

COMUNE DI CARRARA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

PIANO DI COLTIVAZIONE CAVA DENOMINATA "BETTOGLI B" N. 68

COORDINATO CON PIANI DI COLTIVAZIONE CAVE DENOMINATE
"BETTOGLI A" N. 70 - "CALOCARA B" N. 103 - "CALOCARA C" N. 105



REDATAI AI SENSI DELLA L.R. 10/10

ESERCENTE:

Bettogli Marmi S.r.l.

TITOLO:

RELAZIONE TECNICA

II TECNICO:

Dott. Ing. Massimo Gardenato
ingegnere minerario



DATA:

GIUGNO 2025

TAV.:

FILE:

RelTec_25_68



via G.Pascoli, 44 55032 Castelnuovo Garf.na (LU) - via di Turigliano, 24a 54033 Carrara (MS)
Tel. 0585 093077 e e-mail: studio@rocnet.net



RELAZIONE TECNICA

Premessa

La presente relazione, completa di allegati cartografici, è stata redatta a supporto dello studio preliminare ambientale redatto a corredo della domanda di Variante al piano di coltivazione della cava “Bettogli B” n° 68 esercita dalla Bettogli Marmi s.r.l.

Al momento sono in corso di esaurimento, in alcune aree di cava, i volumi autorizzati ex L.R. 35/15 Det. Dir. N° 599 del 19/04/2019 successivamente prorogata fino al 31/10/2025 grazie alla Registrazione Emas. Il piano vigente ha ottenuto PCA n° 1509 del 28/12/2018 interessando un'area in cui ricadevano gran parte delle lavorazioni riproposte in questa sede. Sarà necessaria l'autorizzazione paesaggistica relativamente all'interessamento di aree soggette a vincoli di cui all'ART 142 DLgs 42/2004- ex legge Galasso- “Aree da tutelare per legge” e nello specifico la lettera g) “i territori coperti da foreste e da boschi” .

Le coltivazioni si svolgeranno a cielo aperto in cui proseguiranno i lavori intrapresi nel progetto vigente sia per quel che concerne le aree a confine con la cava Bettogli B n° 68 che per le aree a confine ancora con la cava Calocara C n° 105. Non si prevedono modifiche alle coltivazioni autorizzate nell'area a confine con la cava Calocara A n° 102, salvo poter adeguare il progetto in esito al deposito di un nuovo piano da parte della cava 102 stessa.

Le coltivazioni prevedono di proseguire gli sbassi a seguire i lavori attualmente in corso nell'ambito della vigente autorizzazione con sviluppo al confine delle relative quote sino alla quota di riferimento di 564-579 nella zona Ovest (confine con cava n. 103) e quota 565 nella zona orientale a confine con la cava n. 105 dove si sviluppano altresì tutti i gradoni che scendono dalla quota sommitale autorizzata di 680 in comune con la suddetta cava n. 105.

Fanno inoltre parte del presente progetto di variante:

- Lo studio Preliminare Ambientale
- Lo studio idrogeologico
- Relazione Geologica
- Relazione Paesaggistica
- Analisi crinale



- Valutazione di impatto acustico
 - Studio Meteodiffusionale
 - Monitoraggio qualità dell'aria
 - Il piano di ripristino ambientale
 - Il Piano di Gestione delle AMD
 - Il Piano gestione dei rifiuti ex Dlgs 117/08
 - Il piano di gestione dei derivati da taglio
- ed i seguenti allegati cartografici:

- Tav. 1 – Inquadramento territoriale
- Tav. 2 – Inquadramento urbanistico
- Tav. 3 – Intervisibilità
- Tav. 4 – Planimetria catastale
- Tav. 5 – Planimetria stato attuale
- Tav. 6A – Planimetria progetto (fase intermedia)
- Tav. 6B – Planimetria progetto (fase finale)
- Tavv. 7A-7B-7C-7D-7E – Sezioni (stato att. - fase int. - fase fin.)
- Tavv. 8A-8B-8C-8D-8E – Sezioni (stato att. - prog. aut. - prog. var.)
- Tav. 9 – Sezioni strada cava n.68
- Tav. 10A – Planimetria ipotesi di ripristino ambientale (progetto fase finale)
- Tav. 10B – Sezioni ipotesi di ripristino ambientale
- Tav. 11A – Planimetria vincoli (stato attuale)
- Tav. 11B – Planimetria vincoli (progetto fase intermedia)
- Tav. 11C – Planimetria vincoli (progetto fase finale)
- Tav. 12A – Planimetria volumi (stato attuale)
- Tav. 12B – Sezioni volumi di messa in sicurezza
- Tav. AMD A – Piano gestione AMD (stato attuale)
- Tav. AMD B – Piano gestione AMD (progetto fase intermedia)
- Tav. AMD C – Piano gestione AMD (progetto fase finale)



SCHEDA INFORMATIVA

- a. **Denominazione convenzionale della cava:** cava di marmo n° 68 denominata “Bettogli B” - Comune di Carrara (MS).
- b. **Estensione del complesso estrattivo:** l’area disponibile si estende per ca. 126.000 mq. Considerata la destinazione a servizio della cava delle aree di piede, l’estensione del sito estrattivo ai sensi del comma 1 art. 2 della L.R. 35/2015 è pari a ca. 7,46 ha.
- c. **Anagrafica dell’azienda imprenditrice:** Bettogli Marmi s.r.l.
- d. **Finalità industriali e prodotti commerciali:** marmo in blocchi per segagione, come prodotto secondario scaglie di marmo e detrito assortito.
- e. **Titoli di disponibilità delle aree interessate:** La Bettogli Marmi s.r.l. ha in disponibilità le aree di cui al presente progetto in virtù di concessione comunale e di proprietà.
- f. **Durata della coltivazione:** Con la presente istanza si richiede autorizzazione per 10 anni



UBICAZIONE E DISPONIBILITA'

La cava “Calocara B” è situata nel bacino marmifero di Miseglia in località omonima ed è contrassegnata nell’elenco delle cave del Comune di Carrara dal numero d’ordine 68.

La società è titolare dei mappali su cui si svolgono le lavorazioni di cui al presente progetto e sono disposte le infrastrutture parte in virtù di proprietà e parte di concessione comunale ai sensi della convenzione di recente stipula. Gli accessi all’area avvengono tramite la strada di arroccamento comune del comprensorio che si dirama dalla vicina strada comunale. Per un suo inquadramento cartografico si rimanda alla planimetria di stato attuale. Il progetto risulta conforme alle norme tecniche di attuazione del P.R.G. del Comune di Carrara. L’area è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi della L. 3267/23 e a vincolo paesaggistico di cui all’ART 142 DLgs 42/2004- ex legge Galasso- “Aree da tutelare per legge” e nello specifico la lettera g) “i territori coperti da foreste e da boschi”. Per quanto sopra il progetto si deve intendere conforme con le norme ambientali e paesaggistiche. Il sito estrattivo non rientra nella tipologia di aree contigue ad aree protette ex L. 394/91 (Parco delle Alpi Apuane). Non costituisce direttamente sito di importanza comunitaria (SIC) o zona di speciale conservazione (ZSC).

Dati generali

Nel seguito si riportano tutti i dati generali relativi alla cava in oggetto e precisamente le infrastrutture presenti, i macchinari, le modalità di smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi, la gestione e il recupero dei derivati della lavorazione.

Impianti e mezzi meccanici

Le lavorazioni nella cava oggetto della presente relazione tecnica si avvalgono della tecnologia del taglio mediante filo diamantato, delle tagliatrici a catena da piazzale e per la riquadratura (terna).

Il filo diamantato viene solitamente utilizzato per l’esecuzione di tagli al monte e per sezionare e distaccare le bancate sui piazzali e per un taglio negli avanzamenti in galleria



nonché per la riquadratura dei blocchi informi. La catena si può utilizzare per l'esecuzione dei tagli al monte sia orizzontali che verticali e per la riquadratura dei blocchi.

Il distacco delle porzioni di ammasso isolate con i suddetti metodi avviene mediante l'impiego di cuscini idraulici o pneumatici introdotti nel taglio tra monte e bancata o, quando le condizioni di impiego lo consentono, con martini idraulici, seppur quest'ultima attività sempre più rara.

A supporto dei mezzi da taglio a filo diamantato si utilizzano una serie di perforatrici elettro-oleodinamiche che permettono l'esecuzione di fori complanari, e tra loro ortogonali, necessari al successivo passaggio del filo. Tutte le operazioni di abbattimento descritte saranno assistite e seguite da macchine per la movimentazione, rappresentate essenzialmente da pale gommate ed escavatori cingolati dotati di benna atta alla movimentazione del detrito e/o provvista di martello oleodinamico per la demolizione.

Tali mezzi vengono utilizzati per la preparazione delle rampe di accesso, per l'allestimento dei piazzali di lavoro, la movimentazione del detrito e delle macchine da taglio nonché per il caricamento dei blocchi estratti sui mezzi di trasporto.

In sintesi gli impianti ed i mezzi meccanici utilizzabili nel progetto risultano:

- N° 5 macchinette a filo diamantato
- N° 1 tagliatrice a catena da piazzale
- N° 2 tagliatrici a catena montate su terna
- N° 3 pale gommate
- N° 2 escavatori cingolati
- N° 1 dumper
- N° 2 perforatrice pneumatica mobile più diverse manuali
- N° 1 carro di perforazione a fondo foro
- N° 1 Compressore idraulico
- Diversi martelli pneumatici
- Oltre ad utensili minuti vari e macchinari da officina per riparazioni di primo intervento.

Unità lavorative

Al momento gli addetti impiegati sono attualmente 10 ma potranno essere adeguati in termini di numero e professionalità secondo le esigenze dell'attuale e futuro livello produttivo.





Strutture e servizi

Edifici aziendali

Gli edifici aziendali della Bettogli Marmi s.r.l. sono ubicati nel piazzale posto in sommità al termine della strada di accesso alla cava e posti in un area limitrofa alle aree di lavorazione. Sono presenti dei box mobili adibiti a ricovero per gli operai, officina/magazzino. L'area impianti per attrezzature meccaniche e rifornimento gasolio e deposito rifiuti è posta nella piazzale nella zona di ingresso al compendio estrattivo alla quota 600 ca. e nella vicina area a quota 623 ca. Tutta la porzione di area adibita ad area impianti è opportunamente a fondo impermeabilizzato in cls con sistema di recupero di tutte le AMPP che vi incidono sopra (vedasi piano di gestione AMD). Nel presente piano di lavoro è previsto lo spostamento dell'area di quota 600 in fase finale come descritto negli elaborati.

Energia elettrica

La cava è collegata alla rete di distribuzione ENEL mediante una cabina di trasformazione MT/BT ampiamente sufficiente alle necessità di cava (vedasi carta delle infrastrutture). Da tali cabine la corrente viene trasferita ai quadri elettrici presenti in prossimità dei cantieri cui vengono di volta in volta collegate le macchine da taglio o da perforazione nonché tutte le apparecchiature per la ventilazione e per l'illuminazione. Tutte le centraline elettriche e le derivazioni sono a norma con la legge vigente sulla salute e sicurezza dei luoghi di lavoro.

Approvvigionamento idrico

La ditta possiede diversi serbatoi d'acqua di idonea capacità nelle zone indicate negli elaborati grafici che, com'è ovvio, oltre che permettere una regolare utilizzazione, fungono da riserva nel caso in cui si dovessero avere picchi nei consumi. Nell'ottica di una maggiore attenzione verso i problemi della polluzione e dell'economia delle risorse idriche le lavorazioni sono state impostate sul concetto del ricircolo delle acque. La società detiene apposita concessione al prelievo da derivazione in loc. Canale.



Servizi igienici

Come ormai uso e consuetudine in tutte le cave delle Apuane, stante anche la scarsa praticabilità di uno scarico di reflui nello specifico ambito di suolo/sottosuolo, è installato presso l'area di impianti locale wc e docce con lavandini per il quale è in essere un contratto con ditta esterna che provvede anche alla raccolta dei reflui neri.

Ricambi e mezzi meccanici

Le parti di ricambio sono alloggiate all'interno dei magazzini adibiti a deposito materiali e/o attrezzature. La sostituzione di parti per manutenzione, viene effettuata solitamente tramite società esterna autorizzata, che recupera anche, a propria cura, le parti sostituite.

I pneumatici vengono forniti e montati da società esterna incaricata, che recupera o smaltisce a propria cura a norma di legge, quelli oggetto di sostituzione. La stima del quantitativo di materiali di ricambio (filtri vari, ecc.) esausti prodotti è di difficile quantificazione (fino ad oggi viene fatta direttamente dalle ditte di manutenzione incaricate contrattualmente) ed a grandi linee si può stimare in alcune decine di Kg annui seppur non direttamente prodotte e smaltite dalla società esercente.

I materiali di questo tipo che eventualmente dovessero essere prodotti sono tenuti in stoccaggio temporaneo presso il cantiere in coltivazione nell'area servizi in locale coperto in "ammassi temporanei" distinti, divisi per tipologia di rifiuto, con proprio codice CER e conferiti a norma di legge per lo smaltimento o recupero.

Infrastrutture di collegamento

La cava, trova accesso diretto dalla viabilità comunale attraverso strada comprensoriale (che in gran parte si sviluppa su agro marmifero) asfaltata nella parte basale e non è necessario apportare modifiche ad essa, per esigenze dirette della cava. Verrà modificata nella zona di accesso della cava n. 70 come indicato negli elaborati allegati per realizzare il nuovo accesso agli sbassi.



Carburanti

Per quel che concerne il gasolio esso è posizionato, presso l'area impianti, Diesel Tank per il contenimento di gasolio della capacità di lt. 8.000 per i quali è stata depositata apposita SCIA per l'ottenimento del Certificato di Protezione Incendi secondo quanto previsto da normativa vigente.

A fini della verifica dei Vigili del Fuoco per il rilascio del CPI i Diesel Tank devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- devono essere omologati;
- devono avere il certificato di collaudo;
- devono essere in possesso del manuale di uso e manutenzione;
- devono avere la targa di identificazione, punzonata in posizione visibile, riportante:
 - nome e l'indirizzo del costruttore
 - anno di costruzione
 - capacità geometrica
 - spessore del materiale
 - il numero del collaudo del contenitore tipologia di carburante
- devono avere il dispositivo di limitazione del carico al 90%
- devono avere il tubo di equilibrio con sfiato a tetto
- devono avere tettoia di protezione dagli agenti atmosferici (nel caso sono container omologati)
- devono avere bacino di contenimento di capacità non inferiore alla metà del serbatoio
- non devono essere posizionati nelle vicinanze di fonti di accensione;
- devono avere il collegamento di messa a terra
- il contenitore deve essere posizionato in un'area avente ampiezza non minore di 3m per lato
- devono essere presenti tre estintori portatili a polvere aventi carica minima pari a 6Kg e capacità estinguente non inferiore a 39A 144B-C.

Sulla base di conoscenze empiriche relative a cave di dimensioni analoghe si può stimare complessivamente un consumo energetico di circa 70.000/90.000 litri di gasolio.



Rifiuti

In generale il raggruppamento dei rifiuti pericolosi e non avviene per tipologie omogenee distinte, con propri depositi temporanei, “controllati”, separati così come previsto dalla vigente normativa e nel rispetto delle relative norme tecniche, afferenti alla stessa tipologia.

I rifiuti pericolosi anche se divisi nelle diverse categorie non sono miscelati con i rifiuti non pericolosi, in ottemperanza al relativo divieto di legge. Ciascun rifiuto viene raccolto per tipologia ed avviato periodicamente ai luoghi autorizzati, ove avvengono le operazioni di recupero o di smaltimento, a mezzo di soggetti regolarmente autorizzati. La frequenza di dette operazioni di trasferimento è:

- a) per i rifiuti pericolosi almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito, oppure in alternativa, quando il quantitativo di rifiuti pericolosi in deposito raggiunge i 10 mc, mentre potrà essere di un anno se il quantitativo di rifiuti pericolosi in deposito non supera i 10 mc;
- b) per i rifiuti non pericolosi almeno semestrale, indipendentemente dalla quantità in deposito, oppure, in alternativa, quando il quantitativo dei rifiuti non pericolosi in deposito raggiunge i 20 mc, mentre potrà essere di un anno se il quantitativo di rifiuti non pericolosi in deposito non supera i 20 mc.

Oli e lubrificanti

Non è semplice stimare in percentuale gli oli esausti generalmente prodotti rispetto a quelli lubrificanti acquistati in quanto i mezzi e le attrezzature consumano olio lubrificante in modo più o meno variabile e rilevante a seconda del tipo, dello stato d'uso e delle condizioni esterne. Tanto è vero che facendo una statistica sull'attività di escavazione in generale le percentuali, incostanti, di olio esausto prodotto in generale si può arrivare anche al 60-70% degli oli acquistati. La presunzione circa i quantitativi deriva dall'osservazione eseguita in altre attività similari per quantitativo di mezzi presenti in occasione di presentazione MUD annuale. Il consumo dipende dal mezzo singolo e non necessariamente direttamente dalle volumetrie produttive in quanto i cambi d'olio sono comunque periodici ed in genere affidati



contrattualmente ad apposita società di manutenzione, indipendentemente dalla volumetria utile, quanto meno sino a che queste non richiedano l'utilizzo di maggiori o diversi mezzi. Per la cava in oggetto sia l'acquisto che il recupero degli oli esausti viene affidato contrattualmente a società di manutenzione che recuperano direttamente i rifiuti da loro prodotti. Comunque per qualsiasi bisogno, nel caso si producesse la cava sarà dotata di apposito contenitore chiuso tenuto al coperto, con propria vasca di contenimento per il magazzinaggio degli olii lubrificanti esausti posizionato all'interno dell'area servizi. Tale contenitore è di tipo mobile, facilmente trasportabile e non prevede una postazione fissa, in esso staziona protetto, coperto dalle intemperie e accuratamente isolato dal terreno, come previsto dalle norme, il serbatoio di stoccaggio temporaneo degli oli esausti sarà inferiore ai 500 kg. Il resto è dunque tutto stato ritirato dalle ditte che hanno in appalto la manutenzione ordinaria e straordinaria dei mezzi meccanici.

Come è ampiamente descritto anche nel piano di gestione delle AMD (allegato alla presente documentazione), si indicano di seguito i provvedimenti complementari in atto per contenere eventuali inquinamenti accidentali connessi allo svolgimento delle attività produttive svolte all'interno della cava:

1. Intensificazione della frequenza dei controlli e manutenzione dei macchinari, al fine di eliminare o quantomeno ridurre al massimo perdite di sostanze oleose provenienti da macchinari quali: mezzi meccanici, centraline per attrezzature e macchinari che impiegano olio idraulico (già in atto).
2. Dotazione di materiali oleoassorbenti (già in atto).

Lo sversamento accidentale di olio o carburante all'interno dell'area di cava rappresenta infatti l'unico incidente possibile e può avvenire solo nel caso di rottura grave ed imprevista del mezzo meccanico o parti di esso. Sui mezzi in possesso della ditta viene effettuata la prevista manutenzione periodica al fine di prevenire qualsiasi tipo di rottura accidentale. Nel caso di rottura accidentale sarà immediatamente ricoperta l'area in cui è avvenuto lo sversamento con prodotti oleoassorbenti che vengono detenuti presso la cava a tale scopo così da evitare l'infiltrazione dello stesso od il suo trasporto solido. Non appena assorbito il



materiale così imbevuto di olio sarà asportato, stoccato in big bag e conferito a ditta esterna per lo smaltimento con procedure secondo normativa.

Rottami ferrosi

I rottami ferrosi (cuscini, attrezzature varie danneggiate, chiodi, fioretti, ecc., sempre sulla base di analogie empiriche in quanto non è possibile stabilire un consumo unitario o altro, possono essere stimati in quantitativi compresi tra i 700 ed i 1.000 Kg annui come deriva dai dati MUD. Anche questi materiali sono conferiti per l'avvio a riutilizzo codice CER170405



Stato dei lavori

Stato dei luoghi

Allo stato attuale le coltivazioni si svolgono nei livelli inferiori di quota media 600-590 m ca., parte su aree ripienate di detrito dei vecchi sotterranei scoperti negli anni precedenti; parte su monte nelle aree perimetrali e nella zona E e N di accesso. Gli sbassi sono organizzati sui 7 m di altezza.

Un cantiere di bonifica sommitale è in corso di lavorazione congiuntamente alla vicina cava n. 105 alle quote apicali di ca. 680-687.

Lavori di progetto

I lavori previsti dalla presente variante sono concettualmente piuttosto semplici in quanto prevedono il prolungamento delle opere già autorizzate nel 2019 scendendo via via di quota sino a realizzare un insieme di piani tra le quote 565 ca. come descritto negli elaborati allegati, realizzando un opportuno coordinamento al confine con le cave n. 103 e n. 105.

Relativamente alla cava n. 103 si deve tenere altresì conto di quote residue di lavorazioni una volta presenti all'interno dei sotterranei cui ci si raccorda (quote in colore magenta negli elaborati) e quindi non modificabili. Relativamente alla cava 105 il piano prevede la conduzione coordinata e parzialmente congiunta dei piani che digradano dalla zona sommitale di bonifica verso la quota inferiore lasciando in posto i gradoni a quote congruenti tra le due cave e cercando di impostarli, ove possibile, su superfici di discontinuità esposte subverticali.

Sul confine con la cava n. 102 si sono mantenute le quote oggi autorizzate prevedendo una gradonatura residuale in allontanamento per garantirne la stabilità. L'impostazione delle direzioni di lavoro rimane quella esistente.

Si prevede inoltre di realizzare, alla quota 592 non ancora raggiunta, una galleria di tracciamento esplorativo avente direzione SW – NE (dunque parallela alle discontinuità principali di tipo K1.1) e subortogonale alla direzione del calcare selcifero avente lo scopo di andare ad esplorare in sottoterraneo tutto il giacimento residuo compreso tra i fronti esterni e la fine del giacimento. La galleria, che sarà realizzata congiuntamente alla confinante società



apua marmi, con accordi ancora da definirsi, si estenderà dunque per ca. 125 m (distanza presunta della fine giacimento ottenuta con le proiezioni 3D del contatto marmi/calcare selcifero) e con una larghezza di ca. 10 m estendendosi nelle porzioni finali anche nelle aree della cava Calocara 105. Nella porzione terminale si prevede già di realizzare, nell'area merceologicamente migliore un ramo subortogonale in direzione NW – SE che potrà in futuro anche essere prolungato fino a realizzare un'ulteriore uscita lungo la nuova viabilità di arroccamento lato Ponti di Vara. In ogni caso questo è un tracciamento puramente esplorativo, a cui non si dà prosecuzione nella fase finale progettuale, in quanto sarà oggetto di specifica variante nel caso vi siano riscontri favorevoli dal punto di vista merceologico.

A confine con la cava n. 70 si procede ad un adeguamento della viabilità realizzato congiuntamente come descritto in elaborati e rimodulazione dell'accesso al piano di lavoro più basso della cava al quale si accederà mediante un braccio stradale che si stacca dalla quota 582.7 ca. della esistente strada per portarsi ai piani di lavoro che in fase finale giungono a quota 567 ca. Questa modifica incide una piccola fascia di bosco.

Si prevede altresì di modificare l'ubicazione delle aree servizi di cava trasferendole in gran parte sul piazzale inferiore di quota 554 ca. Questa modifica sarà realizzata durante l'esecuzione dei lavori di fase finale. Relativamente alla fase intermedia si modificherà solo l'ubicazione dell'area servizi per il rifornimento, attualmente su un piano in cls a quota 584.5 ca. che sarà riposizionata sul piano di lavoro di quota 565 ca., sempre previa realizzazione di un piano in cls ed utilizzo dei medesimi presidi per le acque meteoriche.



Tempi e volumi

Il progetto di coltivazione interesserà una volumetria di scavo totale di ca. 317.000 mc di cui ca. 251.700 mc sostenibili. Il PABE ha assegnato per la cava 207.571 mc pari ad una volumetria sostenibile media di ca. 20.757 mc/anno. La durata del progetto di coltivazione è di 10 anni, in linea con quello delle tre cave limitrofe, con 167.069 mc residui nel periodo di vigenza dell'attuale PABE e 84.631 mc nel restante periodo oltre la scadenza dello stesso, ovvero 16.926 mc/anno. Le volumetrie sono pertanto conformi al dimensionamento previsto dal PABE.

Le lavorazioni, come detto, si svilupperanno esclusivamente a cielo aperto e constano di due fasi, una definita intermedia e una finale per complessivi 10 anni. Le lavorazioni della prima fase comprendono altresì le lavorazioni residuali del progetto autorizzato vigente.

Considerando una resa stimabile minima del 25% (sui materiali marmorei sostenibili) ed una volumetria totale sostenibile per la Fase finale di ca. **251.700 mc** (comprensiva però dei detriti presenti all'interno dei sotterranei/sostenibili che vengono asportati durante il progetto), si prevede di escavare complessivamente almeno 48.550 mc, pari a 131.085 t utili di marmo in forma di blocchi di varia geometria (blocchi, semiblocchi, informi), considerando un peso di volume pari a 2,7 t/mc. Il materiale classificabile come detrito sostenibile è invece quantificabile in non più del 75% cui corrispondono ca. 508.255 t complessive, comprensive del detrito sostenibile dei sotterranei.

Cui si aggiungono i derivati di taglio non sostenibile derivanti da messa in sicurezza.

Di queste volumetrie, ca. 25.000 mc di materiale detritico in mucchio (pari a ca. 50.000 t) saranno lasciati in posto a fine lavori per le operazioni di ripristino ambientale.

I volumi sostenibili scavati sono pertanto suddivisi come segue:

- cantiere a cielo aperto 251.700 mc

Le aree interessate dalle volumetrie sopra citate sono indicate nella tavola di dettaglio allegata.

Pesi specifici utilizzati:

- marmo in banco 2,7 t/mc



- detrito in mucchio 2,0 t/mc

In relazione alla opportunità di avere tabelle in un'unica unità di misura si deve osservare come i quantitativi progettuali si debbono raffrontare sempre con tipologie che richiedono forzatamente uso di unità diverse in quanto:

- i volumi del PABE e i limiti della normativa VIA debbono essere espressi in mc;
- i quantitativi di scavo nei ravaneti (in banco) debbono ugualmente essere espressi in mc;
- le produzioni lapidee, soggette a pesa, anche ai fini dei calcoli della resa, vengono meglio valutate in t.

Si condivide che l'utilizzo delle t come unità di misura unica sarebbe quella che da origine a minori possibili equivoci. Comunque si è ritenuto opportuno indicare le tabelle dell'intero progetto in mc e successivamente di trasformare la stessa tabella in mc/t. La tabella è stata poi suddivisa nelle due fasi di progetto.

Volumetrie di scavo (mc) e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio							
Stato finale di progetto							
Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc]	Operazioni di scavo detrito sost. [mc]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Resa	Produzione materiale ornamentale [mc]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc]	Durata [mesi]
259.500	65.300	57.500	251.700	25%	48.550	203.150	120

Volumetrie materiale detritico (mc) da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile		
Stato finale di progetto		
Operazioni di scoperta detrito [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [mc]
0	65.300	65.300

Conversione in tonnellate:

Volumetrie di scavo e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio							
Stato finale di progetto							
Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc/t]	Operazioni di scavo detrito sostenibili [mc/t]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Resa	Produzione materiale ornamentale [mc/t]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc/t]	Durata [mesi]
259.500	65.300/176.310	57.500/115.000	251.700	25%	48.550/131.085	203.150/508.255	120



Volumetrie materiale detritico da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Stato finale di progetto		
Operazioni di scoperta detrito [mc/t]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc/t]	Totale detrito derivato da taglio [t]
0	65.300/176.310	176.310

Le volumetrie relative alle due distinte fasi sono quelle delle tabelle seguenti:

Volumetrie di scavo e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio Fase intermedia di progetto							
Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc/t]	Operazioni di scavo detrito sotterranei [mc/t]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Resa	Produzione materiale ornamentale [mc/t]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc/t]	Durata [mesi]
201.100	56.700/143.090	38.000/76.000	144.400	25%	36.100/97.470	146.300/368.410	72

Volumetrie materiale detritico da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Fase intermedia di progetto		
Operazioni di scoperta detrito [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [t]
0	38.000/142.290	142.290

Volumetrie di scavo e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio Fase finale di progetto							
Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc/t]	Operazioni di scavo detrito sostenibili [mc/t]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Resa	Produzione materiale ornamentale [mc/t]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc/t]	Durata [mesi]
115.900	8.600/23.220	19.500/39.000	96.400	25%	26.825/72.430	99.975/256.280	48

Volumetrie materiale detritico da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Fase finale di progetto		
Operazioni di scoperta detrito [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [t]
--	8.600/23.220	23.220

La resa del 25% fissata da PRC appare plausibile nel caso della cava Bettogli B in relazione allo stato di fratturazione visibile dall'esame delle aree di sviluppo.



Si osserva come la spaziatura media delle principali discontinuità incontrate sia di ca. 1.2-1.5 m, valore che appare congruente con quanto si esamina nella esistente cava.

Impostando le coltivazioni e le lavorazioni in funzione della fratturazione presente è possibile isolare un blocco roccioso senza la necessità di effettuare alcuni tagli. Si riporta un esempio esplicativo di seguito in cui si evidenzia come alcune bancate siano impostate andando a ripulire fratture ad esse subparallele.



Fratture che isolano e sezionano porzioni di una bancata rocciosa.

Questa spaziatura combinata con le altre informazioni consente di analizzare la possibile dimensione media dei blocchi secondo le relazioni proposte da Barton.

L'indice volumetrico J_v è definito come segue:

$$J_v = 1/S_1 + 1/S_2 + 1/S_3 + \dots + 1/S_i$$

con i il numero di set di discontinuità (vedasi figura seguente per 3 set).

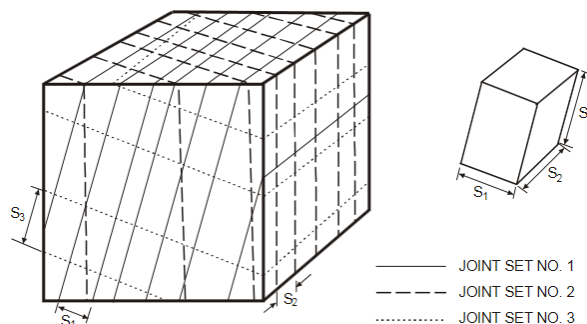


Fig. 1 BLOCK DIAGRAM CONTAINING 3 JOINT SETS

Tra RQD e Jv sono altresì stabilite le seguenti correlazioni:

$$RQD = 115 - 3.3 (J_v) \quad (RQD = 100 \text{ per } J_v < 4.5)$$

$$J_v = 35 - RQD/3.3 (RQD = 0 \text{ for } J_v > 35)$$

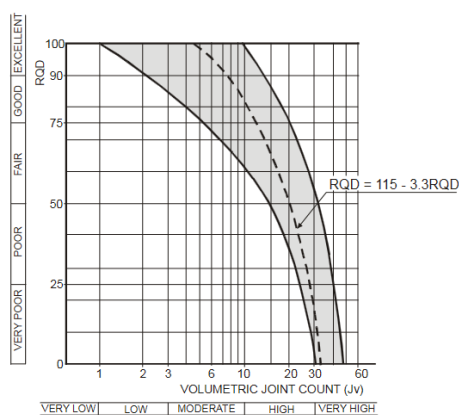


Fig. 3 CONNECTION BETWEEN RQD AND (Jv)

Se si hanno a disposizione dati da fori e/o carotaggi il passaggio dal dato unidimensionale a quello tridimensionale è ottenuto utilizzando un fattore moltiplicativo $K = 1.65 - 3.0$ per giunti equamente spaziat i nei set, mentre $K = 2.0$ è stato osservato idoneo nel caso di una distribuzione normale.



Il seguente diagramma consente di ottenere una valutazione speditiva del volume medio atteso per i blocchi.

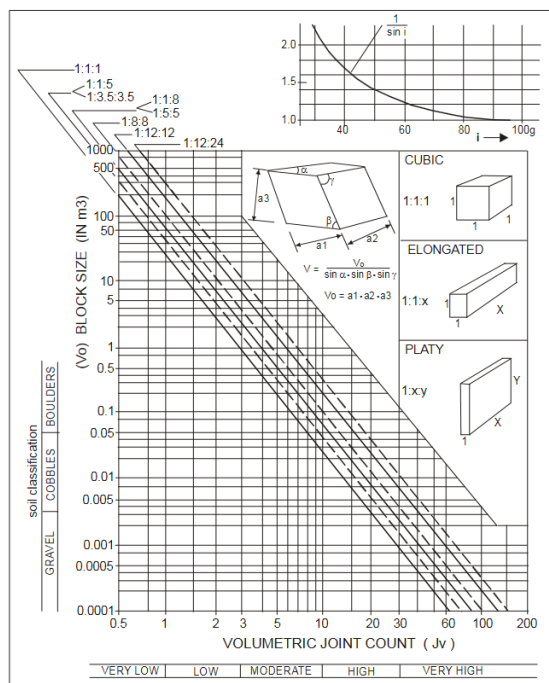


Fig. 4 CONNECTION BETWEEN BLOCK SIZE AND (J_v)

Nel caso specifico mediando tra i dati ottenuti dalle lavorazioni attuali si può stimare il volume medio del blocco compreso intorno al range 1-3 mc. Questo è un valore medio e pertanto la dimensione dei blocchi si distribuisce intorno a questa media secondo le usuali leggi statistiche con cui sono distribuite le discontinuità di cava.

Appare quindi ragionevole ipotizzare come la percentuale di blocchi con dimensione volumetrica superiore ai 4 mc (10 t), dimensione indicativa per considerare accettabile un blocco dimensionale, sia effettivamente pari almeno al 25%. Questi dati devono tener conto della rimozione in favore di sicurezza della porzione meridionale del cantiere, la cui rimozione deve essere necessaria al fine di raggiungere quel materiale più sano e commerciabile soprattutto nella porzione N del cantiere.



Lavori di messa in sicurezza ai sensi dell'art.13 comma 9 del PRC e di rimozione del materiale lapideo molto fratturato non produttivo.

Il piano di coltivazione, come già detto nella relazione tecnica e nel punto precedente, prevederà alcune lavorazioni della pietra ornamentale per la messa in sicurezza e come preparazione alle lavorazioni di estrazione vera e propria.

Per quanto riguarda la rimozione del materiale fratturato non produttivo le lavorazioni sono tutte concentrate nella porzione meridionale del cantiere (vedasi tavola di dettaglio sulle volumetrie) e in minor parte nella zona di confine con la cava n. 105.

Il concetto di sicurezza relativamente ai materiali fratturati e non commerciabili individuati negli elaborati è da porsi in relazione al concetto per cui lo stesso è posizionato a sovraincombere i piazzali di coltivazione secondo la stratificazione del “verso” di macchia e con un angolo di inclinazione di immersione circa di 45°. E’ palese come questo materiale, se non rimosso, impedisce sia la buona conduzione della cava che il mantenimento nel tempo di idonee indispensabili caratteristiche di sicurezza presentandosi come una sorta di diaframma inclinato a 45° verso SO che chiuderebbe la cava e il giacimento se non rimosso. Non è quindi pensabile il realizzarsi di detta morfologia che creerebbe evidenti pericoli.

Quindi il corretto governo del giacimento e della sicurezza impongono la sua progressiva rimozione.

Come descritto, la rimozione di questo materiale si rende necessaria al fine di poter proseguire nel futuro in sicurezza le lavorazioni delle zone di cava dove il marmo si presenta di qualità commerciabile. E’ progettualmente non realizzabile una coltivazione lasciando in posto una sponda inclinata verso SO di ca. 45° di questo materiale, sia per lo sviluppo della coltivazione sia per problemi legati alla sicurezza del sito, data anche la fratturazione che questo materiale presenta e soprattutto alle fratture molto frequenti del “verso” di macchia. Difatti, le caratteristiche giaciturali e geomeccaniche di queste fratture attraverserebbero la sponda di materiale delimitando delle porzioni rocciose potenzialmente rimovibili a franapoggio. Impensabile anche un eventuale lavorazione a sottotecchia sul versante opposto NE.



Panoramica vecchia principale immergente mediamente a N-O con visibile la fascia di materiale non produttivo a dx della linea rossa.

Si aggiunge che questo materiale roccioso risulta attraversato da diverse discontinuità con spaziatura compresa tra 0,2-0,6 m (in alcune zone queste fratture risultano essere a carattere finimentoso) e appartenenti alle famiglie K1 e K2. Si ritiene che sino alla quota 680 ca. (vedasi foto seguente linea verde), il materiale sia da ritenersi come mera bonifica di messa in sicurezza.





Tolleranze progettuali

Cantieri a cielo aperto

Appare sin da subito opportuno evidenziare come le quote medie delle bancate sino ad oggi coltivate siano da intendersi con valenza relativa in quanto gli abbassamenti di quota eseguiti durante le lavorazioni non sono mai realizzabili con riferimento a quote assolute, ma presi per multipli legati alla ottimale altezza di lavorazione (differente talvolta da cava a cava). L'altezza relativa dei piazzali (uno rispetto a quello adiacente) in lavorazione nelle cave di ornamentali dipende infatti dal materiale e dai macchinari utilizzati. In genere tende a rimanere costante durante lo sviluppo della bancata cosicchè, per effetto del sistema di lavorazione che determina uno scalino a salire di alcuni centimetri per ogni bancata (3-4 mediamente, ma non sempre preventivabili a priori), le quote progressivamente variano in leggero aumento nella direzione di avanzamento delle bancate.

Per questo motivo le quote medie delle bancate sono sempre da ritenersi come quote medie di riferimento e non come valori assoluti. Ad esempio, il gradone superiore è stato definito ad una quota media di 681,50 in quanto le lavorazioni partiranno dalla bancata esistente situata a tale quota il quale però, a seguito dell'innalzamento costante dovuto alle lavorazioni prima descritte e in funzione delle direzioni di esecuzione degli avanzamenti, si attesta a quote variabili di diversi decine di centimetri in diverse direzioni.

Analoga valutazione deve essere fatta per la posizione della bancata che anch'essa è frutto di un multiplo di profondità di taglio legato alla lunghezza lama (solitamente 3,15-3,40 m), nonché alla presenza di discontinuità subparallele o incidenti a vari angoli la bancata residua e che per motivi di sicurezza impongono di far adattare la forma e posizione della bancata a questi stessi elementi strutturali modificando l'azimut della bancata in funzione di detti elementi.

Per questo motivo si è scelto anche in questo caso di optare per una tolleranza di ± 2 m tenendo conto che delle sopra riportate cause non direttamente collegabili alla volontà del proponente e tali generare una possibile discrepanza rispetto al disegno. Infatti, una bancata ancora da realizzare nella tavola progettuale è rappresentabile esclusivamente con una linea



che nella realtà è praticamente impossibile da realizzare. Le tolleranze anche in questo caso non producono alcuna variazione rispetto alle volumetrie in quanto potrà verificarsi il caso in cui le lavorazioni generino una volumetria leggermente maggiore e casi in cui le volumetrie sono in diminuzione rispetto a quanto previsto. La linea di progetto graficamente riportata indica la linea media ed il più o meno 2 metri rappresenta graficamente la fascia entro il quale tale linea potrà subire modifiche nel rispetto dei volumi autorizzati in relazione alle fratture presenti (vedasi planimetrie).



ASPETTI CONCERNENTI L'AMBIENTE

Gestione superficiali ed acque di lavorazione

Per questo aspetto si rimanda all'aggiornamento del piano di gestione delle AMD allegato alla presente.

Emissioni

Emissioni in atmosfera

Nelle more della redazione del progetto autorizzato era stato effettuato lo studio meteo diffusionale dell'intero bacino ed erano previsti anche dei monitoraggi ultimo dei quali redatto nel 2023 (che si allegano per comodità di lettura). Nel corso del mese di agosto/settembre 2025 sarà redatto nuovo monitoraggio ed in sede di 35/15 sarà aggiornato lo studio meteodiffusionale di bacino.

Emissioni acustiche

In merito a questo aspetto nulla cambia rispetto al piano di coltivazione vigente e autorizzato. Pertanto si ritiene valida la Valutazione di Impatto acustico fatta a livello di Bacino nel 2019 in occasione della redazione del Valutazione Impatto Ambientale che ha ottenuto PCA.

Perizia di stima opere art. 26 L.R. 35/2015

Poiché l'attività nella zona è in essere da molte decine di anni, non sono necessarie opere di urbanizzazione primaria, così come non sono necessarie opere di allacciamento per lo smaltimento di reflui liquidi e gassosi, la perizia di stima si incentrerà sul ripristino ambientale dell'area.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, e relativamente al progetto di ripristino ambientale proposto e riportato in apposita relazione, che è simile ed in linea a quello autorizzato, si ripropone la successiva stima.



lavoro	unità di misura	quantità	costo unitario	costo complessivo
Ripulitura dei piazzali di lavorazione da massi, Attrezzature, impianti, cavi, rottami ferrosi o altro	a corpo	-	-	€ 10.000,00
Preparazione delle isole con impilamento Massi ciclopici	a corpo	1,00	€ 5.000,00	€ 5.000,00
Raccolta e stoccaggio di materiale a matrice Organica presente in sito al fine della preparazione Del terriciato al fine dei successivi lavori di impianto	mc	16.000,00	€ 1,00	€ 16.000,00
Fornitura e posa in opera di biostuoia	mq	4.200,00	€ 4,00	€ 16.800,00
Miscelazione con il terriciato arricchito di geotessili Idroritenitori biodegradabili in strisce (2,5 l/pianta)	litro	1.140,00	€ 4,00	€ 4.560,00
Scavo manuale per aperture buche per messa A dimora piantine	cad	456,00	€ 3,56	€ 1.623,36
Messa a dimora piante in fitocella in terreno Precedentemente lavorato o in buca aperta	cad	456,00	€ 1,59	€ 725,04
Fornitura a piè d'opera di piantine forestali tipo "latifolia" di anni 1 + 1 in fitocella	cad	456,00	€ 2,50	€ 1.140,00
Messa in opera di pali tutori con canna di bambù Altezza di metri 1 e con diametro in testa di mm. 6 Compresa la fornitura	cad	456,00	€ 2,48	€ 1.130,88
Irrigazione impianto/soccorso nei primi 5 anni di Impianto esclusa fornitura (1 volta a settimana Da giugno a settembre)	cad	16,00	€ 300,00	€ 4.800,00
Seminazione di miscuglio di semi su terreno sia piano che inclinato, libero da piante o altro, compresa concimazione a spaglio con semi di erba prativa, nella misura di 1 Kg ogni 50mq	Kg	640,00	€ 0,45	€ 288,00
Consulenza agronomica per controllo Fitopatologie e parassiti (1 volta l'anno per 5 anni)	cad	5,00	€ 500,00	€ 2.500,00
Eliminazione fallanze esclusa fornitura	cad	76	€ 5,64	€ 428,64
Cure colturali posto impianto mediante zappettature Manuali localizzate per l'eliminazione Della vegetazione infestante.	cad	8000	€ 1,26	€ 10.080,00
Operaio forestale 4 livello - specializzato	ora	300	€ 22,00	€ 6.600,00
Decespugliamento manuale del terreno	ha	3,2	€ 1.435,45	€ 4.593,44
Apposizione di recinzione di sicurezza costituita Da paletti lignei dell'altezza fuori terra di almeno 1,2 m come da tavole allegate e rete metallica plastificata A maglie romboidali dell'altezza di 1 m.	ml	20,00	€ 12,00	€ 240,00

totale

86.509,36

Carrara, Giugno 2025

Il Tecnico
Dott. Ing. Massimo Gardenato