COMUNE DI CARRARA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

Cava n° 9 “Pratazzolo B”

ESERCENTE:

Dell’Amico Michele s.r.l.

TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA GIACIMENTOLOGICA

CAVA N°9 “Pratazzolo B”

Il TECNICO:

Dott. Massimo Corniani

Geologo J - Perito Minerario

Il TECNICO:

Dott. Luca Angeli

Geologo senior

Aprile 2022

STUDIO TECNICO
Dott. Massimo Corniani
Geologo J - Perito Minerario
Via Massa- Avenza 22d, 54100 MASSA (MS)
Tel. e fax 0585 253804
E.mail massimo.corniani@gmail.com

STUDIO TECNICO
Dott. Geol Luca Angeli
Geologo Senior
Via Pradaccio 117b, 54100 MASSA (MS)
Tel. Cell. 3203081095
E.mail lucaangeli12@gmail.com

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Sommario

Premessa 3
1 Analisi delle Pericolosità della cava "Pratazzolo" B n°9 3
1.1 Pericolosità geologica 3
1.2 Pericolosità idraulica 6
1.3 Sismica 8
1.4 Valutazione delle fattibilità 8
1.5 Considerazioni rispetto alla fattibilità 9
Pericolosità geomorfologica 9
Pericolosità idraulica 10
Pericolosità sismica 10
2 Vincolistica 11
3 Inquadramento geologico della cava 18
3.1 Morfologia 19
3.2 Geologia 22
— Calcare Cavernoso CCA (Trias Superiore) 23
— Calcari a Rhaetavicula Contorta (Retico) 24
— Calcare Massiccio (Lias inf.) 24
— Calcari ad Angulati (Lias) 24
— Rosso Ammonitico (Lias inf.-medio) 24
— Marne a Posidonomya (Lias sup.-Dogger) 24
— Diaspri (Malm) 24
— Formazione della Verruca (Ciclo medio-triassico inferiore) 24
— Grezzoni (Norico) 24
— Marmi (Lias inf. - medio) 24
— Marmo Zebrino (Lias inf.-medio?) 25
— Metacalcari selciferi (Lias medio – sup.) 25
4 Idrografia e Idrogeologia 33
5 Giacimentologia varietà merceologiche 46
6 Studio Geostrutturale 48
6.1 Individuazione delle principali famiglie di discontinuità 48
— 6.1.1 Versante E dello sperone SW del M. Maggiore, cava "Fiordichiara A" 48
— 6.1.2 Caratterizzazione dell'ammasso roccioso cava "Fiordichiara A" 49

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Premessa

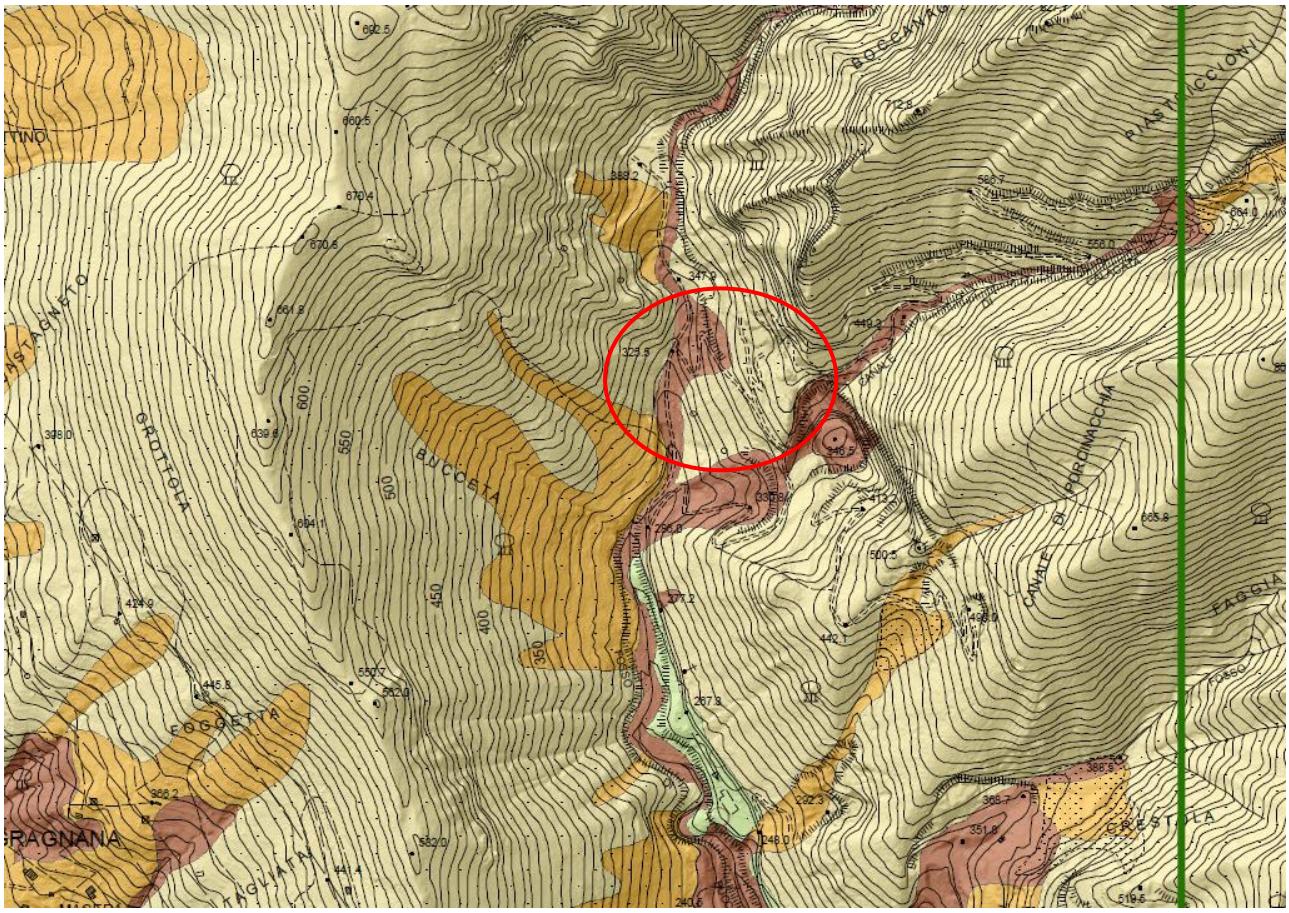
Per incarico della ditta Dell'Amico Michele s.r.l., esercente la Cava n°9 "Pratazzolo B", ho redatto la presente Relazione Geologica-Giacimentologica. La presente relazione è parte integrante del Progetto di Coltivazione allegato alla domanda di rinnovo dell'Autorizzazione all'Attività Estrattiva.

1 Analisi delle Pericolosità della cava "Pratazzolo" B n°9

Per ciò che concerne le pericolosità dell'area di studio, si fa riferimento ai piani sia comunali che a quanto previsto da PAI distretto Appennino Settentrionale, PGRA distretto Appennino Settentrionale nonché a quanto disposto dalle schede PABE del Comune di Carrara.

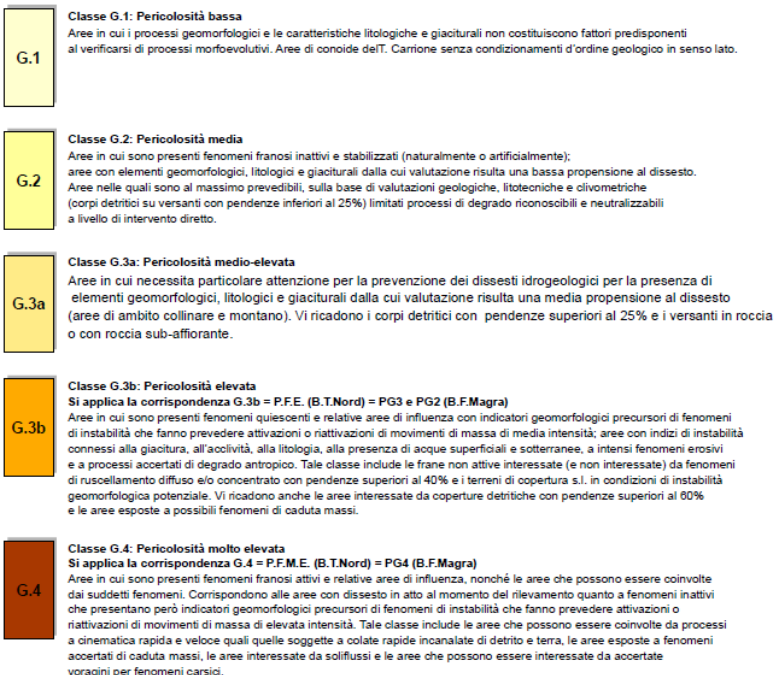
1.1 Pericolosità geologica

La tavola della pericolosità geomorfologica (Tav. 1) del piano strutturale del Comune di Carrara permette di rilevare le classi di pericolosità specifica, evidenziate nella figura sotto e meglio specificate nella legenda riportata sotto.



Estratto della Tav. 1 (pericolosità geomorfologica) del PS del Comune di Carrara

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



G.1

Classe G.1: Pericolosità bassa
Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Aree di conoide delT. Carrione senza condizionamenti d'ordine geologico in senso lato.

G.2

Classe G.2: Pericolosità media
Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto. Aree nelle quali sono al massimo prevedibili, sulla base di valutazioni geologiche, litotecniche e clivometriche (corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%) limitati processi di degrado riconoscibili e neutralizzabili a livello di intervento diretto.

G.3a

Classe G.3a: Pericolosità medio-elevata
Aree in cui necessita particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici per la presenza di elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una media propensione al dissesto (aree di ambito collinare e montano). Vi ricadono i corpi detritici con pendenze superiori al 25% e i versanti in roccia o con roccia sub-affiorante.

G.3b

Classe G.3b: Pericolosità elevata
Si applica la corrispondenza G.3b = P.F.E. (B.T.Nord) = PG3 e PG2 (B.F.Magra)
Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza con indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità che fanno prevedere attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di media intensità; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, a intensi fenomeni erosivi e a processi accertati di degrado antropico. Tale classe include le frane non attive interessate (e non interessate) da fenomeni di ruscellamento diffuso e/o concentrato con pendenze superiori al 40% e i terreni di copertura s.l. in condizioni di instabilità geomorfologica potenziale. Vi ricadono anche le aree interessate da coperture detritiche con pendenze superiori al 60% e le aree esposte a possibili fenomeni di caduta massi.

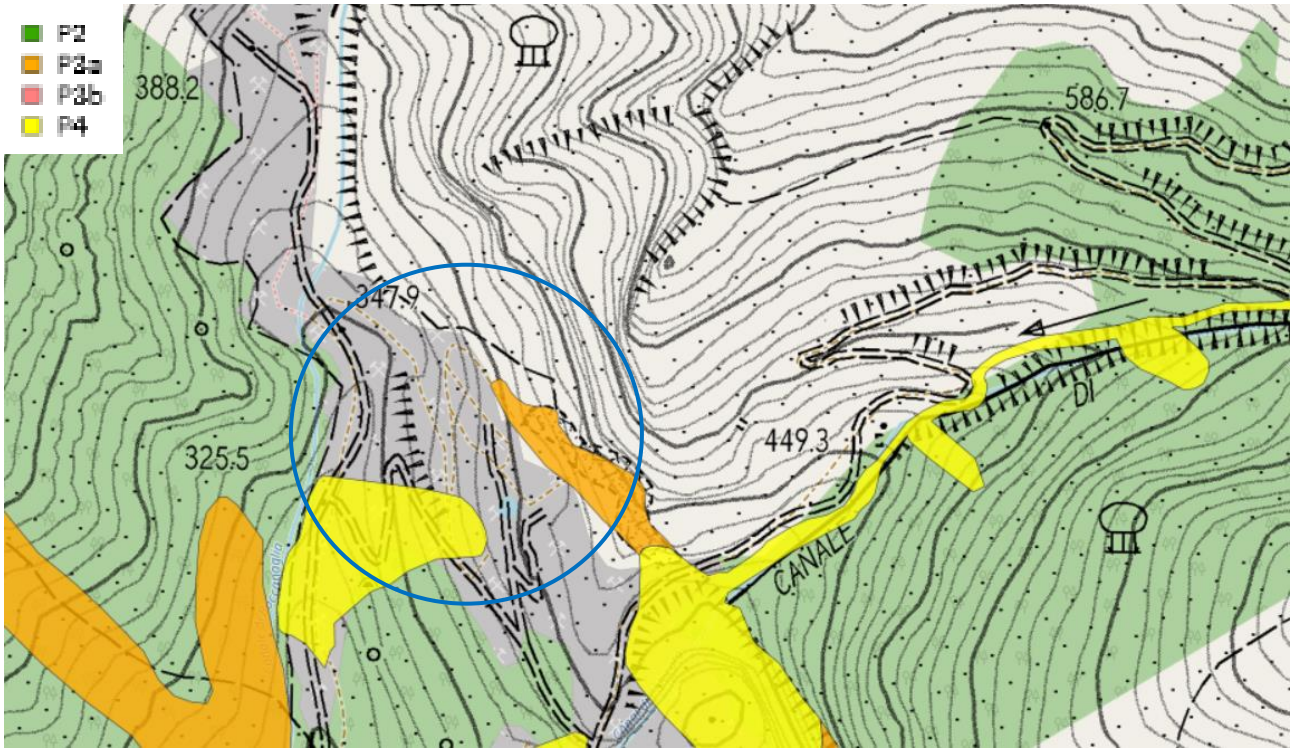
G.4

Classe G.4: Pericolosità molto elevata
Si applica la corrispondenza G.4 = P.F.M.E. (B.T.Nord) = PG4 (B.F.Magra)
Aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni. Corrispondono alle aree con dissesto in atto al momento del rilevamento quanto a fenomeni inattivi che presentano però indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità che fanno prevedere attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di elevata intensità. Tale classe include le aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelle soggette a colate rapide incanalate di detrito e terra, le aree esposte a fenomeni accertati di caduta massi, le aree interessate da soliflussi e le aree che possono essere interessate da accertate voragini per fenomeni carsici.

Estratto della legenda della Tav. 4 (pericolosità geomorfologica) del PS del Comune di Carrara

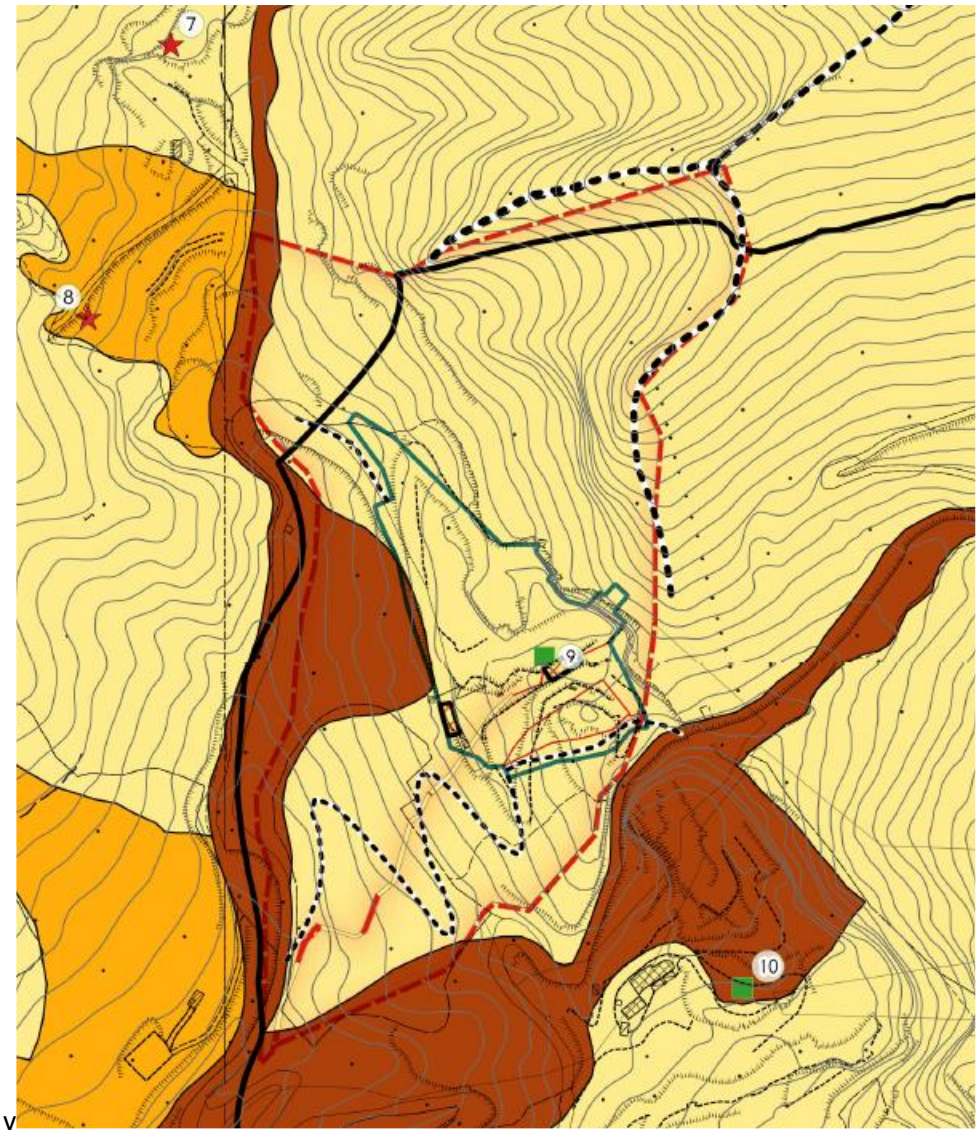
L'area di studio risulta essere compresa in due classi di pericolosità geologica, in particolare: G3a e G4.

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica dell'area oggetto di intervento è stata valutata anche mediante le specifiche tavole del PAI, di cui un estratto è stato riportato sotto. L'area oggetto di intervento ***ricade***, ai sensi del PAI Appennino Settentrionale, in area a pericolosità geologica **P4** ed in area **P3a**, come evidenziato nell'estratto sotto. Si segnala inoltre che l'area in **P4** coincide con il ravaneto posto all'ingresso della concessione, mentre l'area **P3a** si trova nelle prossimità del piazzale di manovra più elevato.



Estratto del PAI (https://geodata.appenninosettentrionale.it/mapstore/#/viewer/openlayers/1072)

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Sovrapposto fra carta pericolosità geologica del PS del Comune di Carrara e la pianta dei limiti della concessione della cava n°73 (Scheda PABE)

Nell'estratto sopra viene riportata l'analisi della pericolosità geologica della scheda del PABE del Comune di Carrara la quale sovrappone il limite della disponibilità della cava alle pericolosità del PS comunale.

Sulla base di tale elaborato è possibile osservare che l'area estrattiva ricade totalmente nelle classi di pericolosità G3a e G4. Tuttavia, considerando che l'area G4 coincide con il perimetro del ravaneto è possibile affermare che *il progetto interesserà unicamente le aree a pericolosità G3a*.

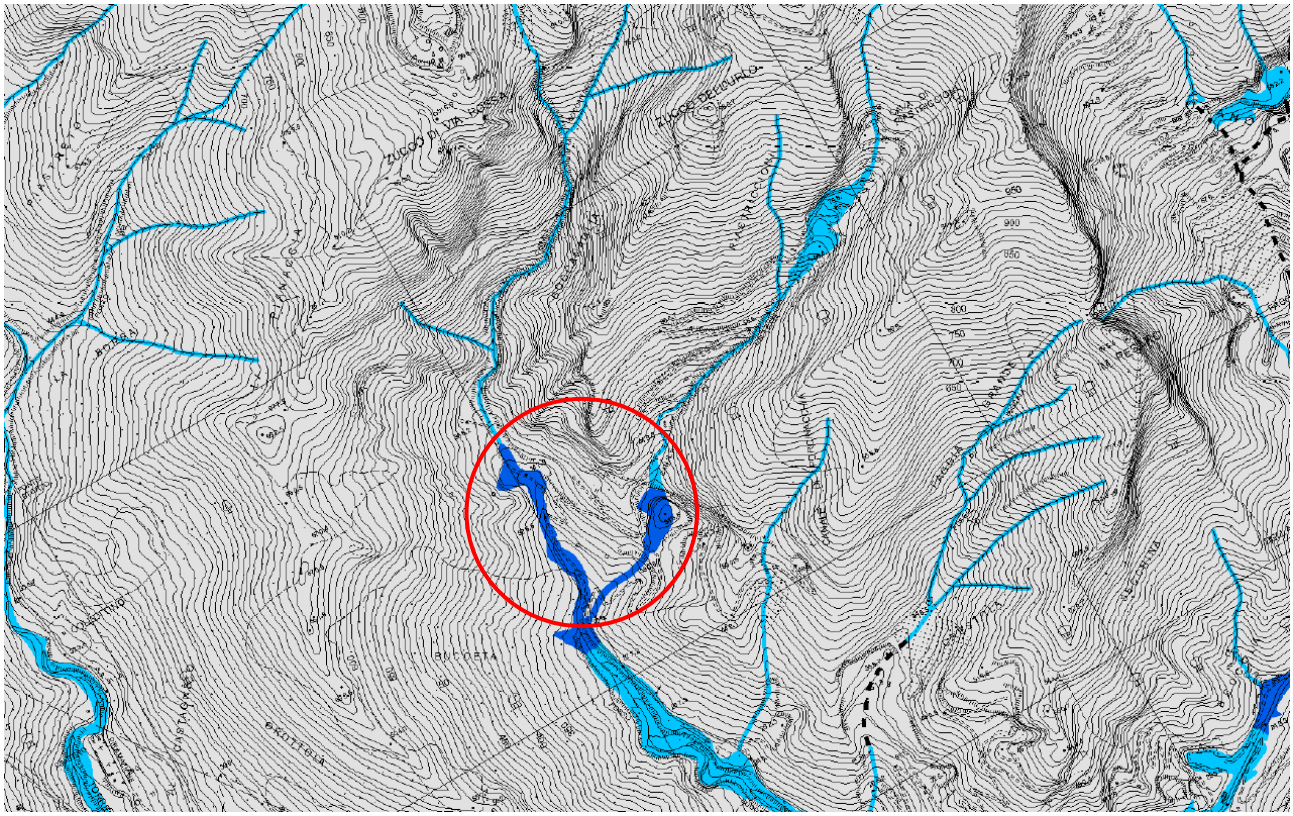
Vista la pericolosità geologica sopra esposta dovranno essere condotte, le necessarie analisi di stabilità per le aree interessate dal progetto e per l'intorno ritenuto significativo che tengano conto delle pericolosità geologiche sopra esposte.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

1.2 Pericolosità idraulica

Per ciò che concerne la pericolosità idraulica dell'area di studio si fa riferimento alle tavole specifiche del Piano Strutturale comunale ed alla cartografia del PGRA dell'Appennino Settentrionale nonché alla specifica scheda PABE.

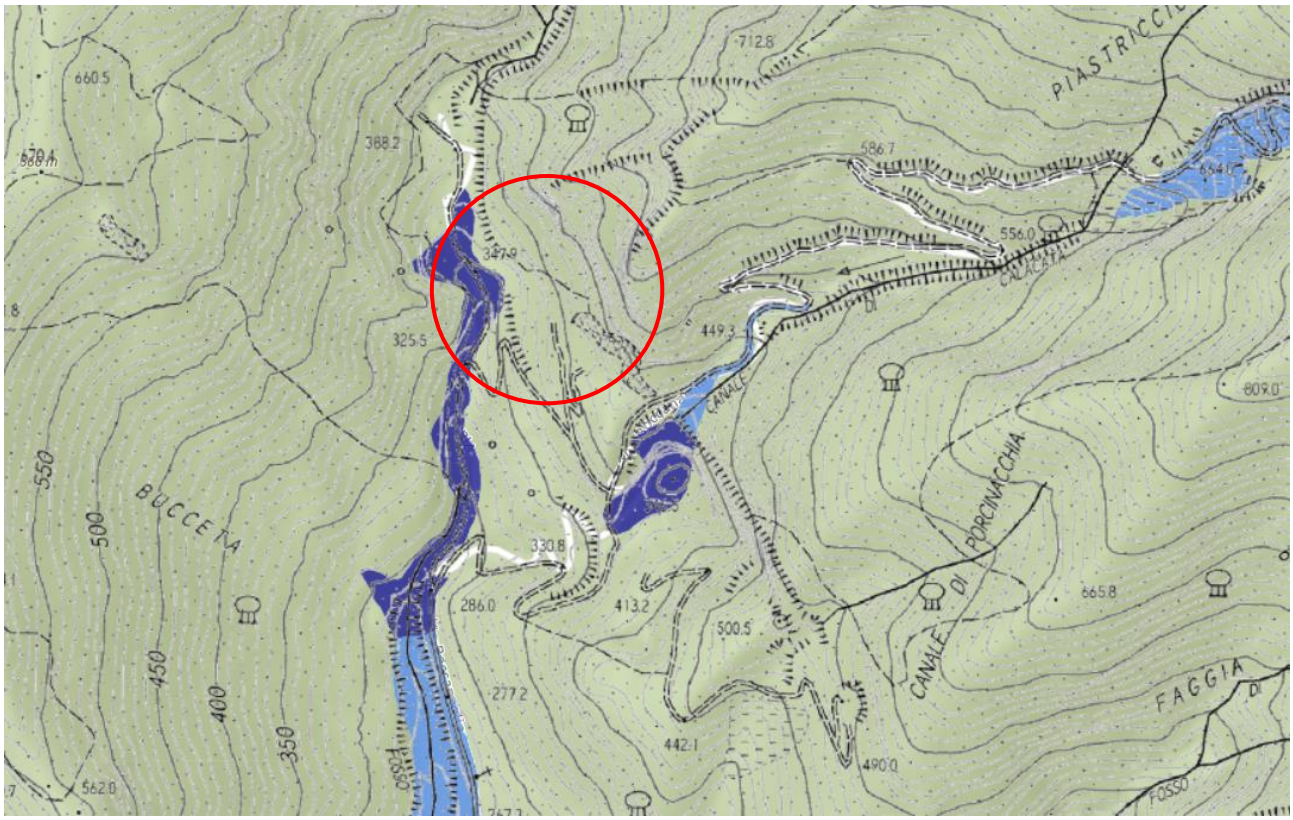
In particolare, la carta del piano strutturale (Tav. G2b), estratto sotto, mette in evidenza come, l'area oggetto di estrazione ***ricada*** all'interno delle aree a pericolosità idraulica in particolare **I4**; tuttavia, come osservabile, tale classe di pericolosità interessa unicamente il fondovalle e non le aree di versante.



Estratto della Tavola 11g del Piano Strutturale del Comune di Carrara

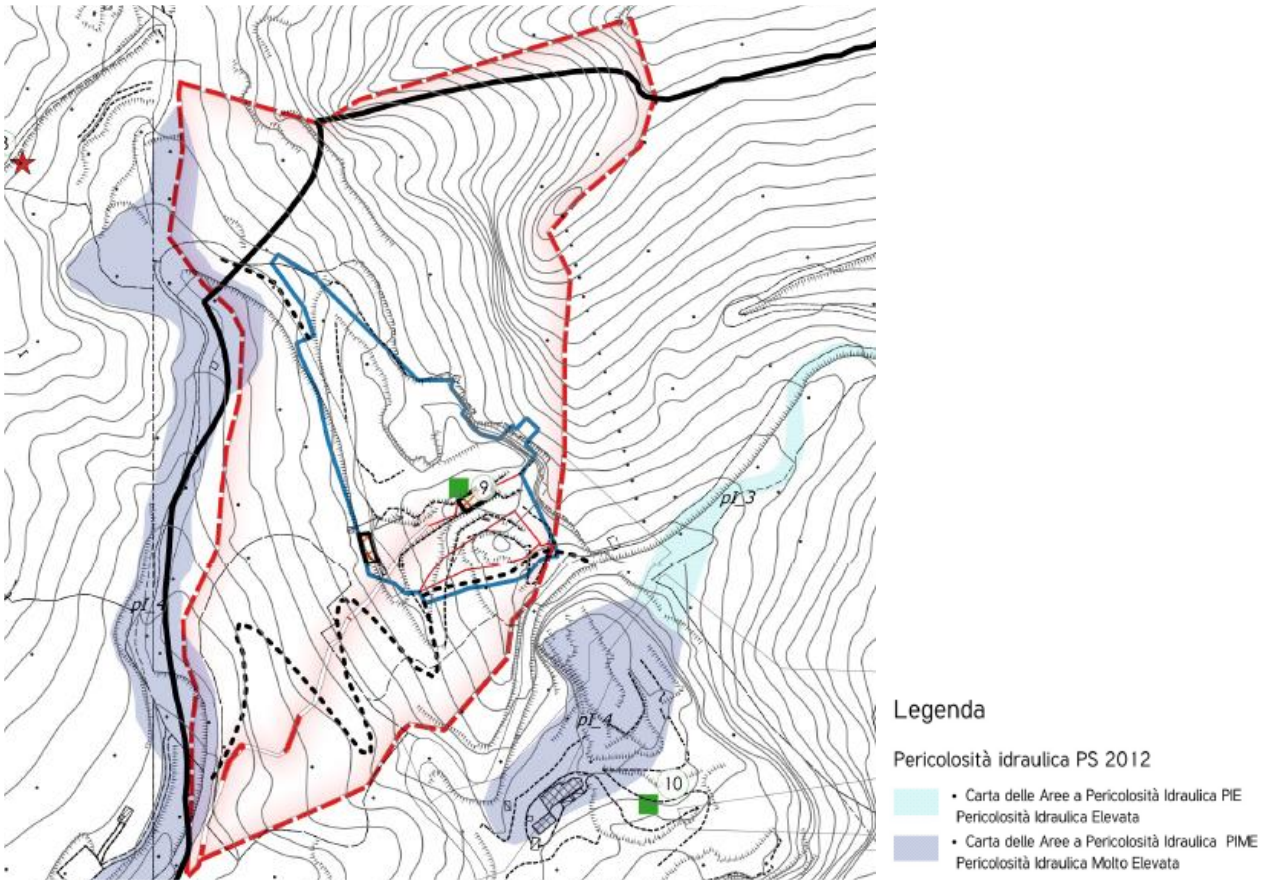
La medesima zona, ai sensi del PGRA dell'Appennino Settentrionale, viene classificata, come osservabile nell'estratto sotto, come una zona con ***a pericolosità dal punto di vista idraulico P3***. Come riferito precedentemente e ben osservabile nell'estratto sotto; l'area a pericolosità P3 interessa unicamente le porzioni di versante prossime al fondovalle e distanti dalle aree dove avvengono le lavorazioni.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto della Carta PAI del Bacino dell'Appennino Settentrionale

(*https://geodata.appenninosettentrionale.it/mapstore/#/viewer/openlayers/988*)



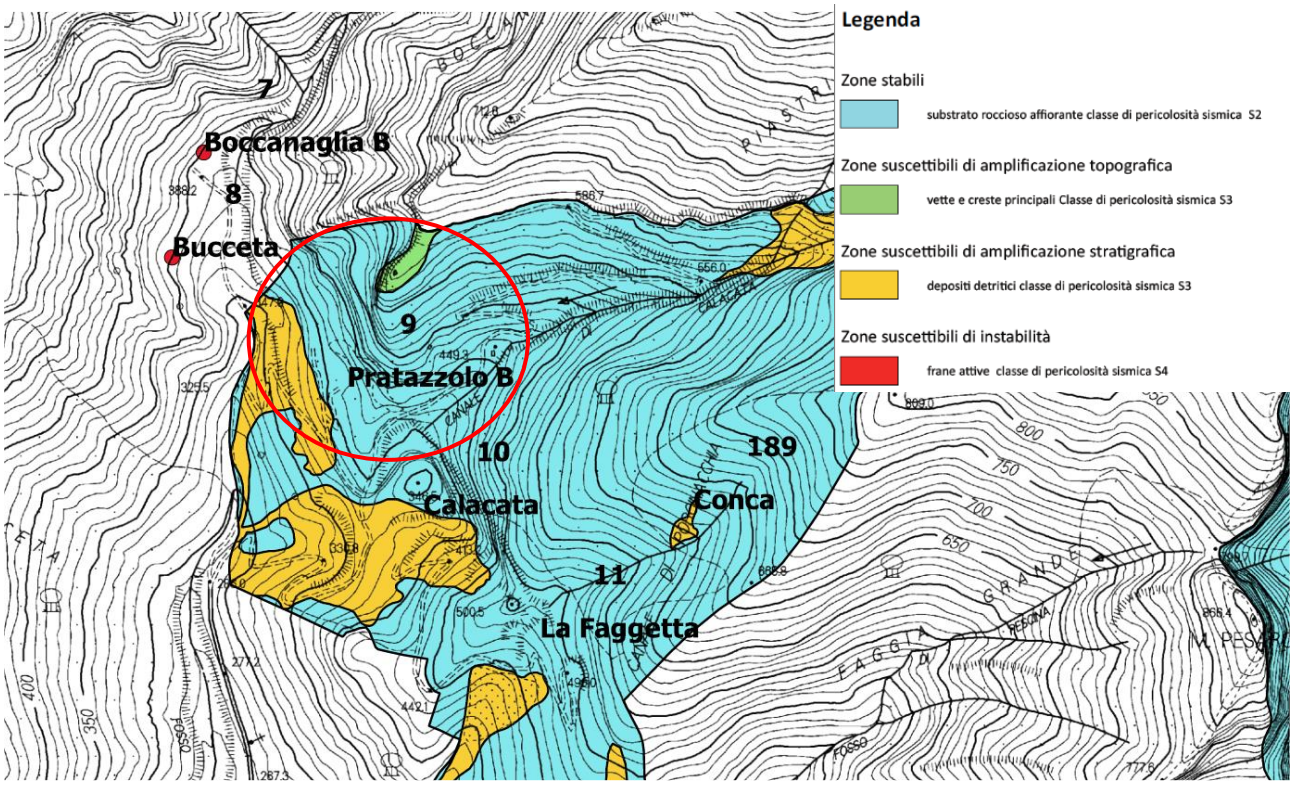
Estratto della scheda PABE della cava Pratazzolo B n°9

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

La relativa scheda PABE, della quale sopra è riportato uno stralcio, ***<u>conferma la presenza di pericolosità idraulica Molto Elevata</u>*** per l'area della cava Pratazzolo B n°9; come affermato precedentemente, è ben evidente cha tale classe di pericolosità interessa unicamente le aree di fondovalle ed è distante dalle aree dove avviene la lavorazione.

1.3 Sismica

Per ciò che concerne la pericolosità sismica, si fa riferimento alle tavole del PABE del Comune di Carrara ed in particolare alla Tav. G7.1. della quale uno stralcio è riportato sotto.



Estratto della Carta G7.1 del PABE del comune di Carrara

Le lavorazioni interesseranno il substrato roccioso composto da marmi; quindi sulla base della Tav. G7.1, riportata sopra, ricadono nelle aree di substrato roccioso affiorante; classificato come zona stabile, ed avente classe di pericolosità sismica S2. Ricadono in area a pericolosità sismica S3 (zone suscettibili di amplificazione stratigrafica), tutte quelle aree che si trovano al di sopra dei ravaneti.

Al di sopra dell'area sulla quale verrà realizzata la galleria a progetto vi è una cresta, la quale è classificata come area S3. Si tratta quindi di una zona suscettibile di amplificazione per fattori topografici.

1.4 Valutazione delle fattibilità

Le fattibilità dell'intervento sono valutate attraverso l'allegato PABE "*A3.1_Norme Tecnico Geologiche*" ed in particolare tale allegato riporta le seguenti fattibilità:

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

	Riferimento tav. P.S./R.U.	CLASSE DI PERICOLOSITA' (tavole P.S. / R.U.)	CLASSE DI FATTIBILITA' (NTA geologiche R.U.)
Pericolosità geomorfologica	TAV. 4	G3a	F3.2g
Pericolosità idraulica	TAV. 11g	I4/P3	F4i
Pericolosità sismica	TAV. G7.1	S2 S3	F2s F3s

1.5 Considerazioni rispetto alla fattibilità

Pericolosità geomorfologica

L'intervento in oggetto, ricade nelle aree a pericolosità geomorfologica G3a e G4, dunque si fa riferimento alle fattibilità F3.2g e F4g. Nello specifico:

1) **Art. 13 "Fattibilità condizionata F3.2g"** → per ciò che concerne gli specifici punti dell'articolo in oggetto si evidenzia che:
   - **a)** La carta geologica-geomorfologica è redatta in scala 1:1000 e allegata alla presente.
   - **b)** Si veda punto a).
   - **c)** Per le sezioni morfologiche si rimanda alle tavole progettuali del Dott. Ing. Massimo Gardenato ed alle sezioni geologiche allegate alla presente, redatte sulla base di quelle del progettista di cui sopra.
   - **d)** Per le verifiche di stabilità si rimanda alla relativa relazione tecnica del progettista.
   - **e)** La circolazione idrica al contatto roccia-detrito si sviluppa secondo due modalità principali. La prima prevede la filtrazione di acqua dalle porzioni più elevate del corpo detritico verso il substrato roccioso, da qui l'acqua si muoverà in parte verso valle al contatto fra detrito e roccia, mentre la restante parte si muoverà all'interno della roccia per filtrazione sfruttando i vuoti prodotti dalla fratturazione e dal carsismo. La seconda modalità prevede un movimento dell'acqua verso valle direttamente sui piazzali di cava, da qui, procedendo sfruttando la morfologia l'acqua scorre verso le quote più basse, muovendosi in parte direttamente sulla superficie della roccia ed in parte infiltrandosi all'interno del corpo roccioso sfruttando le fratture e le cavità (micro) carsiche che si sviluppano data la natura del sito. Per l'individuazione delle modalità di eliminazione delle acque drenate si rimanda alla specifica relazione del progettista.
   - **f)** Per la verifica rispetto ai crolli rocciosi non evidenziati in precedenza si rimanda alla relazione di stabilità. L'area di Pratazzolo B n°9 si colloca al di sotto di una tecchia che ha già dato in passato segnali di cedimento. Nel Novembre 2021 le aree di tecchia oggetto di cedimento sono state messe in sicurezza mediante l'impiego di personale specializzato che ha provveduto al disgaggio degli elementi pericolanti che interessavano il versante. Il medesimo personale ha provveduto alla messa

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

in posto di sistemi di messa in sicurezza (tiranti, chiodi etc…). per i dettagli sugli interventi si rimanda alle relazioni tecniche per il dimensionamento.

g) gli aspetti in oggetto sono trattati nella specifica parte di questo lavoro.

h) Si rimanda alla specifica relazione facente parte di questo progetto.

Pericolosità idraulica

L'area nella quale verranno svolte le lavorazioni a progetto *non ricade direttamente all'interno delle aree classificate dagli strumenti citati in precedenza in pericolosità idraulica;* tuttavia una piccola porzione della concessione, nei pressi del fondo del canale che la imita ad ovest, ricade in classe di pericolosità P3 ai sensi del PGRA Appennino Settentrionale e I4 ai sensi degli strumenti urbanistici comunali. Sulla base di queste considerazioni si riportano le considerazioni circa le fattibilità F4i. Nello specifico:

1) **Art. 19 "Fattibilità limitata F4i"** → per ciò che concerne gli specifici punti dell'articolo in oggetto si evidenzia che:
   - **a)** Gli interventi a progetto non prevedono la realizzazione di interventi sul patrimonio edilizio.
   - **b)** L'intervento non interessa direttamente le aree in I4/P3 dunque non si ritiene necessario un approfondimento tecnico-idraulico in quanto le aree a progetto si collocano in aree topograficamente più elevate rispetto alle aree I4/P3.
   - **c)** Non si prevedono interventi nelle aree I4/P3.
   - **d)** Vedasi documentazione autorizzativa comunale.
   - **e)** Vedasi documentazione autorizzativa comunale.

Pericolosità sismica

L'intervento in oggetto, ricade nelle aree a pericolosità sismica S2, S3 e S4, dunque si fa riferimento alle fattibilità F2s e F3s. Nello specifico:

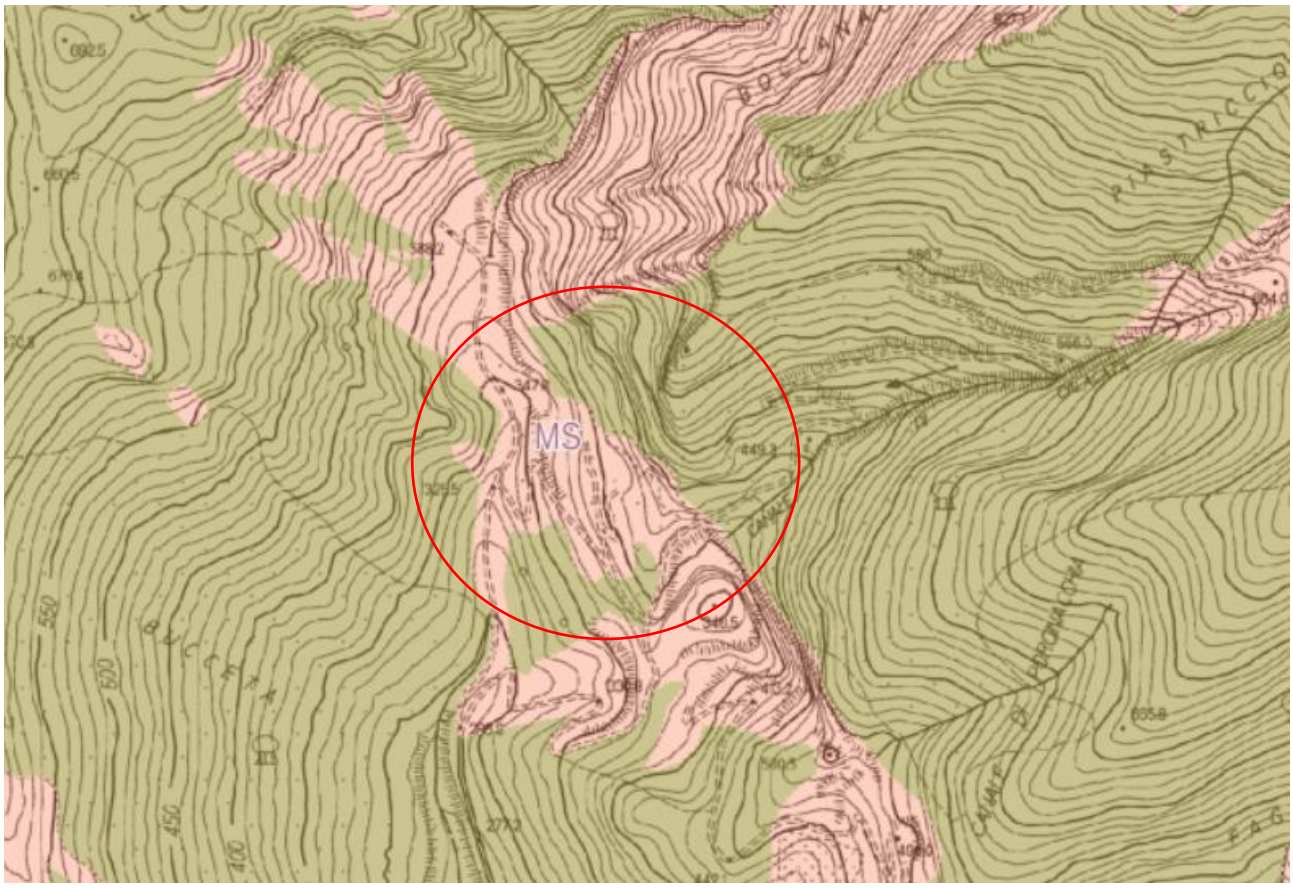
1) **Art. 21 "Fattibilità con normali vincoli F2s"** → si rimanda alla presente relazione.
2) **Art. 22 "Fattibilità condizionata F3s"** → per ciò che concerne gli specifici punti dell'articolo in oggetto si evidenzia che:
   - **a)** Per le verifiche di sicurezza si rimanda alla specifica relazione del progettista.
   - **b)** Il piano si svilupperà all'interno della formazione dei marmi.
   - **c)** Il piano si svilupperà completamente all'interno della formazione dei marmi.
   - **d)** Il piano è realizzato in sotterraneo, mentre l'allargamento della carreggiata viene effettuato alla base del versante che sale verso il comprensorio dei Campanili.

A questo proposito si ricorda che gli interventi saranno realizzati su substrato roccioso in classe S2; le aree a pericolosità S3 per amplificazione topografica e stratigrafica non saranno oggetto di intervento.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

2 Vincolistica

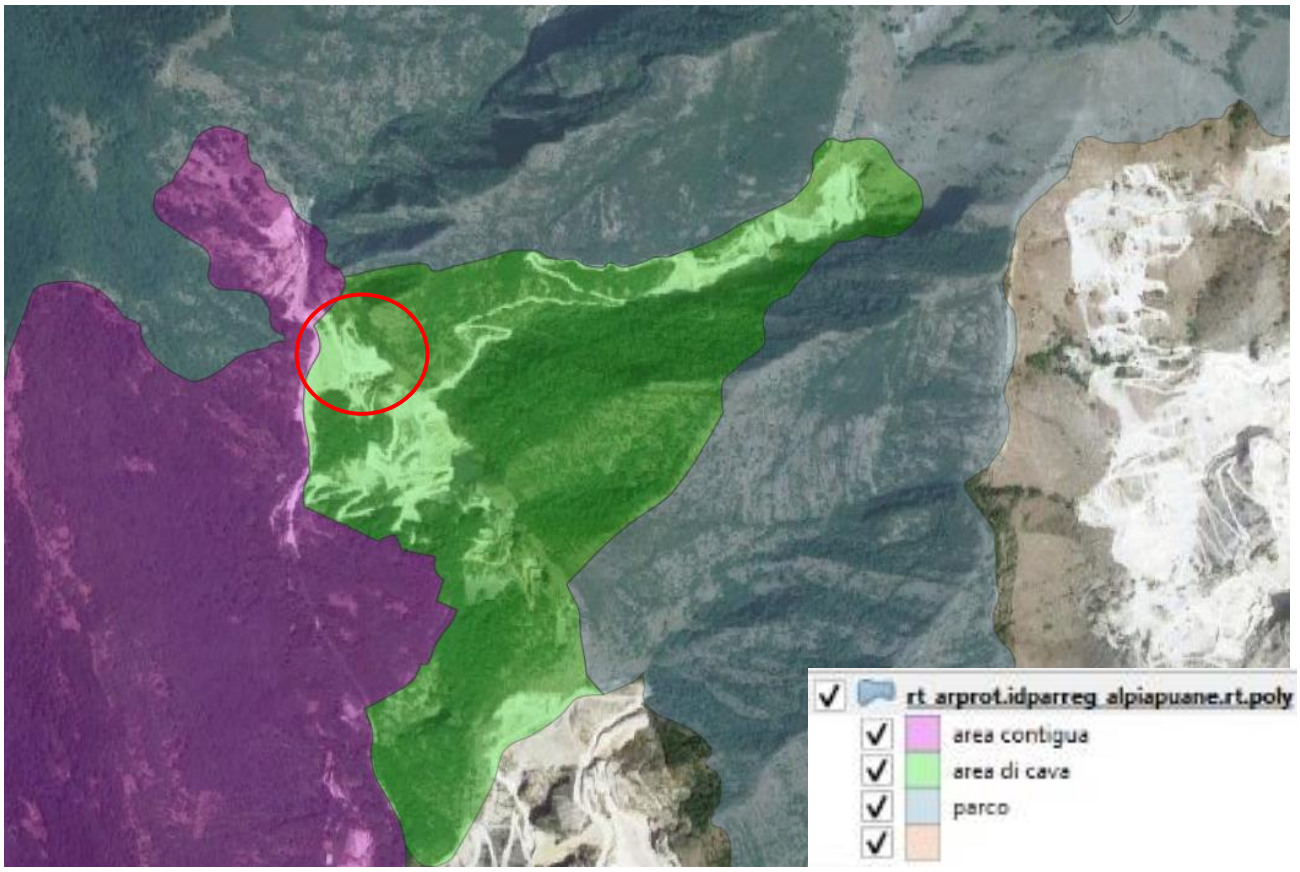
La cava, **ricade**, secondo il database cartografico della Regione Toscana (stralcio sotto) all'interno delle aree sottoposte a *Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. n°3267/1923*. *Deve pertanto essere prodotta, ai sensi del D.P.G.R. n°48/R dell'8 Agosto 2003, l'analisi di stabilità del versante*. A tal proposito si rimanda alla documentazione specifica.



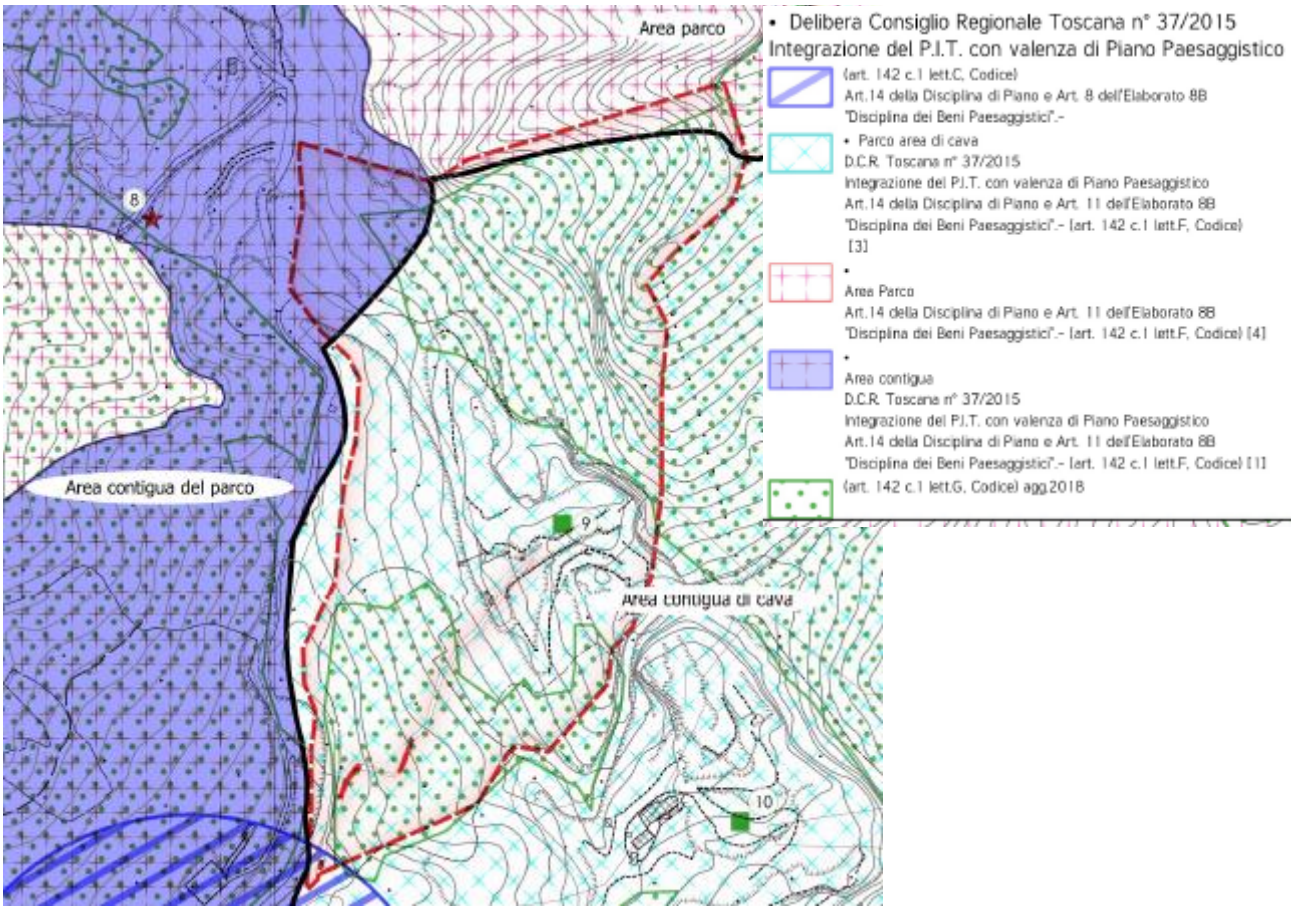
Stralcio della carta del vincolo idrogeologico (http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/idrogeol.html)

L'area oggetto del progetto **ricade** inoltre all'interno delle aree definite come: "*Zone Boscate: zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea*". Queste aree evidentemente non interessano le aree nelle quali verrà realizzato il progetto ma interessano unicamente aree a perimetro ma poste all'interno della concessione della cava Pratazzolo B n°9

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto della scheda del portale delle aree protette della Regione Toscana



Estratto della scheda PABE del comune di Carrara per l'area estrattiva

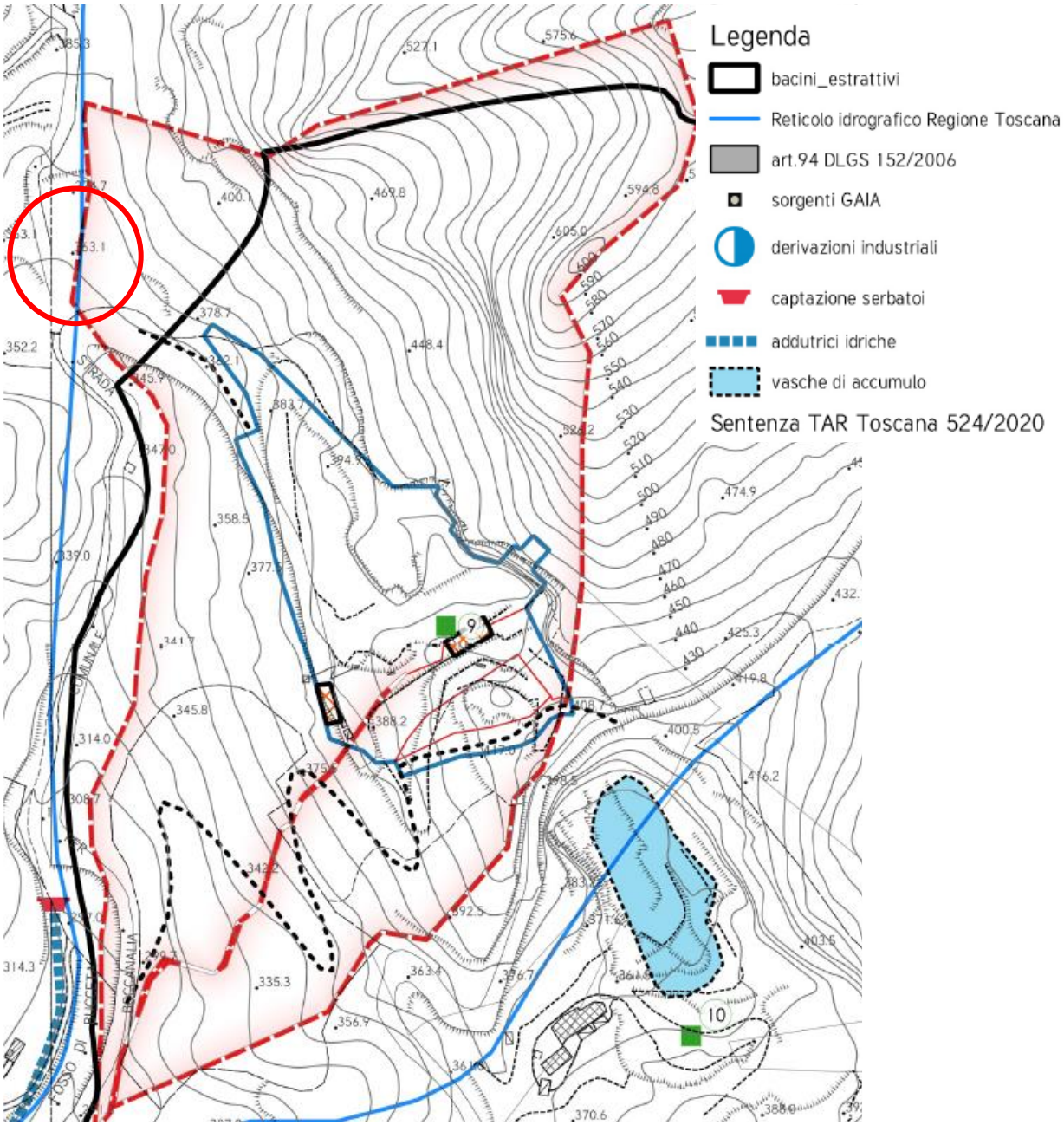
* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Dall'estratto della scheda PABE riportato sopra, si evince che: l'area in disponibilità della cava **è sottoposta** a vincoli di tutela ai sensi del PABE e del D.lgs. n°42/2004. In particolare i vincoli cui è sottoposta l'area di intervento sono:

- ***Parco area di cava*** → DCR Toscana n°37/2015 Integrazione del PIT con valenza di Piano Paesaggistico Art.14 della disciplina di Piano e Art. 11 dell'elaborato 8B "Disciplina dei beni Paesaggistici" (Art. 142, c.1, lett f) del D. lgs. n°41/2004).
- ***Area parco*** → Art. 14 della Disciplina di Piano e Art. 11 dell'Elaborato 8B "Disciplina dei beni Paesaggistici" (Art. 142, c.1, lett f) del D. lgs. n°41/2004.
- ***Area contigua*** → DCR Toscana n°37/2015 Integrazione del PIT con valenza di Piano Paesaggistico Art.14 della disciplina di Piano e Art. 11 dell'elaborato 8B "Disciplina dei beni Paesaggistici" (Art. 142, c.1, lett f) del D. lgs. n°41/2004).
- ***Territori coperti da foreste e da boschi*** → ai sensi dell'Art. 142 c.1, lett. g del D. Lgs n°41/2004
- ***I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua*** → ai sensi dell'Art. 142 c.1, lett. c del D. Lgs n°41/2004 e all'Art. 14 della Disciplina di Piano e Art. 8 dell'Elaborato 8B "Disciplina dei Beni Paesaggistici".

Si segnala che le lavorazioni a progetto interesseranno unicamente le aree definite come Area di Cava; inoltre le aree definite come Area di Parco, Area Contigua di Parco e Fiumi, torrenti e corsi d'acqua interessano porzioni marginali della concessione che non saranno interessate dalle lavorazioni.
Il progetto riguarda la realizzazione di un sotterraneo di coltivazione il quale non avrà influenza sulle aree boscate.

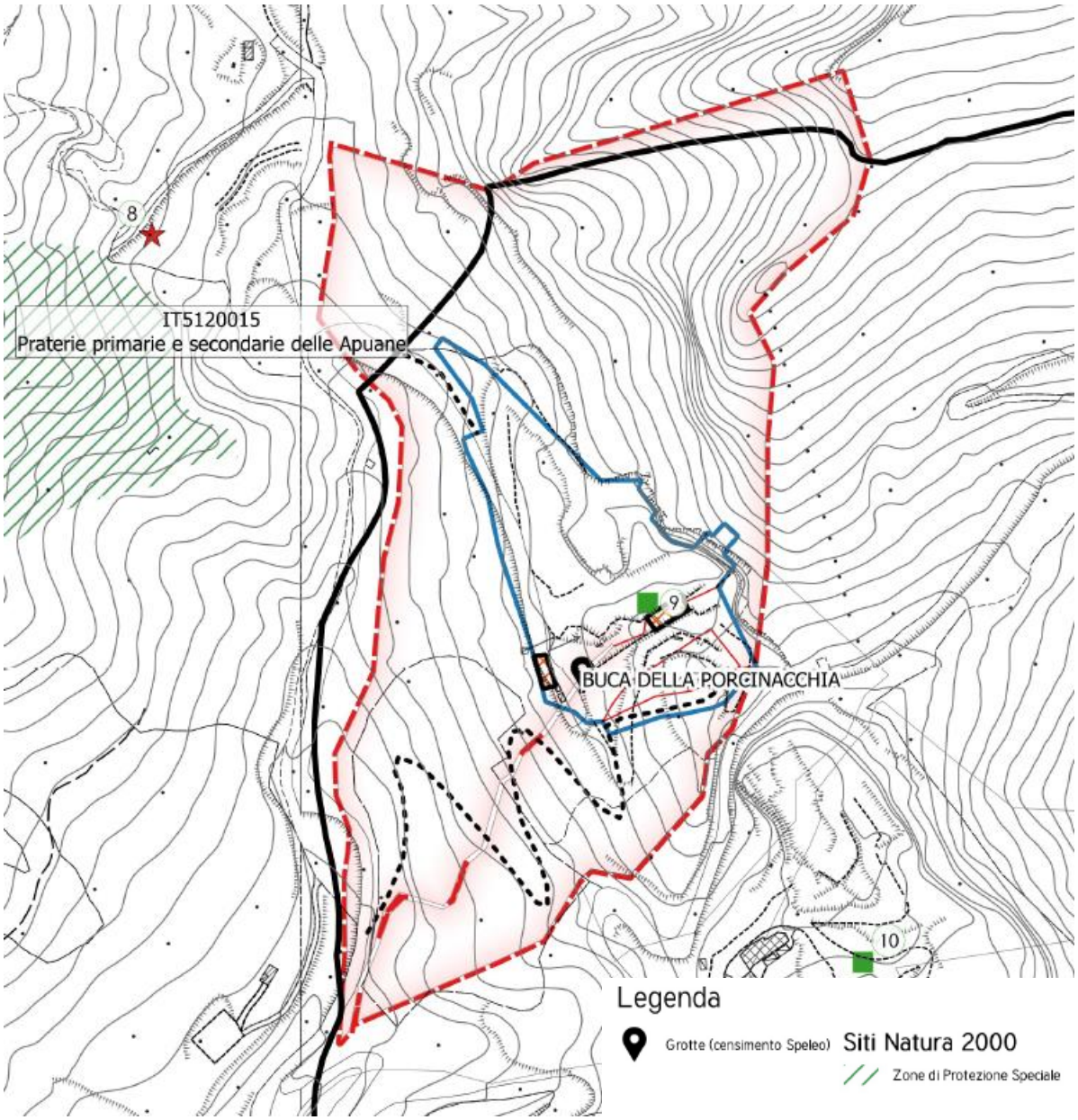
* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto della scheda PABE del comune di Carrara per l'area estrattiva

Sulla base dell'estratto della scheda PABE relativo "*PIT/PPR: INVARIANTE I – I caratteri geomorfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici – Risorse idriche*", l'area in disponibilità della Pratazzolo B n°9 è interessata per una piccolissima parte dalla presenza diun corso d'acqua ricadente all'interno del reticolo principale ai sensi della *L.R. n°79/2012 aggiornata con DCR n°81/2021*. Il punto di intersezione è evidenziato in rosso. Come osservabile dall'estratto sopra, appare evidente che il sito dove avverranno le lavorazioni si trova ad una distanza maggiore di 10 m dal ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine del corso d'acqua stesso. Durante la realizzazione del piano di gestione delle AMD e AMPP verrà comunque tenuto conto della presenza di detto corso d'acqua e verranno adottate le necessarie forme di tutela.

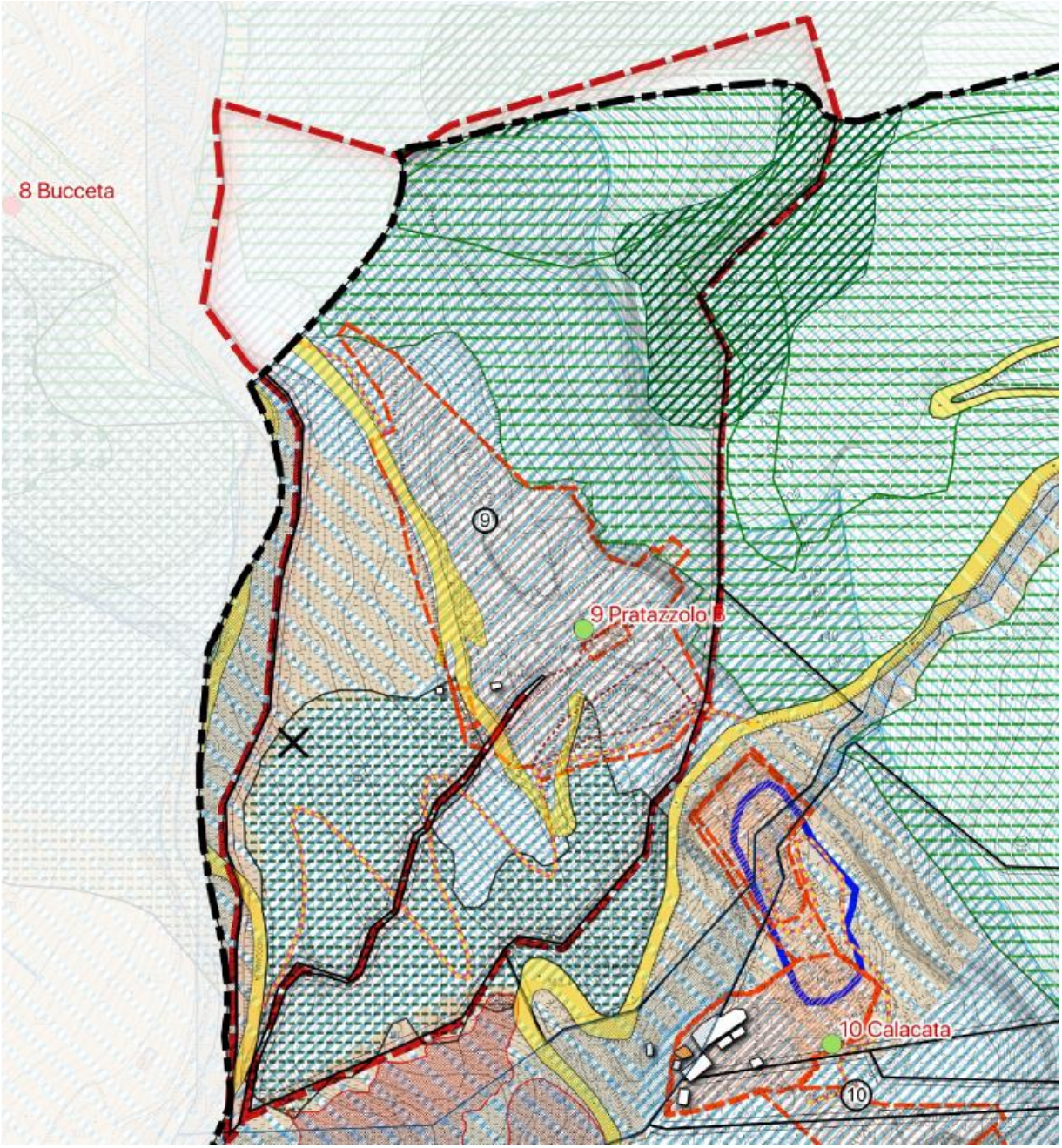
* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



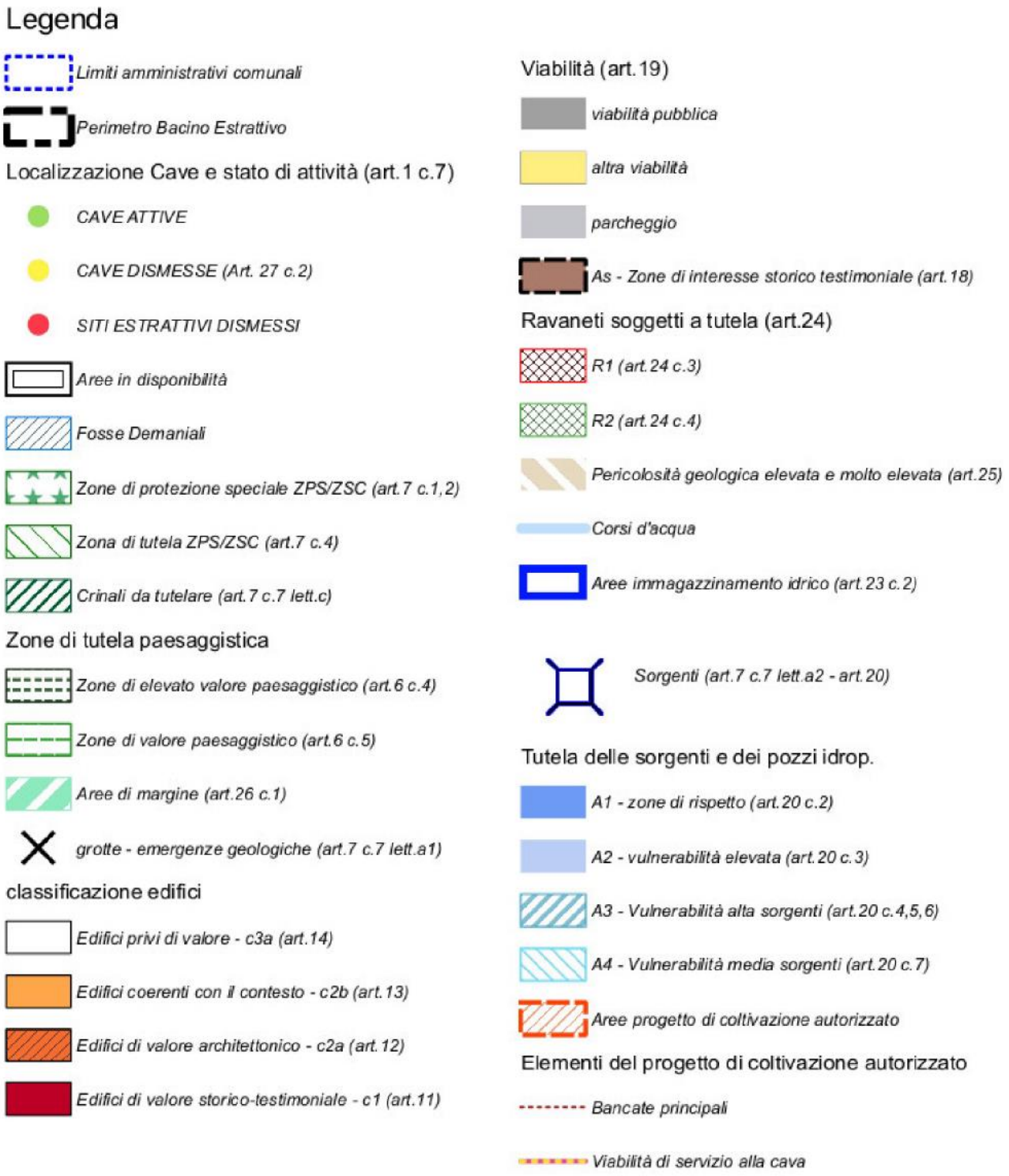
Estratto della scheda PABE del comune di Carrara per l'area estrattiva

Sulla base dell'estratto della scheda PABE relativo "*INVARIANTE II – I caratteri ecosistemici dei paesaggi Rete Natura 2000: Habitat (progetto Hascitu) e specie (Re. Na. To.)*", l'area in disponibilità della Pratazzolo B n°9 evidenzia la presenza unicamente di un sito della rete Natura 2000; questo è identificabile con l'ingresso ipogeo ***Buca della Porcinacchia*** come evidente nell'estratto sopra, tale elemento paesaggistico risulta distante dalle aree in lavorazione. Tuttavia a fini cautelativi verranno applicate nelle lavorazioni tutte le cautele che si riterranno necessarie al fine della tutela della suddetta forma. Tali cautele verranno meglio specificate dei piani di gestione delle acque e del detrito.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto della scheda PABE del comune di Carrara per l'area estrattiva

Sulla base dell'estratto della scheda PABE relativo "*Quadro propositivo di dettaglio*", all'interno dell'area in disponibilità della Pratazzolo B n°9 si riscontrano i seguenti elementi vincolati:

- *Crinali da tutelare (Art. 7, c. 7, lett. c);*

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

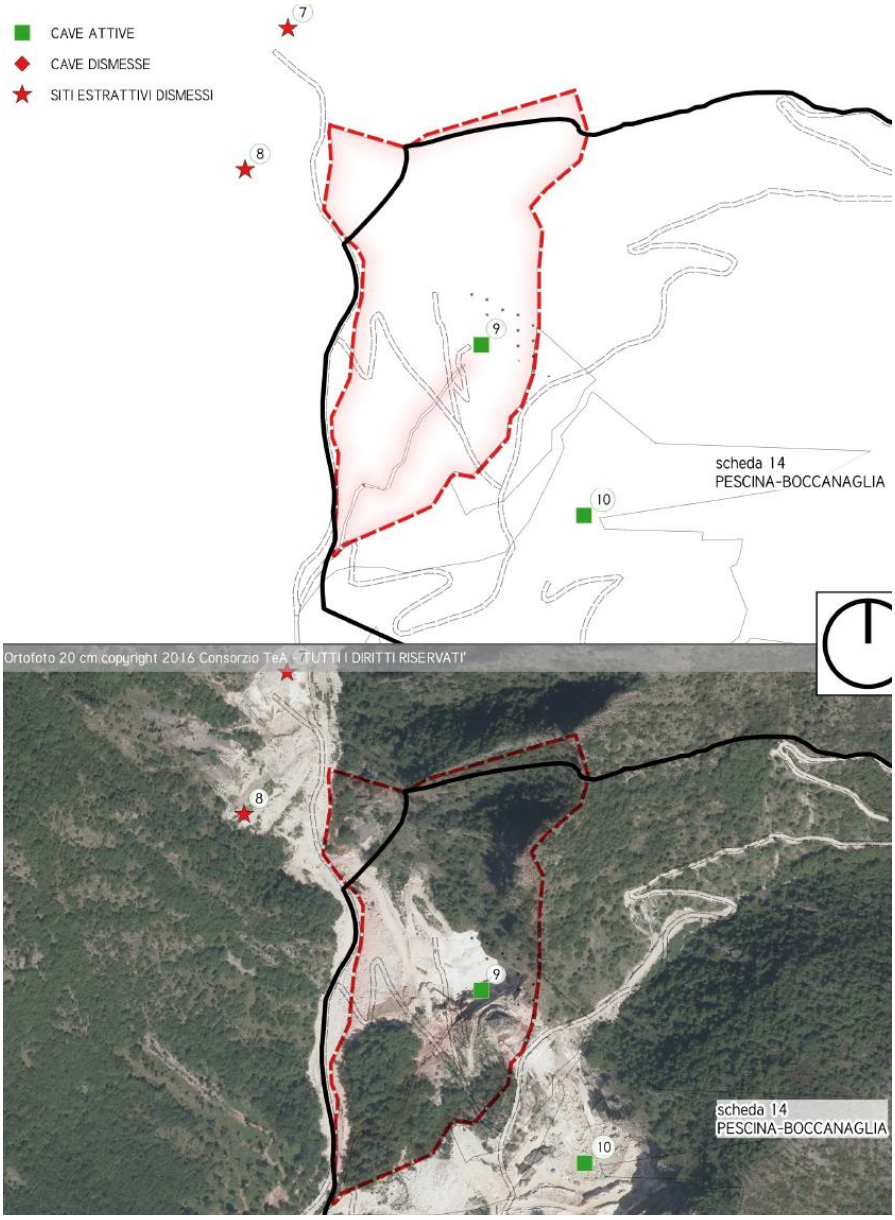
- *Zone di elevato valore paesaggistico (Art. 6, c. 4);*
- *Zone di valore paesaggistico (Art. 6 c.5);*
- *A3 – Vulnerabilità alta sorgenti (Art. 20 c. 4, 5, 6);*
- *A4 – Vulnerabilità media sorgenti (Art. 20 c. 7);*

gli interventi a progetto saranno realizzati nel rispetto delle prescrizioni poste dalla vincolistica sopra citata.

Per ciò che concerne la vincolistica si fa riferimento alla relazione paesaggistica.

3 Inquadramento geologico della cava

La cava n°9 "Pratazzolo B" è situata al limite W del Bacino di Pescina-Boccanaglia, a confine con il limite W del Bacino di Torano, nella porzione più settentrionale della valle descritta dalla presenza del Fosso di Boccanaglia. Le cava si apre ad una quota compresa fra 360 e 400 m s.l.m.



Estratto della carta della localizzazione su CTR e su CTR con Ortofoto (scheda PABE della singola cava)

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

3.1 Morfologia

Attualmente la cava si compone di un unico cantiere posto alla quota di circa 370 m s.l.m. Il cantiere della cava Pratazzolo B n°9 è, allo stato attuale, formato da tre bancate principali di altezza variabile fra 5 e 10 m; con quest'ultimo estremo che va inteso come il dislivello attualmente presente nel cantiere sulla base del rilievo topografico e non come la dimensione della bancata ribaltata.

La cava sorge in sinistra idrografica del torrente di Boccanaglia poco a nord della confluenza fra il canale di Piastriccioni e il canale di Boccanaglia a SW dello Zucco dell'Urlo (986.7 m s.l.m.).

Dal punto di vista morfologico, i versanti che caratterizzano la destra idrografica del Torrente di Boccanaglia si caratterizzano per acclività medie e medio-alte con andamento del profilo generalmente regolare. Diverso è invece il versante in sinistra idrografica, quello su cui sorge la cava Pratazzolo B n°9; detto versante si caratterizza per un assetto morfologico generalmente più acclive, infatti lo stesso presenta a nord della cava in esame due distinti contrafforti che presentano acclività da medio-alta ad alta. Tali contrafforti limitano due impluvi. Questi ultimi si caratterizzano, come i contrafforti, per avere acclività da medio-alta ad alta.

Come evidente nella documentazione fotografica la cava si inserisce nel paesaggio tagliando il versante in sinistra idrografica. L'assetto descritto determina la realizzazione di una tecchia verticale che interrompe un versante tendenzialmente molto acclive. Questa condizione determina una generale propensione della zona al dissesto, infatti, negli anni la tecchia della cava Pratazzolo B n°9 è stata oggetto di interventi di messa in sicurezza e stabilizzazione del versante. Inoltre la tecchia è stata protetta rispetto ad eventuali cadute di materiale roccioso dalle porzioni naturali del versante mediante reti paramassi.

La cava, come mostrato dalla documentazione fotografica inserita in relazione, risulta avere un asseto morfologico tipicamente antropico; gli elementi antropici tipici che è possibile osservare sono: tecchie, bancate di cava, piazzali e ravaneti.

Questi elementi pur essendo di origine chiaramente antropica hanno una evoluzione che non è controllata solamente da fattori antropici legati alla lavorazione della cava ma anche da fattori naturali che influiscono, spesso in maniera significativa, sull'evoluzione del versante.

I principali fattori naturali che influiscono sull'evoluzione della morfologia del versante antropico della cava sono:

- *Gelo – disgelo;*
- *Fitoclastismo;*
- *Fattori tettonici;*
- *Flusso delle AMD e AMPP;*

tutti questi fattori devono necessariamente essere analizzati e trattati singolarmente sia nelle asi di progetto sia nelle fasi di evoluzione del progetto; in particolare:

- *Gelo – disgelo → questo particolare fenomeno tende ad interessare le tecchie della cava andando progressivamente a destabilizzare porzioni di versante già fratturate mediante l'aumento e la*

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

diminuzione del volume delle acque che congelano e disgelano. Di questo particolare fenomeno ne sarà tenuto conto durante l'analisi della stabilità delle tecchie e si interverrà applicando le necessarie misure di messa in sicurezza per le cui caratteristiche si rimanda alla reazione del tecnico specializzato.

- *Fitoclastismo → come per il fenomeno precedente. Anche in questo caso la destabilizzazione del versante avviene per mezzo del progressivo aumento di volume degli apparati radicali delle essenze vegetali che si trovano lungo la tecchia. Come per il caso precedente si provvederà all'analisi di stabilità ed alla messa in sicurezza secondo quanto specificato nel punto precedente.*
- *Fattori tettonici → I fattori tettonici riguardano principalmente la fratturazione, infatti il funzionamento delle faglie e dei contatti tettonici presenti in zona, hanno prodotto la frantumazione dell'ammasso roccioso il quale risulta quindi soggetto a distacchi. Per questo particolare fenomeno si attueranno i medesimi interventi di messa in sicurezza specificati in precedenza.*
- *Flusso delle AMD e AMPP → La circolazione delle AMD e AMPP lungo i pendii, i piazzali ed i ravaneti determina, qualora non controllata, l'erosione concentrata degli elementi morfologici che vengono attraversati da queste. Al fine di evitare il deterioramento dei versanti a seguito della circolazione concentrata delle acque vengono realizzati dei sistemi di gestione della circolazione delle acque. Questi sistemi vengono descritti in maniera dettagliata all'interno dei piani di gestione delle AMD e AMPP.*

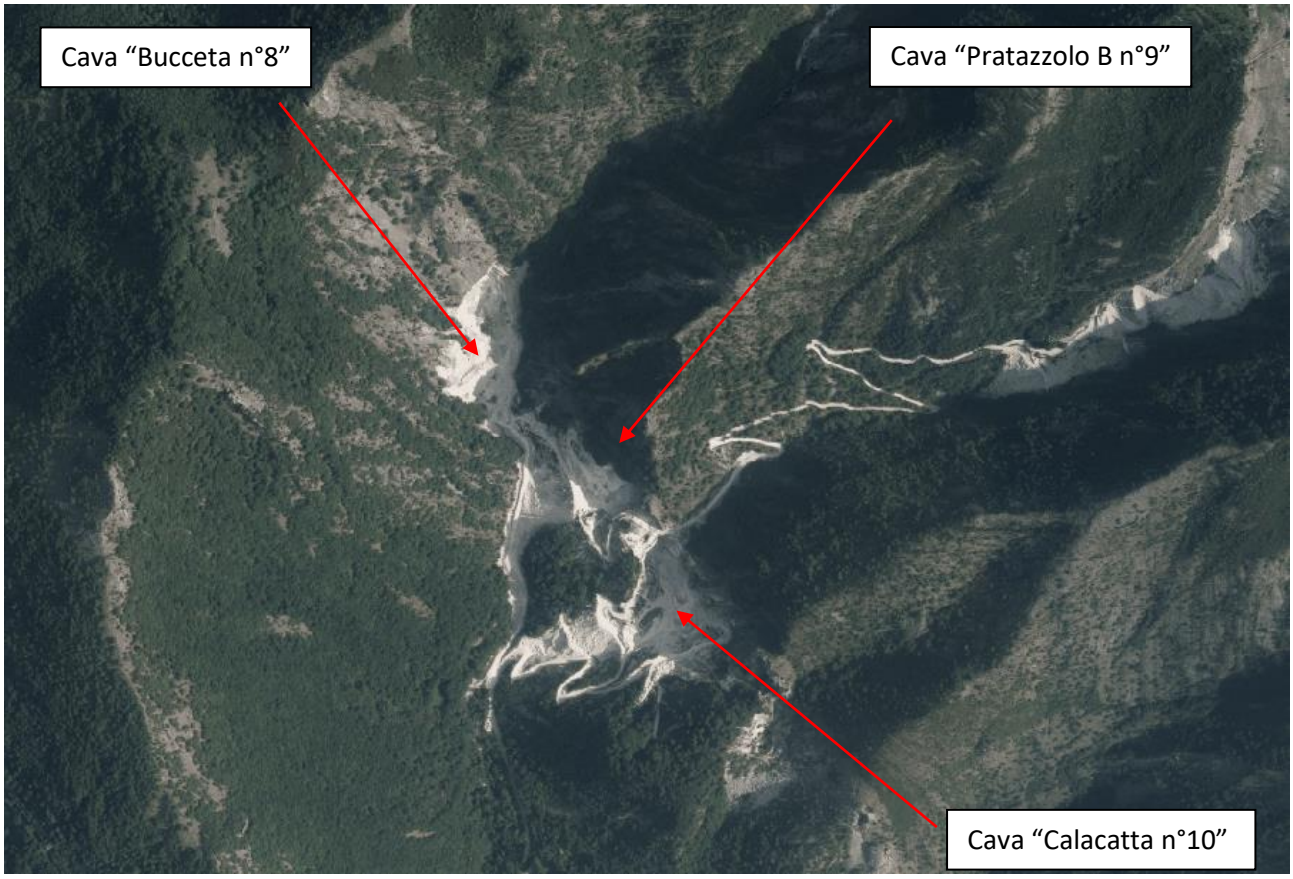
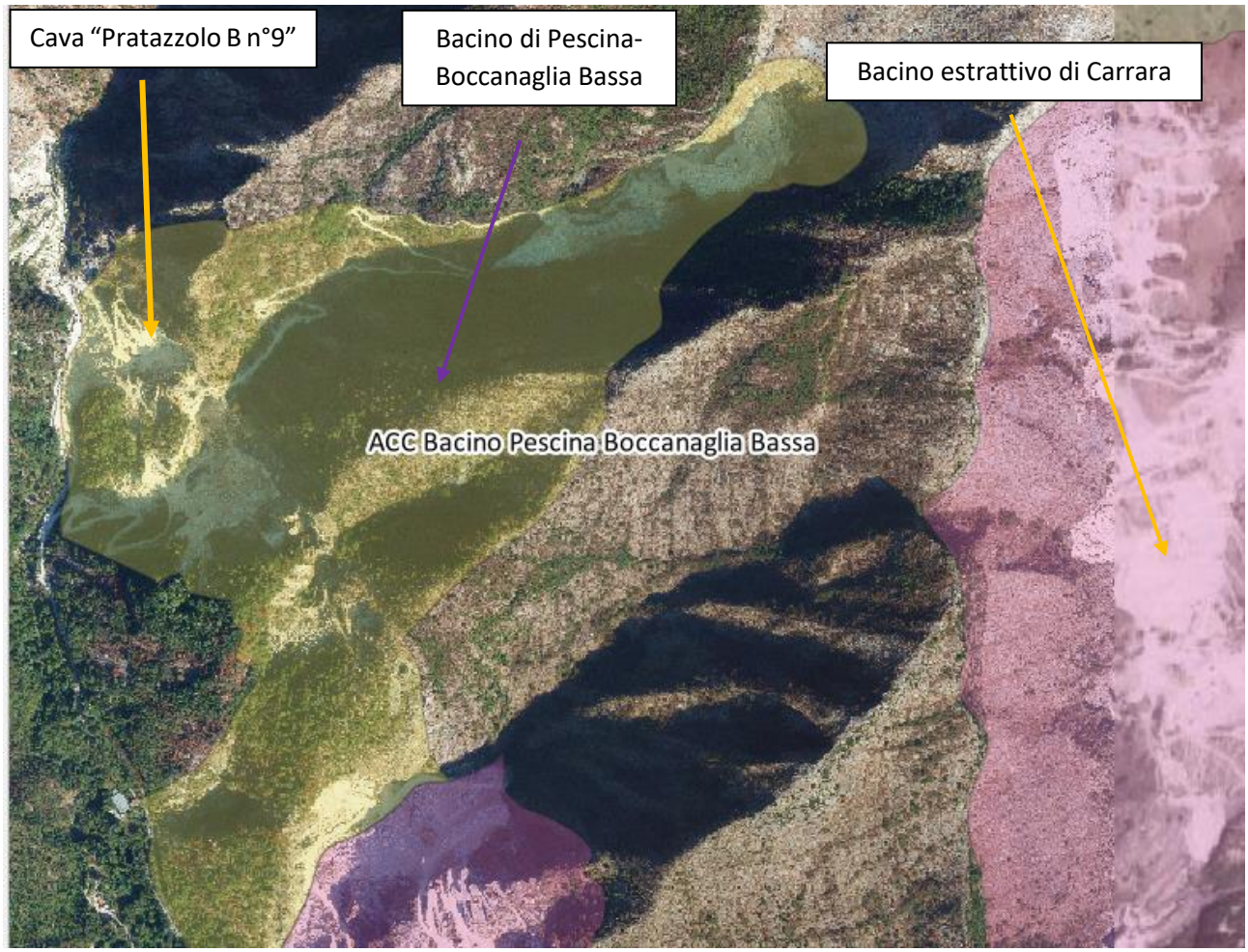


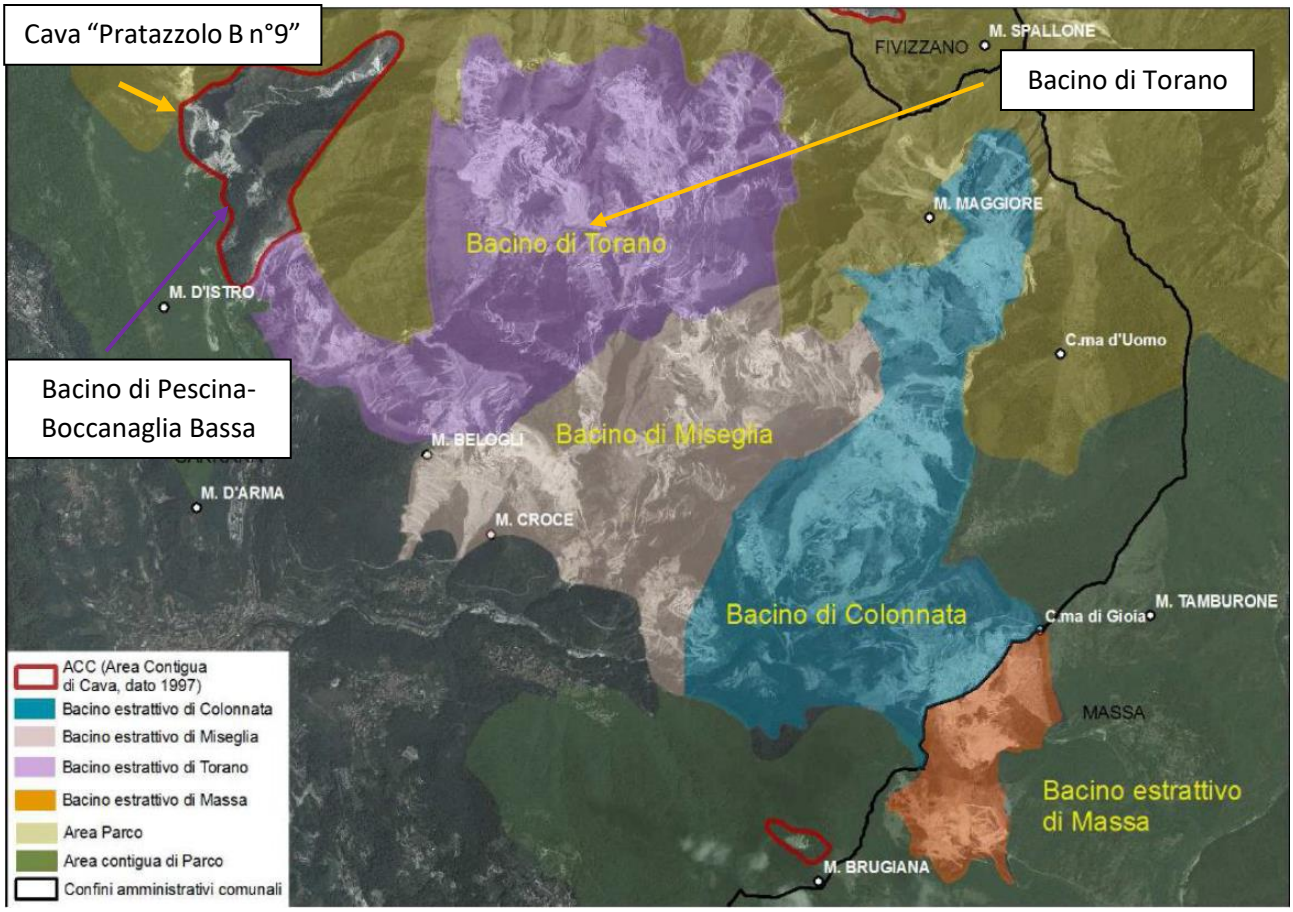
Foto 2: Vista dall'alto dell'area di studio

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Ortofoto con indicazione del bacino di Miseglia-Fantiscritti

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto dei bacini estrattivi di Carrara

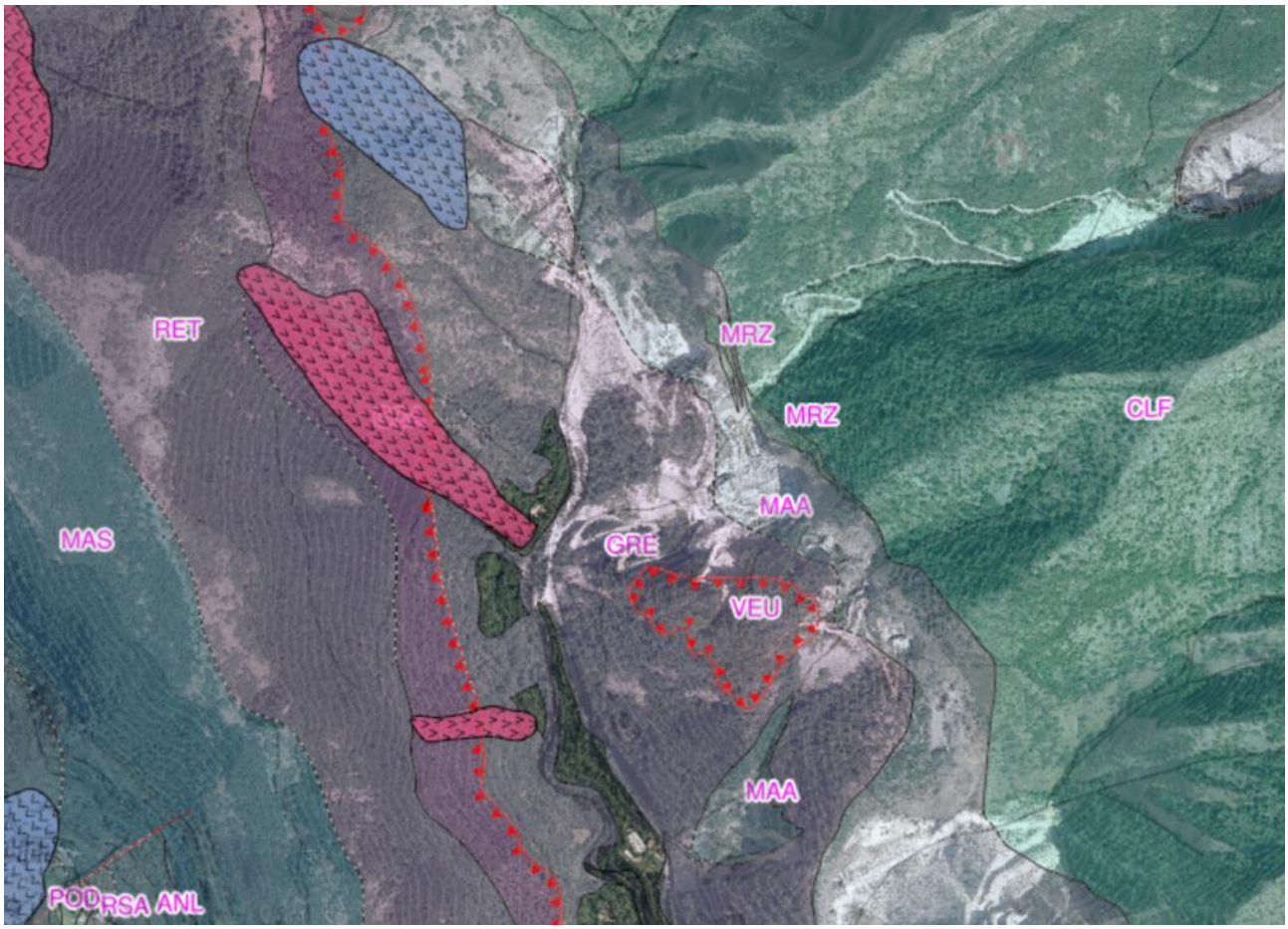
3.2 Geologia

L’area di studio si trova al limite nord del Bacino Estrattivo di Pescina-Boccanaglia Bassa a confine con l’Area del Parco delle Alpi Apuane. Il bacino in oggetto confina a Sud con il Bacino di Torano. Come osservabile dalla cartografia allegata negli estratti sopra e dalle note sulla vincolistica, il Bacino in questione ricade nella aree classificate come Aree Contigue di Cava.

Nell'area, oltre alla copertura detritica superficiale, costituita soprattutto da ravaneti, sono presenti le formazioni litoidi appartenenti alla Serie Toscana Metamorfica (Carmignani, 1985). Il sito di intervento si trova nei pressi del contatto tettonico fra la Serie Toscana Metamorfica citata in precedenza e la Serie Toscana Non Metamorfica (Falda Toscana). Tale contatto è facilmente identificabile nell’estratto cartografico riportato sotto.

Oltre agli affioramenti citati in precedenza è evidente anche un contatto tettonico che determina la presenza di una piccola finestra tettonica che permette l’affioramento delle unità metamorfiche più antiche appartenenti alla serie del Verrucano.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



ANL - Calcari ad angulati LIAS
CCA - Calcare cavernoso TRIASSICO SUPERIORE
CLF - Metacalcari selciferi LIAS MEDIO - LIAS SUPERIORE
DSD - Diaspri MALM p.p.
GRE - Grezzoni NORICO
MAA - Marmi LIAS INFERIORE
MAS - Calcare Massiccio LIAS INFERIORE
MRZ - Marmo zebrino LIAS INFERIORE - LIAS MEDIO ?
POD - Marne a Posidonomya LIAS SUPERIORE - DOGGER p.p.
RET - Calcari a Rhaetavicula Contorta RETICO
RSA - Rosso Ammonitico LIAS INFERIORE - LIAS MEDIO
VEU - Formazione della Verruca LADINICO - CARNICO

Estratto della carta geologica della Regione Toscana (Portale Geoscopio) e relativa legenda estratta dal portale

In particolare, dal basso della successione non metamorfica si hanno:

- Calcare Cavernoso CCA (Trias Superiore)

Si tratta della formazione basale della Falda Toscana ed è formata da calcari dolomitici e dolomie grigie; entrambi brecciati. Presentano inoltre una struttura a cellette. Determinate facies possono essere definite come “dolomie cariate” (Dolomie di Coregna”.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

- Calcari a Rhaetavicula Contorta (Retico)

La formazione è costituita da: calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne. Nella porzione inferiore solitamente prevalgono calcari, calcari dolomitici e dolomie stratificati in maniera grossolana. Al di sopra di questi si hanno calcilutiti nere alterate con livelli di marne sottili di colore grigio scuro con patina di alterazione spesso di colore giallastro.

- Calcare Massiccio (Lias inf.)

Formazione composta da calcari e calcari dolomitici stratificati in maniera grossolana e più frequentemente massicci.

- Calcari ad Angulati (Lias)

La formazione è formata da facies calcareo marnose di colore grigio-scuri che si alternano a marne siltose anch'esse grigio-scure e ad argilliti.

- Rosso Ammonitico (Lias inf.-medio)

Calcari nodulari da rosati a rossi, talvolta giallastri. Si possono trovare anche in banchi stratificati di colore rosa. Alle volte posseggono strati di marne rosse e rare selci, anch'esse di colore rosso.

- Marne a Posidonomya (Lias sup.-Dogger)

Trattasi di marne e calcari marnosi da grigi a verdastri, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse; possono anche essere presenti calcareniti che alle volte si possono presentare come selcifere.

- Diaspri (Malm)

Formazione composta da radiolariti da rosso-scure a verdi, stratificate in maniera sottile. Localmente possono avere interstrati argillitici. Nella porzione più elevata della formazione possono essere presenti marne silicee e argilliti rosse; queste possono avere intercalazioni di calcilutiti silicee di colore grigio-verdastro.

Per quanto riguarda invece la successione metamorfica si hanno, sempre dal basso verso l'alto:

- Formazione della Verruca (Ciclo medio-triassico inferiore)

Trattasi di filladi quarzitico-muscovitiche grigio chiare o grigio verdi, in alcuni casi possono essere violacee ed avere intercalazioni di metaconglomerati e filladi scure.

- Grezzoni (Norico)

Trattasi di dolomie e dolomie ricristallizzate di colore grigio-scuro, con modifiche tessiturali limitate di natura metamorfica. La porzione più bassa della formazione è costituita da brecce ad elementi dolomitici; la parte intermedia da dolomie grigio-chiare e grigio-scure stratificate. Infine la parte alta da dolomie con patina di alterazione giallastra con tracce di filladi lungo le giunzioni fra gli strati.

- Marmi (Lias inf. - medio)

Marmi di colore variabile dal bianco al grigio, con rari e sottili livelli di dolomie e marmi dolomitici giallastri. Brecce monogeniche metamorfiche ad elementi marmorei da centimetrici a metrici. Brecce poligeniche

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

metamorfiche a prevalenti elementi marmorei e subordinati elementi di dolomia e di selci grigio chiare e rosse, talvolta con matrice filladica rossastra o violacea. Questo elemento costituisce in pratica quasi il 100% dell'affioramento dell'area di studio. Le varietà merceologiche presenti nelle tre cave sono descritte successivamente.

- Marmo Zebrino (Lias inf.-medio?)

Formazione composta da marmi, metacalcari rosati e metabrecce con matrice rosata, con sporadiche selci. Marmi bianchi e color avorio con sottili livelli di marmi a muscovite e più raramente di calcescisti grigio-verdastri; localmente si possono trovare anche livelli di filladi carbonatiche.

- Metacalcari selciferi (Lias medio – sup.)

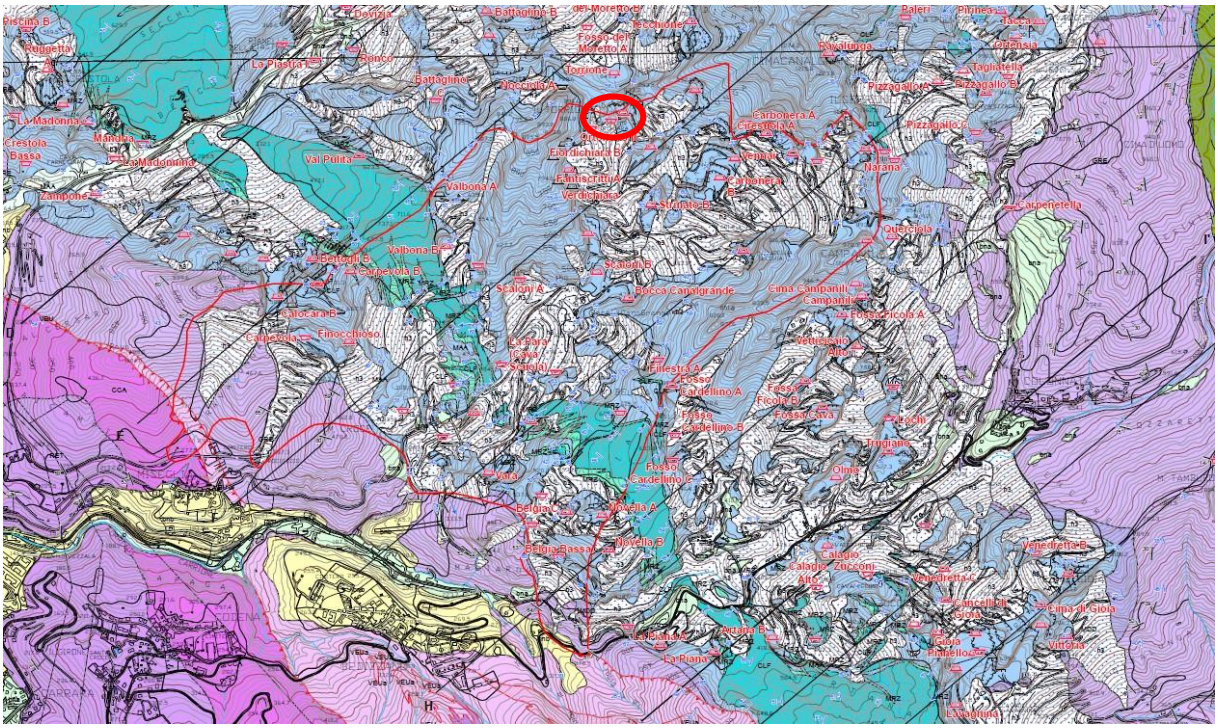
Metacalcilutiti grigio scure con liste e noduli di selce e rari livelli di metacalcareniti, in strati di potenza variabile, spesso alternati con strati più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure con tracce di pirite e di ammoniti piritizzate. Questa formazione affiora nella zona mediana tra Ravaccione e La Piastra, su entrambi i lati del canale.

La presenza delle formazioni descritte in precedenza è stata osservata unicamente su base cartografica in quanto, nell'area di studio sono presenti diversi elementi morfologici che ne ostacolano, al momento del rilievo, l'osservazione. Tali elementi sono identificabili con: ravaneti, strade di arroccamento, vegetazione e morfotipi derivanti dall'azione dei processi esogeni sul versante.

Sotto è riportato uno stralcio della Carta Geologica dell'area, con indicazione del Bacino di Pescina-Boccanaglia.

È riportato inoltre uno stralcio della Carta delle Varietà Merceologiche dei Bacini Marmiferi del Carrarese con relativa legenda, dell'area di studio. Sono inoltre riportate le sezioni geologiche con le Varietà Merceologiche.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Carta Geologica della Regione Toscana e relativa legenda

Legenda

DEPOSITI QUATERNARI

Depositi Olocenici

h3 — *Discariche di cave, ravaneti*

DOMINIO TOSCANO

Unità Toscane metamorfiche

SSR — *SCISTI SERICITICI*
Filladi muscovitiche verdastre, rosso-violacee e più raramente grigie, con rari e sottili livelli di filladi carbonatiche, marmi a clorite e metaradiolariti rosse.
Cretacico inf. - Paleogene.

ENT — *CALCARE SELCIFERO AD ENTROCHI*
Metacalciluttiti grigio chiare e color avorio con liste e noduli di selci. Localmente a tetto della formazione, lenti di metacalcirudite derivate da originarie brecce poligeniche a elementi di calciluttiti, dolomie e radiolariti.
Titoniano sup. - Cretacico inf.

MDI — *METARADIOLARITI*
Metaradiolariti rosse, violacee, verdastre e raramente grigie, sottilmente stratificate, con interstrati di filladi quarzitiche.
Malm

CLF — *METACALCARI SELCIFERI*
Metacalciluttiti grigio scure, con liste e noduli di selci e rari livelli di metacalcareniti, in strati di potenza variabile, spesso alternati con strati più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure.
Lias medio-sup.

MAA — *MARMI*
Marmi bianchi, grigi, color avorio e giallo con sottili livelli di marmi a muscovite e, più raramente, di calcescisti grigio-verdastri; localmente livelli di filladi carbonatiche, dolomie e marmi dolomitici. Brecce monogeniche metamorfiche a elementi marmorei da centimetrici a metrici.
Lias inf.

MDD — *MARMI DOLOMITICI*
Marmi dolomitici alternati a livelli di dolomie grigio chiare o rosate, più o meno ricristallizzate.
Lias inf.

Contatto stratigrafico

Contatto stratigrafico incerto o sepolto

Contatto tettonico sinmetamorfico

Orlo di scarpata di cava

20 — *Stratificazione*

20 — *Superficie di scistosità o clivaggio di 1° fase*

20 — *Asse di piega o lineazione di intersezione di 1° fase*

Cava attiva

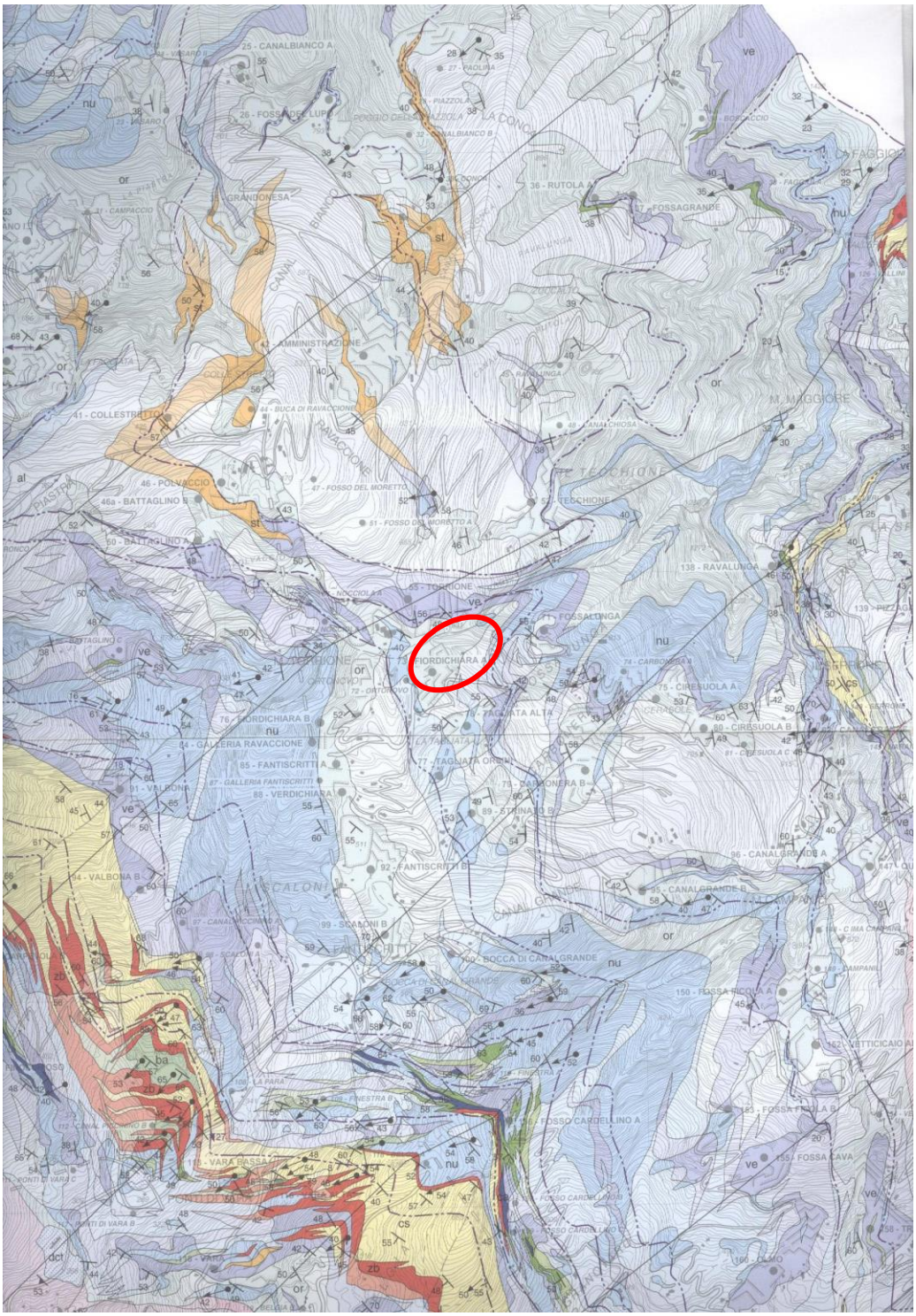
Cava inattiva

Cava in sotterraneo attiva

A — A' — Traccia di sezione geologica

Area Contigua di Cava

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



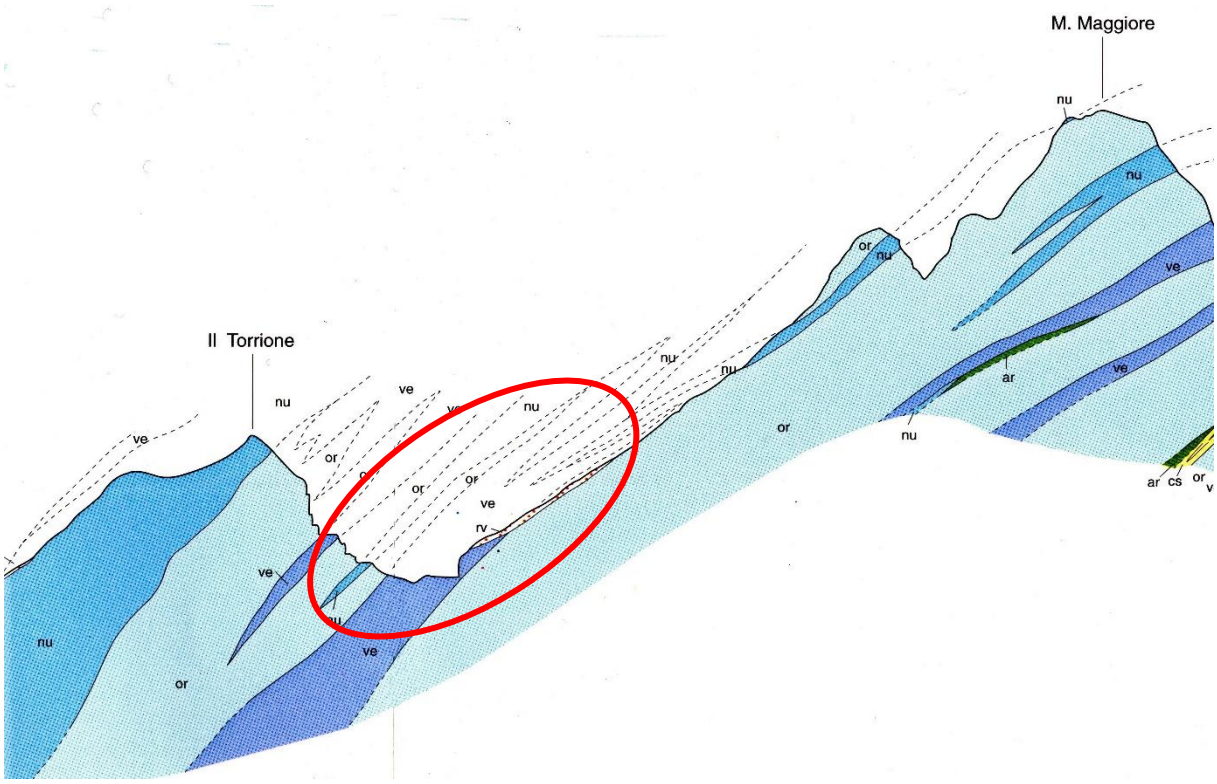
* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Carta delle varietà merceologiche

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Cava "Fiordichiara A" n°73, sezione lato E Fossalunga

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Cava "Fiordichiara A" n°73, sezione lato W Tecchione-Torrione

La formazione dei marmi non si presenta nella sua facies più tipica; infatti gli stessi sono presenti, nell'ambito dei cantieri in lavorazione, nelle varietà grigie e calacatta. Tali varietà dipendono essenzialmente dalla variazione degli ambienti deposizionali dei calcari (intesi come protoliti del marmo). I marmi grigi infatti si riferiscono ad ambienti deposizionali ricchi di materia organica, la cui decomposizione ha dato origine alla tipica colorazione di questi marmi. I marmi afferenti alla varietà calacatta sono da riferirsi ad ambienti deposizionali collocati alla foce di torrenti. In tali ambienti ad alta energia andavano a deporsi materiali generalmente grossolani. Tale materiale ha dato origine, a seguito dei processi diagenetici e metamorfici prima ad una breccia e in un secondo tempo ad una metabreccia entrambe a carattere monogenico essendo composte da frammenti di calcari di varie dimensioni.

Tutte le formazioni della serie metamorfica sono state interessate da più fasi deformative che, probabilmente, si sono susseguite senza interruzioni. Di seguito sono schematicamente descritti i principali eventi tettonici che hanno prodotto la struttura apuana, rinviando al lavoro di Carmignani & Kligfield (1990) per ulteriori approfondimenti.

La prima fase, compressiva, è dovuta alla collisione tra il margine sud europeo e la microplacca Adriatica (Carmignani & Giglia, 1977; Boccaletti *et al.,* 1980); la parte occidentale di quest'ultima, nella quale si trovava anche la zona apuana, è scorsa sotto il margine continentale. Le rocce di questa zona si sono trovate così a profondità di circa 10 Km dentro la crosta dove hanno subito metamorfismo, in facies di scisti verdi, con condizioni termiche tra 350-400 °C e pressioni di 3-4 kbar (Azzaro *et al.,* 1977; Di Pisa *et al.,* 1985*;*

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Franceschelli *et al.,* 1986). È in questo frangente che i calcari, depositatisi circa 180 milioni di anni prima, si sono trasformati in marmi.

Le formazioni, nel loro complesso, hanno reagito alle spinte compressive dando luogo ad una serie di accavallamenti che hanno prodotto grandi pieghe isoclinali da millimetriche a chilometriche; parallelamente ai piani assiali di queste ultime si genera nei marmi una pervasiva scistosità di flusso, nota come "verso di macchia". È in questa fase che si formano, oltre alle pieghe minori, le grandi strutture plicative, come l'Anticlinale di Vinca e la Sinclinale di Carrara; in particolare, la zona di studio si colloca nella porzione di cerniera; infatti ad w del sito si trova il fianco rovescio della sinclinale di Carrara, mentre ad est si hanno i tipici elementi del fianco dritto della struttura. La sinclinale di Carrara è una piega isoclinale, a nucleo di calcare selcifero, che si è formata nella fase compressiva del metamorfismo, La struttura principale è accompagnata da strutture minori, definite pieghe parassite. L'area di studio, come rilevabile dalla carta geologica e giacimentologica, è interessata da diverse strutture parassite. La scala di dette strutture è molto varia, infatti varia da dimensioni centimetriche o comunque alla scala della concessione fino a dimensioni microscopiche. Sulla base di quanto detto appare dunque evidente che la deformazione metamorfica è penetrante all'interno della struttura della roccia.

Le strutture minori, all'interno della formazione dei marmi, sono rese evidenti dai differenti caratteri cromatici, che distinguono le varietà dei marmi; risultano quindi determinanti nel definire l'andamento delle strutture. Nelle foto seguenti sono riportate le formazioni visibili sui fronti della cava Pratazzolo B n°9.

In seguito all'abbassarsi del grado di metamorfismo, perdurando le spinte compressive, si passa da una tettonica di tipo duttile ad una di tipo prevalentemente fragile che ha prodotto le grandi faglie, dirette, inverse e trascorrenti, che interessano tutte le formazioni della serie metamorfica.

Nell'area della cava Pratazzolo B n°9 in particolare, sono osservabili due distinte strutture tettoniche di importanza regionale; la prima è il contatto tettonico che giustappone la serie non metamorfica della Falda Toscana ad Ovest alla serie metamorfica che caratterizza l'area di studio, mentre la seconda è il contatto che definisce la finestra tettonica nella quale affiora la formazione del verrucano. Di seguito, le due strutture verranno analizzate separatamente.

Il contatto tettonico principale è indubbiamente quello che accoppia la serie metamorfica dell'Autoctono Apuano alle formazioni non metamorfiche della Falda Toscana. La struttura in esame ha importanza certamente regionale, infatti ha estensione pluri-chilometrica.

Il contatto tettonico in oggetto, oltre ad accoppiare le due serie, ha anche un notevole controllo sulla morfologia della zona; il suo funzionamento ha infatti determinato la formazione di una zona di danneggiamento di grandi dimensioni a spese dei calcari non metamorfici e quindi più fragili, della Falda Toscana. La fascia cataclastica a sua volta, avendo proprietà meccaniche inferiori, in termini di resistenza,

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

rispetto alle rocce non interessate da danneggiamento è stata oggetto di fenomeni erosivi più intensi che hanno prodotto la valle del Torrente di Boccanaglia; lungo la quale si trova l'area di studio. Oltre alla formazione della vallata appena citata la messa in posto ed il funzionamento della struttura hanno prodotto, nell'ammasso roccioso, una estesa perturbazione che ha determinato la formazione di diverse fratture variamente orientate; queste ultime a loro volta frantumano l'ammasso secondo le loro orientazioni principali condizionando in questo modo le direzioni di escavazione e le dimensioni dei blocchi che potranno essere estratti. Per una più dettagliata descrizione delle famiglie di fratturazione si rimanda alla specifica relazione ed alla tavola della fratturazione che sono parte integrante del progetto.

Di rango inferiore è il contatto che determina la formazione della finestra tettonica che espone il Verrucano a S dell'area di coltivazione della cava Pratazzolo B n°9 all'interno della formazione dei Grezzoni. Rispetto al contatto tettonico descritto nel paragrafo precedente quest'ultimo non si percepisce direttamente dalla morfologia ma unicamente attraverso l'analisi della giustapposizione di due formazioni differenti fra loro e che non si trovano in continuità stratigrafica. La struttura tettonica in esame tuttavia, come la precedente, per via del suo funzionamento ha determinato la propagazione all'interno dell'ammasso roccioso della fratturazione. Come nel caso della precedente, anche questa ha notevole influenza sulla dimensione dei blocchi estraibili e sulle direzioni di coltivazione che verranno adottate nel presente piano.

Oltre a quanto presentato nei paragrafi precedenti è necessario ricordare anche che la fratturazione dell'ammasso nell'area della cava Pratazzolo B n°9 non dipende unicamente dalla presenza delle due strutture citate precedentemente ma soprattutto dalla fase deformativa fragile che ha interessato il duomo metamorfico delle Alpi Apuane. Durante questa fase deformativa si è messa in posto una serie di faglie normali ad andamento appenninico ed anti-appenninico che hanno contribuito sia ad alzare relativamente la catena apuana rispetto alla piana della Versilia sia a segmentare la catena.
La messa in posto di questo articolato sistema di fratturazione ha determinato la realizzazione di almeno due distinte famiglie di fratturazione, entrambi presenti in cava.
In particolare, le fratture orientate in direzione NW-SE con immersione NE o SW le si possono riferire al sistema di faglie normali appenniniche mentre le fratture orientate circa perpendicolarmente alle precedenti e quindi NE-SW con immersione circa NW o SE le si possono riferire al sistema anti-appenninico.
Come è evidente, l'intersezione di questi due sistemi determina, come nei casi precedenti, la frantumazione dell'ammasso.

Sulla base di quanto scritto nei paragrafi precedenti è evidente che le caratteriste di produttività e di rendimento della cava in questione sono condizionate dalle strutture tettoniche ivi presenti ed in particolare dalle caratteristiche della fratturazione. I parametri principali che governano le condizioni di produttività

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

delle cave e nella fattispecie di quella in esame sono la persistenza delle fratture e la loro spaziatura nonché l'intersezione che si crea fra le varie famiglie.

Per una migliore comprensione si precisa che con persistenza si intende la propagazione della frattura all'interno dell'ammasso roccioso. A mano a mano che questo termine diminuisce la qualità dell'ammasso migliora mentre peggiora se la persistenza aumenta. Con spaziatura si intende la distanza che sussiste fra le fratture di una stessa famiglia. Anche in questo caso, come nel precedente, diminuendo questo valore peggiora la qualità dell'ammasso, mentre quando aumenta la qualità ne guadagna.

Logicamente l'intersezione della fratturazione è anch'esso un parametro importante, infatti se aumentano le intersezioni di fratture all'interno dell'ammasso peggiora la sua qualità e quindi il rendimento della cava. Appare quindi evidente che è necessario, sulla base dell'andamento della fratturazione, individuare le migliori direzioni di sfruttamento del giacimento. Per la definizione di queste direzioni si rimanda alle tavole progettuali specifiche.

4 Idrografia e Idrogeologia

Il bacino idrografico di appartenenza dell'area in oggetto è quello del Torrente Carrione, nel quale vengono convogliate le acque meteoriche raccolte da una serie di solchi naturali; questo si colloca più in generale nell'ampio bacino dell'Alto Tirreno fra Magra e Serchio.

Il limite del bacino idrogeologico ampio è costituito dalle creste di collegamento tra il monte Sagro (1749 m s.l.m.), il monte Pisanino (1947 m s.l.m.), il monte Tambura (1895 m s.l.m.) ed il Monte Sella (1735 m s.l.m.).

L'area in esame risulta caratterizzata da un proprio bacino idrografico di raccolta delle acque meteoriche costituito essenzialmente dal canale di Boccanaglia, il quale è limitato dagli spartiacque definiti dalle creste poste sia ad W dello stesso che ad E

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

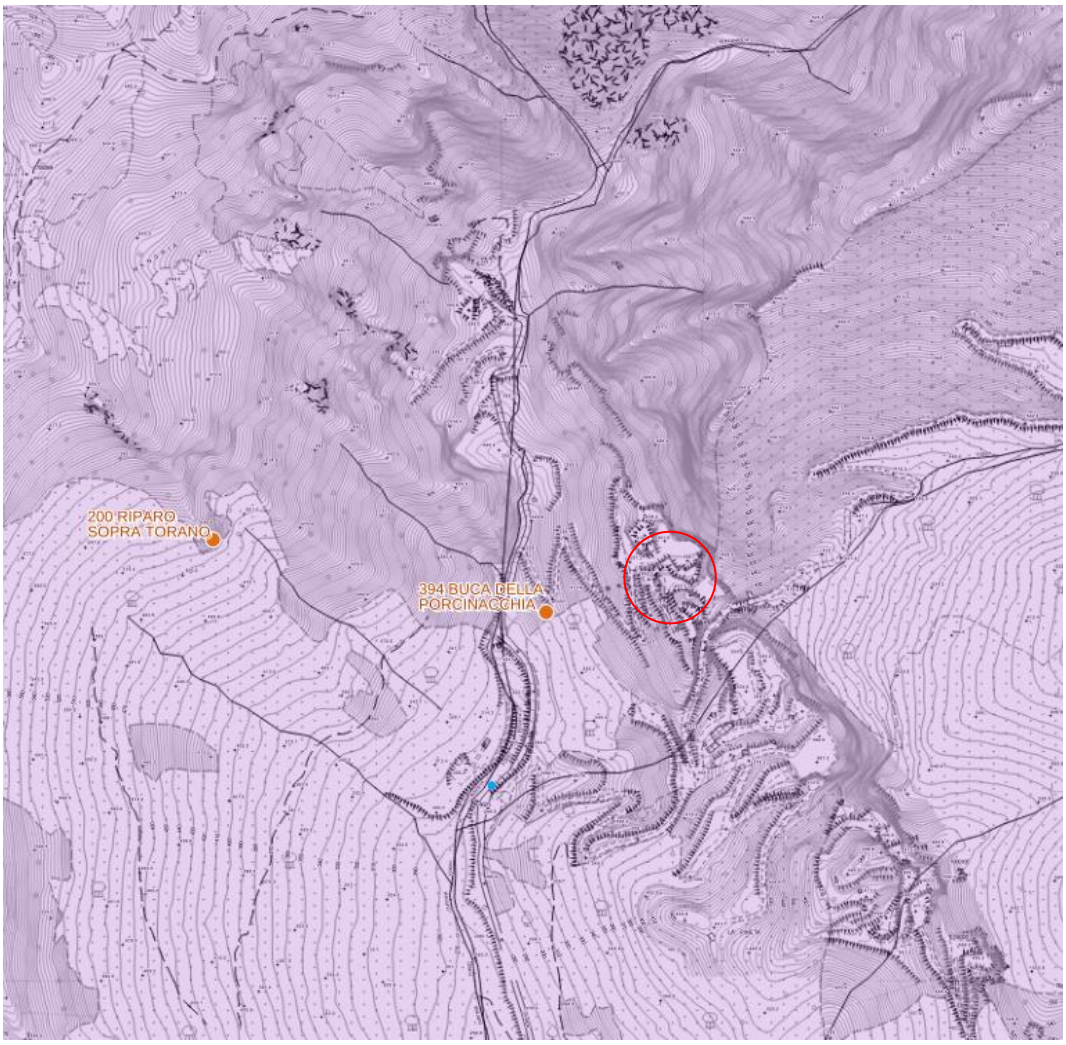


Fig. 20 - Estratto non in scala della "Carta delle grotte e delle sorgenti delle Alpi Apuane"

La valutazione delle emergenze carsiche nell'area di studio viene effettuata mediante l'analisi della cartografia disponibile sul portale geoscopio della Regione Toscana (http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/grotte_e_carsismo.html) e riportata nell'estratto sopra per l'area di intervento.

Come osservabile dallo stralcio riportato sopra, nei pressi dell'area di cava sono presenti due ingressi ipogei; il primo denominato "*200 Riparo sopra Torano"* il secondo "*394 Buca della Porcinacchia*"; inoltre, come evidenziato tutto l'areale, avendo substrato roccioso di natura calcarea, risulta essere carsificabile.

Sulla base delle considerazioni appena effettuate è necessario, per le aree a progetto, applicare non solo le normative di tutela attualmente in vigore ma anche una serie di criteri volti alla tutela del bene carsico. In particolare, si punterà ad allontanare le acque dagli inghiottitoi carsici, inoltre ai fini della tutela ambientale si punterà a raccogliere gli scarti derivanti dalla lavorazione al fine di impedire l'ingresso di materiali derivanti dal taglio negli elementi carsici presenti in loco.

Come inoltre evidenziato nell'estratto riportato sopra, nell'area di sviluppo del sotterraneo a progetto non sono segnalate emergenze carsiche e collegamenti fra la superficie ed il sottosuolo; tuttavia l'ambiente

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

carsico in sui la cava si trova non permette di escludere a pieno la possibile intercettazione di strutture carsiche ipogee con l'avanzare delle lavorazioni in sotterraneo a progetto. Si precisa quindi che, qualora l'avanzare della coltivazione dovesse intercettare le strutture ipogee (*sifoni, fratture beanti, grotte, inghiottitoi etc…*) verranno applicate tutte le strategie atte alla tutela del bene ambientale; queste tuttavia dovranno essere esaminate al momento ed adattate alla tipologia della forma, alla sua importanza nonché alla sua estensione.

Le caratteristiche significative dell'assetto idrogeologico ed idraulico delle Apuane, derivante dalla prevalenza dei litotipi carbonatici, sono relative al modesto ruscellamento superficiale e alla non diretta corrispondenza tra bacino idrografico e bacino idrogeologico.

Di fatto gli spartiacque superficiali non svolgono un ruolo effettivo ed efficace sulla distribuzione della circolazione delle acque sotterranee: per i Bacini Marmiferi del Carrarese, come per l'area in esame, è presumibile che il bacino idrogeologico comprenda e trovi alimentazione anche da buona parte dei rilievi ed affioramenti carbonatici di Campo Cecina e del gruppo del M. Sagro.

La successione litologica affiorante all'interno del bacino del Torrente Carrione, vede la serie formata da Marmi, Marmi Dolomitici, Grezzoni e dai Calcari Selciferi: quello che può essere definito come "acquifero carbonatico" è compreso tra le rocce impermeabili del basamento e le rocce a permeabilità bassa o medio bassa come i calcescisti e gli scisti sericitici (tetto della successione).

In base alle caratteristiche litologiche, tessituriali e geomeccaniche delle rocce dell'Unità Apuana affioranti, possono essere stabilite cinque classi principali di permeabilità:

1. Formazioni ad alta permeabilità per fratturazione e carsismo (Grezzoni, Marmi s.l.);
2. Formazione a media permeabilità per fratturazione e limitato carsismo (Calcari Selciferi);
3. Formazioni a bassa permeabilità per sola fratturazione (Verrucano s.s.)
4. Formazioni praticamente impermeabili (Filladi, Porfiroidi, Scisti, ecc)
5. Coperture detritiche permeabili per porosità (Ravaneti)

In genere queste coltri di detrito della classe 5, con elevato coefficiente d'infiltrazione, trattengono l'acqua di precipitazione e la restituiscono gradualmente al substrato, allungando i tempi di corrivazione e riducendo il rischio di portate elevate in tempi brevi.

Come già detto in precedenza non ci sono sorgenti nei pressi dell'area: solo più a valle, nei pressi dell'abitato di Torano. Tuttavia come evidenziato nelle note di inquadramento vincolistico, nell'area sussiste il vincolo per via della vulnerabilità delle sorgenti ed in particolare si trovano aree A3 (*Art. 27 c. 4,5,6*) e A4 (*Art. 27 c. 7*) delle NTA comunali.

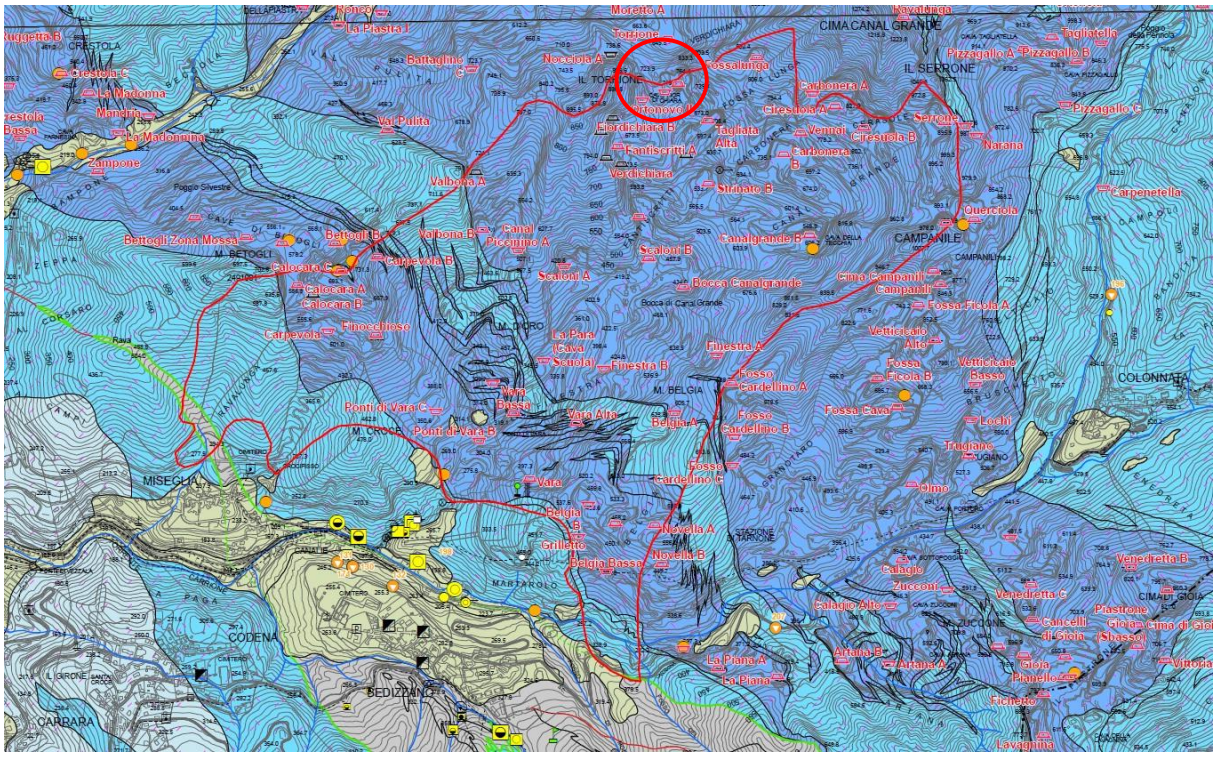
A questo proposito nelle lavorazioni dovranno essere adottati, ai sensi dell'Art. 27 c. 4 tecniche di taglio a secco o impieganti una modesta quantità di acqua/liquidi in genere. Ai sensi dell'Art. 27 c.5 le aree di

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

riquadratura dei blocchi dovranno essere impermeabilizzate; inoltre al bordo di queste aree dovrà essere realizzata una cordolatura fissa ed implementato un sistema di utilizzo delle acque a ciclo chiuso.
Per ciò che invece concerne le aree A4, queste sono distanti dal sito nel quale sarà realizzato l'ingresso in sotterraneo, quindi solamente nel caso di realizzazione delle lavorazioni in queste aree dovrà essere soddisfatto quanto richiesto dall'Art. 27 c.7.
Per maggiori dettagli si rimanda alla descrizione dettagliata degli interventi presente nella relazione di gestione delle AMD e AMPP che è parte integrante del progetto.
A tutela della risorsa idrica e delle sorgenti di cui sopra, da anni nelle cave di marmo vengono adottate misure preventive tese ad impedire che si verifichino fenomeni di interferenza (marmettola, oli etc.) tra i cantieri attivi e l'acquifero profondo e questo a prescindere dal fatto che siano state riscontrate connessioni più o meno dirette tra le varie cave e le sorgenti a valle.

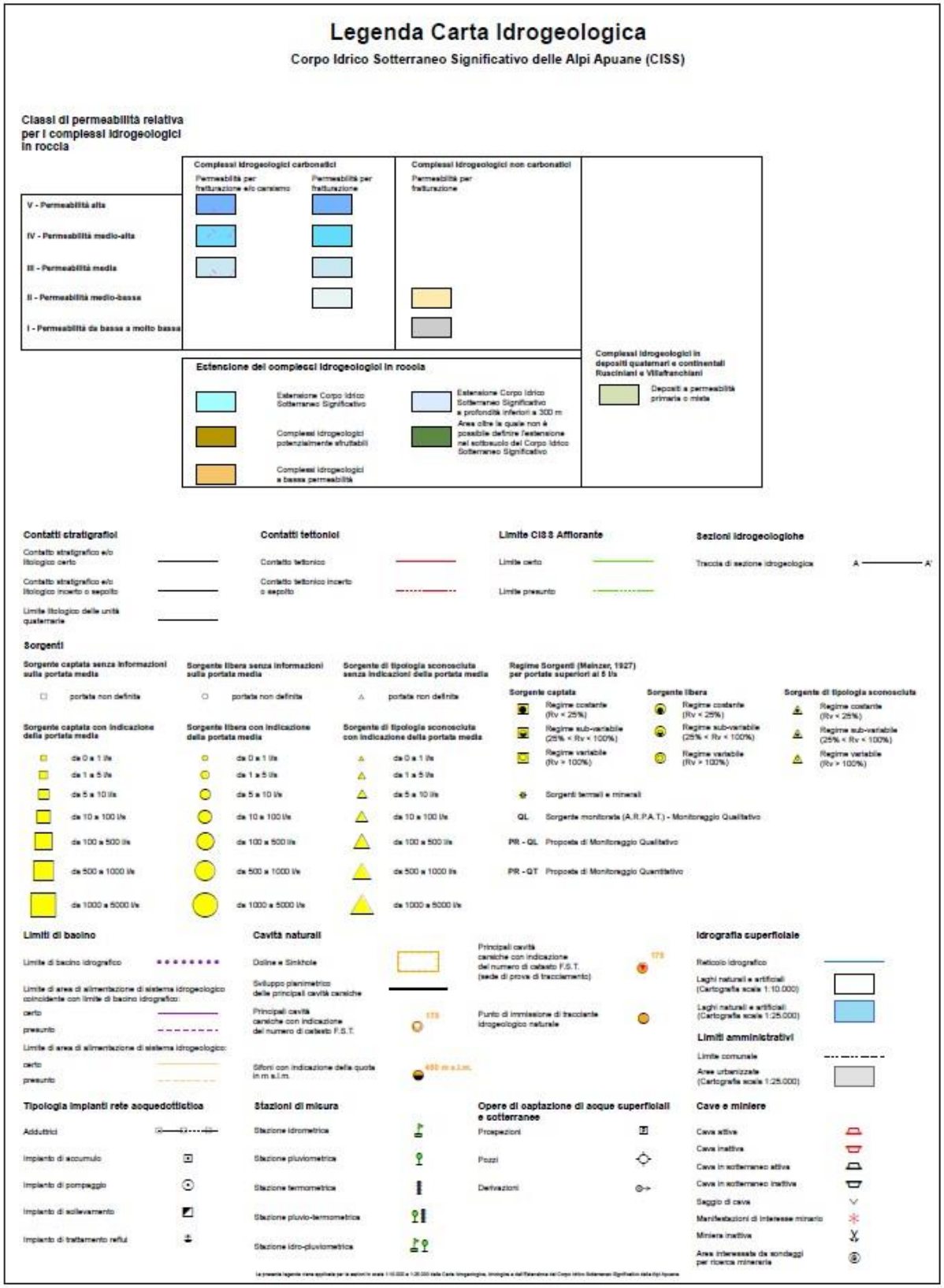
In questo acquifero il deflusso sotterraneo viene guidato solo localmente dall'andamento della superficie di base impermeabile. Questa superficie, a causa del complesso assetto strutturale delle Alpi Apuane, è individuata a quote molto diverse, anche sotto il livello del mare. Quindi la circolazione in grande è essenzialmente dovuta alla differenza di quota tra il fondo delle valli del versante NE e quello delle valli del versante SW, che determina un deflusso di sottosuolo prevalente da NE a SW.
L'assetto strutturale, di cui le ampie pieghe con andamento circa Nord-Sud costituiscono gli elementi di dimensioni maggiori, fa sì che l'acquifero carsico venga diviso in più unità idrogeologiche.
La zona oggetto di questo studio interessa l'unità idrogeologica compresa nella sinclinale di Carrara e nelle strutture minori associate, le cui acque alimentano sia sorgenti situate nel bacino del Fiume Frigido che in quello del Torrente Carrione.
Questa acquifero è nettamente separato da quello più vasto che alimenta la sorgente di Forno e che comprende la sinclinale di Orto di Donna, l'anticlinale del Monte Sumbra e parte delle strutture più ad Est, attraverso il nucleo impermeabile dell'anticlinale di Vinca.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

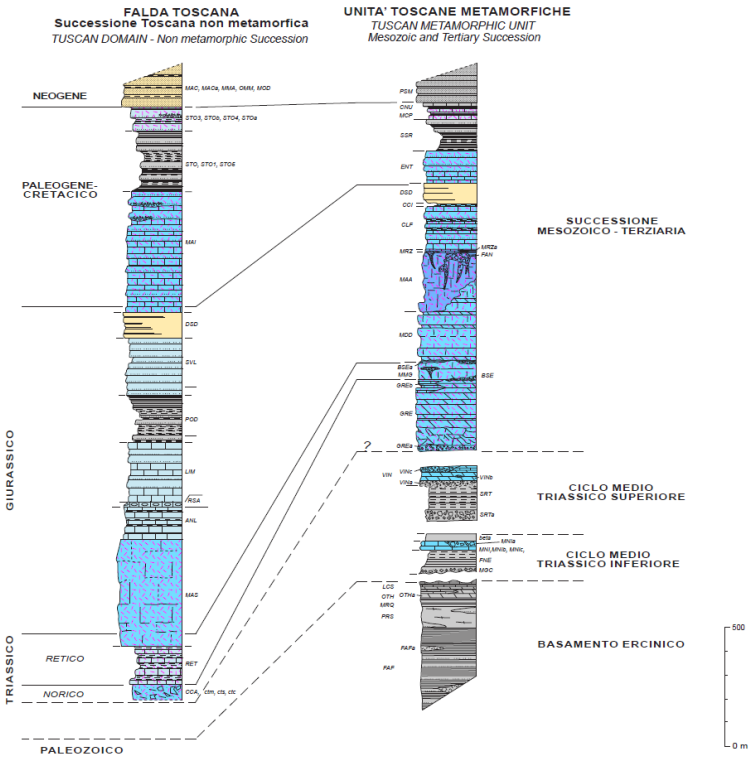


Estratto Carta Idrogeologica

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Colonne idrostratigrafiche delle Alpi Apuane (tratto dallo "Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane" – CGT Regione Toscana).

Il sistema idrogeologico di Carrara (sezioni CTR 249060 e 249100 della Regione Toscana) corrisponde in gran parte con il bacino idrografico del Torrente Carrione, ha un'area di alimentazione che si estende per circa 20 Km^2 e le emergenze sono concentrate prevalentemente nell'area di Torano e nei pressi di Miseglia. Il sistema è impostato prevalentemente su: Grezzoni, Marmi s.l. e Calcari Selciferi della sinclinale di Carrara. Una soglia di permeabilità definita dai complessi a bassa permeabilità dell'Unità di Massa limita il sistema a Sud e crea le condizioni per la presenza delle sorgenti del gruppo di Torano e delle Canalie.

Recenti studi idrogeologici di dettaglio di carattere idrostrutturale e idrochimico-isotopico (Doveri, 2005) e prove effettuate con traccianti naturali (Baldi, 2004) hanno permesso di suddividere il sistema idrogeologico in quattro sotto-sistemi:

• il sotto-sistema Carbonera-Tana dei Tufi, la cui area di alimentazione comprende pressoché tutto il bacino del canale Porcinacchia. I punti di recapito sono costituiti dalle sorgenti Carbonera, Qmedia=50 L/s, e Tana dei Tufi, Qmedia=60 L/s;

• il sotto-sistema Gorgoglio-Pizzutello, la cui area di alimentazione si estende nel bacino del canale La Piastra. Le principali emergenze sono definite dalle sorgenti Gorgoglio (Qmedia=40 L/s), Pizzutello (Qmedia=30 L/s) e Sponda 2 (Qmedia=45 L/s). Non si escludono zone di trasferimento verso l'acquifero alluvionale;

• il sotto-sistema delle Canalie, drenato dalle due sorgenti Ratto Superiore (inserita nella rete di monitoraggio ARPAT, codice MAT-S034) e Ratto Inferiore (Qmedia=180 L/s per entrambe le sorgenti) e dalle sorgenti Pero

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

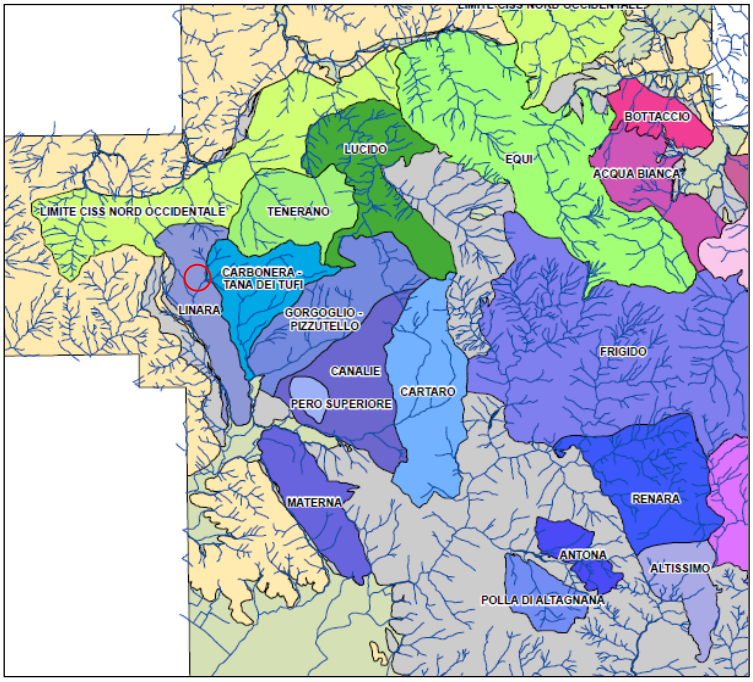
Inferiore (Qmedia=40 L/s), Polla della Martana (Qmedia=40 L/s), Ospedale Superiore (Qmedia=10 L/s) e Ravenna (Qmedia=10 L/s);

• il sotto-sistema Pero Superiore, il cui recapito è costituito dalla sorgente Pero Superiore.

Quasi tutte le sorgenti del sistema idrogeologico sono captate e sono dotate di strumentazione per la misurazione delle sole portate immesse nella rete di distribuzione, conseguentemente non sono note le portate relative ai picchi di piena (Piccini in AA.VV., 2002a; Doveri, 2005).

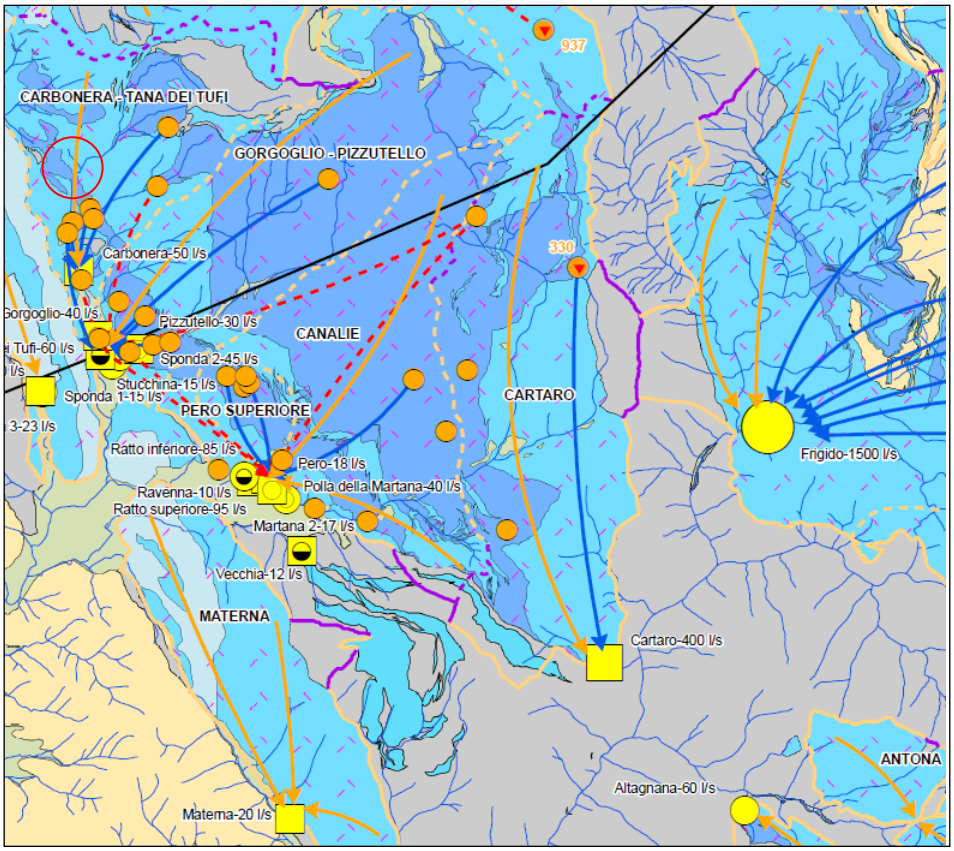
Il limite settentrionale dell'area di alimentazione con il sistema delle sorgenti di Tenerano e quello occidentale, con il sistema della sorgente del Cartaro (cui è associato il sistema di Colonnata), è definito sulla base di considerazioni idrostrutturali e idrochimiche-isotopiche (Doveri, 2005).

Le cavità carsiche nell'area non sono numerose e presentano dislivelli contenuti. Tra le più importanti della zona ricordiamo l'Abisso Paperoga (T/MS 1465,-100 m), l'Antro del Sagro (T/MS 284, -55 m) e il Tanone di Torano (T/MS 179, -36 m). Quest'ultimo è una delle prime cavità carsiche esplorate nelle Alpi Apuane ed già citato da L. Spallanzani nel 1789 (Amorfini in AA.VV., 2002a).

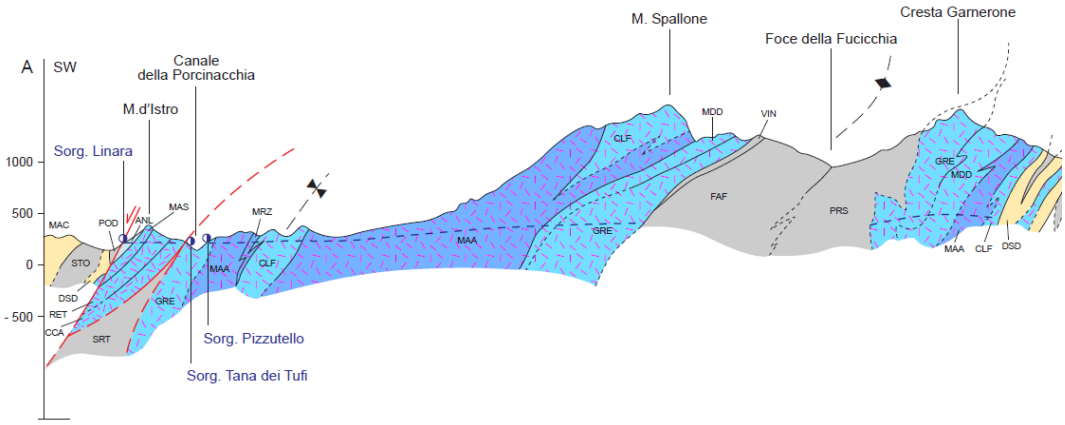


Estratto non in scala dell'allegato 9c "Aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici del CISS delle Alpi Apuane" (tratto dallo "Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane" – CGT Regione Toscana)

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



Estratto non in scala dell'allegato 9a "Carta delle aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici" (tratto dallo "Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane" – CGT Regione Toscana).



Estratto non in scala di parte della sezione A-A dell'allegato 9b "Carta delle aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici" (tratto dallo "Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane" – CGT Regione Toscana).

Le coltivazioni che si sviluppano nell'area non interessano direttamente la falda che si trova sicuramente a quote molto inferiori. Purtroppo non ci sono dati relativi al livello della falda nell'area ed alla sua escursione annua.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

In dettaglio, la cava Pratazzolo B n°9 è ubicata in sinistra idrografica del Torrente di Boccanaglia il quale a meno di un chilometro a valle si immette in destra idrografica nel torrente di Torano, proprio ei pressi della frazione omonima. Il torrente di Torano a sua volta si immette, in destra idrografica, poco più a valle del citato abitato all'interno del Torrente Carrione. Dal punto di vista della Permeabilità, i litotipi affioranti appartengono a due classi:

1. Classe I Rocce permeabili per porosità (Ravaneti)

2. Classe II Rocce permeabili per fessurazione e carsismo (Marmi)

Le rocce semipermeabili ed impermeabili, come indicato nel paragrafo precedente, appartengono ai Calcari Selciferi, affiorano molto più a valle e sono ininfluenti sulla idrogeologia dell'area di studio. La permeabilità dei litotipi non presenta un livello di impermeabilità superficiale che consenta la formazione di acquiferi; favorisce piuttosto una circolazione idrica sotterranea di tipo carsico, la cui profondità è funzione del grado di fratturazione delle rocce carbonatiche. L'acqua, in particolare le AMD, percola attraverso il detrito dove presente e raggiunge la roccia in posto.

Al livello delle rocce in posto, le AMD, assumono caratteristiche di acque di percolazione ed hanno il seguente comportamento generale:

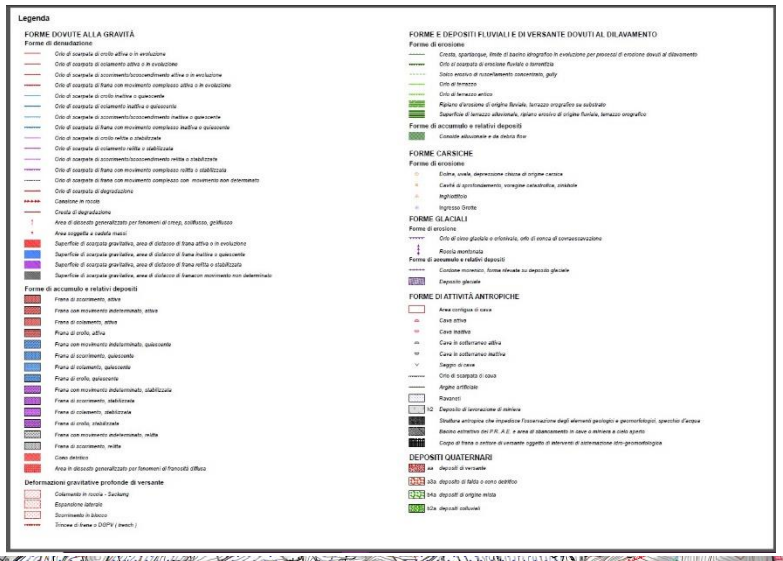
- Sul substrato marmoreo, l'acqua tende a penetrare attraverso le fratture e le strutture carsiche andando ad alimentare una circolazione sotterranea di tipo carsico.

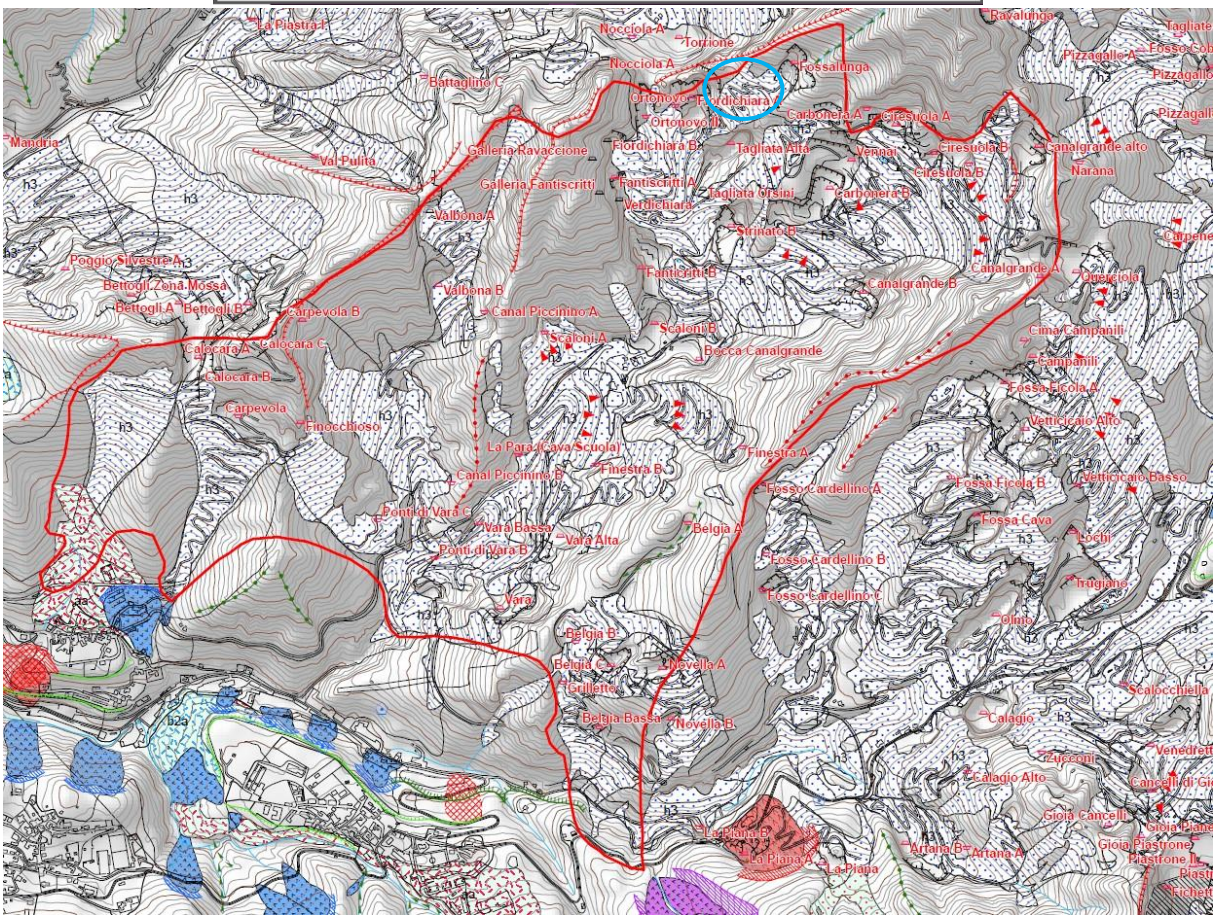
- Nelle aree di cava, sui piazzali attivi da tempo, le fratture sono in buona parte impermeabilizzate dalla marmettola. Si stima che nel tempo di sei mesi dall'apertura di un nuovo piano di lavoro la marmettola che penetra nel primissimo strato di marmo (30-50) cm, consolida ed impermeabilizza le fratture beanti. A dimostrazione di questo meccanismo, possiamo osservare come le acque meteoriche si concentrino nei bassi topografici dei piani di lavoro, si depositano e decantano l'eventuale trasporto solido e normalmente vengono recuperate e stoccate in serbatoi per poi essere reinserite o inserite nel ciclo di produzione.

I movimenti superficiali dell'acqua, limitatamente alle AMD, sono evidenti solo in caso di forti precipitazioni. Fino a piovosità d'intensità media 50-60 mm/h le AMD si accumulano nei piazzali di cava, dove permangono, oppure dilavano molto lentamente. Le attuali tecniche di coltivazione delle cave, i metodi di contenimento delle acque di lavorazione, il recupero delle acque di lavorazione, lo smaltimento della marmettola decantata nei bacini di raccolta delle acque di lavorazione e delle AMD, non influenzano e non influiscono sulle falde acquifere profonde in modo determinante.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Per fornire una visione razionale dell'area in oggetto, è opportuno prendere visione dell'area di cava e delle morfologie circostanti. [redacted]





Estratto carta Geomorfologica 1 Regione Toscana

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Estratto della Carta Geomorfologica 2 Centro di Geotecnologie UNISI

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Constructional landforms and deposits
Forme di accumulo e di costruzione

Quarry dump deposits
Ravaneti

Texture:
Tessitura

Clast supported *Supporto clastico*	Matrix supported *Supporto di matrice*	
		Clasts <10 cm *Clasti <10 cm*
		Clasts 10 cm <<30 cm *Clasti 10 cm <<30 cm*
		Clasts 30 cm <<50 cm *Clasti 30 cm <<50 cm*
		Clasts >50 cm *Clasti >50 cm*

Surficial weathering and vegetal cover:
Alterazione superficiale e copertura vegetale

Unvegetated surface *Superficie non vegetata*		Vegetated surface *Superficie vegetata*		
Unweathered clasts *Clasti non alterati*	Weathered clasts *Clasti alterati*	Grass cover *Copertura erbacea*	Shrubs cover *Copertura arbustiva*	Trees cover *Copertura arborea*

Active *Attivo*	Inactive *Non attivo*	
		Retaining wall on large boulders *Massicciata a grandi blocchi*
		Retaining wall on "head man" size cobbles *Massicciata a "testa d'uomo"*
		Series of retaining walls of large boulders *Successione di massicciate a grandi blocchi*
		Series of retaining walls of "head man" size cobbles *Successione di massicciate a "testa d'uomo"*

Roads and working plants
Viabilità ed impianti di lavorazione

Active *Attivo*	Inactive *Non attivo*	
		Access road *Strada di arroccamento*
		Artificial stoneboat run *Via di lizza*
		Water tank *Vasca o serbatoio*
		Rock frantumation plant *Impianto di frantumazione*
		Sieve *Griglia di vagliatura*

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

5 Giacimentologia varietà merceologiche

Il giacimento affiorante nell'area è caratterizzato dalla presenza quasi esclusiva di Marmi s.s. (Lias), calcari metamorfici appartenenti alla serie stratigrafica del Complesso Metamorfico Apuano.

La cava N°9 "Pratazzolo B" si apre su un potente livello di marmo che rispecchia le caratteristiche giaciturali classiche dei marmi:

immersione media SW

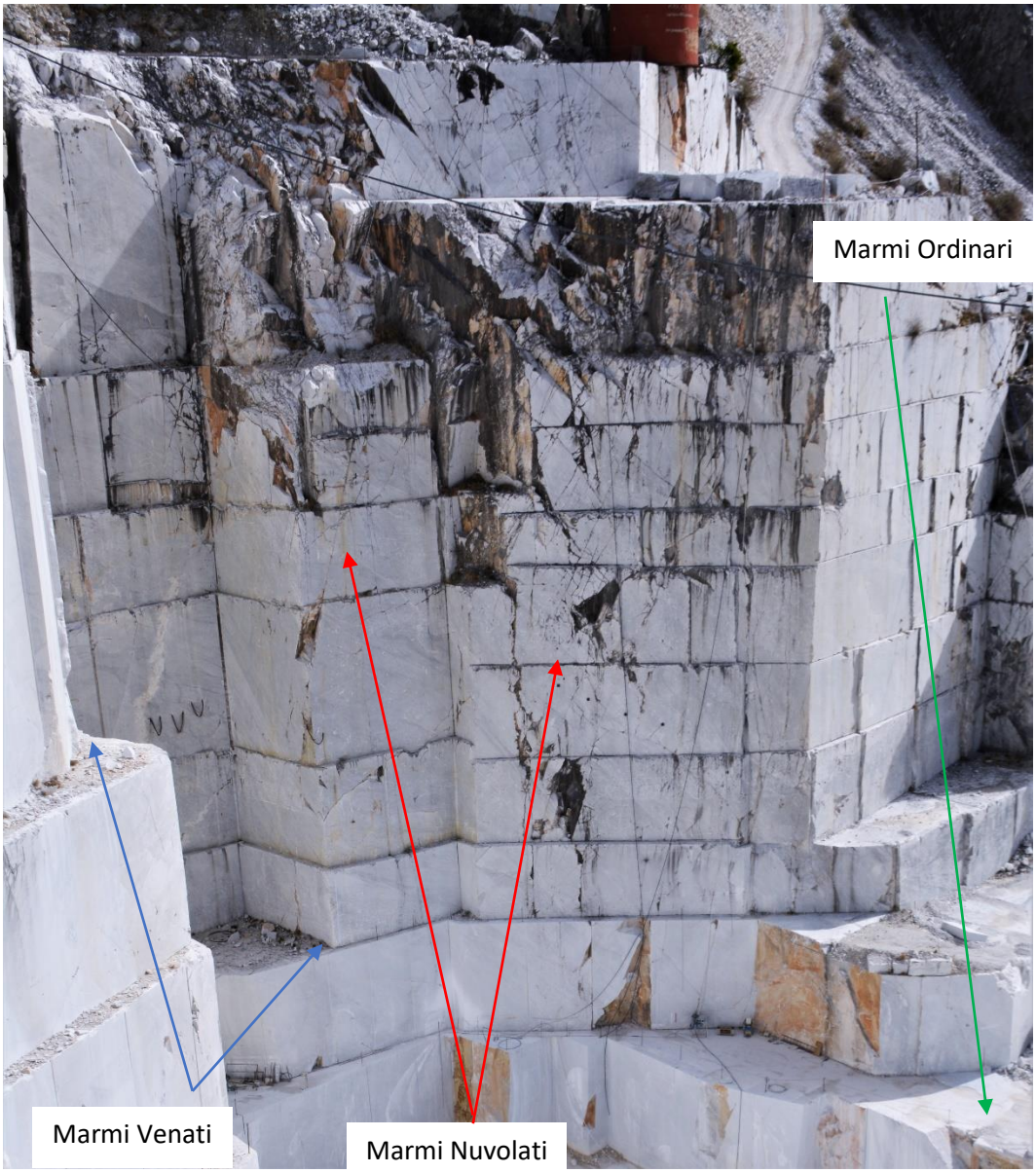
inclinazione variabile da 45° a 65°

Le **Varietà Merceologiche** presenti in cava sono essenzialmente due:

- Marmo **calacatta**
- Marmo **grigio/nuvolato**

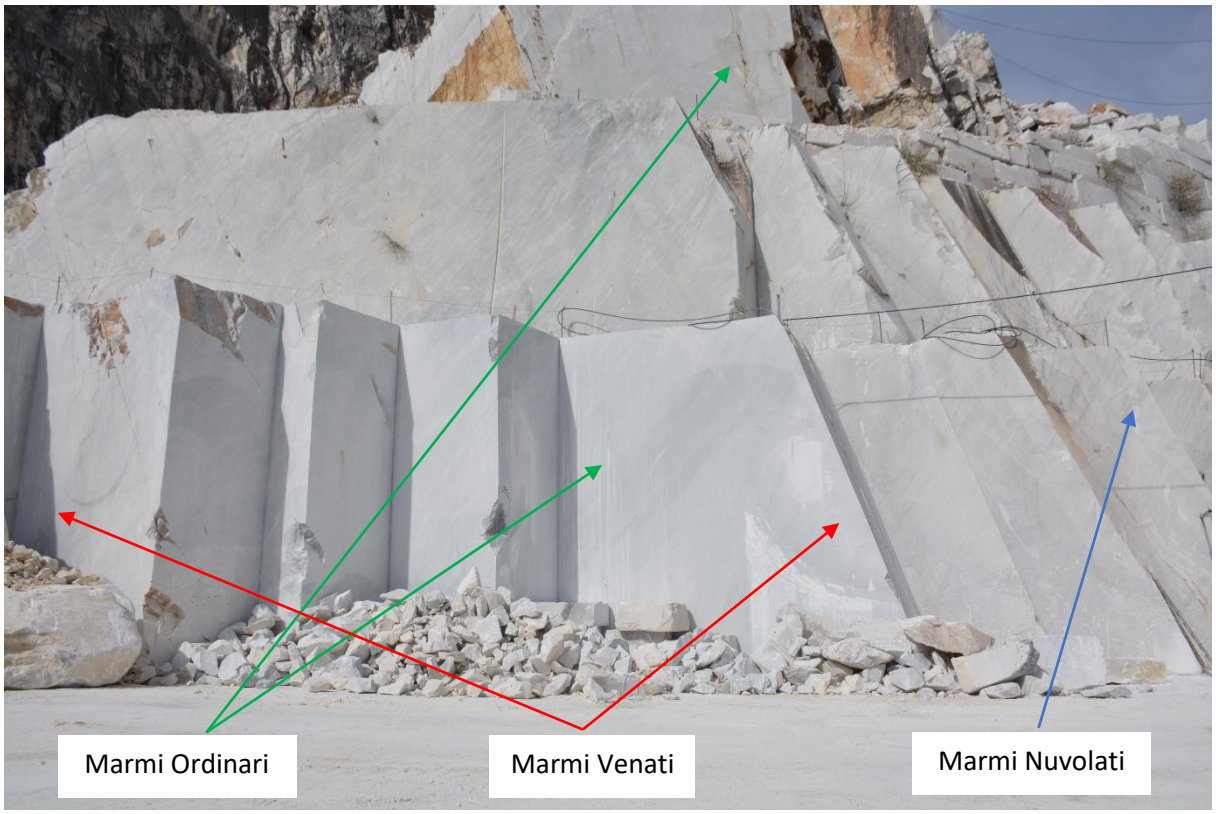
Dall'analisi degli affioramenti dell'area di cava emerge il fatto che le due varietà merceologiche sono distribuite sostanzialmente in maniera abbastanza omogenea all'interno del cantiere oggetto di intervento. In particolare, è possibile osservare, lungo la tecchia SW dove verrà aperta la galleria a progetto un'alternanza di facies del marmo.
L'angolo Est della tecchia SW si caratterizza per l'affioramento della varietà **calacatta** dei marmi; procedendo verso ovest, si nota il progressivo passaggio a marmi classificabili da **grigi a nuvolati**. Progressivamente questa ultima varietà degrada, continuando verso ovest, nuovamente verso la varietà **calacatta**.
Osservando l'area antistante al sito oggetto di realizzazione della galleria si nota sostanzialmente lo stesso schema; tuttavia, tale schema risulta essere spostato verso ovest. Nel piazzale più basso della cava, lo schema descritto nei due casi precedenti sostanzialmente si ripete; tuttavia, nel piazzale la fascia di **calacatta** tende ad allargarsi mentre si va stringendo la fascia fra le due di **calacatta** composta di marmi **grigi-nuvolati**.
L'andamento descritto permette di presupporre, per l'area oggetto di intervento, un andamento delle formazioni tipo boudinage; infatti, le formazioni di **calacatta** e di **grigio/nuvolato** tendono progressivamente a stringersi e ad allargarsi muovendosi sia verso Nord che verso Sud. L'assetto lenticolare a boudin viene confermato anche dagli affioramenti osservati nelle cave circostanti l'area di studio.
Nelle foto seguenti è possibile osservare l'andamento delle varietà merceologiche all'interno della cava oggetto di studio.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



[redacted]

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



[redacted]

6 Studio Geostrutturale

Lo studio della fratturazione e delle caratteristiche della roccia interessata dall'attività estrattiva si è svolto nel modo seguente:

- Utilizzo del materiale prodotto dallo scrivente e [redacted] nelle varie Relazioni Geologiche e Valutazioni di Stabilità prodotte anche per la cave confinanti, oggetto di studio dal 2003 ad oggi.

- Consultazioni ed utilizzo dei dati pubblicati nei lavori prodotti dalla facoltà di Scienze della Terra dell'Università di Pisa sulle condizioni Strutturali e Giacimentologiche dell'area

- Rilievi geomeccanici in loco realizzati direttamente dallo scrivente

6.1 Individuazione delle principali famiglie di discontinuità

6.1.1 cantiere principale della cava Pratazzolo B n°9

Durante l'ultimo rilievo geomeccanico, realizato per verificare le condizioni residue sul fronte, sul lato W della cava sono state censite le fratture seguendo i criteri dettati dalle Norme ISRM 1978. In questo paragrafo si riportano solamente le famiglie e le loro caratteristiche giaciturali.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Raggruppamento medio	Immersione media	Inclinazione media	Limite variabilità
K1	227°	51°	28.00
K2	274°	72°	29.39
K3	69°	71°	21.27
K4	126°	75°	30.38
K5	333°	79°	27.59
K6	33°	75°	16.41

6.1.2 Caratterizzazione dell'ammasso roccioso cava "Pratazzolo B"

[redacted]

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]		[redacted]
		[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Il Progettista

Dott. Massimo Corniani

Geologo J - Perito Minerario

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004812 del 07-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2