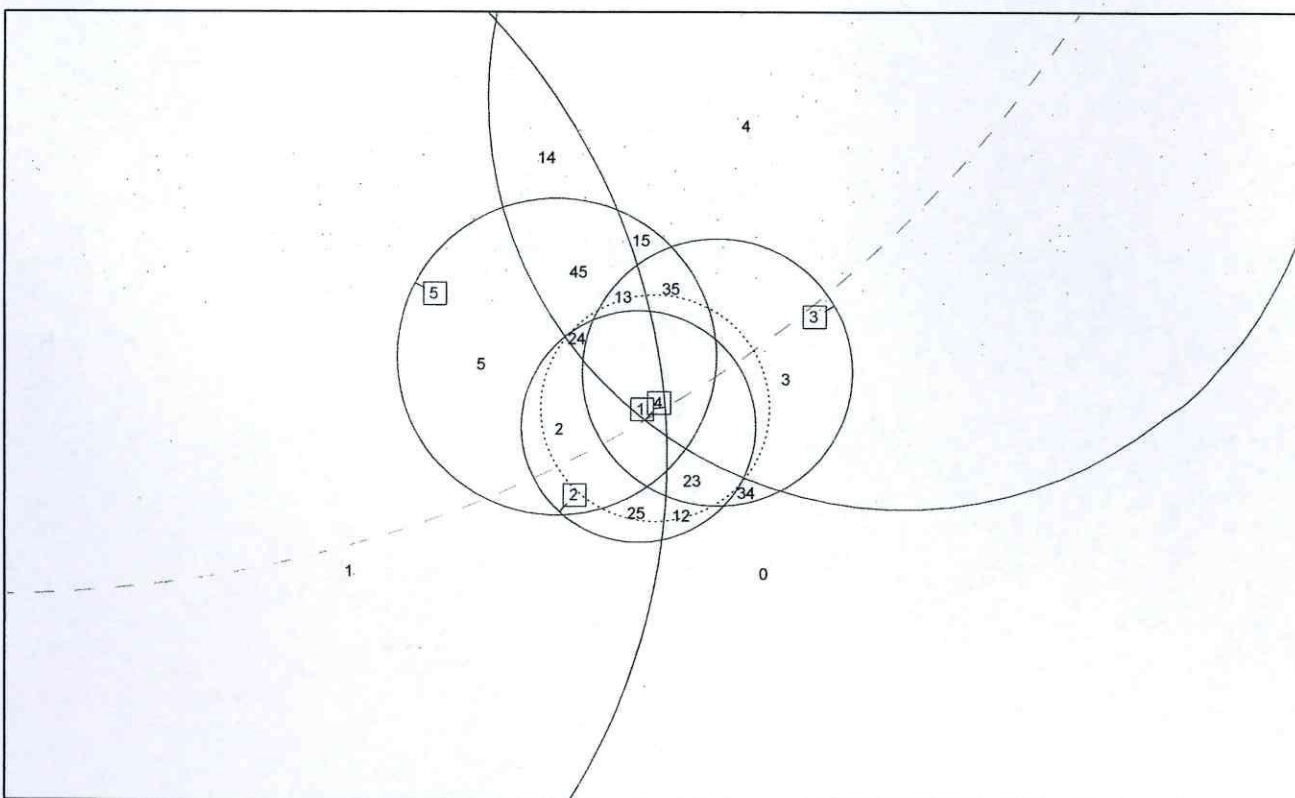
— Cluster 5

ANALISI DEI CINEMATISMI

FRONTE C



PIRAMIDI DI GIUNTI



PIANI DI SCIVOLAMENTO

FRONTE C

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	50.00
Altezza [m]	18.00
Area [m ²]	900.00
Inclinazione [°]	85.00
Immersione [°]	329.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	4.80	3.91
2	4.17	4.24
3	4.08	4.30
4	3.64	4.53
5	4.12	4.44
6	4.22	4.41
7	4.90	4.27
8	5.01	4.25
9	5.79	4.09
10	6.79	3.88
11	7.01	3.84
12	7.58	3.72
13	7.36	2.92
14	7.26	2.57
15	6.54	2.96
16	6.16	3.16
17	5.62	3.46
18	4.80	3.91

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	21.61	4.48
2	24.63	3.85
3	24.69	3.45
4	24.80	2.74
5	22.78	3.84
6	21.61	4.48

VERTICI DELLA REGIONE 3

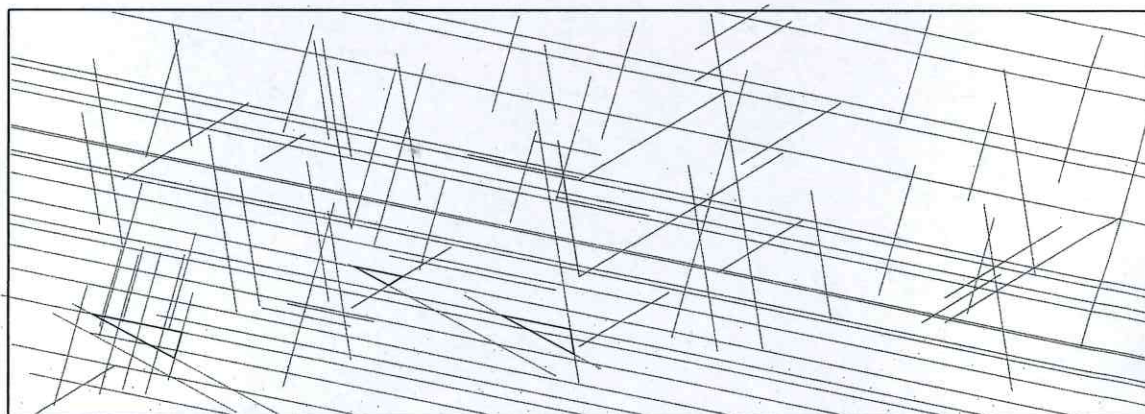
n.	X [m]	Y [m]
----	-------	-------

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
1	17.24	6.19
2	16.62	5.80
3	15.09	6.63
4	17.24	6.19

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

FRONTE C



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

FRONTE C

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.734
Fattore di sicurezza [-]	0.566
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	2.801
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	4.740
Distanza max dal fronte [m]	1.231

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.846
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.126	-4.659	-1.868
2	-8.925	-4.654	-.734
3	-8.847	-6.121	-.960
4	-9.126	-4.659	-1.868

Faccia 2

Area [m²]	2.044
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-8.925	-4.654	-.734
2	-6.283	-3.132	-.097
3	-8.847	-6.121	-.960
4	-8.925	-4.654	-.734

Program ROCK3D 32

Faccia 3

Area [m²] 3.207
Inclinazione [°] 44.44.
Immersione [°] 297.7.0
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-9.126	-4.659	-1.868
2	-8.847	-6.121	-.960
3	-6.283	-3.132	-.097
4	-9.126	-4.659	-1.868

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 0.140
Fattore di sicurezza [-] 0.566
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 0.535
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 0.905
Distanza max dal fronte [m] 1.312

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 0.819
Inclinazione [°] 12.37.
Immersione [°] 222.52.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.483	-1.021	1.591
2	-.610	0.058	2.043
3	-2.060	-1.632	1.555
4	-2.483	-1.021	1.591

Program ROCK3D 32

Faccia 2

Area [m²] 0.274
Inclinazione [°] 32.08.
Immersione [°] 59.74.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.483	-1.021	1.591
2	-2.060	-1.632	1.555
3	-1.964	-.669	1.199
4	-2.483	-1.021	1.591

Faccia 3

Area [m²] 0.864
Inclinazione [°] 44.44.
Immersione [°] 297.7.0
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-2.060	-1.632	1.555
2	-.610	0.058	2.043
3	-1.964	-.669	1.199
4	-2.060	-1.632	1.555

BLOCCO 3

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 1.016
Fattore di sicurezza [-] 0.566
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 3.877
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 6.560
Distanza max dal fronte [m] 0.742

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 2.498
 Inclinazione [°] 12.37.
 Immersione [°] 222.52.
 Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.687	4.139	-.867
2	9.126	6.121	-.037
3	6.72.	3.315	-.847
4	5.687	4.139	-.867

Faccia 2

Area [m²] 0.807
 Inclinazione [°] 74.08.
 Immersione [°] 38.33.
 Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.687	4.139	-.867
2	6.72.	3.315	-.847
3	5.908	4.391	-2.043
4	5.687	4.139	-.867

Faccia 3

Area [m²] 3.409
 Inclinazione [°] 44.44.
 Immersione [°] 297.7.0
 Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	5.908	4.391	-2.043
2	6.72.	3.315	-.847
3	9.126	6.121	-.037
4	5.908	4.391	-2.043

FRONTE C

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	50.00
Altezza [m]	18.00
Area [m ²]	900.00
Inclinazione [°]	85.00
Immersione [°]	329.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	4.80	3.91
2	4.17	4.24
3	4.08	4.30
4	3.64	4.53
5	4.12	4.44
6	4.22	4.41
7	4.90	4.27
8	5.01	4.25
9	5.79	4.09
10	6.79	3.88
11	7.01	3.84
12	7.58	3.72
13	7.36	2.92
14	7.26	2.57
15	6.54	2.96
16	6.16	3.16
17	5.62	3.46
18	4.80	3.91

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	14.03	8.69
2	13.83	7.97
3	13.65	7.31
4	13.54	8.03
5	13.41	8.86
6	13.37	9.07
7	13.99	8.94
8	14.09	8.92
9	14.04	8.73

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
10	14.03	8.69

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	24.62	11.88
2	24.35	10.90
3	24.31	10.74
4	24.30	10.72
5	24.29	10.68
6	24.28	10.74
7	24.26	10.92
8	24.27	10.91
9	24.11	11.99
10	24.62	11.88

VERTICI DELLA REGIONE 4

n.	X [m]	Y [m]
1	32.13	14.89
2	31.97	14.32
3	31.50	12.59
4	31.22	14.35
5	31.20	14.48
6	31.10	15.10
7	32.13	14.89

VERTICI DELLA REGIONE 5

n.	X [m]	Y [m]
1	18.06	15.10
2	17.47	12.96
3	17.10	15.29
4	18.06	15.10

VERTICI DELLA REGIONE 6

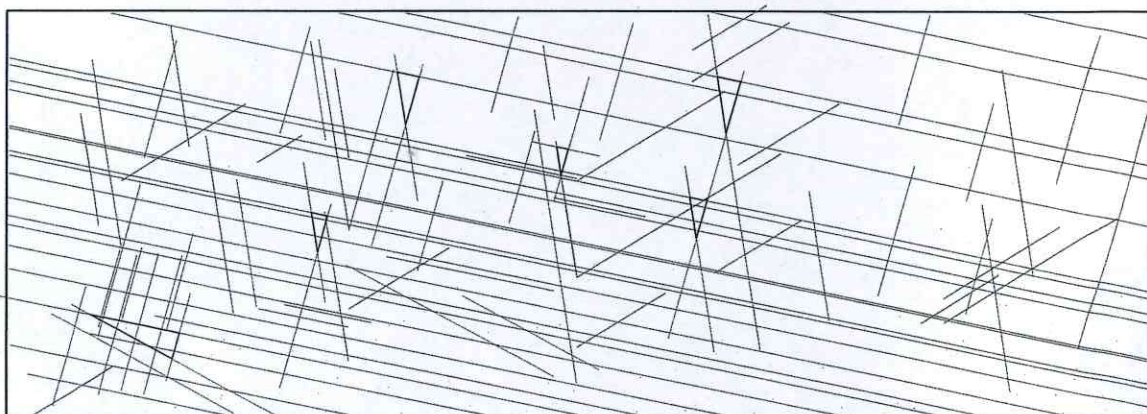
n.	X [m]	Y [m]
1	30.41	8.64
2	30.31	8.26
3	30.21	7.91
4	30.15	8.30
5	30.09	8.71
6	30.00	9.29
7	29.97	9.43
8	29.92	9.74
9	30.53	9.62
10	30.71	9.73

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
11	30.67	9.59
12	30.59	9.31
13	30.41	8.64

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

FRONTE C



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

FRONTE C

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.469
Fattore di sicurezza [-]	0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	5.992
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	8.373
Distanza max dal fronte [m]	1.231

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	1.622
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.554	-6.854	3.640
2	-11.040	-8.107	5.967
3	-11.107	-6.843	6.161
4	-11.554	-6.854	3.640

Faccia 2

Area [m²]	0.587
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.988	-7.350	5.948
2	-11.107	-6.843	6.161
3	-11.040	-8.107	5.967
4	-11.988	-7.350	5.948

Program ROCK3D 32

Faccia 3

Area [m²] 1.456
Inclinazione [°] 74.08.
Immersione [°] 38.33.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.988	-7.350	5.948
2	-11.040	-8.107	5.967
3	-11.554	-6.854	3.640
4	-11.988	-7.350	5.948

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 0.182
Fattore di sicurezza [-] 0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 2.329
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 3.254
Distanza max dal fronte [m] 0.790

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 0.859
Inclinazione [°] 79.95.
Immersione [°] 265.39.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-10.663	-5.844	-1.010
2	-10.289	-6.756	0.682
3	-10.338	-5.835	0.824
4	-10.663	-5.844	-1.010

Program ROCK3D 32

Faccia 2

Area [m²] 0.280
Inclinazione [°] 12.37.
Immersione [°] 222.52.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-10.860	-6.137	0.697
2	-10.338	-5.835	0.824
3	-10.289	-6.756	0.682
4	-10.608	-6.500	0.676
5	-10.860	-6.137	0.697

Faccia 3

Area [m²] 0.045
Inclinazione [°] 32.08.
Immersione [°] 59.74.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.005	-6.235	0.806
2	-10.860	-6.137	0.697
3	-10.608	-6.500	0.676
4	-11.005	-6.235	0.806

Faccia 4

Area [m²] 0.805
Inclinazione [°] 74.08.
Immersione [°] 38.33.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-11.005	-6.235	0.806
2	-10.608	-6.500	0.676
3	-10.289	-6.756	0.682
4	-10.663	-5.844	-1.010
5	-11.005	-6.235	0.806

BLOCCO 3

Program ROCK3D 32

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.060
Fattore di sicurezza [-]	0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	0.770
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	1.076
Distanza max dal fronte [m]	0.570

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	0.014
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-5.469	-3.005	1.755
2	-5.421	-3.122	1.971
3	-5.427	-3.004	1.989
4	-5.469	-3.005	1.755

Faccia 2

Area [m ²]	0.402
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-5.439	-3.011	1.986
2	-5.434	-3.111	1.970
3	-5.215	-3.644	2.958
4	-5.249	-3.006	3.056
5	-5.439	-3.011	1.986

Faccia 3

Area [m ²]	0.149
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-5.694	-3.262	2.949
2	-5.249	-3.006	3.056
3	-5.215	-3.644	2.958
4	-5.694	-3.262	2.949

Faccia 4

Area [m²]	0.001
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-5.439	-3.011	1.986
2	-5.427	-3.004	1.989
3	-5.421	-3.122	1.971
4	-5.434	-3.111	1.970
5	-5.439	-3.011	1.986

Faccia 5

Area [m²]	0.373
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-5.694	-3.262	2.949
2	-5.215	-3.644	2.958
3	-5.434	-3.111	1.970
4	-5.421	-3.122	1.971
5	-5.469	-3.005	1.755
6	-5.694	-3.262	2.949

BLOCCO 4

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.377
Fattore di sicurezza [-]	0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	4.824
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	6.742
Distanza max dal fronte [m]	0.105

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	1.404
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.484	0.341	4.009
2	0.963	-823	6.173
3	0.900	0.352	6.354
4	0.484	0.341	4.009

Faccia 2

Area [m ²]	0.508
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.080	-119	6.156
2	0.900	0.352	6.354
3	0.963	-823	6.173
4	0.080	-119	6.156

Faccia 3

Area [m ²]	1.260
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.080	-.119	6.156
2	0.963	-.823	6.173
3	0.484	0.341	4.009
4	0.080	-.119	6.156

BLOCCO 5

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.160
Fattore di sicurezza [-]	0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	2.047
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	2.861
Distanza max dal fronte [m]	1.131

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.792
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.505	2.730	-1.614
2	3.865	1.854	0.012
3	3.817	2.738	0.148
4	3.505	2.730	-1.614

Faccia 2

Area [m²]	0.287
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.201	2.383	-0.000
2	3.817	2.738	0.148
3	3.865	1.854	0.012
4	3.201	2.383	-0.000

Faccia 3

Area [m²]	0.711
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	3.201	2.383	-0.000
2	3.865	1.854	0.012
3	3.505	2.730	-1.614
4	3.201	2.383	-0.000

BLOCCO 6

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	1.016
Fattore di sicurezza [-]	0.245
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	12.975
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	18.132
Distanza max dal fronte [m]	1.052

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	2.498
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.549	6.125	-5.178
2	11.988	8.107	-4.348
3	9.582	5.301	-5.158
4	8.549	6.125	-5.178

Faccia 2

Area [m²]	0.807
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.549	6.125	-5.178
2	9.582	5.301	-5.158
3	8.77.	6.378	-6.354
4	8.549	6.125	-5.178

Faccia 3

Area [m²]	3.409
Inclinazione [°]	44.44.
Immersione [°]	297.7.0
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	8.77.	6.378	-6.354
2	9.582	5.301	-5.158
3	11.988	8.107	-4.348
4	8.77.	6.378	-6.354

FRONTE C

MAPPE DELLE REGIONI MASSIME

PARAMETRI DEL FRONTE

Larghezza [m]	50.00
Altezza [m]	18.00
Area [m ²]	900.00
Inclinazione [°]	85.00
Immersione [°]	329.00
Peso di volume [kN/m ³]	25.50

VERTICI DELLA REGIONE 1

n.	X [m]	Y [m]
1	14.03	8.69
2	13.83	7.97
3	13.65	7.31
4	13.54	8.03
5	13.41	8.86
6	13.37	9.07
7	13.99	8.94
8	14.09	8.92
9	14.04	8.73
10	14.03	8.69

VERTICI DELLA REGIONE 2

n.	X [m]	Y [m]
1	24.62	11.88
2	24.35	10.90
3	24.31	10.74
4	24.30	10.72
5	24.29	10.68
6	24.28	10.74
7	24.26	10.92
8	24.27	10.91
9	24.11	11.99
10	24.62	11.88

VERTICI DELLA REGIONE 3

n.	X [m]	Y [m]
1	32.13	14.89
2	31.97	14.32
3	31.50	12.59

Program ROCK3D

n.	X [m]	Y [m]
4	31.22	14.35
5	31.20	14.48
6	31.10	15.10
7	32.13	14.89

VERTICI DELLA REGIONE 4

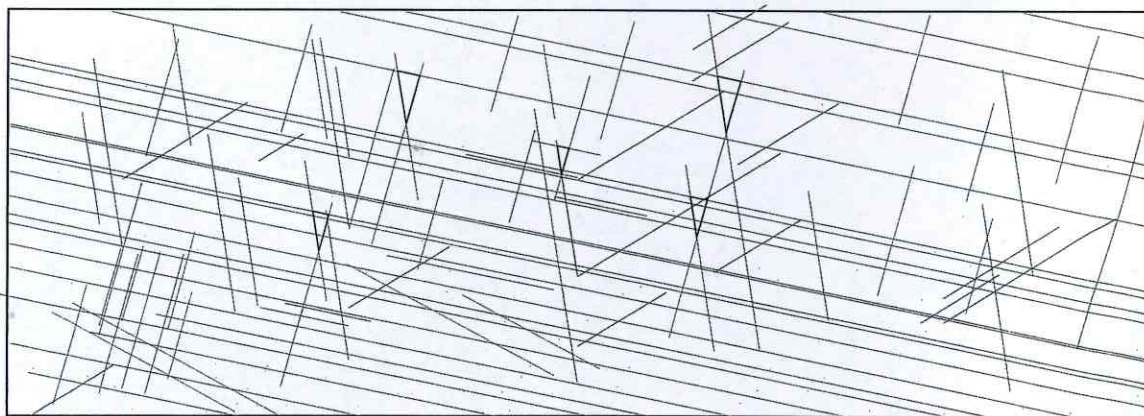
n.	X [m]	Y [m]
1	18.06	15.10
2	17.47	12.96
3	17.10	15.29
4	18.06	15.10

VERTICI DELLA REGIONE 5

n.	X [m]	Y [m]
1	30.41	8.64
2	30.31	8.26
3	30.21	7.91
4	30.15	8.30
5	30.09	8.71
6	30.00	9.29
7	29.97	9.43
8	29.92	9.74
9	30.53	9.62
10	30.71	9.73
11	30.67	9.59
12	30.59	9.31
13	30.41	8.64

ANALISI DELLE DISCONTINUITA' REALI

FRONTE C



MAPPA DELLE TRACCE DELLE DISCONTINUITA'

FRONTE C

DESCRIZIONE DEI BLOCCHI

BLOCCO 1

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.469
Fattore di sicurezza [-]	0.227
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	7.989
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	11.091
Distanza max dal fronte [m]	0.790

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	1.622
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-7.493	-4.170	1.270
2	-6.978	-5.423	3.596
3	-7.045	-4.158	3.791
4	-7.493	-4.170	1.270

Faccia 2

Area [m²]	0.587
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-7.926	-4.666	3.578
2	-7.045	-4.158	3.791
3	-6.978	-5.423	3.596
4	-7.926	-4.666	3.578

Program ROCK3D 32

Faccia 3

Area [m²] 1.456
Inclinazione [°] 74.08.
Immersione [°] 38.33.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-7.926	-4.666	3.578
2	-6.978	-5.423	3.596
3	-7.493	-4.170	1.270
4	-7.926	-4.666	3.578

BLOCCO 2

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³] 0.182
Fattore di sicurezza [-] 0.227
Tiro necessario per FS=1.0 [kN] 3.105
Tiro necessario per FS=1.3 [kN] 4.311
Distanza max dal fronte [m] 0.570

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²] 0.859
Inclinazione [°] 79.95.
Immersione [°] 265.39.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-6.601	-3.16.	-3.380
2	-6.227	-4.071	-1.687
3	-6.276	-3.151	-1.546
4	-6.601	-3.16.	-3.380

Program ROCK3D 32

Faccia 2

Area [m²] 0.280
Inclinazione [°] 12.37.
Immersione [°] 222.52.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-6.798	-3.452	-1.672
2	-6.276	-3.151	-1.546
3	-6.227	-4.071	-1.687
4	-6.547	-3.816	-1.693
5	-6.798	-3.452	-1.672

Faccia 3

Area [m²] 0.045
Inclinazione [°] 32.08.
Immersione [°] 59.74.
Scivolamento NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-6.943	-3.550	-1.563
2	-6.798	-3.452	-1.672
3	-6.547	-3.816	-1.693
4	-6.943	-3.550	-1.563

Faccia 4

Area [m²] 0.805
Inclinazione [°] 74.08.
Immersione [°] 38.33.
Scivolamento SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-6.943	-3.550	-1.563
2	-6.547	-3.816	-1.693
3	-6.227	-4.071	-1.687
4	-6.601	-3.16.	-3.380
5	-6.943	-3.550	-1.563

BLOCCO 3

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.060
Fattore di sicurezza [-]	0.227
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	1.027
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	1.426
Distanza max dal fronte [m]	0.105

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.014
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.407	-.321	-.615
2	-1.359	-.437	-.399
3	-1.366	-.320	-.381
4	-1.407	-.321	-.615

Faccia 2

Area [m²]	0.402
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.377	-.327	-.383
2	-1.372	-.427	-.399
3	-1.153	-.959	0.588
4	-1.187	-.322	0.686
5	-1.377	-.327	-.383

Faccia 3

Area [m²]	0.149
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.632	-.578	0.579
2	-1.187	-.322	0.686
3	-1.153	-.959	0.588
4	-1.632	-.578	0.579

Faccia 4

Area [m²]	0.001
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.377	-.327	-.383
2	-1.366	-.320	-.381
3	-1.359	-.437	-.399
4	-1.372	-.427	-.399
5	-1.377	-.327	-.383

Faccia 5

Area [m²]	0.373
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-1.632	-.578	0.579
2	-1.153	-.959	0.588
3	-1.372	-.427	-.399
4	-1.359	-.437	-.399
5	-1.407	-.321	-.615
6	-1.632	-.578	0.579

BLOCCO 4

Program ROCK3D 32

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m ³]	0.377
Fattore di sicurezza [-]	0.227
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	6.433
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	8.931
Distanza max dal fronte [m]	1.131

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m ²]	1.404
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	4.546	3.026	1.639
2	5.025	1.860	3.803
3	4.962	3.036	3.984
4	4.546	3.026	1.639

Faccia 2

Area [m ²]	0.508
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	4.142	2.564	3.786
2	4.962	3.036	3.984
3	5.025	1.860	3.803
4	4.142	2.564	3.786

Faccia 3

Area [m ²]	1.260
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	4.142	2.564	3.786
2	5.025	1.860	3.803
3	4.546	3.026	1.639
4	4.142	2.564	3.786

BLOCCO 5

DATI RIASSUNTIVI DEL BLOCCO

Volume [m³]	0.160
Fattore di sicurezza [-]	0.227
Tiro necessario per FS=1.0 [kN]	2.730
Tiro necessario per FS=1.3 [kN]	3.790
Distanza max dal fronte [m]	1.052

DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE FACCE

Faccia 1

Area [m²]	0.792
Inclinazione [°]	79.95.
Immersione [°]	265.39.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	7.567	5.415	-3.984
2	7.926	4.539	-2.357
3	7.879	5.423	-2.221
4	7.567	5.415	-3.984

Faccia 2

Area [m²]	0.287
Inclinazione [°]	12.37.
Immersione [°]	222.52.
Scivolamento	NO

Program ROCK3D 32

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	7.263	5.068	-2.370
2	7.879	5.423	-2.221
3	7.926	4.539	-2.357
4	7.263	5.068	-2.370

Faccia 3

Area [m ²]	0.711
Inclinazione [°]	74.08.
Immersione [°]	38.33.
Scivolamento	SI

Vertici della faccia

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	7.263	5.068	-2.370
2	7.926	4.539	-2.357
3	7.567	5.415	-3.984
4	7.263	5.068	-2.370

CONCLUSIONI

Su incarico dei Sig.ri Masciali Pasqualina e Masciali Vincenzo è stato eseguito uno studio geologico con indagini geognostiche per la riqualificazione ed il riuso della cava ubicata in contrada Magnone sulla S.P. per Ruffano nel Comune di Specchia.

La topografia risulta variabile con quote topografiche che oscillano da 83 sul fondo cava a 135 metri s.l.m. sul punto posizionato ad Ovest dell'area di cava

Dal rilevamento geologico di superficie è emerso che nell'area in esame affiorano nella parte ad ovest-sudovest calcari bioclastici, bianchi o grigiastri di norma sub-cristallini e tenaci, a luoghi laminari, nei quali si intercalano calcari dolomitici e dolomie grigio scure e nocciola; nella parte ad est affiorano le calcareniti di colore grigio chiare, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati.

Il contatto calcareniti/calcari è segnato da un piano di faglia dove si rinviene della terra rossa. ***Si tratta di un emergenza geologica di interesse paesaggistico da essere tutelata e salvaguardata.***

Idrogeologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di una falda profonda localizzata nei calcari cretacei ad una profondità maggiore di 100 metri.

Tuttavia un'accurata campagna geognostica ha mirato sia alla caratterizzazione meccanica e sismica dell'area interessata dal progetto ed alla verifica della stabilità dei fronti di cava.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di due sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di 12 e 8 metri, di analisi di

laboratorio su 5 campioni, di n. 2 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica, di due profili sismici passivi ed un profilo sismico a rifrazione.

Dall'indagine sismica passiva sono risultati valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, pertanto il suolo di fondazione rientra nella **categoria A** caratterizzata da ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi.

I sondaggi elettrici hanno permesso di rilevare valori di resistività variabili da 100 a 2000 Ω m, in particolare nei primi metri si registrano resistività basse da attribuire a materiale di scadenti caratteristiche geotecniche; nella parte inferiore si riscontrano valori crescenti di resistività, è presente il litotipo "calcare", fratturato nella parte più superficiale e con grado di fratturazione che diminuisce con l'aumentare della profondità.

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono stati eseguiti sull'area interessata dalle opere civili ed hanno consentito di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati 5 campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio per i risultati si rimanda ai certificati allegati.

Il profilo sismico è stato eseguito sull'area interessata dalle opere civili ed ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno di riporto e della biocalcarenite che presenta velocità di 1300 m/sec segue un calcare fratturato con velocità pari a 2400 m/sec.

I parametri geotecnici dedotti dall'indagine geognostica sono risultati i seguenti:

Strato	V _p (m/sec)	V _s (m/sec)	R.Q.D. %	E (Kg/cmq)	P	γ (gr/cmc)
1	1300	-	-	-	-	-
2	2400	1000	53	133.000	0.35	2.3

V_p = vel. longit.; V_s = vel trasv.; R.Q.D. = qualità della roccia; E = modulo di elasticità; P = modulo di Poisson; γ = peso per unità di volume

In base al valore dell'indice RMR, l'ammasso roccioso presente nell'area investigata ricade nella **classe III**, ossia discreta, alla quale corrisponde un valore di coesione di 10 t/mq e un angolo di attrito di 33°.

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli strati limite, per tener conto di eventuali indeterminazione, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, che risultano pertanto pari a:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ _m	
	M1	M2
Tan φ'	33	27
C'	10	8
γ	2.3	2.3

tan φ' = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cmq).

Per il calcolo della capacità portante è stata utilizzata la metodologia di Brinch-Hansen, considerando fondazioni isolate, il carico ammissibile è risultato essere di 5.9 kg/cmq con B di 1.0 metro

Lo studio geostrutturale e geomeccanico è stato effettuato sui fronti di cava attraverso l'utilizzo del software "ROCK3D". Lo studio consiste nel catalogare le discontinuità degli ammassi rocciosi ricadenti all'interno di una finestra individuata sul versante e nell'individuare la loro disposizione nello spazio e la loro frequenza e persistenza.

L'approccio di studio consiste nella determinazione del massimo cuneo rimovibile che può formarsi a partire da una coppia di famiglie di discontinuità.

In totale sono stati analizzati tre fronti (A, B e C), dai quali sono risultati instabili vari blocchi.

Per il dimensionamento delle opere di contenimento dei massi pericolanti si rimanda alla relazione tecnica "Progetto per il consolidamento della cava di Specchia attraverso il sistema del soil nailing".

Ruffano, giugno 2015



Dott. Geol. Marcello DE DONATIS