

COMUNE DI CARRARA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

PIANO DI COLTIVAZIONE CAVA DENOMINATA "FANTISCRITTI A" N. 85



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

ESERCENTE:

Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

TITOLO:

**GESTIONE DELLE ACQUE
DI LAVORAZIONE**

II TECNICO:

Dott. Ing. Massimo Gardenato
ingegnere minerario



DATA:

NOVEMBRE 2025

TAV.:

FILE:

RelTec_25



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



PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE DI LAVORAZIONE

Premessa

Nella presente relazione si descrivono le modalità di gestione delle acque di lavorazione messe in atto nella cava “Fantiscritti A” n° 85, esercita dalla Tonini Cave S.r.l.. Va osservato come nel caso specifico le lavorazioni attuali sono state ampiamente descritte nella documentazione allegata al piano vigente. Nel seguito verrà riproposto quanto sino ad oggi autorizzato.

Nella Tav. AMD allegata alla presente è rappresentata la schematizzazione della gestione delle acque di lavorazione all'interno dei vari cantieri in sotterraneo della cava.

Le acque di cava – gestione delle acque di lavorazione

Il contesto morfologico in cui si inserisce l'area è quello tipico dei versanti carrarini delle Alpi Apuane sia nelle forme aspre e dirupate, con versanti acclivi, sia per la trasformazione del paesaggio ad opera delle attività estrattive. I versanti rocciosi molto acclivi, una vegetazione rada e costituita essenzialmente da essenze arbustive endemiche, una coltre detritica (i “ravaneti”) che incornicia alla base le aree denudate interessate dalle lavorazioni, sono gli aspetti principali del paesaggio dominato ovunque dall'affioramento del marmo.

La pendenza dei versanti risulta molto variabile; da valori prossimi a 35° in corrispondenza delle scarpate detritiche (ravaneti) si passa a ca 60° lungo il versante montano sovrastante i piazzali di cava.

Come ovvio, tutte le necessarie operazioni volte alla coltivazione della cava sono eseguite con l'ausilio di diverse attrezzature, secondo quanto previsto dalle specifiche tecniche e dai dettami dell'arte. In particolare le lavorazioni condotte presso la cava in oggetto si avvalgono della tecnologia del taglio mediante filo diamantato e tagliatrice a catena.

Il filo diamantato viene solitamente utilizzato per l'esecuzione di tagli al monte e per sezionare e distaccare le bancate sui piazzali esterni nonché per la riquadratura dei blocchi informi, mentre la catena si può utilizzare essenzialmente per lo stacco delle bancate e per gli avanzamenti in sotterraneo.

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



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. Altresì possono essere utilizzati saltuariamente martini oleodinamici quando le condizioni di impiego lo consentono. 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 sono assistite e seguite da macchine per la movimentazione, rappresentate essenzialmente da pale gommate e/o cingolate ed escavatori cingolati dotati di benna atta alla movimentazione del detrito e/o provvista di martello 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.

Le macchine tagliatrici a filo diamantato lavorano in presenza di acqua (filo diamantato protetto) e di conseguenza, nelle acque provenienti dalle lavorazioni non sono presenti oli e grassi ma esclusivamente carbonato di calcio. Le tagliatrici a catena per sviluppare l'azione di taglio, utilizzano, grasso di tipo biodegradabile per lubrificare la catena portautensili, in assenza di acqua (a secco) o con l'ausilio dell'acqua.

Tutte le acque di lavorazione vengono raccolte in prossimità del taglio ed inviate agli impianti di filtrazione rimovibili posizionati in adiacenza alle aree in cui si stanno eseguendo le lavorazioni. Queste acque quindi sono pertanto raccolte e avviate a riutilizzo.

Il ciclo delle acque di cava è sempre a bilancio matematicamente negativo in quanto durante il processo sono inevitabili perdite di acqua quale quella contenuta nei fanghi di taglio recuperati, evaporazioni, ecc. e quindi, al fine di reintegrare il ciclo chiuso che altrimenti sarebbe destinato ad esaurirsi, si rimpingua lo stesso dal recupero delle acque piovane.

Per le situazioni sopra descritte, ovvero di bilancio idrico negativo necessitandosi sempre reintegro, non è presente un punto di scarico di acque produttive.

Il ciclo delle acque di cava è sempre a bilancio matematicamente negativo in quanto durante il processo sono inevitabili perdite di acqua quale quella contenuta nei fanghi di taglio recuperati, evaporazioni, ecc. e quindi, al fine di reintegrare il ciclo chiuso che altrimenti sarebbe destinato ad esaurirsi, si rimpingua lo stesso dal recupero delle acque piovane.

Per le situazioni sopra descritte, ovvero di bilancio idrico negativo necessitandosi sempre reintegro, non è presente un punto di scarico di acque produttive.

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



Acque di lavorazione

Come detto sopra le operazioni di taglio al monte vengono eseguite con macchinari ed utensili che esplicano la loro azione abrasiva con uso o in assenza di acqua.

I macchinari da taglio comunemente usati nell'attività estrattiva sono principalmente rappresentati da:

- Macchine tagliatrici a filo diamantato;
- Macchine tagliatrici da galleria e da piazzale a catena;
- Macchine perforanti.

Le macchine tagliatrici a filo diamantato possono lavorare in assenza ed in presenza di acqua e di conseguenza, nelle acque provenienti dalle lavorazioni, non sono presenti olii e grassi ma esclusivamente carbonato di calcio.

La maggior parte delle lavorazioni avviene sul piano di cava, dove non sono presenti fratture connesse con acque sotterranee. Nelle lavorazioni con esclusivo uso di tagliatrici a filo diamantato tracce di olii e grassi possono eventualmente rilevarsi solo in caso di impreviste piccole, occasionali perdite provenienti dai mezzi meccanici mobili, fenomeno che non è sempre totalmente eliminabile e comunque, come descritto nell'apposito paragrafo, si mettono in opera una serie di precauzioni atte a prevenire gli sversamenti. Inoltre, i macchinari sono periodicamente sottoposti a manutenzione e gli olii esausti sono raccolti dalle ditte manutentrici. Le tagliatrici a catena per sviluppare l'azione di taglio, utilizzano, assieme all'acqua, grasso di tipo biodegradabile per lubrificare la catena portautensili, in assenza di acqua (a secco) o con l'ausilio dell'acqua.

Acque da taglio con filo diamantato

L'azione di taglio delle macchine a filo diamantato può avvenire in presenza di acqua, pertanto le acque di lavorazione, contenute da cordoli-dossi detritici, risultano miste a materiali con granulometria fine di carbonato di calcio. Il materiale con granulometria fine recuperato, a seguito di opportuna chiarificazione/decantazione o mediante altro sistema anche del tipo filtropressa presente nel deposito, verrà raccolto temporaneamente in appositi contenitori e avviato a smaltimento con il relativo codice CER qualora non possa trovare altra destinazione come prodotto derivato di taglio.

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



Acque da taglio con catena

L'azione di taglio effettuate con macchina a catena, ovviamente per quelle che non operano a secco, avviene in presenza di acqua, oltre a grasso biodegradabile lubrificante, pertanto le acque di lavorazione sono esclusivamente costituite da acqua mista a materiali con granulometria da grossolana a fine di marmo con tracce di grasso biodegradabile.

Nel seguito verranno descritte nel dettaglio le modalità di convogliamento, chiarificazione/decantazione delle acque provenienti dalle lavorazioni delle tagliatrici.

Stima dei quantitativi di frazione fine recuperabile

Tracciamento Cantiere sotterraneo

Per i tracciamenti del cantiere sotterraneo si prende per riferimento un avanzamento di altezza 6 m e larghezza di 9 m della profondità di ca 3 m che viene realizzato attraverso l'esecuzione di tre tagli orizzontali e tre tagli verticali eseguiti con la tagliatrice a catena che suddividono l'area in avanzamento e un unico taglio, denominato "a schiena", con la tagliatrice a filo diamantato che separa i vari blocchi posteriormente.

La quantità di marmo asportata durante i tagli eseguiti con l'utensile a catena, che come scritto in precedenza ha uno spessore di 38 mm, può essere calcolato come:

- Volume asportato nei tre tagli verticali: $6 \times 3 \times 0,038 \times 3 = 2,05 \text{ mc}$
- Volume asportato nei tre tagli orizzontali: $9 \times 3 \times 0,038 \times 3 = 3,08 \text{ mc}$

Per quanto riguarda la quantità di marmo asportata durante i tagli eseguiti con il filo diamantato dello spessore di 10 mm, può essere calcolato come:

- Volume asportato nel taglio posteriore: $9 \times 6 \times 0,01 = 0,54 \text{ mc}$

In totale per ogni avanzamento viene asportato un quantitativo di marmo pari alla somma dei tre valori precedentemente riportati, ovvero :

- Volume asportato ad ogni avanzamento: $2,05 + 3,08 + 0,54 = 5,67 \text{ mc}$

Come affermato anche in precedenza la maggior parte del solido asportato, sopra stimato, sia in gran parte composto di piccole scaglie e quindi non costituisce fango di marmo in senso stretto (frazione più fine).

La quantità di limi o fini presenti nell'acqua di lavorazione quando si utilizza il filo diamantato può essere stimata nel 70% del solido asportato, mentre per quanto riguarda la tagliatrice a catena la maggior parte del solido asportato, perlomeno un 80%, è composto da



piccole scaglie e circa un 20% di fini in senso stretto.

Quindi il recupero atteso rimane affetto dalle caratteristiche di cui sopra, ovvero presenza di scaglie in percentuali variabili, oltre ovviamente all'effettiva efficienza di trascinamento e recupero acque. Dalle percentuali sopra riportate, riguardanti la percentuale di materiale fine ipoteticamente recuperabile dall'acqua dei tagli di ogni singola macchina, nell'intera durata del progetto possano essere prodotte per ognuna di esse:

- Volume recuperabile per avanzamento: $0.99 + 0.35 = 1.35 \text{ mc}$ pari a **3.6 t**

Sulla base di una esecuzione di ca. 130 avanzamenti si ha un quantitativo complessivo stimabile in ca. **468 t** per l'intera durata del progetto.

Abbassamento di quota in sotterraneo

Nel seguito si stimeranno i quantitativi di fini derivanti dai tagli che si stima possa essere prodotti nel corso dell'esecuzione del presente piano mediante abbassamenti di quota nei cantieri in sotterraneo. Per queste lavorazioni con il sistema delle bancate si procederà con una simulazione di calcolo con bancate tipo medie di caratteristiche geometriche così definite:

altezza media = 6 m
larghezza media = 9 m
profondità media = 3 m

Si può facilmente ricavare sia il volume della singola bancata ($6 \times 9 \times 3 = 162 \text{ mc}$), sia il numero delle stesse che possono essere isolate a partire da un volume di riferimento, arbitrario ma utile per rapportare i valori determinati all'unità, pari a 10.000 mc:

$$n^{\circ} \text{bancate} = \frac{10.000}{162} = 61,7$$

Per realizzare le suddette bancate (62 in cifra tonda) è necessario eseguire una serie di tagli di base (in gergo *tagli pari*) eseguibili con la macchina tagliatrice a catena e tagli verticali per isolarle lateralmente e posteriormente (questi ultimi in gergo *tagli a schiena*) mediante l'utilizzo di macchinette a filo diamantato. L'area di ognuno dei tagli descritti per la singola bancata, tenendo conto che sono in genere adiacenti (il piazzale di cava è costituito per ogni sbasso da più bancate adiacenti e quindi un solo taglio verticale le stacca entrambe), è pari a:

Area taglio laterale con filo diamantato = $6 \times 3 = 18 \text{ mq}$
Area taglio posteriore con filo diamantato = $6 \times 9 = 54 \text{ mq}$
Area taglio inferiore con tagliatrice a catena = $9 \times 3 = 27 \text{ mq}$

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



Nell'ipotesi di un'escavazione di 10.000 mc il numero di bancate da isolare risultano essere 62 e quindi le aree totali dei tagli risultano pari a:

$$\begin{aligned}\text{Area tagli laterali con filo diamantato} &= 22,5 \times 62 = 1.116 \text{ mq} \\ \text{Area tagli posteriori con filo diamantato} &= 67,5 \times 62 = 3.348 \text{ mq} \\ \text{Area tagli inferiori con tagliatrice a catena} &= 27 \times 62 = 1.674 \text{ mq}\end{aligned}$$

Nella realtà non tutti i tagli eseguiti con il filo diamantato vengono realizzati poichè in taluni casi si sfrutta la presenza di discontinuità che separano naturalmente i volumi di roccia da isolare che, come noto, influiscono anche sulla resa complessiva. Sulla base dell'esperienza acquisita negli anni nelle varie cave si può affermare come ca. il 25% dei tagli laterali e ca. il 20% di quelli posteriori non vengano eseguiti, per cui si può stimare come le aree di taglio effettive realizzate, sempre nell'ipotesi di un volume di riferimento di 10.000 mc, per isolare le bancate rappresentative siano:

$$\begin{aligned}\text{Area tagli laterali con filo diamantato} &= 837 \text{ mq} \\ \text{Area tagli posteriori con filo diamantato} &= 2.680 \text{ mq} \\ \text{Area tagli inferiori con tagliatrice a catena} &= 1.350 \text{ mq}\end{aligned}$$

Una volta isolata, la bancata viene ribaltata mediante mezzi meccanici e poi sezionata in parti più piccole, principalmente con l'utilizzo di macchine a filo diamantato, per essere infine trasportata a valle. In genere la bancata si frammenta a seconda del grado di fratturazione in un modo sulla carta non definibile a priori.

Supponendo inizialmente di avere una resa del 100% sul volume della bancata isolata, per la realizzazione di blocchi di dimensioni 3x2x1.5 si dovrebbero ancora effettuare 1 taglio lungo la profondità, 2 tagli laterali e 1 lungo l'altezza della bancata le cui aree sono:

$$\begin{aligned}\text{Area taglio lungo profondità con filo diamantato} &= 1 \times 6 \times 9 = 54 \text{ mq} \\ \text{Area tagli lungo l'altezza della bancata con filo diamantato} &= 2 \times 3 \times 6 = 36 \text{ mq} \\ \text{Area taglio lungo la larghezza della bancata con filo diamantato} &= 2 \times 3 \times 9 = 54 \text{ mq}\end{aligned}$$

che in totale, considerando tutte le bancate da isolare, risultano essere:

$$\begin{aligned}\text{Area totale tagli per isolare esclusivamente blocchi di dimensioni } 3 \times 2 \times 1,5 \text{ m} \\ (54+36+54) \times 62 &= 8.928 \text{ mq}\end{aligned}$$

Da esperienza sulle cave e sulla base della resa di coltivazione del giacimento utile è lecito attendersi per questa un valore compreso tra il 25 e il 30%, per cui si può ragionevolmente presumere che vengano eseguiti solo questa percentuale di area dei tagli sopra calcolati. Dall'area totale dei tagli necessari ad isolare il 100% di blocchi dalla singola bancata

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



precedentemente scritto, l'area ragionevolmente ridotta in funzione della resa risulta essere pari a:

$$\text{Area totale tagli a filo stimata su resa del 25\%} = 8.928 \times 0.25 = 2.232 \text{ mq}$$

Su questa area totale bisogna poi considerare come nella realtà la produzione reale della cava sia suddivisa in blocchi, semiblocchi o informi in percentuali varie in funzione delle discontinuità presenti che separano naturalmente la bancata. Dall'esperienza sulle cave apuane la percentuale di blocchi è usualmente del 20% rispetto al totale, quello dei semiblocchi del 30% e infine quello degli informi del 50%. La differenza tra gli stessi è dovuta alla geometria e/o volume e dalla presenza di discontinuità lungo le quali non vengono eseguiti ulteriori tagli. Realmente quindi non viene eseguita tutta l'area di taglio sopra riportata, ma si può stimare che per un'informe si eseguano solo ed esclusivamente il 20% degli ulteriori tagli di sezionamento, per il semiblocco il 40%, mentre il 100% per la realizzazione del vero blocco. Da quanto riportato si ha che l'effettiva area di tagli eseguibili in piazza per la riquadratura risulta:

$$\begin{aligned}\text{Area tagli per realizzare blocchi} &= 2.232 \times 20\% \times 100\% = 446,4 \text{ mq} \\ \text{Area tagli per realizzare semiblocchi} &= 2.232 \times 30\% \times 40\% = 267,8 \text{ mq} \\ \text{Area tagli per realizzare informi} &= 2.232 \times 50\% \times 20\% = 223,2 \text{ mq}\end{aligned}$$

Ad oggi la ditta ha 2 terne per la prima riquadratura a secco e 2 macchine a filo nel deposito pertanto delle superfici di taglio sopra indicate ragionevolmente un 60% sarà eseguito con tagliatrice a catena montata su terna ed il restante 40% con classico taglio a filo diamantato ad acqua.

In definitiva dalle valutazioni sopra riportate si può stimare che per la realizzazione dei tagli suddivisi per tipologia di macchinari utilizzato, risultano essere:

$$\begin{aligned}\text{Area tagli filo diamantato} &= 4.640 \text{ mq} \\ \text{Area tagli tagliatrice a catena} &= 1.674 \text{ mq}\end{aligned}$$

Il taglio prodotto dalla macchina ha una larghezza di circa 10 mm ed il marmo tagliato si trova granulometricamente distribuito secondo classi dimensionali che vanno da piccole scaglie fino ai fini veri e propri. Per quanto riguarda la tagliatrice a catena la larghezza di taglio è pari a 38 mm e la maggior parte del solido asportato dalla stessa è composto da piccole scaglie. Pertanto lo sfrido di taglio (art. 2 L.R. 35/15) complessivo può essere quantificato in:

$$\text{Sfrido dai tagli filo diamantato} = 46,4 \text{ mc ovvero } 102,1 \text{ t}$$

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025



sfrido dai tagli tagliatrice a catena = 63,61 mc ovvero 139,95 t

che in totale risulta:

Peso totale sfridi per 10.000 mc di scavo = 242,03 t

Lo sfrido di taglio come detto comprende una ampia varietà di frazioni che vanno dai fini alle piccole scaglie di dimensione millimetrica.

Analisi eseguite sugli sfridi dei diversi tagli indicano come i fini effettivamente costituenti lo sfrido di taglio (dimensione dei limi o inferiori, impropriamente la “marmettola”) siano circa il 70% nei tagli a mezzo filo diamantato e circa il 60% nei tagli con tagliatrice a catena da bancata e per la riquadratura blocchi che avverrà prevalentemente a secco in cava. In quest’ottica i calcoli successivi devono ritenersi come un limite superiore.

Questa è la frazione che le acque possono trascinare e che in linea di principio può essere intercettata dalle operazioni di filtrazione e decantazione/chiarificazione. Le scaglie in genere sono recuperate direttamente nei piazzali di taglio a mezzo aspiratore (tagliatrice a catena) o con pulizia del piano di taglio a mezzo bobcat o altro. La frazione fine derivante dagli sfridi di taglio pertanto può essere valutata secondo la seguente:

Fini costituenti lo sfrido dai tagli filo diamantato = 71,46 t
Fini costituenti lo sfrido dai tagli tagliatrice a catena = 83,97 t

che in totale risulta:

Peso totale fini costituenti gli sfridi di taglio per 10.000 mc di scavo = **155,43 t**

Totale stima

Considerando le volumetrie di materiale da asportare, dalle considerazioni precedentemente riportate si ha che per il periodo di validità del piano il recupero atteso sia di ca. **1.500 – 1.600 t** complessive.

Carrara, Novembre 2025

Il Tecnico
Dott. Ing. Massimo Gardenato

COMMITTENTE: Tonini Cave Fantiscritti S.r.l.

OGGETTO: Piano di gestione delle acque di lavorazione - Variante al Piano di coltivazione cava "Fantiscritti A" n° 85

DATA: Novembre 2025