


STUDIO DI GEOLOGIA-TECNICA
Dott. Fiorenzo Dumas
Via Codena 2
54033 – Carrara
Tel. 0585/776919
Fax 0585/841969

fiorenzoduma@virgilio.it

**PROGETTO DI COLTIVAZIONE DELLA CAVA N. 133 TACCA,
REDATTO AI SENSI DELL'ART.17 L.R.35/15 E S.M.I.,
AUTORIZZATO CON DETERMINA N. 4298 DEL 06.09.2022 E
PROROGATA CON DETERMINA N. 5191 DEL 24.10.2023
COORDINATO CON LA CAVA N.136 ORTENSIA, AMBEDUE
SITE NEL BACINO INDUSTRIALE N°4 COLONNATA, SCHEDA
N. 15 PIT/PPR – PABE COMUNE DI CARRARA**

Relazione geologica, geomorfologia, idrogeologica, paesaggistica, ambientale

Committente: Alba Ventura S.r.l.



IL GEOLOGO



- Agosto 2024 -

PREMESSA	3
LOCALIZZAZIONE, E DISPONIBILITA'	3
LOCALIZZAZIONE	3
DISPONIBILITÀ AREE	3
CENNI SULLA DESTINAZIONE D'USO DELL'AREA E REGIME VINCOLISTICO	4
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI.....	4
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI	7
INQUADRAMENTO DELLA FINESTRA TETTONICA APUANA	7
CARATTERI GENERALI DEL SUBGIACIMENTO.....	10
CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFICI GENERALI	15
CARATTERI IDROGEOLOGICI SERBATOI IDRICI APUANI DI SW E N	16
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SERBATOIO IDRICO SOTTERRANEO CHE SOTTENDE LE SORGENTI DI COSTA	17
Rocce incoerenti con permeabilità primaria o per porosità.....	17
Rocce coerenti con permeabilità secondaria o acquisita	17
Rocce coerenti impermeabili	18
ORIENTAZIONE FRONTI	1
RILEVO STRUTTURALE	1
RICONOSCIMENTO DELLE DISCONTINUITÀ E ELABORAZIONE DATI	1
CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	11
CLASSIFICAZIONE CANTIERE SUPERIORE	11
<i>Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989)</i>	<i>1</i>
<i>Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-99).....</i>	<i>1</i>
CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO CANTIERE INFERIORE	2
<i>Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989) del cantiere inferiore.....</i>	<i>2</i>
<i>Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-99) del CANTIERE INFERIORE cava n. 133 "Tacca"</i>	<i>3</i>
CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO CANTIERE NERO DI COLONNATA	3
<i>Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989) CANTIERE MARMO NERO.....</i>	<i>3</i>
<i>Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-1999) dell'Area Produttiva.....</i>	<i>4</i>
STIMA DELLA RESA PRODUTTIVA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
CONCLUSIONI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

PREMESSA

Per incarico della Società Alba Ventura S.r.l., con sede in Via Provinciale Carrara-Nazzano a Carrara (MS), gerente della cava n. 133 “Tacca”, autorizzata con Determina n. 4289 del 06.09.2022, prorogata con Determina n. 5191 del 24.10.2023 in scadenza il 31.10.2025, è stato redatto il progetto di coltivazione coordinato tra questa unità estrattiva e la limitrofa cava n. 136 “Ortensia”.

L'unità estrattiva è sita in località Canaloni del Bacino Estrattivo Industriale n. 4 di Colonnata in Comune di Carrara.

A tal fine sono state studiate le caratteristiche geomorfologiche, giacimentologiche, idrogeologiche, paesaggistiche e ambientali dell'area, in ottemperanza a quanto previsto: L.R. 35/15, R.D.L. n. 3267/1923, ex Art. 7 R.D.L. 1497/39, L.R. 39/2000, L.R. 21/2002, D.Lgs 42/2004, D.Lgs 152/2006, D.C.R. 37/2015 e exL.R. 10/2010-L.R. 17/2016; oltre ad ottemperare al PABE del Comune di Carrara, approvato con Delibera n. 71 del 03.11.2020, e agli art. 3, 4 e 5 del DPGR n. 72/R “Regolamento di attuazione dell'articolo 5 della L.R. 35/15.

Il progetto programma sia la fine della messa in sicurezza del cantiere superiore il proseguo della coltivazione della rimanente parte del sito, così da unificare al cantiere inferiore la cava del Nero di Colonnata. La durata prevista per lo stesso è di circa 11 anni, periodo superiore alla validità del PABE; ciò è possibile in virtù del comma 11 Art. 39 NTA di PABE, purché si mantenga per il periodo eccedente quantitativi estraibili inferiori alla media annua desunta dal volume sostenibile assegnato dal PABE.

Il rilievo topografico dell'area è stato eseguito con drone dal Geom. Bruno BERTOLLA.

LOCALIZZAZIONE, E DISPONIBILITA'

Localizzazione

L'area è ubicata in destra orografica, lungo le pendici sud-orientali del M. Maggiore (alt. 1390 m s.l.m.), rimanendo all'interno del sottobacino dei Canaloni, parte integrante del Bacino Estrattivo Industriale n°4 di Colonnata, del Comune di Carrara (MS), Tav. 1 Carta Ubicazione.

L'indagine ha interessato un intorno significativo ben più esteso dell'area catastale in disponibilità; così da evidenziare l'omogeneità delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche che trascendono dai suddetti limiti.

Disponibilità aree

L'unità estrattiva si sviluppa all'interno di Agri Marmiferi, particelle catastali riconosciute come aree ascritte al Patrimonio Indisponibile del Comune di Carrara, da questo rilasciate in concessione o in affitto alla Società, oppure richieste dalla medesima, elencate nella sottostante tabella:

ALBA VENTURA S.r.l.							
AGRI MARMIFERI IN DISPONIBILITÀ				AGRI MARMIFERI RICHIESTI			
Foglio	Mappale	Superficie mq	Titolo	Foglio	Mappale	Superficie mq	Richiesta di Titolo
28	4	5.518	Concessione	23	30	21.521	Affitto o concessione
28	5	3.221	Concessione	23	31	13.774	Affitto o concessione
28	15f	85	Concessione				
28	22	18.070	Concessione				
28	26	14.144	Concessione				
28	27	5.487	Concessione				
28	29	4.390	Concessione				
28	31	12.230	Concessione				
28	32	13.050	Concessione				
28	66	98.960	Concessione				
28	28	45.640	Affitto parte				
28	30	18.680	Affitto parte				

Richiesta di nuove aree in disponibilità

La Società si riserva di presentare congiuntamente al progetto di coltivazione della cava, domanda di richiesta di assegnazione in concessione ed eventualmente in subordine di affitto dei seguenti Agri Marmiferi censiti al NTC del Comune di Carrara al:

- Foglio 23 particella 30 per un'estensione di circa 21'521mq;
- Foglio 23 particella 31 per un'estensione di circa 13'774mq;

al fine di utilizzarli come aree pertinenziali all'unità estrattiva.

CENNI SULLA DESTINAZIONE D'USO DELL'AREA E REGIME VINCOLISTICO

La cava n°133 "Tacca" ricade all'interno di un'area industriale classificata dal P.R.G. comunale come "Zona D3, bacino estrattivo", disciplinata dall'art. 19 che ne prevede l'attività estrattiva, oltre che essere contenuta sia all'interno del "Bacino Marmifero Industriale dei Comuni di Carrara e di Massa" costituito con l'apposita L.R. n° 52/94 e sia nel Piano Attuativo Bacini Estrattivi Scheda n. 15 approvato con Delibera C.C. n. 71 del 03/11/2020.

Il territorio montano costituente i 4 bacini estrattivi del Comune di Carrara è sottoposto al Vincolo Idrogeologico, salvaguardia prevista dal exR.d.L. n° 3267 del 30/12/1923; per le altre norme vincolistiche che sovrintendono sull'area indagata si rimanda alla consultazione della Relazione Tecnica Illustrativa redatta ai sensi dell'Art. 3 DPGR 72/R.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI

Il Comprensorio Estrattivo Carrarese è caratterizzato da una morfologia di tipo pluvio-fluviale sovrainposta ad un'originaria morfologia glaciale, i cui caratteri sono stati completamente obliterati da quelli pluvio-fluviali.

L'esposizione meridionale e la soggiacenza dei versanti carraresi all'influenza marina hanno fatto sì che l'ultima glaciazione Wurn, terminata tra 16.000 e 14.000 a.C., non sviluppasse una morfologia di tipo glaciale con estensione e diffusione come è avvenuto nelle valli interne della Garfagnana, dove ancora permangono significativi esempi.

Nel sottobacino dei Canaloni la primaria morfologia glaciale è stata completamente obliterata, infatti all'interno della vallata si riscontrano solo elementi di natura pluvio-fluviale, rappresentati da:

- stretti e profondi impluvi, con forma a "V" molto pronunciata dell'alveo, aspetto particolarmente posseduto dai secondari;
- ripidi versanti, con valori d'acclività superiori a 45-50°, con associate locali balze subverticali, che verso la testata della valle hanno estensione ed altezza notevole;
- isolate guglie e torrioni associati a sottili creste, tutti generati dalla dissoluzione superficiale del calcare;
- una rete idrografica molto semplice e lineare, dove il fosso di fondovalle "dei Maggi o dei Canaloni" ed i suoi affluenti, prevalentemente in destra orografica, hanno alvei sub-rettilinei, ben distanziati e incassati nel substrato roccioso. Il primo aspetto sta ad indicare una elevata velocità di deflusso superficiale delle acque meteoriche all'interno dell'impluvio, condizione che lo sottopone ad una erosione di fondo rapida, intensa e regressiva; il secondo sta ad indicare un elevato grado di drenaggio del versante carbonatico.

La cava n. 133 Tacca occupa la parte settentrionale dello spartiacque secondario che separa il Fosso Cobiato dal Fosso Campanella, affluenti di destra del fosso di fondovalle denominato “dei Magi o Canaloni”, mentre la restante parte meridionale è occupata dalla adiacente cava n. 136 “Ortensia”.

In particolare l'unità estrattiva è delimitata verso:

- a) nord dal ravaneto contenuto nella Fossa Campanella, su quale si sviluppa la strada di collegamento tra il cantiere inferiore e quello superiore della cava Tacca;
- b) est dall'ampio ravaneto o conoide detritico, compreso tra i piazzali principali di cava e la strada di fondovalle; questo è interessato da continui e giornalieri prelievi sia della frazione grossolana (scaglie e blocchi da scogliera) sia della frazione fine (tout-venat, materiale derivante dalla grigliatura del detrito);
- c) sud dalla cava 136 Ortensia e dalla porzione di ravaneto interno al mappale 32 in disponibilità della Tacca, interessato anch'esso dalle asportazioni giornaliere.

Anche l'intervento antropico ha partecipato ad obliterare l'originaria morfologia del sottobacino, andando a sovrapporre ai caratteri geomorfologici naturali quelli derivanti dall'escavazione. Tale modifica è avvenuta principalmente tra la fine dell'800 e la prima metà del'900, quando nel sottobacino era molto diffusa la coltivazione per “varate”; l'operazione consisteva nella esecuzione di “tagli inclinati” a filo elicoidale lungo i quali far scivolare ingenti masse marmoree spinte dall'energia generata da cariche esplosive. Tale sistema di coltivazione, oltre a distaccare ingenti volumi marmorei, produceva una notevole quantità di scarti, dovuti sia alla frantumazione del materiale generata dall'onda sismica prodotta dall'esplosione sia dall'impatto dovuto alla caduta del volume separato; questi scarti andarono ad alimentare i vasti ravaneti del secolo scorso che a causa della elevata potenza generavano spesso frane nel loro interno. I residui di questi antichi ravaneti sono i conoidi sui quali persistono le viabilità di comparto.

Nel sottobacino dei Canaloni, nonostante la relativa vicinanza a Colonnata, l'escavazione iniziò solo alla fine dell'800 ed ebbe un impulso significativo nell'arco del '900, contrariamente alle zone estrattive di Gioia, Calagio e Campanili da sempre coltivate perché facilmente accessibili essendo localizzate più a valle e vicine all'abitato.

Nonostante questo “ritardo,” rispetto alle altre aree estrattive del comprensorio, l'obliterazione dell'originario aspetto geomorfo-paesaggistico del bacino si è esplicita non solo attraverso la vera e propria escavazione, ma soprattutto attraverso le discariche generate dall'accumulo dei detriti prodotti con il diffuso uso della coltivazione a “varata”, conoidi che hanno ricoperto i vari fossi ed ampi tratti di versante, anche con spessori notevoli.

I pendii ricoperti dai “ravaneti” hanno pendenze più dolci rispetto alle nude aree in roccia; infatti i versanti ricoperti dai depositi detritici sono caratterizzati da acclività compresa tra 35°-45°, valori corrispondenti all'angolo di riposo del materiale. Nel tempo su queste coperture detritiche sono state costruite le viabilità di comparto e le varie strade di arroccamento alle singole unità estrattive.

L'impossibilità di disporre di una viabilità che permettesse di trasportare i detriti all'esterno del bacino, le prime strade furono infatti realizzate tra la metà e la fine degli anni sessanta, richiedeva la necessità di disporre di un'area dove accumularli. È appunto fin dai tempi del Granducato di Modena che i Sovrani disposero l'uso di “fosse dove aggettare l'espurgo, che dovevano avere estensione da valle a monte come le concessioni”. Pertanto l'originaria morfologia di alto morfologico su cui insistono le due cave è stata obliterata dall'intervento antropico che ha appunto variato sia l'altimetria mediante l'escavazione, sia l'acclività dei versanti creando i ravaneti.

Nell'area, viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della formazione affiorante (Marmi), è pressoché assente una copertura vegetale di alto fusto, la presenza di essenze vegetali rimane limitata a forme erbacee ed in subordine cespugliose.

L'indagine di campagna ha consentito di redigere la Carta Geomorfologica di Tav. 7, dove sono stati censiti i differenti domini geomorfologici affioranti nell'area e nel suo intorno significativo:

- 1) dominio antropico permanente (Dap): corrisponde ai siti di cava e alle viabilità di servizio costruite su roccia, dove l'intervento estrattivo ha modificato l'originaria morfologia comportando la

- realizzazione di pareti subverticali (le tecchie) e piazzali suborizzontali, aree che a fine coltivazione saranno oggetto di progetto di ripristino ambientale da parte dei conduttori delle due cave;
- 2) dominio antropico temporaneo (Dat): corrisponde agli accumuli detritici o ravaneti, che, salvo quelli su cui è stata costruita la viabilità di comparto saranno rimossi al termine del periodo di coltivazione della cava;
 - 3) dominio naturale o pluvio-fluviale (Dnpf): corrisponde alle zone di affioramento della nuda roccia e/o o ricoperte da un minimo di vegetazione, modellate dalla erosione di natura pluvio-fluviale. In quest'ultimo dominio, lungo i pendii affiora generalmente la roccia in posto che dona al versante un aspetto brullo, anche se limitati affioramenti di coltre eluvio-colluviale, localizzati in ristrette fasce cataclastiche, consentono lo sviluppo di una vegetazione erbacea e/o arborea, quest'ultima sottoforma cespugliosa.

L'azione estrattiva ha poi messo in luce alcuni elementi minori di morfologia carsica, quali:

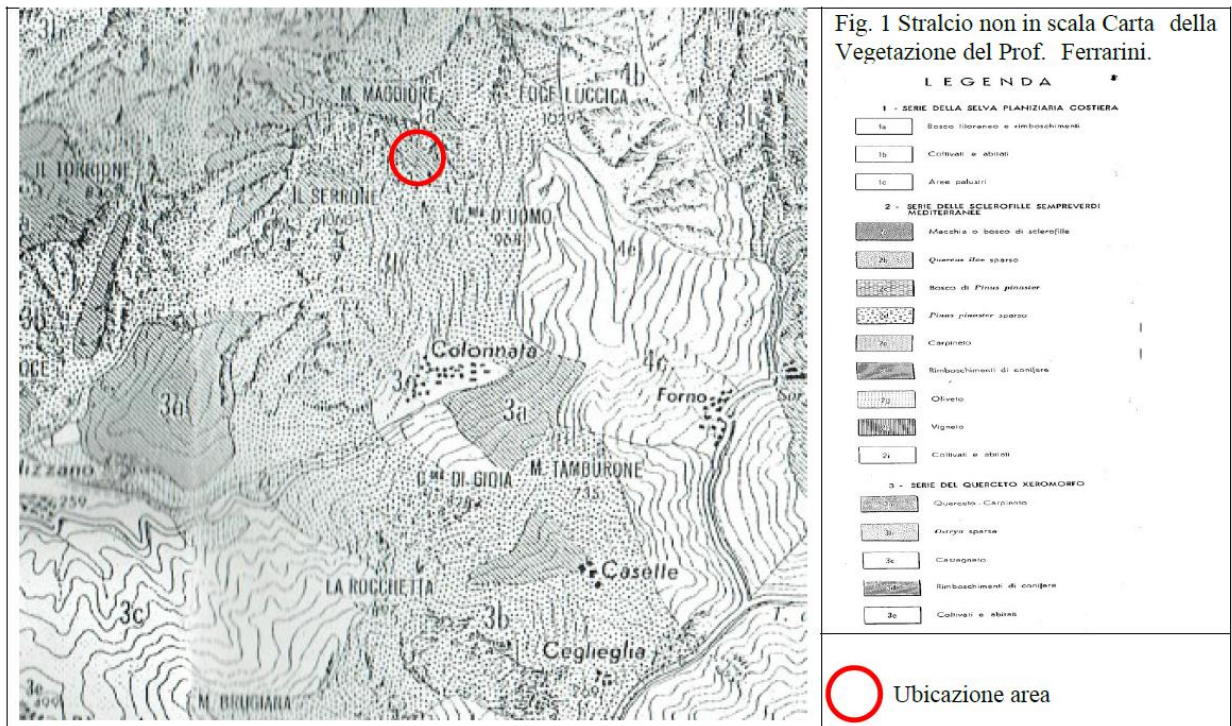
- 1) fratture "beanti" più o meno carsificate;
- 2) fratture parzialmente riempite da "argille residuali" e/o con superfici ricoperte da queste;
- 3) piccoli inghiottitoi ed altre forme carsiche minori;

Durante i sopralluoghi invece non si è riscontrata traccia di forme epigee e ipogee importanti, quali: doline, campi carreggiati, grotte sifoni, sorgive, fiumi sotterranei, inghiottitoi ed ecc...; mentre è stato possibile notare che il sottobacino dei Canaloni è caratterizzato da una morfologia dissimmetrica. Infatti:

- la sponda orografica destra, costituita essenzialmente da affioramenti di marmo e da ravaneti, è caratterizzata da ripidi pendii e accentuati alti morfologici, dove la roccia affiorante dona al paesaggio l'aspetto brullo ed arso tipico degli ambienti alpestri;
- la sponda orografica sinistra, ove affiora prevalentemente il Grezzone ed in subordine la Formazione del Marmo Dolomitico, ha versanti all'incirca coincidenti con la direzione di immersione della SL, ovvero con la superficie litologica di origine metamorfica, così da creare versanti sub-rettilinei caratterizzati da modesti valori di acclività <math><35^\circ</math>, spesso ricoperti da prati radicati sullo strato di coltre eluvio-colluviale che li ricopre.

L'osservazione in loco ha confermato quanto emergeva già dalla Carta della Vegetazione delle Apuane del Professore Erminio Ferrarini, il cui stralcio non in scala è la Fig. 1, ossia che nel Bacino dei Canaloni, ed in particolar modo nell'area circostante la cava e nel suo intorno significativo, le scarse essenze arboree, rappresentate da individui con prevalente forma cespugliosa, sono ascrivibili alla serie del Querceto Xeromorfo, dell'orizzonte dell'Ostrya Sparsa. Queste rimangono generalmente radicate nelle coperture detritiche o all'interno delle coltri eluvio-colluviali che si sono formate nelle aree più fratturate dove si è raccolto un residuo di suolo. Al Carpino Nero si accompagnano altre essenze vegetali quali il Sorbo Montano (*Sorbus aria*), l'Orniello (*Fraxinus ornus*), Maggiociondolo (*Cytrus laburnum*), generalmente in forme poco sviluppate, diradate e spesso sottoforma arbustiva.

Infine, si segnala che l'attività di progetto non interferisce assolutamente col sistema vegetazionale, in quanto tutta l'attività programmata rimane all'interno delle aree di coltivazione, non andando ad interessare aree vergini.



CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

Inquadramento della Finestra Tettonica Apuana

A iniziare dall'Oligocene superiore-Miocene, il Dominio Toscano, di cui fa parte la zona Apuana, viene coinvolto nella tettonica compressiva conseguente alla collisione tra il blocco sardo-corso ed il margine apuo-versiliense.

Durante tale fase compressiva, indicata nella letteratura Pisana-Senese come "Fase D1", ma che in realtà corrisponde a una seconda fase "A2" che ripiega una precedente fase "A1", si verifica, in un primo momento, il sovrascorrimento dell'Unità Sub-ligure e poi delle Unità Liguri sul Dominio Toscano Interno; successivamente si ha l'individuazione della Falda Toscana e suo sovrascorrimento sul Dominio Toscano Esterno (Complesso Metamorfico Apuano), con tettonizzazione di quest'ultimo entro una fascia di taglio ensialica NE-vergente e suo metamorfismo in facies scisti verdi.

Il risultato di questa fase è la sovrapposizione delle unità tettoniche Liguri s.l. e Toscana s.l. che costituiscono attualmente l'Appennino Settentrionale.

Nell'area apuana il sovrascorrimento e il conseguente impilamento delle varie unità tettoniche ha generato alla formazione di nuove strette pieghe isoclinali "A2" che si sovrimpongono sulle esistenti pieghe isoclinali di fase "A1"; il tutto è ben osservabile alla scala della sezione sottile, dell'affioramento di cava e dell'intera finestra tettonica. Associata alla fase di deformazione "A2" si rileva una scistosità sin-metamorfica S1 subparallela al piano assiale delle pieghe isoclinali "A2" variamente non cilindriche.

Nel Carrarese le pieghe isoclinali di prima fase "A1" sono registrate in livelli particolarmente "sensibili" perché ricchi in miche, come appunto quello dello "Zebrino-Cremo Delicato", dove le pieghe di fase "A1" sono associate a quelle di seconda fase "A2". Nella restante parte del giacimento marmifero, dove predomina il bianco ordinario e/o il venato, materiali poco "sensibili", la registrazione delle pieghe di prima fase "A1" è mascherata e sovrapposta da quella di seconda fase "A2", che hanno sviluppato e definito una scistosità di piano assiale che nei marmi rappresenta quello che i cavaatori chiamano "verso di macchia".

A partire dal Miocene inferiore, tutte le Unità del Dominio Toscano e le Liguridi soprastanti subiscono gli effetti dell'inversione tettonica passando da un regime compressivo ad uno di tipo distensivo, terza fase "A3", con lo sviluppo di zone di taglio distensive duttili nel complesso

Metamorfico e faglie dirette a basso angolo nelle Unità Toscane Non Metamorfiche. Tutte le strutture primarie e quelle acquisite nella fase compressiva “A2”, sono deformate nuovamente dalla terza fase “A3”, con sviluppo di un nuovo sistema di pieghe, osservabili a tutte le scale, e con sviluppo di una nuova scistosità che si sovrappone alle precedenti. La geometria di queste strutture è fortemente influenzata dalla giacitura della fase compressiva “A2” e dagli accavallamenti nella generale struttura d’antiforme (antiformal stack) di seconda fase, tanto da disporsi secondo un pattern centrifugo rispetto alla zona di culminazione assiale della finestra tettonica delle Apuane (Duomo di Ruosina e Duomo di Boana). Questa cinematica, unita all’erosione, ha determinato il denudamento tettonico dell’area e la conseguente emersione del Complesso metamorfico.

Le interferenze tra le fasi “A1” “A2” “A3”, Fig. 2, risultano ben visibili in Garfagnana all’interno del vasto areale dei marmi policromi, come ad esempio i “cipollini”, dove lo sviluppo di pieghe secondarie dovute alle fasi cronologicamente più recenti hanno agito sulle strutture geologiche precedenti.

L’intensa attività tettonica connessa con la fase A2 ha generato nel Comprensorio Carrarese un’importante sequenza strutturale così rappresentata da W verso Est: 1)Sinforme di Carrara, 2)Antiforme di Pianza, 3)Sinforme dei Vallini, 4)Antiforme M. Sagro, 5)Sinforme M. Sagro, 6)Antiforme Catino, 7)Sinforme Catino e 8)Antiforme di Vinca. Le strutture dei punti 1), 2) e 8) hanno estensione chilometrica, le altre molto più contenuta, con la 4) che ha estensione massima ettometrica.

Le strutture dei punti 1), 2) e 8) hanno estensione chilometrica, le altre molto più contenuta, con la 5) che ha superficie massima ettometrica.

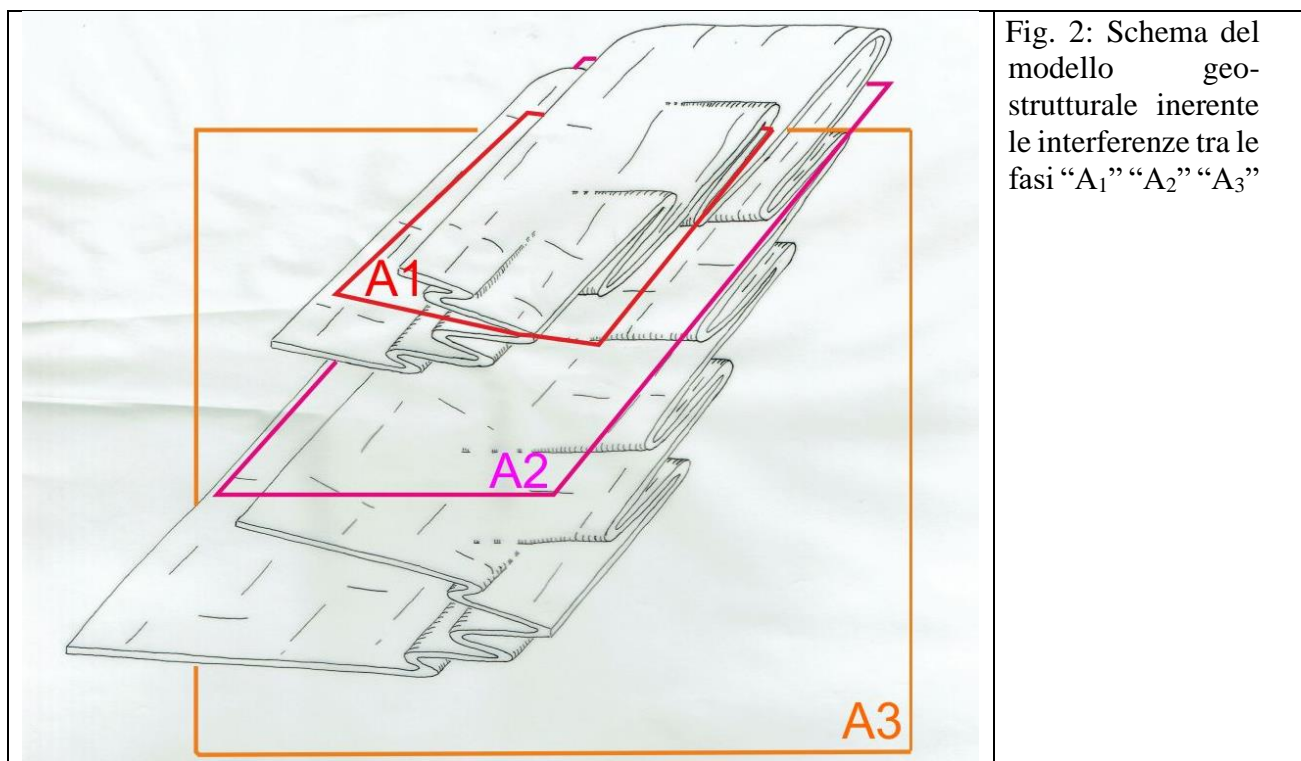


Fig. 2: Schema del modello geostrutturale inerente le interferenze tra le fasi “A1” “A2” “A3”

Inquadramento Geologico dell’area indagata

A scala ettometrica la locale complessità della struttura è ben evidenziata in campagna, dove è possibile rilevare, all’incirca a metà del versante soprastante le due cave, l’affioramento di Calcere Selcifero che forma il nucleo della Sinforme dei Vallini, mentre le due cave sono aperte all’interno del nucleo della Antiforme del Monte Sagro. La successiva Sinforme del Monte Sagro non affiora all’interno della vallata, ma rimane nel versante orientale della Cresta di Cima D’uomo, Fig. 3.

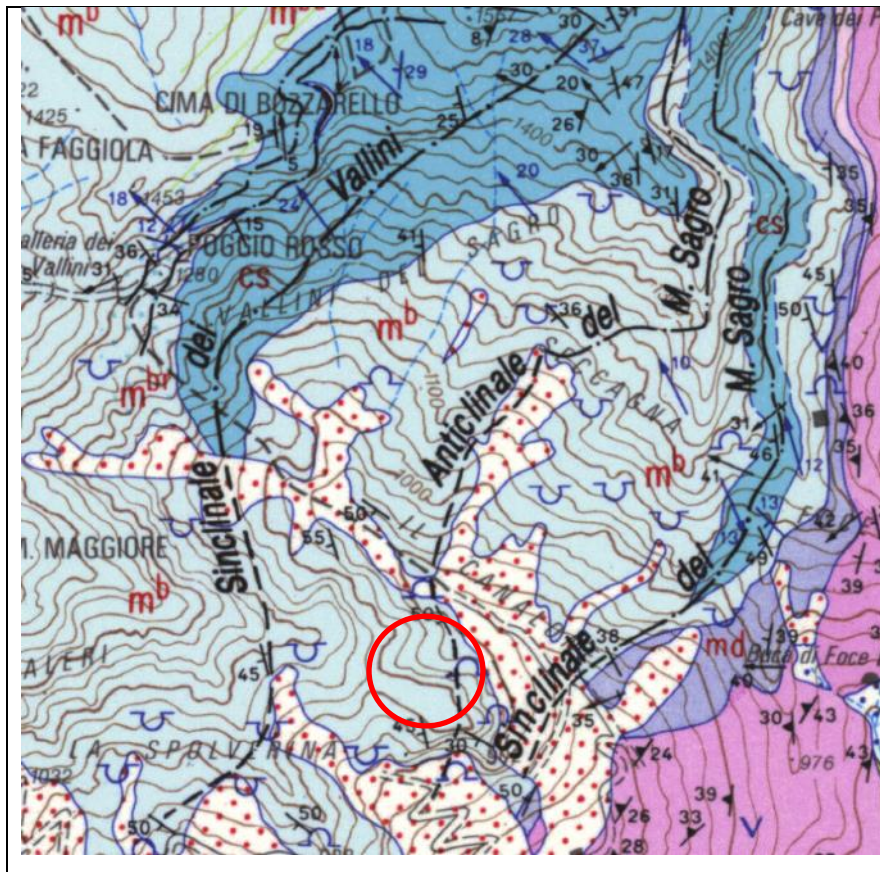
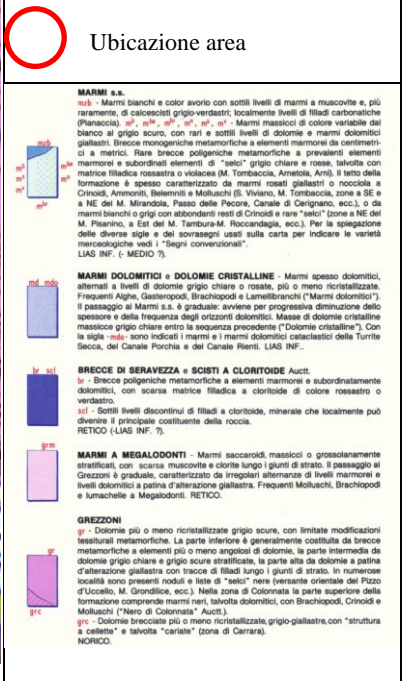


Fig. 3 Stralcio non in scala Carta Geologico-Strutturale del Complesso Metamorfico delle Alpi Apuane (Foglio Nord)



Nella Carta Geologica di Tav. 8 e nelle Sezioni Geologiche di Tav. 9 è stata ricostruita la locale struttura, da cui si ricava che i due plessi estrattivi sono ubicati tra il nucleo e il fianco diritto della Antiforme del Monte Sagro, dove affiorano le seguenti formazioni litologiche:

- Litotipi riferibili al Quaternario:
Depositi Detritici Artificiali o "Ravaneti": generati dall'accumulo degli scarti prodotti con le vecchie coltivazioni e sui quali, almeno in parte, sono state aperte le strade d'accesso ai siti estrattivi. Gli elementi di marmo costituenti il deposito hanno spigoli vivi e volumetria molto variabile; nei vecchi ravaneti predominano gli elementi cosiddetti "a testa d'uomo", con peso tra i 15/30 Kg, in quanto spaccati a mano e trasportati con i "vagoncini". I detriti prodotti con le attuali escavazioni hanno generalmente pesi maggiori e sono temporaneamente stoccati all'interno dei piazzali per essere frantumati e selezionati, così da trasportarli ai frantoi del comprensorio apuano.
- Litotipi riferibili alle Formazioni dell'"Auctotono-Autt."
Calcarei Selciferi (Sinemuriano-Toarciano) – **cs**: Metacalcilutiti grigio scure, depositate in ambiente di bacino, con liste e noduli di selce e rari livelli di calcareniti, in strati 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. Sotto il profilo stratigrafico i Calcarei Selciferi succedono ai Marmi. Nella zona nord occidentale del Complesso Metamorfico Apuano la successione metamorfica affiora anche in posizione rovesciata, per cui i selciferi si possono trovare in posizione geometrica sottostante alla formazione marmifera, affiorando anche con spessori elevati, (circa 500 m). Generalmente lo spessore medio della formazione è di 200-250 con minimi di qualche decina di metri, nelle zone dove risulta laminata. La formazione affiora a N e a NW dell'area di progetto originando il nucleo della Sinforme di fase "A₂", dove sono stati rilevati valori di immersione e inclinazione della scistosità S1 compresi nel range 300-340°/30-40°, parallelizzata alla ritenuta stratificazione S₀.
Marmi (Hettangiano) – **m**: Calcarei metamorfici, depositati inizialmente in un ambiente quasi chiuso caratterizzato da acqua calda e poco profonda e successivamente in facies di piattaforma, di colore variabile dal bianco al grigio scuro per presenza di pirite diffusa nella pasta di fondo sottoforma

microcristallina. La formazione è stratigraficamente sottostante ai Calcari Selciferi, ai quali, localmente, passa tramite il livello, discontinuo, dei Marmi Zebrini, e forma i due fianchi della Antiforme del M. Sagro. Il contenuto medio di Mg in sostituzione solida nella Calcite indica che la temperatura raggiunta durante il metamorfismo è stata di 350-400°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 alle S1 interdigitazioni duttili del marmo con altre formazioni litologiche, connesse con processi traspositivi. Questi ultimi ("Calacata", "Nuvolato", "Arabescato") si formano soltanto in aree ad elevata concentrazione di strain, quali zone di cerniera o bordi di laminazione. Per quanto riguarda i litotipi di origine sedimentaria, quali "Statuario", "Marmo Venato", "Ordinario" e "Bardiglio", sono presenti più comunemente in tutte le Alpi Apuane. Nell'area di cava si rileva la qualità "Marmo Ordinario". Il "verso di macchia" rappresenta la scistosità S₁ e coincide con le venature grigie osservabili lungo i fronti di escavazione; di queste sono state rilevate sia la giacitura della originaria stratificazione parallelizzata secondo la scistosità (S₀) che della scistosità di piano assiale S₁. La S₀ ha immersione media N 300 ed inclinazione di 38°, mentre la S₁ ha immersione media N 200 ed inclinazione di 80°.

Le caratteristiche di fratturazione dell'ammasso marmoreo che costituisce l'area di progetto saranno dettagliatamente illustrate nei paragrafi successivi.

Marmi Dolomitici (Lias Inf.) – *md*: La formazione è costituita da un'alternanza di marmi spesso dolomitici di colore da grigio scuro a nero con all'interno livelli di dolomie grigio chiare o rosate, più o meno ricristallizzate. Il passaggio alla Formazione dei Marmi è graduale ed avviene per progressiva diminuzione dello spessore e della frequenza dei livelli dolomitici.

Grezzoni (Norico) – *gr*: Dolomie di piattaforma carbonatica, più o meno ricristallizzate, di colore grigio scuro, rosato, biancastro, con limitate modificazioni tessiturali metamorfiche. La formazione rappresenta il termine basale della Serie Metamorfica nell'area nord occidentale del Complesso Metamorfico Apuano e localmente risultano geometricamente e stratigraficamente sottostanti ai Marmi. La potenza della formazione è localmente molto variabile, assumendo nei pressi dell'area d'indagine la potenza minima, all'incirca decametrica, molto inferiore a quella posseduta dalla formazione nella aree circostanti il paese di Colonnata.

CARATTERI GENERALI DEL SUBGIACIMENTO

Il Comprensorio Marmifero Carrarese è composto da 4 ampi bacini morfologici contigui, serviti da propria viabilità ed elettrodotto, all'interno dei quali affiorano differenti qualità merceologiche marmifere. La qualità merceologica predominante è il Bianco Ordinario di Carrara che in relazione al bacino estrattivo di affioramento cambia nell'aspetto cromatico, nel disegno e nella granulometria, con una certa differenziazione anche nelle caratteristiche fisico-meccaniche. Altre varietà di marmo di minor produzione, ma di maggior pregio economico, sono: il Calacata, breccia di origine sintettonica(?) con clasti di venature di colore tendenti al giallo-ocra; l'Arabescato, breccia di origine sintettonica (?) con venature di colore da grigio chiaro a grigio scuro; il Crema delicato e lo Statuario.

Il sub-giacimento dei Canaloni è quello localizzato più a settentrione tra tutti i sub-giacimenti del Bacino Estrattivo Colonnata, composto anche dai sottobacini: Campanili, Calagio, Gioia e Pizzagallo.

Sotto il profilo geologico la locale sequenza strutturale rimane così rappresentata: Sinforme Vallini, Antiforme M. Sagro e Sinforme M. Sagro, con quest'ultima che tende a laminarsi in direzione Sud; facendo ampliare l'areale della antiforme, con conseguente affioramento delle formazioni del Marmo Dolomitico e dei Grezzoni che vanno a formare il suo fianco diritto. Il comparto coltivato rimane localizzato all'interno di questo areale, dove il livello marmifero è coltivato in ambedue le cave, mentre il livello di marmo dolomitico solo nella cava n. 133 Tacca.

Sotto il profilo merceologico, localmente, dalla formazione marmifera si estraggono le varietà di Marmo Bianco Carrara categoria C e C/D, in subordine D; mentre dalla formazione marmo-dolomitica si estrae l'antico e pregiato Marmo Nero di Colonnata.

Il sub-giacimento marmifero dei Canaloni rimane caratterizzato dalla presenza di due livelli boudinanti contenenti inclusioni di natura dolomitica, uno localizzato all'incirca alla sommità della tecchia, quindi interno alla formazione marmifera, che si riscontra anche nel versante opposto in località "Seccagna" ed uno alla base del livello marmifero, nei pressi del passaggio con la formazione Calcareao-Dolomitica. Ambedue i livelli, per la loro composizione chimico-mineralogica, sono costituiti da materiale non commerciabile e nella prospezione geologica possono essere utilizzati come "livelli guida":

L'asportazione di questi livelli improduttivi diventa un intervento di messa in sicurezza, regolamentato dall'Art. 14 comma 19 del PRC e dall'Art. 30 comma 7 del PABE, perché evita la formazione di alti morfologici residuali conseguenziali ad una coltivazione selettiva se concentrata solo sulle aree di affioramento del materiale commerciabile. Inoltre, la rimozione dei due livelli di "inclusioni dolomitiche" comporta:

- per il cantiere superiore il termine dell'intervento di bonifica-messa in sicurezza iniziato con la Varata autorizzata con Determinazione n. 23 del 03.04.2000;
- per il cantiere inferiore la futura coltivazione della parte Nord del sito, oggi occupata dal detrito di provenienza dalla varata, dove affiora il Bianco Ordinario, in quanto il livello calcareao-dolomitico, Marmo Nero, rimane ripiegato in fase tardiva in direzione Est.

Gli studi geologico-giacimentologici condotti nel sub-giacimento, al fine di redigere i vari progetti, hanno consentito di verificare l'omogenea distribuzione della deformazione rigida all'interno dei due cantieri superiori e inferiori che costituiscono le due unità estrattive, mentre nel cantiere Nero Colonnata compare il sistema K4 assente sui fronti del cantiere Inferiore.

Il Sito Estrattivo

La cava n. 133 Tacca rimane localizzata nella parte settentrionale dell'alto morfologico. Allo stato attuale rimane coltivata con 3 cantieri: il superiore e l'inferiore dove affiora il Marmo Bianco, il basale dove affiora il Marmo Nero di Colonnata, il calcareao-dolomitico.

Il progetto di coltivazione ha durata di circa 11 anni e programma:

- nel Cantiere Superiore il termine delle operazioni di messa in sicurezza una volta raggiunta la q. 920.00m s.l.m., con inizio della produzione a seguito della coltivazione del gradone di pari quota. La coltivazione è pianificata con il metodo dei gradoni multipli discendenti con alzata compresa tra 3/5m, orientati subparallelamente al sistema K1 (o K2 reciproco) o al sistema K5 (o K6 reciproco). La coltivazione si sviluppa fino al raggiungimento di q. 915.00m s.l.m.;
- nel Cantiere Inferiore l'unificazione tra questo e il sito di estrazione del Marmo Nero di Colonnata facendolo diventare una unica realtà. La coltivazione è organizzata a gradoni multipli discendenti, con alzata bancate di 5/8m, orientati subparallelamente al sistema K1 (o K2 reciproco), o al sistema K5 (o K6 reciproco). La coltivazione si sviluppa fino a raggiungere il piazzale di q. 806.00m s.l.m..

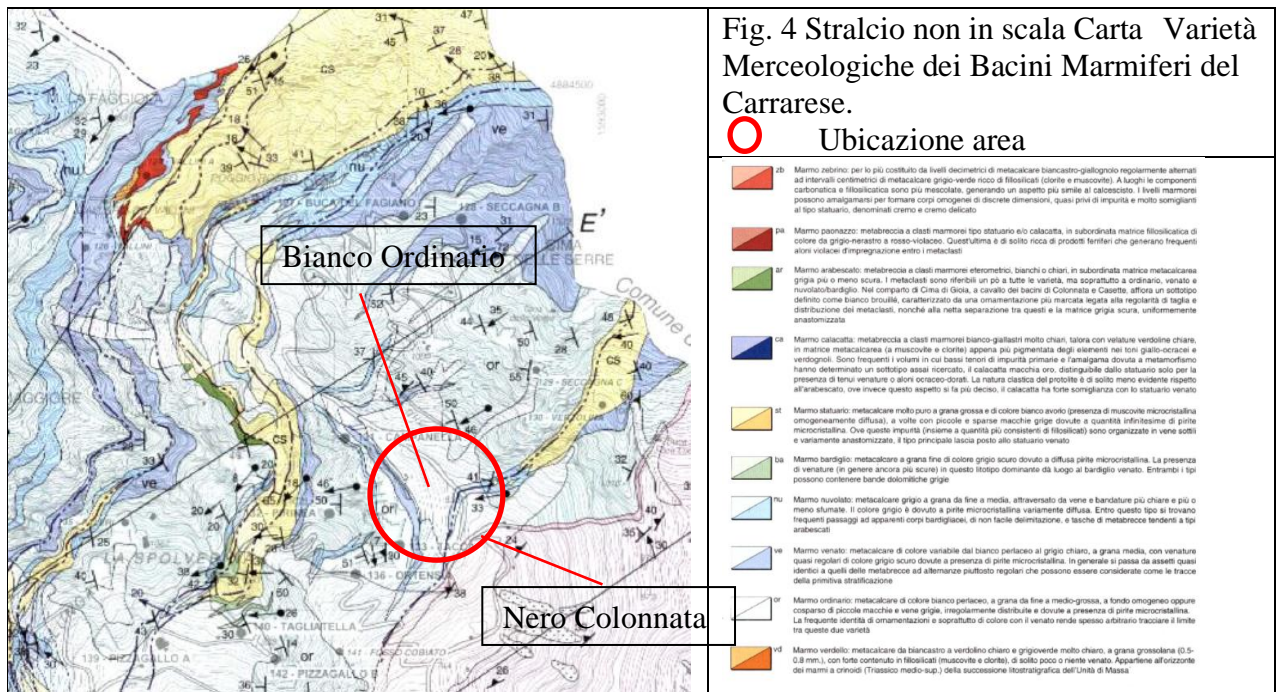
Il Materiale

Come già detto, nella cava n. 133 sono coltivate le seguenti varietà merceologiche:

- 1) Bianco Ordinario:
 - a) Categoria C: marmo di colore bianco perlaceo, di grana media, spesso con aspetto "cerato", caratterizzato da sottili e discontinue venette di colore nero contenute pirite microcristallina, che risaltano nella pasta di fondo. Questa qualità risulta costante nell'aspetto merceologico;

- b) Categoria C/D: marmo di colore bianco, a grana media, tendente al grigiastro, dove le venature tendono ad uniformarsi con la pasta di fondo, risultando il tutto molto omogeneo;
- c) Categoria D: marmo avente pasta di fondo di colore da bianco sporco a grigio chiaro, molto uniforme, con venature inglobate nella pasta di fondo;
- 2) Nero di Colonnata: marmo dolomitico di colore nero, a grana fine, spesso con frattura concoide, alternato a livelli di dolomia di colore da grigio chiaro a giallo ocra, coltivato solo nel cantiere aperto nel livello.

Nelle Tavv. 10 e 11 Carta e Sezioni Merceologiche sono indicati i livelli delle varietà “Marmo Bianco Ordinario” e “Marmo Nero di Colonnata”; di seguito si riporta inoltre lo stralcio della “Carta delle Varietà Merceologiche dei Bacini Marmiferi del Carrarese” (L. Carmignani et Al., 2001), Fig. 4.



Il Bianco Ordinario estratto nel sub-giacimento Canaloni è senza dubbio quello che possiede le migliori caratteristiche fisico-meccaniche tra i marmi estratti nel comprensorio carrarese, come si evince comparando i parametri riportati nella sottostante scheda con quelli degli omologhi marmi racchiusi nel fascicolo “I MARMI APUANI” edito nel 1980 dall’Ertag.

La Discarica e la gestione del detrito

L’argomento è stato trattato all’interno del “Piano di Gestione dei rifiuti, del materiale derivato e del materiale da taglio, Art. 2 DPGR 72/R (Art. 17 comma 1 lett. C) L.R. 35/15; comunque la Società è intenzionata a prelevare scaglie e grigliato dal conoide costituito con la varata e contemporaneamente ad asportare il nuovo detrito e materiale fine prodotto con l’escavazione.

CARATTERISTICHE CHIMICO-MINERALOGICHE			
COMPOSIZIONE MINERALOGICA		% IN PESO	
Magnesio nella Calcite			1.20
Residuo			0.20
MINERALI	Principali	Calcite	99.80
		Dolomite	0.0
	Minori	Muscovite	
		Albite	
		Pirite	
		Quarzo	
ANALISI CHIMICHE		% in peso	
CO ₂		43.95	
MgO		0.83	
Al ₂ O ₃		0.05	
SiO ₂		0.17	
K ₂ O		0.02	
CaO		54.96	
TiO ₂		0.00	
MnO		0.01	
Fe ₂ O ₃		0.00	
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE			
1.0 CARICO DI ROTTURA A COMPRESSIONE		Kg/cmq	1332
2.0 CARICO DI ROTTURA A COMPRESSIONE DOPO CICLI DI GELIVITA'		Kg/cmq	1255
3.0 CARICO DI ROTTURA A FLESSIONE		Kg/cmq	178
4.0 DILATAZIONE LINEARE TERMICA		10 ⁻⁶ per °C	6.7
5.0 COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE D'ACQUA		% in peso	0.13
6.0 PESO PER UNITA' DI VOLUME		Kg	2700
7.0 RESISTENZA ALL'URTO		Cm	58.8
8.0 MODULO DI ELASTICITA' LINEARE		Kg/cmq	679000
9.0 RESISTENZA ALL'ABRASIONE		mm	2.58

Tab. 2 caratteristiche chimico-mineralogiche e fisico-meccaniche del Bianco Ordinario C (I marmi apuani, ERTAG 1980)

Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche del marmo Nero di Colonnata, la Società ha provveduto a far eseguire test al laboratorio Stonelab della IMM Carrara Fiere S.p.a.; i risultati, di seguito riportati, confermano le ottime qualità fisico-meccaniche del materiale.

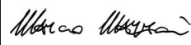
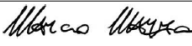
Tipo di prova	Norma Europea Rif.	Unità di misura	Condizionamento	Valore medio	Dev. Standard
Densità apparente (Tabella 1)	UNI EN 1936:2006	Kg/m ³	-	2714,47	-
Porosità Aperta (Tabella 1)	UNI EN 1936:2006	%	-	0,13	-
Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica (Tabella 2)	UNI EN 13755:2008	%	-	0,05	-
Resist. a Flessione sotto carico concentrato (Tabella 3)	UNI EN 12372:2007	MPa	Dry	15,33	4,87
Resist. a Compressione (Tabella 4)	UNI EN 1926:2007	MPa	Dry	170,18	35,93
Resistenza allo Scivolamento (Tabella 5)	UNI EN 14231:2003	SRV	Dry	37	-
			Wet	13	-
Resistenza all'abrasione (Tabella 6)	UNI EN 14157:2017	mm	Dry	17,0	-



Tabella 1

IMM Carrara S.p.A STONELAB LABORATORIO TECNOLOGICO PROVE DI QUALITÀ SU MATERIALI LAPIDEI E COMPOSITI			Densità Apparente e Porosità aperta (UNI EN 1936:2007)			Cliente: Alba Ventura S.r.L.			
Rapporto di Prova No.: 522i						Nome commerciale del materiale:			
Natura petrografica materiale : Marmo						NERO CATTANI			
Data consegna provini: 16/02/2021						Blocco No.: sconosciuto			
Provino No.	Pesi dei Provini						Densità Apparente [kg/m ³]	Porosità Aperta (%)	Dimensioni Provini (mm)
	Dopo Condizionamento Dry (>48 hrs. / 70°C)		Dopo Condizionamento Wet (>48 hrs. / 20°C)						
	Data	g (m _a)	Data	g (m _s)	g (m _b)				
01	19/02/21	345,54	23/02/21	345,72	218,29	2711,61	0,14	50,4x50,2x50,5	
02	19/02/21	345,74	23/02/21	345,89	218,41	2712,11	0,12	50,4x50,3x50,6	
03	19/02/21	345,10	23/02/21	345,25	218,19	2716,04	0,12	50,3x50,2x50,5	
04	19/02/21	345,50	23/02/21	345,65	218,51	2717,48	0,12	50,4x50,2x50,5	
05	19/02/21	345,31	23/02/21	345,48	218,16	2712,14	0,13	50,3x50,2x50,5	
06	19/02/21	344,82	23/02/21	344,98	218,09	2717,47	0,13	50,3x50,2x50,5	
		Min.		Media		Max.			
		Densità Apparente ρ _b [kg/m ³]		2711,61 2714,47		2717,48			
		Porosità Aperta (%)		0,12 0,13		0,14			

			Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica (UNI EN 13755:2008)			Cliente: Alba Ventura S.r.L.		
MEMBRO ASTM No. 1741518								
Rapporto di Prova No.: 522i						Nome commerciale del materiale:		
Natura petrografica roccia : Marmo						NERO CATTANI		
Località cava: Colonnata-Carrara (MS)-Italy						Data consegna provini: 16/02/2021		
Prov. No.	Pesi dei Provini						Dimensione provino (mm)	
	Dopo condiz.mento Dry (>48 ore / 70°C)		Dopo condiz.mento Wet (>48 hrs. / 20°C)		(m _s -m _a)	100x (m _s -m _a)/m _a		
	Date	g (m _a)	Date	g (m _s)	[g]	[%]		
01	19/02/21	345,22	23/02/21	345,39	0,17	0,05	50,3x50,2x50,5	
02	19/02/21	345,97	23/02/21	346,12	0,15	0,04	50,6x50,3x50,6	
03	19/02/21	345,42	23/02/21	345,59	0,17	0,05	50,4x50,2x50,5	
04	19/02/21	345,34	23/02/21	345,50	0,16	0,05	50,3x50,2x50,5	
05	19/02/21	345,74	23/02/21	345,96	0,22	0,06	50,3x50,3x50,5	
06	19/02/21	344,55	23/02/21	344,71	0,16	0,05	50,4x50,2x50,5	
Assorbimento d'Acqua, peso (%) Min. Media Max. 0,04 0,05 0,06								
Valore Massimo Atteso A _b , peso (%): 0,07								
Laboratorio Tecnologico Dr.Geol. Marco Mazzoni							Data: 26 Febbraio, 2021	

IMM CarraraFiere S.p.A STONELAB LABORATORIO TECNOLOGICO PROVE DI QUALITÀ SU MATERIALI LAPIDEI E COMPOSITI		Determinazione della Resistenza alla Flessione sotto carico concentrato (UNI EN 12372:2007)		C A	
Rapporto di Prova No.: 522i Natura petrografica materiale : Marmo Data consegna provini: 16/02/2021 Località estrazione: Colonnata-Carrara (MS)-Italy		Nome comm NERO CATTAN Blocco No.:			
Provino No.	Dimensioni [mm] a x b x h	Condizionamento	Fmax [kN]	R [MPa]	
01 D	180x90,2x28,4	Dry	6917,18	21,39	
02 D	180x90,4x27,2	Dry	5094,39	17,14	
03 D	180x89,6x28,3	Dry	2818,47	8,84	
04 D	180x89,8x28,0	Dry	5111,19	16,33	
05 D	180x90,3x28,8	Dry	6461,20	19,41	
06 D	180x90,4x28,1	Dry	5542,66	17,47	
07 D	180x90,3x28,0	Dry	5237,89	16,65	
08 D	180x89,8x27,4	Dry	2374,10	7,92	
09 D	180x90,1x28,1	Dry	6005,62	18,99	
10 D	180x90,2x29,9	Dry	3264,01	9,11	
NOTE: 1) velocità di applicazione del carico = 0.25 MPa/s					
Resistenza alla Flessione media (Dry), $R_{md} = 15$ Deviazione standard (Dry), $s_d = 4,87$ MPa Coefficiente di variazione (Dry), $v_d = 0,3$			Resistenza a Compressione media (Dry), $R_{md} = 15$ Deviazione Standard(Dry), $s_d = 35,93$ MPa Coefficiente di Variatione (Dry) = 0,2		
Valore minimo aspettato (Dry) $R_d = 6,67$			Valore minimo aspettato (Dry) $R_d = 100$		
Laboratorio Tecnologico Dott.Geol. Marco Mazzoni					
Laboratorio Tecnologico Dott.Geol. Marco Mazzoni					

IMM CarraraFiere S.p.A STONELAB LABORATORIO TECNOLOGICO PROVE DI QUALITÀ SU MATERIALI LAPIDEI E COMPOSITI		Determinazione della Resistenza all'Abrasion (EN 14157:2017)		C A	
Rapporto di Prova No.: 522i Natura petrografica roccia : Marmo Data consegna provini: 16/02/2021 Località cava: Colonnata-Carrara (MS)-Italy		Nome commerc NERO CATTAN Blocco No.:			
Provino No.	Dimensioni [mm] a x b x h	Condizionamento	Fmax [kN]	R [MPa]	
01 D	50,5x50,2x50,5	Dry	514,35	202,89	
02 D	50,3x50,2x50,5	Dry	271,04	107,34	
03 D	50,3x50,2x50,5	Dry	433,55	171,70	
04 D	50,4x50,3x50,5	Dry	503,47	198,60	
05 D	50,3x50,3x50,5	Dry	371,97	147,02	
06 D	50,4x50,3x50,5	Dry	480,51	189,54	
07 D	50,3x50,0x50,5	Dry	279,67	111,20	
08 D	50,2x50,2x50,5	Dry	474,02	188,10	
09 D	50,3x50,3x50,5	Dry	501,74	198,31	
10 D	50,6x50,0x50,5	Dry	473,24	187,05	
Provino No.	Fattore di calibrazione (mm)	Lunghezza della traccia (corretta dal fattore di calibrazione) (mm)	Valore medio h traccia (corretta calibrazione)		
01	-0,4	17,4	Valore arroton marcatu		
02		17,1			
03		17,2			
04		17,2			
05		17,1			
06		17,4			

Tab. 2a: Tabelle caratteristiche fisco-meccaniche Marmo Nero Colonnata

CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFICI GENERALI

Il Comprensorio Estrattivo Carrarese occupa la parte nord-occidentale del vastissimo affioramento carbonatico metamorfico apuano, dove le principali formazioni carbonatiche sono rappresentate dai: Grezzoni, Marmi e Calcere Selcifero. Come tutte le aree carbonatiche è anch'esso permeabile per fratturazione e carsismo, anche se il grado di permeabilità e lo sviluppo del carsismo all'interno di ciascun complesso carbonatico varia d'intensità in relazione sia alla natura chimico-mineralogica del litotipo formazionale sia alle condizioni pluviometriche-climatiche locali.

Il sub-bacino dei Canaloni è inserito nel Bacino Estrattivo Industriale n. 4 Colonnata, anticamente denominato "Comunello di Colonnata", parte integrante del vasto comprensorio carrarese.

I Marmi e i Grezzoni sono rocce molto permeabili per fratturazione e carsismo, mentre il Calcere Selcifero ricco in silice, sottoforma di intestarti, moduli e lenti, è caratterizzato da una permeabilità per fratturazione decrescente con la profondità, condizione che si viene a generare per accumulo dei prodotti di alterazione della roccia che si depositano all'interno della frattura. Lo sviluppo del carsismo, proprio per la diffusa presenza della silice rimane molto limitato, sviluppando al massimo forme secondarie carsiche epigee.

L'intensità e la distribuzione areale della deformazione rigida all'interno del Comprensorio Estrattivo Carrarese rappresenta la principale via d'infiltrazione delle acque meteoriche nel substrato; in quanto il fenomeno del carsismo locale si manifesta mediante forme minori, quali:

- 1) forme superficiali o epigee:
 - a) superfici morfologiche "rugose", causate da una differenziata azione di dissoluzione sulla superficie morfologica e/o di frattura;

- b) fratture del cappellaccio leggermente ampliate dal processo di dissoluzione;
 - c) piccoli inghiottitoi riempiti da “argille rosse residuali”;
- 2) forme profonde o ipogee:
- a) fratture “beanti” più o meno carsificate;
 - b) fratture parzialmente riempite da “argille residuali”;
 - c) superfici di frattura ricoperte da “spalmature” di argille rosse;

Nella ricognizione che ha riguardato i fronti esposti residui e/o attivi di cava non si è rilevata la presenza di importanti forme epigee o ipogee, quali campi carreggiati, inghiottitoi, doline o grotte, camini o cavità carsiche in genere, che possano partecipare alla circolazione carsica.

L'elevato grado di permeabilità per fratturazione posseduto dalla formazione marmifera, 70-75%, fa sì che la circolazione idrica sia essenzialmente di tipo sotterraneo, alimentata anche dalle acque meteoriche che si infiltrano all'interno dei ravaneti. Infatti, anche durante intensi eventi piovosi i deflussi superficiali sono assenti anche nel fondovalle, dove l'elevata potenza del vecchio ravaneto che lo ricopre facilita l'infiltrazione di tutte le acque che vi cadono sopra e/o ivi defluenti.

CARATTERI IDROGEOLOGICI SERBATOI IDRICI APUANI DI SW E N

Al contrario della struttura geologica che è costituita da una struttura complessa composta da una serie di pieghe isoclinali caratterizzate da differente estensione di affioramento, il Serbatoio Idrico metamorfico è invece una struttura molto semplice, rappresentata da un “contenitore carbonatico”, delimitato verso il basso, da un substrato di natura impermeabile su cui scorre una falda freatica profonda.

I serbatoi sotterranei apuani sono costituiti dallo spesso strato di formazioni carbonatiche ascrivibili all’“Autoctono” Auctt., soprastanti l'impermeabile rappresentato essenzialmente dalle impermeabili formazioni: Filladi Inferiori, Porfiroidi-Scisti Porfirici ascrivibili al Basamento Paleozoico Apuano e/o dalle Filladi Muscovitiche dell'Unità di Massa, con quest'ultime che affiorando lungo il lato di SW della catena montuosa svolgono anche la funzione di “tampone idrogeologico”.

A grande scala, le acque che si infiltrano nel “materasso permeabile” tendono a percolare nel suo interno fino a raggiungere le zone profonde, dove poi scorrono lungo la discontinuità permeabile/impermeabile. Le direzioni di deflusso sotterraneo coincidono all'incirca con le locali immersioni che presentano le strutture geologiche principali.

Lungo il margine di SW della finestra tettonica, dove l'Unità di Massa si incunea tra il Metamorfico e la Falda Toscana, esistono importanti sorgenti idriche che vengono a giorno grazie all'effetto tampone che svolgono appunto le formazioni impermeabili dell'Unità di Massa (Filladi s.l.); lungo il margine settentrionale della catena invece le sorgenti idropotabili e termali di Equi vengono a giorno a causa del “tampone idrogeologico” rappresentato dalla Formazione del Macigno, caratterizzata da un differente grado di permeabilità rispetto alle formazioni carbonatiche metamorfiche che formano il versante sinistro della vallata del Lucido. La presenza della faglia collegata allo Sovrascorrimento Falda Toscana/Metamorfico fa sì che l'effetto drenante della struttura inneschi una rapida risalita delle acque sulfuree profonde con emergenza delle stesse, facendole subire un “limitato rimescolamento” con le acque soprastanti di falda “meno salate” e più “fredde”.

I due “serbatoi idrici sotterranei” di Equi e di Carrara, pur rimanendo in continuità geologica attraverso le formazioni carbonatiche, sono in realtà due strutture idrogeologiche separate ed alimentano due differenti e ben distanziate gruppi di sorgenti idriche. In ambedue i casi è l'immersione della struttura geologica il parametro che definisce principalmente la direzione di deflusso sotterraneo.

Nonostante ciò, esiste il caso di “cattura idrogeologica di serbatoio sotterraneo” rappresentata dagli apporti sotterranei provenienti dall'area carbonatica meridionale del Monte Sagro, i quali alimentano il serbatoio idrico carrarese, pur rimanendo l'area esterna la bacino imbrifero del Torrente Carrione.

Una conferma di una circolazione idrica profonda all'interno del Comprensorio Estrattivo Carrarese è l'assenza di emergenze idriche nel suo interno, nonostante che abbia una estensione >10Kmq ed una variazione altimetrica di >1.000m.

Le sorgenti alimentate da questo areale scaturiscono lungo il perimetro SW, nelle località Torano e Canalie in Comune di Carrara e in località Cartaro in Comune di Massa, rimanendo tutte allineate sul Contatto Tettonico Unità di Massa - Metamorfico Apuano. La prima unità essendo costituita da formazioni impermeabili funziona da "Tampone idrogeologico", interrompendo il deflusso e favorendo la venuta a giorno delle acque sotterranee defluenti all'interno del metamorfico apuano.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SERBATOIO IDRICO SOTTERRANEO CHE SOTTENDE LE SORGENTI DI COSTA

Come già detto, le sorgenti idropotabili site in località Torano, Canalie e Cartaro sono alimentate dal serbatoio idrico sotterraneo carrarese e massese, risorsa idrica contenuta nel materasso carbonatico delle formazioni metamorfiche, a loro volta delimitate verso il basso dalle formazioni impermeabili di natura silicee paleozoiche e verso SW dalle altrettanti formazioni filladiche ascrivibili all'Unità di Massa.

Nella Carta Idrogeologica e Sezioni, Tav. 12 e 13 in scala 1:2000, sono state censite le locali formazioni idrogeologiche, che rappresentano solo una minima parte tra le formazioni permeabili affioranti sulle Apuane. In particolare, nell'area affiorano la Formazione dei Marmi ed i depositi detritici artificiali o "Ravaneti".

Nel Comprensorio estrattivo Carrarese in base alla tipologia e grado di permeabilità posseduto dalle rocce si possono distinguere le seguenti classi di permeabilità:

1^a classe: Permeabilità primaria

a) litotipi permeabili per porosità

2^a classe: Permeabilità secondaria o acquisita

a) rocce permeabili per fratturazione decrescente e sviluppo di limitati fenomeni carsici;

b) rocce permeabili per fratturazione crescente e sviluppo di fenomeni carsici;

3^a classe: Impermeabili

a) rocce impermeabili o poco permeabili nei primi livelli superficiali.

Rocce incoerenti con permeabilità primaria o per porosità

Depositi detritici artificiali Ppm1: sono gli accumuli detritici incoerenti composti da scaglie eterogranulari a spigoli vivi, caratterizzati da grado di permeabilità variabile da medio a alto, in relazione alla quantità di materiale terrigeno inglobato all'interno del conoide. Il suo grado di permeabilità, pur rimanendo elevato, tende a diminuire entrando nel suo interno dove aumenta la frazione terrigena. I ravaneti, generalmente, non sono sede di acquiferi nonostante posseggano un elevato grado di permeabilità che facilita l'infiltrazione delle acque meteoriche. Queste infiltratesi e circolanti nel loro interno subiscono l'azione di drenaggio da parte del sottostante bedrock marmifero, caratterizzato da un uguale e/o maggiore grado di permeabilità. L'assenza di una falda freatica interna al ravaneto è confermata dalla mancanza di scaturigini lungo il suo piede, che altrimenti ci sarebbero se non esistesse l'effetto "drenante del substrato marmoreo". Tale deposito affiora nell'intorno della cava.

Rocce coerenti con permeabilità secondaria o acquisita

La permeabilità per fratturazione è tipica delle rocce coerenti, quella per carsismo si riscontra nelle rocce solubili, quali i carbonati e le dolomie. A questa classe appartengono:

Le formazioni permeabili per fratturazione decrescente e per limitati fenomeni carsici Psd: alla classe è ascrivibile la Formazione dei Calcari Selciferi Metamorfici, dove l'infiltrazione all'interno del litotipo avviene essenzialmente per fratturazione; in quanto lo sviluppo dei fenomeni carsici è molto limitato a causa della composizione chimico-mineralogica ricca in silice. La formazione è

caratterizzata da una permeabilità decrescente con la profondità, perché le fratture tendono a ostruirsi a seguito dell'accumulo dei prodotti limo-argillosi derivanti dall'alterazione e disfacimento della roccia. Nonostante nella zona in esame le inclusioni silicee abbiano limitata potenza ed estensione lo sviluppo del carsismo è poco pronunciato, in quanto la presenza dello strato di copertura eluvio-colluviale occlude le fratture già in superficie impedendo l'infiltrazione delle acque. La formazione possiede un medio-basso grado di permeabilità e nel bacino affiora essenzialmente lungo l'allineamento morfologico Pesaro-Piastra-Bettogli-Vara-Belgia.

Le formazioni permeabili per fratturazione crescente e sviluppo di fenomeni carsici Ppc: alla classe sono ascrivibili le Formazioni dei Marmi, Marmi Dolomitici, Formazione di Vinca e Grezzoni. I litotipi formazionali variano da un "calcare puro" (Marmi) a un "calcare dolomitico" (Marmi Dolomitici) a una "dolomia pura" (Formazione di Vinca Grezzoni). I litotipi sono caratterizzati da elevato grado di permeabilità per fratturazione, la quale, in determinate condizioni di pressione e temperatura delle acque, tende ad ampliarsi per dissoluzione del carbonato, così da sviluppare fenomeni carsici. Le formazioni di questo tipo sono caratterizzate da un alto grado di permeabilità dovuto a una rete di fratture costituite:

- da fratture principali molto aperte, i cosiddetti "condotti carsici" responsabili della veloce circolazione delle acque sotterranee, quindi della repentina ricarica delle sorgenti;
- da fratture secondarie, caratterizzate da differente estensione e apertura, nelle quali la circolazione sotterranea avviene più lentamente, rimanendo responsabili della costanza nella portata delle sorgenti.

La rete secondaria di fratture alimenta la rete primaria. Le formazioni di questo tipo sono caratterizzate da un grado di permeabilità medio-alto. Tra le formazioni sopraelencate, nell'area di indagine non affiora la Formazione di Vinca, mentre sono presenti le altre.

Rocce coerenti impermeabili

Formazioni insolubili, non fratturate e/o fratturate ma completamente occluse.

Alla classe appartengono le rocce generalmente di natura silicea che nonostante siano più o meno fratturate non sviluppano una circolazione idrica sotterranea, perché le fratture sono occluse dai loro prodotti eluvio-colluviali. A Questa classe appartengono:

Porfiroidi, Scisti Porfirici, Filladi Inferiori, Scisti Sericitici: i litotipi appartengono a rocce di natura silicea, che nonostante siano, anche localmente, molto fratturati sono di fatto resi impermeabili per ostruzione delle fratture dai prodotti di alterazione già in prossimità della superficie morfologica. Nell'area e nel suo intorno significativo non affiorano formazioni ascrivibili a questa classe di permeabilità, ma si ritiene, in base alla conoscenza dei luoghi e agli studi idrogeologici pubblicati, che costituiscano il livello impermeabile di base su cui scorre la falda freatica oltre che originare il "tamponamento idrogeologico" che causa la venuta a giorno delle sorgenti di costa.

Permeabilità dell'ammasso roccioso

La permeabilità di un ammasso roccioso è in funzione della intensità e delle caratteristiche di fratturazione presenti, oltre che, per gli ammassi di natura calcarea, del carsismo. Come è ovvio, la permeabilità risulterà maggiore in corrispondenza delle fratture che presentano maggior apertura e delle aree cataclastiche, dove si ha una concentrazione della fratturazione (aree di finimento).

Nel caso in esame, il carsismo è poco sviluppato, pertanto, per addivenire ad una valutazione del valore medio della permeabilità dell'ammasso, si utilizzeranno le caratteristiche geomeccaniche dello stesso, in particolare è stata impiegata la seguente formula:

$$K_i = ge^3/12vb$$

dove:

K_i = permeabilità del sistema iesimo;

g = accelerazione di gravità (981 cm/sec²);

e = apertura media del sistema iesimo (cm);

v = viscosità cinematica H₂O a T. di 20°C pari a 0.0101 cm²/sec;

b = spaziatura media del sistema iesimo (cm);

che permette di stimare la permeabilità dei sistemi di discontinuità dell'ammasso roccioso riscontrati nel sito.

SISTEMA DI DISCONTINUITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K in cm/sec	Tabella 1: coefficiente di permeabilità di ciascuna delle discontinuità presenti nel subgiacimento Canaloni e permeabilità basso grado del subgiacimento Canaloni
K1	0.0631	
K2	0.0036	
K3	0.0666	
K4	0.0000	
K5	0.0095	
K6	0.0000	
Km Ammasso	0.1428	

Sulla base di questa stima si può asserire che l'ammasso possieda una permeabilità secondaria di basso grado.

Di seguito vengono fatte alcune considerazioni che tendono a ridurre il fenomeno dell'infiltrazione:

- le caratteristiche rilevate sono riferite ai fronti estrattivi dove è presente un rilascio tensionale della roccia a seguito della coltivazione, quindi, all'interno dell'ammasso roccioso, dove non è presente questo fenomeno, la stessa frattura è sicuramente meno aperta (confinamento laterale);
- durante le fasi di taglio la marmettola che si produce direttamente sul taglio tende ad ostruire la frattura stessa, quando questa non è carsificata.

Sulla base di quanto sopra esposto i piazzali di cantiere possono essere considerati aree impermeabili, dove viene recuperata gran parte dell'acqua che vi scorre sopra ad eccezione di quella che si perde per evaporazione.

Vulnerabilità degli acquiferi

Il problema della vulnerabilità degli acquiferi sulle Apuane è piuttosto rilevante, in quanto le aree carbonatiche, proprio per le loro caratteristiche di elevata permeabilità acquisita, possono rappresentare aree di facile infiltrazione per inquinanti di varia natura.

Infatti, le fratture associate al carsismo, con particolare riferimento ai "condotti carsici", sono vie di potenziale e facile infiltrazione d'inquinanti all'interno degli ammassi rocciosi carbonatici. Il problema è particolarmente sentito nelle aree a vocazione estrattiva, dove l'attività svolta, se non organizzata, può essere fonte di potenziale inquinamento a causa della dispersione, anche fortuita, di oli minerali e idrocarburi sul terreno.

Quanto sopra esposto sono considerazioni generali connesse alle caratteristiche possedute da qualsiasi complesso carbonatico (Apuane, Carso, Montagnola Senese, Colli Berici ed ecc...), per cui ogni complesso carsico rappresenta una potenziale via d'infiltrazione d'inquinanti verso le falde acquifere. Definito il concetto, riveste particolare importanza l'analisi geostrutturale della zona d'indagine, in quanto volta a definire le locali caratteristiche fisico-meccaniche possedute dall'ammasso roccioso.

L'area in esame, come del resto tutto il dominio carbonatico metamorfico delle Alpi Apuane, è classificata a alta vulnerabilità (Range: valori sintacs 50-70 e 35-50) nella "Carta della Vulnerabilità degli acquiferi delle Alpi Apuane", Civita et alii 1991, il cui stralcio non in scala è la Fig. 5.

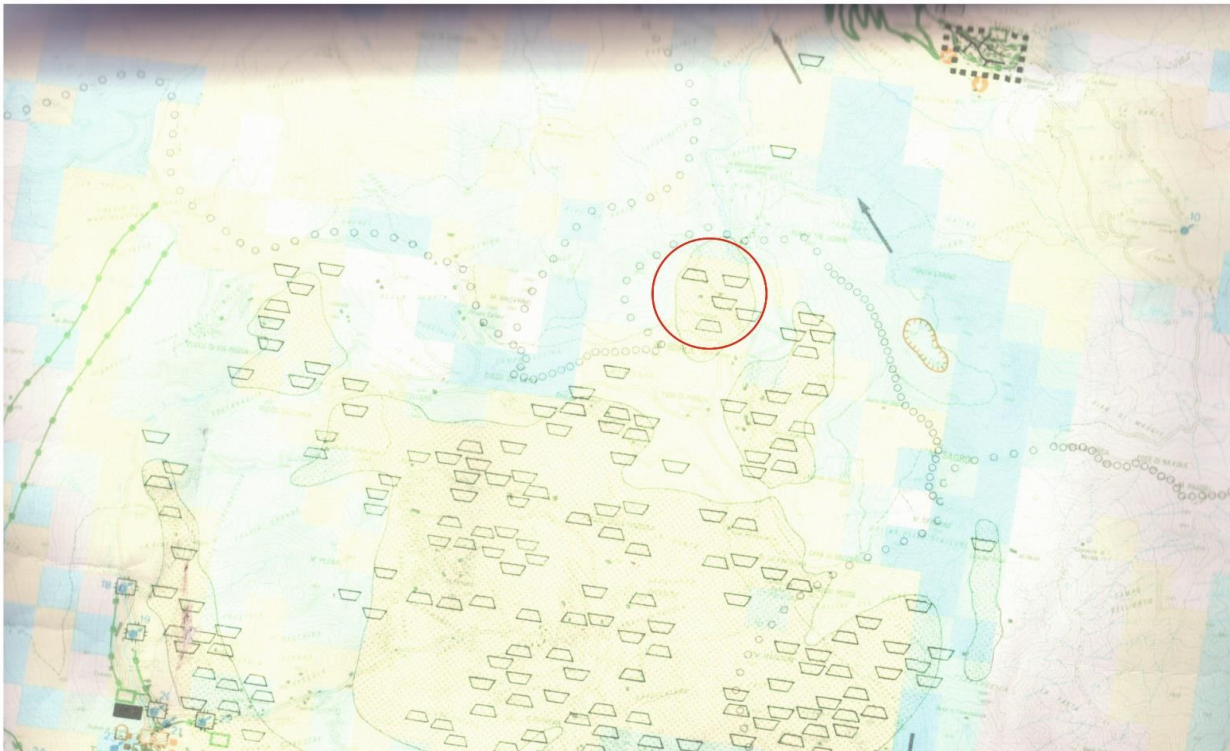


Fig. 5: Stralcio della Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi delle Alpi Apuane 1:25000 (M.Civita, P.Forti, P.Marini, L.Micheli, L.Piccini, G.Pranzini, 1991).

Al fine di contenere al minimo il rischio di inquinamento dell'acquifero sopra definito nella cava:

- 1) i mezzi sono mantenuti nell'officina societaria sita a q. 801.45m s.l.m., struttura chiusa con fondo cementato ed equipaggiata con tutte le attrezzature necessarie;
- 2) i bidoni contenenti oli minerali vergini od esausti sono stoccati all'interno di contenitori metallici, a loro volta posizionati in area coperta, cementata e munita di pozzetto di raccolta e impianto depurazione;
- 3) i carburanti sono contenuti negli appositi serbatoi muniti di vasca di contenimento coperta;
- 4) la marmettola più grossolana prodotta dalla tagliatrice a catena è posta direttamente nei sacchi filtranti durante la fase di taglio;
- 5) la marmettola fine prodotta dal filo diamantato rimane contenuta all'interno di cordoli impermeabili circostanti l'area di taglio e affluisce ai punti interni di presa, da dove è pompata, assieme alle acque reflue, nell'impianto a sacchi filtranti, per essere poi ridistribuita in cava. La Società afferma di smaltire la marmettola come da normativa, mentre le acque depurate sono reimpiegate in cava.

Determinazione delle linee di deflusso sotterranee

In una struttura geologica le direzioni di deflusso sotterraneo delle acque infiltratesi nel sottosuolo dipendono generalmente dalla struttura a grande scala, anche se l'andamento di quella locale può, almeno, inizialmente influenzarle, con particolare riferimento alla deformazione rigida.

Alla struttura geologica sono di fatto collegati i limiti idrogeologici, quindi il grado e la differenza di permeabilità tra le varie formazioni, andando a definire il "serbatoio idrico" ed il substrato impermeabile su cui scorre la falda e, conseguentemente, l'andamento delle linee di deflusso sotterranee principali.

Le strutture locali, con particolare riferimento alla deformazione rigida, sono quelle che influenzano nel dettaglio l'infiltrazione e il primo andamento sotterraneo delle direzioni di deflusso, con eventuale variazione di queste ultime rispetto a quanto ci si aspetterebbe dall'analisi della struttura a grande scala.

In linea di massima l'infiltrazione delle acque all'interno di un ammasso roccioso carbonatico avviene tramite :

- le zone a maggior intensità di fatturazione, finimenti o aree cataclastiche ;
- i fenomeni carsici più o meno sviluppati quali "condotti carsici" e ecc....
- le fratture beanti più o meno diffuse .

Come già detto, a grande scala la sequenza della struttura geologica, lungo la direttrice Carrara-Vinca, è rappresentata da una serie di pieghe isoclinali di fase "A2" quali :

1)Sinclinale Carrara	2)Anticlinale Pianza	3)Sinclinale Vallini	4) Anticlinale M. Sagro
5)Sinclinale M. Sagro	6)Anticlinale Catino	7)Sinclinale Catino	8)Anticlinale Vinca

con le strutture 1) 2) e 8) di dimensioni chilometriche e le strutture 3), 4), 5), 6) e 7) alquanto più modeste.

A questa complessa impalcatura geologica corrisponde una più semplice struttura idrogeologica, dove un vastissimo serbatoio carbonatico costituito dalle strutture da 1 a 7 poggia su un substrato impermeabile costituito dal nucleo filladico dell'Anticlinale di Vinca. L'immersione di questa struttura fa sì che le acque contenute nel serbatoio sotterraneo defluiscano seguendo il contatto permeabile/impermeabile verso SW nel carrarese e verso S nel massese.

Questa direzione di deflusso sotterraneo trova conferma anche nello "Studio Idrogeologico Prototipale del Corpo Idrico Significativo dell'Acquifero Carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d'Oltre Serchio e S. Maria del Giudice", pubblicato dalla Regione Toscana, l'analisi della "Carta delle aree di alimentazione dei Sistemi Idrogeologici – Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane" (Allegato 9a, tav. A), il cui stralcio non in scala è la Fig. 6, dal quale si evince che l'area di progetto risulta inserita nel bacino di alimentazione della Sorgente Cartaro.

In particolare si ha che le acque che si infiltrano all'interno del serbatoio idrogeologico carrarese penetrano in profondità e defluiscono sul livello impermeabile delle Filladi Inferiori del Basamento Paleozoico verso:

- SW scaturendo a giorno lungo il contatto tettonico, quando incontrano le Formazioni dell'Unità di Massa, che funzionando da "tampone idrogeologico", originano, , le sorgenti di Torano e Canale, Fig. 6;
- S scaturendo a giorno quando incontrano il "tampone idrogeologico" rappresentato dal punto di contatto tra le Filladi dell'Unità di Massa e le Filladi Inferiori del Basamento Paleozoico costituente l'Anticlinale di Vinca, originando, nei pressi del contatto tettonico, la sorgente del Cartaro, Fig. 6.

L'area in esame partecipa ad alimentare proprio quest'ultima emergenza, come risulta dallo studio sopra citato, anche se non si può escludere che esistano apporti anche verso le sorgenti del carrarese.

Le acque meteoriche che cadono sui piazzali di cava non si infiltrano nel substrato; in quanto le particelle terrose prodotte durante l'escavazione ostruiscono le fratture rendendo di fatto impermeabili i piazzali.

In considerazione delle osservazioni fatte in campagna e della loro elaborazione si può ritenere che non ci sia infiltrazione sui piazzali di cava.

Un'ulteriore conferma della profondità della falda la si deduce dall'assenza di emergenze significative lungo tutta la viabilità di fondovalle che dai Canaloni conduce alla località "La Piana", con oltre 400m di dislivello, dove affiora la Formazione del Calcere Selcifero, nucleo della Sinclinale di Carrara, caratterizzato da un minor grado di permeabilità rispetto alle formazioni dei Marmi S.S. e dei Grezzoni .

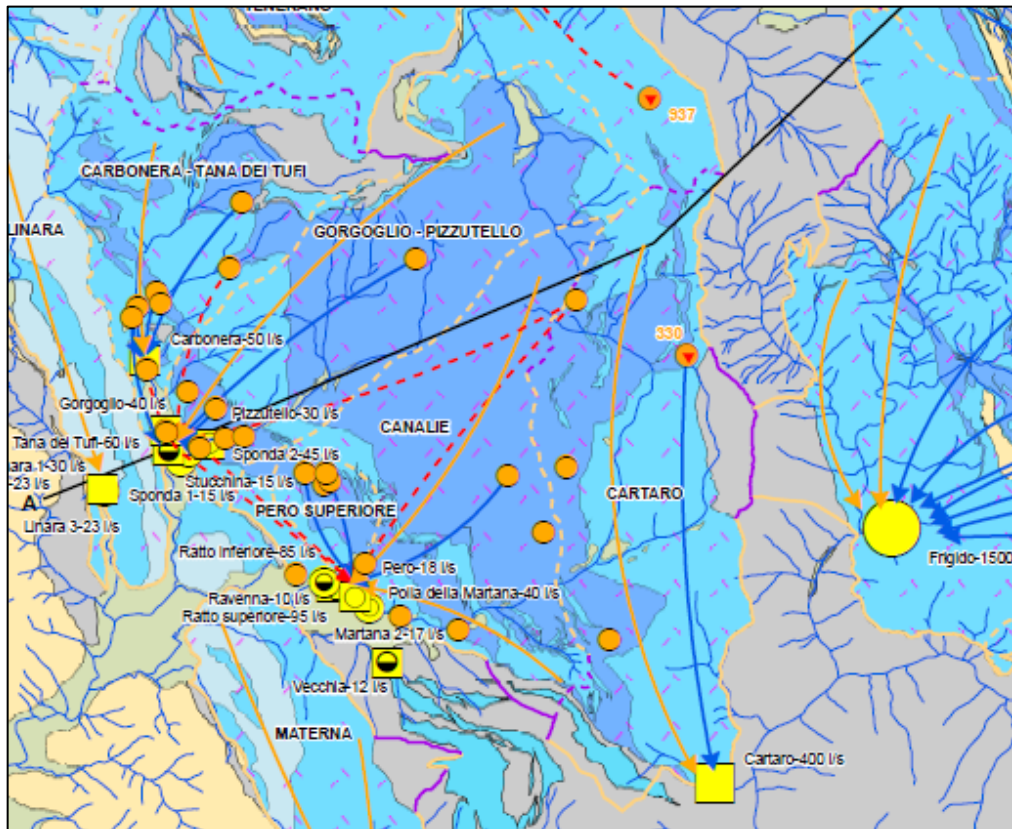


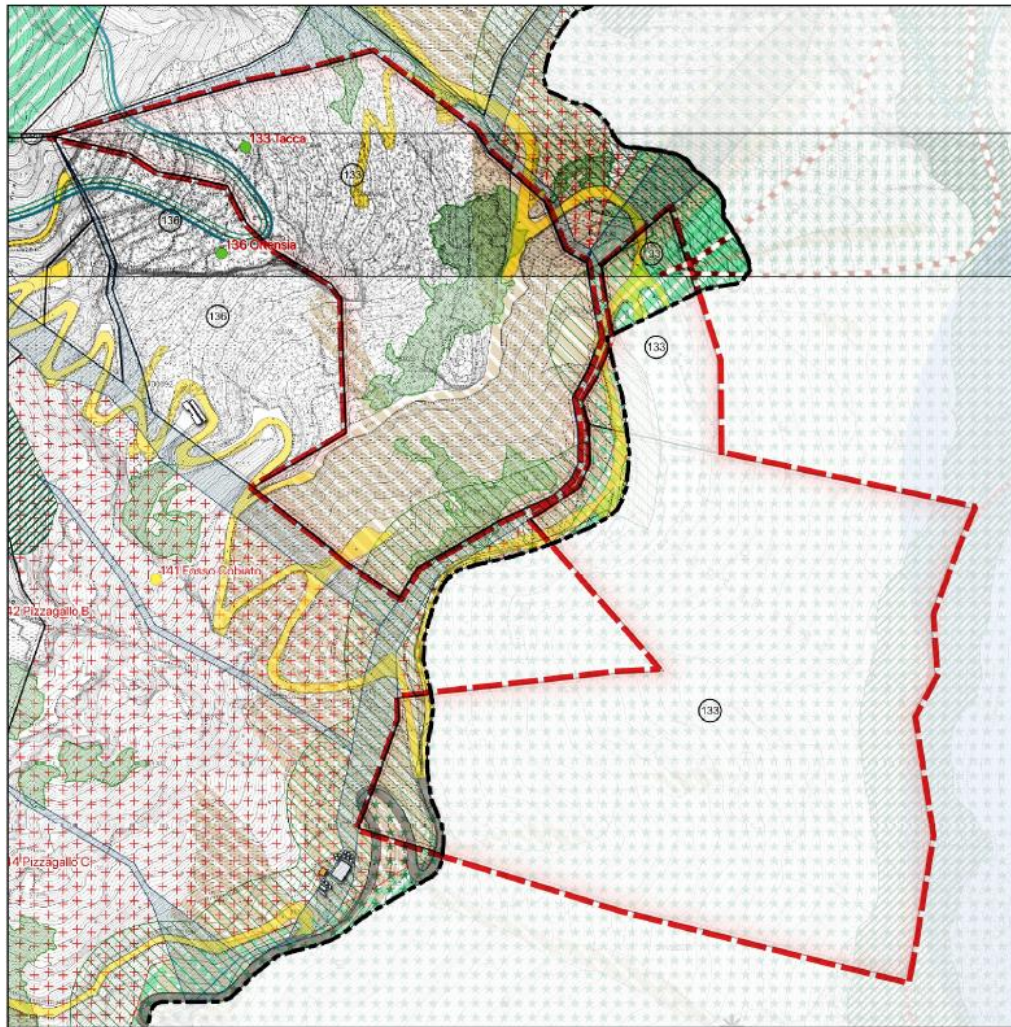
Fig. 6: Stralcio Carta delle aree di alimentazione dei Sistemi Idrogeologici – Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane. Allegato 9a, Tav. A dello Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell’acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d’Oltre Serchio e S. Maria del Giudice della Regione Toscana

Il reticolo idrografico locale

Nel complesso il reticolo idrografico locale rimane poco sviluppato, in quanto caratterizzato da impluvi pressoché rettilinei, incisi nella roccia, con assenza di deflussi superficiali. Questa ultima caratteristica è indizio di elevato grado di drenaggio del substrato, mentre la rettilineità dell’impluvio indica una erosione di base e regressiva che interessa l’alveo. Queste caratteristiche unitamente all’assenza di sorgenti nelle aree depresse dei contatti idro-formazionali, in particolare lungo il contatto Calcarea Selcifero-Marmo del fianco rovesciato della Sinclinale di Carrara e al non affioramento di un substrato impermeabile, confermano una circolazione idrica sotterranea profonda all’interno della Struttura Geologica. Nel Fosso dei Canaloni e nei suoi affluenti principali, Fosso Cobiato e Fosso Campanella, i deflussi superficiali sono assenti, anche durante i momenti di intensa piovosità; in quanto l’elevata permeabilità per porosità posseduta dai ravaneti che li ricoprono fa sì che le acque si infiltrino fino a raggiungere il sottostante substrato marmoreo, molto permeabile per fratturazione. Sulla base di quanto sopra asserito, si può affermare che la coltivazione dell’unità estrattiva non influisce sull’andamento della falda e che tale situazione idrogeologica non subirà alcuna modifica con il procedere dei lavori di coltivazione come da progetto.

Localizzazione idrogeologica cava

L’unità estrattiva, rimanendo sotto il profilo geologico-strutturale ubicata all’interno della Anticlinale di M. Sagro, struttura di prima fase anche se arealmente poco estesa, è sita nella parte orientale del bacino idrogeologico carrarese, in zona esterna e molto lontana rispetto alle “Aree di tutela delle sorgenti e dei pozzi captati per uso potabile” regolamentate nell’Art. 27 del PABE, zonazioni definite nella Cartografia “F Disciplina_dei_suoli_delle_attività_estrattive_e_degli_insediamenti” di PABE. A tal fine si allega lo stralcio del “Quadro Propositivo di dettaglio” della Scheda “all_h_num_cava_42_Amministrazione_cd”, dell’“Allegato_A_Schede_Sintetiche_H1”.



133 - Tacca

Legenda

- Limiti amministrativi comunali
- Perimetro Bacino Estrattivo
- Localizzazione Cave e stato di attività (art.1 c.7)**
 - CAVE ATTIVE
 - CAVE DISMESSE
 - SITI ESTRATTIVI DISMESSI
- Aree in disponibilità
- Fosse Demaniali
- Aree di ricerca (art.33 c.1)
- Zone di protezione speciale ZPS/ZSC (art.8 c.1,2)
- Zona di tutela ZPS/ZSC (art.8 c.4)
- Crinali da tutelare (art.8 c.7 lett.c)
- Aree di elevato valore conservazionistico (art.6 c.4)
- Circo glaciale (art.6 c.3)
- Morfotipo Dorsale Carbonatica DOC (art.33 c.4)
- Aree di margine (art.33 c.2)
- Emergenze geologiche (art.8 c.7 lett.a1)
- Grotte (art.8 c.7 lett.a2)
- Cave storiche (art.8 c.7 lett.b1)
- invarianti strutturali Piano Strutturale**
 - Antiche vie di lizza (art. 8 c.7 lett.b2)
 - Piani inclinati (art.8 c.7 lett. b2)
 - RET Sentieristica C.A.I. (art. 8 c.7 lett. b5)
- Tracciato ferrovia Marmifera (art.8 c.7 lett.b4)**
 - in superficie
 - in galleria
- Viabilità e Parcheggi (art.26)**
 - Parcheggio
 - Strade di arroccamento comprensoriali
 - Strade di arroccamento singola cava
 - Viabilità pubblica
- classificazione edifici (art.11)**
 - Edifici privi di valore - c3a (art.15)
 - Edifici coerenti con il contesto - c2b (art.14)
 - Edifici di valore architettonico - c2a (art.13)
 - Edifici di valore storico-testimoniale - c1 (art.12)
 - Postazioni primo soccorso (art.25 c.1))
 - Piazzole per soccorso elicotteri (art.25 c.2)
- Disciplina dei suoli**
 - Br - Zone residenziali esistenti (art.19)
 - Dc - Zone Espositive - Laboratori - Commerciali (art.20)
 - Fm - Zona Mercatale di progetto (art.22)
 - Di - Zone industriali/artigianali (art.21)
 - Fc - Zone per attività didattico/culturali (art.23)
 - As - Zone di interesse storico testimoniale (art.24)
- Ravaneti soggetti a tutela (art.31)**
 - R1 (art.31 c.3)
 - R2 (art.31 c.4)
 - Pericolosità geologica elevata e molto elevata (art.32)
 - Corsi d'acqua
 - Aree immagazzinamento idrico (art.30 c.2)
 - Masterplan sicurezza idraulica bacini a monte (art.30 c.3)
 - Sorgenti (art.8 c.7. lett.a3 art. 27))
- Tutela delle sorgenti e dei pozzi idrop.**
 - A1 - zone di rispetto (art.27 c.2)
 - A2 - vulnerabilità elevata (art.27 c.3)
 - A3 - Vulnerabilità medio alta (art.27 c.4,5,6)
 - A4 - Vulnerabilità media (art.27 c.7)

SCHEDA 10

Stralcio "Quadro conoscitivo di dettaglio scheda cava n. 133 Tacca

ORIENTAZIONE FRONTI

Di seguito si riporta l'orientazione dei fronti e delle tecchie analizzate nelle condizioni attuali e di progetto per i diversi cantieri. Nell'ambito del "range" dei $\pm 10^\circ$ i fronti di escavazione e le tecchie sono e saranno così orientati:

CANTIERE	STRUTTURA	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
CANTIERE INFERIORE	FRONTI	N 080 SUBVERT. SE	N 080 SUBVERT. SE
		N 175 SUBVERT. E	N 175 SUBVERT. E
	TECCHIA	N 085 85° S (h=60m)	N 085 85° E (h=80m)
		N 015 85° E (h=45m)	
		N 000 85° E (h= 45m)	
CANTIERE SUPERIORE	FRONTI	N 030 SUBVERT. SE	
		N 090 SUBVERT. S	
		N 150 SUBVERT. NE	
		N 170 SUBVERT. NE	
	TECCHIA	N 005 40°-66° E-SE (h=45m)	
		N 030 66°(40°) SE (h=45m)	

Si premettere che mentre per lo stato attuale le verifiche sono state condotte considerando le reali altezze riscontrate nei diversi cantieri, nella fase progettuale le verifiche sono state condotte considerando un'altezza di progetto di 8.0 m., nonostante siano state progettate bancate con altezza minore. Tale scelta gioca a favore della sicurezza, in quanto si analizzano condizioni progettuali peggiorative rispetto al reale (aumento dei possibili volumi con tutto quello che ne consegue) .

RILEVO STRUTTURALE

Al fine di aggiornare il rilievo strutturale si è proceduto all'esecuzione di alcune stazioni puntuali di misura indagando i fronti di scavo attivi e residui presenti all'interno del sito, oltre ad utilizzare i dati geostrutturali rilevati in precedenti campagne, Carta della Fratturazione Tav. 20 scala 1:1000. I dati così ottenuti sono stati cumulati "per aree omogene" definite sulla base dell'intensità di fratturazione.

I rilievi strutturali sono stati realizzati in accordo con il metodo normalizzato per la descrizione delle discontinuità elaborato dall'I.S.R.M. (International Society of Rocks Mechanics, 1978); permettendo il riconoscimento dei caratteri fisico-meccanici e geometrici delle singole discontinuità, ha avuto l'obiettivo di:

- 1) individuare il numero dei sistemi di discontinuità presenti nel cantiere e le loro caratteristiche geometriche e fisico-meccaniche;
- 2) definire i parametri utili per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.

Di ogni discontinuità individuata sono state rilevate le seguenti caratteristiche:

Geometriche:	Orientazione	Fisiche:	Scabrezza
	Spaziatura		Rugosità
	Persistenza		Alterazione
			Apertura
			Riempimento
			Presenza d'acqua

RICONOSCIMENTO DELLE DISCONTINUITÀ E ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dei dati raccolti è stata eseguita con l'ausilio del programma informatizzato Dips della Rocscience, che ha consentito la definizione:

- della tabella dei range delle giaciture dei sistemi di discontinuità e dei loro piani rappresentativi;
- della tabella delle caratteristiche fisico-meccaniche dei vari sistemi;
- dei differenti domini strutturali in cui rimane suddivisa l'unità estrattiva, definiti in base al numero ed all'intensità dei sistemi di fratturazione ivi affioranti.

In particolare, sotto il profilo della deformazione rigida nell'unità estrattiva sono stati distinti i seguenti domini strutturali:

- 1) Dominio strutturale 1: “finimento”, area intensamente fratturata (quadrettato piccolo magenta), costituita da fratture sintettoniche ascrivibili ai vari sistemi di discontinuità rilevati, che origina essenzialmente due grosse fasce laterali all'area estrattiva, anche se esistono fasce di minore areale all'interno del giacimento produttivo;
- 2) Dominio strutturale 2: “cappellaccio”, (quadrettato grosso magenta), strato intensamente fratturato che costituisce la parte di NW del subgiacimento, rimanendo contenuto tra le due fasce principali di finimento. Tale area è prossima alla morfologia, dove oltre alle discontinuità di natura sintettonica sono presenti fratture dovute al rilassamento del versante ed alla azione degli agenti atmosferici
- 3) Dominio strutturale 3: “cantiere superiore” (rigato bianco), area di affioramento dei due livelli di “inclusioni dolomitiche”, localmente note come “duree”; delle quali una sita nei pressi del contatto marmo/calcare-dolomitico e l'altra nelle vicinanze del contatto calcare selcifero/marmo. Si ricorda che quest'ultima è una zona oggetto di intervento di bonifica/messa in sicurezza iniziata con la Determinazione n. 23 del 03.04.2000;
- 4) Dominio strutturale 4: “cantiere inferiore”, area poco fratturata rappresentata dalla rimanente parte del giacimento, dove è possibile produrre blocchi, semiblocchi e informi. La coltivazione di questo cantiere, a seguito degli abbassamenti di quota dei piazzali, ha determinato l'unione di questo cantiere con quello del Marmo Nero; nonostante ciò nella descrizione merceo-strutturale si è ritenuto di mantenere distinti i due siti.
- 5) Dominio strutturale 5: “cantiere Marmo Nero”, livello marmo-dolomitico poco fratturato, contenete due tipologie di vene e venette su fondo nero, orientate secondo la scistosità “SI”. Una rete di vene e venette contenenti dolomite di colore giallo-ocra che donano al materiale un bell'aspetto “mosso” e cromatico, mentre l'atro ordine di vene e venette sono ricche in elementi carboniosi che tendono a comportarsi come “macchie lenti.”

Le proiezioni stereografiche della campagna 2024, confermando le osservazioni dei rilievi geologico-strutturali di dettaglio eseguiti con le precedenti indagini, hanno convalidato i sistemi di discontinuità già rilevati, consistenti in n. 3 sistemi di discontinuità principali e 3 secondari, quest'ultimi maggiormente presenti nell'area del Dominio Strutturale 3.

I sistemi di discontinuità sono stati convenzionalmente indicati con la lettera K seguita da un indice numerico in relazione alla frequenza e all'importanza del sistema.

Allo scopo di evidenziare la giacitura preferenziale delle discontinuità si sono proiettati su reticolo polare di Wulf i poli, i massimi in frequenza, il diagramma di frequenza a rose e le proiezioni equatoriali dei piani rappresentativi; nonché le descrizioni delle discontinuità, le tabelle dei range di immersione e d'inclinazione, comprensive dei piani rappresentativi.

Caratteri principali dei sistemi di discontinuità riscontrati nell'unità estrattiva

La elaborazione dei nuovi rilievi geostrutturali del Luglio 2024, eseguiti tramite stazioni puntuali di misura hanno confermato l'esistenza dei medesimi sistemi di fratturazione già riscontrati nelle precedenti campagne, oltre che osservare un aumento nel valore del parametro "spaziatura".

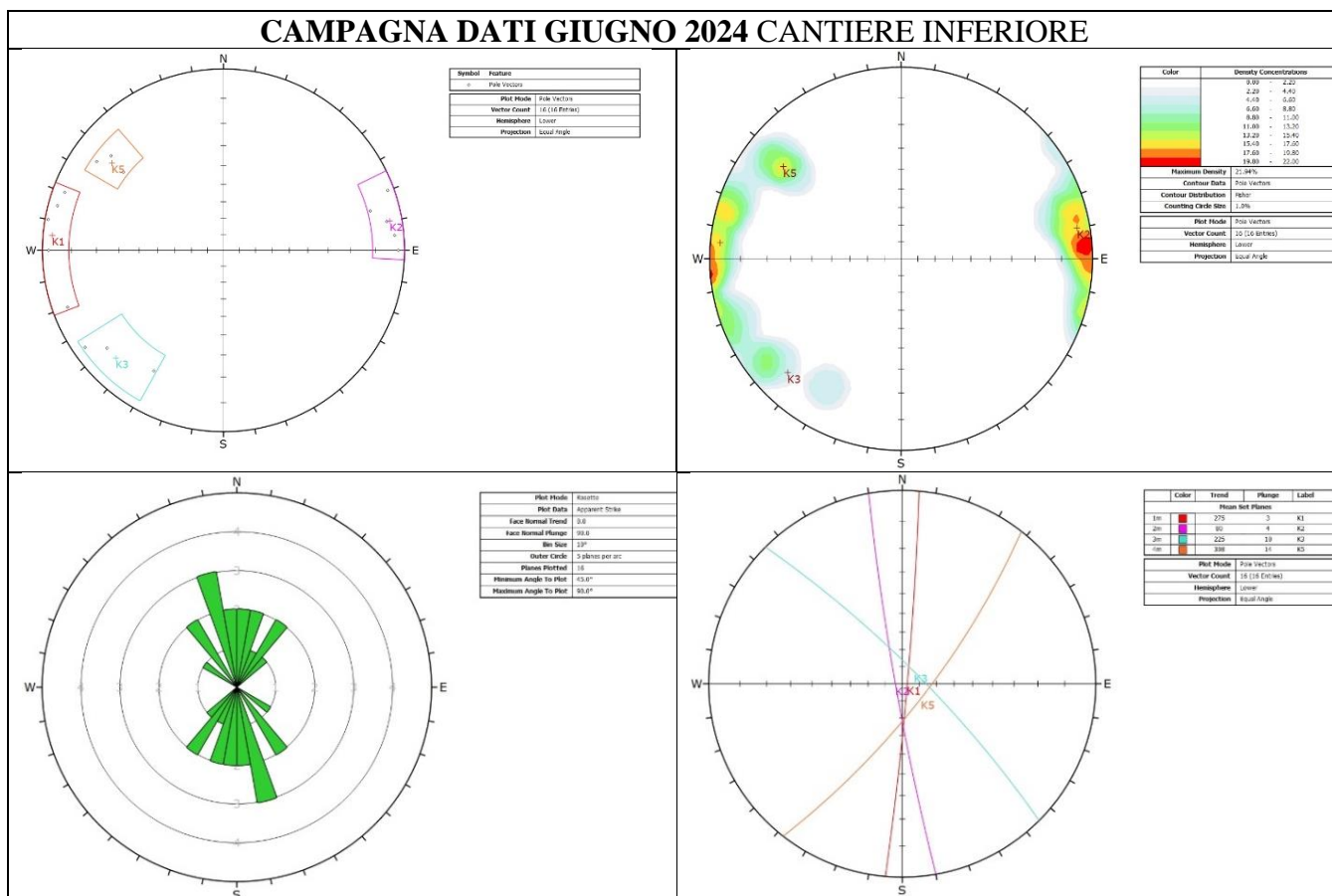


Fig. 7: Proiezione polare su diagramma di Wulff dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e piani rappresentativi, rilevate nella cava n. 133 Tacca nella campagna Luglio 2024.

CAMPAGNA DATI GIUGNO 2021

CANTIERE INFERIORE

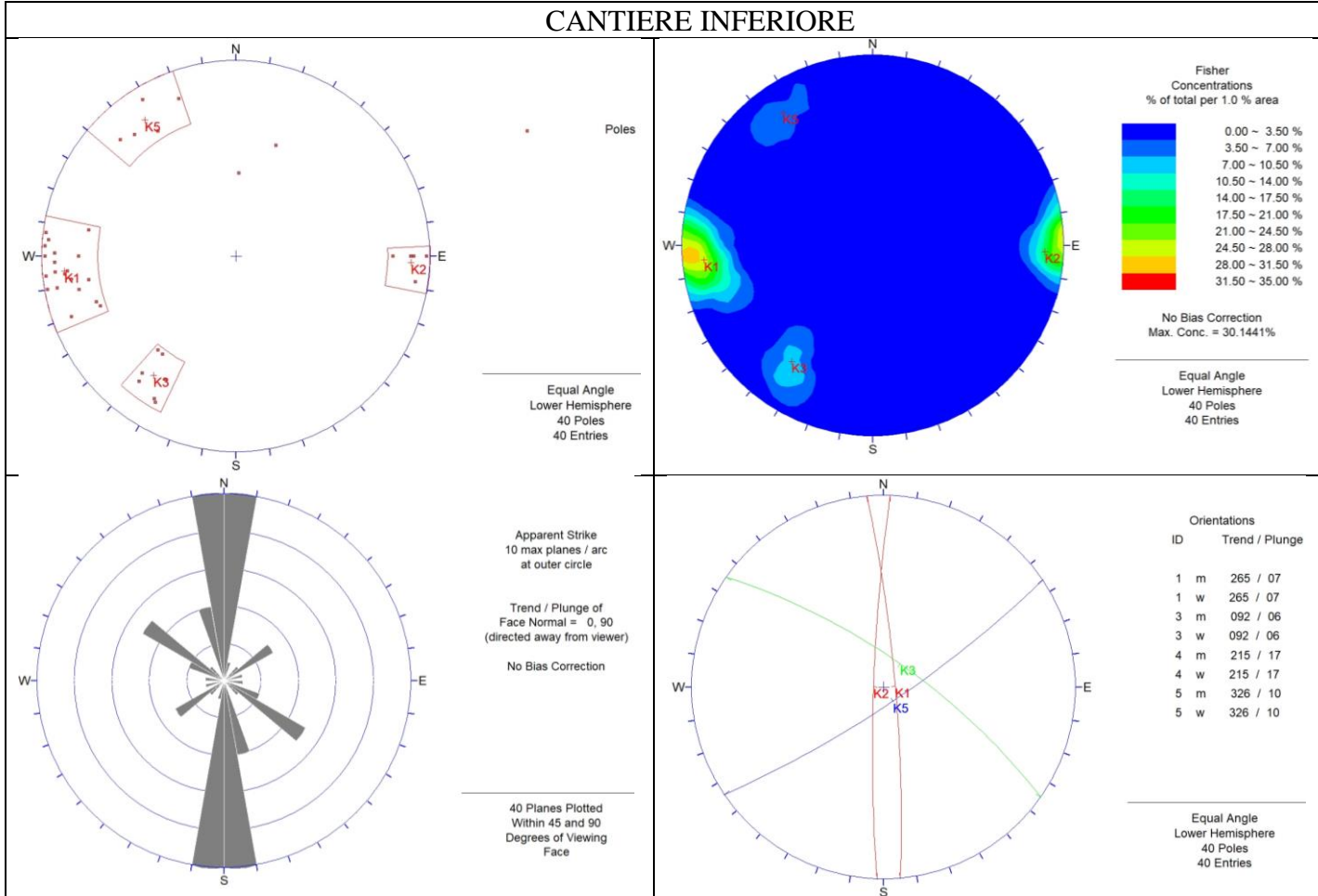


Fig. 8: Proiezione su diagramma di Wulff dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e dei piani rappresentativi, rilevate nella cava n. 133 Tacca nella campagna Giugno 2021.

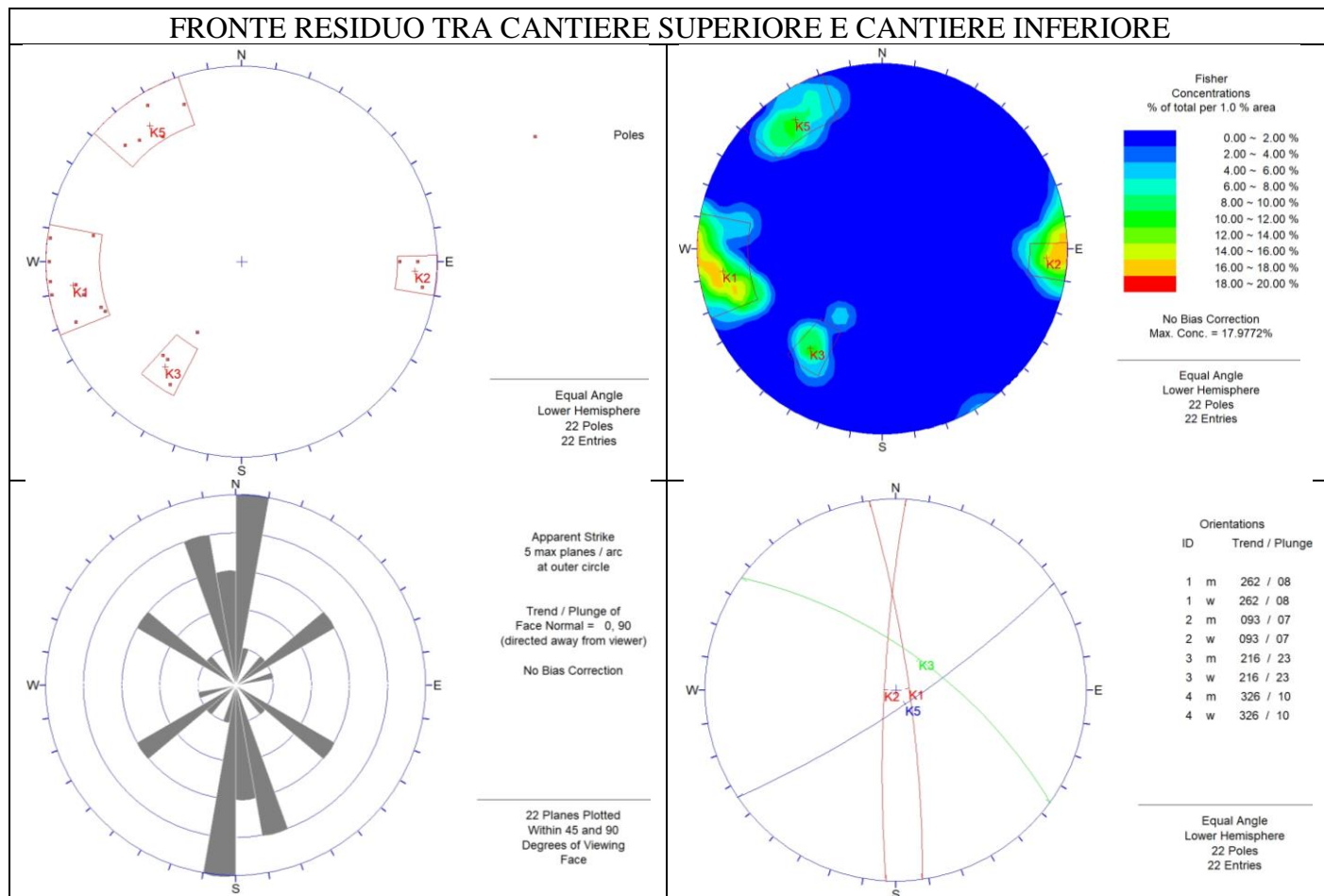


Fig. 9: Proiezione su diagramma di Wulf dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e dei piani rappresentativi, rilevati sul fronte residuo che separa il cantiere superiore da quello inferiore, rilevati campagna Giugno 2021.

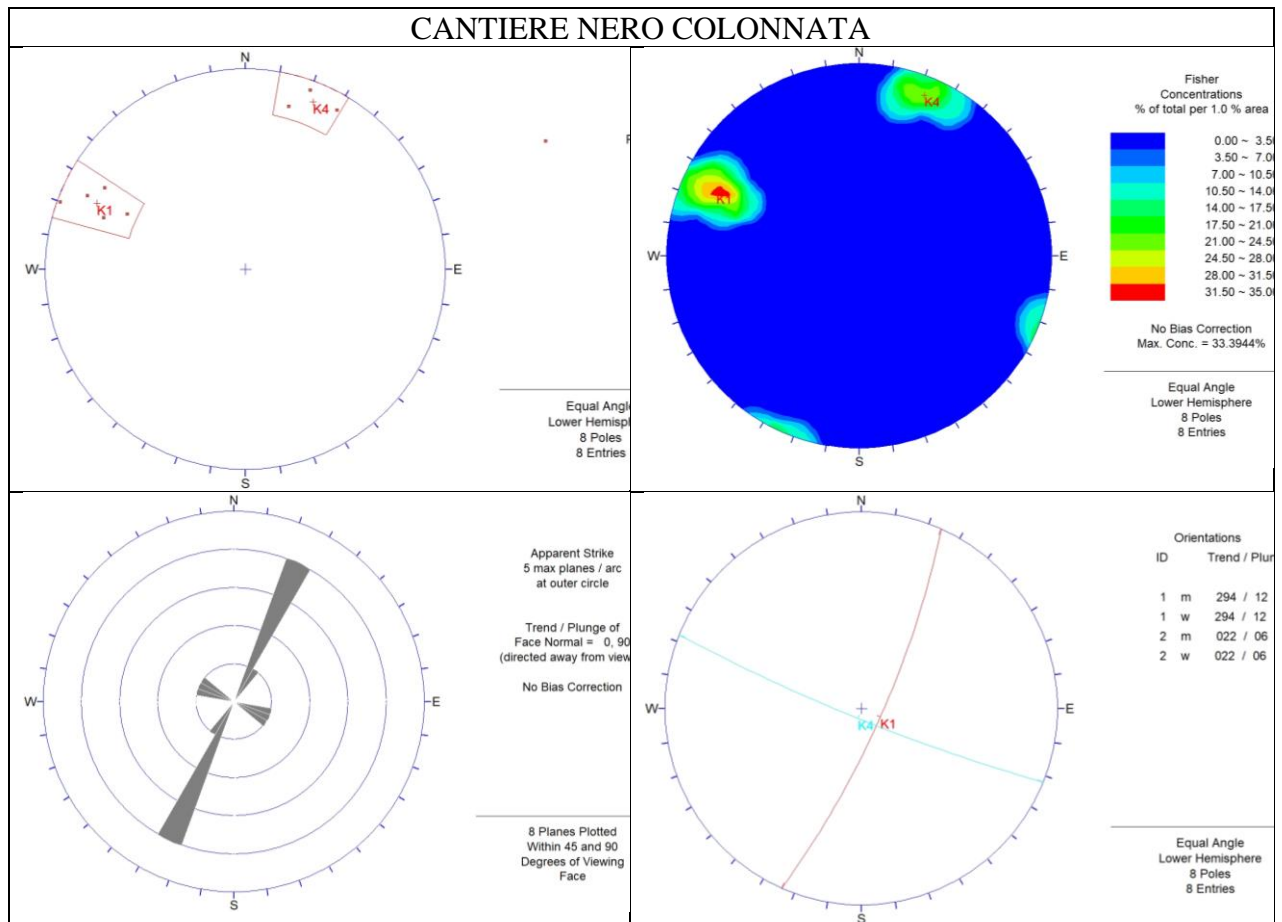


Fig. 10: Proiezione su diagramma di Wulf dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e dei piani rappresentativi, rilevati nella campagna Giugno 2021.

PRECEDENTI CAMPAGNE CANTIERE SUPERIORE

In quest'area, compaiono sistemi di fratturazione che nel dominio strutturale dell'area produttiva sono assenti o rappresentati da singole fratture a random o da fratture in numero tale da non definire un sistema

Le proiezioni stereografiche, confermando le osservazioni dei rilievi geologico-strutturali di dettaglio hanno evidenziato la presenza di 3 sistemi di discontinuità principali e 2 secondari.

Sistema	Range Immers.	Range Inclinazi.	Piano Rappr.
K1	57-124	61-90	85-79
K2	240-303	61-90	279-79
K3	27-57	66-90	43-79
K5	124-161	55-90	139-71
K6	324-353	80-90	341-81

Tabella 2: Range e piano rappresentativo dei sistemi rilevati nel Dominio Strutturale 3.

SISTEMA K1: Rappresenta il 28.2% delle misure, ha forma ondulata (V=86%), ascrivibili al 45.5% alla classe "persistenti", con persistenza media di 9.9 m, apertura per il 45.5% alla classe "0-0.5 mm", JRC 6-8, alterazione assente, riempimento assente. La spaziatura ha valore di media modale di 0.84 metri.

SISTEMA K2: Rappresenta il 3.9% delle misure, ha forma ondulata (V=100%), fratture persistenti (100%), apertura chiusa per il 45%, asciutte (100%), JRC ascrivibile alla classe 6-8.

SISTEMA K3: Per il 63% è ascrivibile alla classe "persistente>20m". Rappresenta il 14.1% discontinuità. La forma per il 55% è di tipo "ondulata", la spaziatura media modale è 2.65 m, l'apertura è di tipo "chiuso", riempimento, alterazione e acqua sono assenti. Il JRC è ascrivibile alla classe 6-8.

SISTEMA K5: E' il sistema maggiormente rappresentato con il 37.2% delle discontinuità. Il 69% delle misure è ascrivibili alla classe "persistente>20.0m". La spaziatura media è di 0.41m, l'apertura è al 46% è del tipo "chiuso", la scabrezza a grande scala al 93% di tipo "ondulato". Il JRC è ascrivibile alla classe a 6-8, assenti alterazioni, riempimento e acqua.

SISTEMA K6: Rappresenta il 3.9% delle discontinuità, sono di tipo "sub persistente" (66.67%), con persistenza media di 6.35m, scabrezza di tipo ondulato (V=100%), riempimento, l'acqua e alterazione assenti. Il JRC ricade nella classe 6-8.

SOTTOSISTEMA		K1	K2	K3	K5	K6	
FREQUENZA		12.82%	28.21%	3.85%	14.10%	37.18%	3.85%
PERSISTENZA tipo	non pers	31.82%	-	9.09%	10.34%	-	
	subpers	22.73%	66.67%	27.27%	20.69%	66.67%	
	pers	45.45%	33.33%	63.64%	68.97%	33.33%	
PERSISTENZA m	0-1	18.18%	-	-	3.45%	-	
	1-3	31.82%	-	18.18%	10.34%	33.33%	
	3-10	4.55%	-	18.18%	13.79%	33.33%	
	10-20	-	-	-	3.45%	-	
	>20	45.45%	100.00%	63.64%	68.97%	33.33%	
PERSISTENZA m	Minima	0	0	0	0.00	0.00	
	Media mod.	9.93	20.00	14.85	15.74	6.35	
	Max	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
SPAZIATURA Classi in cm	0-2	-	-	-	-	-	
	2-6	-	-	-	-	-	
	6-20	27.78%	-	-	50.00%	-	
	20-60	27.78%	-	22.22%	21.43%	-	
	60-200	27.78%	-	22.22%	28.57%	-	
	200-600	16.67%	-	33.33%	-	-	
	>600	-	-	22.22%	-	-	
SPAZIATURA cm	Min.	6.51	-	26.31	12.46	-	
	Media mod.	83.55	-	265.30	41.15	-	
	Max	490.73	-	832.29	144.81	-	
SCABREZZA tipo	II	-	-	9.09%	-	-	
	III	-	-	-	3.45%	-	
	V	86.36%	100.00%	54.55%	93.10%	100.00%	
	VI	-	-	-	-	-	
	VII	-	-	-	-	-	
	VIII	13.64%	-	36.36%	3.45%	-	
APERTURA Classi in mm	0-0,5	45.45%	33.33%	72.73%	46.43%	-	
	0,5-2,5	13.64%	33.33%	-	3.57%	-	
	2,5-10	4.55%	33.33%	18.18%	3.57%	-	
	>10	-	-	-	-	-	
	esposta	36.36%	-	9.09%	46.43%	-	
APERTURA mm	Min.	0.00	0.00	0.00	0.00	-	
	Media mod.	0.33	1.00	0.38	0.15	-	
	Max	3.00	3.00	5.00	5.00	-	
ALTERAZIONE	Non Alter.	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
	Carsificata	-	-	-	-	-	
	Patinata ox	-	-	-	-	-	
RIEMPIMENTO	Assente	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
	Argilla	-	-	-	-	-	
	Lit.	-	-	-	-	-	
	Arg+lit	-	-	-	-	-	
	Arg+lit+calc	-	-	-	-	-	
ACQUA	Assente	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
	Umidità	-	-	-	-	-	
	Stillic.	-	-	-	-	-	
JRC	4-6	-	-	-	-	-	
	6-8	95.45%	100.00%	100.00%	96.55%	100.00%	
	8-10	4.55%	-	-	-	-	
	10-12	-	-	-	3.45%	-	

Tabella 3: Parametri fisico-meccanici dei sistemi di discontinuità riconosciuti nell'Area Semi-Produttiva.

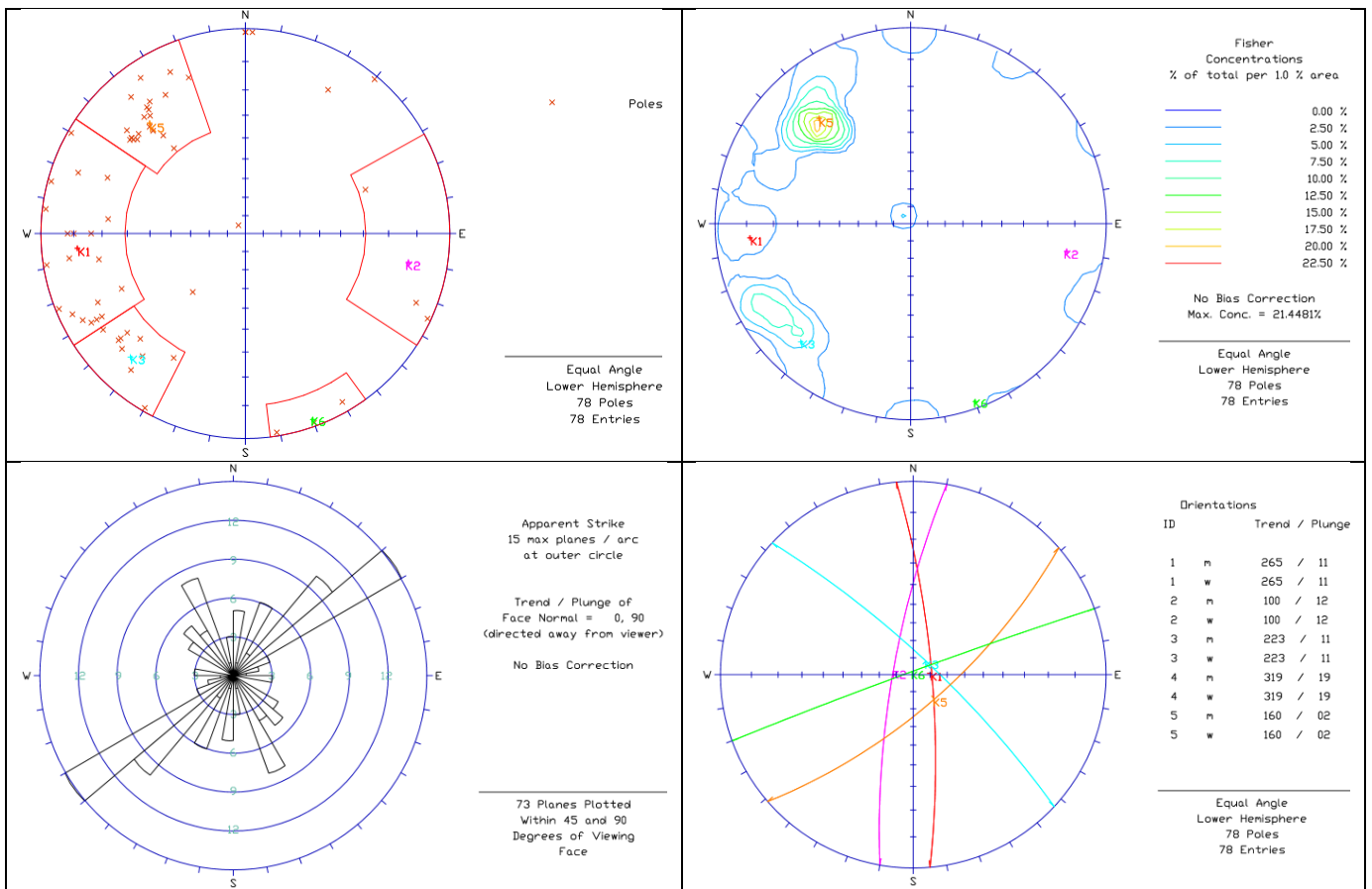


Fig. 11: Proiezione su diagramma di Wulf dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e dei piani rappresentativi, rilevati nel Dominio Strutturale 3

CANTIERE INFERIORE

Le proiezioni stereografiche, confermando le osservazioni dei rilievi geologico-strutturali di dettaglio hanno evidenziato la presenza di 3 sistemi di discontinuità principali con range e piani rappresentativi.

Le giaciture disperse appartenenti ai sistemi secondari riscontrabili in sito (K5 e K6) hanno evidenziato un carattere dispersivo e talmente limitato in numero da non consentirne lo studio statistico

Sistema	K1	K2	K3
Range Immersione	58-122	256-301	23-48
Range Inclinazione	60-90	60-90	72-90
Piano Rappresentativo	89-82	276-76	35-76

Tabella 4: Range e piano rappresentativo dei sistemi rilevati nell'Area Produttiva della Cava 133 "Tacca".

SISTEMA K1: Rappresenta circa l'80% delle discontinuità rilevate, ha forma prevalentemente ondulata (V=60%); le fratture sono equamente ripartite tra le tipologie "persistenti" e "sub-persistenti", con valori di persistenza medi di circa 5.9 m, apertura ascrivibile per il 61% alla classe "0-0.5 mm", valori JRC nell'intervallo 6-8, alterazione pressoché assente, così come il riempimento. La spaziatura ha media modale di circa 0,81 metri.

SISTEMA K2: Rappresenta circa il 4.6% delle misure effettuate; le discontinuità sono ascrivibili alla tipologia "sub-persistente" nel 75% dei casi, con persistenza media di circa 3.2 m. L'apertura è generalmente di tipo "chiuso"(75%), l'acqua è assente e la forma è ascrivibile alla classe "ondulata"; il JRC appartiene alla classe 6-8.

SISTEMA K3: E' rappresentato da circa il 5,8% delle misure effettuate, caratterizzato da persistenza media di 13,33 m, e le misure effettuate sono ascrivibili alla classe "persistente". La spaziatura media modale è 3,57 m, l'apertura per il 60% è di tipo "chiuso", riempimento, alterazione e acqua sono assenti. Il JRC è ascrivibile alla classe 6-8.

Le rimanenti discontinuità del 9.20% sono ascrivibili ai due sistemi secondari K4 e K5, la cui distribuzione dispersa delle singole fratture non ha consentito una oggettiva elaborazione statistica delle caratteristiche fisico-meccaniche relative al sistema.

Tabella 5: Parametri fisico-meccanici dei sistemi di discontinuità riconosciuti nella area della Cava 133 "Tacca".

SOTTOSISTEMA		K1	K2	K3
FREQUENZA		9.20%	80.46%	5.75%
PERSISTENZA tipo	non pers	7.14%	25.00%	0.00%
	subpers	50.00%	75.00%	0.00%
	pers	42.86%	0.00%	100.00%
PERSISTENZA m	0-1	2.86%	-	-
	1-3	35.71%	100.00%	-
	3-10	24.29%	-	-
	10-20	37.14%	-	100.00%
	>20	-	-	-
PERSISTENZA m	Minima	0.00	0.00	0.00
	Media mod.	5.88	3.20	13.33
	Max	10.00	2.88	10.00
SPAZIATURA Classi in cm	0-2	-	-	-
	2-6	-	-	-
	6-20	7.69%	-	-
	20-60	44.62%	-	-
	60-200	38.46%	-	25.00%
	200-600	9.23%	-	50.00%
	>600	-	-	25.00%
SPAZIATURA cm	Min.	6.10	-	182.76
	Media mod.	80.67	-	357.03
	Max	246.13	-	1301.27
SCABREZZA tipo	II	21.21%	-	-
	III	-	-	-
	V	60.61%	100.00%	60.00%
	VI	-	-	-
	VII	-	-	-
	VIII	18.18%	-	40.00%
APERTURA Classi in mm	0-0,5	61.43%	75.00%	60.00%
	0,5-2,5	18.57%	25.00%	-
	2,5-10	11.43%	-	20.00%
	>10	-	-	-
	esposta	8.57%	-	20.00%
APERTURA mm	Min.	0.00	0.00	0.00
	Media mod.	0.77	0.00	0.00
	Max	8.00	2.00	3.00
ALTERAZIONE	Non Alter.	100.00%	100.00%	100.00%
	Carsificata	-	-	-
	Patinata ox	-	-	-
RIEMPIMENTO	Assente	94.29%	100.00%	100.00%
	Argilla	4.29%	-	-
	Lit.	-	-	-
	Arg+lit	1.43%	-	-
	Arg+lit+calc	-	-	-
ACQUA	Assente	100.00%	100.00%	100.00%
	Umidità	-	-	-
	Stillic.	-	-	-
JRC	4-6	-	-	-
	6-8	100.00%	100.00%	100.00%
	8-10	-	-	-
	10-12	-	-	-

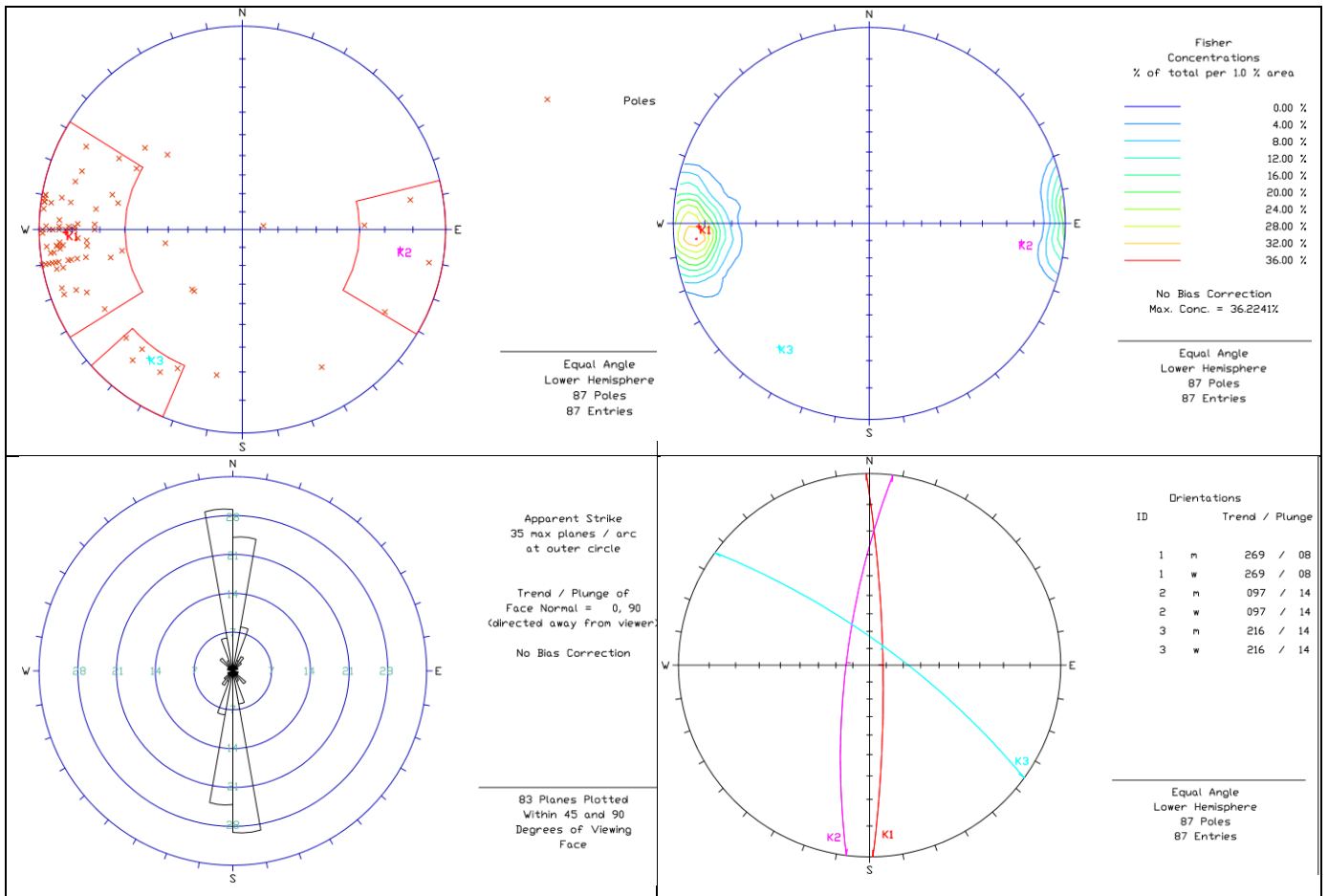


Fig. 12: Proiezione su diagramma di Wulf dei poli, del contour, della frequenza dei sistemi di discontinuità e dei piani rappresentativi, rilevati nel Dominio Strutturale 4

CANTIERE NERO COLONNATA

Il cantiere Nero Colonnata è aperto all'interno della Formazione dei Marmi Dolomitici e Dolomie Cristalline, localmente costituita da un calcare dolomitico di colore nero, con leggere intercalazioni di colore grigio-chiare, di granulometria fine, con frattura leggermente concoide.

Dall'analisi geostrutturale emerge la presenza di 3 sistemi di discontinuità di cui due principali K1 e K4 e uno secondario K2. Nonostante i 3 sistemi presentino leggere variazioni sia nei valori del "range di immersione" sia nel valore del "piano rappresentativo", in linea di massima si può affermare che sono gli stessi precedentemente individuati all'interno dell'unità estrattiva di marmo bianco n. 133.

In considerazione della posizione morfologica del cantiere, aperto all'interno di un locale alto morfologico, e della escavazione finora intrapresa, lo stesso non rimane circoscritto da tecchie.

Tabella range sistemi discontinuità marmo nero			
Sistema	K1	K2	K4
Range Immersione	93-130	296-303	194-231
Range Inclinazione	60-90	64-90	63-90
Piano Rappresentativo	111-77	299-75	209-80

Tabella 6: Range e piano rappresentativo dei sistemi rilevati nel cantiere di Marmo Nero - della Alba Ventura S.r.l.

L'elaborazione dei dati raccolti è stata eseguita sempre applicando gli stessi programmi e metodi di lavoro impiegati in precedenza. Ciò ha permesso di proiettare su reticolo polare di Wulf tutti i poli riscontrati nel cantiere, elaborati i loro massimi di frequenza, costruito il diagramma a rose e i relativi piani rappresentativi, così da definire il range ed i piani rappresentativi dei vari sistemi individuati, oltre che definire i parametri fisico-meccanici delle discontinuità.

Le proiezioni stereografiche, confermando le osservazioni dei rilievi geologico-strutturali di dettaglio, hanno evidenziato la presenza di 2 sistemi di discontinuità principali K1 e K4 e di 1 secondario. I sistemi sono stati convenzionalmente indicati con la lettera K seguita da un indice numerico che nessuna relazione ha con la frequenza e l'importanza del sistema.

Tabella 7: Tabella dei parametri fisico-meccanici dei sistemi di discontinuità riconosciuti nel cantiere Marmo Nero.

SOTTOSISTEMA		K1	K2	K4	
FREQUENZA		15,00%	42,50%	7,50%	35,00%
PERSISTENZA tipo	non pers	17,65%	33,33%	50,00%	
	subpers	52,94%	66,67%	21,43%	
	pers	29,41%	-	28,57%	
PERSISTENZA m	0-1	23,53%	-	7,14%	
	1-3	35,29%	100,00%	42,86%	
	3-10	11,76%	-	21,43%	
	10-20	29,41%	-	28,57%	
	>20	-	-	-	
PERSISTENZA m	Minima	0	0	0	
	Media mod.	4,73	2,80	4,53	
	Max	10	2,2	10	
SPAZIATURA Classi in cm	0-2	-	-	-	
	2-6	-	-	-	
	6-20	-	-	10,00%	
	20-60	41,67%	20,00%	30,00%	
	60-200	41,67%	60,00%	40,00%	
	200-600	16,67%	20,00%	20,00%	
SPAZIATURA cm	Min.	27,66	53,99	19,85	
	Media mod.	87,45	137,65	95,69	
	Max	247,34	295,96	334,13	
SCABREZZA tipo	II	-	33,33%	35,71%	
	III	-	-	-	
	V	88,24%	66,67%	64,29%	
	VI	-	-	-	
	VII	-	-	-	
	VIII	11,76%	-	-	
APERTURA Classi in mm	0-0,5	56,25%	100,00%	100,00%	
	0,5-2,5	25,00%	0,00%	0,00%	
	2,5-10	12,50%	0,00%	0,00%	
	>10	6,25%	0,00%	0,00%	
	esposta	0,00%	0,00%	0,00%	
APERTURA mm	Min.	0	0	0	
	Media mod.	1,07	0	0	
	Max	15	0	0	
ALTERAZIONE	Non Alter.	100,00%	100,00%	100,00%	
	Carsificata	-	-	-	
	Patinata ox	-	-	-	
RIEMPIMENTO	Assente	93,33%	100,00%	100,00%	
	Argilla	6,67%	-	-	
	Lit.	-	-	-	
	Arg+lit	-	-	-	
	Arg+lit+calc	-	-	-	
ACQUA	Assente	100,00%	100,00%	100,00%	
	Umidità	-	-	-	
	Stillic.	-	-	-	
JRC	4-6	-	-	-	
	6-8	100,00%	100,00%	100,00%	
	8-10	-	-	-	
	10-12	-	-	-	

Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989)

CLASSIFICAZIONE di BIENIANSKY						Dominio Strutturale					iva"
FAMIGLIA	PARAMETRI	DESCRIZIONE	VALORE	PESO SISTEMA	VALORE	FAMIGLIA	PARAMETRI	DESCRIZIONE	VALORE	PESO SISTEMA	VALORE
dati	Resistenza	100-250 MPa	11.00	1.00	11.00						
	RQD	50-75%	12.00	1.00	12.00						
K1	Persistenza	9,93 m	2.00	0.28	0.56	K5	Persistenza	15,74 m	1.00	0.37	0.37
	Apertura	0,33 mm	4.00	0.28	1.12		Apertura	0,15 mm	4.00	0.37	1.49
	JRC	6-8	1.00	0.28	0.28		JRC	6-8	1.00	0.37	0.37
	Riempimento	assente	6.00	0.28	1.68		Riempimento	assente	6.00	0.37	2.23
	Alterazione	non alt.	6.00	0.28	1.68		Alterazione	non alt.	6.00	0.37	2.23
	H2O	assente	15.00	0.28	4.20		H2O	assente	15.00	0.37	5.58
	Spaziatura	83,55 cm	13.00	0.28	3.64		Spaziatura	41,15 cm	9.00	0.37	3.35
totale pesato					13.16	totale pesato					15.62
K2	Persistenza	6,35 m	2.00	0.04	0.08	K6	Persistenza	3-10 m	2.00	0.04	0.08
	Apertura	1 mm	1.00	0.04	0.04		Apertura	max	1.00	0.04	0.04
	JRC	6-8	1.00	0.04	0.04		JRC	6-8	1.00	0.04	0.04
	Riempimento	assente	6.00	0.04	0.23		Riempimento	assente	6.00	0.04	0.23
	Alterazione	non alt.	6.00	0.04	0.23		Alterazione	non alt.	6.00	0.04	0.23
	H2O	assente	15.00	0.04	0.58		H2O	assente	15.00	0.04	0.58
	Spaziatura	min	9.00	0.04	0.35		Spaziatura	min	9.00	0.04	0.35
totale pesato					1.54	totale pesato					1.54
K3	Persistenza	14,85 m	1.00	0.14	0.14	RATING TOTALE PESATO					39.33
	Apertura	0,38 mm	4.00	0.14	0.56	bRMR					62.3
	JRC	6-8	1.00	0.14	0.14	correzione					-18.1
	Riempimento	assente	6.00	0.14	0.85	RMRC					44.2
	Alterazione	non alt.	6.00	0.14	0.85						
	H2O	assente	15.00	0.14	2.12						
	Spaziatura	265,3 cm	20.00	0.14	2.82						
totale pesato					7.47						

Tabella 8: Valutazione dei parametri di Bieniawski pesati: condizioni delle discontinuità per il cantiere superiore della cava n. 133.

Stima dei parametri caratteristici dell'ammasso con le espressioni fornite da Bieniawski:

$$\begin{aligned}
 c \text{ (kPa)} &= 5 \times \text{RMRb} && \approx 310 \text{ kPa} \\
 \varphi \text{ (}^\circ\text{)} &= 0.5 \times \text{MRb} + 5^\circ && \approx 36^\circ \\
 E \text{ (GPa)} &= 2 \times \text{RMRb} - 100 && \approx 24 \text{ GPa}
 \end{aligned}$$

che a seguito della correzione di circa 18 punti fa scendere l'indice al valore di 44 declassando l'ammasso in classe III "mediocre".

FAMIGLIA	PESO SISTEMA	N 80 esp S	N 80 esp N	N 170 esp E	
K1	0.28	0	0	-60	
K2	0.04	0	-5	0	
K3	0.14	0	0	-50	
K5	0.37	-50	0	-25	
K6	0.04	0	-60	0	Totale mediato
Fattore di correzione		-18.59	-2.50	-33.15	-18.08

Tabella 9: Correzione delle orientazioni per i fronti di scavo delle bancate nel cantiere superiore.

Tale valore dell'indice BRMR individuerrebbe un cantiere che sotto il profilo estrattivo sarebbe classificabile come "produttivo", pur avendo una netta predominanza di semiblocchi e informi sui blocchi, ma che i diffusi affioramenti di inclusioni dolomitiche lo rende di fatto improduttivo, oltre che oggetto di conclusione degli interventi di bonifica/messa in sicurezza iniziati nel 2000.

Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-99)

Per il caso in oggetto sono stati stimati dei valori di Jv (joints/mc) pari a 5,7, con un valore di SCR pari a 10.8. Inserendo tali valori all'interno delle tabelle sopra richiamate si è stimato un range di GSI compreso tra 45-55.

FAMIGLIA	PESO SISTEMA	Rr	Rw	Rf	Valore pesato
K1	0.28	1.00	6.00	6.00	3.64
K2	0.04	1.00	6.00	6.00	0.50
K3	0.14	1.00	6.00	6.00	1.83
K5	0.37	1.00	6.00	6.00	4.83
K6	0.04	1.00	6.00	6.00	0.50
TOTALE					10.81

Tabella 10: stima SCR (surface condition rating) nel cantiere superiore

La scelta di un range al posto di un valore univoco è consigliata dagli stessi autori; nelle valutazioni seguenti sarà considerato comunque il valore minimo del range pari a 45.

Si ricorda inoltre che una stima del valore di GSI si può ottenere anche dal valore di BRMR, con la seguente espressione:

$$GSI = RMR_{89} - 5 = 62 - 5 = 57$$

L'equazione fornisce un valore di GSI = 57, che risulta leggermente sovrastimato rispetto al range calcolato per via diretta.

Classificazione dell'ammasso roccioso Cantiere Inferiore

poiché il *dominio strutturale 4* presenta un'elevata omogeneità della deformazione rigida, nella classificazione dell'ammasso roccioso sono stati considerati la totalità dei dati ivi rilevati, in questo modo è stato possibile considerare anche i sistemi K2 (molto raro nella Cava n.° 133), K5 e K6, altrimenti non trattabili dal punto di vista statistico, vista la scarsa frequenza nell'unità estrattiva. Nonostante questo, per una verifica più precisa dei fronti di scavo allo stato attuale dei cantieri, si è preferito analizzare singolarmente le condizioni orientative delle bancate presenti nell'unità estrattiva, dato che si disponeva degli elementi sufficienti per poterlo fare.

Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989) del cantiere inferiore

CLASSIFICAZIONE di BIENIANSKY				area prod. Cava 133	
FAMIGLIA	PARAMETRI	DESCRIZIONE	VALORE	PESO SISTEMA	VALORE
dati generali	Resistenza	100-250 MPa	11.00	1.00	11.00
	RQD	90-100 %	17.00	1.00	17.00
K1	Persistenza	9,38 m	2.00	0.67	1.34
	Apertura	0,95 mm	4.00	0.67	2.68
	JRC	6-8	1.00	0.67	0.67
	Riempimento	assente	6.00	0.67	4.02
	Alterazione	non alt.	6.00	0.67	4.02
	H2O	assente	15.00	0.67	10.05
	Spaziatura	99,17 cm	14.00	0.67	9.38
	totale pesato				
K1	Persistenza	9,25 m	2.00	0.11	0.21
	Apertura	0,33 mm	4.00	0.11	0.43
	JRC	6-8	1.00	0.11	0.11
	Riempimento	assente	6.00	0.11	0.64
	Alterazione	non alt.	6.00	0.11	0.64
	H2O	assente	15.00	0.11	1.60
	Spaziatura	74,69 cm	12.00	0.11	1.28
totale pesato					4.91
K1	Persistenza	13,40 m	1.00	0.10	0.10
	Apertura	0,5 mm	4.00	0.10	0.39
	JRC	6-8	1.00	0.10	0.10
	Riempimento	assente	6.00	0.10	0.58
	Alterazione	non alt.	6.00	0.10	0.58
	H2O	assente	15.00	0.10	1.46
	Spaziatura	151,62 cm	17.00	0.10	1.65
totale pesato					4.86
area produttiva Cava n. 133 "Tacca"	RATING TOTALE PESATO				41.92
	bRMR				69.9
	correzione				-17.7
	RMRc				52.2

Tabella 11: Valutazione dei parametri di bieniawski pesati: condizioni delle discontinuità nel CANTIERE INFERIORE della Cava 133 "Tacca".

Stima dei parametri caratteristici dell'ammasso con le espressioni fornite da Bieniawski:

$$\begin{aligned} c \text{ (kPa)} &= 5 \times \text{RMRb} && \approx 350 \text{ kPa} \\ \varphi(^{\circ}) &= 0.5 \times \text{RMRb} + 5^{\circ} && \approx 40^{\circ} \\ E \text{ (GPa)} &= 2 \times \text{RMRb} - 100 && \approx 40 \text{ GPa} \end{aligned}$$

che a seguito della correzione di circa 18 punti (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) f a scendere l'indice al valore di 52 declassando l'ammasso in classe III "mediocre".

FAMIGLIA	PESO SISTEMA	N 40 esp SE	N 60 esp SE	N 80 esp S	
K1	0.6699	0	-60	-5	
K2	0.1068	0	0	-60	
K3	0.10	0	-25	-5	
Fattore di correzione					TOTALE MEDIATO
					0
					-42.7
					-10.45
					-17.72

Tabella 12: Correzione delle orientazioni per i fronti di scavo delle bancate nel cantiere inferiore della Cava 133 "Tacca".

Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-99) Cantiere Inferiore cava n. 133 "Tacca".

Per il caso in oggetto sono stati stimati dei valori di J_v (joints/mc) pari a 3, con un valore di SCR pari a 11,4. Inserendo tali valori all'interno delle tabelle sopra richiamate si è stimato un range di GSI compreso tra 50-60.

FAMIGLIA	PESO SISTEMA	Rr	Rw	Rf	Valore pesato
K1	0.67	1	6	6	8.7087
K2	0.11	1	6	6	1.3884
K3	0.10	1	6	6	1.2623
TOTALE					11.36

Tabella 13: stima SCR (surface condition rating) nel Dominio Strutturale 4 Cava n. 133 "Tacca"

La scelta di un range al posto di un valore univoco è consigliata dagli stessi autori; nelle valutazioni seguenti sarà considerato comunque il valore minimo del range pari a 50.

Si ricorda inoltre che una stima del valore di GSI si può ottenere anche dal valore di BRMR, con la seguente espressione:

$$\text{GSI} = \text{RMR}_{89} - 5 = 70 - 5 = 65$$

L'equazione fornisce un valore di GSI = 65, che risulta sovrastimato rispetto al range calcolato per via diretta.

Classificazione dell'ammasso roccioso CANTIERE NERO DI COLONNATA **Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989) CANTIERE MARMO NERO**

PARAMETRO	Valori riscontrati	INDICE RMR	Note
Resistenza Roccia	1000÷2500 Kg/cm ²	11	
RQD	90÷100%	17	
Spaziature giunti			
Condizione dei giunti			
Condizioni idrauliche	Assente		
	Totale punti 3-4	40	
BRMR	Base	68	
Corr. Orient. Giunti		-18	
RMR	Totale	50	

Tabella 14: Valori di BRMR e RMR: assegnazione dei parametri di Bieniawski per il cantiere del marmo nero.

Il valore di BRMR = 50 classifica l'ammasso roccioso in classe II "buone", che a seguito della correzione di 18 punti fa scendere l'indice al valore limite di 50 scendendo l'ammasso in classe III "mediocre".

FAMIGLIA	SISTEMA				Valore pesato
K1	0,43				5,525
K2	0,08				0,975
K4	0,35				4,55
TOTALE					11,05

Tabella 15: stima SCR (surface condition rating) nel cantiere di Marmo Nerol..

CLASSIFICAZIONE di BIENIANSKY				sito	
FAMIGLIA	PARAMETRI	DESCRIZIONE	VALORE	PESO SISTEMA	VALORE
dati generali	Resistenza	100-250 MPa	11,00	1,00	11,00
	RQD	90-100 %	17,00	1,00	17,00
K1	Persistenza	4,73 m	2,00	0,425	0,85
	Apertura	1,07 mm	1,00	0,425	0,43
	JRC	6-8	1,00	0,425	0,43
	Riempimento	assente	6,00	0,425	2,55
	Alterazione	non alt.	6,00	0,425	2,55
	H2O	assente	15,00	0,425	6,38
	Spaziatura	0,87	13,53	0,425	5,75
					18,93
K2	Persistenza	4,73 m	2,00	0,075	0,15
	Apertura	0,0 mm	6,00	0,075	0,45
	JRC	6-8	1,00	0,075	0,08
	Riempimento	assente	6,00	0,075	0,45
	Alterazione	non alt.	6,00	0,075	0,45
	H2O	assente	15,00	0,075	1,13
	Spaziatura	137,65 cm	16,64	0,075	1,25
					3,95
K4	Persistenza	4,53 m	2,00	0,35	0,70
	Apertura	0,0 mm	6,00	0,35	2,10
	JRC	6-8	1,00	0,35	0,35
	Riempimento	assente	6,00	0,35	2,10
	Alterazione	non alt.	6,00	0,35	2,10
	H2O	assente	15,00	0,35	5,25
	Spaziatura	95,69 cm	14,10	0,35	4,94
totale pesato					17,54
Rating Totale Pesato					40,41

Tabella 16: Valutazione dei parametri di Bieniawski pesati: condizioni delle discontinuità nel cantiere di Marmo Nero.

Classificazione di Hoek-Kaiser-Bawden (Indice GSI, 1995-1999) dell'Area Produttiva

Per il caso in oggetto sono stati stimati dei valori di J_v (joints/mc) pari a 2.91 che comporta un valore di $SR=75$ ed un valore di SCR pari a 11,05. Inserendo tali valori all'interno delle tabelle sopra richiamate si è stimato un range di GSI compreso tra 50-60.

La scelta di un range al posto di un valore univoco è consigliata dagli stessi autori; nelle valutazioni seguenti sarà considerato comunque il valore minimo del range pari a 50.

Si ricorda inoltre che una stima del valore di GSI si può ottenere anche dal valore di BRMR, con la seguente espressione:

$$GSI = RMR89 - 5 = 68 - 5 = 63$$

Carrara 21.09.2024

Alba Ventura S.r.l.
Il Legale Rappresentante

Sig. Franco CATTANI

Il Geologo
Dott. Geol. Fiorenzo DUMAS

