

COMUNE DI STAZZEMA

QG.09 – STUDIO STRUTTURE IDROGEOMORFOLOGICA
E RELAZIONE DI PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'

PIANO ATTUATIVO BACINO ESTRATTIVO

MULINA MONTE DI STAZZEMA (SCHEDA 20)



PIANO ATTUATIVO BACINO ESTRATTIVO

Dott. Ing. Angela Piano

Gruppo di Lavoro

Dott. Pian. T. Federico Martelluzzi

Dott. Arch. Cristiana Brindisi

PROFESSIONISTA REDATTORE PARTE GEOLOGICA

Dott. Geol. Nicola Landucci

PROFESSIONISTA REDATTORE PARTE BIODIVERSITA'

Dott. Biologa Alessandra Fregosi

INDICE

1. LA PRIMA INVARIANTE DEL PIT/PPR - I CARATTERI IDRO-GEO-MORFOLOGICI DEI BACINI IDROGRAFICI E DEI SISTEMI MORFOGENETICI.....	4
1.1 - LE INVARIANTI STRUTTURALI DEL PIT/PPR	4
1.1.1 - Bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema” - Analisi I Invariante.....	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	8
2.1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO GENERALE DELLE ALPI APUANE.....	8
2.1.1 - Inquadramento geografico e aspetti morfologici del bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema”.....	10
2.1.2 - Inquadramento geomorfologico del bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema”.....	11
2.2 - CENNI CLIMATICI DELLE ALPI APUANE.....	20
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE.....	21
3.1 - LE ALPI APUANE E L’APPENNINO SETTENTRIONALE	21
3.2 - IL COMPLESSO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE.....	22
3.2.1 - Unità di Massa	22
3.2.2 - Autoctono “Auctt.”	23
3.3 - EVOLUZIONE TETTONICA DEL COMPLESSO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE	24
3.3.1 - Strutture D ₁	26
3.3.2. - Strutture D ₂	27
3.3.3 - Relazioni tra metamorfismo e deformazione	28
3.3.4 - Età della deformazione	28
3.3.5 - Inquadramento geologico del bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema”	29
4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA.....	42
4.1 - IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELLE ALPI APUANE	42
4.2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DEL BACINO ESTRATTIVO “MULINA - MONTE DI STAZZEMA”	50
5. DESCRIZIONE DEI SITI ESTRATTIVI.....	73
6. PERICOLOSITA’ IDRAULICA, GEOLOGICA E SISMICA DEL BACINO	87
6.1 – PERICOLOSITA’ IDRAULICA.....	87
6.2 – PERICOLOSITA’ GEOLOGICA.....	92
6.3 – PERICOLOSITA’ SISMICA	100
7. FATTIBILITA’	104
7.1 – <i>IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI.....</i>	104
7.2 – <i>IN RELAZIONE AL RISCHIO ALLUVIONI</i>	105
7.3 – <i>IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI.....</i>	105

1. LA PRIMA INVARIANTE DEL PIT/PPR - I CARATTERI IDRO-GEO-MORFOLOGICI DEI BACINI IDROGRAFICI E DEI SISTEMI MORFOGENETICI

Il presente elaborato è redatto allo scopo di analizzare lo stato attuale e quello di progetto del presente PABE in relazione ai caratteri idro-geo-morfologici del bacino idrografico e del sistema morfogenetico ai quali appartiene il bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema" (denominazione individuata nella "Scheda di rilevamento delle risorse suscettibili di attività estrattive" del Piano Regionale Cave).

Il PIT con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana è stato approvato con Deliberazione C.R. n.37 del 27/03/2015.

Il PIT, nell'Allegato 4 *"Linee Guida per la Valutazione paesaggistica delle attività estrattive"*, fornisce le indicazioni per la valutazione paesaggistica delle attività estrattive: *"i progetti delle nuove attività estrattive e delle loro varianti di carattere sostanziale di cui all'art. 19 comma 2 della "Disciplina del Piano", nonché i piani attuativi a scala di Bacino estrattivo di cui all'art. 20 comma 1 lett. a) della stessa "Disciplina del Piano", devono contenere approfondimenti conoscitivi necessari alla verifica di compatibilità con i valori (statutari/patrimoniali) espressi dal territorio riconosciuti dalle elaborazioni del Piano."*

Ai fini della valutazione paesaggistica è stato individuato il contesto paesaggistico in cui si colloca l'intervento in progetto ed è stata eseguita una analisi delle seguenti "Componenti del Paesaggio":

- I. Struttura idro-geomorfologica (torrenti, corsi d'acqua, sorgenti, geositi, emergenze geomorfologiche, crinali, vette, skyline...) - INVARIANTE I;
- II. Struttura ecosistemica (vegetazione, flora, fauna, emergenze naturalistiche quali gli habitat e le specie di interesse comunitario/regionale) - INVARIANTE II;
- III. Struttura antropica espressione del patrimonio storico-culturale del paesaggio estrattivo (antichi siti di escavazione, beni di rilevante testimonianza storica, culturale, connessi con l'attività estrattiva quali cave storiche, vie di lizza, viabilità storiche, pareti con "tagliate" effettuate manualmente, edifici e manufatti che rappresentano testimonianze di archeologia industriale legate alle attività estrattive) - INVARIANTE III E INVARIANTE IV;
- IV. Elementi della percezione e fruizione (studio dell'intervisibilità);
- V. Principali caratteri di degrado eventualmente presenti e criticità paesaggistiche.

1.1 - LE INVARIANTI STRUTTURALI DEL PIT/PPR

La lettura strutturale del territorio regionale e dei suoi paesaggi si è basata sull'approfondimento e interpretazione dei caratteri e delle relazioni che strutturano le seguenti quattro invarianti che vengono analizzate nelle schede d'ambito; tali invarianti definiscono quindi lo Statuto del territorio toscano, e rappresentano la griglia di lettura e di analisi dei territori ricompresi negli ambiti di paesaggio:

- *INVARIANTE I - "i caratteri idrogeomorfologici dei sistemi morfogenetici e dei bacini idrografici, che costituiscono la struttura fisica fondativa dei caratteri identitari alla base dell'evoluzione storica dei paesaggi della Toscana": la forte geodiversità e articolazione dei bacini idrografici è infatti all'origine dei processi di territorializzazione che connotano le specificità dei diversi paesaggi urbani e rurali;*
- *INVARIANTE II - "i caratteri ecosistemici del paesaggio, che costituiscono la struttura biotica che supporta le componenti vegetali e animali dei paesaggi toscani": questi caratteri definiscono nel*

- loro insieme un ricco ecomosaico, ove le matrici dominanti risultano prevalentemente di tipo forestale o agricolo, cui si associano elevati livelli di biodiversità e importanti valori naturalistici;*
- **INVARIANTE III** - *"il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, infrastrutturali e urbani, struttura dominante il paesaggio toscano risultante dalla sua sedimentazione storica dal periodo etrusco fino alla modernità": questo policentrismo è organizzato in reti di piccole e medie città di alto valore artistico la cui differenziazione morfotipologica risulta fortemente relazionata con i caratteri idrogeomorfologici e rurali, solo parzialmente compromessa dalla diffusione recente di modelli insediativi centro-periferici;*
 - **INVARIANTE IV** - *"i caratteri identitari dei paesaggi rurali toscani, pur nella forte differenziazione che li caratterizza, presentano alcuni caratteri invarianti comuni": il rapporto stretto e coerente fra sistema insediativo e territorio agricolo; l'alta qualità architettonica e urbanistica dell'architettura rurale; la persistenza dell'infrastruttura rurale e della maglia agraria storica; un mosaico degli usi del suolo complesso alla base, non solo dell'alta qualità del paesaggio, ma anche della biodiversità diffusa sul territorio.*

Il quadro conoscitivo e ricognitivo del PIT si compone di una serie di elaborati di livello regionale e a livello d'ambito; Il territorio regionale è stato suddiviso dal nuovo P.I.T./P.P.R. in 20 Ambiti di paesaggio, analizzati in 20 Schede relative agli ambiti suddetti secondo le quattro Invarianti Strutturali che costituiscono lo Statuto del Territorio toscano e dotate di una Disciplina d'uso che individua Obiettivi di qualità e Direttive correlate.

L'art. 4 *"Carattere delle disposizioni"* della Disciplina di Piano detta le definizioni e l'ambito di operatività di obiettivi di qualità, indirizzi per le politiche, direttive. Tali strumenti, con diversa vincolatività, impegnano gli enti locali nell'attività pianificatoria e/o regolamentare di loro competenza.

In tal senso, l'art. 4 comma 2 lett. b) della Disciplina di Piano definisce gli obiettivi di qualità:

- *"gli obiettivi di qualità di cui alla disciplina d'ambito costituiscono, ai sensi del Codice, riferimento per l'applicazione delle norme a livello di ambito al fine di garantire la qualità paesaggistica delle trasformazioni";*
- l'art. 4 comma 2 lett. e) definisce gli indirizzi per le politiche: *"gli indirizzi per le politiche contenuti nelle schede di ambito costituiscono riferimento per l'elaborazione delle politiche di settore, compresi i relativi atti di programmazione, affinché esse concorrono al raggiungimento degli obiettivi del piano";*
- l'art. 4 comma 2 lett. f) definisce le direttive: *"le direttive presenti nella disciplina generale, quelle correlate agli obiettivi di qualità d'ambito e quelle contenute nella disciplina dei beni paesaggistici costituiscono, in analogia ai valori regolamentari come attribuiti nell'ambito delle direttive e europee, disposizioni che impegnano gli enti territoriali all'attuazione di quanto in esse previsto al fine del raggiungimento degli obiettivi generali e di qualità indicati dal piano, lasciando a detti enti la scelta sulle modalità".*

1.1.1 - Bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema” - Analisi I Invariante

L'ambito in cui ricade il bacino “Mulina - Monte di Stazzema” è denominato “Versilia - Costa Apuana”, Ambito 2.

L'ambito “Versilia - Costa Apuana” è caratterizzato da una notevole diversità di forme del rilievo e di litologie, che comprendono formazioni di età compresa tra il Paleozoico e il Quaternario. In poco più di 15 Km, dalla costa verso l'interno, si succedono sistemi morfogenetici di ambiente costiero, di pianura, di collina, di montagna e di dorsale.

Le Alpi Apuane dominano l'ambito e costituiscono un unicum, nella catena appenninica, per le forme simili alle vette alpine e per l'affioramento in finestra tettonica delle formazioni del Complesso Metamorfico delle Alpi Apuane, appartenenti al nucleo più profondo dell'Appennino. I versanti a mare, ripidi e scoscesi, risentono della conformazione geologica dell'area. Strette pieghe anticinali e sinclinali, con piani assiali molto inclinati, si susseguono a formare i contrafforti apuani, distribuiti tra i tipi fisiografici di montagna e di dorsale.

L'area montana è costituita da formazioni appartenenti alle Unità Toscane metamorfiche. In accordo con l'assetto strutturale, dal basso verso l'alto si susseguono morfotipi classificabili come "Dorsale Carbonatica, Montagna calcarea e Montagna ringiovanita sui terreni silicei del basamento". L'area in questione, nella carta dei sistemi morfogenetici è individuata in parte come "Dorsale carbonatica" e in parte come "Montagna Silicoclastica".

Il paesaggio della Montagna calcarea è stato e viene profondamente rimaneggiato dall'uomo. Gli ampi fronti di cava e i depositi di scarto dell'attività estrattive, i ravaneti, hanno rimodellato crinali, versanti e fondo valle creando forme peculiari, visibili anche a grande distanza, e alterando profondamente l'idrologia. L'imponente intervento umano sulla costa versiliese rappresenta un importante patrimonio storico, ma ha creato un sistema dagli equilibri sensibili.

Nell'elaborato "Abaco delle Invarianti", per il morfotipo "Dorsale Carbonatica", sono riportati i seguenti contenuti:

Valori

Gran parte del sistema è oggetto di salvaguardie legate ai valori geomorfologici. I paesaggi superficiali sono unici; i sistemi ipogeici sono tra i più importanti del mondo. Le forme glaciali sono le meglio evidenti nel territorio toscano. Il sistema ha un ruolo strategico nell'alimentazione di grandi corpi acquiferi sotterranei e di alcune delle principali sorgenti carsiche della Toscana. Gli ecosistemi sostenuti da queste forme hanno caratteri di unicità ed elevata qualità.

Dinamiche di trasformazione e criticità

Questo sistema è prevalentemente stabile. Sono presenti limitati ma significativi fenomeni di coltivazione di cave. Il sistema offre protezione limitata agli acquiferi profondi che alimenta, la cui persistenza in quantità, e soprattutto qualità, dipende dalla conservazione del paesaggio superficiale; presenta inoltre notevoli risorse potenziali in termini di materiali lapidei di pregio, e anche di inerti, per cui è soggetto a pressioni verso la loro utilizzazione; l'attività estrattiva pone rischi ulteriori per la qualità dei grandi acquiferi profondi e per la conservazione dei sistemi ipogeici.

Indicazioni per le Azioni:

- conservare i caratteri geomorfologici del sistema che sostiene paesaggi di elevata naturalità e valore paesaggistico, sia epigei che ipogeici;
- prevenire l'interferenza tra le attività estrattive esistenti e i sistemi carsici ipogeici;
- salvaguardare il sistema evitando l'apertura di nuove attività estrattive e l'ampliamento di quelle esistenti;
- salvaguardare i caratteri qualitativi e quantitativi delle risorse idriche.

Allo stesso modo, per il morfotipo "Montagna silicoclastica", sono riportati i seguenti contenuti:

Valori

La Montagna Silicoclastica è parte integrante della montagna abitata storica, alla quale ha offerto importanti opportunità; si tratta del sistema di massima attitudine per il castagneto da frutto, e sostiene anche ecosistemi forestali di valore ecologico. Questo tipo di montagna ha una importante capacità di contenere la produzione di deflusso superficiale e di alimentare falde acquifere superficiali o di moderata profondità; il suo peso nell'equilibrio idrologico dei bacini idrografici è strategico. L'altitudine e l'estensione rendono infatti il sistema recipiente di una percentuale elevata di piogge, sia in termini assoluti sia in termini di eventi di grande magnitudo. Sono molto frequenti le sorgenti, tra cui quelle di corsi d'acqua di grande importanza.

Dinamiche di trasformazione e criticità

La coltivazione storica del castagno da frutto è oggi in via abbandono; anche le colture sono state abbandonate in anticipo rispetto ad altri sistemi di montagna, a causa della minore fertilità dei suoli. La protezione offerta agli acquiferi, rispetto all'inquinamento, è limitata dalle caratteristiche dei suoli e dalla permeabilità delle coltri mobili; i fenomeni franosi sono comuni, e spesso associati agli insediamenti; le coltri detritiche, anche su forti pendenze, sono suscettibili di essere destabilizzate, ad esempio dalla costruzione di infrastrutture viarie non progettate con adeguata cura; oltre ai rischi di frana, queste coperture sono la principale fonte del trasporto solido negli eventi di piena di grande magnitudine.

Indicazioni per le azioni

- *evitare gli interventi di trasformazione che comportino aumento del deflusso superficiale e alterazione della stabilità dei versanti, al fine della prevenzione del rischio geomorfologico;*
- *evitare che interventi relativi alla viabilità minore destabilizzino i versanti.*

L'obiettivo generale di questa invariante “i caratteri idrogeomorfologici dei sistemi morfogenetici e dei bacini idrografici” è l'equilibrio dei sistemi idrogeomorfologici; nel caso in esame, trattandosi di attività estrattiva, tale obiettivo è perseguitibile attraverso alcune azioni, già individuate nella disciplina di Piano, esposte di seguito:

- non determinare fattori che mettano a rischio “la stabilità e sicurezza dei bacini idrografici, evitando alterazioni negative dei regimi di deflusso e trasporto solido e minimizzando le interferenze tra fiumi, insediamenti e infrastrutture; salvaguardando le “risorse idriche, attraverso la prevenzione di quelle alterazioni del paesaggio suscettibili di impatto negativo sulla qualità e quantità delle medesime”; proteggendo “elementi geomorfologici che connotano il paesaggio, quali i crinali montani e collinari, unitamente alle aree di margine e ai bacini neogenici, evitando interventi che ne modifichino la forma fisica e la funzionalità strutturale”; prevedendo un “miglioramento della compatibilità ambientale, idrogeologica e paesaggistica delle attività estrattive e degli interventi di ripristino”.

Di seguito quindi si andranno ad analizzare, per l'area relativa al bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema”, oltre agli altri aspetti relativi alle strutture idrogeomorfologiche, le componenti di paesaggio di questa invariante: in particolare la presenza di geositi, emergenze geomorfologiche, corsi d'acqua, acque sotterranee, sorgenti, forme e processi carsici.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO GENERALE DELLE ALPI APUANE

Le Alpi Apuane si trovano nella parte NW della Toscana e sebbene siano appartenenti/assimilabili all'Appennino Settentrionale, presentano caratteristiche geografiche, geologiche e morfologiche ben distinte.

In termini generali tale massiccio, allungato in direzione NW-SE, si estende per circa 50km in senso longitudinale e per 25 km in senso trasversale rispetto alla linea di costa, ricadendo totalmente nelle province di Lucca e Massa-Carrara.

Nel suo insieme la catena è compresa tra il corso del Serchio e la linea di costa della pianura apu-versiliese, spostandoci dalla foce del Fiume Magra a quella del Fiume Serchio.



Fig. 2.1 - Panoramica delle Alpi Apuane (da Carta geografica delle Alpi Apuane - [@](http://maps.google.it))

Lo spartiacque principale può essere figurato con una forma leggermente arcuata e si estende, per circa 35km, dal Pizzo d'Uccello (1.782m s.l.m.) a N sino al M. Vallimona (810m s.l.m.) a S.

La vetta più alta è quella del M. Pisanino (1.946m s.l.m.), la quale si trova leggermente "staccata" verso NE dallo spartiacque principale sopra descritto.

Una serie di creste secondarie, che si estendono verso SW a quote progressivamente più basse, mano a mano che ci si sposta verso la costa, individuano una serie di bacini idrografici che sfociano direttamente nella pianura apu-versiliese. Da N verso S i principali bacini sono quelli del Fiume Carrione, del Fiume Frigido, del Fiume Versilia e del Fiume Camaiore.

Il versante interno è caratterizzato invece dalla presenza di una serie di torrenti, fossie e canali secondari tributari del Fiume Serchio, i quali individuano una serie di bacini, circa paralleli tra loro e spaziati con singolare regolarità.

Questi bacini, spostandoci in direzione N-S e tralasciando quelli ascrivibili a dislumi minori, sono riconducibili al Serchio di Gramolazzo, al Torrente Edron, alla Turrite Secca, alla Turrite di Gallicano, alla Turrite Cava ed al Torrente Pedogna; spostandoci ulteriormente verso N si rilevano inoltre il bacino del Torrente Lucido e il bacino del Torrente Bardine (Piccini, 1994).

Nel complesso è possibile osservare caratteristiche morfologiche piuttosto differenti tra i due versanti principali della catena, riconducibili sia alle caratteristiche geolitologiche rilevate sia soprattutto alla complessa e diversa evoluzione tettonica di tale area.

Infatti, se da un lato il versante marino presenta acclività molto elevate, con valli scoscese e profondamente incassate, con reticolli idrografici generalmente irregolari e molto ramificati, dall'altro, nel versante interno, si rilevano invece morfologie più dolci e vallate meno profonde, con reticolli ancora di tipo dendritico.

Sulla base delle caratteristiche geolitologiche dell'area apuana i crinali sono costituiti generalmente da contrafforti carbonatici con pareti da subverticali a verticali (il grado di inclinazione supera spesso i 60°), prive di copertura vegetale.

Nel caso invece in cui i versanti siano modellati in rocce non carbonatiche (rocce scistoso-filladiche del basamento e rocce argilloso-arenacee della copertura terziaria) l'acclività risulta essere inferiore (pendenza media intorno ai 30-45°), anche se la pendenza tende ad aumentare nella parte più bassa dei versanti, in conseguenza al sollevamento del massiccio apuano ed a causa di fenomeni di erosione fluviale.

Anche dal punto di vista idrogeologico l'area risulta essere influenzata dalle caratteristiche geolitologiche e strutturali della catena. E' possibile infatti fare una distinzione tra formazioni caratterizzate da un elevato valore di permeabilità e formazioni scarsamente permeabili o impermeabili.

Nel primo caso si tratta delle rocce carbonatiche caratterizzate da permeabilità elevata per fratturazione e locale carsismo (permeabilità di tipo secondario, in particolare nei litotipi carbonatici). Tali rocce possono dare origine ad un sistema di circolazione profondo e molto importante.

Nel secondo caso invece la scarsa permeabilità è caratteristica di litotipi scistosi ed è la causa della venuta a giorno delle acque di filtrazione carsica nelle rocce sovrastanti.

Inoltre sono presenti più o meno estese coperture detritiche di origine sia antropica sia alluvionale, caratterizzate da una permeabilità sempre elevata ma per porosità (o permeabilità di tipo primario). E' possibile ipotizzare come il grado di permeabilità possa giocare inoltre un ruolo fondamentale per la stabilità o viceversa per l'instabilità dei versanti caratterizzati dalla presenza di coperture detritiche, favorendo, nel primo caso, o sfavorendo, nel secondo, la dissipazione delle pressioni neutre.

E' opportuno inoltre rilevare come siano ben visibili, in gran parte della catena e talvolta in maniera piuttosto evidente, i segni dell'ultima glaciazione che contribuiscono ad accentuarne l'aspetto alpestre (Merciai, 1912; Federici, 1981; Braschi *et alii*, 1986).

Tali evidenze morfologiche sono maggiormente vistose e rilevabili sui versanti settentrionali e nord-orientali delle cime maggiori; morfologie a circo, legate a piccoli ghiacciai o a nevai perenni, si ritrovano anche su versanti che guardano a W e ad E.

Uno degli aspetti morfologici più interessanti delle Alpi Apuane è quello relativo al già citato carsismo, che risulta essere profondo e tra i più sviluppati in Italia; tra le cinquanta grotte più profonde della penisola ben venti si trovano nel complesso apuano mentre nove sono quelle comprese tra le cinquanta più lunghe (Piccini, 1994).

Le forme carsiche risultano maggiormente diffuse e sviluppate in litologie riconducibili ai calcari puri (ad esempio nelle formazioni dei Marmi e del Calcare Massiccio). Morfologie analoghe, ma meno definite ed accentuate, si trovano anche sui livelli di calcari dolomitici e di dolomie meno fratturati, nei livelli carbonatici più potenti della formazione dei Calcari Selciferi, oltre che nei membri a composizione prevalentemente carbonatica delle formazioni della Successione Toscana non metamorfica.

Nell'intera area apuana, ad una scala medio-grande di osservazione, non si rilevano, ad eccezione di alcune zone, fenomeni superficiali particolarmente vistosi, a causa dell'elevata acclività dei versanti. In tali condizioni il carsismo si manifesta, superficialmente, nelle zone caratterizzate da un alto coefficiente di infiltrazione, da una morfologia irregolare e da una scarsa copertura vegetale.

Le forme più diffuse e facilmente riconoscibili (Marcaccini, 1964; Federici *et alii*, 1981) sono quelle classiche dei vari tipi di "karren" (solchi e scannellature di varie forme e dimensioni, vaschette, e creste dentellate).

Nelle fasce di quota più elevate, dove si ha una maggiore persistenza del manto nevoso, in presenza di rocce intensamente alterate e fratturate, si rilevano tipici paesaggi caratterizzati da "carsi a trincee" o "a blocchi", a seconda che le fratture, interessate dall'azione chimica e meccanica dell'acqua, appartengano ad una o più famiglie.

Tra le forme osservabili alla media scala rientrano anche pozzi superficiali e doline. Queste forme superficiali, definite "di interfaccia" (Mylroie, 1984), sono la dimostrazione di fenomeni carsici profondi, in quanto sono sempre condizionate dall'esistenza di un drenaggio sotterraneo e in quanto rappresentano, nella maggior parte dei casi, le vie di alimentazione di sistemi sotterranei stessi.

Il numero globale di cavità conosciute è intorno al migliaio. La maggior parte di queste è rappresentata da modeste cavità di assorbimento, a sviluppo prevalentemente verticale, non ulteriormente percorribili perché ostruite o perché di dimensioni troppo ridotte.

Le cavità con sviluppo superiore a 100m sono in numero di 160. Messe insieme hanno uno sviluppo complessivo di oltre 170km, che rappresenta il 95% circa dello sviluppo totale di ambienti carsici sotterranei conosciuti sulle Apuane.

Tra queste sembra opportuno ricordare ad esempio, al solo scopo di definire e descrivere le dimensioni e lo sviluppo del carsismo sulle Apuane, l'Abisso P. Roversi, che raggiunge una profondità di 1250m, o i Complessi della Carcaraia (M. Tambura) e del Corghia; quest'ultimo ha uno sviluppo spaziale complessivo di circa 60 km ed un dislivello totale di quasi 1200m (Piccini, 1994).

Sempre a livello generale, infine, vale la pena segnalare la presenza di solchi vallivi fortemente incassati che localmente possono assumere l'aspetto di veri e propri canyon, come ad esempio nel caso della Turrite di Gallicano e di alcuni suoi affluenti.

2.1.1 - Inquadramento geografico e aspetti morfologici del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema"

Il bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema" si colloca nella porzione circa centrale del territorio comunale di Stazzema. Il bacino sopra menzionato occupa la porzione medio - basale di due distinti versanti, separati nel fondovalle dal Torrente Vezza (Vd. Figg. 2.2 e 2.3).

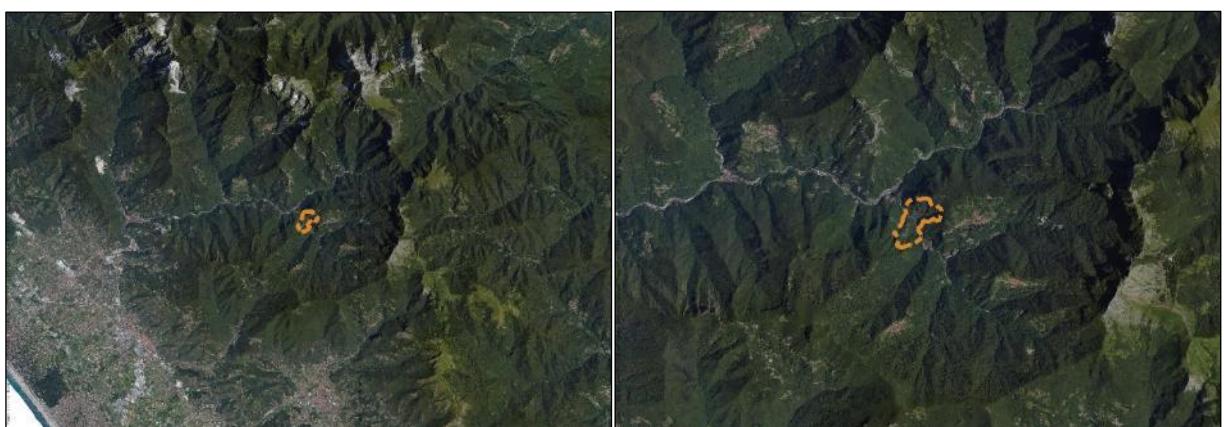


Fig 2.2 - Georeferenziazione dei limiti del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema", perimetrato con tratto di colore arancio, su Ortofoto 2k (®Regione Toscana - Geoscopio).



Fig 2.3 - Georeferenziazione dei limiti del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema", perimetrato con tratto di colore rosso, su Carta Tecnica Regionale 10k, Fogli 249160 - 260040, in sovrapposizione a Ortofoto 2k, Sezioni 21E28 - 21E29 - 21E36 - 21E37 (©Regione Toscana - SITA - dati A.d.t. SIGMATER).

Più nel dettaglio, come si evince dall'immagine precedente, il bacino estrattivo è delimitato a NW e a SE rispettivamente dalle frazioni di Pontestazzemese e di Mulina; la a porzione in sx idrografica del Torrente Vezza occupa la porzione medio basale del versante NE che, dalla sommità del Monte Lieto (1016.8m s.l.m.), degrada fino al fondovalle.

La porzione in dx idrografica, caratterizzata da pendenze più elevate, si colloca invece nella porzione di versante che dal nucleo abitato di Stazzema scende fino al Torrente Vezza.

2.1.2 - Inquadramento geomorfologico del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema"

In termini generali, come già anticipato, l'area oggetto di studio è posizionata in un ambiente tipicamente montano, con aspetti geomorfologici (quote medie e pendenze dei versanti) caratteristici delle aree montuose apuane.

Allo stato attuale tutta l'area in esame risulta largamente antropizzata, con la viabilità provinciale SP42 (Via Stazzema), che si sviluppa circa parallelamente all'alveo del Torrente Vezza, e la presenza diffusa di cave / saggi di cava utilizzati in passato per l'estrazione di materiale lapideo.

Le passate operazioni di coltivazione hanno portato all'escavazione di marmi da un lato e alla formazione di limitati accumuli di materiale detritico (ravaneti) dall'altro; pertanto, l'intera morfologia originaria dei luoghi è stata modificata.

L'assetto geomorfologico è caratterizzato da una valle molto stretta con versanti generalmente ripidi (localmente posso raggiungere anche la verticalità / subverticalità), incisi in una rete di torrenti affluenti del Torrente Vezza, limitati dallo spartiacque principale dei monti.

Da W / SW verso E / NE lo spartiacque superficiale si sviluppa lungo l'allineamento dei rilievi denominati Rocca (899.7m s.l.m.) - Lieto (1016.8m s.l.m.) - Gegoli (847.6m s.l.m.) - Di Croce (902.2m s.l.m.) - Matanna (1315.4m s.l.m.) - Nona (1294.9m s.l.m.) - Procinto (1170.6m s.l.m.) - I Bimbi (1026.5m s.l.m.).

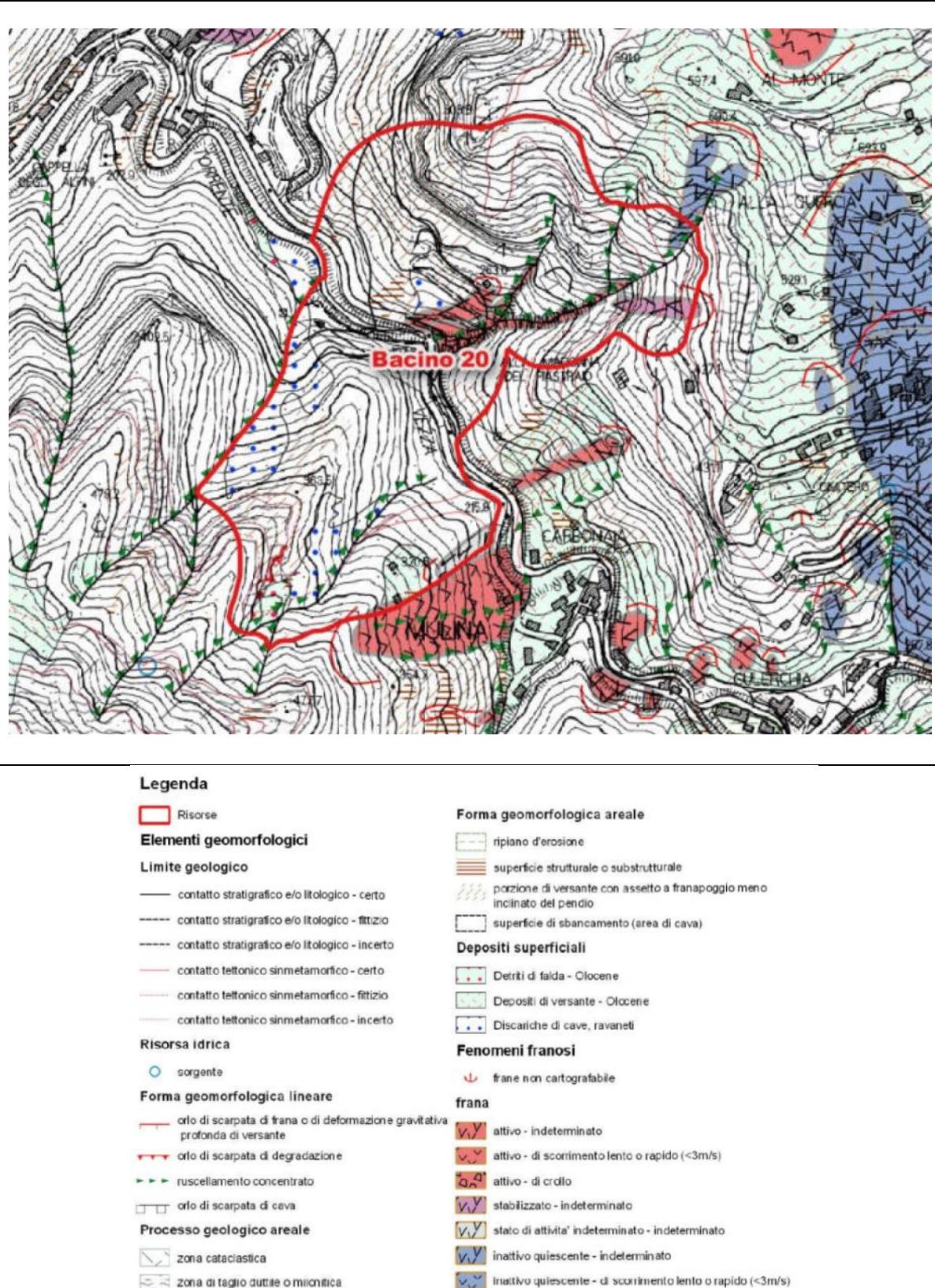


Fig. 2.4 - Estratto fuori scala della "Carta geomorfologica" estratta dal DB Geologico Regionale della Regione Toscana e relativa legenda; il bacino estrattivo in esame viene evidenziato dalla forma di colore rosso.

Dal rilievo di dettaglio eseguito in un intorno significativo del bacino estrattivo in esame e da un'attenta analisi della "Carta geomorfologica" estratta dal Database Geologico Regionale della Regione Toscana (riportata ane nella "Scheda di rilevamento delle risorse suscettibili di attività estrattive" del piano Regionale Cave), nella porzione in destra idrografica si rilevano tre distinti movimenti franosi, di cui due

classificati come attivi (nella figura successiva vengono riportati con una colorazione rossa) ed uno stabilizzato (evidenziato con colorazione viola); nella porzione più a NE del bacino si rileva un ulteriore movimento quiescente che interessa solo nella parte di “piede” l’areale in esame.

In tutte le casistiche sopra descritte, la tipologia di movimento risulta indeterminato.

Lungo i canali e gli impluvi presenti si rilevano segni di ruscellamento concentrato.

Nelle rimanenti porzioni del bacino non si rilevano altre particolari evidenze geomorfologiche (Vd. Fig. 2.4).

Nella cartografia del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), disponibile sul Geoportale Geoscopio (SITA: Regione Toscana - DB Geomorfologico Regionale), è segnalata la presenza dei movimenti franosi sopra descritti, i quali presentano circa la medesima estensione areale. In particolare, rispetto a quanto descritto in precedenza, dal Progetto IFFI è possibile avere maggiori informazioni sulla tipologia di movimento, che viene rappresentato con colorazione rossa, in caso di “crollo / ribaltamento”, o “gialla”, per “scivolamenti rotazionali / traslativi” (Vd. Fig. 2.5),

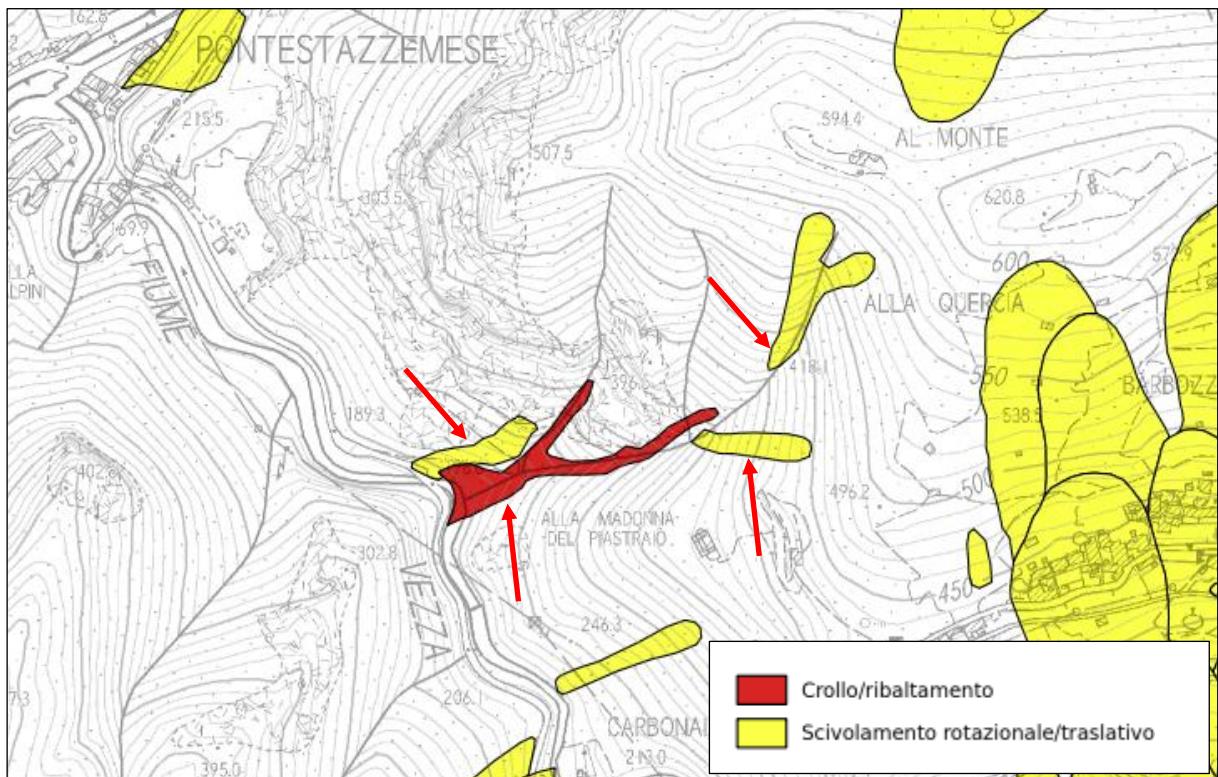


Fig. 2.5 - Estratto della cartografia on-line allegata al Progetto IFFI; i fenomeni franosi riconducibili al bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema” vengono evidenziati con frecce di colore rosso.

Analizzando il quadro propositivo del Piano Regionale Cave della Regione Toscana e precisamente l’elaborato PR12- Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane, nello studio delle schede individuate dal PIT/PPR relativamente all’area contigua di cava Mulina Monte di Stazzema (Bacino della Scheda 20), si inquadra gli elementi conoscitivi utili al presente PABE.

Analizzando la Carta degli elementi relativi alle attività estrattive si rileva la presenza di ravaneti grigi inattivi e bianchi vecchi.

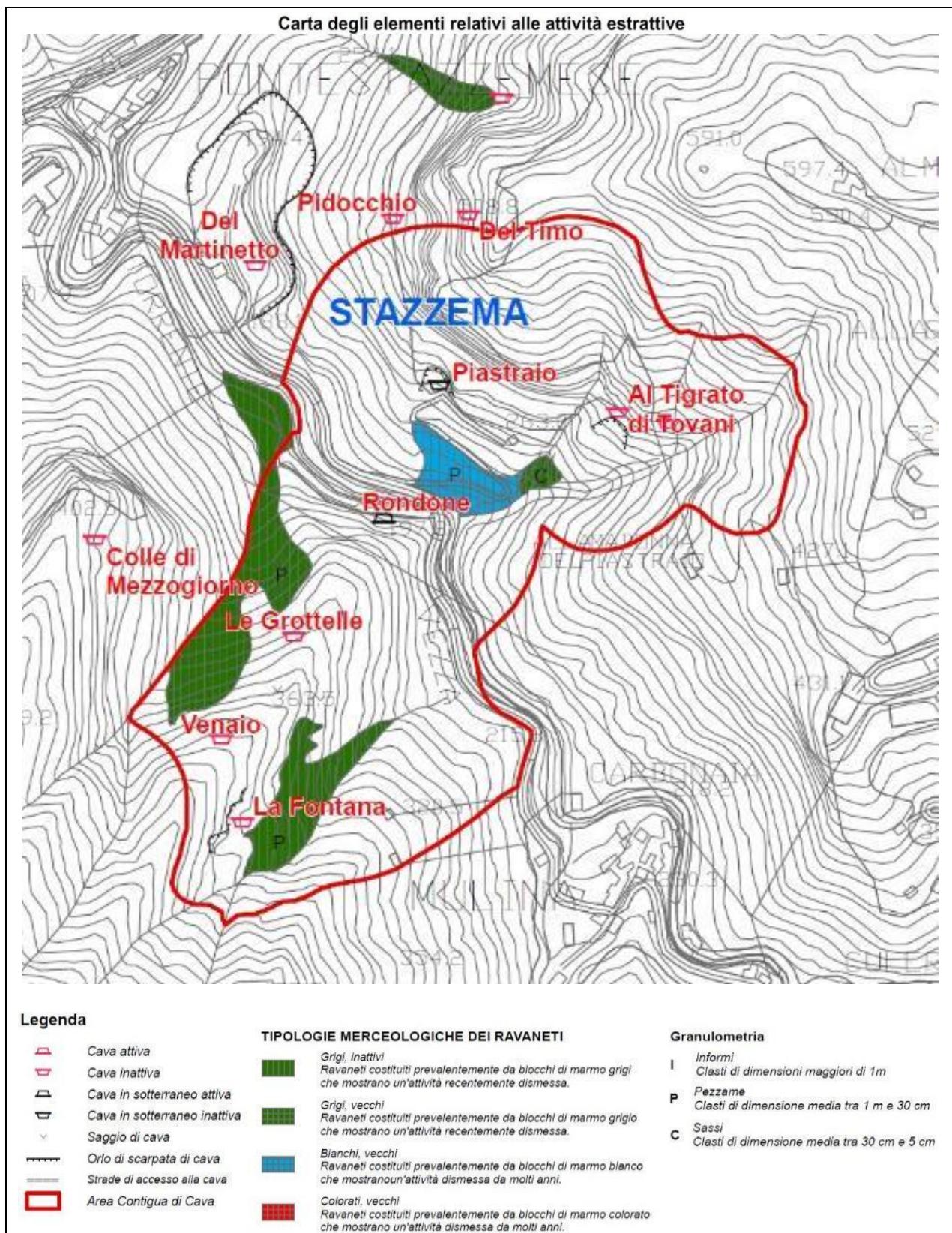


Fig. 2.6 - Estratto della cartografia del Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12- Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Carta degli elementi relativi alle attività estrattive.

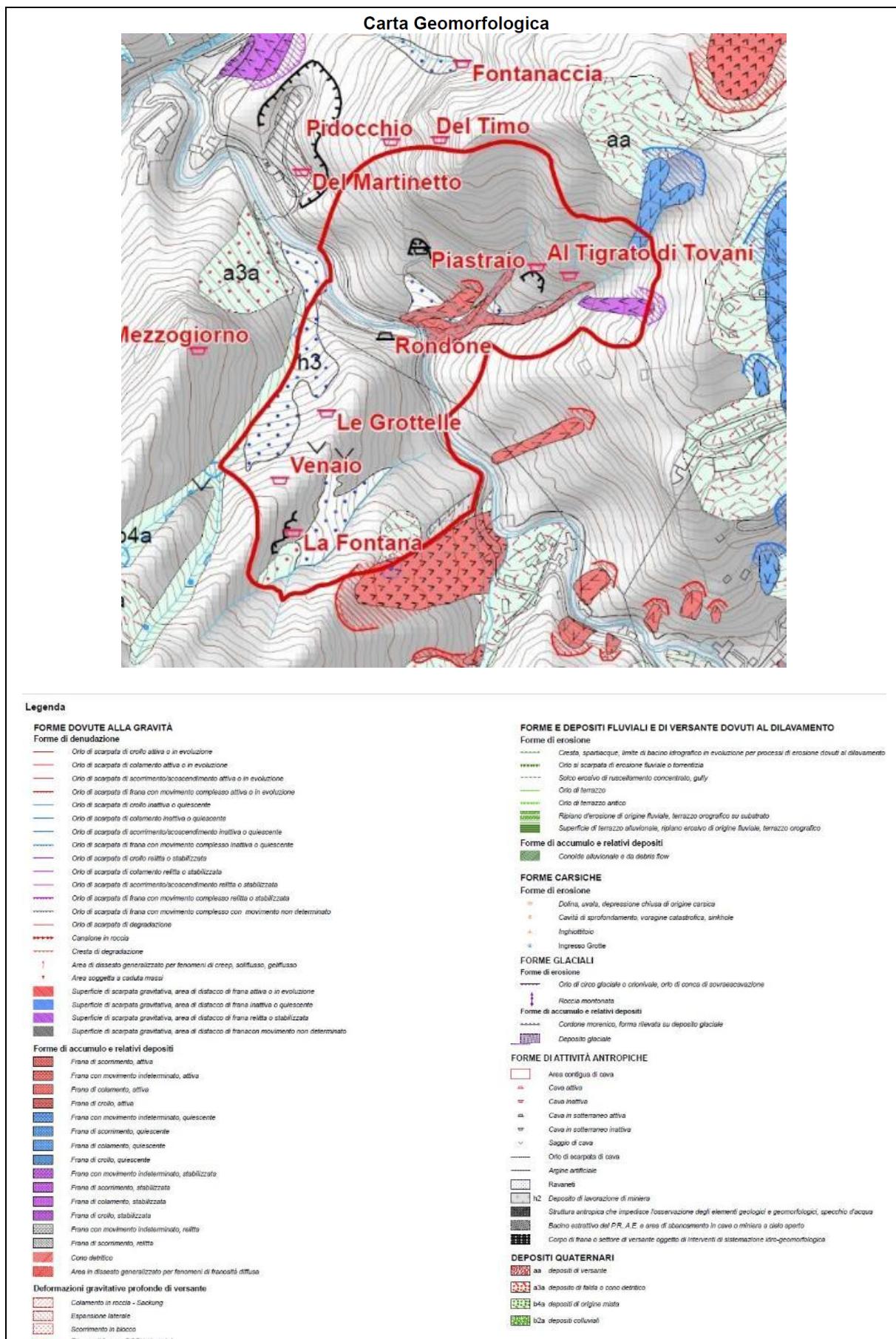


Fig. 2.7 - Estratto della cartografia del Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12- Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Carta geomorfologica.

I ravaneti presenti lungo il versante in destra idrografica del bacino, in corrispondenza della cava Piastraio, sono ubicati prevalentemente lungo la porzione in cui si sviluppa la strada di accesso alla cava.



Fig. 2.8 - Immagine dell'area relativa al ravaneto esistente su cui si è sviluppata parte della viabilità di accesso al sito estrattivo Piastraio.

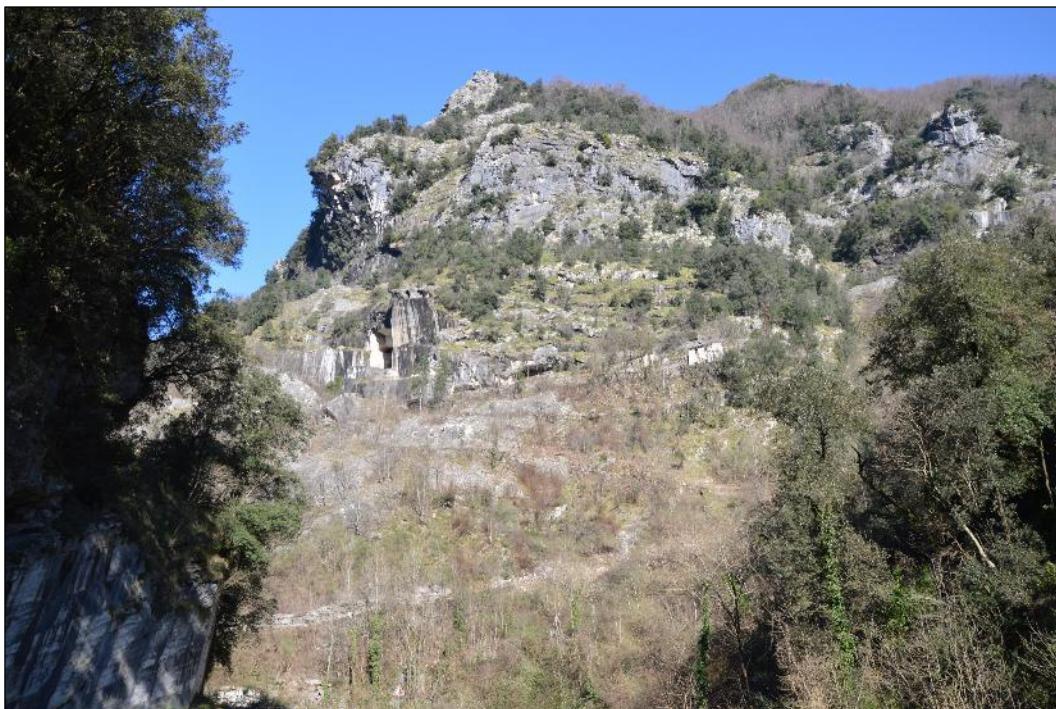


Fig. 2.9 - Immagine ripresa dalla viabilità di fondovalle del modesto ravaneto presente a valle della cava Piastraio lungo il quale è stata realizzata la viabilità di accesso alla cava.

La pezzatura degli elementi che costituiscono questi ravaneti è prevalentemente medio-piccola, in quanto la loro formazione deriva da attività svolte in epoche in cui la presenza di mezzi meccanici

movimento terra era inesistente o molto limitata e quindi gli scarti della lavorazione venivano ridotti a dimensioni tali da essere trasportati a mano o con carriole, carrelli o vagoncini. Comunque all'interno di questi possono essere individuati elementi litoidi di dimensioni maggiori derivati dallo scarico effettuato durante le ultime attività svolte o dalla realizzazione di vere e proprie "varate".

Un grande masso derivato proprio da una grande "varata" è presente in corrispondenza dell'ultimo tornante della strada, prima dell'ingresso della cava in galleria.

La presenza di materiale terroso all'interno di questo ravaneto è molto limitata e determinata in modo particolare da fenomeni di trascinamento e deposito da parte delle acque circolanti.

La stessa genesi può essere individuata per i ravaneti presenti lungo il versante in sinistra idrografica del bacino, alla base del quale è ubicata la cava Rondone. Questi interessano per lo più i due impiuvi presenti all'interno del bacino e in modo discontinuo le superfici interessate dalle attività estrattive a cielo aperto. In questi ravaneti la pezzatura risulta molto omogena in quanto derivanti da attività estrattive svolte in epoche in cui non esistevano i mezzi movimento terra moderni.

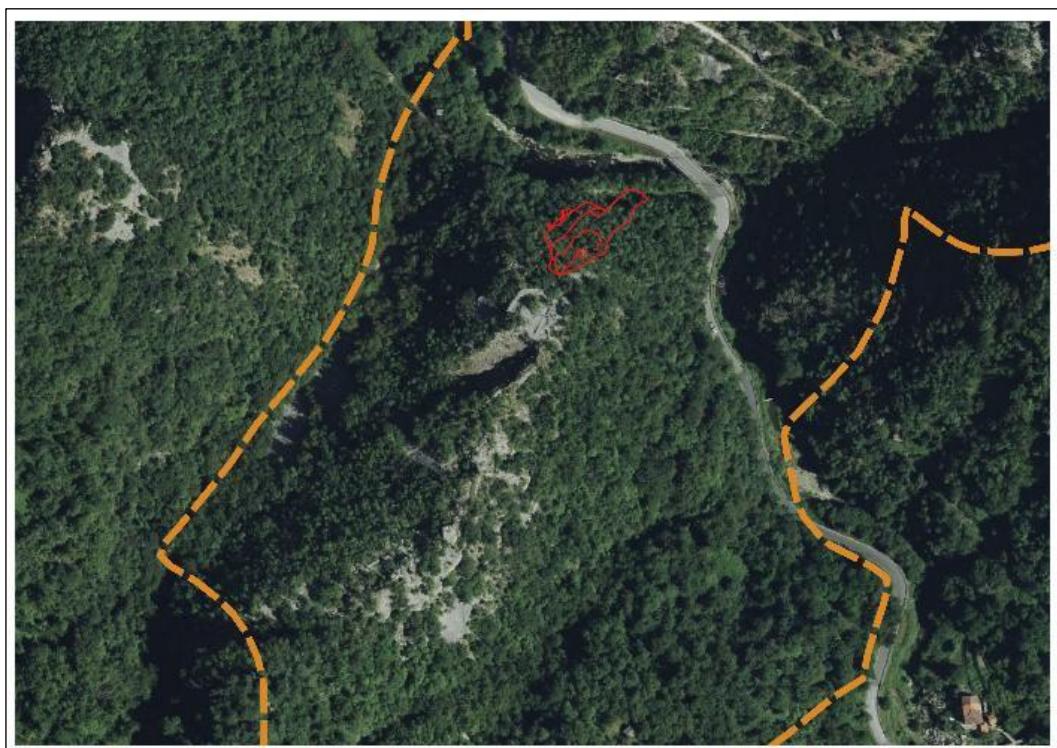


Fig. 2.10 - Immagine ortofotografica delle aree relative ai ravaneti esistenti.

Le porzioni di superficie interessate dalle attività estrattive e le aree limitrofe, sono spesso ricoperte da materiale detritico di risulta delle passate coltivazioni. In passato il loro accumulo tendeva ad occupare intere valli obliterando completamente l'originaria morfologia, andando a costituire quelli che in gergo vengono chiamati "ravaneti".

Le principali caratteristiche geometriche dei ravaneti sono legate all'energia dei rilievi su cui vengono formati: inizialmente il detrito si dispone lungo il pendio posizionato a valle dei siti estrattivi, con un angolo di riposo che può superare anche i 40 gradi, in relazione a forma e dimensione dei clasti (Cortopassi P. et alii, 2008).

Le dimensioni e la forma dei ravaneti possono subire nel tempo mutamenti legati sia al continuo e successivo apporto di nuovo materiale sia al frequente superamento dell'angolo di riposo del materiale, cui seguono frane e assestamenti lungo il pendio, verso un assetto più stabile e angoli di riposo minori (Cortopassi P. et alii, 2008).

La granulometria invece è funzione dall'età del ravaneto e quindi dalla metodologia utilizzata per l'estrazione dei blocchi di marmo; l'evoluzione nelle tecniche di estrazione ha determinato infatti un

progressivo cambiamento nelle dimensioni dei materiali ed una vera e propria stratificazione dei ravaneti (i ravaneti antichi si possono osservare generalmente in sezione al di sotto di quelli recenti e/o attivi, ma anche in superficie laddove la coltivazione non è proceduta nel tempo).

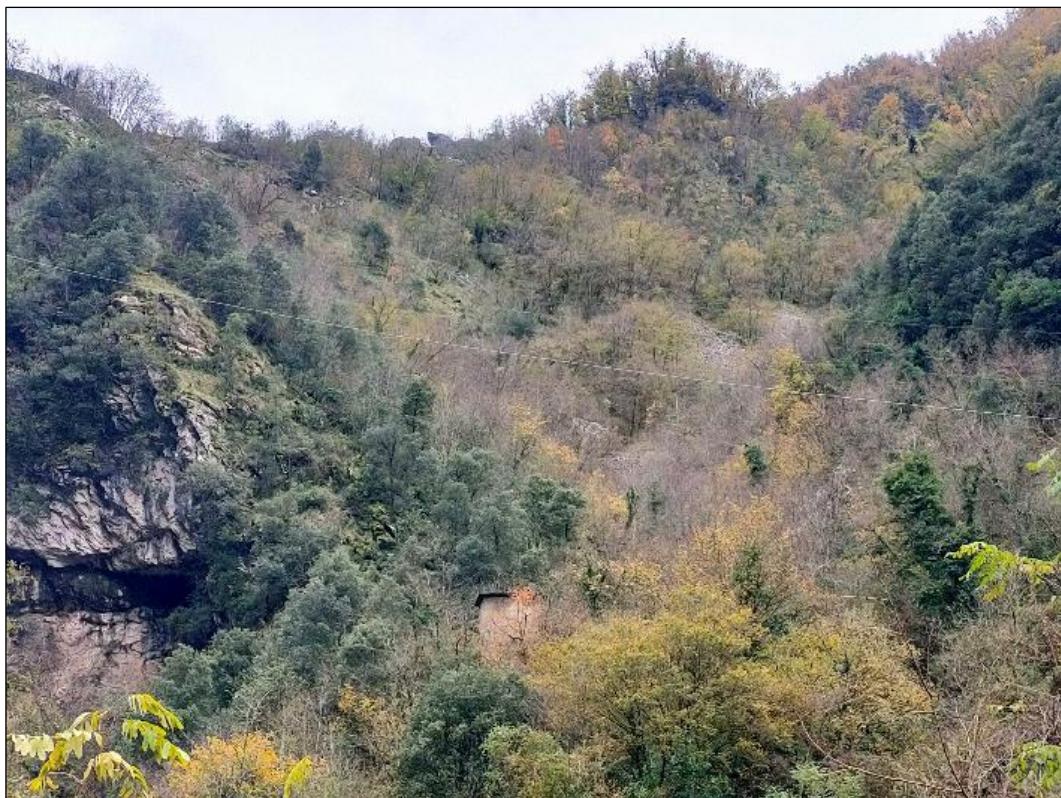


Fig. 2.11 - Immagine ripresa dalla viabilità di fondovalle del vecchio ravaneto presente in corrispondenza dell'impluvio esistente ad ovest della cava.

Nel dettaglio i depositi detritici più antichi sono costituiti da blocchi prevalentemente equidimensionali di dimensioni decimetriche; prima del 1800 infatti i cavatori si avvalevano di tecniche di estrazione manuale e dell'utilizzo di esplosivi e, al fine di favorire il trasporto a valle senza mezzi meccanici, il materiale veniva lavorato e ridimensionato direttamente in cava, con la conseguente produzione di scaglie di dimensioni ridotte ed omogenee. L'uso di esplosivi favoriva infatti il distacco di blocchi di dimensioni non trasportabili direttamente a valle con l'utilizzo dei mezzi e delle tecniche dell'epoca. È opportuno sottolineare come questi ravaneti siano quindi caratterizzati da assenza e/o da modeste concentrazioni di frazioni granulometriche fini.

Nei ravaneti più recenti invece l'utilizzo di mezzi meccanici (pale, escavatori etc.), del filo elicoidale e, successivamente, del filo diamantato e tagliatrici a catena, ha determinato l'accumulo eterogeneo (dal punto di vista delle dimensioni) di detrito, con un consistente aumento della frazione limo-sabbiosa. In particolare questa differenza di concentrazione delle frazioni granulometricamente più fini viene meglio definita nello studio di Baroni et alii (2000); nel dettaglio si osserva come la matrice dei depositi (<1cm) sia relativamente abbondante nei ravaneti attivi (dal 40% al 50%) e sia composta da sabbia e limo circa in eguali proporzioni, mentre nei ravaneti antichi vi sia un minore contenuto in matrice (al massimo fino al 30%) costituita prevalentemente da sabbia (68%).

La presenza e la percentuale del fuso granulometrico più fine influenzano sicuramente il grado di permeabilità dei corpi detritici (la capacità di infiltrazione risulta inversamente proporzionale alla percentuale di fine presente nei ravaneti).

In ragione di quanto argomentato, considerando la disomogeneità e le dimensioni dei ravaneti rilevati all'interno dei Bacini Estrattivi oggetto di studio, si ritiene dunque difficile definire in maniera assoluta sia le caratteristiche granulometriche che il grado di permeabilità.

L'attività di estrazione all'interno dei siti estrattivi si è svolta in epoche diverse e i numerosi apporti di materiale con le diverse tecniche di lavorazione fa sì che si possa definire solo un aspetto apparente e superficiale dei ravaneti, non riuscendo a risalire, in maniera diretta (prelievo di campioni e test granulometrici) e/o indiretta (indagini geognostiche), alle reali condizioni e caratteristiche dei ravaneti nella loro interezza; tale convinzione deriva dal fatto che si ritiene impossibile eseguire test granulometrici che siano rappresentativi di ogni singolo ravaneto.

Inoltre, in gran parte dei ravaneti rilevati non si rilevano segni evidenti di ruscellamento superficiale o di forme di erosione (sia per ragioni legate alle elevate pendenze dei versanti su cui sono stati formati, sia per l'età del ravaneto stesso); ciò induce a pensare che il ravaneto in questo caso sia caratterizzato da un coefficiente di permeabilità molto elevato e che possa svolgere un "effetto spugna", con conseguente scorrimento di acqua al contatto con il substrato roccioso. In caso contrario le frazioni granulometriche più fini determinano invece una diminuzione del grado di permeabilità.

Vista comunque l'eterogeneità nelle dimensioni ed estensioni dei ravaneti non si rilevano dati numerici riguardanti il grado di permeabilità nella vasta letteratura esistente.

Nella cartografia geomorfologica di dettaglio dei singoli bacini elaborata alla scala 1:2000, vengono cartografati i ravaneti e in generale tutti gli accumuli detritici di origine antropica, utilizzando campiture a differente scala per evidenziare la relativa classificazione granulometrica e indicandone anche il grado di attività.

In questa sede si vuole specificare la differente classificazione che viene attribuita ai depositi detritici antropici. I "ravaneti" in senso stretto sono la parte predominante di questi.

In generale si intendono "ravaneti" in senso stretto quei depositi di materiali detritici tipicamente di risulta delle attività di coltivazione scaricati ed accumulati nel tempo (anche in periodo antico, ovvero in periodi relativamente antecedenti alle attività di escavazione attualmente autorizzate) lungo un pendio di significativa pendenza ed estensione (in origine naturale, seminaturale e/o parzialmente interessato da attività e pratiche antropiche non necessariamente legate alla escavazione), poste di norma al margine, ovvero all'esterno delle attività di scavo vere e proprie; oltre a questi c'è un'altra tipologia di accumuli detritici antropici, cioè quei depositi di materiali detritici di risulta dalle attività di escavazione che ricoprono aree di superficie pianeggiante e/o semi pianeggiante, o porzioni di pendio caratterizzate da pendenze inferiori o anche pendenze significative ma di limitata estensione (in origine generalmente già antropizzate, ovvero utilizzate, modificate e/o trasformate anche in esito ad attività di escavazione precedenti all'accumulo).

Quindi i "classici" ravaneti sono depositi detritici antropici determinati dallo scarico di materiali e dal conseguente accumulo per gravità degli stessi di tipo definitivo, molto spesso impostati all'interno di compluvi e canaloni e che si estendono, per questo, generalmente a valle delle attività estrattive, mentre nel termine generico di depositi detritici antropici rientrano i depositi per accumulo tipicamente temporaneo, seppure prolungato nel tempo in ragione delle attività di escavazione condotte, derivati dai materiali da taglio e di scavo, realizzati all'interno delle cave e delle aree di escavazione, spesso tra un gradone e l'altro o tra un cantiere e l'altro, i depositi su aree semi pianeggianti, sulle quali ne viene eventualmente attuata la gestione, le scarpate residue derivate dal tracciamento di strade e rampe di arroccamento (se non tracciate all'interno di un ravaneto in senso stretto così come prima specificato), i parziali o completi riempimenti o la copertura temporanea di cave dismesse o comunque di fronti di scavo momentaneamente inattivi.

Quindi dal punto di vista geomorfologico tutti gli accumuli detritici prima descritti sono depositi detritici antropici, ma appare anche ovvio che il termine ravaneti a cui si riferisce il PIT-PPR, in quanto elemento di criticità individuato dalle schede d'ambito di paesaggio riferibili al comprensorio apuano, sono i ravaneti in senso stretto in quanto ricoprono vaste porzioni di versante e sono caratterizzati da ampia visibilità dall'intorno e non certo le coperture detritiche che obliterano porzioni di cave comunque oggetto di attività estrattiva passata.

2.2 - CENNI CLIMATICI DELLE ALPI APUANE

Dal punto di vista climatico le Alpi Apuane costituiscono un'area molto complessa e di notevole interesse, in quanto risultano essere la seconda area più piovosa d'Italia dopo la Carnia, con valori medi di 3000 mm/anno e con un massimo annuo di 4731 mm registrato nel 1960 a Campagrina (800 m s.l.m.) (RAPETTI & RAPETTI, 1997).

L'elevata frequenza e l'intensità degli eventi meteorici sono influenzate principalmente dalla posizione geografica della catena apuana.

Infatti, essa si sviluppa in direzione NW-SE per una lunghezza di circa 30 km, con vette che sfiorano i 2000 m di altezza, rappresentando di fatto uno sbarramento per le perturbazioni di origine atlantica e mediterranea (RAPETTI & VITTORINI, 1994; RAPETTI & RAPETTI, 1997).

Tali caratteristiche, unite all'elevata acclività dei pendii, determinano il sollevamento forzato di masse d'aria umida e conseguentemente la formazione di cumulonembi temporaleschi.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

Estratto da: Carmignani L. (ed.), 2007 - Relazione Finale per la Carta Giacentologica dei Marmi delle Alpi Apuane a scala 1:10000 e sua informatizzazione, Convenzione Regione Toscana - Università di Siena, p. 105. San Giovanni Valdarno, Marzo 2007).

3.1 - LE ALPI APUANE E L'APPENNINO SETTENTRIONALE

L'Appennino settentrionale è una catena a thrust e pieghe formatasi durante il Terziario in conseguenza dell'accavallamento da W verso E delle Unità liguri sui domini toscani esterni e i domini umbro-marchigiani (Vd. Fig. 3.1).

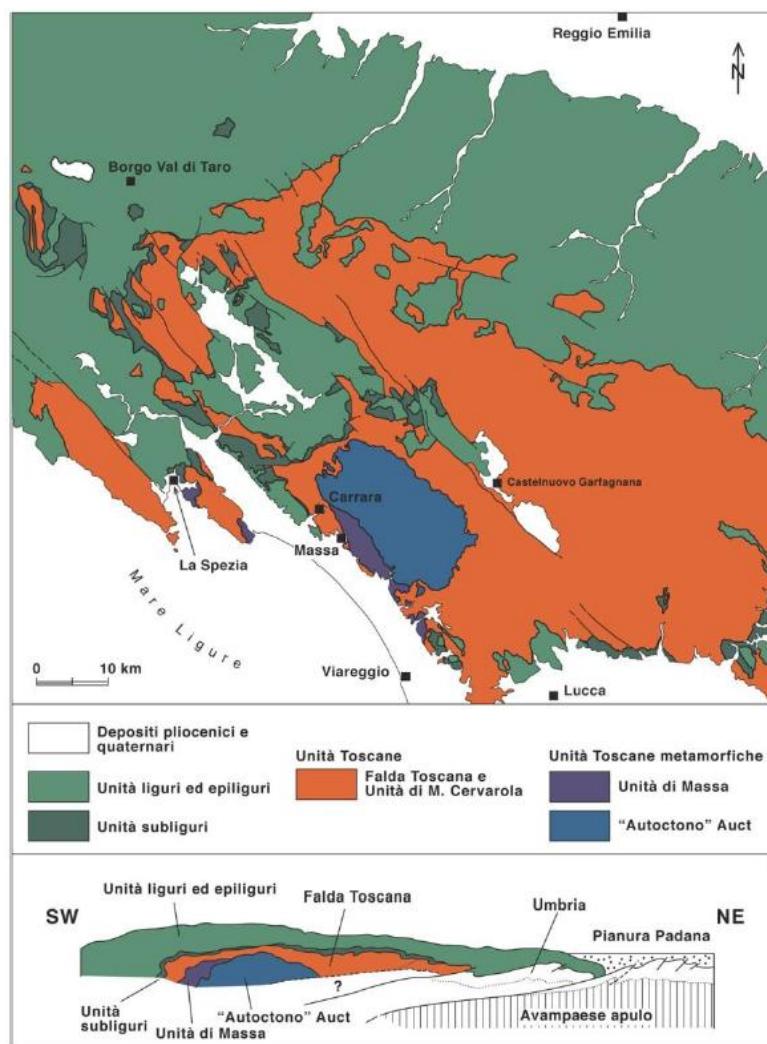


Fig. 3.1 - Schema tettonico dell'Appennino settentrionale e sezione schematica interpretativa.

Le Unità Liguri, caratterizzate dalla presenza di rocce ofiolitiche e dai sovrastanti sedimenti di mare profondo, rappresentano parte dell'Oceano ligure-piemontese (o Tetide Alpina), costituiscono, con i domini esterni toscani e umbro-marchigiani, il margine continentale della microplacca Apula e sono formati da un basamento ercino e dalla sovrastante copertura Mesozoico-Terziaria.

Nell'Oligocene superiore il movimento verso E (in riferimento alle coordinate attuali) del Microcontinente brianzono (in origine appartenente alla Placca europea) ha portato alla sua

collisione con il Margine apulo ed alla conseguente individuazione di un piano di subduzione immergente verso W.

Durante l'Oligocene-Miocene la strutturazione dell'Appennino settentrionale avviene quindi in conseguenza della subduzione della litosfera apula al di sotto del blocco sardo-corso. Successivamente, l'arretramento flessurale dello slab in subduzione ha determinato lo sviluppo di bacini di retroarco e la formazione di crosta oceanica nel Bacino algero-provenzale, prima, e nel Tirreno dopo, contemporaneamente alla migrazione verso E della zona di subduzione e della zona di collisione e deformazione.

Le unità che compongono l'Appennino settentrionale hanno subito quindi una complessa evoluzione tettonica nella quale, ad una prima fase di deformazione e metamorfismo, inquadrabile all'interno di un contesto geodinamico di tipo collisionale, segue una seconda fase deformativa che si esplica prevalentemente attraverso lo sviluppo di zone di taglio a basso angolo e faglie normali collegate ad un regime tettonico di tipo distensivo e che determinano sollevamento ed esumazione delle unità strutturali più profonde.

3.2 - IL COMPLESSO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE

Il *CompleSSo metamorfico* delle Alpi Apuane costituisce uno dei livelli strutturali più profondi (*Unità metamorfiche toscane*) affioranti nelle porzioni interne dell'Appennino settentrionale e per questo rappresenta un'area chiave per la comprensione dei meccanismi e dei processi geodinamici che hanno portato alla formazione della catena stessa.

In particolare all'interno della finestra tettonica della regione apuana è possibile distinguere due unità tettono-metamorfiche sovrapposte: l'"*Autoctono Auct.*", in posizione geometricamente inferiore, e la sovrastante "*Unità di Massa*", la quale affiora esclusivamente nella porzione occidentale della finestra tettonica (Vd. Fig. 3.1).

All'interno delle sequenze metasedimentarie che caratterizzano le due Unità sono presenti, a differenti livelli stratigrafici, marmi, metabrecce marmoree e calcescisti dai quali viene estratta la vasta gamma di pietre ornamentali di questa regione.

3.2.1 - Unità di Massa

L'Unità di Massa è caratterizzata da un Basamento paleozoico sul quale poggia in discordanza una spessa sequenza sedimentaria triassica, caratterizzata dalla presenza di metavulcaniti basiche del Trias medio. Le rocce della copertura mesozoica sono costituite da metaconglomerati quarzosi, granulo-sostenuti, associati a metarenarie, metasiltiti e filladi nere interpretabili come depositi silicoclastici continentali e/o costieri (Conglomerati basali e Filladi nere e quarziti).

Verso l'alto seguono livelli di rocce prevalentemente carbonatiche (marmi, metabrecce, calcescisti e filladi carbonatiche: *Formazione dei Marmi a crinoidi*) derivate da depositi carbonatici di piattaforma ristretta e da successivi depositi neritico-pelagici con intercalazioni di metabasiti alcaline (Prasiniti e scisti verdi). Quest'ultime testimoniano un vulcanismo basico interplacca legato al rifting medio-triassico.

La successione si chiude con livelli di metaconglomerati a prevalenti clasti di quarzo, quarziti e filladi di origine continentale-litorale (Filladi sericitiche ed Anageniti) (Vd. Fig. 3.2).

La successione è caratterizzata da un metamorfismo alpino con paragenesi di facies scisti verdi di alta pressione (cianite + cloritoide + fengite), mentre le rocce del basamento paleozoico sono interessate anche da deformazioni e metamorfismo prealpino in facies scisti verdi.

Le condizioni di pressione e temperatura durante il metamorfismo alpino sono stimate tra 0.6-0.8 GPa e 420-500 °C (Franceschelli M. *et alii*, 1986; Jolivet L. *et alii*, 1998; Franceschelli M. & Memmi L., 1999; Molli G. *et alii*, 2000).

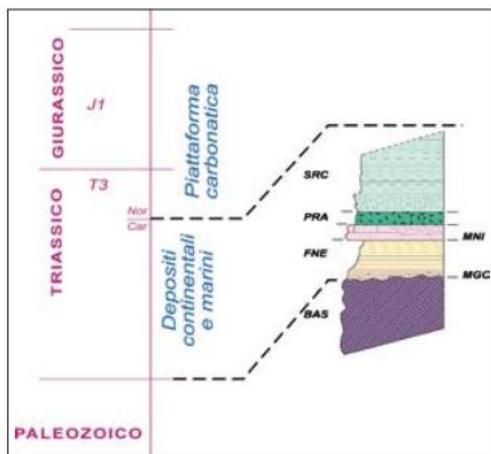


Fig. 3.2 - Colonna litostratigrafica dell'Unità di Massa. Basamento ercinico (BAS); Metaconglomerati basali (MGC); Filladi nere e quarziti (FNE); Marmi a Crinidi e metabrecce a elementi marmorei (MNI); Prasiniti (PRA); Filladi sericitiche ed Anageniti (SRC).

3.2.2 - Autoctono “Auctt.”

La successione dell'“Autoctono Auct.” è costituita da un Basamento paleozoico sul quale poggia in discordanza una successione metasedimentaria del Trias sup. - Oligocene.

Le rocce del Basamento paleozoico sono del tutto correlabili con quelle presenti nel basamento dell'Unità di Massa e, analogamente a queste, registrano una deformazione e metamorfismo in facies scisti verdi legato all'Orogenesi ercinica.

Le rocce della copertura mesozoica sono rappresentate da metaconglomerati poligenici, metarenarie calcaree e dolomie silicoclastiche con intercalazioni di metabrecce riferibili ad un ambiente deposizionale di tipo transizionale, da continentale a marino costiero (*Formazione di Vinca*), seguiti dalle dolomie della piattaforma carbonatica tardo - triassica dei Grezzoni.

Verso l'alto seguono i metacalcaro micritici fossiliferi dei *Calcaro e marne di Colonnata* (membro della formazione dei Grezzoni) e i marmi più o meno muscovitici della *Formazione dei Marmi a Megalodonti*, intercalati a metabrecce poligeniche (*Brecce di Seravezza*) e scisti a cloritoide. Le metabrecce poligeniche e i livelli di scisti a cloritoide testimoniano episodi d'emersione della piattaforma carbonatica con formazione di livelli lateritico-bauxitici e deposizione di debris flow ai piedi di scarpate attive di origine tettonica.

Marmi più o meno dolomitizzati, dolomie cristalline, marmi e metabrecce monogeniche caratterizzano le soprastanti formazioni dei Marmi Dolomitici e dei Marmi, le quali rappresentano lo sviluppo di una nuova piattaforma carbonatica successiva quella tardo - triassica dei Grezzoni.

Verso l'alto seguono marmi rosati, metacalcaro con selci, calcescisti e quarziti (*Marmo Zerbino, Calcaro Selciferi, Calcescisti e Diaspri*) riferibili alle fasi di annegamento della piattaforma carbonatica dei marmi e impostazione di una sedimentazione di tipo emipelagico.

In analogia con la successione della *Falda Toscana* (Fazzuoli M., 1980), possibili sfasamenti cronologici tra i diversi blocchi subsidenti determinano l'istaurarsi di ambienti deposizionali molto diversificati, con successioni lacunose e/o condensate testimoniate dalla presenza di metabrecce poligeniche in prevalente matrice filladica (*Formazione di Arnetola*).

Chiudono la successione metacalcaro con liste e noduli di selce, calcescisti, filladi sericitiche e metarenarie quarzo - feldspatiche (*Calcaro Selciferi a Entrochi, Cipollini, Scisti sericitici e Pseudomacigno*) riferibili a depositi pelagici e di avanfossa precedenti la strutturazione dell'area apuana all'interno della catena appenninica (Vd. Fig. 3.3)

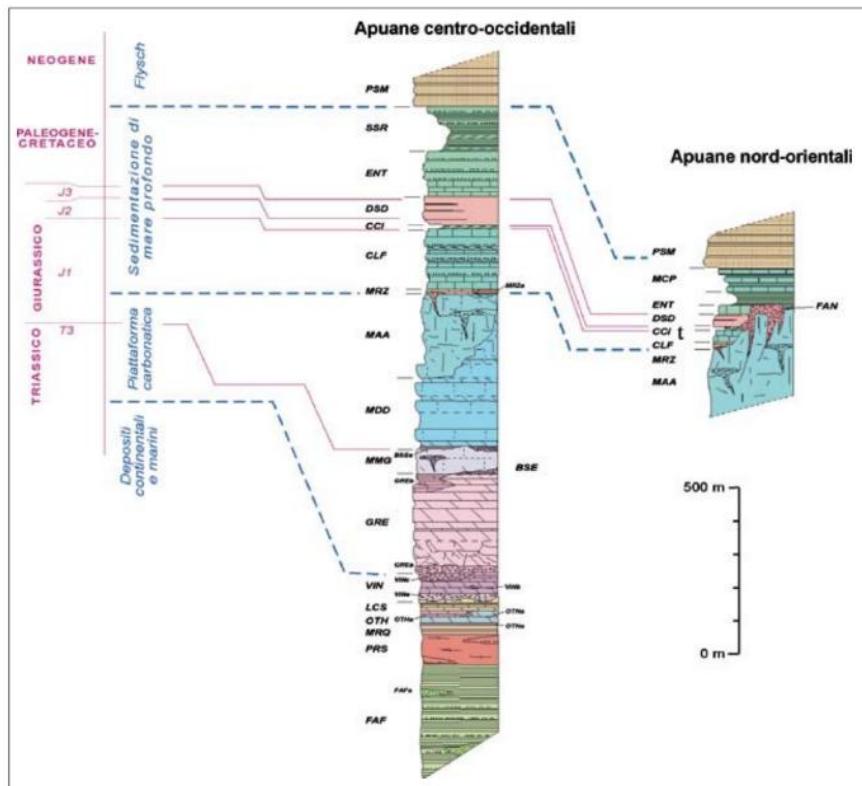


Fig. 3.3 - Colonna litostratigrafica dell' "Autoctono" Auct.: filladi inferiori (FAF) con intercalazioni di metavulcaniti basiche (FAFa), porfiroidi e scisti porfirici (PRS), quarziti e filladi superiori (MRQ), dolomie ad Orthoceras (OTH) con livelli a predominanti filladi grafitiche nere e quarziti scure (OTHa), dolomie cristalline grigio scure (OTHb) e metacalcarri rossi nodulari (OTHc), calcescisti e dolomie scistose (LCS), formazione di Vinca [filladi e meta conglomerati (VINa), dolomie (VINb), marmi (VINc)] grezzi, con livelli di dolomie brecciate (GREa) e marmi neri ("Nero di Colonnata") (GREb), marmi a Megalodonti (MMG), brecce di Seravezza (BSE) con livelli di filladi a cloritoide (BSEa), marmi dolomitici (MDD), marmi (MAA), marmo zebrino (MRZ) con livelli di marmi a muscovite e calcescisti (MRZa), formazione di Arnetola (FAN), calcari selciferi (CLF), calcescisti (CCI), diaspri (DSD), calcari selciferi a Entrochi (ENT), scisti sericitici (SSR), cipollini (MCP), pseudomacigno (PSM).

Il metamorfismo alpino nell'"Autoctono Auct." è caratterizzato da paragenesi metamorfiche tipiche delle zone a clorite e biotite della facies scisti verdi (Giglia G. & Radicati di Brozolo F., 1970; Carmignani L. et alii, 1978) o, basandosi sui silicati di alluminio, della zona a pirofillite + quarzo (Franceschelli M. et alii, 1986).

Le temperature massime sono tra 350 - 450 °C e le pressioni di picco del metamorfismo sono comprese tra 0,4 - 0,6 GPa (Di Pisa G. et alii, 1985; Franceschelli L. et alii, 1997; Molli G. et alii, 2000). Condizioni termiche analoghe sono proposte da Jolivet L. et alii (1998), accompagnate però da condizioni di pressione di circa 0,8 GPa.

3.3 - EVOLUZIONE TETTONICA DEL COMPLESSO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE

Le geometrie di deformazione che caratterizzano il Complesso metamorfico delle Alpi Apuane sono il risultato di due principali eventi tettono-metamorfici (*Fasi D1 e D2* di Carmignani & Kligfield, 1990), inquadrabili all'interno di una storia di deformazione progressiva sviluppatasi attraverso gli stadi collisionali e post-collisionali, che hanno caratterizzato l'evoluzione tettonica delle porzioni interne dell'Appennino Settentrionale.

Durante l'evento D1 si ha la messa in posto delle unità tettoniche più superficiali non metamorfiche (*Unità Liguri s.l. e Falda Toscana*), accompagnata dalla deformazione, underthrusting e iniziale esumazione delle unità tettoniche più profonde.

Nella fase D2 le precedenti strutture vengono deformate da differenti generazioni di pieghe alle quali sono associate localizzate zone di taglio ad alta deformazione. Queste strutture determinano sia il

progressivo unroofing delle unità metamorfiche che il completamento dei processi di esumazione delle stesse verso livelli strutturali più superficiali.

Mentre esiste un sostanziale accordo tra i ricercatori appartenenti a differenti scuole circa il quadro geologico regionale entro cui si colloca il Complesso metamorfico delle Alpi Apuane, differenti e spesso contrastanti opinioni persistono riguardo il significato da attribuire ad alcune strutture presenti all'interno dell'"Autoctono Auct.".

In particolare, negli ultimi anni il dibattito si è focalizzato sui possibili meccanismi di esumazione e il loro contesto geodinamico (Carmignani L. & Giglia G., 1977; Carmignani L. et alii, 1978; Carmignani L. & Giglia G., 1979; Carmignani L. & Kligfield R., 1990; Jolivet L. et alii, 1998; Molli G. et alii, 2000; Molli G. & Vaselli L., 2006).

Secondo i primi lavori di geologia strutturale della fine degli anni settanta (Carmignani L. & Giglia G., 1977; Carmignani L. et alii, 1978) le pieghe D2 si formano successivamente all'impilamento delle diverse unità tettoniche dell'Appennino Settentrionale in un regime tettonico di tipo compressivo.

In particolare, esse si sviluppano come risultato del collasso del cuneo orogenetico in risposta all'overthrusting su superfici di rampa profonde e dell'interferenza ad alto angolo tra due sistemi di pieghe.

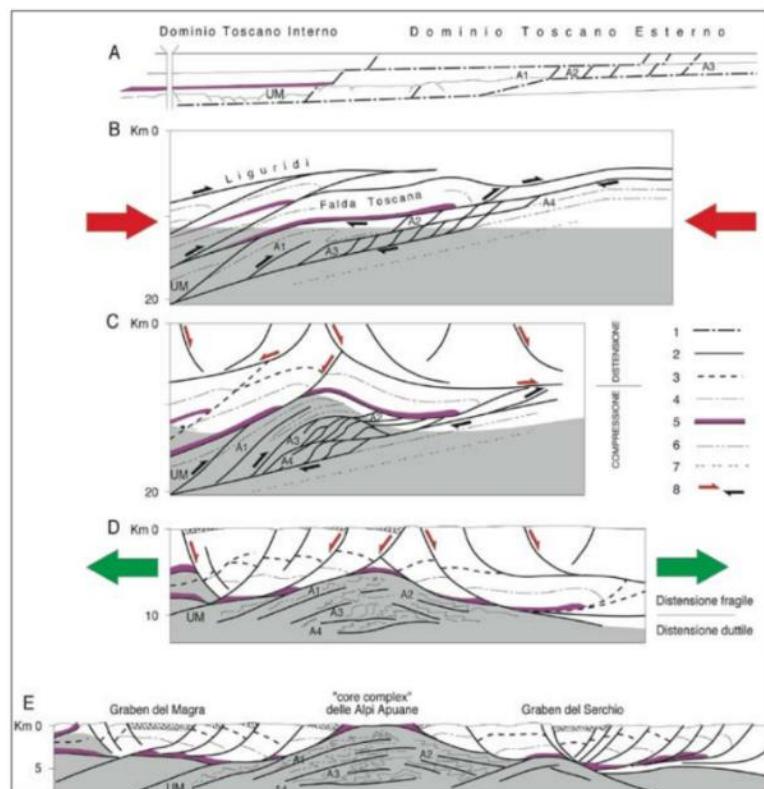


Fig. 3.4 - Schema dell'evoluzione tettonica delle Alpi Apuane, da Carmignani L. & Kligfield R. (1990), modificato. (a) geometria pre-collisionale con le tracce restaurate dei principali accavallamenti. (b) Sviluppo del "duplex" apuano (oligocene inferiore). (c) Sviluppo di "antiformal stack" nel Complesso metamorfico delle Alpi Apuane e possibile inizio della tectonica distensiva (Miocene inferiore). (d) Individuazione del "core complex" apuano. Il thrust di base della Falda toscana è riattivato come faglia normale, esso separa settori estesi principalmente mediante faglie listriche e rotazione di blocchi (Falda toscana e Unità liguri) da settori estesi mediante zone di taglio duttile sin-metamorfiche (Unità di Massa e "Autoctono" Auct.). (e) esposizione delle metamorfiti per denudazione e sollevamento connessi con ulteriore assottigliamento crustale (Pliocene-Pleistocene). UM=Unità di Massa, AU="Autoctono" Auctt..

Carmignani L. & Giglia G. (1979, 1983) interpretano le strutture D2 come *reverse drag fold* che si sovrappongono a pieghe fortemente non cilindriche (*sheath fold*) D1 durante le fasi di riequilibrio isostatico della crosta ispesata.

Negli anni novanta Carmignani L. & Kligfield R. (1990) interpretano le Alpi Apuane come una struttura regionale tipo *core-complex*, da inserire in un quadro geodinamico di estensione crostale post-collisionale (Vd. Fig. 3.4).

In tale contesto la strutturazione delle pieghe D2 avviene all'interno di sistemi coniugati di zone di taglio dirette che accomodano la distensione crostale. Questo schema è presente anche in successivi lavori (Carmignani L. *et alii*, 1994; Carmignani L. *et alii*, 2001) ed è stato di recente leggermente modificato (Carmignani L. *et alii*, 2004) prospettando l'esistenza di una zona di taglio orientata NE - SW che accoglie il movimento differenziale delle principali faglie dirette poste alla periferia orientale e occidentale del complesso metamorfico. Secondo Jolivet L. *et alii* (1998) le strutture D2 sono ancora da riferirsi ad un contesto tettonico di tipo compressivo dove l'impilamento delle unità tettoniche, secondo una direzione di trasporto orientata in generale verso Est, determina lo sviluppo di zone di taglio antitetiche immergenti verso Ovest (strutture tipo "domino").

Infine, Molli G. & Vaselli L. (2006), interpretando le Alpi Apuane come una "pop - up structure" connessa a livelli di scollamento crostali profondi, evidenziano come il raccorciamento verticale di un duomo, conseguente al progressivo *underplating* crostale all'interno del prisma di accrescimento, sia in grado di generare pieghe di collasso analoghe a quelle osservate nell'"Autoctono Auctt."

3.3.1 - Strutture D₁

Un'evidente anisotropia planare caratterizza la maggior parte delle rocce del Complesso metamorfico delle Alpi Apuane e rappresenta la foliazione metamorfica principale legata alla fase deformativa D1. Questa foliazione metamorfica risulta essere di piano assiale di pieghe isoclinali fortemente non cilindriche (*sheath fold*), di dimensioni da millimetriche a plurichilometriche, ed è associata ad una lineazione di estensione (L1) interpretata come la principale direzione di trasporto delle unità tettoniche dell'Appennino Settentrionale.

Il rovesciamento verso E delle strutture plicative D1, le relazioni angolari tra la foliazione principale e i contatti tettonici di primo ordine, così come la lineazione di estensione L1 costantemente orientata SW-NE, sono in accordo con il senso di trasporto, da SW verso NE delle varie unità tettoniche. Nell'"Autoctono Auctt." le principali strutture plicative osservabili alla scala dell'intera finestra tettonica sono, da W verso E: la Sinclinale di Carrara, l'Anticlinale di Vinca-Forno, la Sinclinale di Orto di Donna-M. Altissimo-M. Carchia e l'Anticlinale di M. Tambura (Vd. Fig. 3.5).

Le due principali antiformi-anticlinali hanno al proprio nucleo rocce del Basamento paleozoico, mentre le sinclinali presentano al nucleo i termini più giovani della successione metasedimentaria (Scisti Sericitici e Pseudomacigno).

Le geometrie di deformazione, la distribuzione dello strain all'interno delle diverse rocce che compongono il Complesso metamorfico delle Alpi Apuane e i dati cinematici disponibili permettono di interpretare la storia deformativa D1 come il risultato di due principali fasi:

- Fase di piegamento principale (D1a): sviluppo di pieghe isoclinali coricate di dimensioni chilometriche associate ad una foliazione di piano assiale penetrativa.
- Fase di accavallamento e iniziale esumazione (*antiformal stack phase*, D1b): amplificazione e piegamento delle precedenti strutture D1a e sviluppo di zone di taglio, con senso di movimento "top-to-the-NE", legate ad accavallamenti interni al prisma di accrescimento e *underplating* crostale di elementi strutturali profondi.

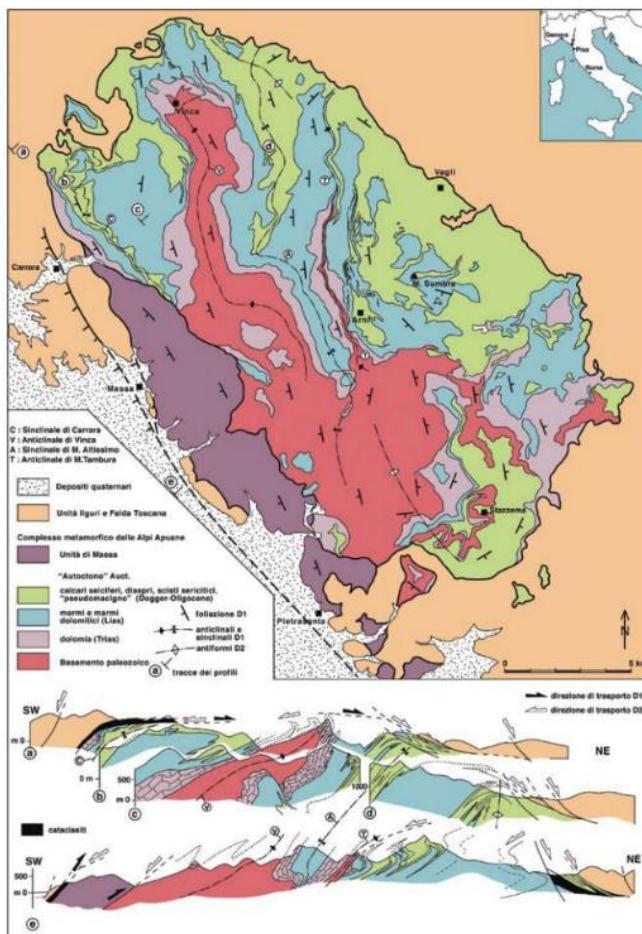


Fig. 3.5 - Schema tettonico delle Alpi Apuane.

3.3.2. - Strutture D,

L'evento deformativo D2 è caratterizzato dallo sviluppo di pieghe da aperte a chiuse, di dimensioni da centimetriche a plurietometriche, variamente non cilindriche ed associate ad un clivaggio di crenulazione di piano assiale generalmente suborizzontale. La variabilità di morfologie ed orientazioni di queste strutture è funzione del contrasto di competenza e posizione strutturale all'interno del multilayer creato dalla tettonica a pieghe isoclinali e delle relazioni spaziali rispetto alle principali strutture D1. In accordo con le classiche interpretazioni (Carmignani L. *et alii*, 1978; Carmignani L. & Giglia G., 1979; Carmignani L. & Kligfield R., 1990); le pieghe D2 deformano i fianchi di una complessa mega-antiforme di scistosità (con orientazione all'incirca appenninica, N 130°-170° E) di dimensione pari a quella dell'intera finestra tettonica delle Alpi Apuane e mostrano tipicamente un senso di rovesciamento verso E e verso W, rispettivamente, lungo i fianchi orientali e occidentali dell'antiforme stessa. Queste pieghe sono legate all'attività delle faglie bordiere del nucleo metamorfico (Vd. Fig. 3.6). Gli stadi finali dell'evento D2 sono caratterizzati dallo sviluppo di strutture da semi-fragili a fragili rappresentate da pieghe aperte o tipo kink con piano assiale sub-verticale e da faglie dirette a basso e alto angolo.

In particolare, in base ad analisi meso e microstrutturali (Molli G. & Meccheri M., 2000; Otria G. & Molli L., 2000) è possibile osservare come le principali strutture fragili presenti nel Complesso metamorfico delle Alpi Apuane siano il risultato di una storia deformativa polifasica nella quale, ad un primo stadio caratterizzato dall'interferenza tra sistemi di faglie stike-slip e normali, segue un secondo in cui predominano faglie dirette orientate all'incirca NW-SE.

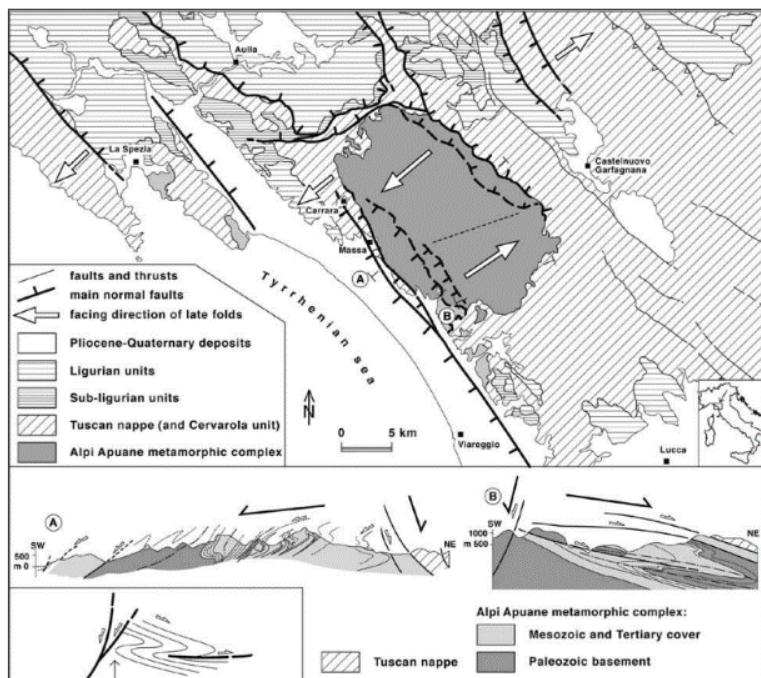


Fig. 3.6 - Schema tettonico dell'Appennino settentrionale; sono evidenziati i principali lineamenti e strutture legate all'evoluzione quaternaria dell'area (Carmignani L. et alii, 2004).

3.3.3 - Relazioni tra metamorfismo e deformazione

Nel Complesso metamorfico delle Alpi Apuane la presenza in rocce idonee di minerali indice (es: cloritoide e cianite) permette di studiare le relazioni temporali tra la crescita dei minerali metamorfici e lo sviluppo delle principali strutture deformative.

Nell'Unità di Massa la cloritoide è osservata crescere in maniera sin-cinematica allo sviluppo della foliazione principale, mentre solo alcuni campioni suggeriscono la sua crescita durante gli stadi iniziali di nucleazione del clivaggio di crenulazione tardivo. Inoltre crescite post-cinematiche di cloritoide sulla foliazione tardiva non sono mai state descritte.

La cianite è stata osservata sulla foliazione principale dove risulta anche essere inclusa in cristalli di cloritoide. Perciò può essere supposta anche la crescita di cianite sin dai primi stadi di formazione della foliazione principale. Nell'"Autoctono Auctt." la cloritoide in associazione con pirofillite (Franceschelli M. et alii, 1997) può essere osservata in relazioni sin e post cinematiche rispetto alla foliazione principale.

Nei livelli strutturali più elevati (es: Campo Cecina) la cloritoide in genere pre data il clivaggio di crenulazione, mentre nei livelli geometricamente più profondi (es: valle di Forno) esso mostra chiare relazioni sin e post cinematiche rispetto alla foliazione tardiva. Questa situazione testimonia come in differenti posizioni geometriche all'interno della stessa unità tettonica sia possibile osservare una diversa storia termica.

3.3.4 - Età della deformazione

Nelle Alpi Apuane le rocce più giovani coinvolte nei processi deformativi e metamorfici alpini sono rappresentate dalle metarenarie dello Pseudomacigno.

Queste rocce sono alternate, nella parte inferiore, a calcareniti caratterizzate da un'associazione a Lepidocycline dell'Oligocene superiore (Dallan e Nardi L., 1976). I dati radiometrici disponibili (K-Ar e Ar-Ar) forniscono età comprese tra i 27 e i 20 Ma per le prime fasi deformative D1, mentre, gli stadi

precoci della deformazione D2 si sviluppano a temperature superiori ai 250° C tra gli 11 e 8Ma (Kligfield R. *et alii*, 1986; Molli G. *et alii*, 2002).

La storia più recente di esumazione del Complesso metamorfico apuano è data dalle tracce di fissione in zirconi (ZFT) e apatite (AFT) e dalle analisi (U-Th)/He (Z-He) sui minerali stessi (Abbate E. *et alii*, 1994; Balestrieri M.L. *et alii*, 2003). Questi dati indicano l'intersezione con l'isograda di 70°C tra i 5 e i 2Ma ad una profondità stimabile, in base al gradiente geotermico supposto, ad una profondità di 4 - 5km (Vd. Fig. 3.7).

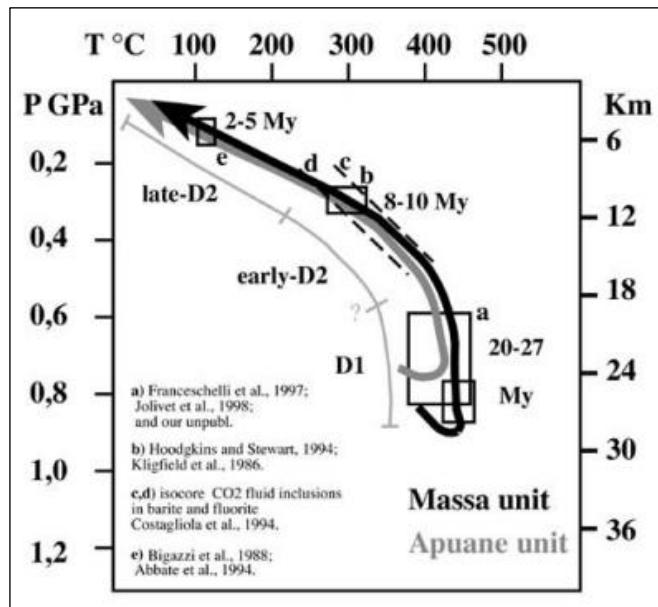


Fig. 3.7 - P-T-t path nel Complesso metamorfico delle Alpi Apuane. Il percorso per l'Unità di Massa è riportato in grigio, mentre per l'Autoctono Auctt. è indicato in nero (Molli G. & Vaselli L., 2006; Kligfield R. *et alii*, 1986; Abbate E. *et alii*, 1994; Molli G. *et alii*, 2000; Molli G. *et alii*, 2002; Balestrieri M.L. *et alii*, 2003).

Da 2 Ma all'attuale, le Alpi Apuane e le aree circostanti dell'Appennino settentrionale sono oggetto della fase morfogenetica più significativa, caratterizzata da movimenti verticali di importanza regionale che, nella sua articolazione dinamica spazio - temporale, sono registrati nei record sedimentari dei bacini della Lunigiana, della Garfagnana e della Versilia (Bartolini C., 2003; Argnani A. *et alii*, 2003; Perilli N. *et alii*, 2005) e nei sistemi carsici apuani (Piccini L., 1994) dove sono stati recentemente datati speleotemi più vecchi di circa 1Ma (Zanchetta G. *et alii*, 2005).

3.3.5 - Inquadramento geologico del bacino estrattivo “Mulina - Monte di Stazzema”

In termini generali l'area oggetto di studio è posizionata in un ambiente tipicamente montano, con aspetti geomorfologici (quote medie e pendenze dei versanti) caratteristici delle aree montuose apuane.

L'assetto geologico stratigrafico viene definito dalla “Carta geologica” (Sezione 260040), estratta dal DB Geologico Regionale della Regione Toscana (riportata anche nella “Scheda di rilevamento delle risorse suscettibili di attività estrattive” del Piano Regionale Cave).

Come osservabile dall'immagine successiva, lungo l'asse centrale del bacino, laddove sono presenti i segni delle passate operazioni di coltivazione, affiora la Formazione dei “Marmi (MAA)” appartenente all'Unità Toscane Metamorfiche (Autoctono “Auctt.”), la quale si trova in contatto stratigrafico con la Formazione delle “Brecce di Seravezza (BSE)” a NE, mentre nella porzione a SE è stata rilevata in contatto tettonico con i “Metacalcari Selciferi (CLF)”, i “Cipollini (MCP)” e lo “Presudomacino (PSM)” (Vd. Fig. 3.8):

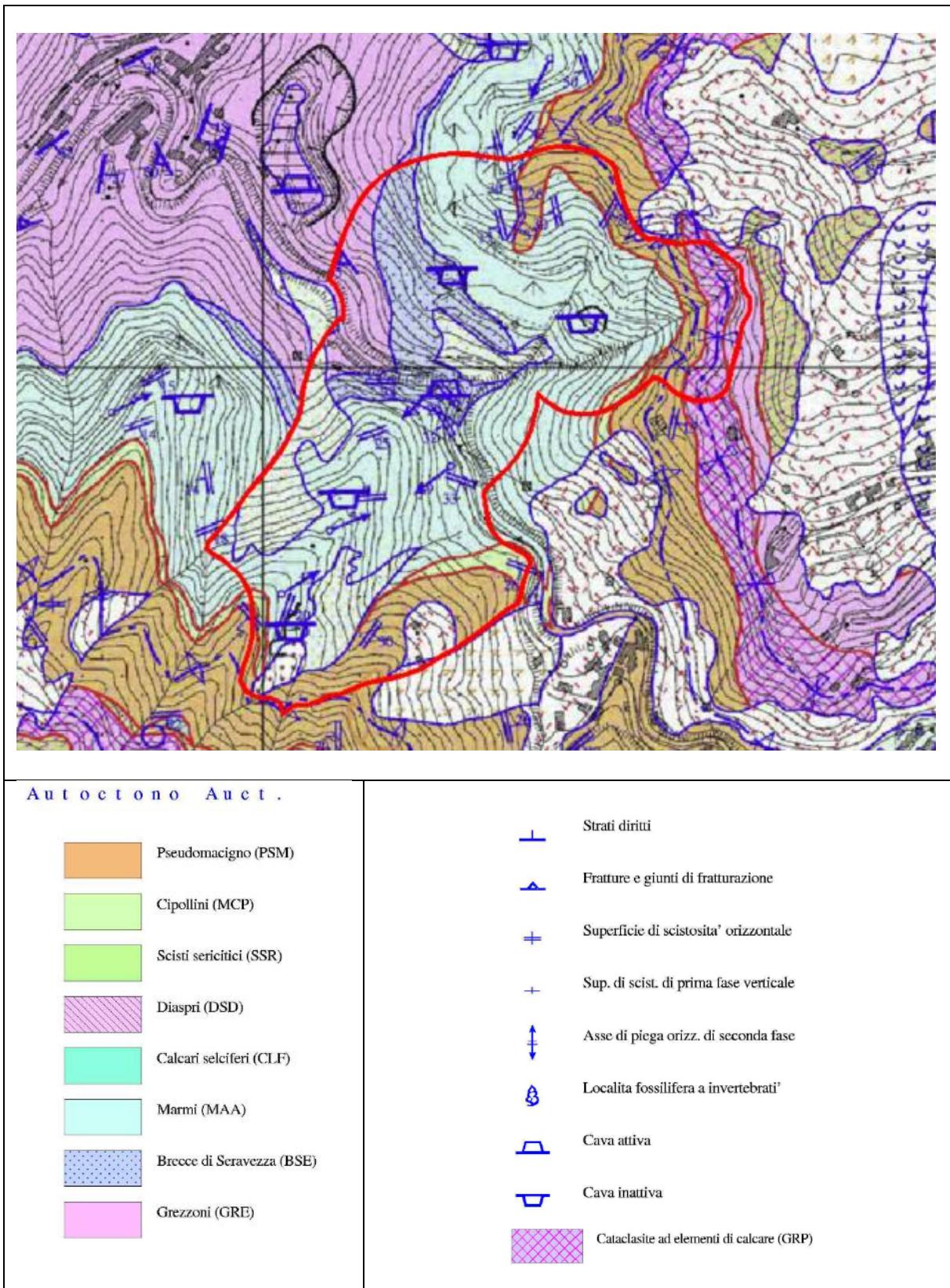


Fig. 3.8 - Estratto fuori scala della "Carta geologica" estratta dal DB Geologico Regionale della Regione Toscana e relativa legenda; il bacino estrattivo in esame viene evidenziato dalla forma di colore rosso.

L'Autoctono *Auctt.* è costituito da una successione stratigrafica rappresentata da terreni in facies toscana che vanno dal Paleozoico fino all'Oligocene e sono interessati da un metamorfismo sintettonico di età terziaria. Esso è caratterizzato da un basamento prevalentemente filladico e quarzitico sovrastato da una copertura soprattutto da rocce carbonatiche.

Nell'area in esame l'Autoctono *Auctt.* comprende, dal basso verso l'alto:

- **Grezzoni (GRE):** dolomie più o meno ricristallizzate grigio scure, con limitate modificazioni tessiturali metamorfiche. La parte inferiore è costituita da brecce metamorfiche ad elementi dolomitici, la parte intermedia da dolomie grigio chiare stratificate, mentre la parte superiore da dolomie con un'alterazione giallastra.

Età: *Norico*

- **Brecce di Seravezza (BSE):** questo orizzonte si rinvie in maniera discontinua al contatto tra i Grezzoni e i soprastanti Marmi. Presenta uno spessore di pochi metri ed è costituito da brecce poligeniche metamorfiche ad elementi marmorei e subordinatamente dolomitici, con matrice filladica a cloritoide di colore rossastro o verdastro. Localmente si rinvengono livelli discontinui di filladi a cloritoide, minerale che può divenire il principale costituente della roccia. Questo orizzonte viene interpretato come dovuto a parziali emersioni avvenute verso la fine della sedimentazione dei Grezzoni e già durante la deposizione dei Marmi.

Età: *Retico (Lias inf.?)*

- **Marmi (MAA):** marmi di colore variabile dal bianco al grigio, con sottili livelli di dolomie e marmi dolomitici giallastri. Brecce monogeniche metamorfiche a elementi marmorei da centimetrici a metrici. Rare brecce poligeniche metamorfiche a prevalenti elementi marmorei e subordinati elementi di selci grigio chiaro e rosse, talvolta con matrice filladica rossastra o violacea.

Età: *Lias inf.*

- **Calcaro selciferi (CLF):** metacalcilutiti grigio scure, con liste e noduli di selce, e rari livelli di metacalcareniti spesso alternati a strati più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure con tracce di piriti e ammoniti piritizzate.

Età: *Lias medio-sup.*

- **Calcescisti cipollini (MCP) e Scisti sericitici (SSR):** mancando i diaspri, questa formazione viene a trovarsi, nella zona esaminata, tra i sottostanti Calcaro selciferi e il soprastante Pseudomacigno. Il tipo litologico più comune è la varietà denominata Cipollino, nota come pietra ornamentale. Si tratta di calcescisti verdastri o rosso-violacei, marmi e marmi a clorite con livelli di metacalcareniti grigie a microforaminiferi. Per ciò che riguarda gli scisti sericitici, essi sono rappresentati da filladi muscovitiche verdastre, rosso-violacee e più raramente grigie, con rari sottili livelli di filladi carbonatiche, marmi a clorite e metaradiolariti rosse.

Età: *Eocene? - Oligocene (Calcescisti cipollini); Cretaceo inf. - Oligocene (Scisti sericitici)*

- **Pseudomacigno (PSM):** è la formazione al tetto della copertura metamorfica dell'Autoctono *Auctt.* Si tratta di una formazione prodotta dal metamorfismo del Macigno della Falda Toscana, del quale conserva molte caratteristiche tipiche, ed è costituito da metarenarie quarzoso-feldspatiche-micacee di colore grigio scuro-nerastro. La *facies* arenaceo-pelitica è costituita da bancate di spessore variabile (da pochi decimetri ad alcuni metri) di arenarie con grana da fine a media-grossolana. Gli strati, generalmente gradati, passano superiormente ad un'intercalazione ardesiaca di limitato spessore. Dove i processi di metamorfismo sono stati più intensi gli strati sono interessati da superfici di scistosità solitamente parallele all'originaria superficie di stratificazione. La *facies* pelitico-arenacea si intercala a quella arenacea ed è costituita da alternanze di arenarie piuttosto fini e siltiti con intercalazioni pelitiche. La sua genesi è stata messa in relazione agli ambienti torbiditici. Età: *Oligocene sup.*

Si riportano in seguito alcune immagini relative alla cartografia allegata al Piano Regionale Cave della Toscana.

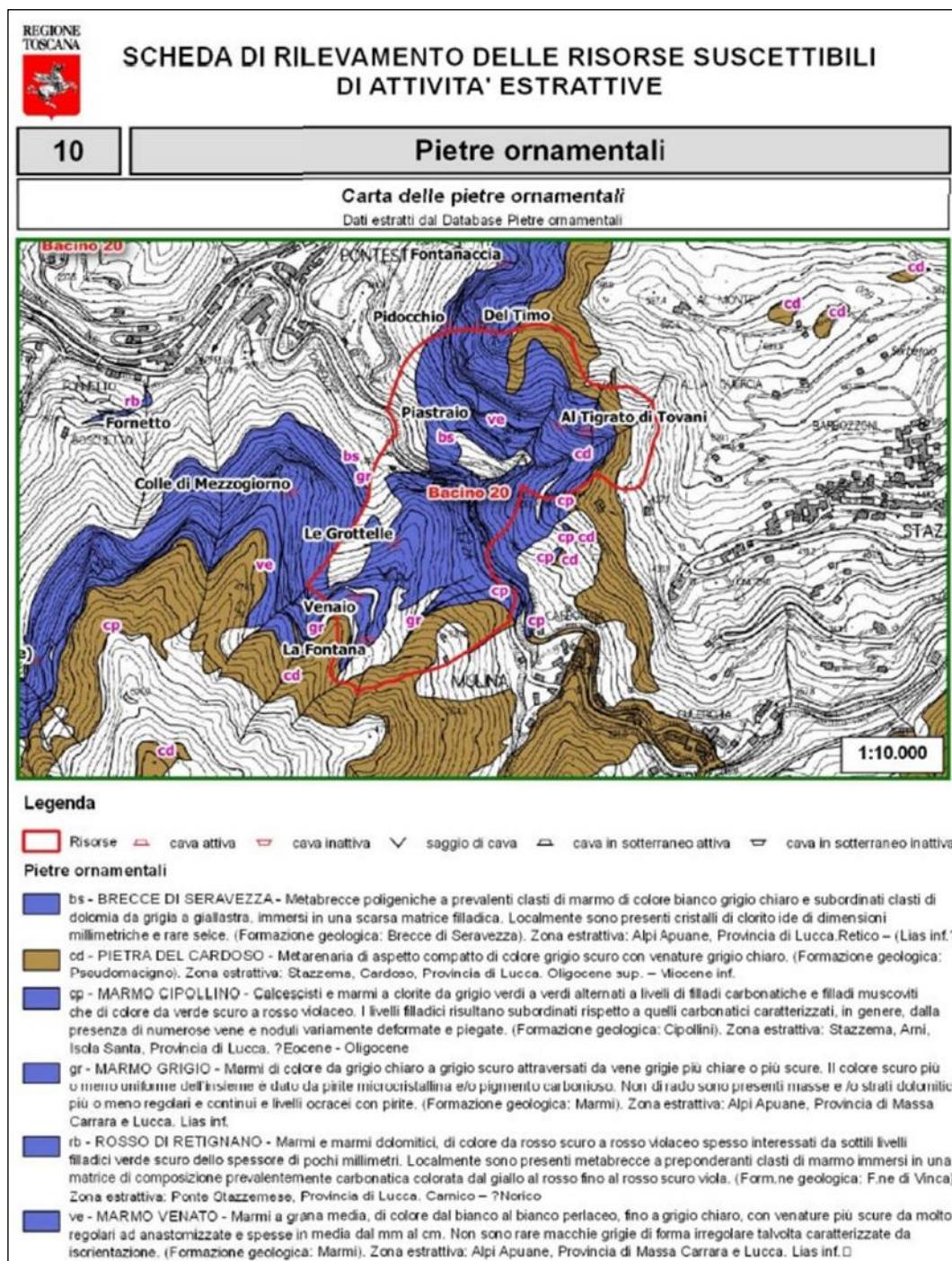


Fig. 3.9 - Estratto fuori scala della "Carta delle pietre ornamentali" – Piano Regionale Cave.

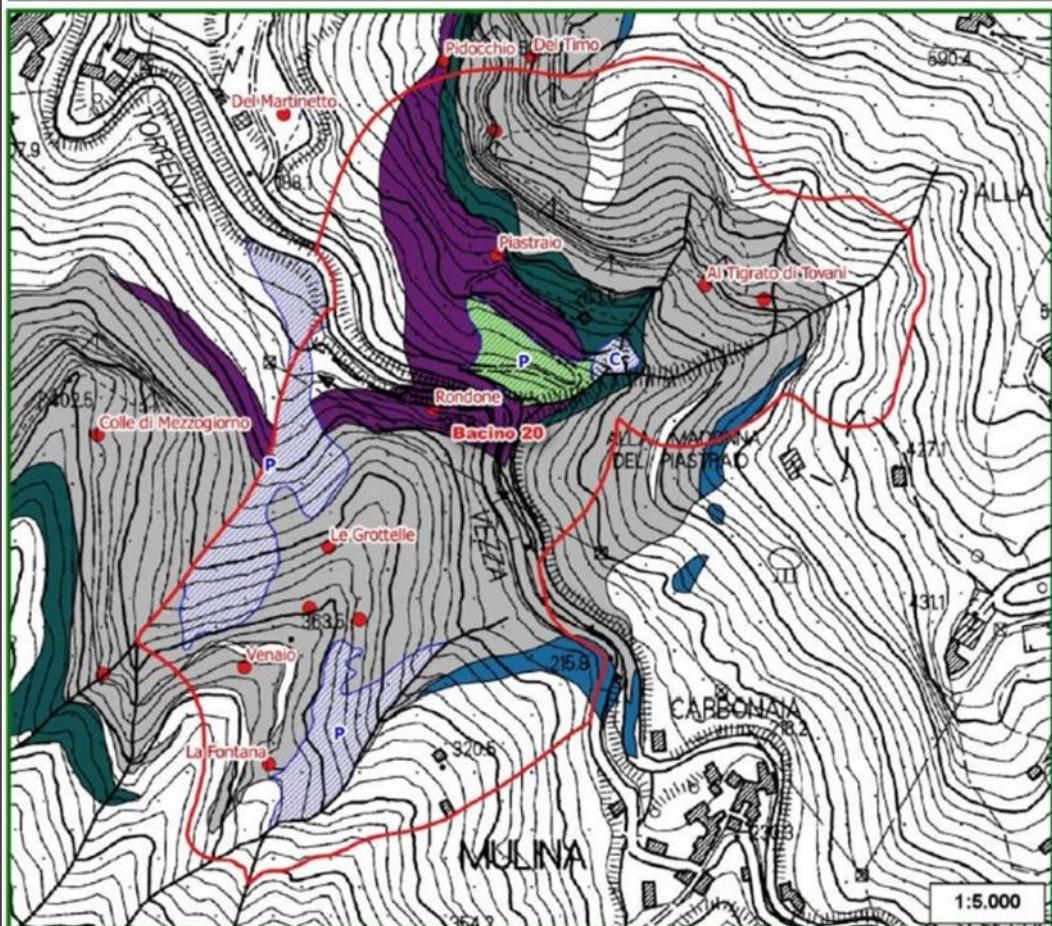


SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITA' ESTRATTIVE

10a

Pietre ornamentali

Carta giacimentologica dei Marmi delle Alpi Apuane
Dati estratti dal Database Marmi



Legenda

 Risorse	Ravaneti	Marmi varietà	
Marmi Apuane			
● cave	 scaglie bianche	 ar - arabescato	 fa - fantastico
	 scaglie grigie	 bi - bianco	 gr - grigio
	 altro o colorati	 br - breccia rossa	 or - ordinario
	 alta	 bs - breccia di Seravezza	 rb - rosso rubino
	 media	 ca - calacatta	 st - statuario
	 bassa	 co - nero di Colonnato	 ve - venato
		 cp - cipollino	 zb - zebriño
			 nc - varietà non detta /marmi non coltivati

Fig. 3.10 - Estratto fuori scala della "Carta giacimentologica dei marmi delle Alpi Apuane" – Piano Regionale Cave.

Si riportano in seguito alcuni estratti dal Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12 - Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Carta geologica.

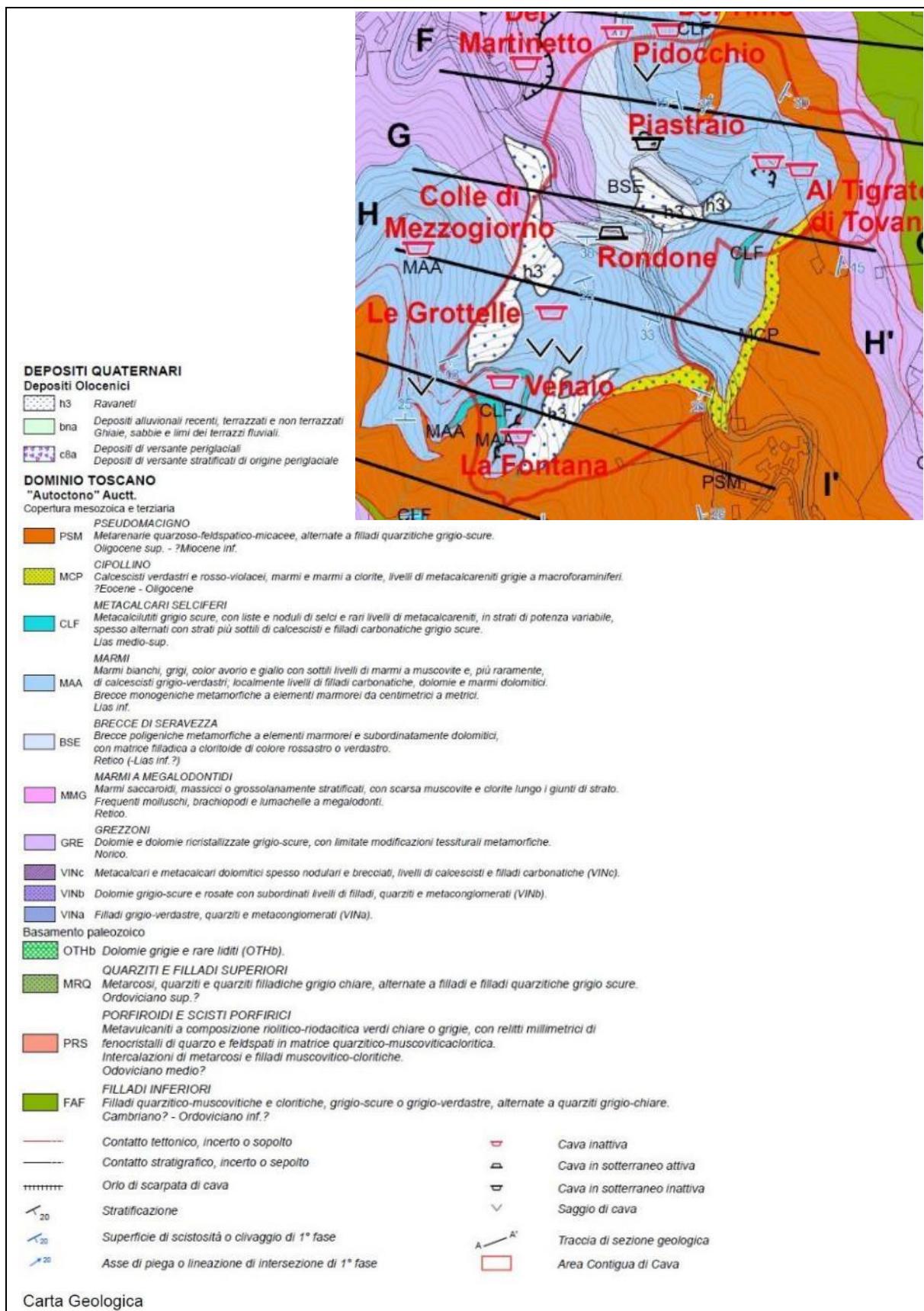


Fig. 3.11 - Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12 - Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Carta geologica.

A titolo di esempio si riporta la sezione E-E la cui traccia è indicata nell'estratto planimetrico precedente.

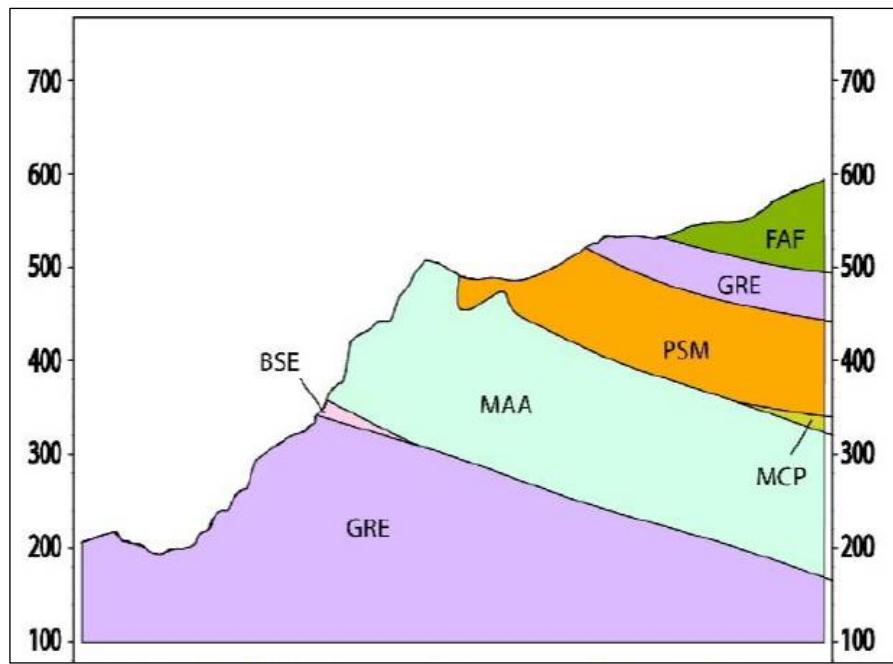


Fig. 3.12 - Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12 - Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Sezione geologica.

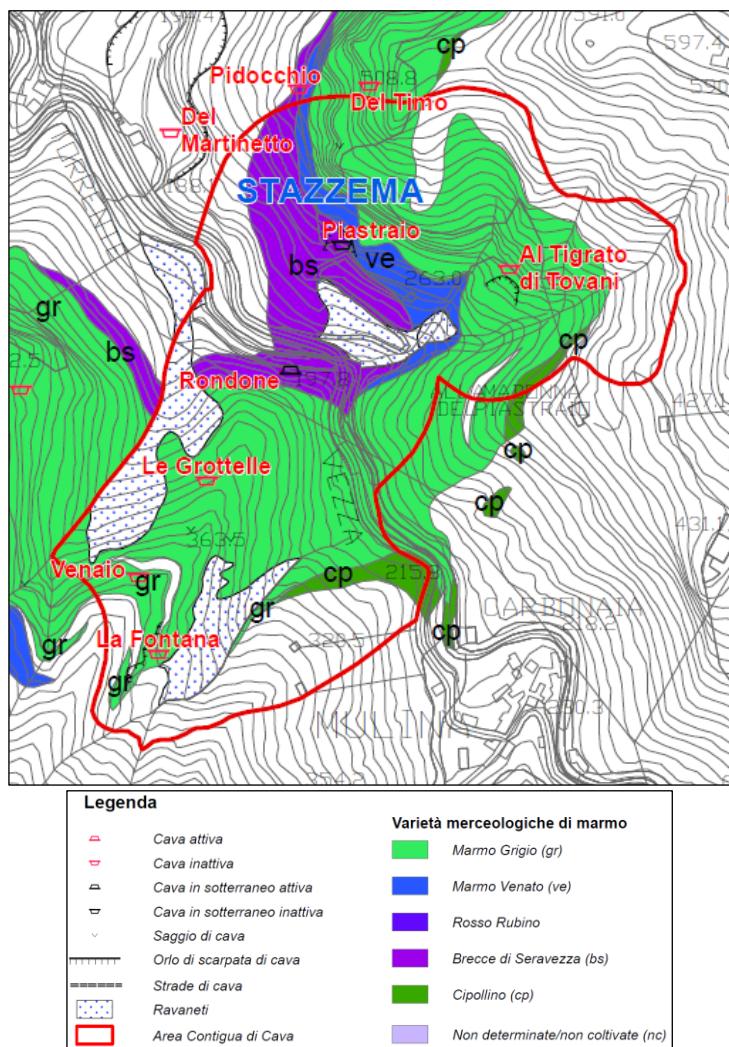


Fig. 3.13 - Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12 - Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Carta varietà merceologiche.

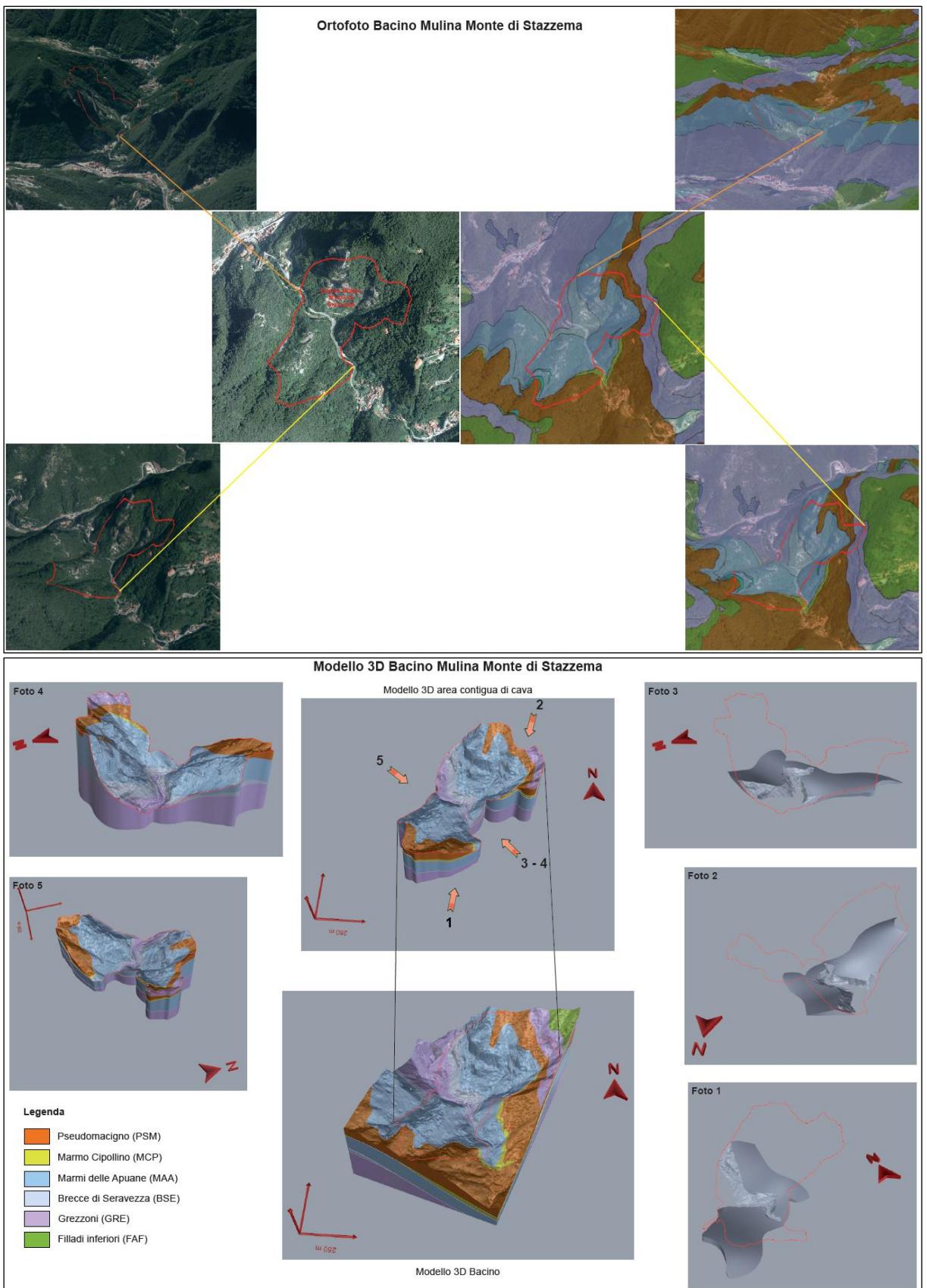


Fig. 3.14 - Piano Regionale Cave della Regione Toscana, PR12 - Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane. Ortofoto e modello 3D del bacino Mulina Monte di Stazzema.

Dal punto di vista strutturale l'area del bacino estrattivo si sviluppa lungo il fianco diritto della sinclinale del Corchia, ricompresa tra la sinclinale di Carrara e l'anticlinale di Vinca-Forno ad ovest e l'anticlinale del Monte Tambura e una serie anticinali e sinclinali minori nell'area di Arni-Vagli ad est. Queste megastrutture si sono sviluppate in seguito alla compressione tettonica che, nell'orogenesi terziaria, ha originato il fold-and-thrust belt dell'Appennino Settentrionale (evento D1, Oligocene sup. - Miocene iniz.). Durante la D1, inoltre, si è sviluppata una scistosità di piano assiale (S1), penetrativa a tutte le scale, che ha trasposto l'originaria stratificazione.

In corrispondenza del bacino estrattivo *“la scistosità principale ha una andamento abbastanza costante N150-170 con una inclinazione variabile da 30 a 40° verso NNE, con deboli piegamenti ad opera della scistosità tardiva.*

Andando nel dettaglio la scistosità principale ripiega una superficie precedente, ben visibile su alcuni tagli di cava e per il piegamento della lineazione di estensione L1. Conseguentemente la scistosità principale nella zona di cava, analogamente a quanto succede nella zona di Volegno- Cardoso, deve essere attribuita alla deformazione D2 (Carmignani e Giglia).

Questo fatto non ha però conseguenze sull'attività estrattiva non avendo questa deformazione coinvolto i sovrastanti grezzi nelle strutture della lente di Verrucano, mantenendosi all'interno quindi della lente carbonatica e portando solo ad una più complessa ornamentazione. Le cave delle brecce di Seravezza delle cave “Rondone”, così come per l'adiacente area delle cave del “Piastraio”, sono tutte situate nel fianco diritto della struttura della “Sinclinale del Monte Corchia”. Mentre sulla montagna omonima la struttura sviluppa una grande apertura della piega sinclinale con evidenza di situazioni complesse e vari livelli di marmi arabescati e statuari, studiata in dettaglio da vari autori (Giglia, 1967; Carmignani e Giglia, 1983; Progetto Marmi, 2007) nella zona di Pontestazzemese si presentano importanti livelli delle formazioni dei Grezzi e delle Brecce di Seravezza, mentre al di sopra di tali livelli tutta l'area presenta aree con intensi sforzi di deformazione tettonica-milonitica e per strain polifasato, esercitato su litologie fortemente deformabili in un ambiente metamorfico di tipo compressivo e soprattutto duttile.

L'area delle cave di Brecce di Seravezza delle Mulina è infatti inquadrabile all'interno dell'area geologicamente complessa delle Alpi Apuane meridionali denominata “Zona dello Stazzemese”, (Conti et al, 2010) che viene caratterizzata da ampie fasce di rocce tettonitiche oggi studiate all'interno della formazione dei marmi come “Bardigli Fioriti”. A differenza di quanto attualmente noto nelle Alpi Apuane centro settentrionali, le principali strutture geologiche individuate nel settore meridionale del complesso metamorfico qui preso in considerazione risultano in prevalenza essere legate alla seconda fase deformativa (D2) degli studi classici di Carmignani e Kligfield (1990;1994) con particolare riferimento alla transizione dal regime compressivo delle strutture rispetto a quello della formazione di pieghe in regime di deformazione distensiva. Un tratto peculiare distintivo dell'area studiata è quindi la presenza di importanti contatti tettonici derivati dalla deformazione D2 con forti elisioni delle litologie, talora con contatti diretti tra le formazioni paleozoiche del basamento delle Filladi Inferiori con lo Pseudomacigno, formando estese zone di “miloniti” e fenomeni di intensa deformazione orientata nei marmi fino alla formazione di particolari litologie come i già prima menzionati marmi “Bardigli Fioriti”, conseguenza dell'interazione tra la formazione dei marmi e le arenarie dello Pseudomacigno in una estesa area tra Monte Alto (Retignano) e il Monte di Stazzema.

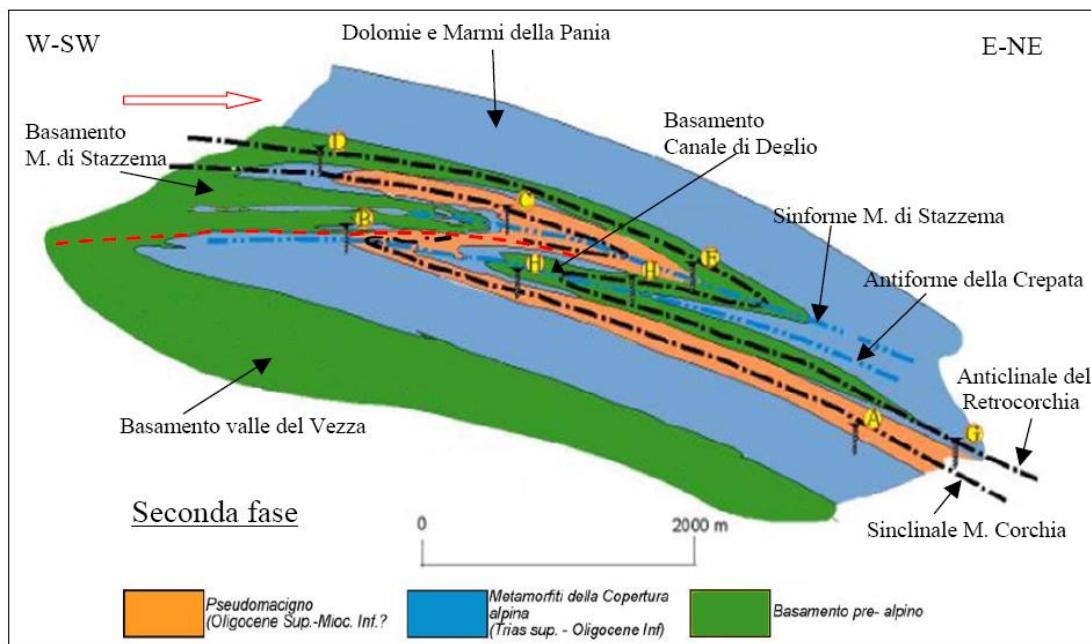


Fig. 3.15 - Modello strutturale della fase de formativa D2 nella zona dello Stazzemese

(tratto da *Relazione geologica e tecnica progetto di coltivazione e ripristino – cava Rondone – Lorenzoni, Mancini, agosto 2012*)

Dal punto di vista giacentologico il bacino estrattivo si contraddistingue in particolar modo per l'affioramento di un livello più o meno potente di Brecce di Seravezza.

Il regime deformativo duttile della “Zona dello Stazzemese” ha influenzato tutte le litologie delle originarie “brecce sedimentarie” (l’origine delle metabrecce apuane è ancora oggetto di discussioni e confronti tra geologi) andando comunque a caratterizzare in modo rilevante la formazione dell’aspetto tipico delle “Brecce di Seravezza”. Questa formazione, a livello di sviluppo delle sue varie qualità commerciali scavate, possiede in queste aree zona di elezione per la presenza di una grande quantità di tipologie conosciute, sia a seconda della colorazione della matrice delle metabrecce (Breccia Gialla-Viola, Breccia Violetta, Breccia Smirne, Breccia di Montalto, Breccia Grotte Bianche, Mischio di Petarocchia) sia per la più elevata disomogenetità nella presenza dei clasti calcarei e dolomitici all’interno delle matrici scistose policrome (nel caso della presenza delle dolomie, il nome tipico da usarsi è il “mischio” mentre per la breccia s.s. si deve presentare una completa presenza di clasti di marmi bianchio a pasta distattuario). La formazione delle Brecce di Seravezza ha avuto ampio sviluppo di studi paleo stratigrafici e petrografici di vari autori (Franceschelli et al., 1996; Pannuti, 1992) che a livello di dettaglio hanno potuto indagare e porre relativa conferma alle originarie ipotesi di Giglia e Trevisan (1966) che inquadrono queste rocce come il risultato di una temporanea emersione della piattaforma carbonatica-dolomitica apuana durante il Trias, in ambiente subaereo arido con formazione di “crostoni residuali di tipo lateritico; in questo paleo ambiente si sarebbe verificato uno smantellamento delle dolomie e marmi con formazione di “brecce di caduta” e brecce sedimentarie a matrice con minerali di ferro, cloritoide e ossidi di manganese. La situazione descrittiva delle varietà merceologiche e della denominazione delle cave di Brecce di Seravezza presenti nell’area di studio è inquadrata nelle cartografie del nuovo “Progetto Marmi” della Regione Toscana, di cui al foglio CTR n°260040 alla scala 1:10.000, di cui si illustra dettaglio. La cava del Rondone è classificata in queste cartografie con il n°40.

La lente di Brecce di Seravezza ha un andamento molto regolare con orientazione prevalente N190-100 con inclinazione di circa 30° verso SE ritrovandosi su entrambe le sponde del torrente delle Mulina e con spessori che sono stati valutati dai vari studi compiuti nel passato e nei precedenti piani di coltivazione della Rocdata (ing. Gardenato) in oltre 20 metri.

Attraverso l'indagine comparata tra le varietà merceologiche visibili nei cantieri di altre cave limitrofe (Piastraio) e un rilevamento di dettaglio effettuato nel giugno 2012, e' stato possibile verificare, dal basso verso l'alto la seguente successione dei livelli produttivi :

- livelli di Breccia Violetta al contatto con le dolomie grezzonei (quota m. 190)
- livelli di marmo grigio-venato (visibili alla quota 197-200 sulla strada di arroccamento)
- livelli di Breccia Violetta all'ingresso del sotterraneo (quota m. 199-203 piazzali esterni) oggetto anche della futura coltivazione in galleria.

I livelli di Breccia Violetta o "Breccia Rondone" o "Breccia Medicea" sono conosciuti in questa zona da moltissimi anni e sono stati oggetto anche di studi scientifici di varie università.

Le successioni di tipo stratigrafico, a causa della tettonica, sono comunque interamente sfalsate e trasposte e i livelli di brecce coltivabili presentano le caratteristiche di lenti e "ovuli" di vario spessore e persistenza laterale.

(tratto da Relazione geologica e tecnica progetto di coltivazione e ripristino – cava Rondone – Lorenzoni, Mancini, agosto 2012)

All'interno del bacino estrattivo è possibile individuare tipologie di marmi che assumono ornamentazioni molto variabili e molto particolari. Spesso le qualità sfumano tra loro costituendo livelli metrici con immersione molto debole, circa 25/30° verso S SE.

I marmi con qualità bardigliacee, affiorano in particolare lungo i saggi esplorativi presenti nel versante superiore in sinistra idrografica della valle, al di sopra della cava Rondone, mentre le cave in galleria Rondone e Piastraio si sviluppano in particolare lungo livelli di Brecce di Seravezza e Marmi Cipollini.

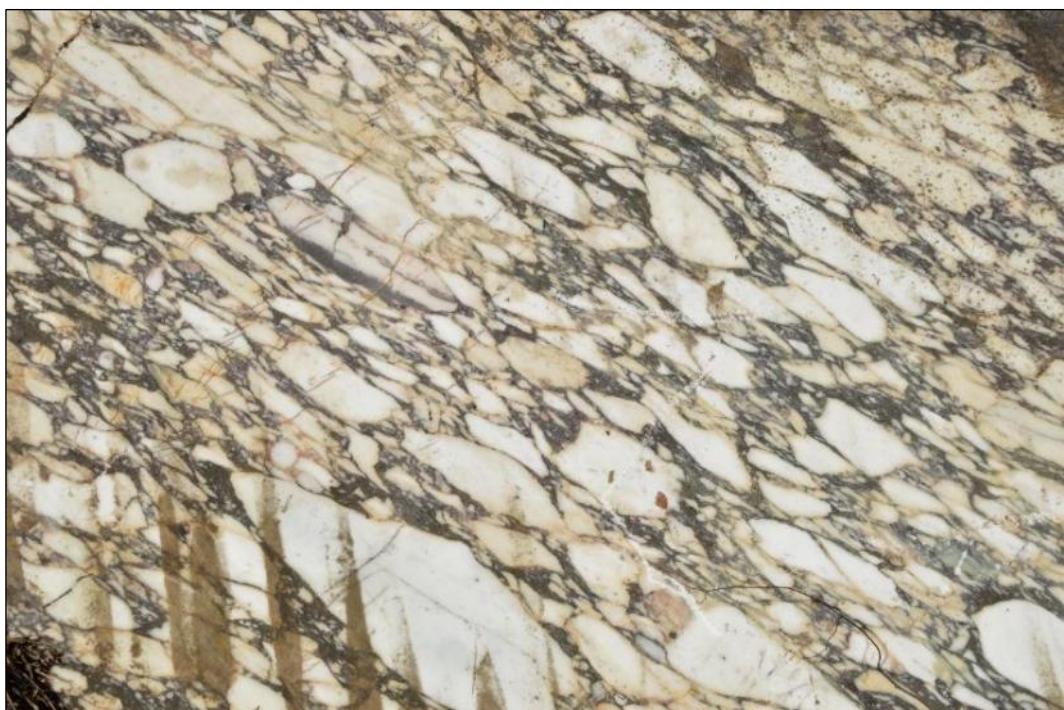


Fig. 3.16 - Immagine fotografica della qualità marmorea brecciata presente lungo i fronti esterni della cava Piastraio



Fig. 3.17 - Immagine fotografica della qualità marmorea calacattoide presente all'interno del sotterraneo della cava Piastraio



Fig. 3.18 - Immagine fotografica della qualità marmorea brecciata presente in corrispondenza della cava Rondone

Un ulteriore affioramento di marmi bardigliacei è presente lungo i versanti nord orientali del bacino, sempre in sponda idrografica destra. In tale area sono presenti numerosi fronti di cava dismessi a cielo aperto che interezzano buona parte del versante.



Fig. 3.19 - Immagine fotografica dei vecchi fronti di cava presenti nella porzione nord orientale del bacino estrattivo, caratterizzati dall'affioramento di qualità marmoree bardigliacee.

Dai rilievi eseguiti e dai dati ricavati anche dal Progetto di indagine tridimensionale della risorsa marmifera del sottosuolo delle Alpi Apuane allegato al PRC, si può stabilire una volumetria del solo giacimento di brecce di Seravezza e di marmi calacattoidi presente all'interno del bacino estrattivo superiore ad 1.000.000 di m³. A questi si possono aggiungere i livelli dei marmi cipollini e grigi, sicuramente ancora più estesi.

4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

(Dati elaborati sulla base di *“Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell’acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d’Oltre Serchio e Santa Maria del Giudice”* (Centro di Geotecnologie dell’Università degli Studi di Siena, 2007).

4.1 - IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELLE ALPI APUANE

In termini generali l’intera area apuana, dal punto di vista idrografico, può essere inserita nel *Corpo Idrico Sotterraneo Significativo* delle Alpi Apuane (CISS-AP), il quale comprende il dominio fisiografico delle Alpi Apuane e dei Monti d’Oltre Serchio, all’interno di un contesto più ampio e riferibile ad un Corpo Idrico Significativo Sotterraneo di tutta la Toscana Settentrionale (Vd. Fig.4.1).

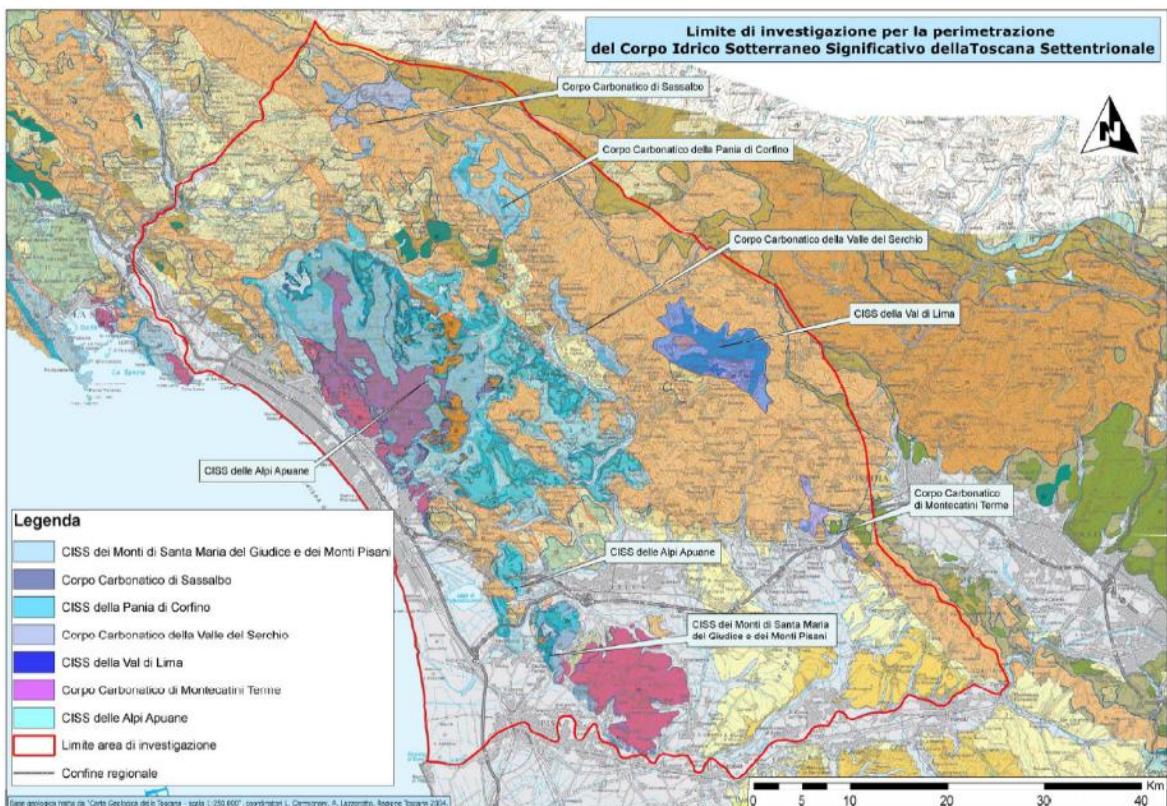


Fig. 4.1 - Immagine relativa al CISS della Toscana Settentrionale derivante dallo *“Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell’acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d’Oltre Serchio e Santa Maria del Giudice”* (CGT,2007)

Tali considerazioni sono state messe in evidenza in seguito alla convenzione tra Regione Toscana e Centro di Geotecnologie dell’Università degli Studi di Siena ed alle attività inerenti al progetto denominato *“Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell’acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d’Oltre Serchio e Santa Maria del Giudice”* (CGT,2007).

Questo studio, che principalmente consiste in una riorganizzazione del materiale già esistente in bibliografia, ha portato ad una descrizione non solo puramente geometrica dei corpi idrici; infatti tutte le formazioni geologiche presenti, definite secondo la Legenda Geologica e Geomorfologica - Carta Geologica Regionale della Regione Toscana in scala 1:10.000 (CGT, 2007), sono state classificate sulla base del comportamento idrodinamico.

Successivamente, sulla base dell’aspetto compositivo prevalente delle formazioni geologiche, e relativi membri, sono state distinte le formazioni carbonatiche da quelle non carbonatiche.

I complessi idrogeologici sono quindi stati definiti sulla base del tipo prevalente di *permeabilità*. La permeabilità è la capacità che hanno le rocce, sciolte o lapidee, di lasciarsi attraversare dall'acqua in presenza di un gradiente idraulico (Celico, 1986; Civita, 2005). La permeabilità può essere definita di tipo primario (permeabilità per porosità), legata a fattori deposizionali, alla granulometria, assortimento e forma dei clasti, o di tipo secondario (permeabilità per fratturazione e / o carsismo), se dovuta a fattori post diagenetici. Questa proprietà esprime perciò la capacità di deflusso delle acque sotterranee.

Nell'effettuare la caratterizzazione del Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane (CISS-AP), non essendo disponibili dati puntuali del coefficiente di permeabilità, o conducibilità idraulica, per le rocce presenti nell'area di studio è stato utilizzato un criterio di valutazione basato sulle caratteristiche idrodinamiche delle rocce di tipo semiquantitativo: la *permeabilità relativa*.

Con tale terminologia si definisce il comportamento idrodinamico di un complesso idrogeologico (inteso come insieme di litotipi caratterizzati da unità spaziale e giacitutrale, un tipo comune di permeabilità ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo ristretto; Civita, 1973) nei confronti di altri complessi associati al primo nel medesimo contesto (Civita, 2005). La permeabilità relativa (indipendentemente dal tipo) è solitamente espressa in modo qualitativo (es.: permeabilità alta, media, bassa) ed è definita sulla base di un gran numero di fattori tra cui il tipo, la frequenza e le dimensioni dei meati (fessure e/o condotti), le portate fornite dalle sorgenti, il coefficiente di infiltrazione efficace, la densità del reticolo di drenaggio, osservazioni di campagna e dei rapporti tra i fattori stessi.

Sulla base del tipo prevalente di permeabilità (quasi esclusivamente per fratturazione e/o carsismo, per fratturazione per rocce e materiali lapidei), i corpi idrici vengono classificati secondo cinque gradi di permeabilità relativa:

- **I Permeabilità da bassa a molto bassa**
- **II Permeabilità medio - bassa**
- **III Permeabilità media**
- **IV Permeabilità medio - alta**
- **V Permeabilità alta**

In definitiva la natura compositiva, la presenza di estesi e ben noti fenomeni carsici e le osservazioni sulle rocce affioranti consentono di definire due tipologie di permeabilità secondaria:

1. la prima è attribuibile alle rocce che presentano permeabilità per fratturazione, ovvero quelle rocce in cui il carsismo è limitato o assente, e la circolazione avviene essenzialmente attraverso il reticolo di fessure e fratture (circolazione di tipo dispersivo). Il ritenere che nel complesso in queste rocce la circolazione sia di tipo dispersivo, non esclude che localmente possano essere presenti fenomeni carsici che vadano ad alterarne le caratteristiche idrodinamiche.
2. alla seconda tipologia sono invece riferibili le rocce permeabili per fratturazione e carsismo, nelle quali sono presenti diffusi fenomeni carsici e la circolazione avviene attraverso i condotti carsici, che possono essere diversamente sviluppati in termini di importanza, ed il reticolo di fratture (circolazione a dreno dominante e a dreni interdipendenti (Civita, 2005).

Si deve comunque ricordare che i complessi idrogeologici in roccia sono dotati di una permeabilità primaria di tipo interstiziale che, nonostante sia ordini di grandezza inferiori rispetto alla permeabilità per fratturazione e/o carsismo, può giocare un ruolo importante nel movimento di sostanze in soluzione attraverso processi diffusivi (Bear, 1993). Per tale motivo si ritiene che la terminologia "*permeabilità mista*" sia da applicarsi solamente a quei depositi scolti o non consolidati nei quali l'ordine di grandezza della permeabilità primaria sia confrontabile con quello della secondaria.

Sulla base di quanto descritto, nelle seguenti tabelle vengono riassunte le principali caratteristiche dei corpi idrici in relazione ai membri di ciascuna formazione (Vd. Tab. 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4):

Sigla CARG	Descrizione Sigla CARG	Unita	Carbonatico (c) Noncarbonatico (nc)	Tipo permeabilità	Legenda permeabilità relativa CISS
Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")					
MOD	Arenarie Monte Modino. Arenarie torbiditiche e marne siltose. Oligocene sup. - Miocene inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	II
OMM	Olistostroma Mone Modino. Oligocene sup. - Miocene inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	II
MMA	Marne e marne calcaree con strati sottili e medi di arenarie. Marne di Marmoreto. Oligocene sup. - Miocene inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	II
MAC	Macigno. Arenarie quarzoso - feldspatico -micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di argilliti siltose. Oligocene sup. - Miocene inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	II
MACa	Olistostromi di materiale ligure e subligure. Oligocene sup. - Miocene inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	II
STO5	Scaglia toscana. Membro delle argilliti di Rovaggio. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	I
STO4	Scaglia toscana. Membro delle argilliti di Dudda. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
STO3	Scaglia toscana. Membro delle Calcareniti di Montegrossi. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	III
STO1	Scaglia toscana. Membro delle Argilliti di Brolio. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	I
STOb	Scaglia toscana. Calcari di Puglianella. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
STOa	Scaglia toscana. Brecce calcareo silicee. Cretacico inf. - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
STO	Scaglia toscana. Argilliti, argilliti siltose e marnose con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti; rare radiolariti. Cretacico inf.? - Paleogene	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	I
MAI	Maiolica. Calcilutiti selcifere ben stratificate, bianche nella parte inf., grigie con rari livelli calcarenitici nella parte superiore. Titoniano sup. - Cretacico inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
DSD	Diaspri. Radiolariti rosso scure o verdi, sottilmente stratificate localmente con interstrati argillitici. Talvolta, nella	Successione toscana non metamorfica	nc	PF	II

	parte alta della formazione, marne silicee e argilliti rosse con rare intercalazioni di calcilutiti silicee grigio - verdastre. Malm p.p.	("Falda Toscana")			
SVL	Calcare selcifero della Val di Lima. Calcilutiti e calcareniti con noduli e liste di selce grigio - chiara. Dogger sup. - Malm inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
POD	Marne a Posidonomya. Marne e calcari marnosi grigio verdastri, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse di calcareniti talvolta selcifere. Lias sup. - Dogger p.p.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	nc	PF	I
LIM	Calcare selcifero di Limano. Calcilutiti talvolta marnose, grigio-chiare, ben stratificate, con noduli e liste di selce grigio-chiara. Lias medio - sup.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
RSA	Rosso Ammonitico. Calcari nodulari rosati, rossi o giallastri, ben stratificati con sottili interstrati marnosi e rare selci rosse	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
ANL	Calcaro ad angulati. Calcari marnosi grigio-scuri, alternati a marne siltose grigio-scuri e argilliti. Lias (Sinemuriano)	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PF	III
MAS	Calcare Massiccio. Calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e massicci. La parte inferiore comprende calcilutiti grigie talvolta con sottili orizzonti giallastri in corrispondenza dei giunti di strato. Lias inf.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
RET	Calcaro e marne a Rhaetavicula contorta. Calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne. Retico	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	III
CCA	Calcare cavernoso. Calcari dolomitici e dolomie grigie brecciati con struttura a cellette e dolomie cariate (carniole). Trias sup.	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
ctm	Cataclasite a prevalenti elementi marmi (area di Camaiore).	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
ctc	Cataclasite a prevalenti elementi di calcari retici e liassici (area di Greppolungo).	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
cts	Cataclasite a prevalenti elementi di rocce sedimentarie e metamorfiche in abbondante matrice carbonatica ed arenacea (Brecce di Grotta all’Onda, Brecce di Scisti)	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV
Br	Breccia di origine incerta	Successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana")	c	PFC	IV

Tab. 4.1 - Tabella riassuntiva CISS relativa alla Successione toscana non metamorfica (PF = permeabilità per fratturazione; PFC = permeabilità per fratturazione e carsismo; I/II/III/IV/V = grado di permeabilità).

Sigla CARG	Descrizione Sigla CARG	Unita	Carbonatico (c) Noncarbonatico (nc)	Tipo permeabilità	Legenda permeabilità relativa CISS
Unità toscane metamorfiche ("Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria)					
PSM	Pseudomacigno. Metarenarie quarzoso - feldspatico - micacee, alternate a filladi più o meno quarzitiche grigio - scure. Oligocene sup. - Miocene inf. ?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	nc	PF	I
CNU	Calcare a Nummuliti. Filladi muscovitiche verdastre, rosso - violacee e più raramente grigie, con livelli di metacalcareniti grigie e microforaminiferi. Eocene? - Oligocene	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	nc	PF	I
MCP	Cipollini. Calcescisti verdastri e rosso - violacei, marmi e marmi a clorite, livelli di metacalcareniti grigie a microforaminiferi.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PF	III
SSR	Scisti sericitici. Filladi Muscovitiche verdastre, rosso - violacee e grigie, con rari e sottili livelli di filladi carbonatiche, marmi a clorite e metaradiolariti rosse. Cretacico inf. - Paleogene	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	nc	PF	I
ENT	Calcaro selciferi a Entrochi. Metacalcilutiti grigio chiare e avorio con liste e noduli di selce. Titoniano sup - Cretacico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV
DSDa	Diaspri. Metaradiolariti rosse, violacee, verdastre, sottilmente stratificate, con interstrati di filladi quarzitiche. Malm	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	nc	PF	II
CCI	Calcescisti. Calcescisti grigio - verdastri, a patina di alterazione marrone chiaro, con sottili intercalazioni di filladi carbonatiche. Lias sup.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PF	IV
CLF	Calcaro selciferi. Metacalcilutiti 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 con tracce di pirite e ammoniti piritizzate. Lias medio - sup.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV
FAN	Formazione di Arnetola. Metabrecce ad elementi di marmo e selci, in matrice da verdastre - rossa a violacea. Lias? - Cretacico?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione	c	PFC	V

		mesozoica e terziaria			
MMR1	Marmo Zebrino. Lias inf (- medio?)	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	V
MRZa	Marmo Zebrino. Marmi bianchi a color avorio con sottili livelli di marmi a muscovite, più raramente di calcescisti grigio verdastri, localmente livelli di filladi carbonatiche. Lias inf. (- medio?)	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	V
BSEa	Brecce di Seravezza. Scisti a cloritoide. Brecce poligeniche metamorfiche a elementi marmorei e subordinatamente dolomitici, con matrice filladica a cloritoide di colore rossastro o verdastro. Livelli discontinui di filladi a cloritoide. Retico (- Lias inf.?)	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV
MMG	Marmi a Megalodonti. Marmi saccaroidi, massicci o grossolanamente stratificati, con scarsa muscovite e clorite lungo i giunti di strato. Frequenti molluschi, brachiopodi e lumachelle a megalodonti. Retico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV
GRE	Grezzoni. Dolomie e dolomie ricristallizzate grigio - scure, con limitate modificazioni tessiturali metamorfiche. La parte inferiore è generalmente costituita da brecce a elementi dolomitici, la parte intermedia da dolomie grigio chiare e grigio scure stratificate, la parte alta da dolomie a patina d'alterazione giallastra con tracce di filladi lungo i giunti di strato. Norico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV
GREa	Grezzoni. Dolomie brecciate ricristallizzate. Norico.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Successione mesozoica e terziaria	c	PFC	IV

Tab. 4.2 - Tabella riassuntiva CISS relativa alle Unità toscane metamorfiche - Autoctono Auctt. (Successione mesozoica e terziaria) (PF = permeabilità per fratturazione; PFC = permeabilità per fratturazione e carsismo; I/II/III/IV/V = grado di permeabilità).

Sigla CARG	Descrizione Sigla CARG	Unita	Carbonatico (c) Non carbonatico (nc)	Tipo permeabilità	Legenda permeabilità relativa CISS
Unità toscane metamorfiche ("Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore)					
VINc	Formazione di Vinca. Metacalcarci e metacalcarci dolomitici spesso nodulari e brecciati, livelli di calcescisti e filladi carbonatiche. Carnico - Norico?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	c	PF	IV
VINb	Formazione di Vinca. Dolomie grigio - scure e rosate con subordinati livelli di filladi, quarziti e metaconglomerati. Carnico - Norico?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	c	PF	IV
VINa	Formazione di Vinca. Filladi grigio - verdastre, quarziti e metaconglomerati. Carnico - Norico?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
VIN	Formazione di Vinca. Carnico - Norico?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
QMS4	Quarziti a grana fine e filladi sericitico - cloritiche (Membro delle Quarziti viola zonate). Carnico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
QMS3	Quarziti ben stratificate in grossi banchi a grana variabile fino a conglomerati (membro delle Quarziti bianco - rosa). Carnico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
QMS2	Quarziti con fitta stratificazione incrociata (Membro delle Quarziti verdi). Carnico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
QMS1	Filladi sericitico - cloritiche con intercalazioni di quarziti (Membro degli Scisti verdi). Carnico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
SRT	Filladi quarzitico muscovitiche grigio chiare o grigio - verdi, talora violacee, con intercalazioni di metaconglomerati e filladi scure. (Formazione della Verruca). Ladinico sup. - Carnico	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore	nc	PF	I
SRTa	Metaconglomerati quarzosi con matrice quarzitico filladica da grigio	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono	nc	PF	I

	verde a violacea (Formazione della Verruca). Ladinico sup. - Carnico	Auctt." - Ciclo mediotriassico superiore			
--	---	--	--	--	--

Tab. 4.3 - Tabella riassuntiva CISS relativa alle Unità toscane metamorfiche - Autoctono Auctt. (Ciclo mediotriassico superiore) (PF = permeabilità per fratturazione; PFC = permeabilità per fratturazione e carsismo; I/II/III/IV/V = grado di permeabilità).

Sigla CARG	Descrizione Sigla CARG	Unità	Carbonatico (c) Non Carbonatico (nc)	Tipo permeabilità	Legenda permeabilità relativa CISS
Unità toscane metamorfiche ("Autoctono Auctt." - Basamento ercinico)					
ASC	Brecce, conglomerati e filladi (Brecce di Asciano). Permiano inf.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
SFS	Filladi quarzitiche e metarenarie (Scisti di San Lorenzo). Carbonifero sup. (Westfaliano - Autuniano)	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
LCS	Calcescisti e filladi carbonatiche, cloritico - muscovitiche. Siluriano sup.? - Devoniano	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
OTHb	Dolomie grigie scure e rare lidiți. Siluriano sup.? - Devoniano	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
OTHa	Filladi grafitose nere, lidiți e metarenarie. Siluriano sup.? - Devoniano	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
OTH	Filladi e dolomie.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
MRQ	Metarcose, quarziti e quarziti filladiche grigio chiare, alternate a filladi e filladi quarzitiche grigio scure.	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
PRS	Porfiroidi e scisti porfirici. Metavulcaniti a composizione riolitico - iodacitica verdi chiare o grigie, con letti millimetrici di fenocristalli di quarzo e feldspati in matrice quarzitico - muscovitica - cloritica. Intercalazioni	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I

	di metarcosi e filladi muscovitico - cloritiche. Cambriano? - Ordoviciano?				
FAF	Filladi quarzitico - muscovitiche e cloritiche, grigio scure o grigio - verdastre, alternate a quarziti grigio - chiare (Filladi inferiori, Filladi e quarziti di Buti). Cambriano? - Ordoviciano?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I
FAFa	Rocce ignee a composizione basica (Metabasiti). Cambriano? - Ordoviciano?	Unità toscane metamorfiche - "Autoctono Auctt." - Basamento ercinico	nc	PF	I

Tab. 4.4 - Tabella riassuntiva CISS relativa alle Unità toscane metamorfiche - Autoctono Auctt. (Basamento ercinico) (PF = permeabilità per fratturazione; PFC = permeabilità per fratturazione e carsismo; I/II/III/IV/V = grado di permeabilità).

4.2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DEL BACINO ESTRATTIVO "MULINA - MONTE DI STAZZEMA"

Come già citato in precedenza l'area in esame si trova in una zona tipicamente montana, caratterizzata dalla presenza di aste idriche e fossi secondari, affluenti del Torrente Vezza, che rappresenta l'asta idraulica di maggiore importanza.

A grande scala il sito oggetto di interventi è ubicato infatti sia in sinistra che in destra idrografica del Torrente Vezza, il quale prende origine in località Culerchia alla quota di 240m s.l.m. ca. dall'unione del Fosso di Pomezzana e del Fosso di Picignana.

Le aste idriche minori ed i fossi rilevati in un intorno significativo dell'area in esame, a differenza del Torrente Vezza, non presentano un regime perenne, ma sono caratterizzati da un regime di alimentazione discontinuo e stagionale, con alternanza da prevalenti periodi di magra a periodi a regime torrentizio, soprattutto in concomitanza con eventi pluviometrici particolarmente intensi e duraturi.

Inoltre, il particolare assetto geomorfologico attuale rende particolarmente difficoltosa la definizione dell'andamento/scorrimento delle acque di ruscellamento superficiale.

L'assetto idrogeologico nell'area in interesse, e come più in generale per l'intero complesso delle Alpi Apuane, è infatti fortemente condizionato dalla prevalente natura carbonatica delle rocce affioranti. Tale aspetto è fondamentale per l'incertezza nella definizione del bacino idrogeologico ed idrografico; è presumibile, infatti, che gli spartiacque superficiali non svolgano un ruolo effettivo ed efficace per delineare la reale circolazione delle acque sotterranee e che, per l'intera area in esame, il bacino idrogeologico ad essa riferibile trovi alimentazione anche da rilievi ed affioramenti carbonatici posti a notevole distanza.

Come ampiamente descritto nel paragrafo precedente, dal punto di vista litologico, lungo l'asse centrale del bacino estrattivo in esame si rilevano Marmi.

Tale formazione è caratterizzata da una "permeabilità di tipo secondario" per fratturazione e, solo localmente, per carsismo.

Queste rocce presentano infatti un grado di fratturazione sia superficiale che profondo più o meno spinto, in funzione delle loro caratteristiche strutturali.

I fenomeni carsici nell'area complessiva non sono così diffusi e sistematici e quindi non è possibile classificare le rocce come altamente permeabili per carsismo.

Risulta corretto indicare un'elevata permeabilità secondaria per carsismo solo in presenza ed in corrispondenza di cavità carsiche con caratteristiche morfologiche tali da permettere l'assorbimento

di quantità d'acqua importanti e con conseguente realizzazione di un collegamento diretto e rapido con la falda acquifera di base.

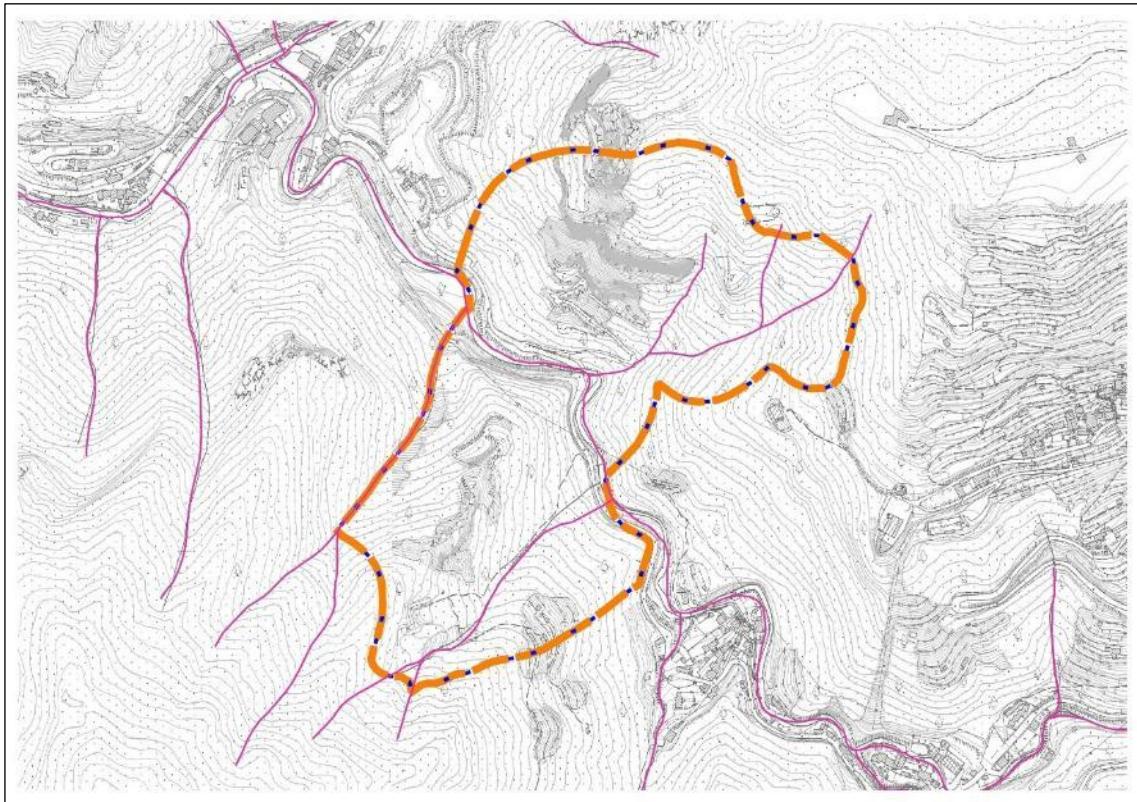


Fig. 4.2 - Estratto dal Database topografico multiscala della RT con indicazione del reticolo idrografico principale come da L.R. 79/2012 e smi.

Gli acquiferi carsici caratteristici di tutto il massiccio calcareo apuano, sono caratterizzati da una circolazione idrica molto complessa e difficilmente ricostruibile se non nei lineamenti principali.

Le litologie presenti ed in particolare i marmi sono caratterizzati da un'elevata diffusione di forme carsiche che si sono per lo più istaurate su un sistema di fratturazione più o meno pervasivo. In particolare il loro sviluppo si è intensificato in corrispondenza delle fratture più beanti, delle fasce finimentose e delle discontinuità tettoniche presenti.

L'andamento delle cavità carsiche in particolare è difficilmente prevedibile e ancora di più lo è lo schema di circolazione delle acque al loro interno.

Questo è condizionato oltre da quanto prima descritto anche dalla portata del flusso idrico che le attraversa e dalla presenza e dislocazione di materiale detritico, terre e argille residuali al loro interno. È possibile che a portate minime presenti all'interno delle cavità, le acque non recapitino a valle, ma vengano trattenute dall'acquifero e subiscano infiltrazioni in profondità, senza collegamenti con le sorgenti principali presenti a valle. Mentre, in caso di portate elevate, i condotti carsici vengono collegati in modo diverso, saturandone alcuni e quindi innescando scorrimento anche in condotti che in condizioni normali non riceverebbero acqua. Non è possibile comunque escludere anche il comportamento inverso. Ad ogni evento di piena poi, la presenza all'interno di materiale terroso e detritico, può cambiare dislocazione e quindi alterare a sua volta il flusso idrico.

Quindi l'assetto di un sistema carsico è frutto di un punto di equilibrio più o meno temporaneo raggiunto dal sistema a seconda delle condizioni a cui è soggetto.

In tale situazione di estrema incertezza appaiono non escludenti le prove eseguite con traccianti di qualsiasi natura essi siano, in quanto a seconda delle condizioni del sistema al momento dell'immissione, gli stessi possono o meno emergere in corrispondenza dei punti di monitoraggio a valle. Inoltre, situazione particolarmente valida per un'area di potenziale collegamento molto estesa,

la scelta delle cavità in cui procedere con l'immissione del tracciante risulta determinante in quanto non si conosce il reale andamento delle stesse.

Per tale motivo, in presenza di situazioni idrogeologiche molto complesse come quelle in esame, risulta necessario considerare comunque tutto l'ammasso roccioso costituente il volume di alimentazione dell'acquifero, potenzialmente in collegamento con lo stesso e quindi con i punti di venuta a giorno della falda.

Questo comporta che all'interno delle attività estrattive deve essere effettuata una corretta gestione di tutte le attività potenzialmente inquinanti ed in particolare delle acque di lavorazione e delle acque meteoriche dilavanti.

Tutte le cavità ipogee presenti negli affioramenti calcarei apuani fanno parte di un sistema molto complesso e variabile nel tempo e nello spazio di cui è impossibile dimostrare le eventuali modalità di collegamento con l'acquifero che alimenta le sorgenti poste a valle della stessa.

Nella corposa bibliografia esistente i sistemi idrogeologici presenti negli ammassi rocciosi calcarei sono suddivisi in tre tipologie principali:

Sistemi a dreno dominante.

In questi sistemi la rete di drenaggio è impostata prevalentemente in grossi collettori ubicati in prossimità del substrato impermeabile, mentre secondario è l'apporto delle discontinuità. Manca una zona satura vera e propria mentre sono presenti, nella parte più bassa dell'acquifero, tratti completamente allagati (sifoni), più o meno lunghi, che costituiscono unicamente una via di transito delle acque sotterranee. La rete di flusso risulta ben organizzata, con una serie di collettori principali e secondari in grado di smaltire rapidamente gli apporti infiltrativi. Le variazioni di portata di questi fiumi sotterranei sono estremamente marcate e le sorgenti sono quindi caratterizzate da un indice di variabilità molto elevato con magre pronunciate e piene improvvise e violente. Il picco di piena viene smaltito in tempi rapidi.

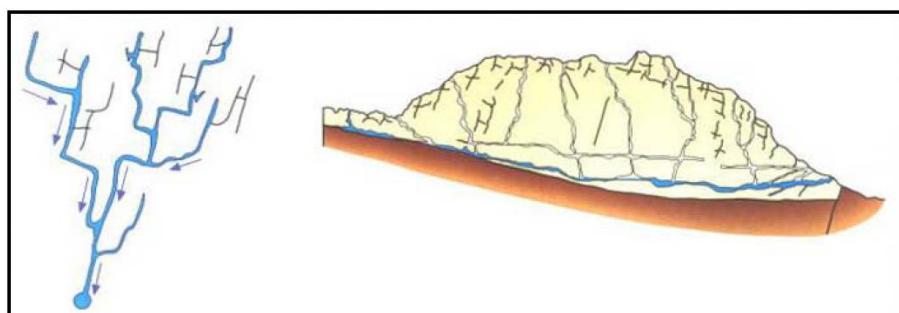


Fig. 4.3 - Schema di sistema carsico a dreno dominante

Sistemi a dreno indipendente.

La zona non satura è caratterizzata in genere dall'assenza d'importanti corsi d'acqua mentre possono essere particolarmente numerose le cavità ad andamento prevalentemente verticale. Queste grotte sono semi attive, in cui l'acqua circola solo in occasione di importanti precipitazioni, e costituiscono delle vie privilegiate del deflusso sotterraneo, tra loro indipendenti verso le zone più profonde dell'acquifero. La carsificazione della zona non satura può essere anche piuttosto ridotta, con assenza di grotte verticali percorribili e una circolazione idrica impostata prevalentemente su reticolari di fratture poco allargate. Possono essere presenti anche sistemi di condotti asciutti (gallerie fossili) ad andamento prevalentemente orizzontale, testimonianza delle diverse condizioni morfologiche e idrogeologiche che si sono succedute nel tempo. In profondità è invece presente una zona allagata molto estesa e caratterizzata da una serie di condotti e fratture collegate fra loro.

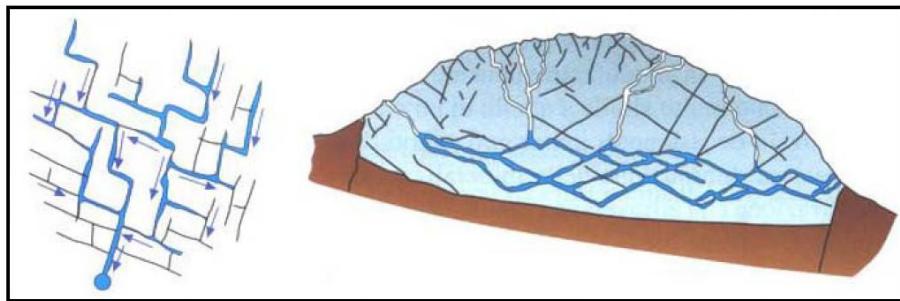


Fig. 4.4 - Schema di sistema carsico a dreni indipendenti

In tale zona la superficie piezometrica può essere piuttosto diversa da settore a settore e il relativo livello può essere soggetto a notevoli variazioni nel tempo legate all'arrivo di acque provenienti dalla superficie durante gli eventi meteorici e all'impossibilità della rete carsica di smaltire rapidamente l'ingente volume idrico. Alle sorgenti, il picco di piena a seguito degli eventi meteorici, viene smaltito in modo più lento.

Sistemi a circolazione dispersiva.

Sono caratteristici degli ammassi rocciosi carbonatici caratterizzati da un'intensa fratturazione, anche a piccola scala, con numerose famiglie di discontinuità tra loro collegate, tanto da rendere la circolazione profonda simile a quella di un acquifero poroso in ghiaie e sabbie. In questi sistemi non esistono collettori, ma solo una complessa rete di flusso, diffusa e omogenea e caratterizzata da una superficie piezometrica abbastanza regolare. Le eventuali cavità di un certo sviluppo presenti non condizionano le modalità del flusso idrico. Le acque si spostano molto lentamente nell'ammasso roccioso a seguito della permeabilità ridotta della rete di drenaggio. Le portate delle emergenze mostrano variazioni molto contenute nel tempo con importanti sfasature delle piene rispetto agli eventi precipitativi.

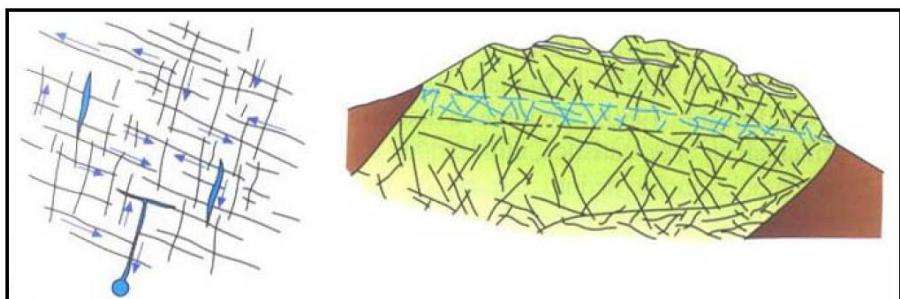


Fig. 4.5 - Schema di sistema a circolazione dispersiva

In complessi idrogeologici come quello in esame, in cui l'anisotropia risulta molto marcata, il fattore di scala può determinare, a livello di porzione di ammasso roccioso inglobante la singola cava, un comportamento caratteristico di diverse tipologie dei sistemi idrogeologici prima descritte.

In particolare può risultare frequente ritrovarsi in condizioni tali da rientrare nei parametri descrittivi di sistemi idrogeologici a circolazione dispersiva, o mista.

Quindi la distinzione tra permeabilità legata esclusivamente a fratturazione o a fratturazione e carsismo risulta molto influenzata dal fattore di scala.

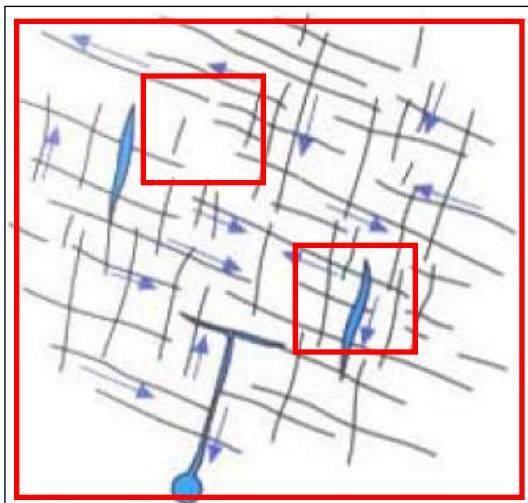


Fig. 4.6 - Schema di sistema a circolazione dispersiva con locali fenomeni carsici e influenza del fattore di scala

Se nel complesso le formazioni dei marmi possono essere considerate permeabili per fratturazione e locale carsismo (rettangolo rosso grande nella figura precedente), alla scala della porzione di ammasso roccioso interessato dalla presenza del sito estrattivo, possiamo ritrovarci sia in questa tipologia, nel caso in cui sia rilevata la presenza di cavità carsiche ben sviluppate all'interno o nelle immediate vicinanze del sito estrattivo (rettangolo rosso piccolo in basso a destra nella figura precedente), sia in situazioni in cui è esclusivamente la rete di fratture, solo se in collegamento tra loro, a governare la permeabilità secondaria (rettangolo rosso piccolo in alto a sinistra nella figura precedente), ma anche nelle molteplici situazioni intermedie che si possono palesare.

Ma anzi, locali affioramenti marmorei caratterizzati da una rete di fratture poco sviluppata e con la maggior parte degli esemplari serrati, possono determinare situazioni in cui la permeabilità si abbassa molto e il ruscellamento superficiale diventa predominante (si pensi agli affioramenti dei marmi cipollini apuani, caratterizzati da estrema saldezza). Oltre ciò, la presenza di riempimenti fini all'interno dei vuoti generati dalle fratture, siano essi naturali, le cosiddette argille residuali, siano essi di origine antropica, possono determinare locali importanti variazioni del grado di permeabilità.

La definizione quindi del grado di permeabilità di una porzione di ammasso roccioso interessato nelle operazioni di coltivazione di una cava di marmo può quindi risultare molto complessa se non impossibile e non obbligatoriamente deve corrispondere a quella dell'intero complesso idrogeologico in cui esso risulta inglobato.

Quindi si torna a rimarcare che deve applicarsi inevitabilmente il principio di precauzione, come si è sempre fatto d'altronde, ossia considerare che potenzialmente ognuna di esse possa essere collegata con l'acquifero profondo. Questo non vuole dire imporre una fascia di rispetto per tutte le fratture beanti rilevate in cava ma adottare degli accorgimenti per evitare che infiltrazioni diffuse di agenti contaminanti determini problematiche all'acquifero.

Per questo motivo si prevedono specifiche procedure nella gestione delle acque meteoriche e di processo, nella gestione dei rifiuti e delle aree e dei mezzi in cui si utilizzano idrocarburi e nella modalità di lavorazione.

Durante le attività di coltivazione le fratture beanti via via intercettate dovranno essere sigillate con materiali idonei per prevenire la possibile infiltrazione delle acque contaminate che potrebbero sfuggire dal sistema di gestione delle acque di lavorazione e delle acque meteoriche dilavanti.

Per non determinare alterazioni consistenti del regime idrogeologico della cava si eviterà la sigillatura delle stesse al momento della lavorazione degli ultimi ribassi previsti dal progetto di coltivazione e quindi nelle aree morfologicamente più deppresse e favorevoli all'infiltrazione delle acque meteoriche che cadranno sulle superfici a partire dal termine della coltivazione in poi.

In questo modo si potrà raggiungere un giusto equilibrio tra tutela dell'acquifero e minima alterazione del regime idrogeologico dell'area a fine coltivazione.

Sulla base di quanto sopra descritto, la permeabilità delle altre formazioni rilevate nel bacino estrattivo in esame risulta variabile in ragione della più o meno sviluppata componente carbonatica degli elementi che le costituiscono.

Per tale motivo, laddove prevalgono la componenti quarzoso filladiche o arenacee il substrato presenta una più limitata permeabilità secondaria per fratturazione. Pertanto, in queste zone è presumibile vi sia una circolazione idrica solo negli orizzonti più superficiali più alterata e fratturata dei substrati rocciosi.

Lungo i fronti oggetto di rilievo non sono stati individuati fenomeni e forme carsiche e tantomeno cavità.

Il molto limitato grado di fratturazione degli affioramenti marmorei oggetto di interesse estrattivo in questo bacino, determina la mancanza di una rete di fratture capace di infiltrare le acque verso un acquifero vero e proprio. Inoltre gli esemplari di fratture rilevati sono spesso serrati e non permettono l'infiltrazione delle acque.

L'attività estrattiva svolta in epoche recenti si è sviluppata prevalentemente in sotterraneo e quindi non ci sono state problematiche relative a dilavamenti dei piazzali di lavorazione dalle acque meteoriche con rischio di trascinamento di sostanze inquinanti.

I rilievi condotti non hanno evidenziato porzioni di galleria allagati o comunque con presenza di acqua di stallicidio in accumulo. Inoltre non sono state evidenziati stallicidi o percolazioni di rilevante entità anche durante i fenomeni meteorici più intensi.

In assenza di precipitazioni meteoriche le acque di stallicidio diminuiscono radicalmente.

L'ubicazione degli ingressi delle cavità carsiche principali, rilevate all'esterno del perimetro del bacino estrattivo in esame, viene indicata nelle specifiche cartografie tecniche disponibili nella cartoteca del portale Geoscopio della Regione Toscana, nella sezione "Grotte e carsismo".

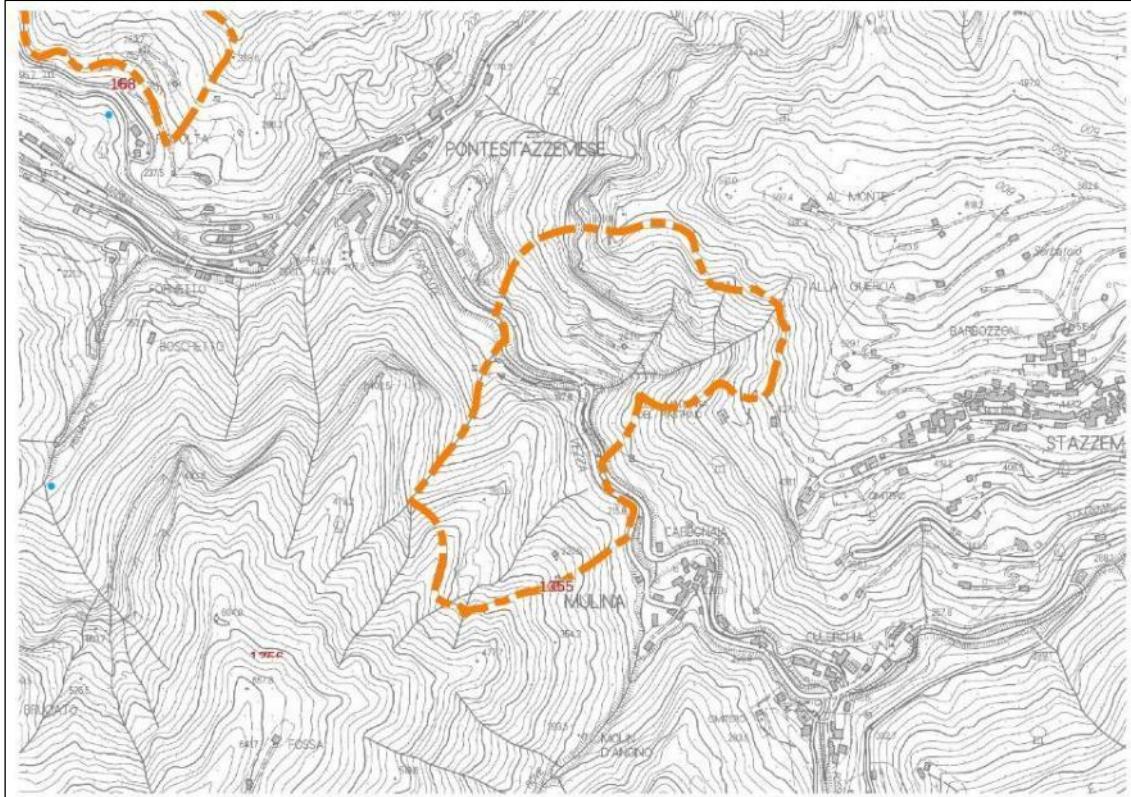


Fig. 4.7 - Carta tecnica in scala 1:10.000 della Regione Toscana relativa all'area del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema" con individuati gli ingressi grotte censiti (fonte Geoscopio Regione Toscana) rielaborata in ambiente GIS.



Regione Toscana



Regione Toscana - SIPT: Grotte e Carsismo

Scala 1 :10,000

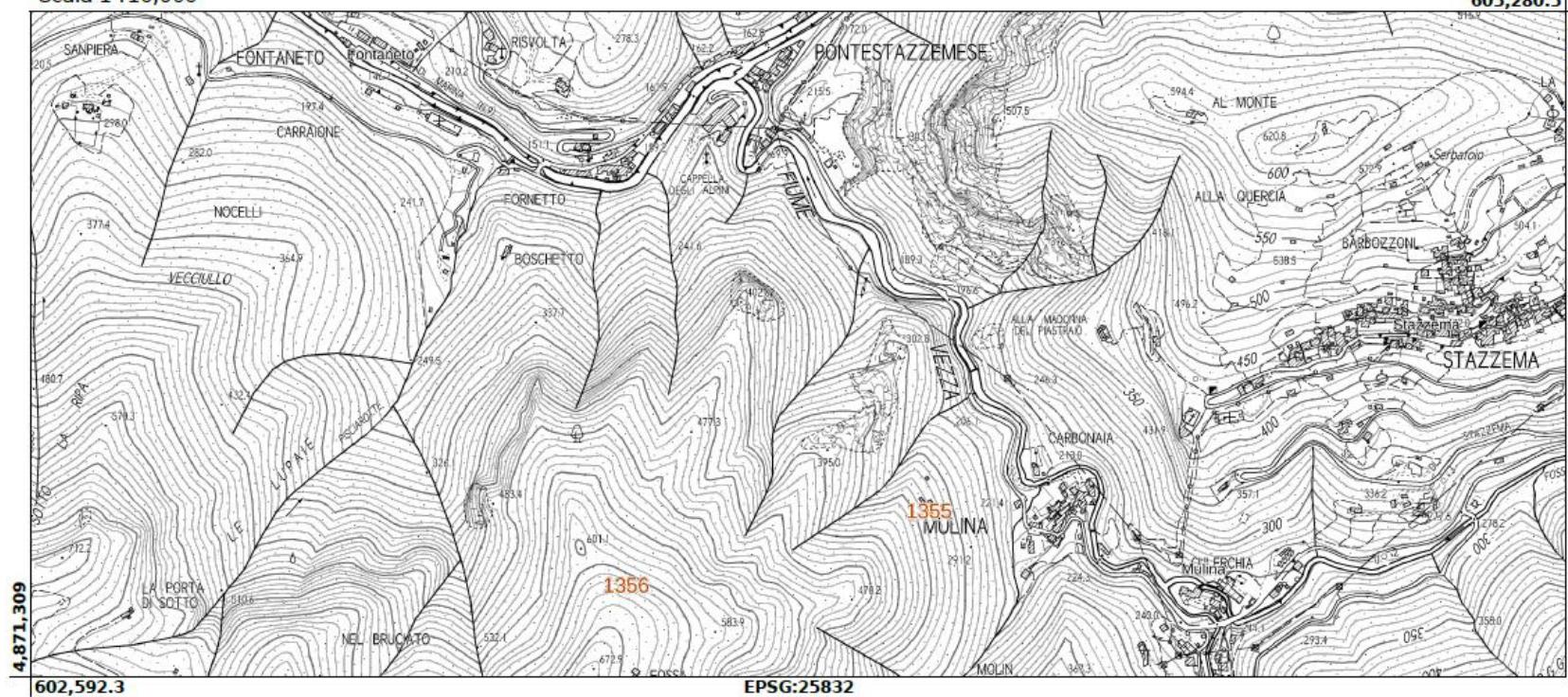


Fig. 4.8 - Carta tecnica del Catasto Grotte della Regione Toscana relativa all'area del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema" (Scala 1:10.000)

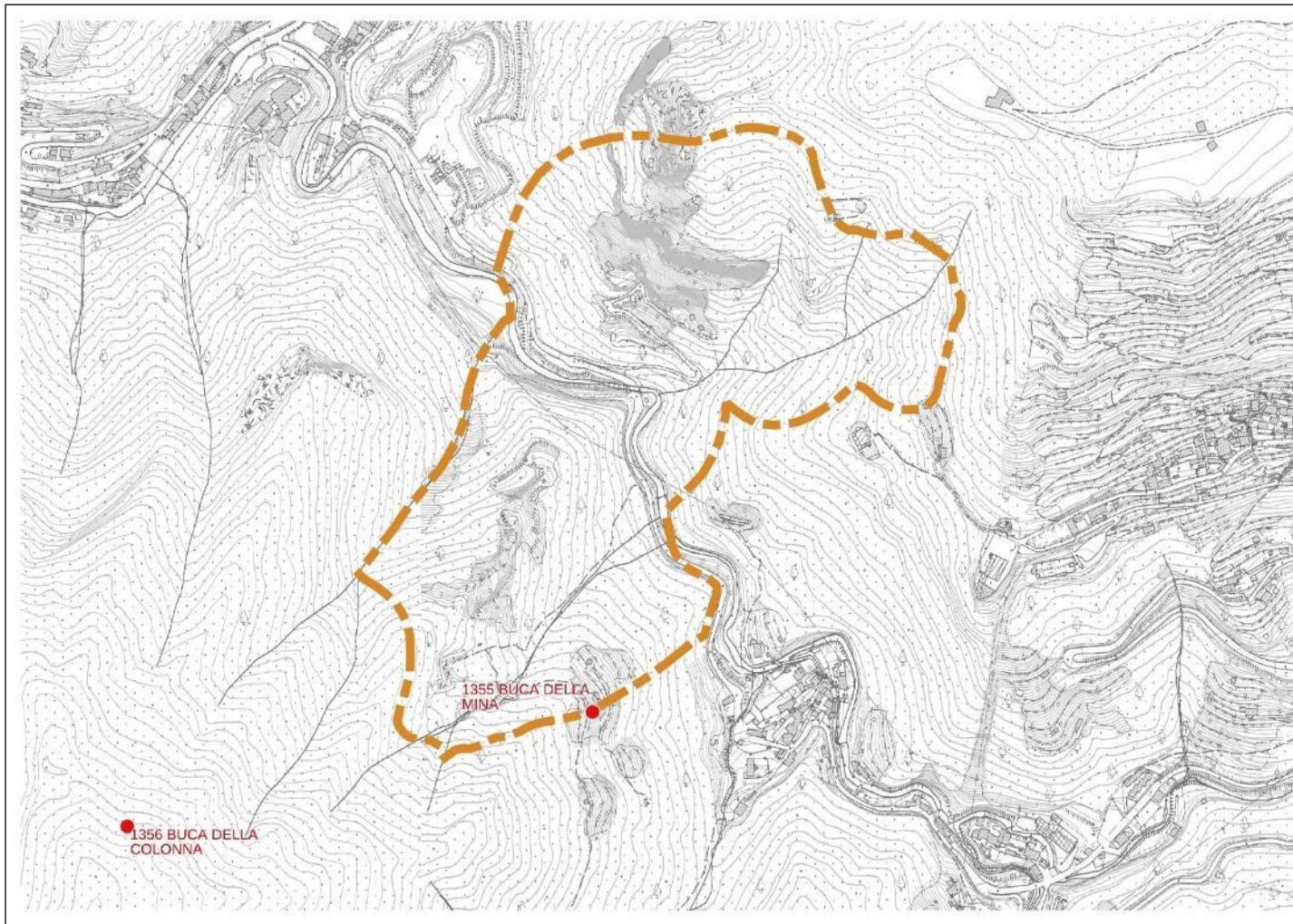


Fig. 4.9 – Sovrapposizione in ambiente GIS tra database Carsismo e Speleologia e database topografico multiscala del Geoscopio della Regione Toscana relativa all'area del bacino estrattivo "Mulina - Monte di Stazzema" (Scala 1:10.000)

Secondo quanto riportato nel Catasto delle Grotte della Regione Toscana sono presenti n.2 cavità carsiche, il cui ingresso, come anticipato, è ubicato esternamente al perimetro del bacino estrattivo in esame rispettivamente a S e a SW.

In particolare, la cavità denominata “Buca della mina” (Cod. Identificativo 1355/LU) ha ingresso posto alla quota di circa 330.0m s.l.m. (coordinate chilometriche Gauss-Boaga N4871615, E1604195), e dal punto di vista morfologico viene definita come “pozzo”, mentre da un punto di vista idrologico come “cavità assorbente”:

SCHEDA CENSIMENTO GROTTE		
1355/LU/BUCA DELLA MINA		
Sinonimi:		
Comune: STAZZEMA		
Località: Farnocchia	area carsica: ALPI APUANE	
SIC -		
Sezione IGM serie 25: 260 I	Pietrasanta	
Carta Tecnica Regionale: 260040	STAZZEMA	
Coordinate chilometriche (Gauss-Boaga): E 1604195	N 4871615	
Quota cartografica m s.l.m. 330		
Dislivello m: negativo 10	positivo 0	totale 10
Sviluppo m: spaziale 15	planimetrico 5	estensione 5
Caratteristiche dell'ingresso		
Geologia:		
Morfologia: pozzo		
Idrologia: cavità assorbente	Meteo:	
Note: Posizione incerta. Su scheda originale riportata quota 672.		
Scheda compilata da: Gruppo Speleologico Archeologico Versiliese		
Scheda aggiornata da:		
Anno censimento: 1997	Ultimo aggiornamento: 13-02-2021	

Fig. 4.10 - Scheda riassuntiva relativa alla cavità “Buca della mina” (1355/LU) estratta dal Catasto delle Grotte della Regione Toscana.

Nell'immagine successiva è possibile invece osservare lo sviluppo sia planare che in sezione della cavità carsica in esame:

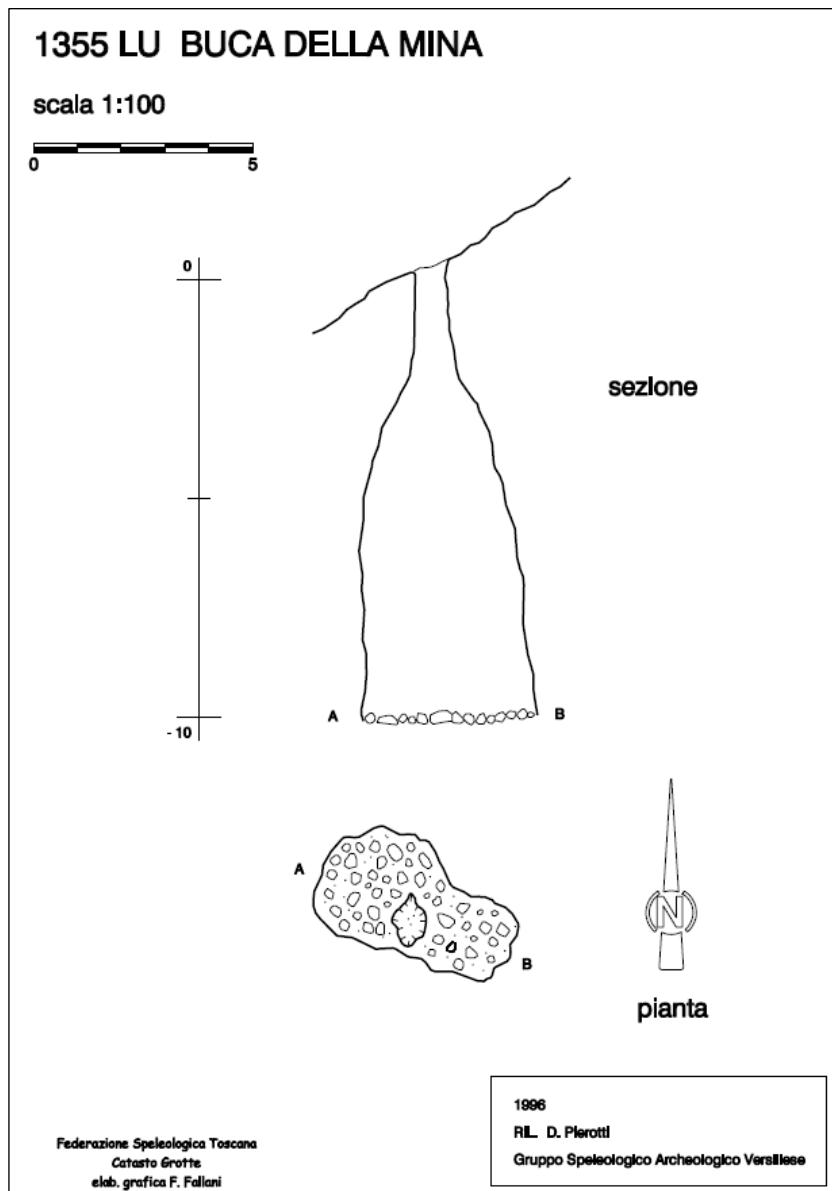


Fig. 4.11 - Sezione pianta della "Buca della mina" (fonte Catasto delle Grotte della Regione Toscana)

La seconda cavità, denominata "Buca della colonna" (Cod. Identificativo 1356/LU) ha ingresso ingresso alla quota di circa 610.0m s.l.m. (coordinate chilometriche Gauss-Boaga N4871485, E1603665), e dal punto di vista morfologico viene definita come "galleria discendente", mentre da un punto di vista idrologico come "cavità neutra".

SCHEDA CENSIMENTO GROTTE

1356/LU/BUCA DELLA COLONNA

Sinonimi:

Comune: STAZZEMA

LocalitÃ : Farnocchia

area carsica: ALPI APUANE

SIC -

Sezione IGM serie 25: 260 I

Pietrasanta

Carta Tecnica Regionale: 260040

STAZZEMA

Coordinate chilometriche (Gauss-Boaga): E 1603665 N 4871485

Quota cartografica m s.l.m. 610

Dislivello m: negativo 3

positivo 0

totale 3

Sviluppo m: spaziale 25

planimetrico 20

estensione 10

Caratteristiche dell'ingresso

Geologia:

Morfologia: galleria discendente

Idrologia: cavitÃ neutra

Meteo: SA

Note: Posizione incerta. Su scheda originale riportata quota 680.

Scheda compilata da: Gruppo Speleologico Archeologico Versiliese

Scheda aggiornata da:

Anno censimento: 1997

Ultimo aggiornamento: 13-02-2021

Fig. 4.12 - Scheda riassuntiva relativa alla cavità "Buca della colonna" (1356/LU) estratta dal Catasto delle Grotte della Regione Toscana.

Nell'immagine successiva è possibile invece osservare lo sviluppo sia planare che in sezione della cavità carsica in esame.

1356 LU BUCA DELLA COLONNA

scala 1:100

0 5



sezione



pianta

Federazione Speleologica Toscana
Catasto Grotte
elab. grafica F. Fallani

Agosto 1996
RIL. A. Balloni, D. Pierotti
Gruppo Speleologico Archeologico Versilense

Fig. 4.13 - Sezione pianta della "Buca della colonna" (fonte Catasto delle Grotte della Regione Toscana)

All'interno del bacino estrattivo non sono rilevabili sorgenti captate e non. Non sono presenti inoltre nelle vicinanze del bacino estrattivo captazioni ad uso idropotabile.

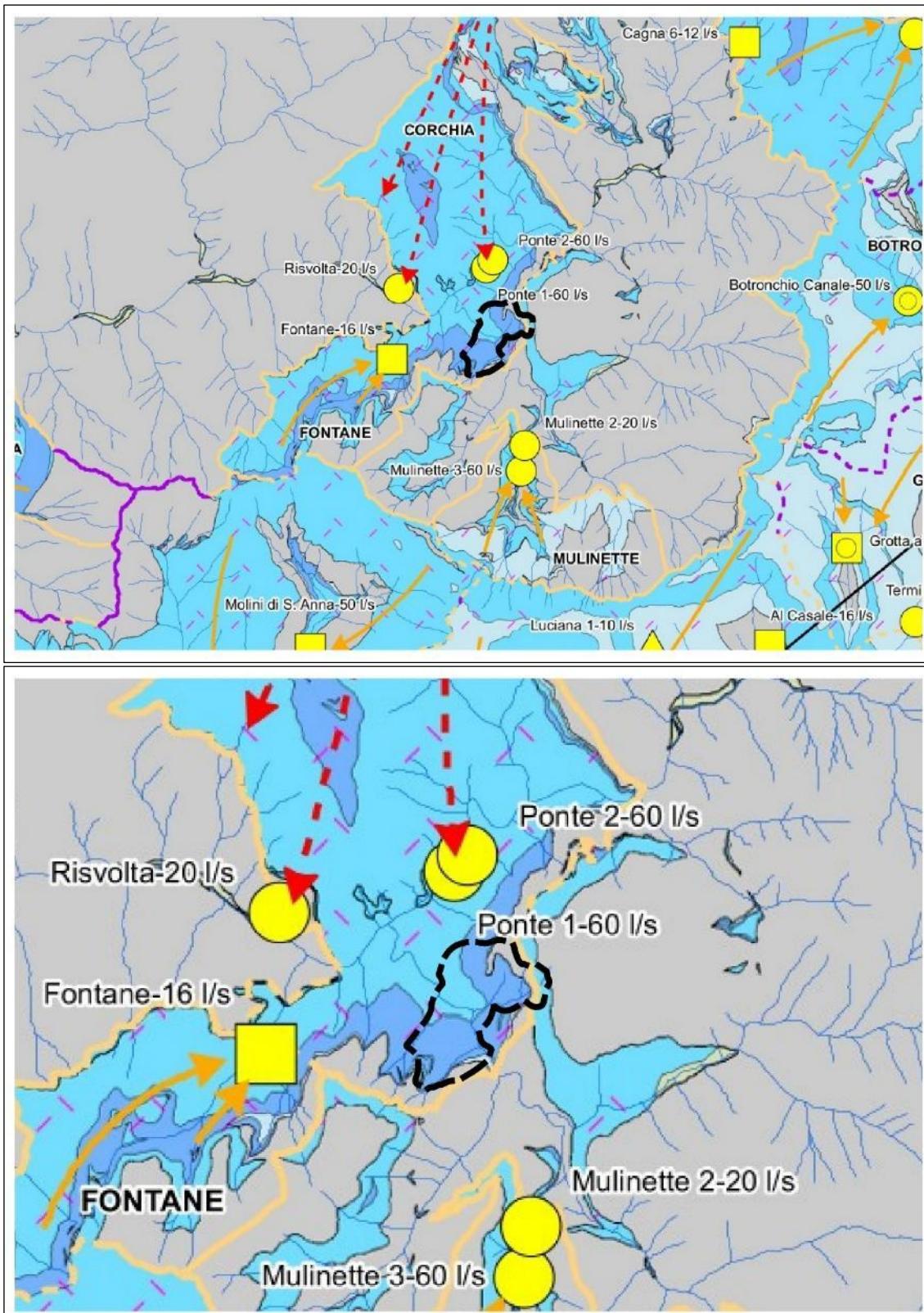


Fig. 4.14 – Estratti dall'Allegato 9a dello Studio Prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo delle Alpi Apuane – Carta delle aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici.

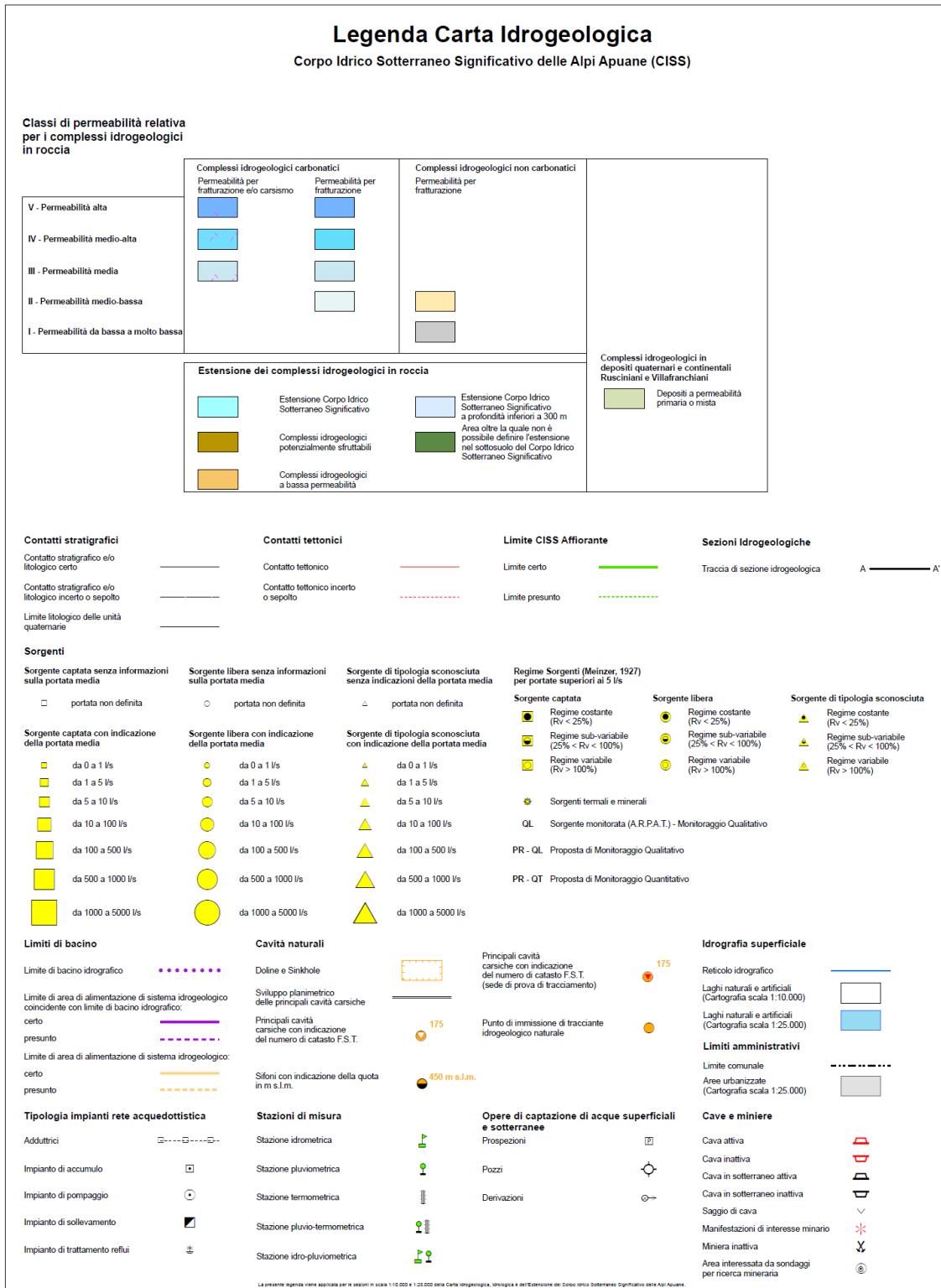


Fig. 4.15 – Estratti dall’Allegato 9a dello Studio Prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo delle Alpi Apuane – Legenda della carta delle aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici.

Come ben deducibile dalle immagini precedenti tratte dall'Allegato 9a dello Studio Prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo delle Alpi Apuane – Carta delle aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici, l'area relativa al bacino estrattivo in oggetto risulta ricompresa nelle aree di alimentazione del sistema idrogeologico del Corchia, anche se non risulta dimostrato il collegamento con le rispettive sorgenti presenti nel pontestazzemese.

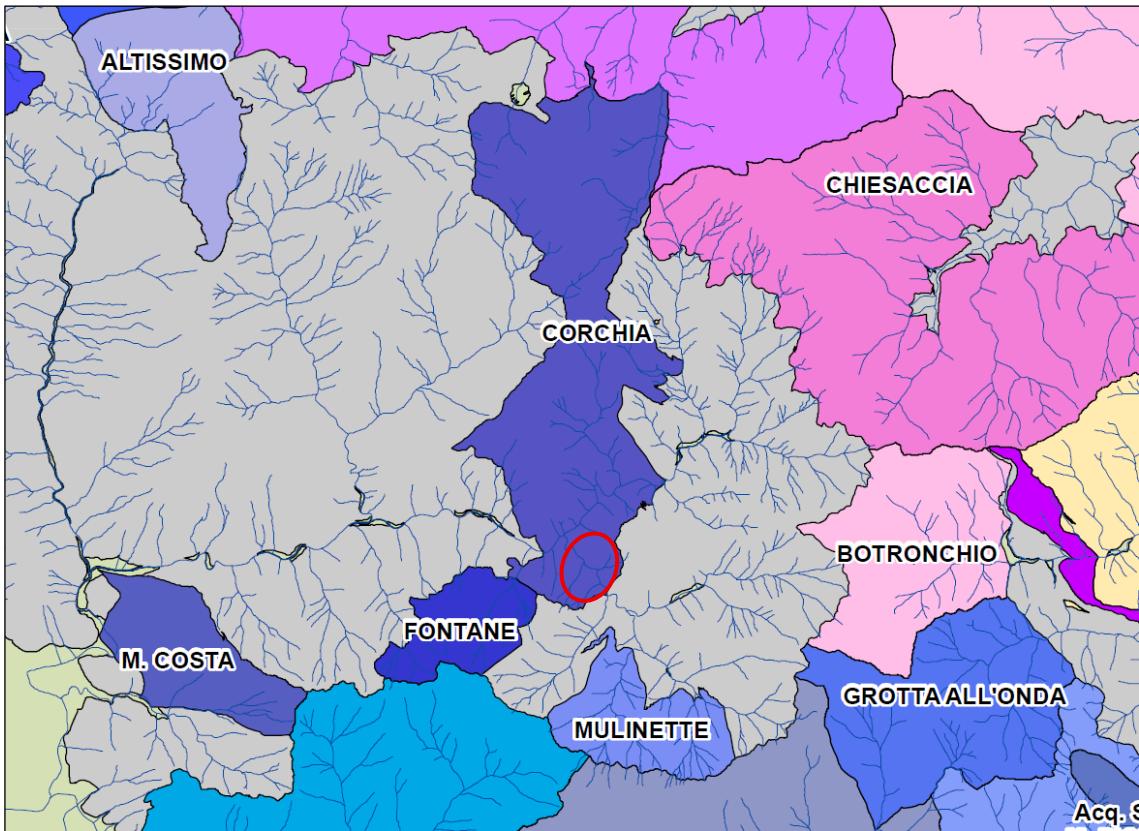


Fig. 4.16 – Estratti dall'Allegato 9c dello Studio Prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo delle Alpi Apuane – Aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici.

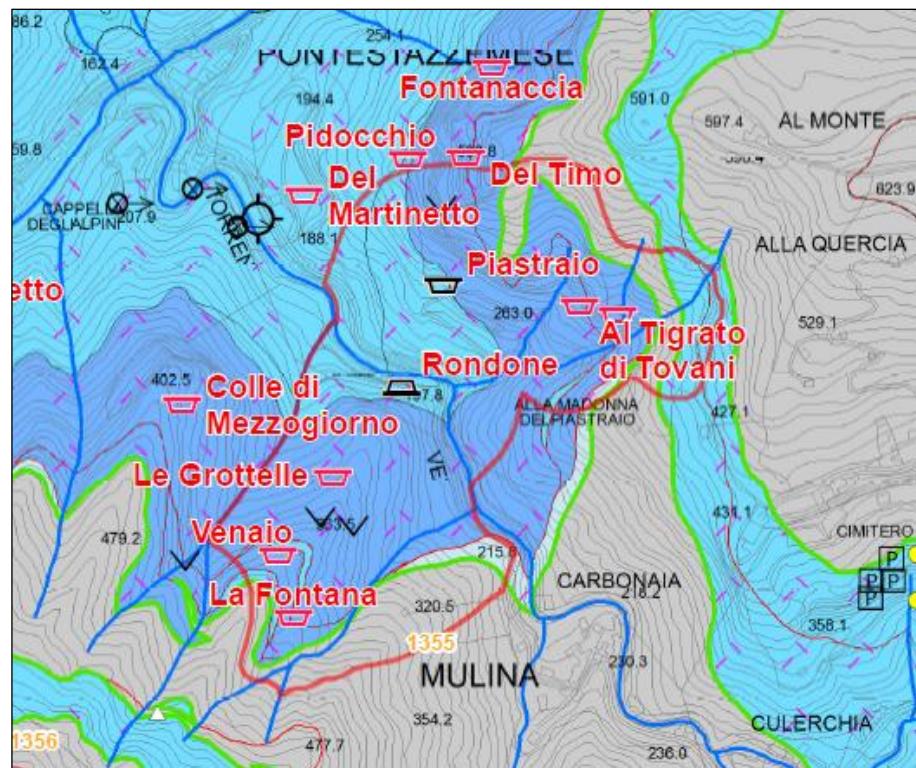


Fig. 4.17 – Estratti dall'Allegato 9c dello Studio Prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo delle Alpi Apuane – Aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici. La legenda è analoga a quella precedentemente riportata.

L'area corrispondente al versante idrografico destro del bacino estrattivo, in cui è ubicata la cava Piastraio, non fa parte però del bacino idrografico sotteso al Torrente Cardoso, lungo il quale alla quota di circa 180 m slm in corrispondenza del fondovalle risultano individuate le sorgenti presenti nel Pontestazzemese e recapito delle acque dell'area di alimentazione del Corchia.

Tutto il bacino estrattivo infatti rientra nel bacino idrografico del Torrente Vezza, quindi le acque di scorrimento superficiale non possono andare ad interferire direttamente con le sorgenti dello Stazzemese.

Anche per quanto riguarda il bacino idrogeologico, viste le caratteristiche geostrutturali e giacentologiche, si può escludere un'interferenza diretta con tali sorgenti. I livelli di marmi di interesse estrattivo infatti hanno una giacitura caratterizzata da un'immersione verso E-SE e quindi le eventuali discontinuità che si potrebbero formare in corrispondenza della scistosità primaria sono caratterizzate da una direzione di immersione quasi opposta rispetto all'ubicazione delle sorgenti (N). Anche il grado di fratturazione, molto basso, non permette la realizzazione di una rete di fratture che potrebbe istaurare fenomeni di infiltrazione dall'ammasso marmoreo verso le sorgenti.

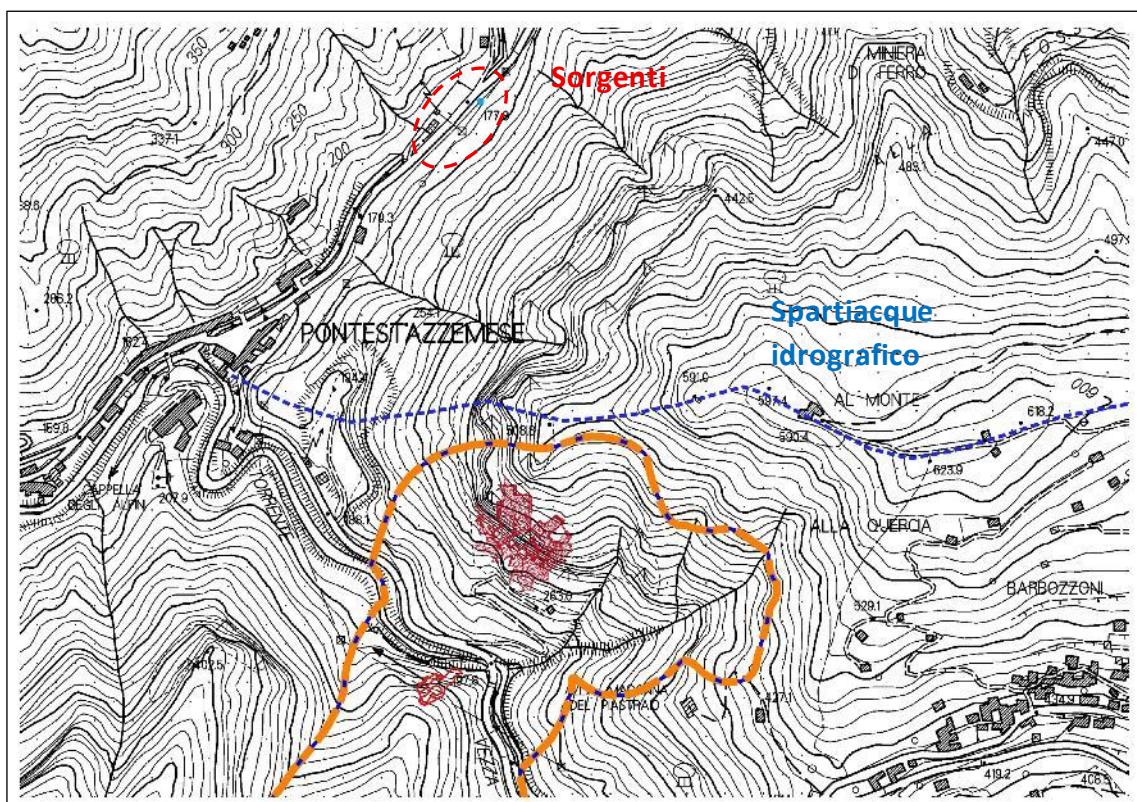


Fig. 4.18 – Stralcio cartografico non in scala dell'area del Pontestazzemese con indicazione dello spartiacque idrografico tra Torrente Cardoso e Torrente Vezza.

Si ribadisce il fatto che lungo i fronti oggetto di rilievo non sono stati individuati fenomeni e forme carsiche e tantomeno cavità.

Il molto limitato grado di fratturazione degli affioramenti marmorei oggetto di interesse estrattivo in questo bacino, determina la mancanza di una rete di fratture capace di infiltrare le acque verso un acquifero vero e proprio. Inoltre gli esemplari di fratture rilevati sono spesso serrati e non permettono l'infiltrazione delle acque.

RISORSE IDRICHE

Dall'analisi del Piano di Gestione delle Acque (PGA) dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale si ricava che l'area relativa alla cava Piastraio è ricompresa nel corpo idrico sotterraneo *"Corpo idrico carbonatico metamorfico delle Alpi Apuane"* e limitrofo ai corpi idrici superficiali *"Torrente di Cardoso"*, codice identificativo IT09CI_R000TN486FI, e *"Fiume Vezza"*, codice identificativo IT09CI_R000TN138FI.

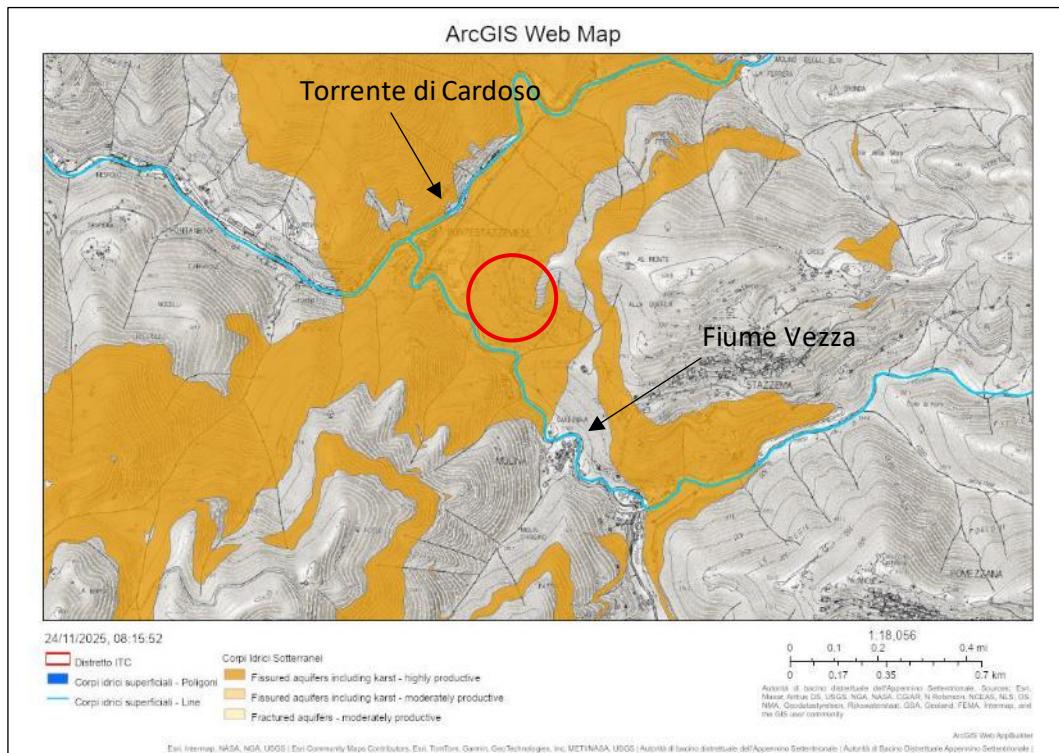


Fig. 4.19 - Stralcio cartografico non in scala del "Cruscotto di Piano" del PGA dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale. In marrone chiaro il "Corpo idrico carbonatico delle Alpi Apuane".

Di seguito si riportano i dati riassuntivi su stato ecologico e chimico dei vari corpi idrici derivati dal "Cruccotto di Piano" del PGA dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale.

Torrente di Cardoso.

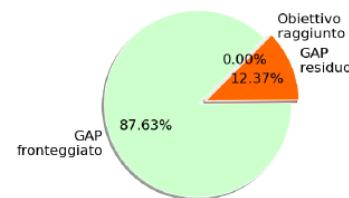
Stato ecologico: scarso – Obiettivo: buono entro il 2027.

Stato chimico: non buono – Obiettivo: buono entro il 2027.

GENERALITA'	
NOME:	TORRENTE DI CARDOSO
CODICE:	IT09CI_R000TN486FI
REGIONE:	Toscana
NATURA:	Heavily Modified
CATEGORIA:	RW
MONITORAGGIO (ECO):	Grouping (IT09CI_R000TN451FI)
MONITORAGGIO (CHI):	Grouping (IT09CI_R000TN451FI)
AMBITO TERRITORIALE:	Versilia

PIRELLA PRESSIONI/CLASSI	CLASSI DI PRESSIONE	Point	Diffuse	Abstraction or flow diversion	Physical alteration of channel ...	Dams barriers and locks	Hydrological alteration	Hydromorphological alteration	Hydro- a	
PRESSIONI										
P0170	1.7 - Point - Mine waters	X								
P0190	1.9 - Point - Other	X								
P0350	3.5 - Abstraction or flow diversion - Hydropower			X						
P0415	4.1.5 - Physical alteration of channel/bed/riparian area/shore - Unknown or obsolete				X					
P0429	4.2.9 - Dams barriers and locks - Unknown or obsolete					X				

MISURE	<p>M0001 Redazione e aggiornamento del Piano di Gestione Acque ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque)</p> <p>M0002 Attuazione delle norme previste dal Piano di Azione Nazionale per l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari (in applicazione della Dir. 2009/128/CE)</p> <p>M0003 Attuazione direttiva 91/676/CEE per la tutela delle acque dai nitrati di origine agricola</p> <p>M0005 Monitoraggi ambientali</p> <p>M0006 Predisposizione del programma generale di gestione dei sedimenti</p> <p>M0007 Disciplina delle derivazioni e deflusso ecologico</p> <p>M0009 Coordinamento a livello distrettuale per l'identificazione delle misure in atto riguardo ai regolamenti REACH, CLP e PIC</p> <p>M0011 Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici</p> <p>M0014 Piani di sicurezza dell'acqua</p> <p>M0016 Indirizzi di Piano</p> <p>M0018 Riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Base)</p> <p>M0019 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Base)</p> <p>M0020 Integrazione dei sistemi di monitoraggio</p> <p>M0022 Attività volte al raggiungimento o mantenimento dello stato di conservazione soddisfacente ed alla riduzione degli impatti sulle aree protette (Base)</p> <p>M0023 Aumento delle conoscenze e applicazione della normativa sulle sostanze prioritarie (Base)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0025 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Supplementare)</p> <p>M0029 Riutilizzo a fini irrigui delle acque reflue urbane depurate</p> <p>M0031 Promozione di pratiche colturali sostenibili per il miglioramento della gestione dei nutrienti e dei fitosanitari</p> <p>M0032 Azioni per migliorare l'efficienza e rendere sostenibile l'uso delle risorse idriche in agricoltura</p> <p>M0033 Azioni di formazione e servizi di consulenza alle aziende agricole e forestali per il miglioramento della gestione e per la tutela quantitativa e qualitativa delle risorse idriche</p> <p>M0034 Misure per la conservazione del suolo e per la riduzione dell'erosione e dei rischi di danni per calamità naturali</p> <p>M0035 Sostegno ad azioni per aumentare la resilienza e favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici</p> <p>M0036 Attuazione degli impegni per l'applicazione del regime di condizionalità ambiente, cambiamenti climatici e buone condizioni agronomiche del terreno</p> <p>M0038 Ulteriori interventi a sostegno degli aspetti ecologici (interventi a possibile alto impatto sull'ambiente in senso ampio e/o sugli usi specifici)</p>
MISUR	<p>M0020 Integrazione dei sistemi di monitoraggio</p> <p>M0022 Attività volte al raggiungimento o mantenimento dello stato di conservazione soddisfacente ed alla riduzione degli impatti sulle aree protette (Base)</p> <p>M0023 Aumento delle conoscenze e applicazione della normativa sulle sostanze prioritarie (Base)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0025 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Supplementare)</p> <p>M0029 Riutilizzo a fini irrigui delle acque reflue urbane depurate</p> <p>M0031 Promozione di pratiche colturali sostenibili per il miglioramento della gestione dei nutrienti e dei fitosanitari</p> <p>M0032 Azioni per migliorare l'efficienza e rendere sostenibile l'uso delle risorse idriche in agricoltura</p> <p>M0033 Azioni di formazione e servizi di consulenza alle aziende agricole e forestali per il miglioramento della gestione e per la tutela quantitativa e qualitativa delle risorse idriche</p> <p>M0034 Misure per la conservazione del suolo e per la riduzione dell'erosione e dei rischi di danni per calamità naturali</p> <p>M0035 Sostegno ad azioni per aumentare la resilienza e favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici</p> <p>M0036 Attuazione degli impegni per l'applicazione del regime di condizionalità ambiente, cambiamenti climatici e buone condizioni agronomiche del terreno</p> <p>M0038 Ulteriori interventi a sostegno degli aspetti ecologici (interventi a possibile alto impatto sull'ambiente in senso ampio e/o sugli usi specifici)</p>
MISUR	<p>M0020 Integrazione dei sistemi di monitoraggio</p> <p>M0022 Attività volte al raggiungimento o mantenimento dello stato di conservazione soddisfacente ed alla riduzione degli impatti sulle aree protette (Base)</p> <p>M0023 Aumento delle conoscenze e applicazione della normativa sulle sostanze prioritarie (Base)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0025 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Supplementare)</p> <p>M0029 Riutilizzo a fini irrigui delle acque reflue urbane depurate</p> <p>M0031 Promozione di pratiche colturali sostenibili per il miglioramento della gestione dei nutrienti e dei fitosanitari</p> <p>M0032 Azioni per migliorare l'efficienza e rendere sostenibile l'uso delle risorse idriche in agricoltura</p> <p>M0033 Azioni di formazione e servizi di consulenza alle aziende agricole e forestali per il miglioramento della gestione e per la tutela quantitativa e qualitativa delle risorse idriche</p> <p>M0034 Misure per la conservazione del suolo e per la riduzione dell'erosione e dei rischi di danni per calamità naturali</p> <p>M0035 Sostegno ad azioni per aumentare la resilienza e favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici</p> <p>M0036 Attuazione degli impegni per l'applicazione del regime di condizionalità ambiente, cambiamenti climatici e buone condizioni agronomiche del terreno</p> <p>M0038 Ulteriori interventi a sostegno degli aspetti ecologici (interventi a possibile alto impatto sull'ambiente in senso ampio e/o sugli usi specifici)</p>



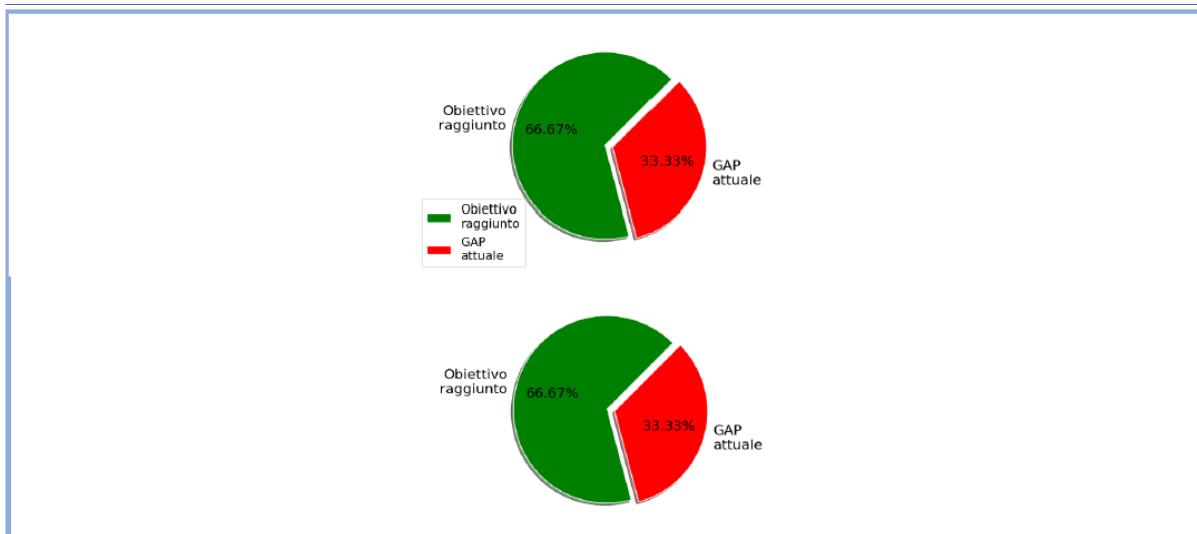
CRITICITA' DI BILANCIO IDRICOCorpo idrico non in condizione di criticità ai sensi della D.G.R. Toscana num. 894 del 2016-09-13.
Dato bilancio idrico non disponibile.

Fiume Vezza.

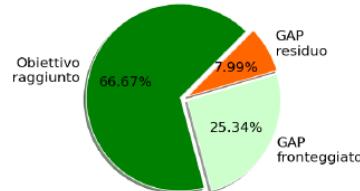
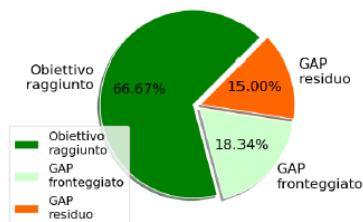
Stato ecologico: sufficiente – Obiettivo: buono entro il 2027.

Stato chimico: non buono – Obiettivo: buono entro il 2027.

GENERALITA'	NOME:	FIUME VEZZA							
	CODICE:	IT09CI_R000TN138FI							
	REGIONE:	Toscana							
	NATURA:	Heavily Modified							
	CATEGORIA:	RW							
	MONITORAGGIO (ECO):	Monitoring (IT09CI_R000TN138FI)							
	MONITORAGGIO (CHI):	Monitoring (IT09CI_R000TN138FI)							
	AMBITO TERRITORIALE:	Versilia							
PRESSIONI/CLASSI	CLASSI DI PRESSIONE	Point	Diffuse	Abstraction or flow diversion	Physical alteration of channel ...	Dams barriers and locks	Hydrological alteration	Hydromorphological alteration	Hydrological alteration
	PRESSIONI	PC0010	PC0020	PC0030	PC0041	PC0042	PC0043	PC0044	Hydrological alteration
	P0170	1.7 - Point - Mine waters	X						
	P0190	1.9 - Point - Other	X						
	P0415	4.1.5 - Physical alteration of channel/bed/riparian area/shore - Unknown or obsolete				X			
	P0429	4.2.9 - Dams barriers and locks - Unknown or obsolete					X		
	P0453	4.5.3 - Hydromorphological alteration - Other (roads)							
ECOLOGICO									
STATO	E	B		SC	C	nd	B		nd
OBBIETTIVO	Obiettivo:	2 Buono		Obiettivo:	2 Buono				
	Raggiungimento:	2027		Raggiungimento:	2027				
	Proroga/deroga:	Article 4(4) - Disproportionate cost		Proroga/deroga:	Article 4(4) - Technical feasibility				



MISURE	<p>M0001 Redazione e aggiornamento del Piano di Gestione Acque ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque)</p> <p>M0002 Attuazione delle norme previste dal Piano di Azione Nazionale per l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari (in applicazione della Dir. 2009/128/CE)</p> <p>M0003 Attuazione direttiva 91/676/CEE per la tutela delle acque dai nitrati di origine agricola</p> <p>M0005 Monitoraggi ambientali</p> <p>M0006 Predisposizione del programma generale di gestione dei sedimenti</p> <p>M0007 Disciplina delle derivazioni e deflusso ecologico</p> <p>M0009 Coordinamento a livello distrettuale per l'identificazione delle misure in atto riguardo ai regolamenti REACH, CLP e PIC</p> <p>M0011 Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici</p> <p>M0014 Piani di sicurezza dell'acqua</p> <p>M0016 Indirizzi di Piano</p> <p>M0018 Riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Base)</p> <p>M0019 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Base)</p> <p>M0020 Integrazione dei sistemi di monitoraggio</p> <p>M0022 Attività volte al raggiungimento o mantenimento dello stato di conservazione soddisfacente ed alla riduzione degli impatti sulle aree protette (Base)</p> <p>M0023 Aumento delle conoscenze e applicazione della normativa sulle sostanze prioritarie (Base)</p> <p>M0024 Ulteriori misure per la riduzione dell'impatto idromorfologico, delle alterazioni idrologiche e tutela della continuità fluviale (Supplementare)</p> <p>M0025 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Supplementare)</p> <p>M0028 Aumento delle conoscenze e applicazione della normativa sulle sostanze prioritarie (Supplementare)</p> <p>M0029 Riutilizzo a fini irrigui delle acque reflue urbane depurate</p> <p>M0031 Promozione di pratiche colturali sostenibili per il miglioramento della gestione dei nutrienti e dei fitosanitari</p> <p>M0032 Azioni per migliorare l'efficienza e rendere sostenibile l'uso delle risorse idriche in agricoltura</p> <p>M0033 Azioni di formazione e servizi di consulenza alle aziende agricole e forestali per il miglioramento della gestione e per la tutela quantitativa e qualitativa delle risorse idriche</p> <p>M0034 Misure per la conservazione del suolo e per la riduzione dell'erosione e dei rischi di danni per calamità naturali</p> <p>M0035 Sostegno ad azioni per aumentare la resilienza e favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici</p> <p>M0036 Attuazione degli impegni per l'applicazione del regime di condizionalità ambiente, cambiamenti climatici e buone condizioni agronomiche del terreno</p> <p>M0038 Ulteriori interventi a sostegno degli aspetti ecologici (interventi a possibile alto impatto sull'ambiente in senso ampio e/o sugli usi specifici)</p>
MISUR	
MISU	



CRITICITA' DI BILANCIO IDRICO Corpo idrico non in condizione di criticità ai sensi della D.G.R. Toscana num. 894 del 2016-09-13.
Dato bilancio idrico non disponibile.

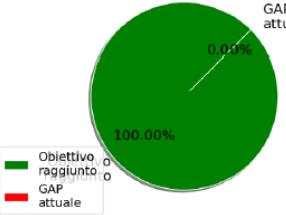
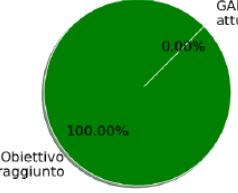
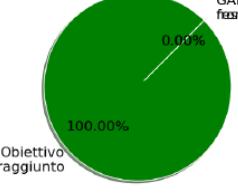
Corpo idrico carbonatico metamorfico delle Alpi Apuane.

Stato quantitativo: buono – Obiettivo: mantenimento.

Stato chimico: buono – Obiettivo: mantenimento.

GENERALITA'	NOME: CORPO IDRICO CARBONATICO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE CODICE: IT0999MM013 REGIONE: Toscana NATURA: None CATEGORIA: GW
--------------------	---

PRESSIONI/CLASSI	CLASSI DI PRESSIONE	Indicatore								
		Point	Diffuse	Abstraction or flow diversion	Physical alteration of channel ...	Dams barriers and locks	Hydrological alteration	Hydromorphological alteration	Hydromorp alteration	Hydromorphological alteration
PRESSIONI		PC0010	PC0020	PC0030	PC0041	PC0042	PC0043	PC0044	PC0045	PC0046
P0161	1.6.1 - Point - Waste disposal sites (BA)	X								
P0211	2.1.1 - Diffuse - Urban run-off (BA)		X							
P0320	3.2 - Abstraction or flow diversion - Public water supply			X						
P0370	3.7 - Abstraction or flow diversion - Other				X					
P0381	3.8.1 Cumulative withdrawal indicators (sum of dissipative uses BA)					X				

		QUANTITATIVO		CHIMICO	
STATO					U
	S	U	NB		
OBBIETTIVO	Obiettivo: Raggiungimento: Proroga/deroga:	2 Buono None Nessuna	Obiettivo: Raggiungimento: Proroga/deroga:	2 Buono None Nessuna	U
MISURE	 <p>Obiettivo raggiunto: 100.00% GAP attuale: 0.00%</p>  <p>Obiettivo raggiunto: 100.00% GAP attuale: 0.00%</p> <p>M0001 Redazione e aggiornamento del Piano di Gestione Acque ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque) M0004 Attuazione della disciplina delle bonifiche dei siti contaminati M0005 Monitoraggi ambientali M0016 Indirizzi di Piano M0019 Uso sostenibile e tutela della risorsa idrica (Base) M0020 Integrazione dei sistemi di monitoraggio M0021 Aggiornamento e approfondimento del quadro conoscitivo, studi e ricerche M0022 Attività volte al raggiungimento o mantenimento dello stato di conservazione soddisfacente ed alla riduzione degli impatti sulle aree protette (Base) M0031 Promozione di pratiche colturali sostenibili per il miglioramento della gestione dei nutrienti e dei fitosanitari M0035 Sostegno ad azioni per aumentare la resilienza e favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici</p>				
CRITICITA' DI BILANCIO IDRICO	 <p>Obiettivo raggiunto: 100.00% GAP fronteggiato: 0.00%</p>  <p>Obiettivo raggiunto: 100.00% GAP fronteggiato: 0.00%</p> <p>Corpo idrico non in condizione di criticità ai sensi della D.G.R. Toscana num. 894 del 2016-09-13. Dato bilancio idrico non disponibile.</p>				

5. DESCRIZIONE DEI SITI ESTRATTIVI

All'interno del Bacino estrattivo sono ubicate le seguenti cave:

- Cava Piastraio;
- Cava Rondone.

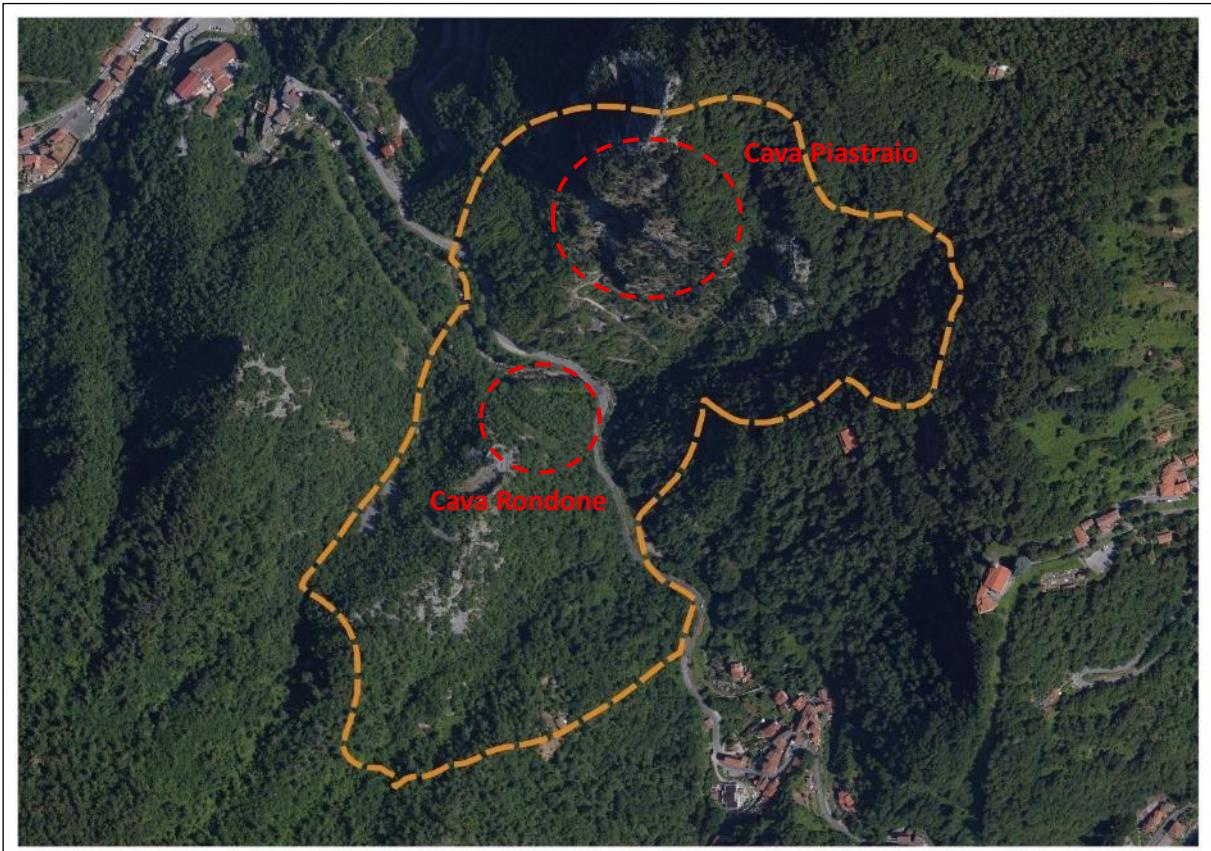


Fig. 5.1 – Ubicazione della cava Piastraio e Rondone all'interno del Bacino estrattivo.

La cava **Piastraio** è ubicata lungo il versante orografico destro della valle, ad una quota media di circa 260 m slm.

La cava Piastraio è costituita da un'ampia e articolata camera in sotterraneo divisa in due distinte proprietà e coltivata separatamente negli anni e quindi oggetto di distinte autorizzazioni.

Per facilitare la comprensione delle descrizioni qui riportate verrà individuata una porzione occidentale della cava Piastraio e una orientale, identificabili nelle due distinte proprietà.

La galleria è conformata in ampi cameroni frutto dell'attività di coltivazione che si è succeduta nel tempo accessibili da due ingressi indipendenti per le due proprietà ubicate poche decine di metri uno dall'altro lungo la viabilità di cava.

Lungo la porzione di versante superiore agli attuali ingressi, ed in particolare nella sua parte occidentale, sono state realizzate alcune uscite a cielo aperto e finestre di areazione a livelli altimetrici differenti. Inoltre sono state realizzate alcune lavorazioni a cielo aperto che hanno comportato la realizzazione di fronti verticali e sottotecchie generate dalla "varata" di porzioni marmoree anche di discrete dimensioni. Una di queste, parzialmente sepolta, è presente lungo la viabilità di accesso alla cava.

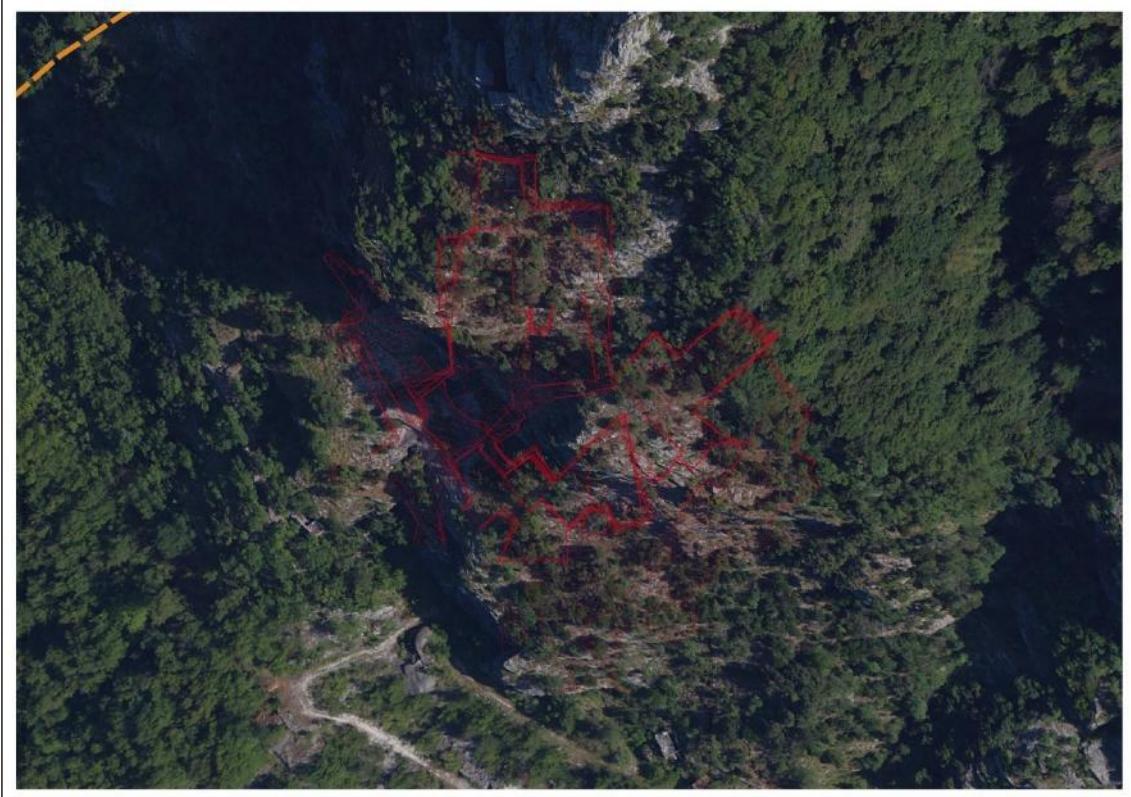


Fig. 5.2 – Ubicazione della cava Piastraio. Con le linee rosse sono rappresentati i limiti dei sotterranei esistenti dedotti da rilievo Laser Scanner.

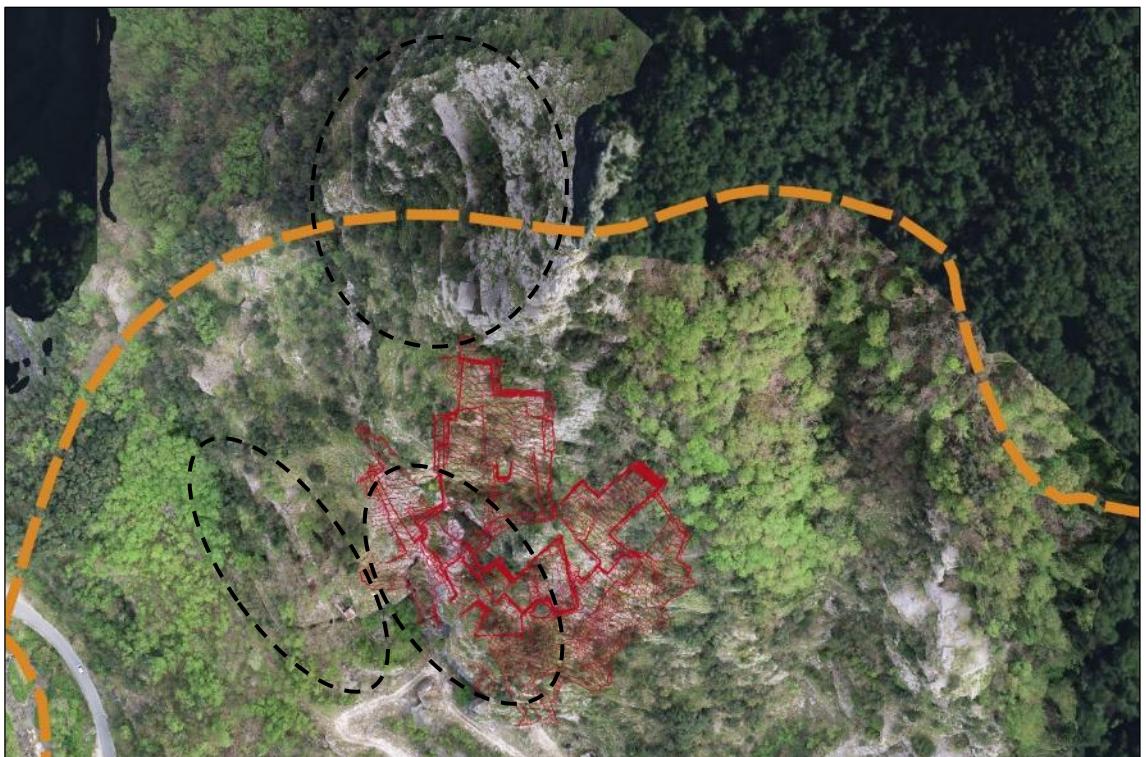


Fig. 5.2 – Ubicazione della cava Piastraio. Con le linee rosse sono rappresentati i limiti dei sotterranei esistenti dedotti da rilievo Laser Scanner. All'interno delle aree evidenziate in tratteggio nero sono individuate vecchie lavorazioni a cielo aperto.

La cava Piastraio risulta ubicata all'interno dei seguenti mappali interamente di proprietà privata. Porzione orientale mappali nn. 150, 151, 152, 153, 154, 197, 251, 264, 265, 266, 267, 1022 del foglio 58 del Catasto del Comune di Stazzema.

Porzione occidentale mappali nn. 148, 190, 248, 249 del foglio 58 del Catasto del Comune di Stazzema.

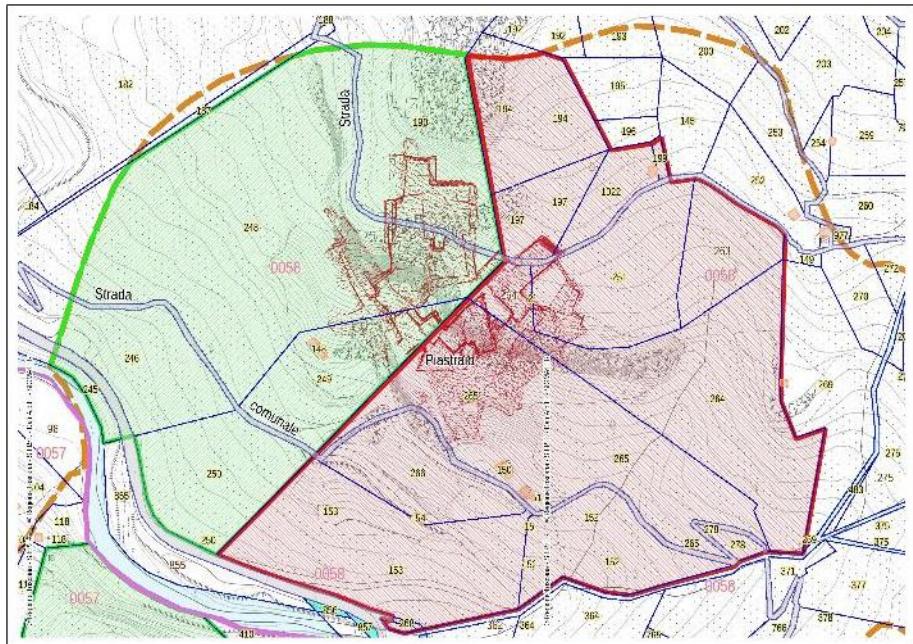


Fig. 5.4 - Sovrapposizione tra stato attuale dell'area relativa alla cava Piastraio e planimetria catastale con indicazione della divisione tra le due distinte proprietà



Fig. 5.5 - Immagine fotografica ripresa dal basso della parete rocciosa lungo la quale sono individuati i due accessi alla galleria.

La strada di accesso alla cava si dirama dalla viabilità di fondovalle, circa 400 metri in linea d'aria, prima del paese di Mulina. La strada di arroccamento risulta con fondo asfaltato per il primo tratto e poi

sterrato fino alla cava. Il fondo stradale si presenta in buone condizioni e necessita esclusivamente di interventi di manutenzione ordinaria e messa in sicurezza.

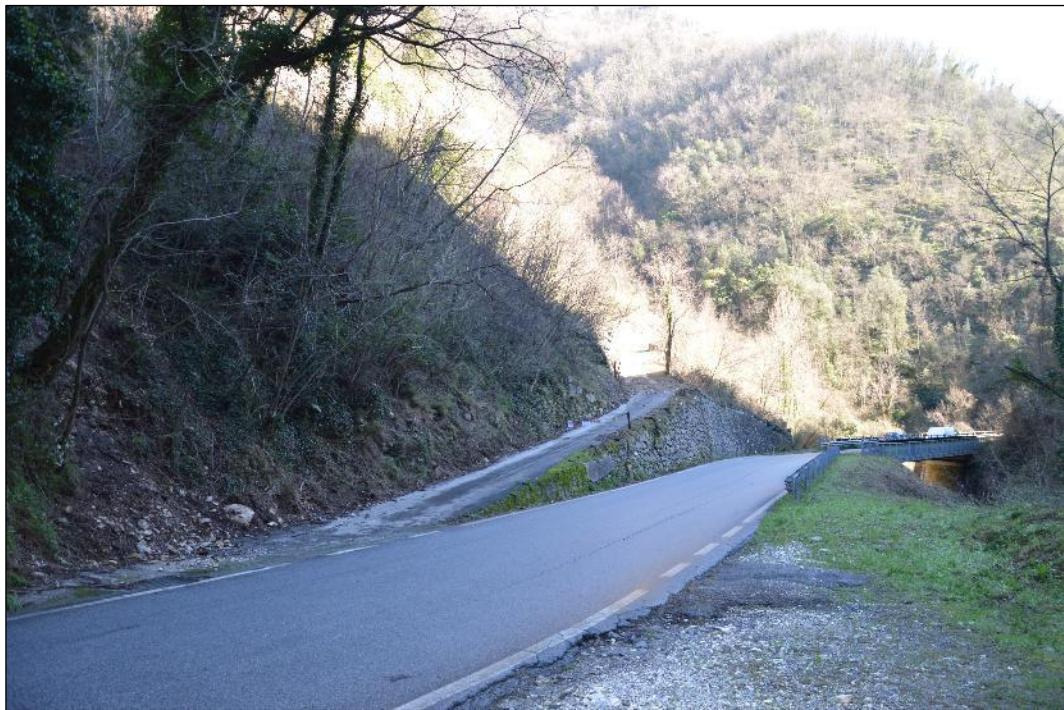


Fig. 5.6 - Immagine fotografica della viabilità di accesso alla cava Piastraio in corrispondenza dell'innesto con la viabilità pubblica di fondovalle.

Lungo il versante sulla dx orografica del F. Vezza, a est della cava Piastraio, è visibile la presenza diffusa di saggi di cava e fronti coltivati a cielo aperto, utilizzati in passato per l'estrazione di materiale lapideo, che non interessano l'area di escavazione in sotterraneo.



Fig. 5.7 - Immagine fotografica dei vecchi fronti di cava presenti nella porzione orientale del bacino estrattivo, caratterizzati dall'affioramento di qualità marmoree bardigliacee.

La cava Piastraio, per quanto riguarda la sua porzione orientale, ad oggi dismessa, è stata oggetto di autorizzazione all'attività estrattiva rilasciata con Determinazione del Comune di Stazzema n°133 del 24/03/2011 e corredata di PCA n°38 del 17/12/2009 comprensiva di nulla osta Parco, autorizzazione al vincolo paesaggistico e autorizzazione al vincolo idrogeologico rilasciata dall'Ente Parco delle Alpi Apuane, successivamente modificata con PCA n°10 del 20/07/2010.

Il progetto autorizzato, nella sua prima fase, prevedeva la realizzazione di un nuovo accesso al sotterraneo lungo il limite orientale degli attuali portali, il tracciamento di nuove gallerie e camere di coltivazione per un totale di circa 12.000 m³ di scavo.

La seconda fase del progetto prevedeva un ulteriore sviluppo dei tracciamenti e successivi sbassi, per un totale di circa 23.000 m³.

Per l'intero progetto quindi si prevedeva uno scavo di circa 35.000 m³.

Il progetto nelle due fasi previste copriva un arco temporale di 5 anni.

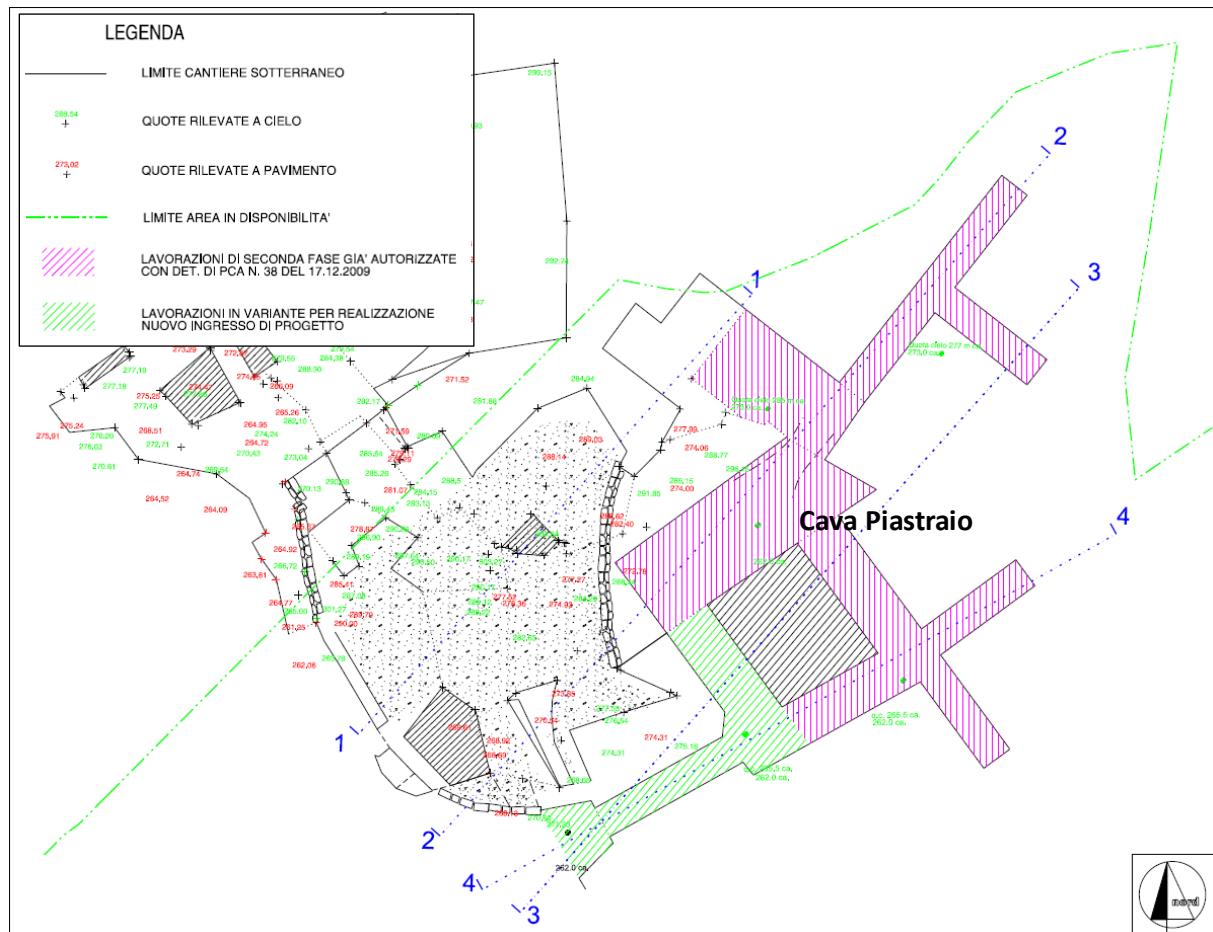


Fig. 5.8 - Progetto autorizzato con Determinazione del Comune di Stazzema n°133 del 24/03/2011 e corredata di PCA n°38 del 17/12/2009, successivamente modificata con PCA n°10 del 20/07/2010, comprensiva di nulla osta Parco, autorizzazione al vincolo paesaggistico e autorizzazione al vincolo idrogeologico rilasciata dall'Ente Parco delle Alpi Apuane.



Fig. 5.9 - Immagine fotografica dei fronti superiori agli accessi alla galleria della cava Piastraio.



Fig. 5.10 - Immagine fotografica della strada di accesso alla cava Piastraio.



Fig. 5.11 - Immagine fotografica del grande masso residuale di una vecchia varata presente lungo la strada di accesso alla cava Piastraio.



Fig. 5.12 - Immagine fotografica del portale di ingresso alla porzione orientale della cava Piastraio.



Fig. 5.13 - Immagine fotografica dell'interno della cava Piastraio.



Fig. 5.14 - Immagine fotografica dell'interno della cava Piastraio

La porzione occidentale della cava Piastraio, ad oggi dismessa, non è stata oggetto, in epoche recenti, di autorizzazione all'attività estrattiva rilasciata dal Comune di Stazzema.



Fig. 5.15 - Immagine fotografica del portale di ingresso alla porzione occidentale della cava Piastraio.



Fig. 5.16 - Immagine fotografica dell'interno della cava Piastraio.



Fig. 5.17 - Immagine fotografica dell'interno della cava Piastraio.

La cava **Rondone** è ubicata lungo il versante orografico sinistro della valle, in prossimità dell'alveo del Torrente Vezza, ad una quota media di circa 200 m slm.

La cava Rondone è costituita da una piccola camera in sotterraneo sviluppata su un unico piano.

Il piazzale interno è stato oggetto di un modesto ribasso a seguito delle lavorazioni attuate con l'ultima autorizzazione rilasciata.

L'accesso avviene attraverso una breve strada, circa 80 metri, ad andamento suborizzontale che, dalla viabilità pubblica di fondovalle, accede al sottotecchia e quindi al piccolo sotterraneo.

Il fondo stradale risulta sterrato ed in discrete condizioni.

La cava Rondone, ad oggi dismessa, è stata oggetto di autorizzazione estrattiva rilasciata con Determinazione del Comune di Stazzema n°116 del 22/04/2014, Autorizzazione Paesaggistica n°107 del 15/04/2014 rilasciata dal Comune di Stazzema e PCA n°11 del 02/10/2013 comprensiva di Nulla Osta del Parco e altre Autorizzazioni, pareri e assensi in materia ambientale art. 56 L.R. 10/2010.

L'autorizzazione estrattiva prevedeva la coltivazione esclusivamente in galleria di circa 10.000 m³ suddivisa in tre fasi della durata complessiva di 5 anni.



Fig. 5.18 - Ubicazione delle cave Rondone. Con le linee rosse sono rappresentati i limiti dei sotterranei esistenti.

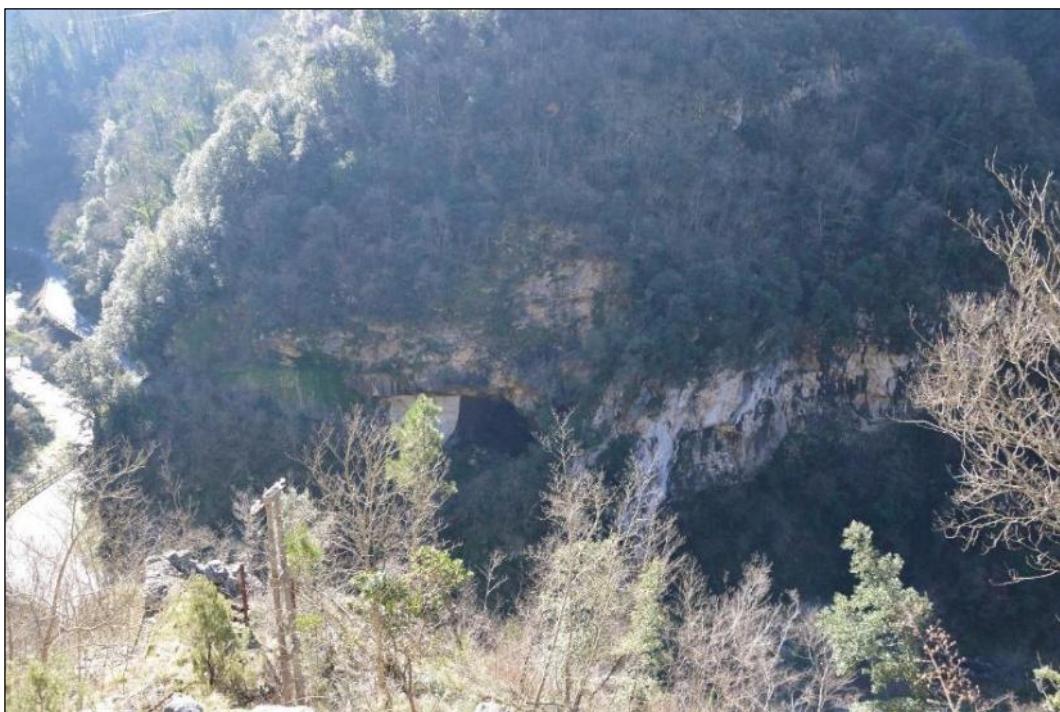


Fig. 5.19 - Immagine fotografica ripresa dall'alto del versante opposto dell'ingresso della cava Rondone.

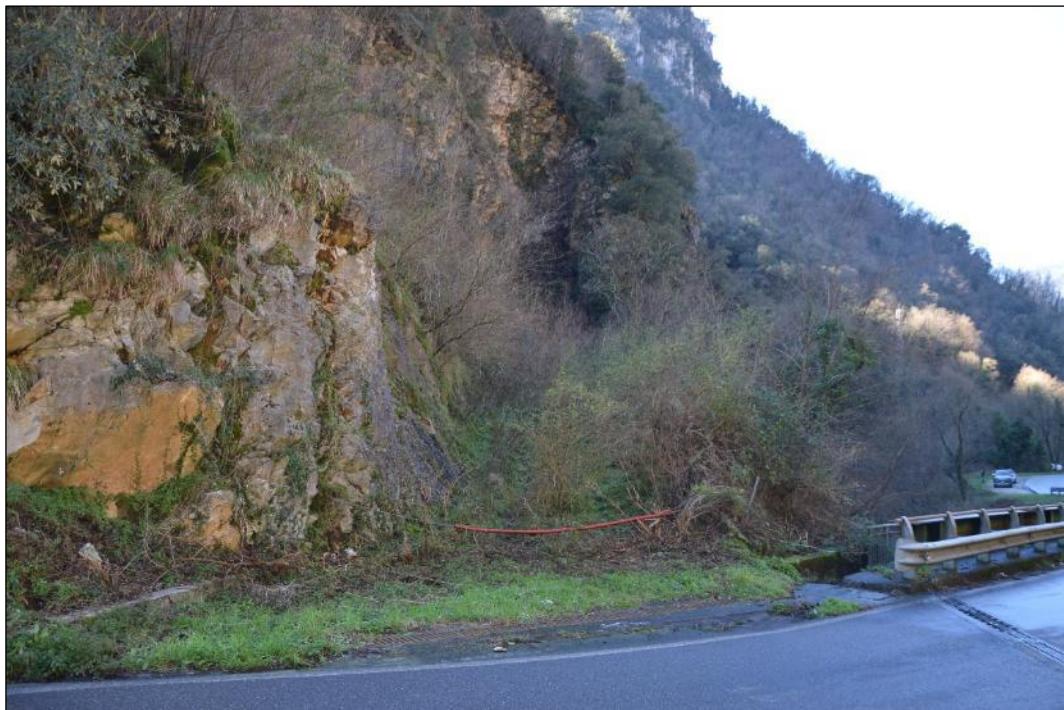


Fig. 5.20 - Immagine fotografica dell'imbocco della strada di accesso alla cava Rondone in corrispondenza della viabilità pubblica di fondovalle



Fig. 5.21 - Immagine fotografica dell'ingresso in galleria della cava Rondone in corrispondenza del sottotecchia.



Fig. 5.22 - Immagine fotografica dell'interno della cava Rondone.

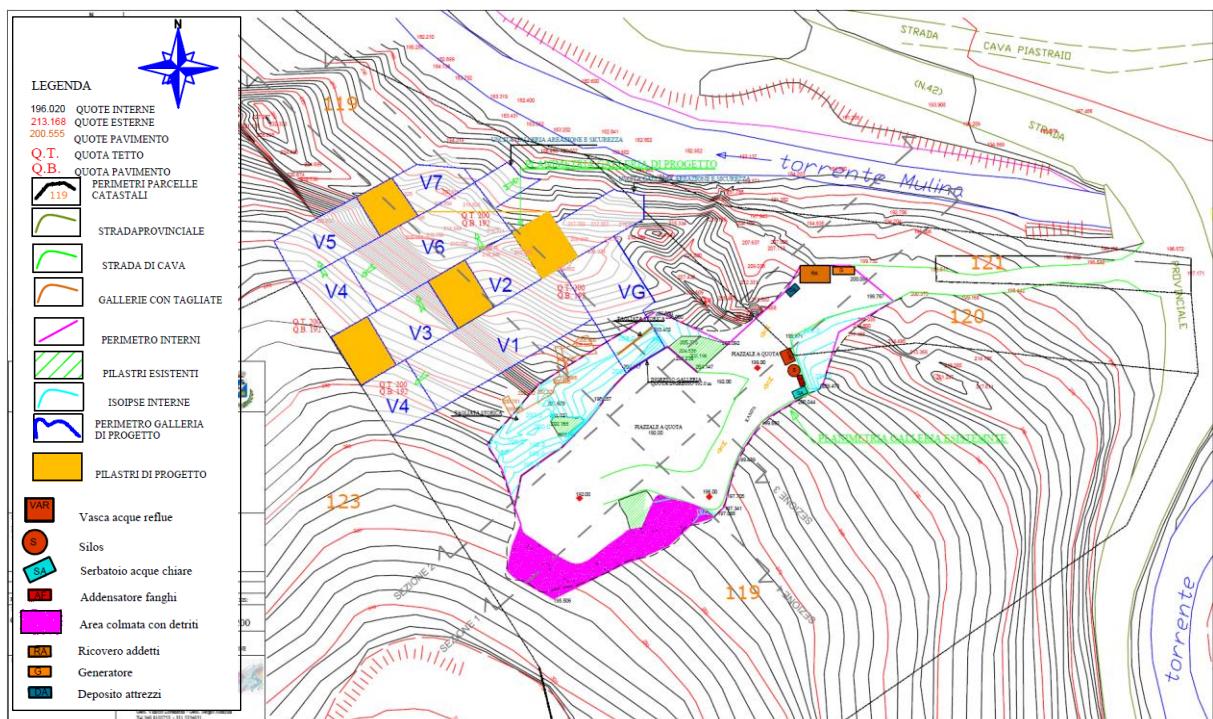


Fig. 5.23 – Estratto cartografico dal progetto autorizzato con Determinazione del Comune di Stazzema n°116 del 22/04/2014, Autorizzazione Paesaggistica n°107 del 15/04/2014 rilasciata dal Comune di Stazzema e PCA n°11 del 02/10/2013 comprensiva di Nulla Osta del Parco e altre Autorizzazioni, pareri e assensi in materia ambientale art. 56 L.R. 10/2010.

All'interno del bacino risultano ubicate anche altre vecchie cave e saggi di cava individuabili nel database della Regione Toscana.

- La Fontana;
- Venaio;
- Le Grottelle;

- Al Tigrato di Tovani.

Alcuni di questi saggi di cava sono ubicati lungo il versante superiore alle cave Piastraio, altri, come visibile nella foto successiva, lungo il versante opposto, superiormente alla cava Rondone.

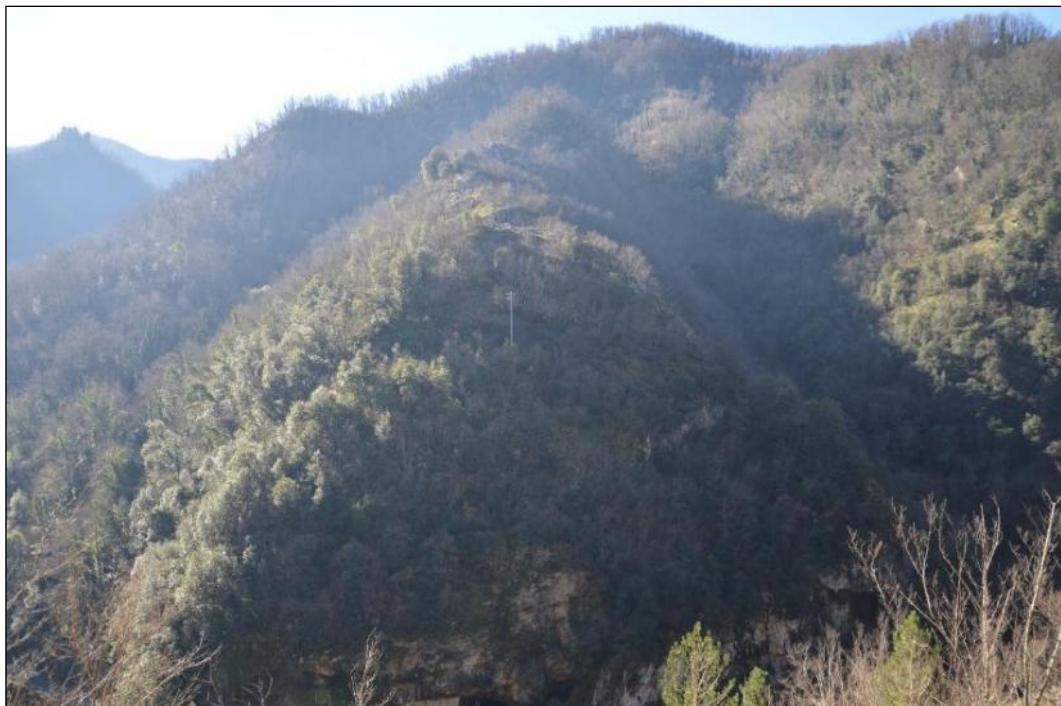


Fig. 5.24 - Immagine fotografica del versante opposto alle cave Piastraio e soprastante la cava Rondone in cui è possibile scorgere alcuni saggi di cava.

Nelle cave ubicate all'interno del bacino estrattivo si estraevano marmi di natura pregiata quali brecce, arabescati e bardigli; l'estrazione di tale tipo di materiale nell'area risale addirittura al XVI secolo essendo impiegato nella costruzione di molti edifici storici sia in Versilia che nel resto del paese.

6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA, GEOLOGICA E SISMICA DEL BACINO

In termini generali la pericolosità può essere definita come la “probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente distruttivo in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo” (Varnes et alii, 1984).

Attraverso le analisi e gli approfondimenti eseguiti vengono distinte aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano.

Le aree in esame sono state dunque caratterizzate in funzione dello stato di pericolosità, indicando inoltre gli eventuali condizionamenti alla trasformabilità.

Le normative di settore della Regione Toscana a cui si fa riferimento per la definizione delle classi di pericolosità, necessarie per la redazione delle carte di pericolosità, sono il D.P.G.R. n.5/R del 30/01/2020 ("Regolamento di attuazione dell'Art.104 della L.R. n.65/2014" Norme per il Governo del Territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche, il "PAI dissesti" adottato con delibera n. 39 del 28 marzo 2024 e con delibera n. 40 del 28 marzo 2024 con le relative misure di salvaguardia, entrate in vigore a seguito di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale n.82 del 8 aprile 2024, e il D. Lgs n.152 del 03/04/2006 e D. Lgs n.49 del 23/02/2010 (Piano di gestione del Rischio Alluvioni - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, approvato con Delibera n.235 relativo alla seduta del C.I. del 03/03/2016) con riferimento alla L.R. 41/2018 (Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione al D.Lgs n.49/2010) con relativo primo aggiornamento 2021-2027 – secondo ciclo di gestione – approvato con d.p.c.m. 1 dicembre 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7.02.2023.

Il Comune di Stazzema è dotato di Piano Strutturale (PS), approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 33 del 30 giugno 2007.

Il PS di Stazzema è stato redatto ai sensi della ex L.R.T. 1/2005.

Il Regolamento Urbanistico (RU) è stato approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 32 del 12 luglio 2010.

Con Delibera di C.C. n. 31 del 18/07/2018 è stata adottata la *"Variante al Regolamento Urbanistico conferma o stralcio delle previsioni di trasformazione decadute, adeguamento ed integrazione di previsioni e perimetrazioni di interesse pubblico e generale in adeguamento o conformità alla pianificazione sovraordinata"*.

6.1 – PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La pericolosità da alluvioni sul territorio deriva dall'eventualità si possano verificare fuoruscite di acqua dalla rete idrografica, sia principale che di ordine inferiore, per insufficiente capacità di smaltimento delle portate.

Vanno dunque considerati, al fine di definire le classi di pericolosità, gli elementi idrologico - idraulici necessari per caratterizzare la probabilità di allagamento per fenomeni di:

- esondazione di corsi d'acqua;
- insufficienza di drenaggio nelle zone depresse.

In generale il D.P.G.R. n.5/R consente di valutare le condizioni di pericolosità da alluvioni facendo riferimento, dal punto di vista normativo ed al fine della definizione delle classi di pericolosità, al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) per il Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Infatti, il Bacino Estrattivo Mulina Monte di Stazzema ricade interamente nell'ex Bacino Toscana Nord, soppresso ed inserito nel Distretto Idrografico Appennino Settentrionale.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo di riferimento dell'Autorità di bacino distrettuale per la mappatura delle aree a pericolosità e a rischio di alluvione e per individuare le misure da attuare per ridurre le conseguenze negative delle alluvioni nei confronti della salute umana, della salvaguardia del territorio, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali. Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') ed è stato recepito nell'ordinamento legislativo italiano con D. Lgs. n. 49/2010. Il PGRA costituisce, inoltre, lo stralcio del Piano di bacino distrettuale, previsto dall'art. 65 del D.Lgs. 152/06, in materia di alluvioni.

Il PGRA è elaborato dall'Autorità di bacino distrettuale in quanto svolge il ruolo di Autorità Competente primaria ai fini degli adempimenti legati alla Direttiva Alluvioni. All'Autorità di bacino sono affiancate ulteriori autorità con diversi ruoli e funzioni, quali le Regioni, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, l'ISPRA e il Dipartimento della Protezione Civile.

L'elaborazione del PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021.

Il PGRA è stato redatto per la prima volta nel 2015 e viene riesaminato e aggiornato ogni 6 anni. Il primo aggiornamento del PGRA è stato redatto nel 2021.

Come previsto dalla Direttiva Alluvioni, ogni ciclo di pianificazione si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare del rischio di alluvione e definizione delle aree a potenziale rischio significativo (APSFR)
- Mappe della pericolosità e mappe del rischio di alluvioni
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

Con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, la Conferenza Istituzionale Permanente, ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006, ha adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni 2021-2027 – secondo ciclo di gestione – del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, che è stato successivamente approvato, ai sensi degli articoli 57, 65 e 66 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con d.p.c.m. 1 dicembre 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7.02.2023.

Il PGRA riguarda tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni: prevenzione, protezione, preparazione e ripristino.

Prevenzione: comprende le azioni di regolamentazione dell'uso del territorio tese ad un suo corretto utilizzo sulla base della pericolosità da alluvione, la disciplina del PGRA, le regole di pianificazione urbanistica a livello regionale e locale, le misure per la delocalizzazione e riallocazione di elementi a rischio, le attività finalizzate al miglioramento delle conoscenze del territorio.

Protezione: comprende la realizzazione di opere strutturali o non strutturali, quali interventi di difesa (dighe, argini, casse di espansione, scolmatori, difese a mare, ecc.), le azioni di modifica dell'assetto fluviale tese ad un recupero della naturalità del corso d'acqua (recupero di aree goleali, ripristino di aree umide, ecc.), gli interventi di manutenzione e le sistemazioni idraulico-forestali.

Preparazione: comprende le azioni volte a migliorare la capacità della popolazione e del sistema della protezione civile ad affrontare gli eventi, le attività di previsione, allertamento, gestione dell'emergenza, formazione e informazione della popolazione, i sistemi di preannuncio e monitoraggio degli eventi, i protocolli di gestione delle opere di difesa in fase di evento, i piani di protezione civile.

Ripristino: comprende le azioni nel post-evento per il ritorno alla normalità e per l'acquisizione di elementi informativi sulle dinamiche dell'evento e sugli effetti connessi.

Il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2021 – 2027) si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione di Piano e relativi allegati
- Disciplina di Piano
- Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera
- Mappa del rischio di alluvione
- Mappa delle misure di protezione
- Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood

La mappa della pericolosità da alluvione è costantemente aggiornata.

Nella mappa della pericolosità da alluvione fluviale, le aree a pericolosità sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), comprendenti le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni e, limitatamente alla UoM Regionale Liguria, con tempo di ritorno minore/uguale a 50 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), comprendenti le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni e, limitatamente alla UoM Regionale Liguria con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

La mappa del rischio di alluvioni redatta ai sensi della direttiva 2007/60/CE rappresenta la distribuzione degli elementi a rischio, individuati ai sensi della direttiva, nella mappa della pericolosità da alluvione. La mappa del rischio di alluvioni redatta ai sensi del decreto legislativo 49/2010 definisce la distribuzione del rischio. Le aree a rischio sono rappresentate in quattro classi, secondo la seguente gradazione:

- R4, rischio molto elevato;
- R3, rischio elevato;
- R2, rischio medio;
- R1, rischio basso.

Nella mappa delle misure di protezione sono rappresentate le misure di protezione cartografabili tramite elementi poligonali, lineari e puntuali.

Nella mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood viene rappresentata la distribuzione nel distretto della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati; la rappresentazione è in quattro classi a propensione crescente.

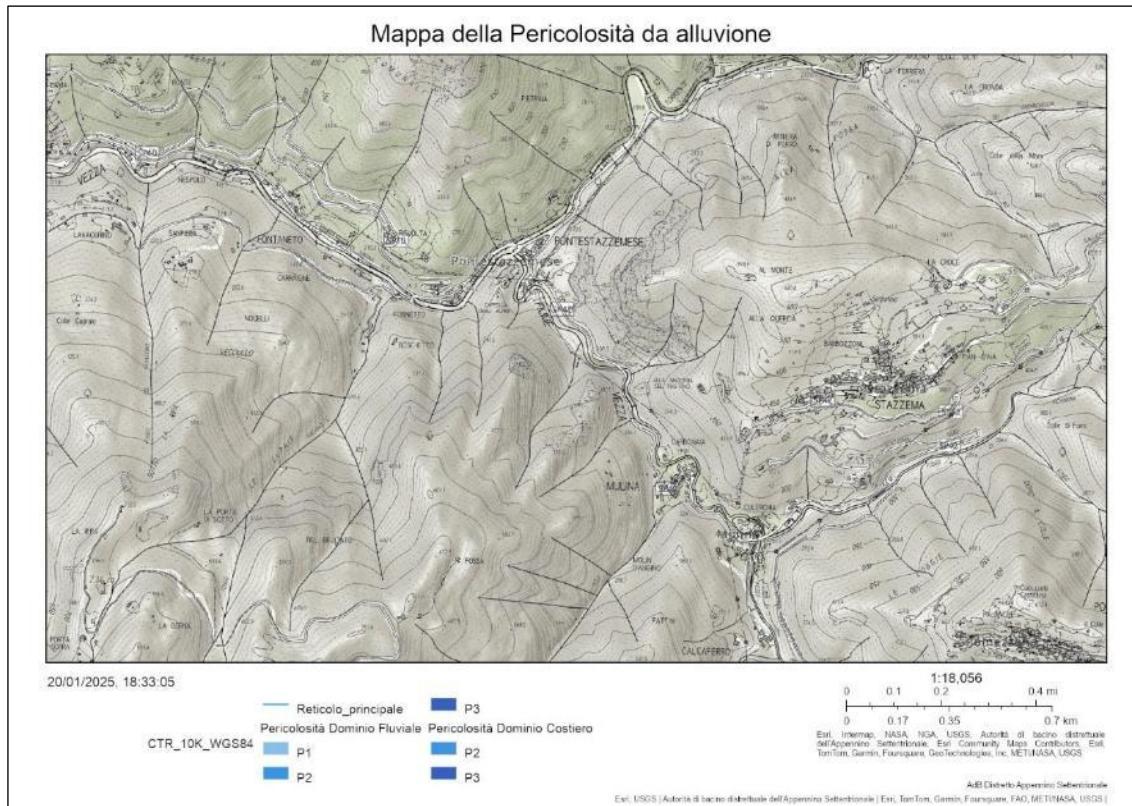


Fig. 6.1 - Estratto non in scala dal web gis dell'Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale della pericolosità da alluvione.

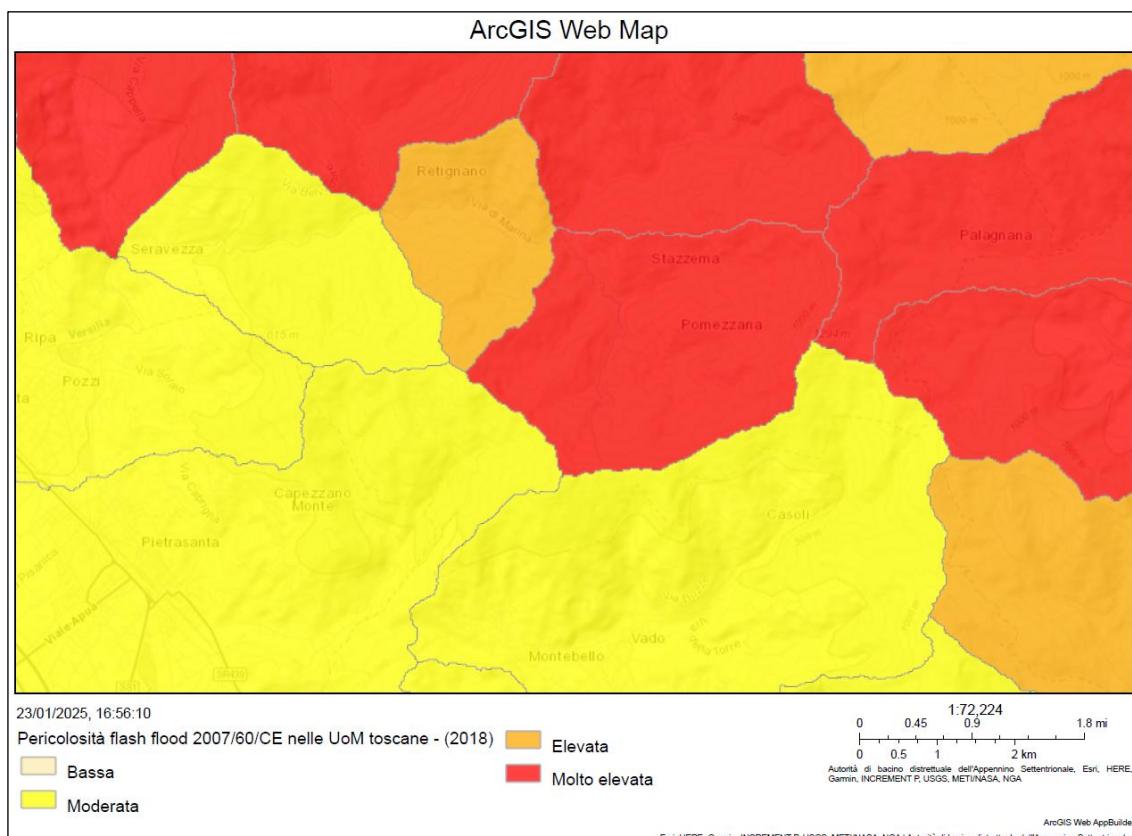


Fig. 6.2 - Estratto non in scala dal web gis dell'Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale della pericolosità da fenomeni di flash flood

Le aree predisposte al verificarsi di eventi intensi e concentrati (flash flood) sono normate dall'art. 19 della Disciplina di Piano del PGRA.

1. *La mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood di cui all'art. 6 definisce la predisposizione relativa al verificarsi di eventi intensi e concentrati.*
2. *Nelle aree classificate nella mappa di cui al comma 1 a pericolosità molto elevata ed elevata, per le finalità di cui all'art. 1, le Regioni, le Province, le Città Metropolitane e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio, si attengono ai seguenti indirizzi:*
 - a) per le aree urbanizzate sono da predisporre piani di protezione civile orientati ad affrontare tali eventi, coordinati con i piani di protezione civile sovracomunali e coerenti con la mappa di cui al comma 1;*
 - b) in relazione alle previsioni che comportano nuove edificazioni sono da indicare criteri diretti alla fase di attuazione finalizzati a mitigare gli effetti di eventi intensi e concentrati, tra cui azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera integrati con la pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale;*
 - c) al fine di diminuire la vulnerabilità degli elementi esposti, sono da incentivare le azioni di proofing e retrofitting degli edifici esistenti e le azioni di difesa locale con particolare riguardo agli eventi di cui al presente articolo.*
3. *La mappa di cui al comma 1 è riesaminata e, se del caso, aggiornata secondo le scadenze di cui alla direttiva 2007/60/CE e al decreto legislativo 49/2010.*
4. *L'Autorità di bacino distrettuale procede ad eventuali riesami intermedi in base a mutate condizioni del quadro conoscitivo o ad indagini di dettaglio del quadro conoscitivo proposte dalle Regioni o dai Comuni. Tali indagini devono essere trasmesse all'Autorità di Bacino Distrettuale al fine di integrare il quadro conoscitivo dell'area.*
5. *Le modifiche conseguenti alle attività di cui ai commi 3 e 4 sono approvate con decreto del Segretario Generale, previo parere della Conferenza Operativa, assicurando adeguate forme di pubblicità, anche secondo quanto previsto da appositi accordi sottoscritti con le regioni territorialmente competenti.*

L'individuazione delle aree caratterizzate dai vari livelli di pericolosità idraulica all'interno del Bacino estrattivo Le Mulina Monte di Stazzema, riportate all'interno della cartografia specifica, e la relativa normativa precedentemente riportata, deriva direttamente dal PGRA dell'Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale e ad esso si rimanda per tutte le ulteriori indicazioni e prescrizioni.

Non ci sono aree cartografate in alcun livello di pericolosità idraulica derivato dal PGRA all'interno del Bacino Estrattivo Mulina Monte di Stazzema.

Per tale motivo non è stata elaborata la carta relativa alla pericolosità idraulica.

Nella mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood viene individuata una pericolosità molto elevata.

Per completezza si riportano i contenuti della carta relativa alla pericolosità idraulica elaborata nel PS del Comune di Stazzema.

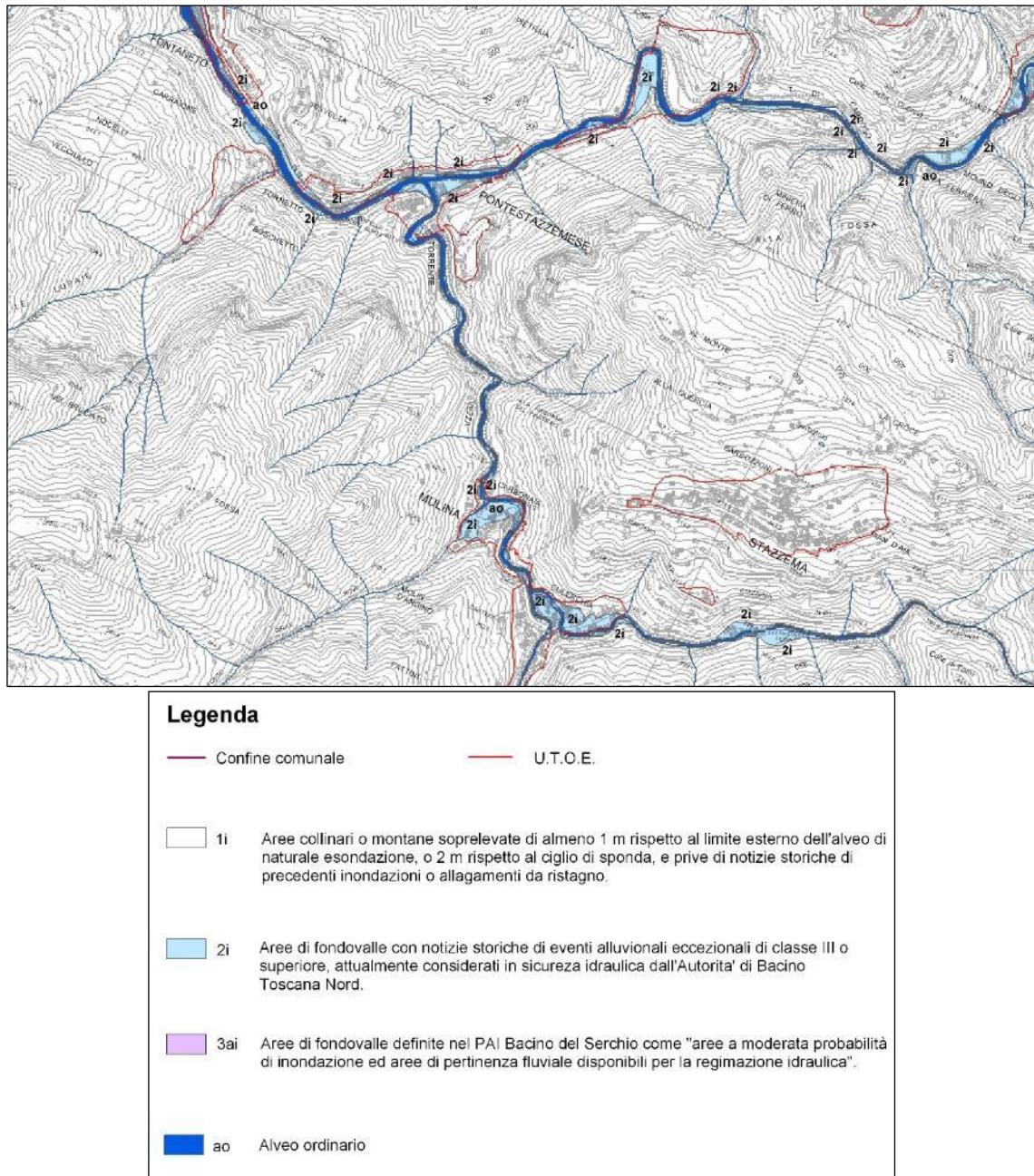


Fig. 6.3 - Estratto non in scala dalla tavola 10g del PS del Comune di Stazzema.

6.2 – PERICOLOSITA' GEOLOGICA

La valutazione completa della pericolosità geologica può essere basata su cinque diversi criteri previsionali (Hartlén & Viberg, 1988):

- previsione spaziale*: definisce dove, entro una data area, si può verificare una frana;
- previsione temporale*: definisce quando può avvenire una frana in una determinata area; tale valutazione viene effettuata sull'indicizzazione dei principali fattori condizionanti la fransosità (evidenze geomorfologiche, litologia, acclività, struttura e giacitura), completati da altri fattori ambientali al contorno (ad es. piovosità);
- previsione tipologica*: definisce la tipologia di frana attesa in un determinato contesto spaziale;

- d) *previsione dell'intensità*: definisce in maniera qualitativa e quantitativa l'energia di un possibile fenomeno franoso, stimata sulla base delle dimensioni (areali e volumetriche) e della velocità di spostamento;
- e) *previsione dell'evoluzione*: definisce la possibile distanza di propagazione, oltre che i limiti di retrogressione o di espansione laterale.

Sulla base di fattori geologici s.s., geomorfologici e/o di dinamica costiera il D.P.G.R. n.5/R 2020 definisce quattro classi a pericolosità geologica, utilizzando come principale criterio di distinzione lo stato di attività delle frane (*frana attiva, quiescente, inattiva e/o stabilizzata*):

(...)

C. 1 Aree a pericolosità geologica

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomecaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo - evolutivi.

(...)

E' opportuno sottolineare come nelle varie classi di pericolosità descritte nella 5/R non vi sia alcun riferimento all'intensità dei fenomeni attesi.

L'intensità del fenomeno, definita in termini di dimensioni e velocità dello spostamento, è stata invece utilizzata, congiuntamente allo stato di attività oltre che alle principali caratteristiche litologiche ed idro-geomorfologiche, nella determinazione delle classi di pericolosità nel "PAI dissesti".

Per quanto riguarda la definizione della pericolosità geologica rimane quindi valida la direttiva definita nelle Norme di Piano del PAI dissesti (la pericolosità geologica definita dalla 5/R viene infatti indicata anche come pericolosità geomorfologica):

- **pericolosità molto elevata (P4)** - aree instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica attivi;
- **pericolosità elevata (P3)** suddivise in due sottoclassi: (**P3a**) – aree potenzialmente instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica; (**P3b**) - aree potenzialmente instabili interessate da suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica elevata;
- **pericolosità media (P2)** suddivise in due sottoclassi: (**P2a**) - aree stabili interessate da dissesti di natura geomorfologica che risultano stabilizzate naturalmente o artificialmente; (**P2b**) - aree stabili interessate da suscettibilità di natura geomorfologica media;
- **pericolosità moderata (P1)** - aree stabili con suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica moderata.

Le classi così suddivise sono regolate dai successivi articoli contenuti nella Disciplina di Piano del PAI dissesti.

Art. 7 – Aree a pericolosità molto elevata (P4) – Norme

1. Nelle aree P4, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio da ottenersi attraverso misure di protezione finalizzate alla riduzione della classe di pericolosità, fatto salvo quanto previsto nei commiseguenti e al successivo art. 8.
2. Nelle aree P4 l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità con conseguente riesame del quadro conoscitivo e dei suoi effetti sulle mappe del PAI disseti.
3. Nelle aree P4 sono ammessi gli interventi finalizzati alla manutenzione e conservazione del patrimonio edilizio esistente e le trasformazioni di uso del suolo che, nel rispetto delle finalità di cui all'art. 1, non determinino un aumento dell'esposizione al rischio delle persone.
4. Nel rispetto delle finalità di cui all'art. 1 e di quanto previsto al presente articolo le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da disseti di natura geomorfologica nelle aree P4 con l'obiettivo prioritario di non determinare un aumento dell'esposizione al rischio delle persone. A tal fine emanano le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nelle materie di propria competenza, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo ai sensi del disposto dell'art. 3-quinquies, c.2 del decreto legislativo n. 152/2006.

Art. 8 – Aree a pericolosità molto elevata (P4) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo restando quanto previsto all'art. 7, nelle aree P4 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Città metropolitane, le Province e i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio, si attengono ai seguenti indirizzi:
 - a) sono da evitare le previsioni di:
 - interventi di nuova costruzione che comportano l'esposizione a rischio delle persone;
 - nuove opere pubbliche e di interesse pubblico, riferite ai servizi essenziali;
 - nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;
 - b) sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, da ottenersi attraverso misure di protezione, anche alla scala locale, finalizzate alla riduzione della pericolosità, le previsioni di:
 - nuove infrastrutture o opere, pubbliche o di interesse pubblico;
 - interventi di ampliamento della rete infrastrutturale primaria, delle opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;
 - nuove infrastrutture a rete;
 - nuovi impianti di contenimento delle acque, quali dighe, invasi, laghi artificiali, oltre a quelli connessi con la gestione della risorsa idrica a scopi idropotabili ed irrigui;
 - c) sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio:
 - le previsioni e le attività inerenti la coltivazione, il trattamento e il ripristino di aree destinate all'estrazione di materiali da cava e da miniera relativi alle aree a valenza estrattiva e mineraria incluse nei piani regionali;
 - d) sono da privilegiare:
 - le azioni tese al mantenimento della naturale evoluzione morfodinamica dei rilievi, del paesaggio e del reticolo idrografico, a condizione che tale morfodinamica non sia causa o possa essere causa di rischio per il patrimonio ambientale, culturale, abitativo, infrastrutturale e produttivo esistente;
 - le trasformazioni urbanistiche tese alla delocalizzazione degli insediamenti e delle infrastrutture nelle aree in disseto, in particolare per quelle porzioni di territorio per le quali le misure di protezione e di mitigazione del rischio non risultino sostenibili, in quanto economicamente e socialmente non convenienti in termini di costi/benefici.

Art. 9 – Aree a pericolosità elevata (P3a) – Norme

1. *Nelle aree P3a, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini.*
2. *Nelle aree P3a l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità con conseguente riesame del quadro conoscitivo e dei suoi effetti sulle mappe del PAI disseti.*
3. *Nel rispetto delle finalità di cui all'art.1, le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da disseti di natura geomorfologica nelle aree P3a emanando a tal fine le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nelle materie di propria competenza, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo ai sensi del disposto dell'art. 3- quinques, c.2 del decreto legislativo n. 152/2006.*

Art. 10 – Aree a pericolosità elevata (P3b) – Norme

1. *Nelle aree P3b, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini.*
2. *Nelle aree P3b l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle misure di protezione che determinano la riduzione della classe di pericolosità con conseguente modifica delle mappe del PAI disseti.*
3. *Nel rispetto delle finalità di cui all'art.1, le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da disseti di natura geomorfologica nelle aree P3b emanando a tal fine le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nelle materie di propria competenza, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo ai sensi del disposto dell'art. 3- quinques, comma 2 del decreto legislativo n. 152/2006.*

Art. 11 – Aree a pericolosità elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. *Fermo restando quanto previsto agli artt. 9 e 10, nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Città metropolitane, le Province e i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:*
 - a) *sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero e al mantenimento della naturale evoluzione morfodinamica dei rilievi, del paesaggio e del reticolo idrografico;*
 - b) *sono da privilegiare le trasformazioni dell'uso del suolo volte a ridurre le condizioni propedeutiche al dissesto e a favorire il contenimento dell'erosione;*
 - c) *sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio da disseti di natura geomorfologica le previsioni e realizzazioni di interventi di trasformazione urbanistica.*

Art. 12 – Aree a pericolosità media (P2) e moderata (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. *Nelle aree P2 e P1 sono da privilegiare le tipologie di intervento previste dagli strumenti di governo del territorio che non determinino condizioni di instabilità e non modifichino negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nelle zone potenzialmente interessate dagli interventi e dalle loro pertinenze.*

La cartografia della pericolosità geomorfologica del PAI disseti è esclusivamente disponibile come banca dati geografica in modalità interattiva tramite WebGIS e come shapefile tramite la scheda di metadato.

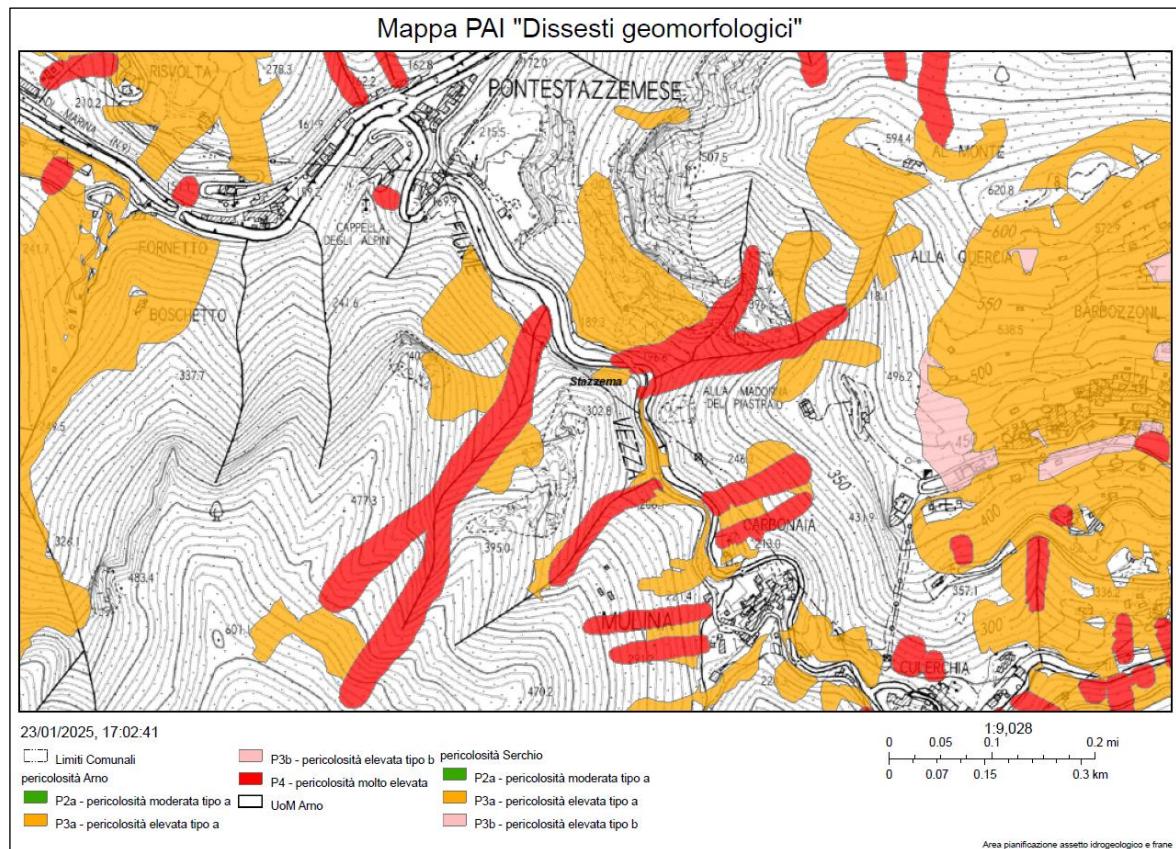


Fig. 6.4 – Estratto fuori scala dal WebGIS della mappa PAI dissesti geomorfologici.

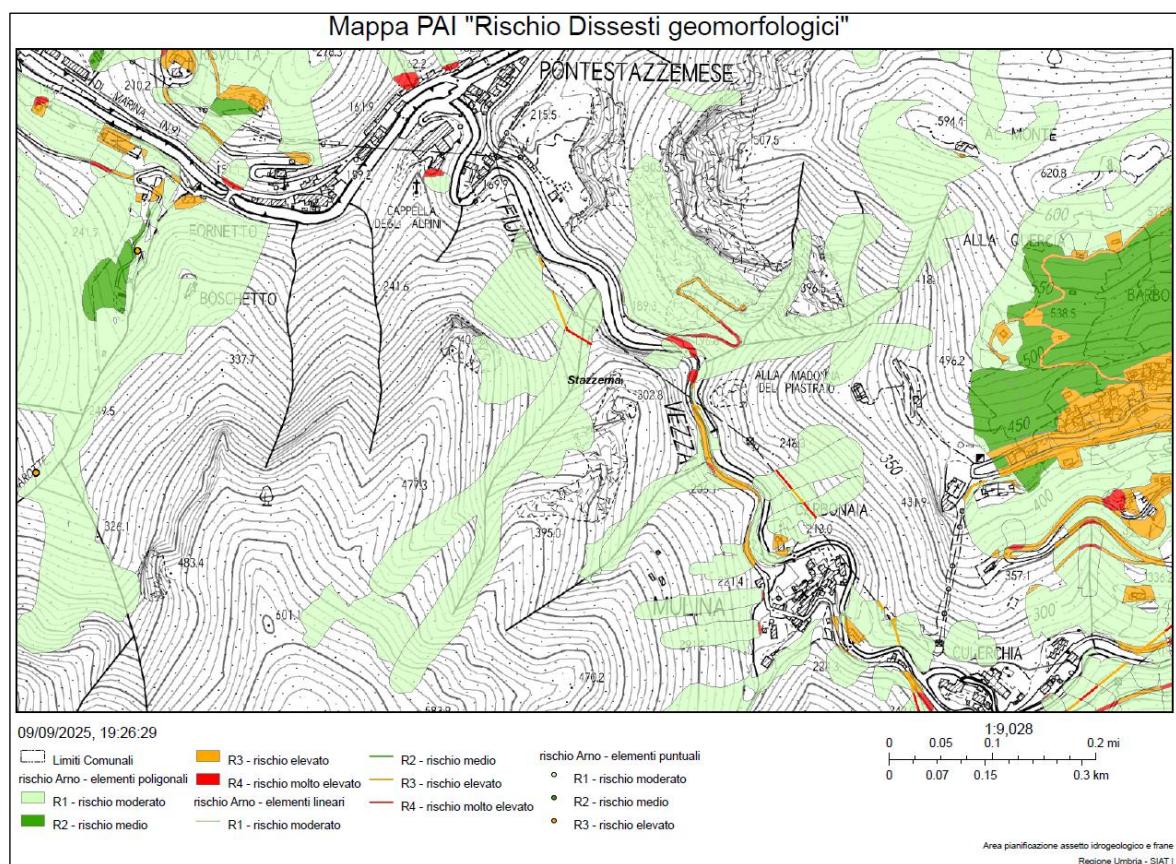


Fig. 6.5 – Estratto fuori scala dal WebGIS della mappa PAI rischio dissesti geomorfologici.

Come ben illustrato nelle immagini precedenti è possibile individuare aree a pericolosità elevata tipo a (P3a) e pericolosità molto elevata (P4).

I livelli di rischio sono classificati tutti moderati tranne per la viabilità di arroccamento alla cava Piastraio rientrante nelle classi di rischio elevato e molto elevato.

L'individuazione delle aree caratterizzate dai vari livelli di pericolosità geologica all'interno del Bacino estrattivo Le Mulina Monte di Stazzema, riportate all'interno della cartografia specifica, e la relativa normativa prima riportata, deriva direttamente dal PAI dissesti e ad esso si rimanda per tutte le ulteriori indicazioni e prescrizioni.

Attraverso la sovrapposizione in ambiente GIS della CTR in scala 1:10.000 della Regione Toscana, i limiti del bacino estrattivo e gli shape file dei livelli di pericolosità scaricati dal sito web dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino settentrionale, si possono definire nel dettaglio le localizzazioni delle aree a pericolosità elevata e molto elevata.

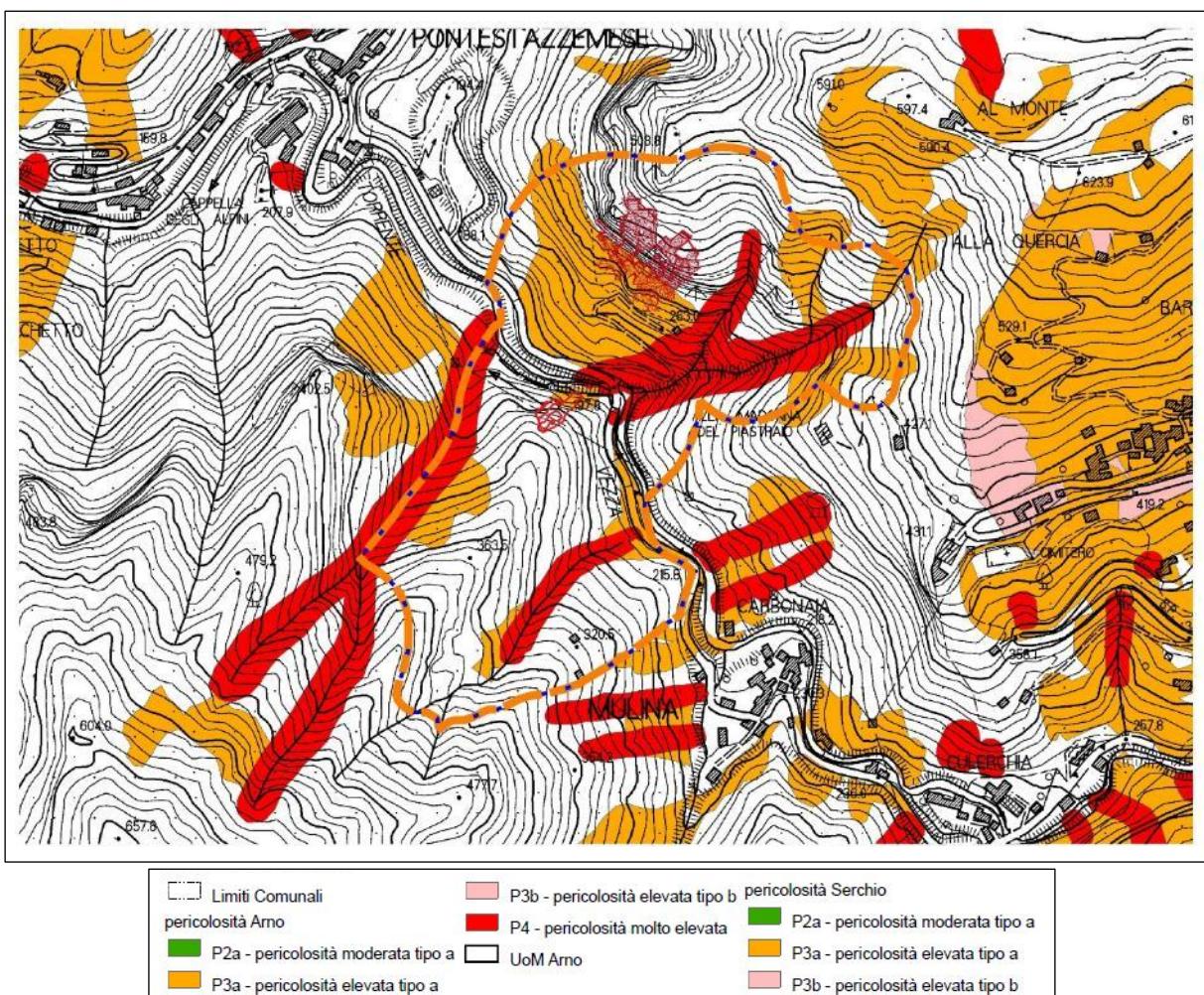


Fig. 6.6 – Estratto fuori scala dalla sovrapposizione in ambiente GIS della CTR in scala 1:10.000 della Regione Toscana, i limiti del bacino estrattivo e gli shape file dei livelli di pericolosità scaricati dal sito web dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino settentrionale.

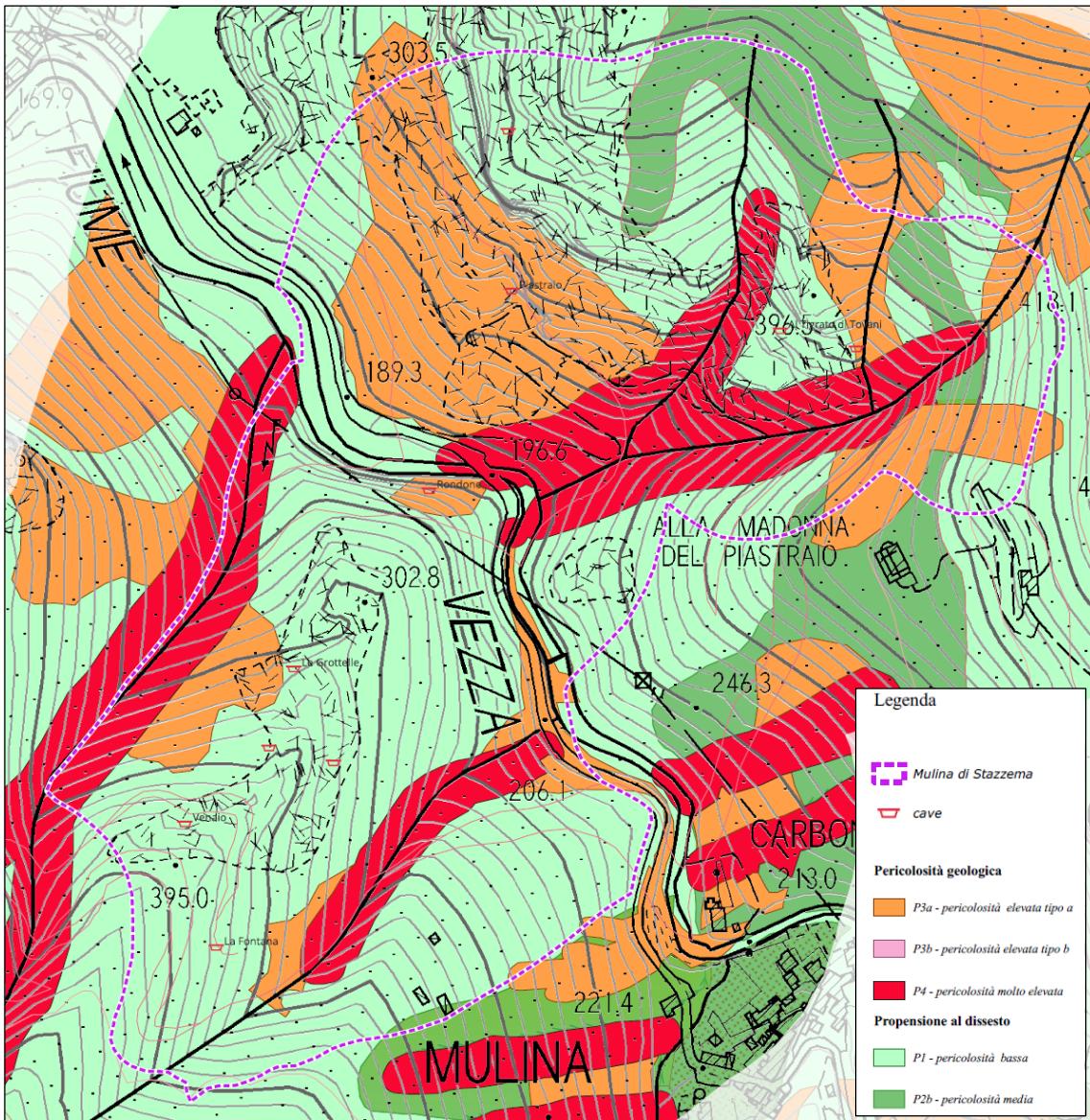


Fig. 6.7 - Estratto non in scala dalla carta della pericolosità geologica del PABE (QG.06).

Si richiama l'attenzione sul disposto di cui agli artt. 7 comma 2, 9 comma 2 e 10 comma 2 della Disciplina di Piano del PAI dissesti, nei quali si stabilisce che nelle aree "P4", "P3a" e "P3b" "L'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità con conseguente riesame del quadro conoscitivo e dei suoi effetti sulle mappe del PAI dissesti" e sul Cap. 1, Par. 1.1, quinto capoverso, dell'Allegato 3 alla Disciplina di Piano, in cui si specifica che "Non sono oggetto di classificazione le aree che, al momento della valutazione, risultano con trasformazione in atto per processi antropici, come cave, cantieri, miniere e/o discariche attive autorizzate secondo la normativa di settore".

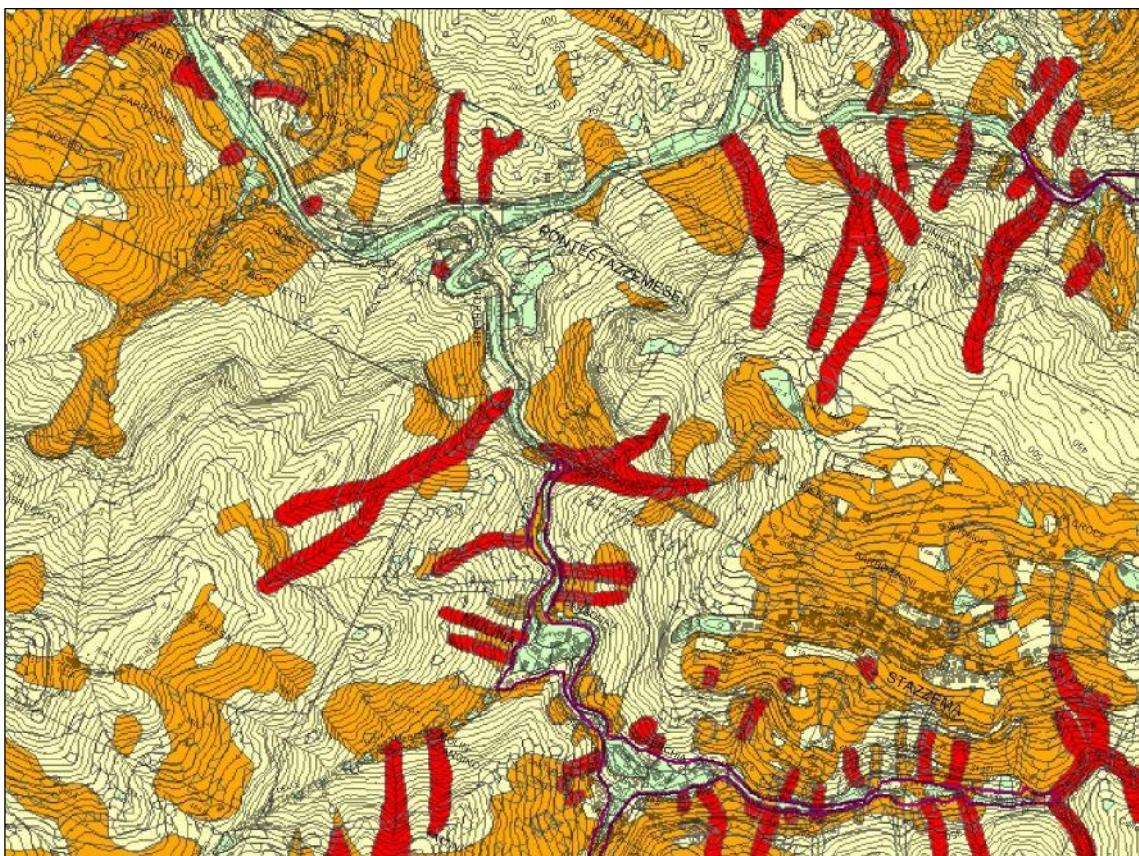
Le citate disposizioni di cui alla Disciplina di Piano, in combinato disposto con la precisazione di cui all'Allegato 3 alla Disciplina, vanno intese nel senso che, nell'ambito dei procedimenti avviati dopo l'8.04.24 riguardanti siti oggetto ad es. di attività estrattiva in atto, l'Autorità di bacino si esprime soltanto nel caso siano previste opere e interventi strutturali di consolidamento e stabilizzazione dei dissesti di natura geomorfologica finalizzati alla diminuzione del livello di pericolosità che interessano aree classificate P4/P3a/P3b interamente o parzialmente esterne al perimetro autorizzato per attività estrattiva.

Si evidenzia inoltre che, per le aree P3 e P4 del PAI "Dissesti" (che ereditano le aree PFE e PFME del PAI Toscana Nord) devono essere considerati gli indirizzi dettati dall'art. 8, comma 1, lett. c) della

Disciplina di Piano (“sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio le previsioni e le attività inerenti la coltivazione, il trattamento e il ripristino di aree destinate all'estrazione di materiali da cava e da miniera relativi alle aree a valenza estrattiva e mineraria incluse nei piani regionali”) e all’art. 11, comma 1 lett. c) (“sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica le previsioni e realizzazioni di interventi di trasformazione urbanistica) nonché il disposto dell’art. 13 comma 2, primo periodo (“Per le aree speciali [...] le Regioni possono disciplinare le condizioni di gestione del rischio emanando le disposizioni concernenti l’attuazione del Piano nelle specifiche materie di propria competenza”).

L'attuazione di tali indirizzi e norme determina che per le aree del PAI esterne al perimetro autorizzato per attività estrattiva, ma ricadenti all'interno delle aree indicate dal Piano Regionale Cave come "Giacimenti", "Giacimenti potenziali", "Aree contigue di cava", "Siti di reperimento di materiali ornamentali storici" (come da banca dati disponibile su Geoscopio della Regione Toscana) potranno avere effetto le condizioni di gestione del rischio disciplinate dalla Regione Toscana anche in riferimento a quanto previsto per le aree speciali.

Per completezza si riportano i contenuti della carta relativa alla pericolosità geomorfologica elaborata nel PS del Comune di Stazzema.



Legenda	
	— Confine comunale
Pericolosità geomorfologica bassa	
2g	Arearie con assenza di forme e processi geomorfologici attivi e/o quiescenti, nelle quali sulla base di valutazioni geologiche, litotecniche e clivometriche, sono prevedibili limitati processi di degrado superficiale riconoscibili o neutralizzabili a livello di intervento diretto.
Pericolosità geomorfologica medio-bassa	
3ag	Arearie prive di dissesti attivi e/o quiescenti, con indicatori morfologici precursori di fenomeni di instabilità (contropendenze, ondulazioni, lacerazioni, ecc.) nelle quali le condizioni geomorfologiche, litotecniche o clivometriche non permettono di escludere l'innescio di fenomeni gravitativi di bassa intensità. Arearie con dissesti inattivi per cause naturali e/o artificiali di medie o grandi dimensioni.
Pericolosità geomorfologica medio-alta	
3bg	Arearie con assenza di forme e processi geomorfologici attivi, interessate da frane quiescenti e/o indizi morfologici precursori di fenomeni di instabilità (contropendenze, ondulazioni, lacerazioni, ecc.) nelle quali non si possono escludere o sono prevedibili attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di media intensità.
Pericolosità geomorfologica elevata	
4g	Arearie interessate da frane attive e/o da diffusi fenomeni di degrado attivo, quali movimenti di massa o erosioni di qualsiasi intensità.
Pericolosità bassa da colate detritiche torrentizie	
2d	arearie individuate partendo da valutazioni su dati storici verificati con il criterio "Point Count System Model".

Fig. 6.8 - Estratto non in scala dalla tavola 9g del PS del Comune di Stazzema.

6.3 – PERICOLOSITÀ SISMICA

La definizione della pericolosità sismica viene basata sugli elementi prioritari da evidenziare per la valutazione degli effetti locali e di sito, in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico.

Gli elementi di conoscenza del territorio dunque, basati sulle informazioni esistenti oppure, qualora non siano disponibili informazioni, sull'acquisizione mediante nuove indagini, di dati e di fattori geologici e geomorfologici, permettono la realizzazione di opportuni studi di Microzonazione Sismica (MS), secondo le specifiche tecniche definite negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

Gli ICMS individuano, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, vari livelli di approfondimento degli studi di MS, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3.

L'acquisizione di tutti gli elementi di natura geologica, geomorfologica e geofisica risulta dunque fondamentale per la ricostruzione e la successiva rappresentazione del modello geologico - tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di caratterizzazione sismica e di parametrizzazione dinamica del terreno, principalmente in relazione alla misura diretta delle VSH (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente). Tra questi elementi assumono particolare importanza sia quelli che producono amplificazioni della risposta sismica senza deformazioni permanenti del suolo, sia quelli in cui l'anomalia sismica è rappresentata da una deformazione permanente (attivazione o riattivazione di movimenti franosi, liquefazione di terreni e sedimenti).

In sostanza la MS consente di ottenere una valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo, individuando e caratterizzando le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

La pericolosità sismica locale può essere definita come la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche).

Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche

sismologiche dell'area, ovvero tipologia, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, oltre che energia e frequenza dei terremoti) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici del sito, consentendo di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno.

La redazione degli studi di MS di I livello è obbligatoria per tutti i comuni, tranne quelli classificati in zona sismica 4. In particolare il Comune di Stazzema è stato perimetrato in zona sismica 3; questa perimetrazione è definita dalla Deliberazione GRT n.421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n.22 del 04.06.2014, in cui è stato approvato l'ultimo aggiornamento della classificazione sismica regionale, relativo all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n.878 dell'8.10.2012.

A tale proposito è opportuno sottolineare come lo studio di microzonazione sismica (MS di I livello) interessi esclusivamente i centri abitati.

Pertanto sulla base di quanto indicato negli *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Parte I e Parte II"* (Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Commissione Protezione Civile - Sottocommissione 8 - Attuazione della Normativa Sismica), in particolare nei paragrafi *"1.6 – Principi ed elementi per la Microzonazione Sismica"* e *"2.2 - Procedura per la stesura della carta delle indagini"*, e sulla base di quanto indicato D.P.G.R. n.5/R del 30/01/2020, per la definizione e la determinazione della pericolosità sismica è sufficiente fare riferimento agli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici di base.

In generale la sintesi di tutte le informazioni, secondo il D.P.G.R. n.5/R, consente di valutare le condizioni di pericolosità sismica secondo le seguenti classi di pericolosità:

(...)

C. 5 Aree a pericolosità sismica locale

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;

Pericolosità sismica locale elevata (S.3):

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

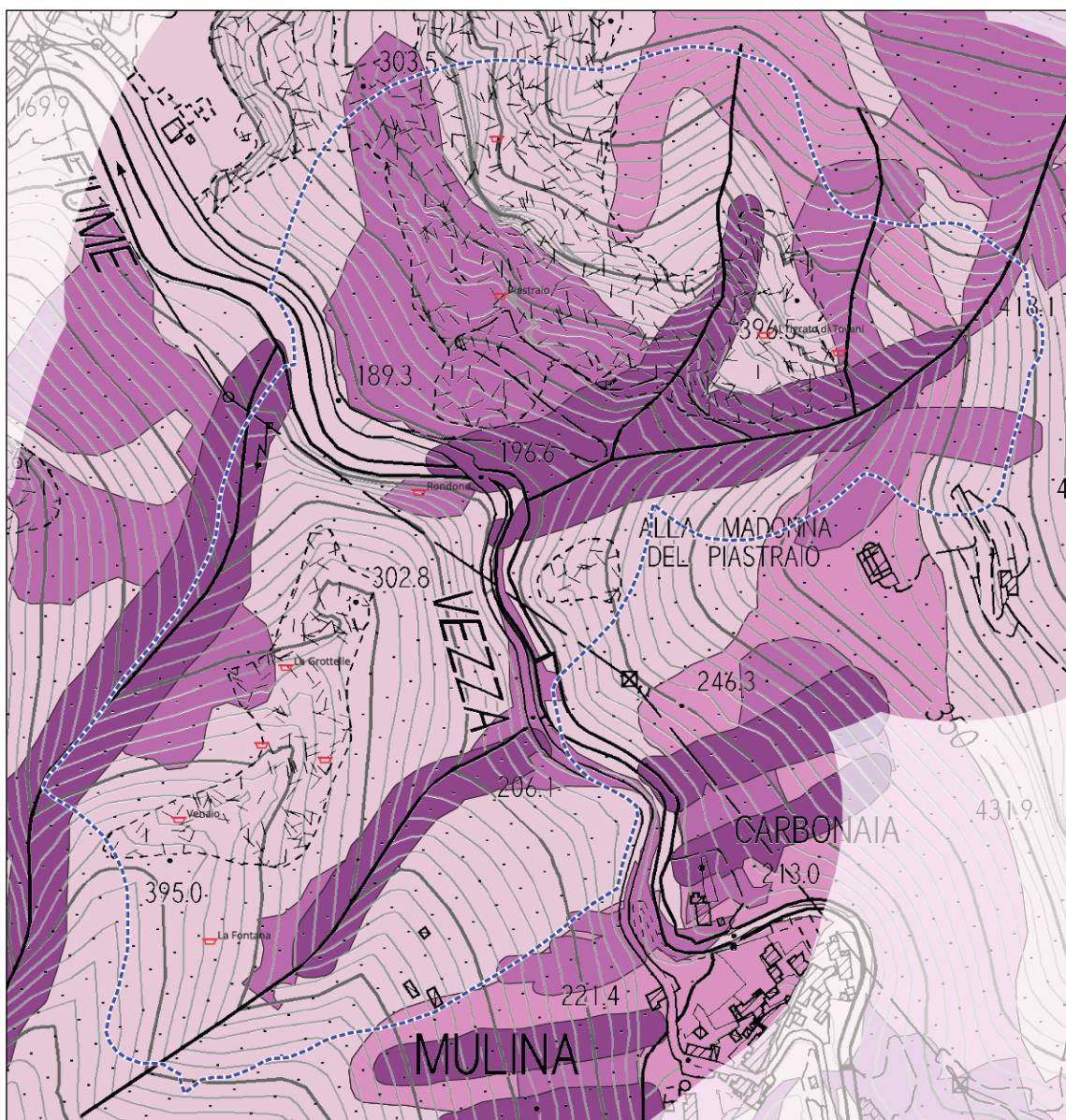
Pericolosità sismica locale media (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4;

- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;
- Pericolosità sismica locale bassa (S.1):**
- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

(...)

La carta della pericolosità sismica deriva direttamente dalla carta della pericolosità geologica e quindi tiene conto delle individuazioni fatte dal PAI disseti.



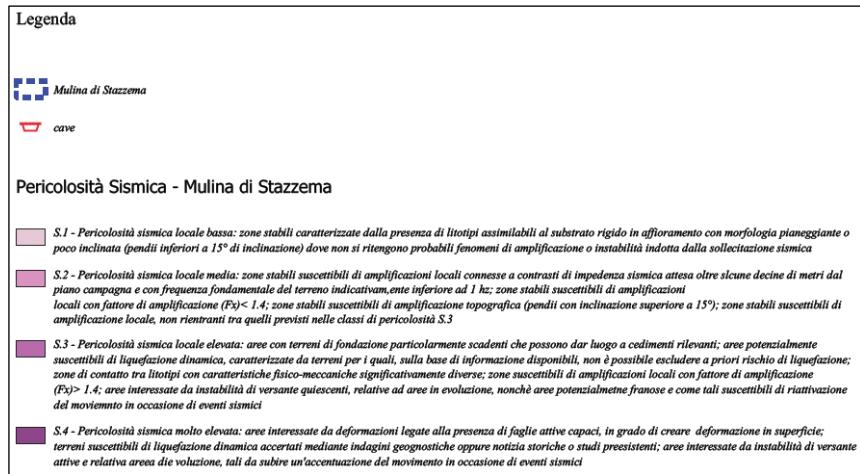


Fig. 6.9 - Estratto non in scala dalla carta della pericolosità sismica del PABE.

Per completezza si riportano i contenuti della carta relativa alla pericolosità idraulica elaborata nel PS del Comune di Stazzema.

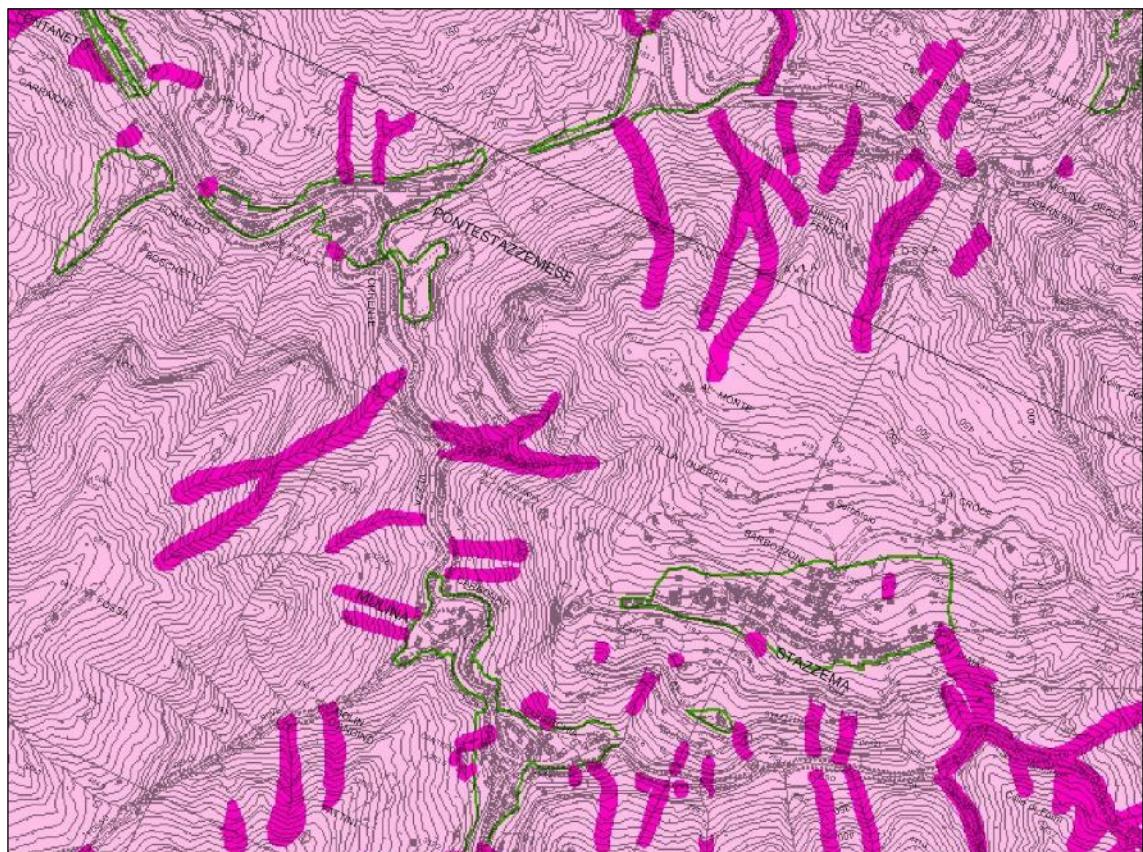


Fig. 6.10 - Estratto non in scala dalla tavola 12g del PS del Comune di Stazzema.

7. FATTIBILITÀ

In linea generale la valutazione della fattibilità viene definita dalla sovrapposizione della pericolosità dell'area con la tipologia del rischio derivante.

Nel D.P.G.R. n.5/R la Fattibilità degli interventi di trasformazione è verificata sulla base di Criteri generali in relazione agli aspetti geologici, al rischio di alluvioni e simili di cui alle Direttive Tecniche, Allegato A, del DPGR suddetto (paragrafi 3.2 e 3.3 e 3.6), di seguito riportate nel dettaglio.

CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ

7.1 – IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI

7.1.1 - *Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.*

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

- a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;*
- a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

7.1.2 - *Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.*

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi. La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

7.1.3 - Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

7.1.4 - Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

7.2 – IN RELAZIONE AL RISCHIO ALLUVIONI

7.2.1 - Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r. 41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r. 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento. Nelle aree di fondo valle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4 del DPGR 5/R (.... di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda), la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.

7.3 – IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

7.3.1 - Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) si fa riferimento ai seguenti criteri:

- per le aree di rispetto (ZRFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014;
- per le aree di suscettibilità (ZSFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014, fatto salvo per le classi d'uso I e II (NTC 2018, Cap.2 – par.2.4.2) previa verifica in fase attuativa e/o edilizia delle condizioni di

instabilità mediante gli approfondimenti previsti dalle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci – FAC”;

- nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata alla preventiva realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4) da accertare in funzione dell'esito delle verifiche geotecniche in fase di rilascio del titolo abilitativo;
- relativamente alle aree di instabilità di versante attive, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione, è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza, secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1.1, lettera a). Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b);
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

7.3.2 - Per le aree caratterizzate dalla classe di **pericolosità sismica locale elevata (S3)**, è necessario rispettare i seguenti criteri:

- per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4);
- per le aree di instabilità di versante quiescenti, la fattibilità di interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche di stabilità di versante e alla preventiva realizzazione, qualora necessario, degli interventi di messa in sicurezza individuati al paragrafo 3.1.1, lettera a). La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente è subordinata a quanto indicato al paragrafo 3.1.1 punto b);
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

7.3.3 - Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica media (S2)** non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

7.3.4 - Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale bassa (S1)**, non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Al fine di giungere più facilmente alla sintesi delle problematiche legate ad ogni previsione di intervento e per una maggiore fluidità di lettura, è stata costruita una matrice di fattibilità (“abaco delle fattibilità” - Tab. 2a e Tab. 2b) nella quale, in relazione agli aspetti geologici, del rischio alluvioni e sismici, la Fattibilità corrispondente è indicata come segue:

1. Fattibilità in relazione agli aspetti geologici (**FG**);

2. Fattibilità in relazione al rischio di alluvioni (**FI**);
3. Fattibilità in relazione agli aspetti sismici (**FS**).

Inoltre, alle previsioni sono stati assegnati vari gradi di Fattibilità, secondo valori numerici da 1 a 4 (ricalcando in parte la metodologia del precedente DPGR 53/R/2011), corrispondenti ognuno ai criteri di fattibilità relativi alla classe di pericolosità di appartenenza, sulla base del DPGR 5/R/2020, della L.R. 41/2018 e alla Disciplina di Piano del PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale", illustrati nella tabella seguente.

CRITERI DI FATTIBILITÀ'												
Pericolosità	GEOLOGICA				DA ALLUVIONI			SISMICA				
	G1	G2	G3	G4	P1	P2 (poco Frequentati)	P3 (frequentati)	S1	S2	S3	S4	
Fattibilità	FG1	FG2	FG3	FG4	FI2	FI3	FI4	FS1	FS2	FS3	FS4	
DPGR 5/R/2020	par. 3.2.4	par. 3.2.3	par. 3.2.2	par. 3.2.1	par. 3.3	par. 3.3	par. 3.3	par. 3.6.6	par. 3.6.5	par. 3.6.4	par. 3.6.2	
LR 41/2018	--	--	--	--	--	Capo I, II, IV, V	Capo I, II, IV, V	--	--	--	--	
Disciplina di Piano (Aggiornamento e revisione del Piano di gestione del rischio di alluvione – Secondo ciclo di gestione)	--	--	--	--	art. 11	artt. 9-10	artt. 7 - 8	--	--	--	--	

Pertanto, mediante il sopracitato abaco delle fattibilità, nel presente piano sono definite, in maniera immediata, i criteri minimi da seguire nella redazione di studi geologici, idrogeologici e geotecnici a supporto di ogni tipo di intervento presente nella matrice, in funzione delle diverse classi di pericolosità (geologica, da alluvioni e sismica).

L'esecuzione degli interventi è infatti subordinata, in fase di progettazione, a tutti gli approfondimenti, prescrizioni e limitazioni riconducibili a ciascuna delle tre classi di fattibilità sopra elencate.

E' opportuno sottolineare come in aree caratterizzate da più classi di pericolosità si debba applicare la condizione di fattibilità più restrittiva.

Si ricorda inoltre che sono fatti salvi eventuali interventi derivanti da provvedimenti, prescrizioni e diffide emanati ed imposti delle autorità competenti nel territorio (Regione Toscana, comune di Seravezza, Servizio Sanitario della Toscana, Polizia mineraria) in materia di sicurezza e in ottemperanza del D.P.R. n.128/1959 e del D. Lgs. N.624/1996 e della Guida operativa per la prevenzione e sicurezza delle attività estrattive della Regione Toscana e del Servizio Sanitario della Toscana.

Sulla base e a supporto di quanto sopra descritto e di quanto esposto nel capitolo precedente si allega al presente Piano di Bacino l'abaco delle fattibilità (Vd. Tab. 7a e 7b) definito in funzione degli interventi previsti e di concerto con gli uffici tecnici della Regione Toscana; inoltre vengono allegati i seguenti elaborati cartografici, fondamentali per definire le problematiche geologiche, idrauliche e sismiche del bacino di riferimento:

QG 01. Carta di inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico – scala 1:10.000

QG 02. Carta geomorfologica di bacino – scala 1:2.000

QG 03. Carta geologica di bacino – scala 1:2.000

QG 04. Carta idrogeologica di bacino – scala 1:2.000

QG 05. Carta del reticolo idrografico principale (L.R. 79/2012) – scala 1:2.000

QG 06. Carta della pericolosità geologica – scala 1:2.000

QG 07. Carta della pericolosità idraulica di bacino – scala 1:2.000

QG 08. Carta della pericolosità sismica di bacino – scala 1:2.000

QG 10. Norme tecnico geologiche

PERICOLOSITA'			Pericolosità Geologica			Pericolosità da alluvioni			Pericolosità sismica (desunta da Carta degli elementi generali con rilevanza sismica)			
FATTIBILITÀ'	G2	G3	G4	P1 200<Tr<500	P2 Tr<200	P3 Tr<30	S1	S2	S3	S4		
	FG 3	FG 3	FG 4	--	Fl 2	Fl 2	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		
	FG 3	FG 3	FG 4	--	Fl 2	Fl 2	Fl 1	FS 2	FS 3	FS 3		
	FG 3	FG 3	FG 4	--	Fl 2	Fl 2	Fl 1	FS 2	FS 3	FS 3		
	FG 3	FG 3	FG 4	--	Fl 2	Fl 2	Fl 1	FS 2	FS 3	FS 3		
	FG 2	FG 3	FG 4	--	Fl 3	Fl 4	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		
	FG 2	FG 3	FG 4	--	Fl 3	Fl 4	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		
	FG 2	FG 3	FG 4	--	Fl 3	Fl 4	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		
	FG 2	FG 3	FG 4	--	Fl 3	Fl 4	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		
	FG 2	FG 3	FG 4	--	Fl 3	Fl 4	Fl 1	FS 1	FS 1	FS 1		

Tab. 7a - Matrice per la fattibilità, funzione della tipologia di interventi e delle pericolosità geologica, idraulica e sismica.

PERICOLOSITÀ'		Pericolosità Geologica			Pericolosità da alluvioni			Pericolosità sismica (desunta da Carta degli elementi generali con rilevanza sismica)			
Tipologia interventi	FATTIBILITÀ'	G2	G3	G4	P1 $200 < Tr < 500$	P2 $Tr < 200$	P3 $Tr < 30$	S1	S2	S3	S4
11) aree per installazione strutture mobili di servizio all'attività estrattiva	FG 2	FG 2	FG 2	FG 4	--	FI 3	FI 4	FS 1	FS 1	FS 1	FS 2
12) aree da destinarsi a bacini raccolta acque		FG 2	FG 3	FG 4	--			FS 1	FS 1	FS 1	FS 2
13) manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità di arroccamento su roccia		FG 2	FG 3	FG 3 / FG 4	--	FI 2	FI 3	FS 1	FS 2	FS 3	FS 3
14) manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità o di arroccamento su detriti di escavazione o su coperture eluvio - colluviali		FG 2	FG 3	FG 3 / FG 4	--	FI 2	FI 3	FS 1	FS 2	FS 3	FS 3
15) sistemazione vie di arroccamento in disuso		FG 2	FG 2	FG 3	--	--	--	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
16) aree per rinverdimento "naturale"		FG 1	FG 2	FG 2	--	--	--	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
17) messa in sicurezza pareti rocciose "residuali" (tecchie)		FG 1	FG 3	FG 3	--	--	--	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
18) bonifica e messa in sicurezza dei depositi detritici di escavazione (ravaneti)		FG 2	FG 3	FG 3	--	FI 3	FI 3	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
19) modellazioni morfologiche di risistemazione in roccia e/o detrito		FG 2	FG 2	FG 3	--	FI 3	FI 3	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
20) manutenzione straordinaria di edifici a servizio		FG 2	FG 3	FG 3 / FG 4	--	FI 3	FI 3	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1
21) ristrutturazione di edifici a servizio		FG 2	FG 3	FG 4	--	FI 2	FI 3	FS 1	FS 2	FS 3	FS 3
22) impianti di derivazione idrica		FG 2	FG 2	FG 3	--	FI 3	FI 3	FS 1	FS 1	FS 1	FS 1

Tab. 7b - Matrice per la fattibilità, funzione della tipologia di interventi e delle pericolosità geologica, idraulica e sismica.

NOTE

1. materiali ornamentali destinati alla produzione di blocchi, lastre e affini;
2. (materiali sciolti in pezzatura varia da piccoli blocchi a frammenti centimetrici in cicli produttivi (es. granulati) e destinati alla commercializzazione in base al progetto di coltivazione);
3. materiali sciolti provenienti da cave per uso ornamentale, utilizzabili in altri cicli produttivi, tecnicamente molto simili ai derivati da taglio ma provenienti da cave con autorizzazione ai sensi della previgente LR 78/98;
4. "Rifiuti di estrazione" la cui gestione deve essere descritta nel Piano di Gestione dei Rifiuti di Estrazione approvato contestualmente al Progetto di coltivazione ai sensi della LR 35/15. Si tratta dunque di materiali non vendibili e non utilizzabili in altri cicli produttivi, utilizzati temporaneamente all'interno delle cave per la realizzazione delle piste interne al sito e come cuscino di inerti nelle fasi di abbattimento delle bancate;
5. sono ricompresi: "marmettola", rifiuti speciali pericolosi (oli usati, stracci imbevuti, filtri oli, batterie, ecc.) e non pericolosi (rottami metallici, filtri aria, plastiche, indumenti da lavoro, ecc.).

Approfondimenti da effettuare a livello di NTA:

- 1) per le viabilità, andrà verificata la possibilità di vie comuni a più comprensori e la possibilità di miglioramento della rete delle infrastrutture, da indicare come prescrizioni alla progettazione;
- 2) dovrà essere condotta un'analisi a livello di bacino idrografico individuando uno schema di circolazione delle acque meteoriche superficiali;
- 3) per l'approvvigionamento idrico andrà verificata la possibilità di impianto consortile, da indicare come prescrizioni alla progettazione;
- 4) la vulnerabilità idrogeologica dovrà rientrare nella valutazione della pericolosità geologica;
- 5) come previsto dalla normativa in materia (D. Lgs 117/2008, LR 35/2015, DPGR 72R/2015) il Piano di Gestione dei Rifiuti di Estrazione, nel quale sono quantificate le diverse tipologie di materiali estratti, indicando per ciascuna di queste le specifiche destinazioni, è presupposto indispensabile per il rilascio dell'autorizzazione per la coltivazione di un sito estrattivo. Si ricorda comunque che l'Allegato 5 del PIT-PPR vieta la creazione di nuove discariche di cava.