

COMUNE DI CARRARA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

PIANO DI COLTIVAZIONE CAVE “GALLERIA FANTISCRITTI” N. 87 E “FANTISCRITTI B” N. 92



REDATTA AI SENSI DELLA L.R. 10/10 E L.R. 35/15

ESERCENTE:

Consorzio “Le Gallerie di Fantiscritti”

TITOLO:

PROGETTO DI COLTIVAZIONE

IL TECNICO:

Dott. Ing. Massimo Gardenato
ingegnere minerario



TAV.:

DATA:

MAGGIO 2026

FILE:

RelTec_26



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



PROGETTO DI COLTIVAZIONE

La presente relazione, completa di allegati cartografici, è stata redatta a supporto del piano di coltivazione delle cave n. 87 Galleria Fantiscritti e Fantiscritti B n. 92 site nel bacino estrattivo di Fantiscritti presentato dal Consorzio denominato “Le Gallerie di Fantiscritti”.

Le cave risultano oggi autorizzate all’escavazione rispettivamente con Det. Dir. N° 01165 del 28/02/2025 e Det. Dir. N° 00317 del 24/01/2024.

La presente variante ai progetti vigente intende raccordare ed ottimizzare gli stessi nell’ambito di una gestione unica e coordinata.

Le cave prevedono già nell’ambito dell’autorizzazione vigente un collegamento sotterraneo alla quota di ca. 452 m che consente, in particolare, alla cava n. 87, oggi raggiungibile attraverso la cava n. 85, di divenire indipendente.



4.1 – FASI PROGETTUALI, LAVORAZIONI E TEMPISTICHE PREVISTE

Stato dei lavori

Allo stato attuale le coltivazioni del cantiere cava n. 92 si svolgono in quattro principali cantieri a cielo aperto e due in sotterraneo, ovvero il piazzale principale “Inferiore”, quello denominato "Zucchetto" situato nella porzione E del complesso, il cantiere "Scaloni" cui è dato accesso con una strada che dalla porzione W del complesso si inerpica sino a raggiungere il cantiere citato e infine il cantiere “Superiore” di ripresa dall’alto in adiacenza alla cava Verdichiara n° 88, collegato dalla strada di recente realizzazione.

Il primo si situa in un ampio anfiteatro oggetto di coltivazioni da centinaia di anni con piazzali posizionati a diverse quote da ca. 422,7 – 455,8 m. s.l.m. I fronti adiacenti sono di varia altezza, il principale dei quali, ad W, raggiunge i circa 240 di altezza, mentre in destra, vale a dire ad E della cava, si trova il secondo cantiere in rilevato in aderenza alla strada comprensoriale di servizio alle cave di tutto il bacino di Fantiscritti-Canalgrande in coltivazione alla quota media di ca. 470. Le lavorazioni avvengono su più bancate in progressivo sviluppo, la più alta delle quali (consentiva l’accesso anche al sotterraneo (area non più in coltivazione).

Nel cantiere Scaloni le lavorazioni procedono come da progetto mediante abbassamenti progressivi ed è recentemente iniziato quello di quota di ca. 516 m.

Per quanto riguarda l’ultimo cantiere le lavorazioni procedono in funzione degli abbassamenti di quota della cava limitrofa Verdichiara n. 88 (al momento ferma in attesa di nuova autorizzazione), e oggi si attestano in area Figaia Cave S.p.A. alla quota di 751-744 m ca in adiacenza al piazzale principale della cava n°88 e alle quote di 714 e 711 m.

I cantieri sotterranei attivi sono alle quote 423 quello orientale cui si accede dal piazzale inferiore della cava n. 92, mentre quello occidentale è aperto ad una quota leggermente superiore pari a ca. 448 al di sotto del cantiere a cielo aperto Scaloni.

Per quanto riguarda il sotterraneo del cantiere cava n. 87, è nei fatti al momento condiviso con la adiacente cava n. 85 vista la peculiare situazione sotterranea. La limitrofa cava accede ai cantieri in lavorazione da due ingressi ubicati lungo la galleria carrabile Fantiscritti – Ravaccione che conducono alle zone di lavorazione che si sviluppano ad W ed E della stessa



galleria ex marmifera. Dalle zone in lavorazione situate a quote inferiori del cantiere E si raggiunge, attraverso una rampa, il sotterraneo in disponibilità della cava 87 alla quota di pavimento 448.5 ca. con quota cielo ca. 454 m.

La galleria della cava Galleria Fantiscritti n°87 si sviluppa quindi al momento nella sua quasi interezza sul livello di tracciamento L_T , con altezza 5,6 +/- 0,2 m, tranne che per il ramo in direzione NE-SW posizionato più a W ove è iniziato uno sbasso.

Lavori di progetto

I lavori proseguiranno come da progetto autorizzato con le implementazioni qui proposte a prosecuzione del sistema di lavoro sin qui adottato in ragione anche dell'incremento temporale richiesto.

Cantieri a cielo aperto

- Cantiere Inferiore

In questa stesura progettuale si prevede il completamento degli sbassi nel cantiere Inferiore sino alla quota media di 398 e 405 m ca. nelle aree della ex Cava Scaloni B (Rosso Comasco) e con una configurazione di successivi gradoni a salire, posti alle quote di 413, 420, 427, 434, 441 m nelle aree a Nord del cantiere posto in adiacenza al cantiere denominato "Zucchetto" e sottostante il cantiere "Scaloni". Questo dipende dalla volontà aziendale di realizzare e mantenere l'accesso a due sotterranei che si svilupperanno uno lungo la parete ad Est (livello basale Est) e uno lungo la parete a Ovest (livello basale Ovest) dell'anfiteatro di cava, per cui le lavorazioni procederanno in modo minore nelle aree in adiacenza agli ingressi.

- Cantiere Zucchetto

In questo cantiere posto nella zona orientale della cava si eseguiranno solo parte dei lavori recentemente autorizzati in quanto si eseguirà solo lo sbasso sino alla quota di 455-448 m. Parte di queste lavorazioni sono state già classificate nella vigente autorizzazione come finalizzate a garantire la sicurezza dei cantieri di lavorazione, ovvero la porzione iniziale del cantiere attraversata dell'importante struttura fragile.



- Cantiere Scaloni

In questo cantiere le lavorazioni procederanno come recentemente autorizzato, attraverso la messa in sicurezza del fronte sovrastante i cantieri sottostanti attraverso l'abbassamento di quota sino alle quote 490 m ca. per l'intero sviluppo del cantiere, compresa la porzione SE alle quote per permettere di asportare le porzione aggettante in sottotecchia che caratterizza il fronte residuo di passate coltivazioni. Quest'area infatti è caratterizzata dalla presenza di importanti strutture fragili che debbono necessariamente essere asportate per la realizzazione dei lavori necessari a garantire la sicurezza delle aree (vedasi foto successiva).



Panoramica del fronte che si sviluppa dal cantiere Scaloni in cui le lavorazioni risultano in parte essere una messa in sicurezza dell'area. In colore la quota approssimata di 490 ca.

- Cantiere Superiore (confine cava n. 88)

Nel cantiere Superiore le lavorazioni proseguiranno in coordinamento con la limitrofa cava "Verdichiara" n°88. Nel piazzale posto superiormente, che caratterizza anche aree della cava



n°88, le coltivazioni previste raggiungeranno la quota di 744 m coordinata con la medesima cava n. 88, mentre la porzione più a S si prevede la realizzazione di due gradoni posti alle quote di 704 m e 699 m ca. a proseguire i piano già oggi autorizzati. Parte di queste lavorazioni sono state individuate nel progetto recentemente autorizzato come scopertura del giacimento, ovvero le lavorazioni che interessano la porzione corticale (ca. 3 m di profondità) del monte vergine, e di messa in sicurezza attraverso la realizzazione della gradonatura del fronte principale (vedasi foto successive).



Panoramica della porzione superiore del fronte principale da asportare per garantire sicurezza delle aree sottostanti

Come visibile dalle tavole allegare in questa porzione di area, che comprende il piazzale di progetto alla quota 744 m in aree del Consorzio cava n. 92 e la porzione esterna dei piazzali di



quota 712 m e 706 m in aree cav an. 88 di F.T. Cave s.r.l. le lavorazioni verranno svolte per motivi logistici, e soprattutto di sicurezza delle stesse, come precisato di seguito.

Ovvero, nella porzione superiore le lavorazioni saranno eseguite da uomini e mezzi della F.T. Cave s.r.l. poiché, come detto, la presenza di contemporanee operazioni del Consorzio creerebbe interferenza e possibile insorgenza di problematiche di sicurezza. Medesima considerazione a parti invertite può essere fatta per la porzione ad Est del cantiere in adiacenza alla zona dove è presente il relitto dell'ascensore che in passato veniva utilizzato dalle maestranze per giungere alla cava n°88.

Cantieri in sotterraneo

- Sotterraneo basale Ovest

Il cantiere Sotterraneo W, posto al di sotto del cantiere Scaloni, rappresenta il maggior sviluppo sotterraneo delle cave del Consorzio e si svilupperà attraverso la realizzazione di due ulteriori ingressi, uno sul fronte esposto a E ed uno a S dell'anfiteatro di cava come apertura di sicurezza e ventilazione. La galleria oggi autorizzata prevede il raggiungimento della cava in sotterraneo denominata n. 87 al fine della realizzazione di una nuova uscita di ventilazione e accesso di tutti i cantieri che si sviluppano lungo la strada Marmifera di Fantiscritti-Ravaccione evitando operazioni interferenti con la cava n. 85.

La galleria aperta alla quota di ca. 448 m (Livello di tracciamento L_T) nel cantiere esterno, ha quota cielo ca. 454 m ca. Il sotterraneo si svilupperà come descritto negli elaborati 8A e 8B con uno schema a camere e pilastri, numerati da P1 a P9, previsti al momento come opportunamente sfalsati tra loro per meglio intercettare le discontinuità presenti. A questo proposito si evidenzia il cambio di orientazione per adeguare i tracciamento alla direzione media delle discontinuità principale come note nelle cave. Infatti, mentre i sotterranei profondi (cave 85 e 87) hanno uno sviluppo tendente a NE-SW in conseguenza delle principali discontinuità, quelli attuali e quelli abbandonati (colore giallo) alle quote superiori evidenziano l'opportunità di procedere N – S come a cielo aperto.

Su parte dei sotterranei sono previsti uno sbasso a seguire a quota 441-442 ca. partendo dalle zone di accesso e due ulteriori ribassi alla estremità NW in area cava n. 87 per raggiungere la



quota 431.5 ca. dei vecchi sotterranei di Ravaccione (colore viola in aree cava n. 87) così da avere una viabilità complessiva di attraversamento dei cantieri a creare un anello.

Tra i due ingressi sul lato E verrà lasciato in posto un pilastro (denominato P1) della dimensione di 18 m x 18 m, pari a ca. 324 mq, mentre tra gli altri pilastri avranno dimensioni preliminarmente previste prudenzialmente comprese tra 21x15 e 18x15 m come descritto negli elaborati 8A e 8B, da sottoporre a successive verifiche una volta accertata la reale condizione strutturale. L'estensione orientale dello sviluppo del sotterraneo nella parte Nord tiene conto della proiezione della nota faglia di andamento NW-SE presente nei sotterranei storici di Ravaccione in modo da non incrociarla nello sviluppo (vedasi carta delle fratture).

Le dimensioni dei due ingressi principali sarà di 12 m quella, più a Sud di 9 m, l'apertura meridionale di ventilazione e sicurezza avrà ampiezza di 12 m ca..

Le lavorazioni mantengono congrua distanza dalle operazioni attuali e di progetto (anche quelle in corso di autorizzazione, colore marrone tavole allegate) della cava n. 85 in modo da non creare potenziali interferenze.

- Sotterraneo basale Est

Il cantiere Sotterraneo E, posto al di sotto del ravaneto dove è impostata la strada comprensoriale, si svilupperà in questa fase attraverso la realizzazione di due ingressi sul fronte esposto a E dell'anfiteatro di cava nella porzione della ex cava Scaloni B. La posizione degli ingressi e le quote a cui verranno realizzate sono state stabilite in occasione del progetto oggi autorizzato attraverso la realizzazione di più fori ispettivi per valutare l'andamento del substrato roccioso ricoperto dal citato detrito.

Tramite le indagini svolte (vedasi anche prescrizioni USL 2024) fu valutato alla galleria di realizzare l'ingresso N alla quota di 423 m, con quota cielo 429.5 m per garantire una sufficiente copertura. L'ingresso N è stato effettivamente realizzato alla quota prevista, realizzando altresì al termine del tratto autorizzato un ulteriore foro inclinato verso l'alto (vedasi sezioni) per validare le ipotesi del vigente piano in merito alla effettiva copertura. Il foro è "uscito" nel ravaneto adiacente dopo ca. 13,5 m di foro in posizione all'incirca coincidente con le ipotesi fatte in passato in esito ai fori eseguiti all'epoca. Questo ha



consentito di ipotizzare le lavorazioni di progetto oggi presentate.

Si prevede pertanto di realizzare la seconda uscita a Sud ad una quota inferiore rispetto alle ipotesi del passato alla quota di ca. 410 con quota cielo ca. 416 m, valori idonei a garantire coperture sufficienti (maggiori di 15 m ovunque). Questa rappresenta una uscita di servizio e sicurezza, mentre lo sviluppo avverrà verso Nord dove le coperture aumentano ovviamente in modo significativo. Si organizzerà pertanto un sotterraneo sempre a camere e pilastri, di dimensioni minori rispetto a quello Ovest con per ora due pilastri centrali denominati P1.2 e P1.3. Tra i due ingressi verrà lasciato in posto un pilastro (denominato P1.1) con base rettangolare di dimensione di ca. 225 mq. La larghezza del portale N sarà di 12 m mentre quello Sud di 9 m. In questa fase progettuale. In questo sotterraneo è previsto al momento un unico sbasso a quota di riferimento di ca. 410 m.

- Sotterraneo superiore q. 600

Il presente progetto prevede altresì l'apertura di un nuovo sotterraneo in quota 600 realizzato a cavallo tra le cave 87 e 92 in posizione laterale rispetto alle vecchie scale di accesso. La galleria avrà uno sviluppo al momento limitato in relazione alla esplorazione del giacimento in quote e si manterrà con direzione Ovest circa allineandosi con i sotterranei abbandonati della cava n. 87, pur mantenendosi ad una quota inferiore (vedasi sezioni 16 e 17 Tav. 9). E' previsto un ramo in direzione Sud con uno sviluppo di ca. 55 m e successivo ramo verso Est a praticare una piccola apertura di ventilazione. Ulteriori sviluppi potranno essere valutati durante l'esecuzione delle fasi esplorative qui descritte con specifica variante.

Tolleranze progettuali

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.

Analogamente succede per gli avanzamenti in galleria che, dalla quota di partenza, a parità di altezza macchina (6 m +/- 0,2), sono normalmente a salire avanzamento per avanzamento di alcuni centimetri per effetto della parziale convergenza dei tagli e della necessità di spazio lama per ogni successivo avanzamento rispetto al precedente (grosso modo con un rateo tra 1% e 1.2%). Per questo motivo le quote medie del pavimento e del tetto sono sempre da ritenersi come medie indicative e non come valori assoluti poiché anch'esse variano nello spazio in funzione di questo rateo di ascesa e del "tragitto" che la macchina compie negli avanzamenti successivi. Pertanto anche in questo caso si sono definiti dei Livelli di coltivazione, mutuati dalla usuale progettazione mineraria, quale elemento che meglio definisce il piano di lavoro rispetto ad un valore spot della quota. In questo caso sarà indicato in legenda con L_0 il livello del sotterraneo in tracciamento. La quota del pavimento delle gallerie di tracciamento è funzione della quota di partenza ovvero, a titolo di esempio, la quota di riferimento dello sbasso di coltivazione sarà funzione della quota attuale raggiunta dal tracciamento L_T ; con il procedere degli avanzamenti la quota si modificherà in funzione del rateo di ascesa della macchina da galleria. E' ovvio che la quota di cielo del sotterraneo segue il medesimo meccanismo dato che l'altezza di taglio è sempre la medesima con scostamenti al massimo di 10-20 cm localmente.

Per suddetto motivo nelle legende delle planimetrie attuali e di progetto vengono indicati i livelli di coltivazione e le relative quote medie di riferimento con i possibili scostamenti in meno e più.

Nel calcolo dei volumi si è quindi considerata la differenza tra la quota media del livello L_{iesimo} e quella del livello sottostante $L_{iesimo-1}$ per cui, trattandosi di differenze tra valori medi e non modificandosi l'altezza tra i due livelli, il valore delle tolleranze palesemente non modifica le volumetrie finali del progetto.



Analoga considerazione deve essere fatta per la posizione areale delle gallerie e delle pareti residue che sono 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 o l'avanzamento di tracciamento sotterraneo. Per motivi di sicurezza è spesso necessario adattare la forma e la posizione della bancata o limite del tracciamento a questi elementi di tipo strutturale. E' altresì evidente come gli avanzamenti successivi e le svolte ad angolo delle gallerie in tracciamento presentano sia tolleranze macchina che tolleranze dovute alla diversa resistenza ed anisotropia del materiale che non consentono mai processi di avanzamento perfettamente rettilinei e tanto meno svolte ad angoli prefissati a tavolino. A questo va aggiunta la problematica di realizzare gli avanzamenti anche in funzione delle discontinuità sia per motivi di sicurezza che di effettiva resa del materiale, cosicché si introdurranno delle tolleranze operative non potendo prevedere oggi per allora l'effettivo stato di fratturazione che gli avanzamenti sotterranei incontreranno nel loro sviluppo in aree mai coltivate. 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 in una direzione in avanzamento e casi in cui le volumetrie sono in diminuzione rispetto a quanto previsto. Lo scostamento possibile dato dall'aleatorietà delle lavorazioni, variazione del tutto involontaria rispetto alla posizione assoluta della linea sul disegno, è evidenziato nelle tavole progettuali con un possibile range di scostamento delle gallerie di progetto di 3 m rispetto alla linea del disegno, mantenendone inalterata l'ampiezza. Pertanto nella planimetria è stata indicata una fascia di tolleranza entro la quale lo sviluppo del tracciamento di progetto potrà variare da quello previsto, mantenendone le caratteristiche e nel rispetto delle volumetrie autorizzate.



4.2 – TECNOLOGIE DI ESCAVAZIONE

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, da galleria 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, per gli avanzamenti in galleria 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.

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° 6 macchinette a filo diamantato
- N° 2 tagliatrici a catena galleria
- N° 2 tagliatrici a catena da piazzale
- N° 2 tagliatrici a catena montate su terna
- N° 3 pale gommate Cat
- N° 2 escavatori cingolati
- N° 1 martellone perforatore fondo foro
- N° 2 minipala
- N° 2 motocompressore
- N° 1 piattaforma idraulica con perforatore
- N° 1 Dumper

Diversi martelli pneumatici, oltre ad utensili minuti vari e macchinari da officina per riparazioni di primo intervento.

Unità lavorative

Al momento sono impiegati 12 addetti che potranno essere adeguati in termini di numero e professionalità secondo le esigenze dell'attuale e futuro livello produttivo.

Strutture e servizi

Edifici aziendali

Nell'area in disponibilità della ditta sono presenti gli edifici adibiti a spogliatoio, una officina per le manutenzioni ordinarie e vari box utilizzati come magazzino, mentre all'interno dei cantieri, sono predisposti altri edifici mobili poggiati a terra senza opere di fondazione o altre di tipo edilizio adibiti a magazzino e accoglienza clienti/fornitori (vedasi tavole di progetto) spostabili secondo necessità. Tutte le infrastrutture presenti all'interno del cantiere in lavorazioni dovranno poter essere facilmente rimosse e riposizionate in funzione del procedere delle coltivazioni.

Nei piazzali di cava sono, invece, solamente presenti dei serbatoi di accumulo delle acque recuperate e dei box metallici per il deposito degli utensili e strumenti di cava.

Servizi igienici

In adiacenza agli spogliati sono presenti tutti i servizi igienici collegati ad una vasca Imhoff dove le acque reflue sono trattate come da autorizzazione rilasciata con nota prot. 45196 del 12/06/2019.



Ricambi e mezzi meccanici

Le parti di ricambio sono alloggiare all'interno dei magazzini adibiti a deposito materiali e/o attrezzature e all'interno dell'officina. La sostituzione di parti per manutenzione, sarà 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

Il cantiere Inferiore e quello denominato Zucchetto trovano accesso diretto dalla viabilità comunale. Gli altri cantieri denominati Scaloni e Superiore, posto in adiacenza alla cava n°88, trovano accesso dalla strada di arroccamento recentemente realizzata che dalla strada comunale, a partire dall'estremità SW delle aree di pertinenza, raggiunge queste aree poste a quote differenti. La strada è stata realizzata parte in riporto, che raggiunge la porzione W del cantiere Scaloni, e parte in roccia attraverso l'utilizzo di esplosivo.

Carburanti

I depositi di cava del carburante per macchinari e mezzi sono posizionati, a norma di legge, nell'area servizi indicate nelle tavole progettuali. Ogni deposito consiste in una cisterna di gasolio, con pistola erogatrice, della capacità max di 5 mc, dotata di certificazione di rispondenza CE e di tipo omologato dal Ministero degli Interni.

Le caratteristiche della cisterna, i dispositivi di sicurezza ed il posizionamento della stessa è



altresi rispondente a quanto indicato dalla normativa di prevenzione incendi per i contenitori distributori rimovibili, dall'apposito DM 19 marzo 1990 (*“Norme per il rifornimento di carburanti, a mezzo di contenitori – distributori mobili, per macchine in uso presso aziende agricole, cave e cantieri”*).

In particolare:

- il contenitore ha capacità geometriche non superiore a 9.000 litri;
- il contenitore - distributore è di tipo approvato dal Ministero dell'interno ai sensi di quanto previsto dal titolo I, n. XVII, del decreto del Ministro dell'interno 31 luglio 1934;
- il contenitore - distributore è provvisto di bacino di contenimento di capacità secondo la norma, di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale non combustibile e di idonea messa a terra;
- il contenitore - distributore è contornato da un'area, avente una profondità non minore di 3 m, completamente sgombra e priva di vegetazione che possa costituire pericolo di incendio; sono osservati i divieti e le limitazioni previsti dal decreto del Ministro dell'interno 31 luglio 1934 citate in premessa; in prossimità dell'impianto sono installati almeno tre estintori portatili di tipo approvato dal Ministero dell'interno, per classi di fuochi A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 39A 144BC, idonei anche all'utilizzo su apparecchi sotto tensione elettrica; gli impianti e le apparecchiature elettriche sono realizzate in conformità di quanto stabilito dalla legge 1 marzo 1968, n. 186.

Inoltre durante eventuali trasporti il contenitore/distributore viene e sarà trasportato scarico. Come noto il rifornimento avviene a mezzo di pompa direttamente collegata al serbatoio del gasolio. Sulla base di conoscenze empiriche si può stimare complessivamente un consumo energetico annuo di circa 50.000/70.000 litri di gasolio.

Area di deposito detriti/derivati di taglio

Non esiste area di discarica. Tutta la porzione situata ad Est del cantiere a cielo aperto, su cui è impostata la strada di arroccamento, è costituita da un vecchio deposito di materiale detritico riversato in epoche passate.

Il materiale detritico proveniente dalle lavorazioni (vedasi capitolo specifico) verrà posizionato nelle aree indicate negli elaborati grafici allegati, a seconda delle esigenze in modo da non creare intralcio alle lavorazioni. In queste aree il materiale viene selezionato e



ceduto come derivato di taglio a tassazione comunale per essere commercializzato per usi industriali (l'ubicazione di tali depositi indicata nelle tavole di progetto è indicativa).

In generale il raggruppamento dei rifiuti pericolosi 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 semestrale, 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. 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. Si può pertanto stimare, un consumo annuo medio di circa 3.000 Kg di oli lubrificanti vari e conseguentemente una produzione media annua di oli esausti di circa 2.100-2.400 Kg.

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.

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.



Ubicazione oli esausti

Gli oli esausti, solo qualora necessario in quanto generalmente sono smaltiti direttamente dall'azienda manuttrice, saranno ubicati in apposito contenitore in un'area protetta, coperta dalle intemperie e accuratamente isolata dal terreno come previsto dalle norme, che potrà essere spostato ed ubicato in aree più facilmente accessibili alla ditta esterna che provvede allo smaltimento e in aree in cui nel tempo, in funzione delle lavorazioni. Lo smaltimento oli avviene quindi in conformità alla normativa vigente.

Rottami ferrosi

I rottami ferrosi (cuscini, attrezzature varie danneggiate, chiodi, fioretti, ecc.), possono essere stimati in quantitativi compresi tra i 2.000 ed i 4.000 Kg annui. Anche questi materiali sono conferiti per l'avvio a riutilizzo.

4.3 – VOLUMETRIE DI ESCAVAZIONE

Le lavorazioni previste dal presente progetto sono suddivise fra le cave n. 87 e n. 92 e, ancorchè descritte unitariamente, hanno ognuna le proprie specificità, tra cui la resa attesa ai sensi del PABE (25% cava n. 87 e 30% cava n. 92). Pertanto nel seguito si darà anche la distinzione tra cave al fine di avere congruenza con le previsioni del PABE. Al termine si darà una tabella riassuntiva complessiva per comodità di lettura.

La durata di coltivazione di progetto è prevista per 10 anni ed interesserà una volumetria di scavo complessiva di ca. 419.300 mc, 53.800 per cava n. 87 e 365.500 per cava n. 92, per una media di scavo pari a ca. 41.900 mc medi annui.

Le rese attese sono del 25% per la cava n. 87 e 30% per la cava n. 92 ai sensi dello studio geologico strutturale del Comune di Carrara. La volumetria totale sostenibile è di ca. **329.600 mc**, di cui 53.800 mc per la cava n. 87 e 275.800 mc per la cava n. 92. Si prevede pertanto di



escavare complessivamente almeno 96.190 mc (259.713 t ca.) utili di marmo in forma di blocchi di varia geometria (blocchi, semiblocchi, informi), considerando un peso di volume pari a 2,7 t/mc. Questo valore è minimo e si ritiene esso possa essere ragionevolmente superiore. Il materiale classificabile come detrito derivato dalle operazioni di taglio è invece quantificabile in non più del 75% delle volumetrie sostenibili per la cava n. 87 e non più del 70% per la cava n. 92, cui corrispondono complessivamente ca. 233.410 mc, pari a ca. 630.207 t. A questi volumi si aggiungono i detriti derivanti dalle operazioni di scopertura e messa in sicurezza presenti nella cava n. 92 per complessivi ca. 89.700 mc.

Le due fasi sono articolate in un periodo di 4,5 anni (scadenza vigente PABE) e successivi 5,5 anni. I volumi di scavo sostenibili della fase finale successiva alla scadenza del presente PABE non supereranno i 22.500 mc annui come aliquota annuale delle attuali previsioni di programmazione comunale.

Come indicato sopra, parte di questi volumi sono individuabili come messa in sicurezza dei cantieri in lavorazione e parte come scopertura del giacimento. Questi ultimi risultano essere inferiori al 5% delle volumetrie escavate nel presente progetto ed entrambi non concorrono alle quantità sostenibili del PABE stesso.

I lavori di messa in sicurezza della Fase intermedia sono stimati in ca. 33.200 mc mentre i volumi di scopertura risultano essere pari a 2.700 mc. La totalità di queste volumetrie sono già autorizzate con tali caratteristiche.

Per la fase finale i volumi di messa in sicurezza risultano pari a ca. 49.700 mc, mentre quelli di scopertura risultano, sempre inferiori al 5% delle volumetrie escavate, pari a 4.100 mc. Queste volumetrie sono per la quasi totalità già autorizzate con tali caratteristiche.

In entrambe le fasi si può osservare, come del resto il progetto recentemente autorizzato che viene riproposto nella quasi totalità delle lavorazioni a cielo aperto, che le lavorazioni contengono all'interno una importante fase operativa di opere indispensabili per garantire la sicurezza del sito estrattivo e delle future lavorazioni della cava (cosiddetto buon governo del giacimento). Si prevede, come recentemente autorizzato, il necessario ed indispensabile abbattimento delle porzioni marmoree costituenti i fronti residui che si sviluppano lungo le pareti che sovrastano il cantiere inferiore che presentano mancanti e fratture esposte in aree



intensamente fratturate. Le lavorazioni da eseguire sul cantiere Zucchetto, sul cantiere Scaloni e quello Superiore risultano necessarie all'abbassamento di quota dei fronti residui che sovrastano quello Inferiore ove parte delle pareti risultano irregolari e affette da mancanti rocciosi. Altresì sono ricomprese le lavorazioni si messa in sicurezza nell'area demaniale di cui alla esistente Concessione pratica idraulica n° 3418.

Nella tabelle successive si raccolgono le volumetrie interessate dalle escavazioni del presente progetto.

Tabelle riassuntiva escavazioni e produzioni:

Volumetrie di scavo (mc) e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio Stato finale di progetto							
Cava	Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc]	Operazioni di scopertura [mc]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Produzione materiale ornamentale [mc]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc]	Durata [mesi]
Totale	419.300	82.900	6.800	329.600	96.190	233.410	120
87 (resa 25%)	53.800	0	0	53.800	13.450	40.350	120
92 (resa 30%)	365.500	82.900	6.800	275.800	82.740	193.060	120

Volumetrie materiale detritico (mc) da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Stato finale di progetto - <u>solo cava n. 92</u>		
Operazioni di scopertura [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [mc]
6.800	82.900	89.700

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

Volumetrie di scavo (mc) e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio Fase intermedia di progetto							
Cava	Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc]	Operazioni di scopertura [mc]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Produzione materiale ornamentale [mc]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc]	Durata [mesi]
Totale	221.500	33.200	2.700	185.600	54.090	233.410	54
87 (resa 25%)	31.800	0	0	31.800	7.950	23.850	54
92 (resa 30%)	189.700	33.200	2.700	153.800	46.140	107.660	54



Volumetrie materiale detritico (mc) da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Fase intermedia di progetto - <u>solo cava n. 92</u>		
Operazioni di scopertura [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [mc]
2.700	33.200	35.900

Volumetrie di scavo (mc) e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio Fase finale di progetto							
Cava	Totale volumi marmorei di escavazione [mc]	Operazione di rimozione materiale marmoreo per messa in sicurezza [mc]	Operazioni di scopertura [mc]	Volumi produzione sostenibile ai sensi del PABE [mc]	Produzione materiale ornamentale [mc]	Derivati di taglio da produzione sostenibile [mc]	Durata [mesi]
Totale	197.800	49.700	4.100	144.000	42.100	101.900	66
87 (resa 25%)	22.000	0	0	22.000	5.500	16.500	66
92 (resa 30%)	175.800	49.700	4.100	122.000	36.600	85.400	66

Volumetrie materiale detritico da operazioni escluse da computo volumetria sostenibile Fase finale di progetto		
Operazioni di scopertura [mc]	Operazione di rimozione del materiale per sicurezza [mc]	Totale detrito derivato da taglio [t]
4.100	49.700	53.800

La resa del 30% fissata da PRC appare ragionevole nel caso della cava n°92 in relazione alle lavorazioni previste a cielo aperto e allo stato di fratturazione visibile dall'esame delle aree di coltivazione esistenti.

Analogamente per la cava n. 87 (esclusivamente in galleria) è plausibile la resa del 25% prevista dal PABE.



Determinazione resa percentuale

La resa del 25% per la cava n. 87 e 30% per la cava n. 92, fissata nello studio geologico strutturale redatto dal Dott. Geol. Alessandro Cortopassi, appaiono plausibili in relazione allo stato di fratturazione visibile dall'esame delle aree di scavo di progetto. 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. 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).

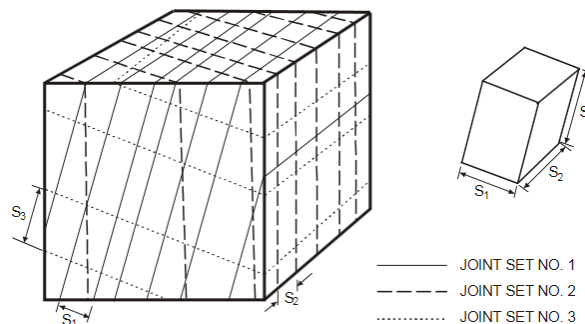


Fig. 1 BLOCK DIAGRAM CONTAINING 3 JOINT SETS

Tra RQD e J_v sono altresì stabilite le seguenti correlazioni:

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

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

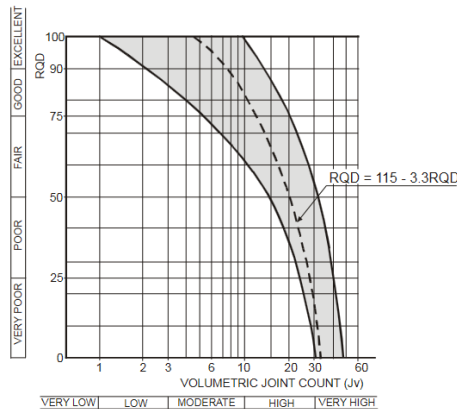


Fig. 3 CONNECTION BETWEEN RQD AND (Jv)

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 spaziatì 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.

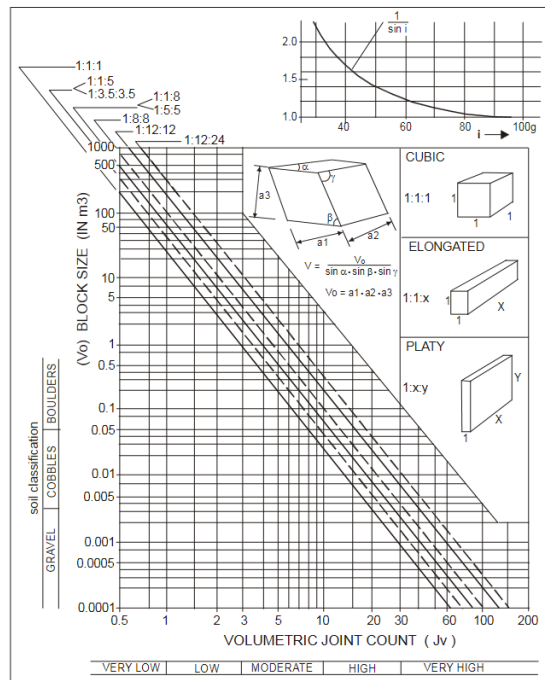


Fig. 4 CONNECTION BETWEEN BLOCK SIZE AND (Jv)



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 30% nella cava n. 92 e leggermente meno (per effetto della forma e dimensione del sotterraneo) nella cava 87 con un limite inferiore pari al 25%.

Area di gestione dei derivati di taglio

Non esiste area di discarica. Tutta la porzione situata ad Est del cantiere a cielo aperto, su cui è impostata la strada di arroccamento, è costituita da un vecchio deposito di materiale detritico riversato in epoche passate.

Il materiale detritico proveniente dalle lavorazioni (vedasi capitolo specifico) verrà posizionato nelle aree indicate negli elaborati grafici allegati, a seconda delle esigenze in modo da non creare intralcio alle lavorazioni. In queste aree il materiale viene selezionato e ceduto come derivato di taglio a tassazione comunale per essere commercializzato per usi industriali.

4.4 – VOLUMI DI ASPORTAZIONE DETRITO DA RAVANETI

Il presente progetto non prevede asportazione da ravaneti



4.5 - ASPETTI DI IGIENE E SICUREZZA SUL LAVORO

La cava è attiva da diversi anni e quindi nel tempo, successivamente all'entrata in vigore del D.Lgs. 624/96, così come recepita dal D.Lgs. 81/08, la ditta ha depositato il DSS presso la locale ASL. Tale documento, conforme alla suddetta normativa, è stato redatto secondo il seguente schema che non necessita di aggiornamento in relazione alla presente variante.

1. notizie di carattere generale;
2. criteri per l'individuazione e valutazione dei rischi;
3. indicazione dei rischi valutati;
4. individuazione e attuazione delle misure di prevenzione e protezione
5. programma per il miglioramento nel tempo del livello di sicurezza;
6. attività di formazione e informazione;

ELEMENTI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHI CONTENUTI NEL D.S.S. (Art. 10, comma 1 - D.to l.vo 25 Novembre 1996, n° 624)

ELEMENTO	Presenza rischio		COMMENTO
	SI	NO	
a)- Protezione contro gli incendi			Vedi Schede valutazione del Rischio
le esplosioni			Vedi Schede valutazione del Rischio
le atmosfere esplosive			
le atmosfere nocive			Vedi Schede Valutazione del Rischio
b)- Mezzi di Evacuazione e Salvataggio			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
c)- Sistemi di comunicazione, avvertimento allarme			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
d)- Sorveglianza sanitaria			Vedi Schede Valutazione del Rischio
e)- Programma per l'ispezione sistematica, la manutenzione e la prova di attrezzature, della strumentazione e degli impianti meccanici, elettrici ed elettromeccanici			Vedi Programma Ispezione, Prova e Manutenzione
f)- Manutenzione del Materiale di Sicurezza			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
g)- Utilizzazione e manutenzione dei recipienti a pressione			Vedi Schede Uso e Manutenzione
h)- Uso e manutenzione dei mezzi di trasporto			Vedi Schede Uso e Manutenzione
i)- Esercitazioni di Sicurezza			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
l)- Aree di deposito			Vedi Schede Valutazione del Rischio
m)- Stabilità dei fronti			Vedi Schede Valutazione del Rischio e Piano di Coltivazione
n)- Armature di sostegno			
o)- Modalità della ventilazione			
p)- Zone a rischio di sprigionamenti istantanei di gas, colpi di massiccio e irruzioni di acqua			
q)- Evacuazione del personale			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
r)- Organizzazione del servizio di salvataggio			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione

Ai sensi dell'Art. 10, comma 2 del D.to L.vo 624/96, il D.S.S. contiene inoltre:

Attività di informazione e formazione dei lavoratori			Vedi Scheda Attività di Informazione e Formazione
Consultazione del Rapp. per la Sicurezza dei Lav.			Vedi Schede Consultazione R.S.L.:

COMMITTENTE: Consorzio "Le Gallerie di Fantiscritti"

OGGETTO: Progetto di coltivazione - Piano di coltivazione delle cave Galleria Fantiscritti n. 87 e Fantiscritti B n. 92

DATA: Maggio 2026



Designazione del Direttore Responsabile

Come già sottolineato la cava è già attiva e pertanto è già stata affidata la direzione dei lavori a tecnico qualificato in ottemperanza ai requisiti richiesti dal DPR 9 Aprile n. 128 e dal decreto legislativo 24 Novembre 1996 n. 624 e successive modifiche ed integrazioni. Nello specifico il Direttore Responsabile dei Lavori è il Dott. Ing. Giuseppe Usai.

4.6 - IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Le cave hanno già sotterranei operativi ed autorizzati dotati di sistema di ventilazione. Il collegamento tra i sotterranei (già autorizzato con SCIA coordinata assentita nel corso del 2025) favorirà altresì lo scambio d'aria e alleggerirà il lavoro degli impianti.

L'approccio generale è quello della realizzazione di tubazioni e ventilatori di tipo centrifugo indipendenti che portano aria fresca al cantiere in avanzamento.

Le caratteristiche delle lavorazioni del cantiere in oggetto sono: assenza di uso di esplosivi, assenza di necessità di smaltimento di calore, utilizzo di macchine elettriche o elettroidrauliche, presenza di una squadra di lavoro composta al massimo da quattro persone, utilizzo intermittente per operazioni specifiche di macchine a combustione interna (pala gommata per movimentazione blocchi estratti o spostamento di altri macchinari e più raramente escavatore cingolato) e un blandissimo processo di ossidazione del materiale escavato.

In base a quanto scritto sopra si è proceduto al calcolo della quantità d'aria necessaria come di seguito indicato.

Per l'anidride carbonica emessa dalla respirazione umana sono necessari normalmente dai 3 ai 6 Nmc/min di aria in relazione alla corporatura ed alle condizioni di lavoro. Nella fattispecie trattandosi di condizioni ambientali e lavorative non gravose e dell'effettiva non contemporanea presenza delle persone per tutto il tempo lavorativo si sono stabiliti per il calcolo 4 Nmc/min di aria fresca.

Per la diluizione dei gas di scarico delle macchine diesel presenti in sotterraneo si sono adottate, in assenza di precise recenti disposizioni italiane, le prescrizioni tedesche che



impongono, in particolare, che per ogni persona occupata si debba prevedere un volume di aria fresca di 2 mc/min, e per ogni KW-diesel, di 4 mc/min.

Confrontando le prescrizioni tedesche con quelle di altri paesi si nota che:

- le disposizioni austriache e quelle francesi impongono già da tempo un quantitativo di aria fresca di 3 mc/min HP equivalenti a 4 mc/min kW;
- le assicurazioni svizzere SUVA richiedevano in origine un quantitativo di 5.3 mc/min kW successivamente ridotto a 4 mc/min kW;
- nei paesi scandinavi, in Gran Bretagna e negli USA vengono richiesti, 3.3 mc/min kW.

Come da indicazione contenuta nell'articolo 40 paragrafo 3 del VBG 37 (normativa tedesca) si è tenuto conto di tutte le apparecchiature funzionanti contemporaneamente nei diversi punti, per calcolare il fabbisogno di aria fresca.

Ai fini del calcolo si considererà l'impiego costante nel cantiere profondo di quattro addetti alla lavorazione (4 mc/min) e di una pala gommata, più precisamente una pala gommata modello tipo Cat 988G da 397 KW in quanto nel cantiere, date le ridotte dimensioni del tracciamento, non potrà mai operare più di un mezzo, ovvero quando opera l'escavatore la pala sarà ferma mancando effettivamente lo spazio operativo e non essendovi nel ciclo di lavoro operazioni per cui pala e escavatore debbano lavorare congiuntamente.

Nei calcoli è stata presa in considerazione l'ipotesi più gravosa, e cioè si è proceduto supponendo che la pala gommata lavori alla potenza massima per un terzo del tempo lavorativo (o alternativamente che lavori tutto il tempo ad un potenza media pari ad un terzo di quella massima).

La potenza si è così cautelativamente ridotta in quanto non si è comunque considerata la riduzione delle emissioni per la presenza di dispositivi catalitici di abbattimento che comunque saranno installati sulle macchine e perché, in realtà, la pala opererà solo per lo sfornellamento degli avanzamenti o per movimentazioni e comunque raramente opererà a piena potenza.

Si ritiene pertanto necessario apportare un volume di aria fresca di progetto pari in cifra tonda



a 600 mc/min, quantità piuttosto cautelativa nelle ipotesi di cui sopra.

Lo sviluppo lineare delle tubazioni è stato dimensionato in prima istanza per uno sviluppo massimo di 150 m pari a quello previsto nella prima fase di lavoro come da schema seguente:



Schema impianti di ventilazione

L'aria verrà introdotta pertanto mediante canalizzazioni flessibili in tessuto poliestere spalmato in PVC.

Dovrà pertanto essere determinato, in relazione al diametro della tubazione, alla lunghezza della stessa e quindi alle perdite di carico, quale tipo di ventilatore utilizzare per fornire il ricambio d'aria citato.

La perdita di carico è dovuta all'attrito nei tubi. Per definire tale perdita la formula più usata è la *formula di Fanning*:



$$\Delta H = f \frac{v^2}{2g} \frac{L}{D} = iL$$

dove L è la lunghezza, in metri, del tubo, D il suo diametro interno in metri, ed f il coefficiente d'attrito, funzione del numero di Reynolds (Re) ed i è la cadente piezometrica.

Il coefficiente d'attrito può venir diagrammato (in scala bilogarithmica) in funzione del numero di Reynolds e parametrizzato rispetto la rugosità.

Per calcolare il *coefficiente d'attrito* (adimensionale) vi sono varie formule.

Nel caso di flusso laminare e cioè con $Re < 2100$ esiste la *formula di Pouiseuille*:

$$f = \frac{64}{Re}$$

mentre in caso di flusso turbolento e cioè con $Re > 4000$ si utilizza la formula di *Colebrook*

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{R}{3.71D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

in cui R è la rugosità del tubo e D il diametro dello stesso.

Oppure, nel caso di perdite di carico in tratti diretti, può essere calcolata con la formula di Darcy che prende in considerazione la lunghezza del condotto, il cosiddetto diametro idraulico, la velocità e la densità dell'area e il coefficiente di attrito che, a sua volta, dipende dal numero di Reynolds, dalla rugosità delle pareti, dalle dimensioni e dalla disposizione della stessa. Calcolare la perdita di carico con queste formule è piuttosto complesso e, nell'insieme, porta solo a risultati approssimativi, dato che sia la viscosità, sia la densità che la rugosità possono variare tra margini molto ampi.

Per questo motivo nella pratica si ricorre all'uso di specifici diagrammi che tengono conto di, sezioni standard dei condotti e della rugosità dei materiali di uso comune quale quello riportato nel seguito ed estratto dal sito della Caleffi (Hydronic Solutions) per condotti rugosi posti ad altezza di 0 e 1000 m s.l.m., utilizzati per mediare fra i due.



Sulla base del valore della portata minima di progetto di 10 mc/s (600 mc/min pari a 36.000 mc/h) si determina come nel caso di una tubazione avente un diametro di 1000 mm, si abbiano perdite di carico pari a 0.20 mm ca. ogni metro lineare di sviluppo della stessa. Pertanto considerando per il momento, come detto sopra, uno sviluppo di 150 m lineari si avranno perdite di carico pari a $H_a = 29.0$ kgf/mq (ca. 290 Pa).

A queste si debbono aggiungere le perdite localizzate in caso di curve, intersezioni riduzioni e collegamenti al ventilatore, ecc.

Volendo tenere anche conto di un invecchiamento del tubo e del materiale si può ritenere che le perdite complessive possano essere contenute in 800/100 kgf/mq.

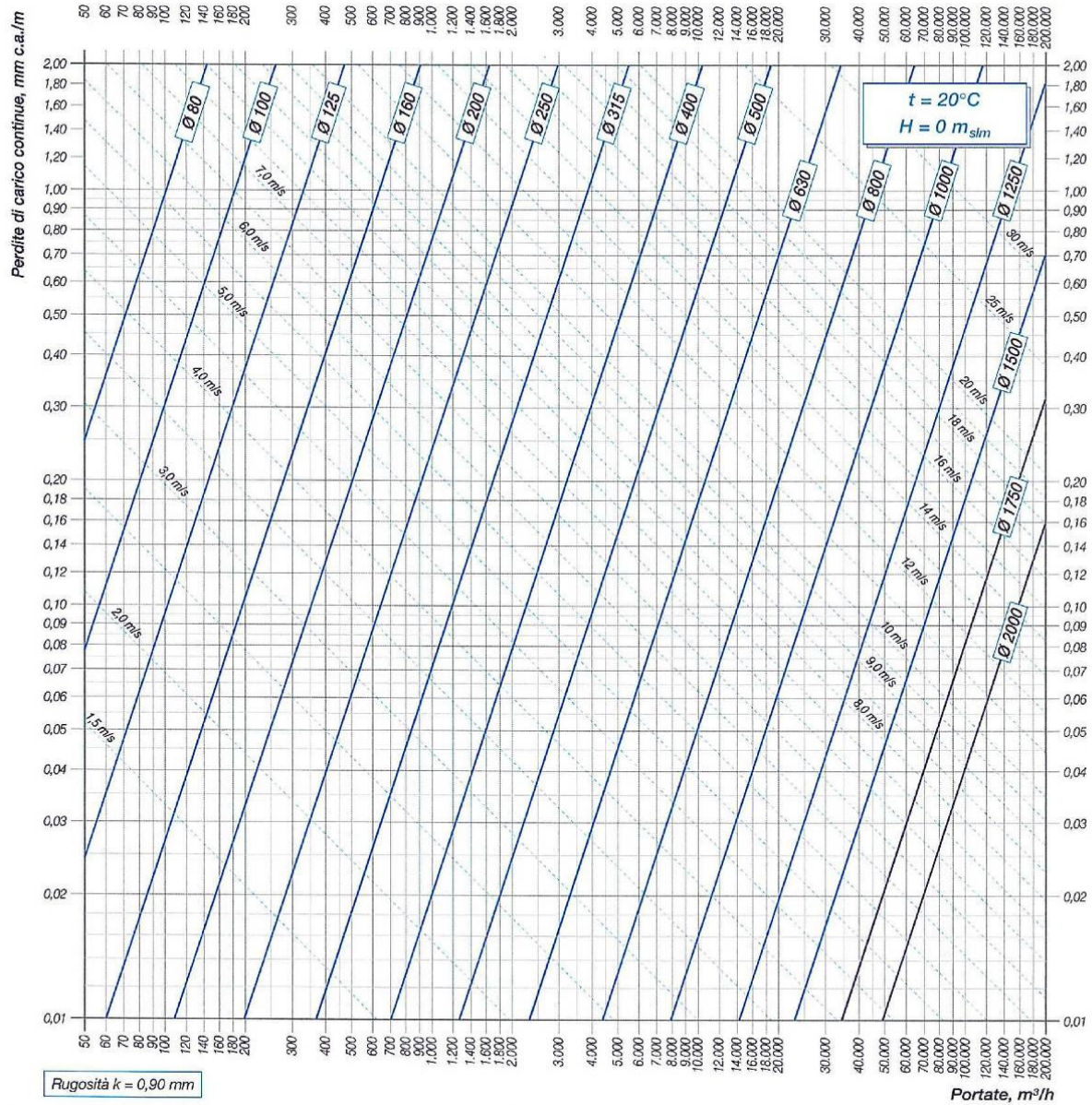
Questi due parametri possono essere utilizzati per interpolare le curve caratteristiche di ventilatori di tipo centrifugo, scelti per la maggior silenziosità, il miglior rendimento e la curva più uniforme.

A titolo di esempio si sono analizzate le curve della Stiavelli Irio s.r.l. da cui si individua quale apparecchio di riferimento il ventilatore centrifugo tipo YVR 902 4N4A di 37 KW di potenza (o comunque una macchina ed essa equivalente) che per portate di 630 mc/min sopporta delle perdite di carico fino 235 kgf/mq e quindi comprese tra il doppio ed il triplo di quelle minime necessarie nelle ipotesi di progetto (vedasi tabella successiva).

In ogni caso il motore è in grado di coprire eventuali percorsi più articolati. Il motore tipo individuato sopra consente dunque di tenere conto di implementazioni eventuali quali un maggiore volume di aria necessario per la presenza di più uomini o mezzi contemporaneamente, o uno maggiore sviluppo lineare nel caso di realizzazione contemporanea di più tracciamenti necessari nelle fasi successive ed avere margine in tal senso.



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI “RUGOSI” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0 \text{ m}_{slm}$



60-1

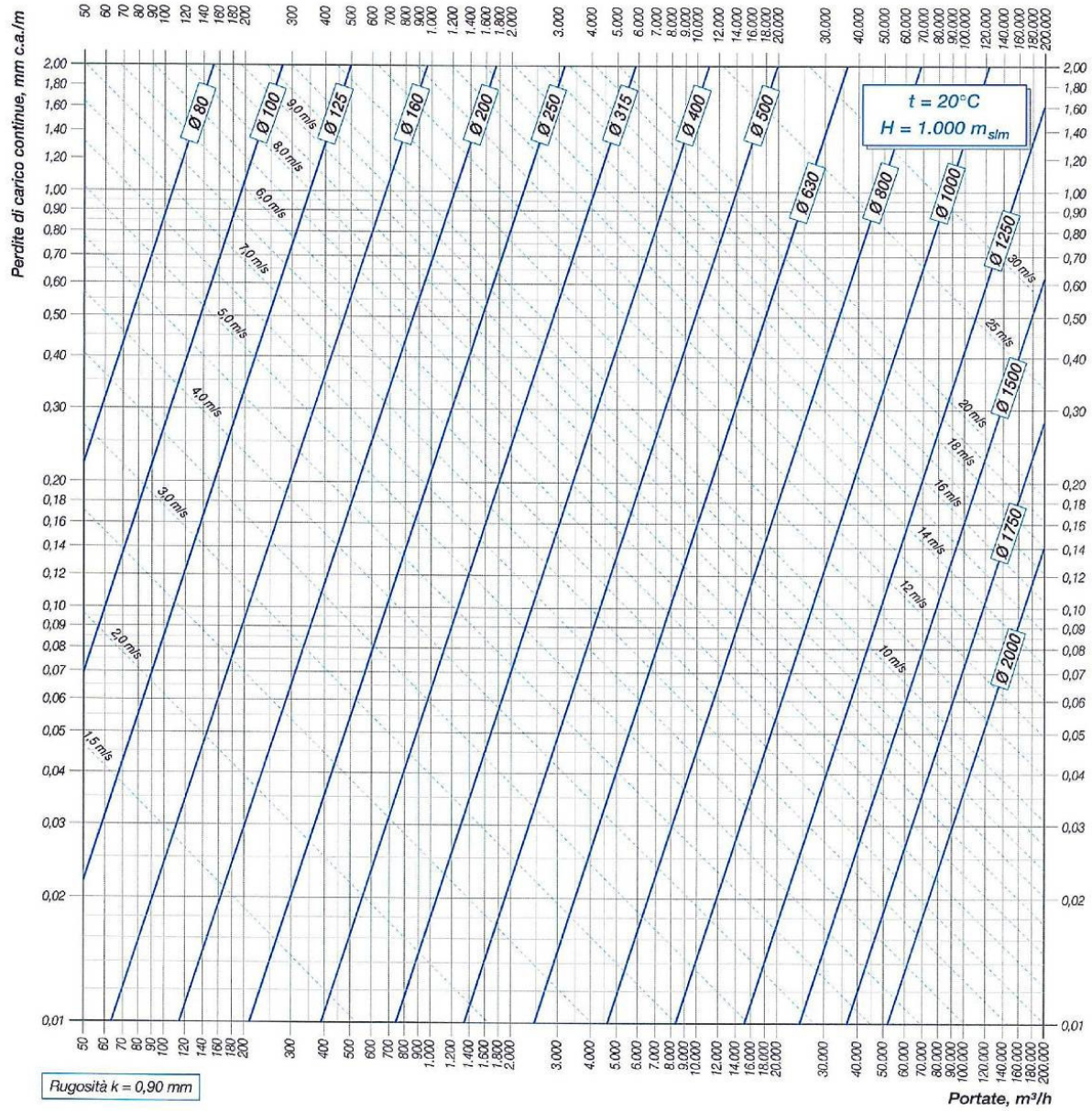


60-1

COMMITTENTE: Consorzio “Le Gallerie di Fantiscritti”
OGGETTO: Progetto di coltivazione - Piano di coltivazione delle cave Galleria Fantiscritti n. 87 e Fantiscritti B n. 92
DATA: Maggio 2026



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI “RUGOSI” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000 \text{ m}_{slm}$



60-3

CALEFFI

60-3

COMMITTENTE: Consorzio “Le Gallerie di Fantiscritti”
OGGETTO: Progetto di coltivazione - Piano di coltivazione delle cave Galleria Fantiscritti n. 87 e Fantiscritti B n. 92
DATA: Maggio 2026



4.7 - VIABILITÀ DI ACCESSO AL SITO ESTRATTIVO E DI ARROCCO INTERNA ALLA CAVA

La cava n. 92 ha accesso diretto dal c.d. Poggio di Fantiscritti e da questi piazzali si raggiunge i sotterranei esistenti e, ovviamente, gli sviluppi di progetto.

.Il cantiere Inferiore e il piazzale deposito blocchi sono collegati direttamente alla strada comunale. I restanti cantieri estrattivi (Scaloni e Superiore) sono collegati alla via principale mediante una strada di arroccamento che dalle aree in disponibilità poste a W della cava Fantiscritti B n°92 raggiunge sia i cantieri della stessa che la cava Verdichiara n°88 (progetto coordinato).

Il primo tratto della strada interna, che dalla strada comunale raggiunge il tornante di quota 492,5 m ca. prima del cantiere Scaloni, è realizzata su un deposito detrito, mentre la restante parte, che giunge al cantiere Superiore, per poi proseguire sino al cantiere della cava n°88, è stata realizzata su roccia.

La larghezza della via di arroccamento, sia nelle aree della cava n° 92 che nelle aree in disponibilità della cava n°88, è stata realizzata tenendo conto dell'ingombro del mezzo di dimensioni maggiori utilizzato e del carico trasportato (dumper). La carreggiata risulta avere una dimensione variabile (minima di ca. 4-4,5 m e massima di 6 m) che permette il transito a tutti i mezzi che la percorrono, siano essi quelli di cava (pala, escavatore, dumper) o mezzi utilizzati per il trasporto delle persone (fuoristrada 4x4) e/o tutti gli altri mezzi utilizzati per il trasporto di materiali (blocchi) da parte di ditte esterne. La larghezza della strada risulta inoltre idonea al passaggio delle pale utilizzate per la sua manutenzione ordinaria e straordinaria in quanto la benna della pala, utilizzata per il trasporto del materiale/terreno del fondo, ha una dimensione minore della carreggiata stessa (larghezza 3,8m).

La strada permette il passaggio dei mezzi senza che gli stessi debbano affrontare porzioni della stessa in retromarcia e le curve e/o tornanti hanno caratteristiche tali da poter eseguire le eventuali manovre per affrontarli.



La strada di arroccamento risulta altresì essere conforme a quanto autorizzato ed è caratterizzata da pendenza media max di ca. 22,5%, per cui tutti i mezzi che la percorrono debbono essere pluri-trazionati. Tutti i mezzi che vi transitano possono operare in sicurezza secondo quanto previsto nei rispettivi libretti di uso e manutenzione. La strada risulta idonea al transito, fermo restando l'utilizzo dei mezzi in conformità alle istruzioni indicate dal costruttore.

La cava n. 87 sarà, nell'ambito del progetto, raggiungibile attraverso il sotterraneo nelle aree cava n. 92 per poi completare un anello ricollegando i cantieri del sotterraneo alla via ex marmifera Fantiscritti Ravaccione.

Tale strada di arroccamento sono già oggi oggetto periodico di manutenzione ordinaria e straordinaria che saranno proseguiti da parte della F.T. Cave s.r.l. per i tratti di competenza della cava confinante n. 88 e da parte del Consorzio per la restante parte.

Carrara, Maggio 2026

Il Tecnico
Dott. Ing. Massimo Gardenato