# STUDIO DI GEOLOGIA

***Dott. Alberto Cattani (338- 2875555)***
**VIA CAVOUR 29/31**
**54033 CARRARA (MS)**
**Tel e Fax 0585 280602**
**E.mail: studio.catt@gmail.com**
**PEC studiocattani@epap.sicurezzapostale.it**
P.IVA 01255240457


# RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDROGRAFICHE, PAESAGGISTICHE E AMBIENTALI

## CAVA DI MARMO **"CATTANI-LISCIATA"**

## *COMUNE DI FIVIZZANO (MS)*

BACINO MARMIFERO "EQUI TERME- SIGLIOLA"

DITTA: **ESCAVAZIONE LA GIOIA SRL**

Carrara ottobre 2020 Geol. Dott. Alberto Cattani

# 1. PREMESSA

La cava di marmo denominata “CATTANI-LISCIATA” è situata nel bacino marmifero di Equi Terme, nel Comune di Fivizzano provincia di Massa-Carrara.

La cava è situata in " zona adibita ad attività estrattiva" ed in “AREA CONTIGUA” o “area di cava” del Parco Regionale delle Alpi Apuane e viene coltivata a cielo aperto su gradini multipli .

Essa è ben collegata alla viabilità principale, rappresentata dalla strada carrozzabile Equi-Monzone, mediante una strada di arroccamento che risale il versante, parallelamente al corso del Torrente Solco, con larghezza media di 5 metri e pendenze medie del 10% , per aumentare a valori del 20% nell’ultima parte di accesso alla cava.

La strada è asfaltata nella parte settentrionale inferiore e poi diventa sterrata.

Rampe di collegamento sterrate uniscono poi la strada coi i cantieri di lavorazione.

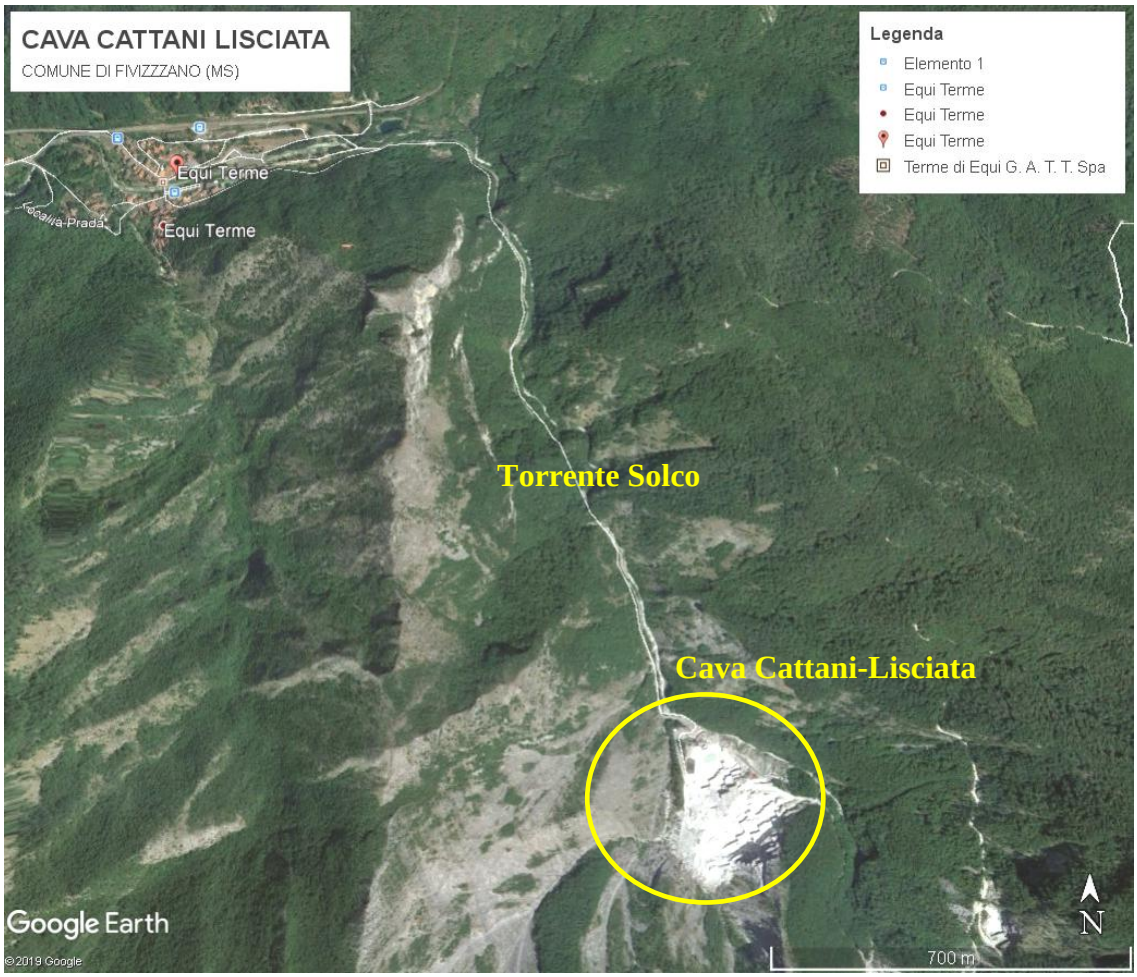
Le infrastrutture sopra citate sono evidenziate sulle tavole 1 e 2 allegate e sulle fotografie.

# 2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E CATASTALE

Il complesso estrattivo in oggetto è individuabile sulla tavoletta III NE "Monte Sagro" a scala 1:25000 del F.97 dell'IGM ed è situato nel Comune di Fivizzano.

Catastalmente il complesso estrattivo è identificabile ai mappali nn° 46, 47, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84 e 91 per intero e 48, 49, 74, 89 in parte del Foglio 162 del Comune di Fivizzano (MS).

Le coordinate ricavate dal programma Google Earth sono:44°09’17.32” N e 10°10’ 15.32” E




Visibile la cava il paese di Equi Terme e la strada di collegamento, che corre quasi in modo parallelo al corso del Torrente Solco

## VINCOLISTICA VIGENTE

Nell'area apuana, è stato istituito il Parco Regionale delle Apuane. Con la L.R. 11 agosto 1997, n. 65 il territorio del Parco è stato classificato in tre diverse tipologie territoriali:

- *Aree Parco*
- *Aree Contigue*
- *Aree contigue (Zone di Cava)*

Le aree estrattive incluse all'interno dei confini del Parco fanno parte dell'area contigua o area di cava.

La cava Cattani Lisciata è inserita nell'area contigua del Parco delle Apuane (Area di cava), per cui soggetta alla realizzazione dello studio di V.I.A, secondo la legge 79/98.

I dati relativi ai vincoli esistenti nell'area sono stati estratti dal Geoscopio della Regione Toscana, , ai sensi del DLGS 42/2004 art.142

La parte orientale dell'area di cava rientra nel vincolo Lett. c) I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua, come è visibile sulla Fig. 1 sottostante.

Sulla Fig. 2 e 3 è evidente che la zona di escavazione della cava non è interessata da vincoli quali "I circhi glaciali" (Lett. e) , "I territori coperti da foreste e boschi" (lett. g), "Le zone di interesse archeologico" (lett. m)

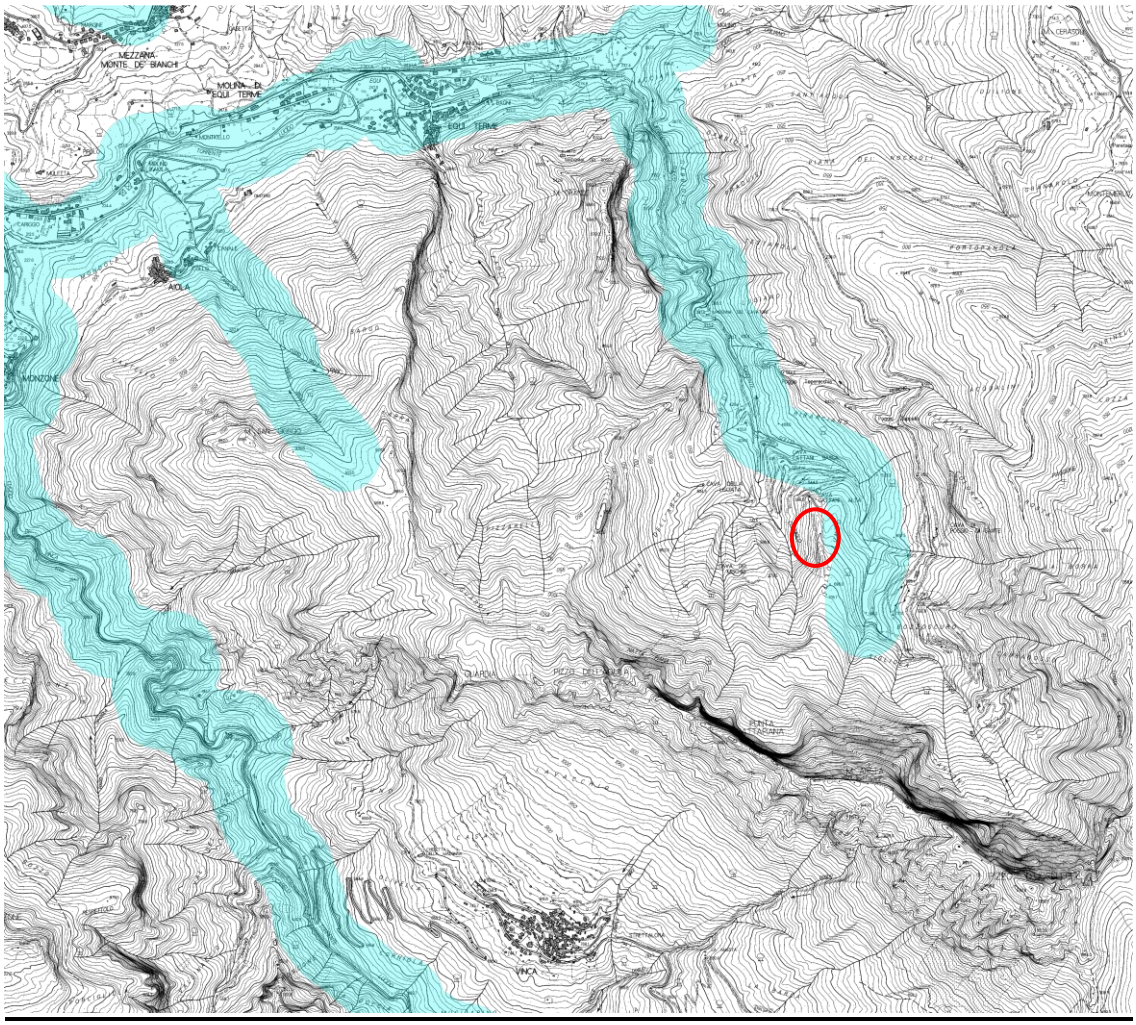



FIG. 1 AREE TUTELATE PER LEGGE (D.L.gs 42/2004, ART.142)

Lett. c) I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua

Cava Cattani Lisciata

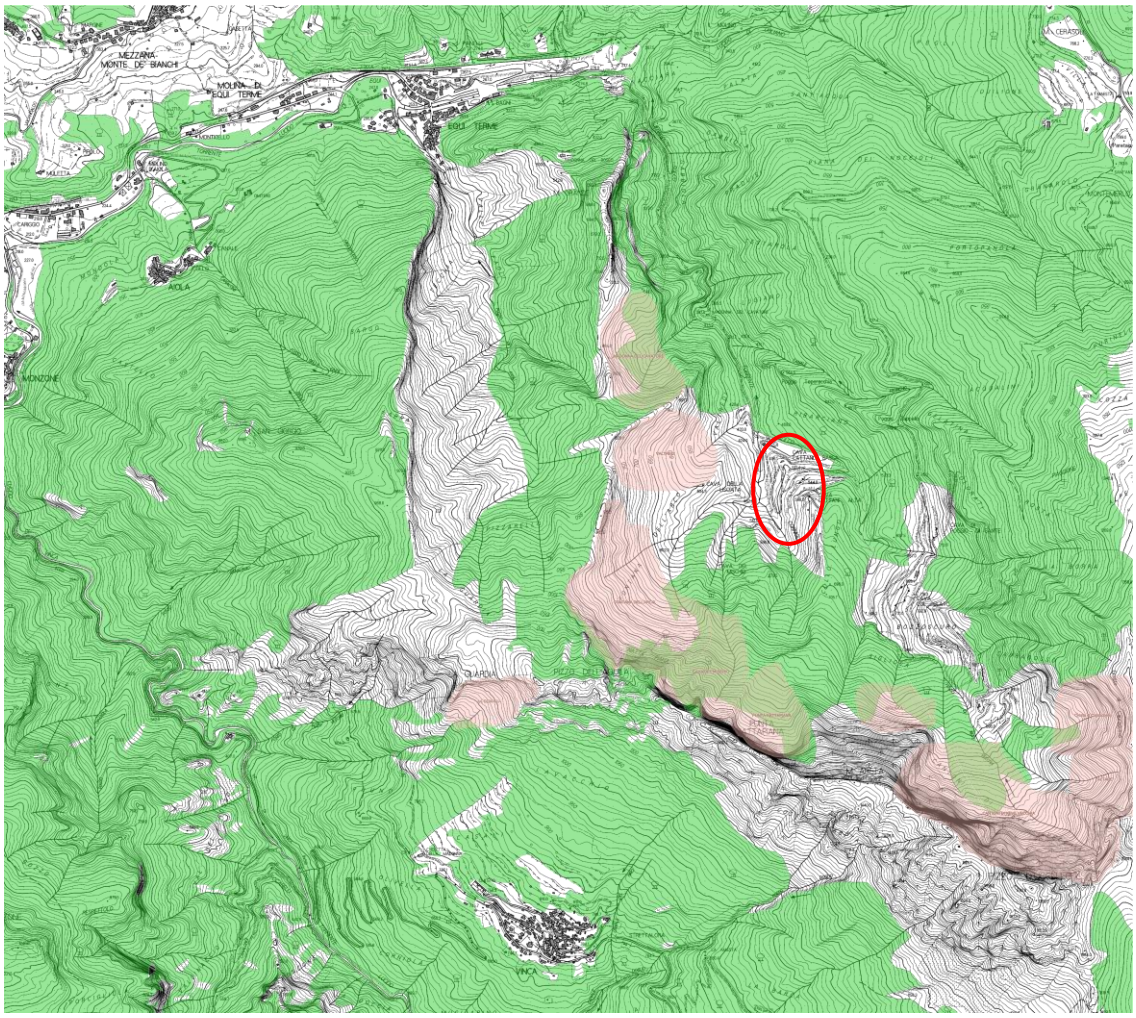



Fig. 2 . AREE TUTELATE PER LEGGE (D.L.gs 42/2004, ART.142)

Lett. g) I territori coperti da foreste e boschi

Lett. e) I circhi glaciali

Cava Cattani Lisciata

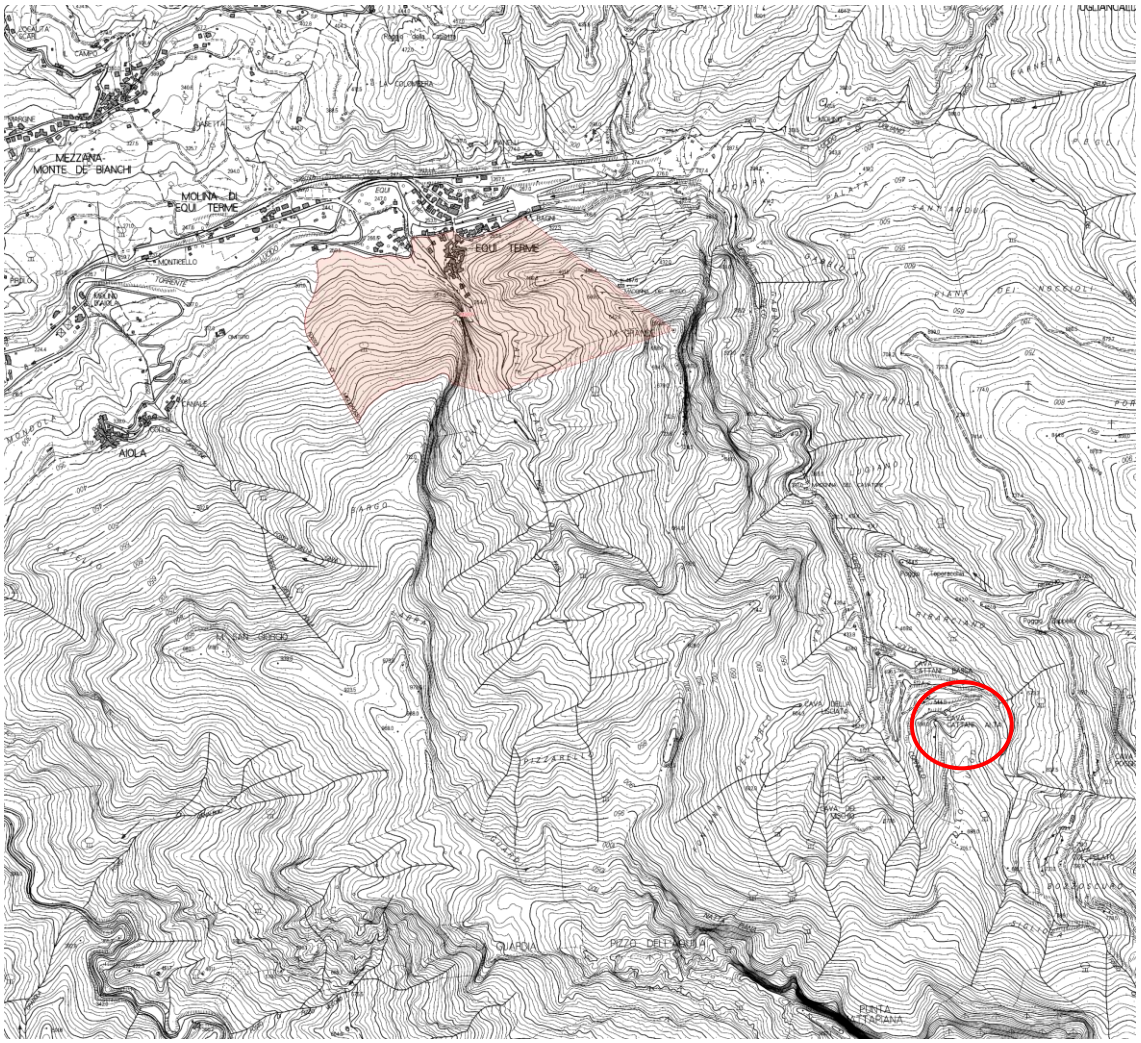



Fig. 3 . AREE TUTELATE PER LEGGE (D.L.gs 42/2004, ART.142)

Lett. m) "Le zone di interesse archeologico"

Cava Cattani Lisciata

## 3.CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E PAESAGGISTICHE

La cava è situata alla quota media di 520 metri, in una valle a forma di anfiteatro, aperta a settentrione mediante una gola stretta e ripida, costituita dal Solco di Equi.

La morfologia dell'area è quella tipica degli affioramenti marmiferi, caratterizzata da forme aspre e dirupi soprattutto nelle parti medie e sommitali dei rilievi.

Nelle zone al piede della cava si ha una morfologia più dolce e regolare, per la presenza di una copertura detritica, costituita dal ravaneto della cava e da piccole aree con depositi morenici, che rendono più dolce la morfologia della valle.

La zona è delimitata nella parte orientale, meridionale e occidentale da una serie continua di rilievi e creste che dalla cresta dei Zappelli arriva al Poggio di Baldozzana di quota 1250 metri slm; poi prosegue con la cresta di Capradosso di quota 1465 metri slm fino ai Cantoni di Neve Vecchia di quota 1590 metri slm. Si ricollega quindi con il Pizzo d'Uccello, che con i suoi 1781 metri di altitudine è la cima più elevata della zona; procedendo poi in direzione NW si giunge al la P.za Nattapiana di quota 1288 m. dove la cresta degrada verso nord, fino al M. Grande (695 m).

Il tratto morfologico principale dell'area di indagine è costituito dalla valle situata tra i rilievi sopraccitati, la quale presenta pendenze elevate nella parte superiore del versante, con presenza di pareti quasi verticali, a forma concava.

Nella parte media del versante si ha una diminuzione delle pendenze a valori inferiori ai 40°

Il complesso estrattivo è situato nella parte centrale della valle in oggetto, lungo un dosso che ha direzione N-S.

La parte di versante sottostante la cava risulta essere meno acclive, con valori tra 15 e 20°, coperto dal materiale di risulta dell'attività estrattiva svolta in passato nei cantieri di cava

La scarsa presenza di suolo e di vegetazione sull'affioramento marmifero hanno permesso agli agenti esogeni di erodere con maggior facilità le rocce

carbonatiche affioranti, interessate anche da numerose fratture, che hanno consentito un intenso modellamento, rendendo aspra la morfologia locale.

Con l'istaurarsi di una erosione fluviale, la valle è stata profondamente scavata assumendo la tipica morfologia a V delle valli fluviali.

Nelle parti settentrionali l'incisione è stata così intensa che il torrente ha scavato una stretta e suggestiva gola tra due ripide pareti rocciose (Solco di Equi).

Foto 1 Cava Cattani Lisciata con i rilievi che la sovrastano.
In basso è visibile il Torrente Solco e la strada di accesso che corre parallela.

# 3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE

Come riportato anche sulla documentazione PABE il pacco di rocce carbonatiche sottostante l'anticlinale di Vinca forma un acquifero molto importante che drena le acque verso la valle di Equi.

Le acque superficiali vengono drenate dal sistema di canali che si dipartono dal versante nord dello spartiacque principale, ma non hanno grande influenza con le attività della cava Cattani Lisciata, essendo una cava di mezza costa posta a quote più elevate dei compluvi naturali.

La fratturazione della roccia può comunque costituire una via di drenaggio delle acque meteoriche e di lavorazione. L' assenza comunque di cavità assorbenti e la corretta regimazione delle acque adottata dall'azienda sono sufficientemente cautelative ad evitare interferenze, sicuramente con le acque superficiali e con molta probabilità con le acque sotterranee.

La società ha nelle proprie procedure controlli della qualità delle acque superficiali che scorrono a valle della zona di lavoro che non hanno, dai dati forniti, mostrato tracce di sostanze inquinanti.

Il Bacino imbrifero oggetto di studio non è molto esteso.

L'asse dell'impluvio che segna il bacino in fondovalle s'immerge in direzione N, NW ed esattamente dal Pizzo d'Uccello di quota 1781 metri slm, fino al Solco d'Equi, per una lunghezza, in linea d'aria, di circa 3500 metri.

Si tratta di un bacino imbrifero la cui superficie totale è di circa 530 ettari, con scarpate discontinue, frastagliate, molto acclivi, che generano un reticolo idrografico molto ramificato e fitto, che consente un flusso torrentizio rapido delle acque meteoriche che confluiscono tutte nel Torrente Solco di Equi.

Le caratteristiche morfologiche della zona in esame trovano nella geologia, oltre che nelle azioni della dinamica esogena, uno dei più importanti fattori esplicativi e risultano strettamente interdipendenti per quanto attiene la situazione idrologica del bacino imbrifero e ne condizionano la genesi, il flusso superficiale e sotterraneo della corrispondente rete idrica.

La sorgente termale che sgorga nel paese di Equi Terme, con acque calde e sulfuree, ha un bacino di ricarica profondo, che non ha interferenze con il bacino del Torrente Solco.

Per quanto concerne l'idrografia superficiale non sussistono problemi con la coltivazione della cava, data l'assenza di un reticolo idrografico superficiale che potrebbe essere alterato dalle coltivazioni, visto che la cava Cattani-Lisciata è situata in una zona con morfologia a displuvio e a quote superiori dei Canali della Lisciata e del Torrente Solco.

Modestissimi stillicidi di acqua sono presenti sulle scarpate di monte, visibili intorno alla cava, là dove la forte acclività delle scarpate determina la scaturigine di rivoli d'acqua, dopo forti e persistenti precipitazioni atmosferiche: tuttavia i rivoli d'acqua risultano di brevissima durata, chiaramente legati a processi di scorrimento superficiale, capillare.

L'orografia dell'intera zona risulta molto pronunciata e le forti pendenze delle scarpate del versante determinano un rapido scorrimento superficiale dell'acqua meteorica fino alla valle del Solco d'Equi e solo una parte riesce a penetrare nelle fratture della formazione marmifera .

Sotto il profilo della permeabilità si possono distinguere le seguenti classi:

- permeabilità in grande per porosità (detriti di cava "ravaneti", depositi morenici, suolo);
- permeabilità per fratturazione dei complessi non carbonatici,
- permeabilità per fratturazione dei complessi carbonatici
- permeabilità per fratturazione e/o carsismo dei complessi carbonatici

La situazione dell'area è indicata sulla tavola delle permeabilità allegata

(Fig. 4 e tav. 5).

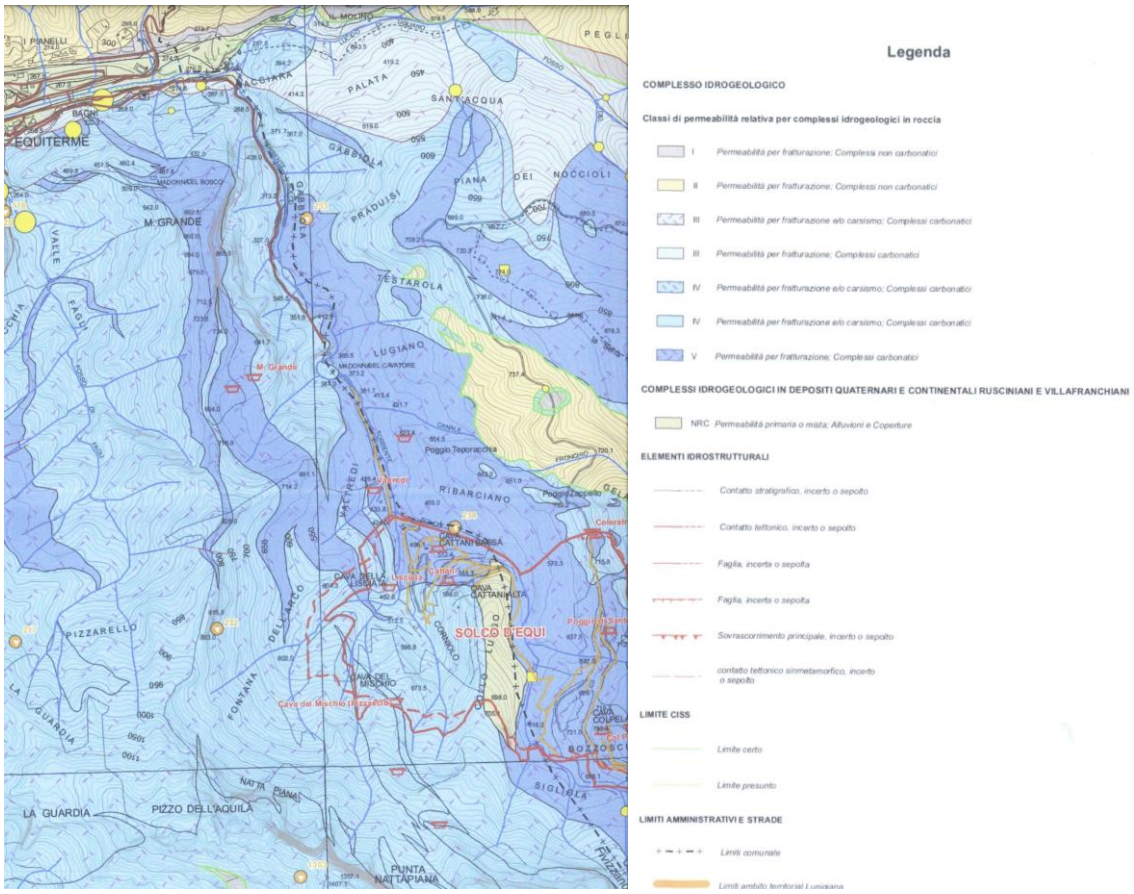



**Fig. 4 Carta delle permeabilità indicativa**

L'affioramento marmifero ha subito tettonizzazioni, per cui è più o meno fratturato, con fratture quasi sempre aperte, che facilitano la circolazione idrica, coadiuvata anche da processi di carsismo.

Nei marmi si ha una doppia circolazione, l'una connessa con le macro-fessurazioni, l'altra legata alla rete di microfessurazioni che riduce la velocità di scorrimento.

La capacità assorbente dei marmi è valutabile intorno al 40% delle precipitazioni, ma dipende dalla disposizione giaciturale delle fratture.

I ravaneti, che ricoprono in parte i versanti, hanno un coefficiente di assorbimento di gran lunga superiore; i depositi morenici presenti in loco, hanno un coefficiente di assorbimento buono, ma inferiore a quello dei ravaneti. Per questi motivi nelle immediate vicinanze della cava non sono presenti sorgenti perenni.

Dopo piogge intense si possono formare venute d'acqua al piede dei ravaneti e degli accumuli morenici con durata limitata ad alcuni giorni.

I giunti prevalenti dell'ammasso marmoreo sono le fratture K1 , con piani a immersione da 330° a 360°, ed inclinazione dai 35° ai 65° e la sottofamiglia indicata come K1-1, che ha la stessa immersione, ma con inclinazione che si riduce a valori di 30-45°. Tali fratture nella zona della cava hanno immersione a franapoggio, per cui le acque che scorrono lungo di esse, tendono ad uscire a giorno lungo il versante, dove queste emergono, per cui non entrano in profondità ma vanno ad alimentare la rete idrica superficiale.

Nella foto sottostante è visibile una delle tante fuoriuscite di acqua da alcune delle citate fratture.

**Cava Cattani Lisciata.** Visibili gli scorrimenti idrici lungo il versante, con fuoriuscita dalle fratture K1 e K1-1

## MONITORAGGIO DELLE SORGENTI ESEGUITO CON TRACCIANTI

La cava è posta su un dosso delimitato alla sua base dal Torrente Solco e dal Canale della Lisciata, che drenano le acque del versante.

Per valutare se esistevano collegamenti tra la cava e le sorgenti circostanti, dopo avere escluso le sorgenti situate a quote superiori rispetto alla cava, le sorgenti di acqua, calda perché queste acque sono di provenienza profonda, come è dimostrato dalle sue alte temperature, è stata realizzato il monitoraggio della sorgente della "Buca di Equi Terme" attraverso l'immissione di "traccianti" , quali le spore di Lycopodium clavatum L.,, che sono state colorate di blù.

Le immissioni e successive osservazioni sono state effettuate dal Dott. Agronomo Alberto Dazzi e Dott. Geol. Chiara Taponecco.

La prima immissione è stata effettuata in data 13 settembre 2005 nelle zone di lavorazione della cava Cattani- Lisciata, in una frattura aperta della cava; in seguito è stata effettuata una seconda immissione in data 20 settembre 2005, per rendere il più possibile attendibile la prova.

Sono stati poi prelevati vari campioni alla sorgente sotto monitoraggio, nelle date 13- 14 –16 – 20 – 21- 23 – 28 settembre, per verificare la presenza di spore.

Dai risultati delle analisi di laboratorio è emerso che è stato possibile evidenziare l'assenza di spore di Lycopodium clavatum L.nei vari campioni prelevati e analizzati, per cui è da escludere la connessione idraulica tra la cava Cattani Lisciata e la sorgente "Buca di Equi".

Questo conferma che tale sorgente ha una zona di ricarica completamente differente da quella del bacino del Torrente Solco.

Le sorgenti di Equi sono due gruppi di emergenze perenni situate nel Fosso Fagli, poco a monte dell'abitato di Equi Terme (Massa Carrara). La sorgente principale si trova nei pressi dell'ingresso della Buca di Equi mentre l'altra è situata a quota appena superiore ed è conosciuta come Barrila. In occasione

di abbondanti precipitazioni la portata supera i 15 $m^3/s$, mentre la portata media è tra i 600 e 800 l/s.

Studi recenti, eseguiti da *Commissione Scientifica, Federazione Speleologica Toscana; e Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira, 4 -50121 Firenze. Società Speleologica Italiana,* con monitoraggio delle sorgenti di Equi e immissioni di traccianti in acque sotterrane, confermano che le sorgenti di Equi hanno zone di ricarica lontane, nella zona di Orto di Donna, come indicato sulla planimetria allegata.

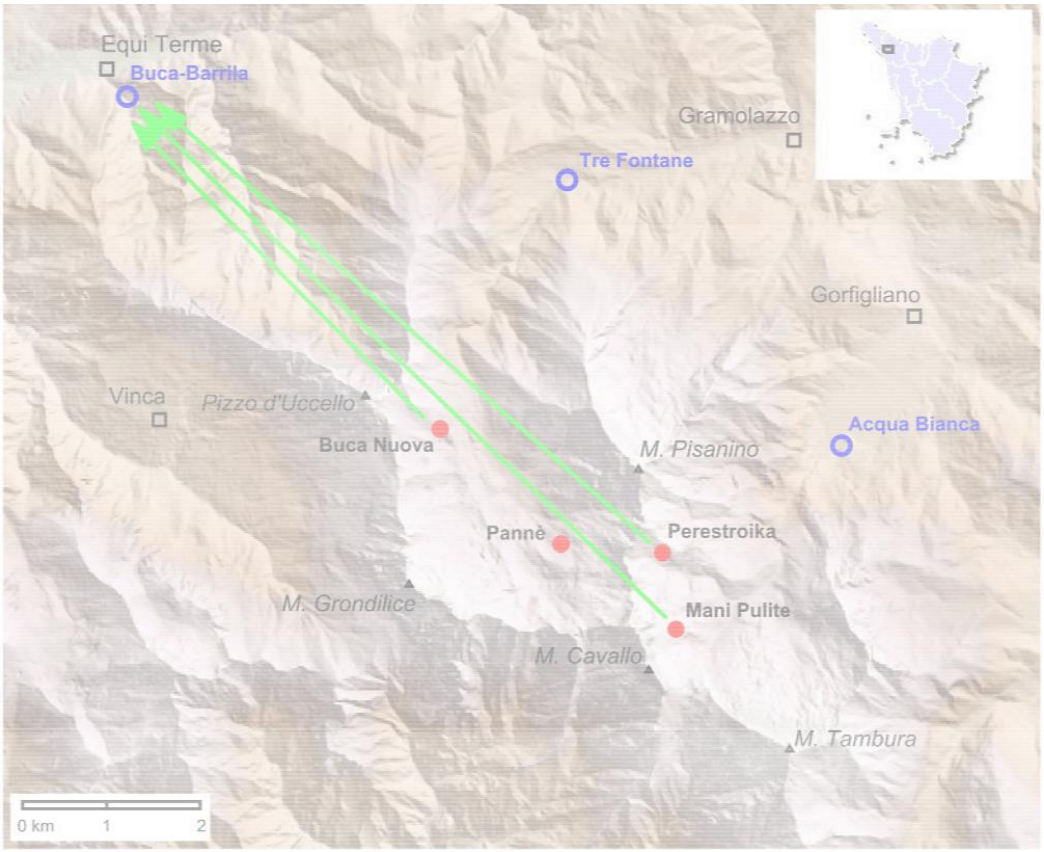



**Fig. 5 Principali direttrici di deflusso sotterraneo**

Pertanto le acque che penetrano nelle fratture nella zona della cava Cattani Lisciata , vengono a giorno lungo l'alveo del Torrente Solco e del Canale della Lisciata, andando ad alimentare tali linee d'acqua superficiali.

## 5. GEOLOGIA E TETTONICA

GEOLOGIA E MINERALOGIA

Nell'area in esame affiorano formazioni metamorfiche, che fanno parte dell'Autoctono Apuano, che ricopre estesamente le Alpi Apuane.

Questi litotipi rappresentano la copertura carbonatica che ricopre lo zoccolo scistoso cristallino, del quale ha seguito in buona parte l'evoluzione tettonica, con stile di rivestimento

Le formazioni autoctone che affiorano estesamente nella zona sono rappresentate, geologicamente dal basso verso l'alto da : "Dolomie e calcari dolomitici", da "Marmi dolomitici" , "Marmi a Megalodonti", "calcari saccaroidi o marmi", "calcari con liste e noduli di selce" e da "diaspri".

- **DOLOMIE E CALCARI DOLOMITICI "GREZZONI"** (gr).

E' un complesso di calcari dolomitici e dolomie di colore variabile dal grigio chiaro allo scuro fino al nero, con superfici ruvide e con discreta fessurazione; la stratificazione non sempre distinguibile, con strati di spessore da 1 a 4 metri.
Sulla base dei resti fossili rinvenuti, questa formazione è attribuibile alla fine del Trias (Norico-Retico).
Affiora nella parte meridionale della zona di cava, lungo la criniera costituita dalla Punta Nattapiana, dal Pizzo D'Uccello e nella località Cantoni di Neve Vecchia, con strati a direzione prevalente NW, immersione SW ed inclinazione variabile dai 60 agli 80°.
Il passaggio alla sovrastante formazione dei marmi in molte parti non è netto, si ha il passaggio a marmi dolomitici

- **MARMI DOLOMITICI**

  sono rappresentati da alternanze di dolomie di colore grigio chiaro e rosate e marmi dolomitici, che sono situati tra i "grezzoni" e i marmi**.** Nella massa Sono frequenti alghe, gasteropodi, brachiopodi e lamellibranchi.

- **MARMI A MEGALODONTI**

  sono costituiti da lenti formate i da marmi saccaroidi massicci o grossolanamente stratificati con muscovite e clorite lungo i giunti di strato.
  Frequenti molluschi, brachiopodi e lumachelle a Megalodonti

- **MARMI o CALCARI SACCAROIDI (m)**

E' l'affioramento in cui è aperta la cava ed è rappresentata da un calcare cristallino a grana variabile da minuta a grossolana, generalmente molto puro e di colore bianco ceruleo, a volte solcato da venature grigie e nere dovute alla presenza di pirite microcristallina, altre volte con macchie di altri colori, dovute alla presenza di minerali accessori.

La formazione è riferibile a depositi chimico organogeni in ambiente di acque agitate, basse, con vita organica attiva. I calcari puri, a causa del metamorfismo hanno subito un aumento della grana e si sono trasformati in marmi bianchi, mentre i calcari che contenevano impurità (pirite, argille, ecc...), si sono trasformati in bardiglio, cipollino.

Il contenuto medio di Mg in sostituzione solida nella Calcite indica che la temperatura raggiunta durante il metamorfismo è stata di 300-400°C per una pressione di 3-4 Kb, corrispondenti alla "facies degli scisti verdi" (Crisci, Leoni, Sbrana; 1975).

All'interno dei Marmi sono stati riconosciuti diversi litotipi, alcuni derivano direttamente, attraverso deformazioni tettonico-metamorfiche, dalle litologie sedimentarie originarie, altri sono strettamente legati ad interdigitazioni duttili del marmo con altre formazioni litologiche, connesse con processi traspositivi.

Per quanto riguarda i litotipi di origine sedimentaria, quali "Statuario", "Marmo Venato", “Ordinario” e "Bardiglio", sono presenti in tutte le Alpi Apuane.

Nel complesso estrattivo viene coltivata la qualità indicata come “Marmo Venato” e "Marmo bianco ordinario" .

Il "verso di macchia", che rappresenta la scistosità primaria, è indicato dalle bande di differente tono di grigio determinate dalla presenza di Pirite microcristallina ed è orientato prevalentemente con direzione NNW, immersione a WSW con inclinazione media di 55°.

- **CALCARI STRATIFICATI A LISTE DI SELCE (cs)**

affiorano nella parte occidentale e nella parte settentrionale dell'area di cava, lungo la valle del Torrente Solco .

Sono costituiti da calcari con liste di selce, metamorfosati, di colore grigio, a frattura scheggiosa e ruvida al tatto. Gli strati sono di potenza variabile, spesso alternati con strati più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure con tracce di Pirite e Ammoniti piritizzate o limonitizzate.

Il passaggio tra questo termine e il marmo localmente è netto.
In loco affiorano con strati a direzione NNW, immersione a WSW e inclinazione di 50° , come visibile sull'allegato 6 (Carta geologica ) .

- **DIASPRI**

Formazione costituita da metaradiolariti di colore variabile dal rosso al verdastro; si presentano sottilmente stratificati con interstrati di filladi quarzitiche

A copertura delle formazioni autoctone sopra indicate vi sono:

- **DEPOSITI MORENICI (mo)**

sono costituiti dai depositi lasciati in loco dai ghiacciai che si erano instaurati lungo il versante Nord del Pizzo D'Uccello durante l'era Quaternaria. Sono costituiti da una componente limosa dominante che ingloba elementi litoidi di medie dimensioni appartenenti al substrato presente sia sul fondovalle che sui fianchi della valle. I depositi morenici hanno subito un rimaneggiamento a seguito dell'instaurarsi della morfologia tipicamente fluviale post-quaternaria. In loco sono presenti solo piccoli affioramenti localizzati nelle parti superiori della cava.

- **DETRITI DI CAVA "Ravaneti" (d)**

Sono rappresentati dai detriti ottenuti dalla lavorazione delle cave della zona, che sono accumulati lungo i versanti e in corrispondenza del fondovalle.

Come riportato anche nella documentazione PABE, l'interpretazione strutturale corrente della zona prevede che il marmo della cava Lisciata Cattani sia il fianco rovesciato di un'antiforme minore coricata verso NE della Anticlinale del Pizzo d'Uccello a nucleo di Grezzoni, geometricamente sottostante le Sinclinale del Pizzo D'Uccello, strutture minori comprese tra l'Anticlinale di Vinca e la Sinclinale di Orto di Donna. La copertura carbonatica ha seguito concordemente lo stile tettonico dello zoccolo.

La prima fase deformativa ha inciso maggiormente la massa e ha determinato una scistosità primaria assimilabile alla stratificazione (verso di macchia), che rappresenta l'elemento costante della osservazione giaciturale del marmo.

Le Alpi Apuane sono state interessate da una intensa deformazione compressiva che ha provocato il corrugamento della serie sedimentaria; la deformazione si è svolta sotto il carico delle unità sovrastanti (Falda toscana) e con gradiente geotermico anomalo, tale da far subire alle rocce un metamorfismo, che ha conferito anche una notevole plasticità ai litotipi e una tessitura fluidale ben riconoscibile soprattutto in alcune varietà di marmi. Le deformazioni si sono avute in un lungo intervallo di tempo e in più fasi; nella prima fase compressiva l'Autoctono è stato deformato in pieghe isoclinali e si sono originate le superfici di scistosità, che nella maggior parte dei casi corrispondono al "verso di macchia", quasi sempre ben evidente nelle cave di marmo. Nella zona in oggetto si ha una anticlinale con a nucleo i marmi, con asse a direzione NNW-SSE (anticlinale della Serra).

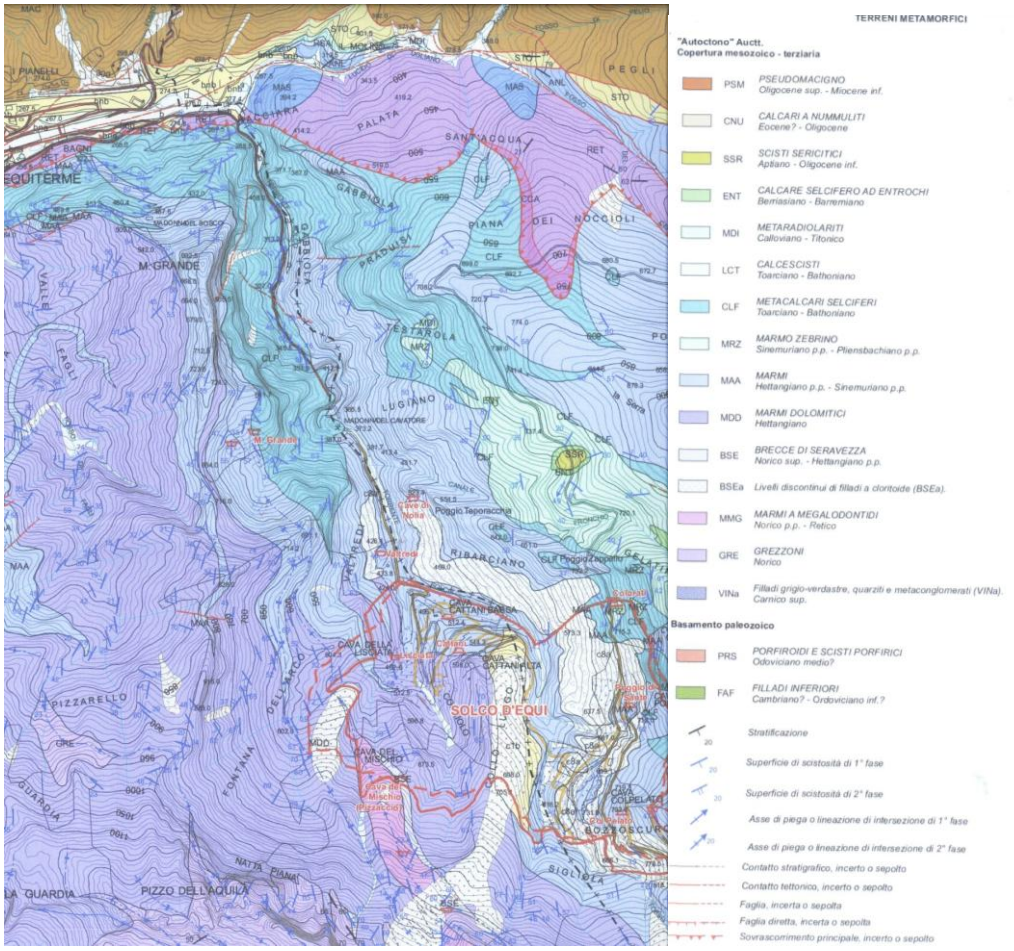



**Fig. 6 Carta geologica indicativa**

## 6. GIACIMENTOLOGIA

L'area in cui sono aperti i cantieri estrattivi, denominati "Cattani Bassa", "Cattani Alta" è compresa tra l'impluvio del Torrente Solco ad Est e Nord e quelli dei tre rami del Fosso di Fontana Fredda ad Ovest..

Con la strada di arroccamento si arriva al piazzale situato a quota 504 metri circa, largo 50 e lungo 100 m, nella parte orientale del quale sono posizionate le infrastrutture della cava rappresentate da box prefabbricati adibiti a mensa, spogliatoio e ricovero attrezzi.

A settentrione di tale piazzale vi è il piano di quota 515 m, lungo quasi 150 e largo 20 metri, al quale si accede mediante una rampa situata nella parte orientale.

Il piazzale poi è delimitato a meridione dal ripiano posto alle quote 525 m, lungo 150 e largo 20 metri.

A meridione di questi piani vi sono i gradoni residui delle passate coltivazioni, posti alle quote 535, 544, 554, 563 ,574, 584, 594, 605, 609 ed infine 612 metri, nella parte più alta e meridionale della cava.

Nella parte inferiore e settentrionale vi è un piazzale a quota 461 m, delle dimensioni di circa 40x60 m, chiuso a valle, che viene utilizzato per la raccolta di tutte le acque della cava. L'acqua che arriva al piazzale subisce la decantazione e poi viene recuperata per l'utilizzo nella lavorazione.

Periodicamente la marmettola viene prelevata e conferita ad apposita ditta autorizzata.

Tutti i ripiani sono raggiungibili mediante le rampe costruite nella parte orientale dei piazzali, che collegano anche le parti più alte della cava.

Il marmo estratto in cava è il "Bianco venato", materiale di colore bianco perlaceo a granulometria media (300 µ) con presenza di venature e punteggiature grigie dovute alla presenza di pirite microcristallina.

Il verso di macchia, cioè la scistosità S1, ha mediamente direzione NNW con immersione WSW e inclinazione media di 55°.

*Tipologia di materiali per usi ornamentali:*

Le varietà merceologiche che vengono coltivate sono costituite da marmo venato di colore variabile dal bianco al grigio chiaro che passa verso ovest a

livelli più grigi, commercialmente venduto come venato Apuano, interessato da lenti di marmo bianco ordinario, che ha minor quantità di venature.

MARMO VENATO: marmo a grana media, di colore da bianco perlaceo a grigio chiaro con venature grigio chiare sottili, 0,5-8 mm, anche molto frequenti e diffuse, irregolari ed anastomizzate, predominanti nella massa di fondo.

MARMO GRIGIO VENATO: marmo con fondo di colore grigio chiaro o grigio scuro con venature di colore grigio chiare o bianche e presenza di concentrazioni dolomitiche spesso boudinate, che formano livelli con spessore anche importanti, 10-20 cm, che aumentano di spessore e frequenza verso il contatto con la sovrastante formazione dei Marmi Dolomitici.

**Foto dei gradoni e dei fronti di cava .**

Tutti i piazzali di cava sono delimitati dai fronti principali di coltivazione che hanno direzione media di 60° con immersione media 330° , indicati sulla carta delle fratture con la sigla F1.

Questi fronti sono verticali perché tagliati con filo e sono visibili sulle foto allegate; alcune volte i fronti citati hanno inclinazione di 60-70°, perché realizzati mediante la “spogliazione” delle fratture K1, nel caso che fuoriescano dal fronte.

I fronti secondari sono perpendicolari ai precedenti, con immersione media 240° e indicati con la sigla F2, hanno larghezza limitata a pochi metri e si realizzano quando viene abbattuta una bancata.

Gli abbattimenti delle bancate si realizzano esclusivamente lungo i fronti F1.

Sono state eseguite nuove misurazioni delle caratteristiche di giacitura delle superfici di discontinuità dell'ammasso roccioso lungo i fronti di nuova formazione, e sono state riutilizzate le misurazioni eseguite sia nell'anno 2006 che nel 2012, per quei fronti che non hanno subito coltivazioni e per quelli che oggi non sono visibili perché ricoperti di detrito..

Per i vari giunti sono state registrate l'inclinazione, l'immersione, l'apertura, il riempimento, la spaziatura, la presenza di acqua, la rugosità.

Una volta registrato tutti i dati sono state determinate, tramite analisi stereografica, le principali famiglie di fratture presenti nell'ammasso roccioso.

| Famiglia di discontinuità | Dir. gradi | Imm. gradi | Incl. gradi | JRC | ESTENSIONE % |
|---|---|---|---|---|---|
| **K1** | 60 | 330 | 60 | 10 | 100 |
| **K1-1** | 70 | 340 | 35 | 8 | 100 |
| **K2** | 320 | 230 | 60 | 8 | 70 |
| **K3** | 120 | 30 | 50 | 6 | 20 |
| **K4** | 10 | 100 | 40 | 6 | 20 |

- **Famiglia K1** . La famiglia descritta è formata da fratture planari che si ritrovano con maggior frequenza in cava, come è riscontrabile nella tavola della rappresentazione polare dei giunti, con piani a immersione da 330° a 360°, ed inclinazione dai 50° ai 65°. I giunti della famiglia K1 si presentano aperti ma quasi sempre privi di materiale di riempimento; l'indice di scabrosità (JRC) varia da valori da 8 a 12 , la loro estensione quasi sempre del 100%, la spaziatura s=l/n in media è superiore ai 5 metri.

**Famiglia K1-1**, è da considerare una sottofamiglia della precedente in quanto ha la stessa immersione della precedente ma l'inclinazione si riduce a valori di 30-45°. I giunti si presentano aperti ma privi di materiale di riempimento;

l'indice di scabrosità (JRC) varia da valori da 8 a 10 , la loro estensione è per la maggior parte delle volte del 100%.

Tale famiglia di giunti è formata da fratture denominate " peli del secondo" e sono quelle più evidenti in cava, anche se la distanza tra un piano di discontinuità e l'altro, in genere è superiore ai 5 metri, come è visibile sulle foto allegate.

- **Famiglia K2** è rappresentata dalle fratture con direzione WNW e immersione a 210-260°con inclinazione media da 50 a 60° .

Tali fratture in genere sono chiuse e sono interrotte da ponti di roccia, hanno JRC = 8 - 10 e l'estensione è variabile dal 50 al 80%.

La spaziatura in genere va dai 5 ai 10 metri, per cui le bancate di marmo si presentano con un alto grado di saldezza. I giunti indicati sono "fratture del verso" e seguono il verso di macchia del marmo.

- **Famiglia K3** , comprende le "fratture del contro" , perpendicolari a quelle del "verso". Hanno immersione variabile dai 20° ai 50° e l'inclinazione media 50°.

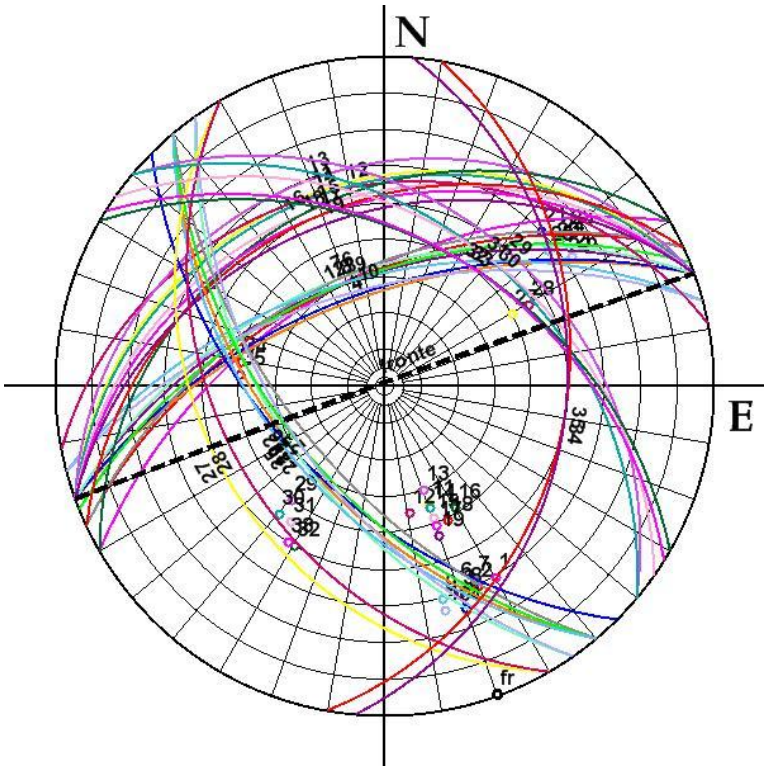
Sono fratture molto rare e sono evidenti solo in pochissimi fronti di cava.

hanno JRC = 6 - 8 e l'estensione è di pochi metri.

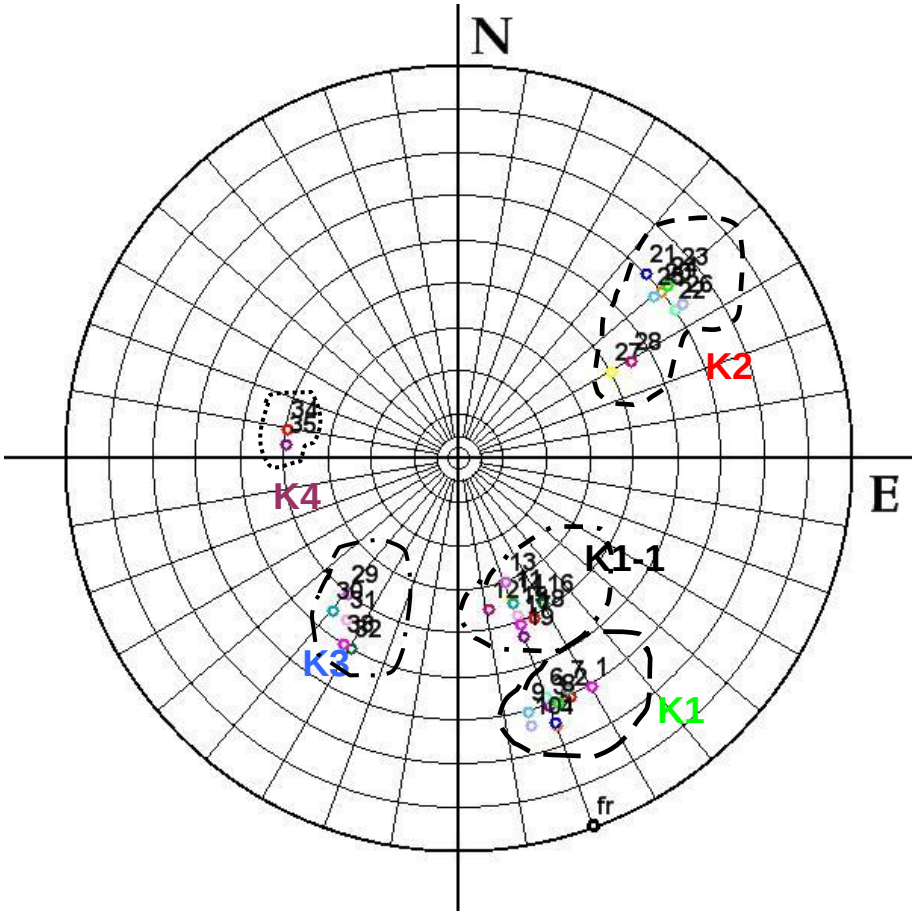
- **Famiglia K4 è** rappresentata da rarissime fratture con immersione media 100° e inclinazione varia da 40° a 70°, visibili solo sulla parte alta della cava. Esse hanno JRC = 6-8 e l'estensione è di pochi metri.

I giunti della cava, al momento dei rilievi sono asciutti .

E' stata elaborata la rappresentazione stereografica polare inferiore dei giunti della cava utilizzando il software IS GeoRocce della Omnia IS, che elabora i diagramma di Schmidt. con giaciture, poli e percentuale di densità. Di seguito si allegano gli stereogrammi ricavati dal rilievo delle fratture, con indicazione delle famiglie di giunti rilevate .

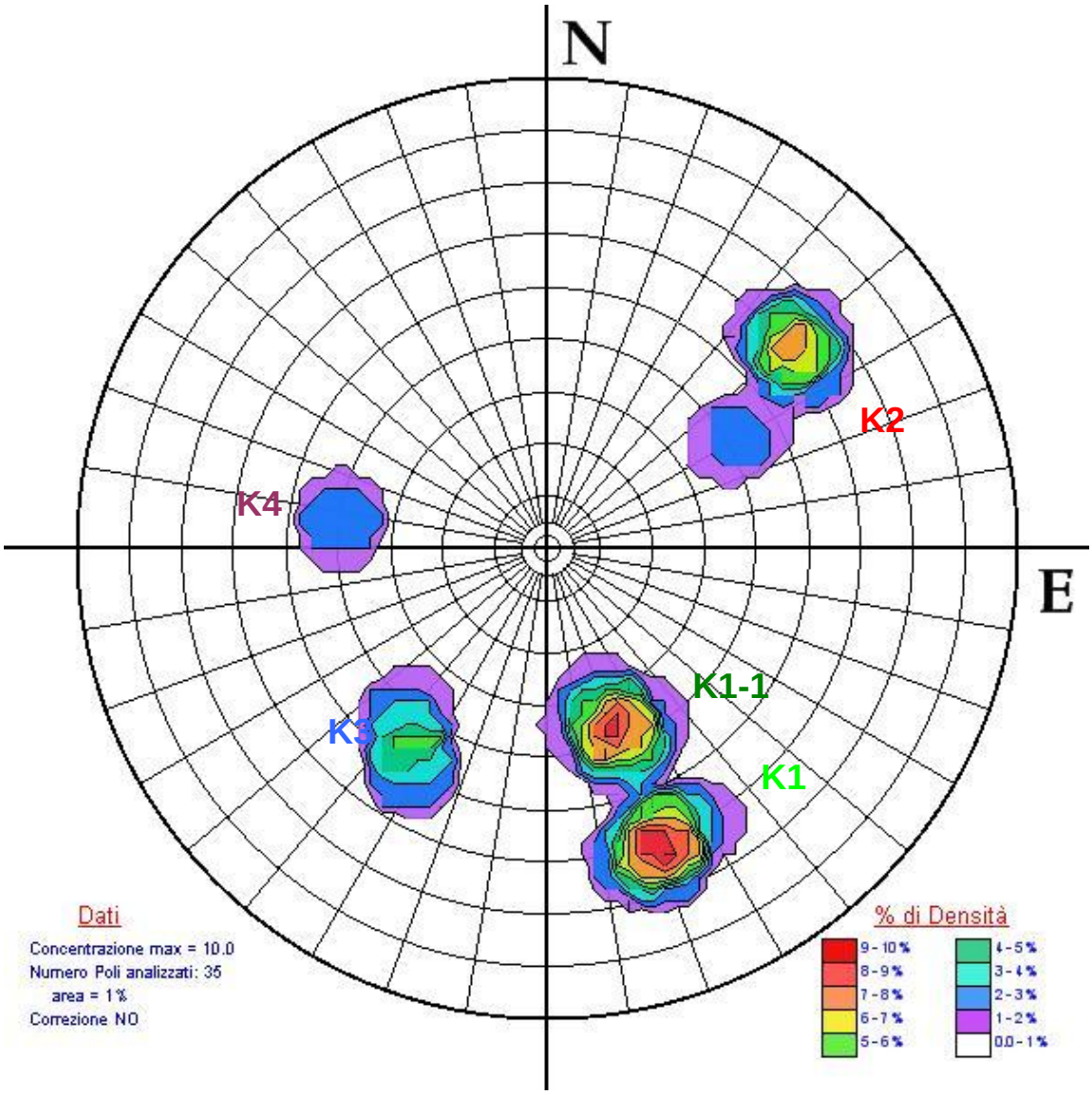



( Figura 1 - stereogramma polare con piani e poli.



( Figura 2 - stereogramma polare con poli. )

A miglior visione delle stesse, si allega anche il diagramma che il programma IS GeoRocce della omnia IS ha elaborato e contornato con tonalità di colore diverso, in base alla diversa concentrazione dei poli nelle varie aree .




( Figura 3 - rappresentazione poli in % di densità. )

La caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso marmoreo in esame è stata ottenuta attraverso l'applicazione della classificazione RMR-System (BIENIAWSKI 1989)."RMR '89" (Rock Mass Rating, Bieniawsky (198))

### *Relazione sulla classificazione mediante l'indice RMR '89, Bieniawski (1989)*

I dati sono elencate e riassunte nei punti seguenti:

- P1 (Resistenza a compressone monoassiale della roccia intatta): 10.7 (da una Sigma c = 120 MPa)
- P2 (Indice di recupero percentuale modificato RQD (RockQualityDesignation): 15.7 (da un RQD = 80 %)
- P3 (Spaziatura delle discontinuità): 20 (da una Spaziatura = 3 m)
- P4 (Condizioni delle discontinuità): 23

  v1 (- persistenza : 3 ÷ 10 m) : 2

  v2 (- apertura : 0.1 ÷ 1 mm) : 4

  v3 (- rugosità : Rugosa) : 5

  v4 (- alterazione : Non alterate) : 6

  v5 (- riempimento : Assente) : 6
- P5 (Venute d'acqua): nessuna, corrispondente al parametro 15
- P6 (Effetti della giacitura delle discontinuità rispetto alla direzione di scavo): mediocre e Pendii come tipologia opera, corrispondente al parametro -25

e si è pervenuto ad un indice RMRc pari a: 84 rispondente a una qualità dell'ammasso roccioso OTTIMA

RMRa (asciutto) = 69

RMRb (di base) = 84

Dall'indice RMRb sono stati calcolati:

c = 420.00 [kPa]

phi = 47.00 [°]

E = 68.00 [GPa].

L'indice RQD è direttamente correlabile con la spaziatura dei giunti mediante l'espressione proposta da Priest e Hudson :RQD= 100 $e^{-0,1}$ (0,1n+1), dove n è il numero medio di giunti per metro, oppure mediante la relazione proposta da Palmstrom : RQD% = 115 - 3.3 $J_{v,}$ , con $J_v$ = numero totale di giunti per $m^3$.

Analizzando i dati rilevati in campagna, si può calcolare un RQD% >70%.
La spaziatura dei giunti è molto alta per ciascuna famiglia; si può comunque definire un range di variazione compreso tra i 2 e 10 metri.

Per quanto riguarda le condizioni dei giunti c'è una discreta variabilità dei vari fattori. Comunque le fratture K1 e K1-1 hanno un elevata persistenza, mentre quelle della famiglia K2 e K3 hanno una persistenza del 50-80%, sono generalmente chiuse o poco aperte, hanno superfici rugose, il riempimento è quasi sempre assente ed in generale risultano asciutte o debolmente umide.

Nella cava Cattani-Lisciata si possono estrarre porzioni di marmo commerciabile, dato che esistono "corsi" di marmo di buona potenza .
Viste le condizioni giacimentologiche della cava, si prevede di continuare la cotivazione dei gradoni posti nella parte media della cava, lasciando ripiani rompifronte e gradonature di sicurezza a monte .
La coltivazione continuerà ad essere eseguita con il metodo dei gradini multipli, in modo da creare fronti di altezza modesta e da avere a disposizione più parti in cui poter eseguire gli abbattimenti, per ottenerne un vantaggio sia nei quantitativi prodotti che nella sicurezza della lavorazione**.**
Date le discrete caratteristiche merceologiche del litotipo presente, costituito da marmo a grana media, con fondo bianco, con venature grigie, è economica la coltivazione di questa unità.
I materiali di risulta delle lavorazioni verranno deposti nella zona di stoccaggio temporaneo, in modo tale che questi accumuli non formino scarpate con angoli superiori all'angolo di riposo di questo tipo di materiale, valutabile intorno ai 45°.
Nella parte inferiore, a quota 471/475 m, vi è un piazzale adibito alle operazioni di spaccatura, carico e asportazione del detrito.

Altri piazzali di deposito temporaneo del detrito sono situati nella parte occidentale di ciascun piazzale attivo, in modo da depositare sulla parte del ripiano i detriti ottenuti con la riquadratura dei blocchi.
in tale zona i detriti vengono spaccati per essere caricati su camion ed asportati

Carrara ottobre 2020 Geol. Dott. Alberto Cattani

# INDICE


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Premessa | pag. | 1 |
| 2. | Inquadramento topografico e catastale | " | 2 |
| | VINCOLISTICA VIGENTE | " | 3 |
| 3. | Caratteristiche geomorfologiche e paesaggistiche | " | 7 |
| 4. | Caratteristiche idrogeologiche e idrografiche | " | 9 |
| 5. | Geologia e tettonica | " | 15 |
| 6. | Giacimentologia | " | 19 |