

Ing. Claudia Chiappino
Miniere e Cave
Progetti
Ricerca
Energie
Sviluppo
Ambiente & Sicurezza

Corso Emilia 38 - 10152 TORINO
tel. 347 - 25 39 794
E-mail: claudiachiappino@rocketmail.com
E-mail certificata: claudia.chiappino@ingpec.eu
C.F. CHPCLD70C53L219S - P.IVA 10394030018

Regione Toscana - Provincia di Lucca

Comune di STAZZEMA

CAVA FRANCA - LOCALITA' MONTE COSTA



NOTA TECNICA 18.09.2026

Riscontro Parere AUSL allegato a Prot. N.3668 del 27.08.2026

Parco Regionale delle Alpi Apuane

LA CAVA Srl -Via Giuseppe Catani 28/c 59100 Prato (PO)

Tel. 0584 790511 - lacavasrl1@gmail.com

NOTA TECNICA in relazione al Verbale della Conferenza dei Servizi del 26.08.2026 –

Prot. N.3668 del 27.08.2026 del Parco Regionale delle Alpi Apuane

La presente nota è redatta a riscontro e supporto del *Contributo istruttorio Conferenza dei Servizi 26.08.2026 (Prot. n. 238517 del 04.08.2026) Azienda USL Toscana Nord Ovest - DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE, Area Funzionale Prevenzione Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, Unità Funzionale Prevenzione Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro - Zona Apuane -*.

Di cui si riporta, per chiarezza il testo completo ed i riscontri puntuali alle richieste (in calce ed **in rosso**).

Si puntualizza che tempestivamente, a valle del ricevimento del verbale della CDS in oggetto, in data 09.09.26, si è organizzata una riunione dedicata con l'USL per poter concordare i contenuti di questa nota.

Si è pertanto concordato, anche alla luce della fase in cui si trova il procedimento amministrativo, che le linee progettuali degli interventi saranno confermate in questa nota tecnica, mentre gli approfondimenti geotecnici e documentali verranno prodotti – con il dettaglio richiesto – in un quadro prescrittivo legato all'autorizzazione.

NOTA BENE: resta ovviamente confermato l'impegno della Ditta a produrre tutti i documenti necessari per l'avvio delle attività, nello spirito costruttivo manifestato in sede di riunione, mirato alla risoluzione di un problema di sicurezza noto, e del quale si sta proponendo la miglior soluzione.

...Lo scrivente ufficio,

esaminata la documentazione relativa al progetto di cui all'oggetto e le successive integrazioni con la geol. Daria Marchetti (Prot. n. 238517 del 04.08.2026) ritiene opportuno in questa sede sintetizzare lo stato dell'arte e le modifiche intervenute nel progetto a seguito dei contributi ASL.

In fase di Verifica adeguatezza e completezza documentazione (Prot. n. 290047 del 29.09.2023 e durante la Conferenza dei Servizi del 13.06.2024, si evidenziava come il progetto originale, relativamente alla messa in sicurezza della tettoia ovest, non fornisse elementi sufficienti a garantire la fattibilità tecnica delle operazioni di bonifica in condizioni di sicurezza, richiedendo specifiche integrazioni.

Nella nota tecnica “Riscontro al parere AUSL (Prot. N. 2785 del 26/06/2025) nell'ambito della VIA/art. 27-bis per la Variante al Piano di coltivazione” del 25.07.2025, per risolvere le criticità di sicurezza legate alla massa colonnare instabile (tecchia ovest), la Ditta proponeva la seguente sequenza di interventi:

1. Coltivazione dei gradoni residuali (Ambito A): avanzamento dei due gradoni a quota 470-477 m s.l.m. tramite il sistema di esplosivo a "presplitting".

2. Disgaggio e bonifica preventiva: disgaggio manuale dell'area di confine e del versante soprastante dalla vecchia strada di arroccamento, eseguito da tecnici specializzati "tecchiaioli" (ditta API.AN.).

3. Ispezione e rilievo geo-strutturale in parete: discesa in parete da parte di API.AN. per verificare di persona lo stato di fratturazione. A valle di questo rilievo si sceglierà una delle due soluzioni esecutive:

- Opzione A (Soluzione SIAG S.r.l.): abbattimento integrale con volata di esplosivo in Cushion Blasting con fori a tutta altezza (escludendo la gradonatura intermedia a 7 m, ritenuta più rischiosa per gli operatori).
- Opzione B (Modalità "da cava"): taglio sequenziale a filo diamantato abbinato a micro-cariche di esplosivo mirate, con eventuale consolidamento (tiranti/chiodi e reti).

Dall'analisi della documentazione da ultimo trasmessa emergono le seguenti considerazioni e prescrizioni vincolanti per l'espressione di un parere favorevole.

PUNTO 1

- Sebbene il progetto sia stato ridimensionato prevedendo 2 gradoni con alzata massima ridotta a 7 m (valore coerente con il limite regionale di 6,40 m), le cartografie di stato finale e le relative sezioni mostrano un solo gradone a quota 470 m, e devono pertanto essere adeguate.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 1:

Si allegano le nuove Tavole progettuali con adeguamento delle scelte progettuali (Tav. 1.1D, 1.2D, 1.3D)

PUNTO 2

- Nelle planimetrie di progetto appare una geometria sommaria finale in cui le isoipse non sono in continuità con i gradoni di progetto, e pertanto devono essere nuovamente prodotte.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 2:

Si allegano le nuove planimetrie progettuali con revisione della rappresentazione grafica in relazione a quanto richiesto (Tav. 1.1D, 1.2D, 1.3D).

PUNTO 3

- Per la fase di perforazione, l'uso di macchinari comandati a distanza e (es. Sandvik, Furukawa) ancorati al versante sano riduce sicuramente la presenza di lavoratori nelle zone d'ombra o a rischio crollo diretto. Nelle precedenti relazioni si era affermato che “nelle fasi iniziali a quota m 470-480 s.l.m., gli spazi per macchinari pesanti (tipo perforatrici Sandvik o Furukawa) sono limitati”. Anche solo per effettuare il posizionamento di questi macchinari, deve essere effettuata una valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori e devono essere individuate le misure e modalità operative (procedure), indicando in particolare le soluzioni adottate.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 3:

in fase operativa (post-autorizzazione, in sede di pianificazione dei lavori) sarà redatto un programma operativo di dettaglio, corredato da procedure mirate per il posizionamento, l'assicurazione e la messa in funzione dei macchinari e le relative Valutazioni dei rischi.

A tal proposito si prenderanno in considerazione le esperienze avvenute con successo in contesti difficili e con l'ausilio di tecniche innovative (vedi ad esempio “Demolizione con esplosivi di 2.000 m³ di roccia in condizioni estremamente precarie a Laces/Latsch (Südtirol) - Giacomo Nardin & David Mosna – ALLEGATO 1).

PUNTO 4:

- Gestione dei Lavori in Parete del Lato Occidentale (Fase 4a2): per il lato occidentale della massa colonnare, non potendo operare totalmente da remoto, si prevede l'uso di piattaforme assicurate alla parete rocciosa tramite chiodature e catene su cui stazioneranno gli operatori.

L'elaborato ammette che l'ammasso roccioso è "in condizioni rocciose relativamente instabili" ma comunque si prevede di realizzare ancoraggi per piattaforme pesanti su roccia già classificata come instabile.

Si ricorda anche che nelle precedenti relazioni si era evidenziato che la presenza di giunti ravvicinati (spaziatura di 80/100 cm) e l'intersezione tra le famiglie K1, K2 e K3 mostrano che la parete può generare cunei instabili complessi e sub-unità in sequenza, rendendo precarie alcune aree locali. La valutazione del rischio di cui al punto precedente deve necessariamente includere una valutazione di questi aspetti.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 4:

Esattamente come a riscontro del punto 3, in fase operativa (post-autorizzazione, in sede di pianificazione dei lavori) sarà redatto un programma operativo di dettaglio, corredato da procedure mirate per il posizionamento, l'assicurazione e la messa in funzione dei macchinari e le relative Valutazioni dei rischi.

Si precisa che il rilievo geo-strutturale di dettaglio (previsto come da programmi, in fase preliminare al progetto esecutivo di bonifica) fornirà maggiori informazioni anche per questi aspetti di sicurezza operativa.

Si ribadisce anche qui che per le migliori scelte operative saranno prese in considerazione le esperienze avvenute con successo in contesti difficili e con l'ausilio di tecniche innovative (*vedi ad esempio "Demolizione con esplosivi di 2.000 m³ di roccia in condizioni estremamente precarie a Laces/Latsch (Südtirol) - Giacomo Nardin & David Mosna – ALLEGATO 1).*

PUNTO 5:

- E' stato correttamente scartato l'abbattimento per "gradonature" successive da 7 metri. La nota evidenza che tale scelta avrebbe comportato una maggiore esposizione del personale al piede della parete instabile, preferendo invece l'opzione con unica campagna di perforazione a lunghezza dei fori massimizzata, per realizzazione di un'unica volata finalizzata alla bonifica.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 5:

Si è infatti optato per la razionalizzazione delle fasi operative e relativi rischi, assumendo il principio che la velocizzazione di questa fase – ovviamente mantenendo il rispetto di tutte le condizioni di sicurezza – di fatto intrinsecamente minimizza i rischi indotti agli operatori e gli impatti sull'ambiente circostante.

PUNTO 6:

- La Ditta propone di eliminare le fibre ottiche e di installare gli estensimetri solo a valle della bonifica per un controllo a lungo termine. Tale ultima impostazione non è condivisibile: poiché la fase di perforazione e bonifica è quella a maggior rischio di innesco frana (causa vibrazioni), gli estensimetri (biassiali/triassiali) devono essere installati prima dell'inizio dei lavori di bonifica, posizionandoli

con orientazione adeguata rispetto alle fratture critiche. A proposito di tale ultimo aspetto occorre chiarire se per estensimetri biassiali/triassiali si intendano gli estensometri in foro a due o tre basi di misura poste a diverse distanze da bocca-foro: in tale ipotesi, ricordando che tali strumenti misurano le deformazioni in senso assiale, la schematizzazione a pag. 16 della “nota tecnica 25.07.25 a firma dell’ing. Chiappino dovrà essere rivista mentre potrà essere mantenuta nel caso di opti per strumenti del tipo “trivec” che possono essere schematizzati come tenso-inclinometri.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 6:

Si conferma che:

- L’installazione della strumentazione di monitoraggio sarà realizzata PRE-bonifica (vedi cronoprogramma), al fine di tenere sotto controllo il comportamento dell’ammasso roccioso già nella fase iniziale, concordando con l’Ente sugli impatti fisico-meccanici della messa in sicurezza;
- Gli strumenti previsti sono del tipo TRIVEC – SLIDING MICROMETER – SLIDING DEFORMETER, in grado di misurare la variazione di lunghezza e di inclinazione, metro per metro, in fori attrezzati con appositi tubi; la scelta è stata fatta a seguito del buon successo ottenuto in situazioni analoghe.

PUNTO 7:

- L’opzione A (volata unica) confina l’operatore a distanza pur generando vibrazioni da gestire, mentre l’opzione B (taglio a filo diamantato e iniezioni) comporta un’esposizione prolungata e inaccettabile dei lavoratori direttamente sulla massa instabile. Si ritiene NON sicura l’opzione B né qualsiasi altra soluzione basata sulla coltivazione classica a filo diamantato per la bonifica.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 7:

Come anticipato nel riscontro del punto 5, si è infatti optato per la razionalizzazione e la velocizzazione tutte le fasi operative con i relativi rischi; nel mantenimento del rispetto di tutte le condizioni di sicurezza, si conferma che la bonifica sarà attuata come da opzione A, con le ovvie precauzioni in termini di impatti sull’ambiente circostante.

Nella sintesi progettuale definitiva in calce all’elaborato questa Fase è descritta come 4A

PUNTO 8:

- Vista la vicinanza con la cava "Sbasso Confine", è necessario formalizzare un piano di coordinamento tra le due proprietà durante l'uso di esplosivi, onde scongiurare rischi derivanti dal prolungarsi dell'inattività del versante o da interferenze operative.

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 8:

Come da premessa, sarà cura ed interesse della Ditta proponente trovare pieno accordo con la cava vicina, realizzando un totale coordinamento per le operazioni necessarie alla bonifica.

NOTA BENE: peraltro in questa sede si sottolinea come attualmente la cava "Sbasso Confine" sia in attività per le sole operazioni di movimentazione ed asportazione del ravaneto (carico e trasporto), dunque con impiego di pochi mezzi, circolanti su percorsi ben definiti e limitati; in tali condizioni, il coordinamento puntuale (realizzato con la continua comunicazione tra le due aziende) risulta di facile attuazione.

In ogni caso, sarà redatto un DSSC, se necessario, tra le due aziende per analisi e gestione di tutte le interferenze prevedibili, mettendo in atto le misure necessarie in ogni fase di lavoro.

PUNTO 9:

- Vista l'elevata complessità strutturale e cinematica dell'area, si richiede la redazione di un'analisi di stabilità numerica tridimensionale dell'area. La Ditta dovrà esplicitare e motivare tecnicamente la scelta del codice numerico adoperato (es. differenze finite vs elementi finiti), tenendo conto che l'ammasso roccioso in esame si trova al limite della trattabilità come "continuo equivalente" dal punto di vista geomeccanico (data la forte incidenza e la spaziatura delle famiglie di discontinuità).

RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 9:

I tempi tecnici necessari per l'analisi numerica 3D dell'area (alcuni mesi) non sono compatibili con l'esigenza di riscontro della presente nota entro la scadenza dettata dall'Ente Parco (10 giorni).

La richiesta può essere oggetto di prescrizione.

Tuttavia, si conferma la piena volontà di avviare la verifica richiesta dall'USL in tempi rapidi, anticipando in questa sede che, insieme al team di progettazione, si è optato per il codice FEM (= elementi finiti), senza dubbio più idoneo alla modellizzazione della complessa situazione geomeccanica dell'ammasso roccioso in esame.

Inoltre, considerata l'eccessiva frammentazione di documenti tecnici prodotti nel tempo dal Proponente nonché tutti gli aggiornamenti, si richiede la redazione di un documento finale di sintesi unico. Tale elaborato dovrà contenere un cronoprogramma dettagliato che espliciti la sequenza temporale e operativa di tutte le fasi – dai rilievi preliminari fino alla coltivazione finale – comprendendo, fra gli altri, quelli previsti nei diversi elaborati tecnici:

RISCONTRO alla richiesta di cui sopra (razionalizzazione della documentazione tecnico/progettuale):

Come già avvenuto in precedenza (in riferimento alle note tecniche prodotte rispettivamente nelle date 25.07.25 e 17.09.25), si puntualizza che la scrivente si è posta come obiettivo il razionalizzare ed aggiornare le risultanze e gli approfondimenti tecnici sviluppati in prima battuta dal progettista, Dott. Sergio Mancini, di concerto con l'Impresa SIAG Srl/Dott. Danilo Coppe e con la Ditta APIAN – specializzati in lavori in parete -.

Si è altresì prodotto in corsa il necessario aggiornamento della proposta progettuale, con revisione del sistema di monitoraggi ed indicazione di un programma di lavori, in linea con le ultime richieste dell'USL.

Anche qui, ci si è impegnati per un riscontro il più possibile puntuale, compatibile con la fase del procedimento e in ogni caso sufficiente ai fini del rilascio dell'autorizzazione.

NOTA BENE: Per necessità di razionalizzazione, si sono riportate di seguito le singole richieste dell'USL con un riferimento (in lettere: A-F), fornendo riscontro puntuale laddove possibile, e/o motivando quanto fattibile attualmente e quanto in prospettiva, alla luce dei tempi tecnici di cui sopra.

Inoltre, in calce alla presente nota (CONCLUSIONI), si è ritenuto utile riportare una **BREVE SINTESI DEFINITIVA DEL QUADRO PROGETTUALE**, per chiarezza di lettura.

RICHIESTA A:

- Interventi preventivi di chiodatura - consolidamenti strutturali a monte e alla base dell'alzata del gradone per contrastare specificamente i cinematismi di distacco tra la famiglia K3 e le tension cracks.

RISCONTRO:

Fra i lavori di preparazione di cui alla Fase 1 (fase preliminare) così come nelle successive fasi di disaggio ed ispezione (rispettivamente Fasi 2 e 3), saranno realizzati i necessari interventi di consolidamento laddove necessario.

Al momento non è ovviamente possibile indicare uno schema di intervento, che sarà oggetto di un apposito piano operativo.

RICHIESTA B:

- Rilievo dettagliato tramite droni per l'individuazione e la bonifica prioritaria dei cunei e blocchi a maggior rischio di instabilità.

RISCONTRO:

La prevista Fase 3 (ispezione e rilievo geo-strutturale) sarà integrata dall'utilizzo del drone, che consentirà anche il monitoraggio nelle fasi *post-operam* (Fase 5).

Si precisa che l'impiego dell'attrezzatura specifica, per rilievo e realizzazione di foto e filmati ad adeguata distanza, potrà evitare l'intervento degli operatori in aree a rischio eccessivo; questa condizione sarà verificata all'avvio delle operazioni sul campo.

RICHIESTA C:

- Opere di protezione passiva (Ambito C): Realizzazione di un'ampia area di ripristino dotata di valli paramassi e berme di protezione, adeguatamente dimensionate tramite simulazioni di traiettoria con codice di calcolo ROCFALL, posta a separazione tra la parete alta e i sottostanti gradoni di coltivazione.

RISCONTRO:

In seno al progetto è stata predisposta una simulazione sulla caduta blocchi con relativa progettazione delle opere di difesa previste; si allegano gli elaborati a firma Dott. Sergio Mancini - maggio 2023):

- Allegato 1 B Relazione di Stabilità
- Allegato 1 D Analisi ROCFALL
- Tavole progettuali opere di difesa: Planimetria, Sez 1, Sez 2)

RICHIESTA D:

- Monitoraggio strutturale preventivo: Installazione del sistema di estensimetri (biassiali o triassiali) posizionati in modo adeguato rispetto alle fratture critiche prima dell'avvio delle attività di bonifica (e non a posteriori). A proposito di tale aspetto occorre chiarire se per estensimetri biassiali/triassiali si intendano gli estensometri in foro a due o tre basi di misura poste a diverse distanze da bocca-foro: in tale ipotesi, ricordando che tali strumenti misurano le deformazioni in

senso assiale, la schematizzazione a pag. 16 della “nota tecnica 25.07.25 a firma dell’ing. Chiappino dovrà essere rivista, mentre potrà essere mantenuta nel caso di opti per strumenti del tipo “trivec” che possono essere schematizzati come tenso-inclinometri.

RISCONTRO:

Si conferma che – sulla scorta dei successivi aggiornamenti progettuali nonché del costruttivo confronto con la stessa USL – sono state apportate le opportune migliorie al piano di monitoraggio inizialmente previsto; in luogo delle celle CSIRO si è optato per i tenso-inclinometri TRIVEC; pertanto, lo schema di cui sopra (qui riportato come Fig. 8 - Fig. 9) è stato confermato ed aggiornato con la definizione dei monitoraggi scelti.

RICHIESTA E:

- Definizione di un protocollo rigoroso di monitoraggio delle vibrazioni e delle sovrappressioni d'aria durante l'esecuzione delle prime volate di prova.

RISCONTRO:

Per le volate previste, come progettato nella relazione specialistica SIAG, si intende procedere con quantitativi di esplosivi accuratamente calcolati in base alla situazione particolare del versante; in ogni caso, sin dalla prima volata si procederà con la misura delle vibrazioni indotte, mediante l'ubicazione di uno o più sismografi posizionati in prossimità delle strutture ritenute “sensibili” in zona.

Questa operazione potrà essere realizzata di concerto con gli Enti competenti, e permetterà l'analisi e l'eventuale ri- taratura delle cariche.

RICHIESTA F:

- Piano di coordinamento con la cava adiacente "Sbasso Confine" (ex art. 674 DPR 128/1959) per la gestione della sicurezza durante l'uso di esplosivi.

(rif. RISCONTRO ALLE INTEGRAZIONI AUSL - PUNTO 8):

Come da premessa, sarà cura ed interesse della Ditta proponente trovare pieno accordo con la cava vicina, realizzando un totale coordinamento per le operazioni necessarie alla bonifica.

NOTA BENE: peraltro in questa sede si sottolinea come attualmente la cava “Sbasso Confine” sia in attività per le sole operazioni di movimentazione ed asportazione del ravaneto (carico e trasporto), dunque con impiego di pochi mezzi, impiegati in percorsi ben definiti e limitati; in tali condizioni, il coordinamento puntuale (realizzato con la continua comunicazione tra le due aziende) è di facile attuazione.

In ogni caso, sarà redatto, se necessario, un DSSC tra le due aziende per analisi e gestione di tutte le interferenze prevedibili, mettendo in atto le misure necessarie in ogni fase di lavoro.

CONCLUSIONI

BREVE SINTESI DEFINITIVA DEL QUADRO PROGETTUALE.

A valle di tutte le verifiche progettuali ed i costruttivi confronti con l'ASL, si propone qui la sintesi degli interventi proposti, seguita da un cronoprogramma di massima delle Fasi 1-5:

1 – preparazione e coltivazione dei gradoni residuali di cava in Ambito A

2 - disgaggio/bonifica delle zone terminali dei gradoni al confine con la massa colonnare instabile (parete sud-ovest)

3 – ispezione e verifica in parete della massa colonnare nel suo complesso, da parte del personale specializzato APIAN, al fine di determinare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso. Contestualmente, verrà svolto un accurato rilievo geo-strutturale della parete

4 (opzione A) - a valle di tutte le osservazioni svolte, si procederà con la messa in sicurezza della parete, in modalità “brillamento” integrale (soluzione SIAG Srl)

5 – monitoraggi previsti (droni e strumentazione geotecnica)

CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DELLE FASI

FASE	AZIONE PREVISTA	TEMPISTICHE DI ESECUZIONE	NOTE
1	Preparazione Coltivazione dei gradoni Ambito A	4 mesi	L'installazione dei primi monitoraggi (drone + TRIVEC) è preliminare alle operazioni produttive, e considerata fase di preparazione. Allo stesso modo, eventuali interventi di consolidamento sui fronti e alla base dei gradoni saranno svolti laddove necessari
2	Disgaggio e bonifica zone terminali	2 mesi	Idem come sopra, anche qui sono previste chiodature e consolidamenti
3	Ispezioni in parete Rilievo geo-strutturale	2 mesi	Sulla base delle risultanze delle ispezioni, saranno implementate eventuali opere di consolidamento (chiodi, reti, centinature, etc.)

4A	Bonifica delle masse instabili	3 mesi	Unica volata con esplosivo; Dettagli esecutivi da definirsi a valle della Fase 3
5	Monitoraggio con droni e rete TRIVEC	Per tutta la durata della cava	I primi strumenti saranno installati (vedi Fase 1) preliminarmente alle operazioni, mentre il sistema di monitoraggio complessivo funzionerà in via continuativa (anche post-operam, in modalità da concordarsi con gli Enti)

Complessivamente, la fase preparatoria di bonifica per rendere sicura la futura coltivazione della cava – nonché, è importante sottolinearlo - il territorio circostante è stimata in circa 1 anno a partire dal conseguimento dell'autorizzazione.

Ovviamente questa previsione deve tenere in conto i “tempi morti” indipendenti dalla volontà della Ditta legati a ritardi nel conseguimento delle autorizzazioni e delle licenze per l'utilizzo dell'esplosivo, o delle consegne degli strumenti di monitoraggio, nonché degli impegni di lavoro delle squadre specializzate, più varie ed eventuali, etc.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle diverse le fasi progettuali ed operative, ad integrazione del lavoro svolto con i tecnici progettisti.

1 – Preparazione e coltivazione dei gradoni residuali in ambito A

Durante la coltivazione dei n°2 gradoni di progetto a quota 470-477 m slm confinanti con la parete aggettante (due livelli dimensionati con pedata 10,00 m ed alzata 6,40 m, ai sensi del DGR 575/2017), sarà necessario prevedere e predisporre tutte le verifiche e le operazioni necessarie per la messa in sicurezza della massa colonnare instabile identificata nella documentazione progettuale.

I suddetti gradoni produttivi saranno coltivati con il sistema di brillamento “presplitting” (vedi *Relazione specialistica in merito all'abbattimento mediante uso di esplosivo, gennaio 2024*, SIAG Srl).

Nelle successive Figg. 1 e 2 sono rappresentate schematicamente le aree impegnate dalle operazioni e le fasi operative previste, con posizione approssimativa dei macchinari impiegati, che saranno assicurati in parete con le modalità descritte successivamente.

Prima dell'inizio delle operazioni, si provvederà all'installazione di – vedi paragrafo 4 dedicato mirato al monitoraggio post-messa in sicurezza, sul lungo termine.

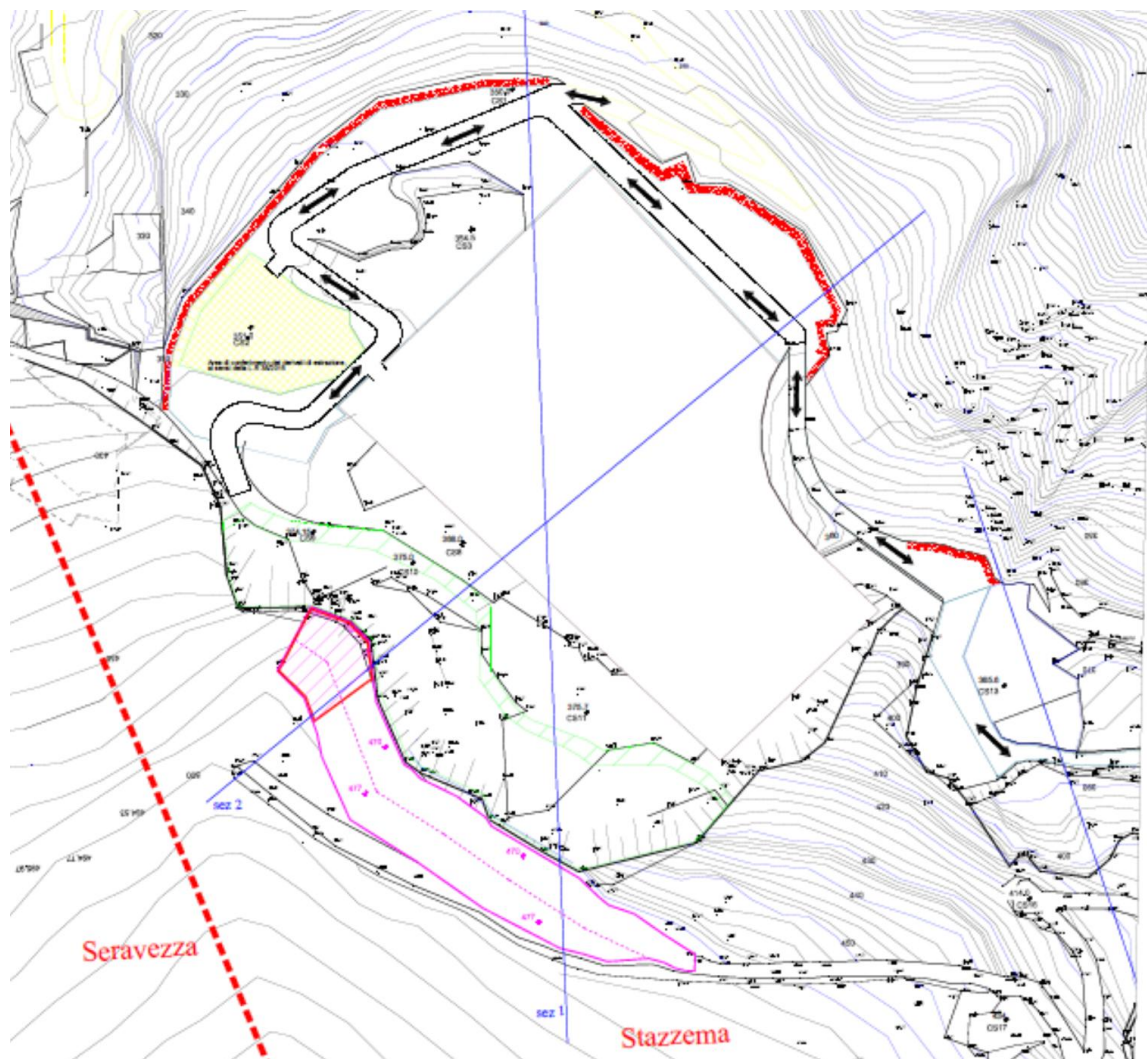


Fig. 1 - Area di cava con localizzazione dell'area di intervento, zona Sud-Ovest (in rosa)

2 – Disgaggio e bonifica dell'area terminale dei gradoni

Dopo la prima fase di coltivazione, prima di procedere con ogni ulteriore verifica e considerazione mirata alla risoluzione delle criticità in parete, dovrà essere effettuato un preventivo disgaggio manuale del versante soprastante, per creare le condizioni di sicurezza propedeutiche al prosieguo delle operazioni.

Questo sarà impostato utilizzando l'area disponibile compresa tra la massa colonnare instabile e la vecchia strada di arroccamento (la cui parte terminale si trova nel territorio del Parco delle Apuane); l'operazione sarà svolta da operatori specializzati "tecchiaioli" APIAN.

Dopo il disgaggio, come anticipato, si prevede una fase intermedia di verifica in parete che potrà meglio dettagliare i successivi scenari operativi.

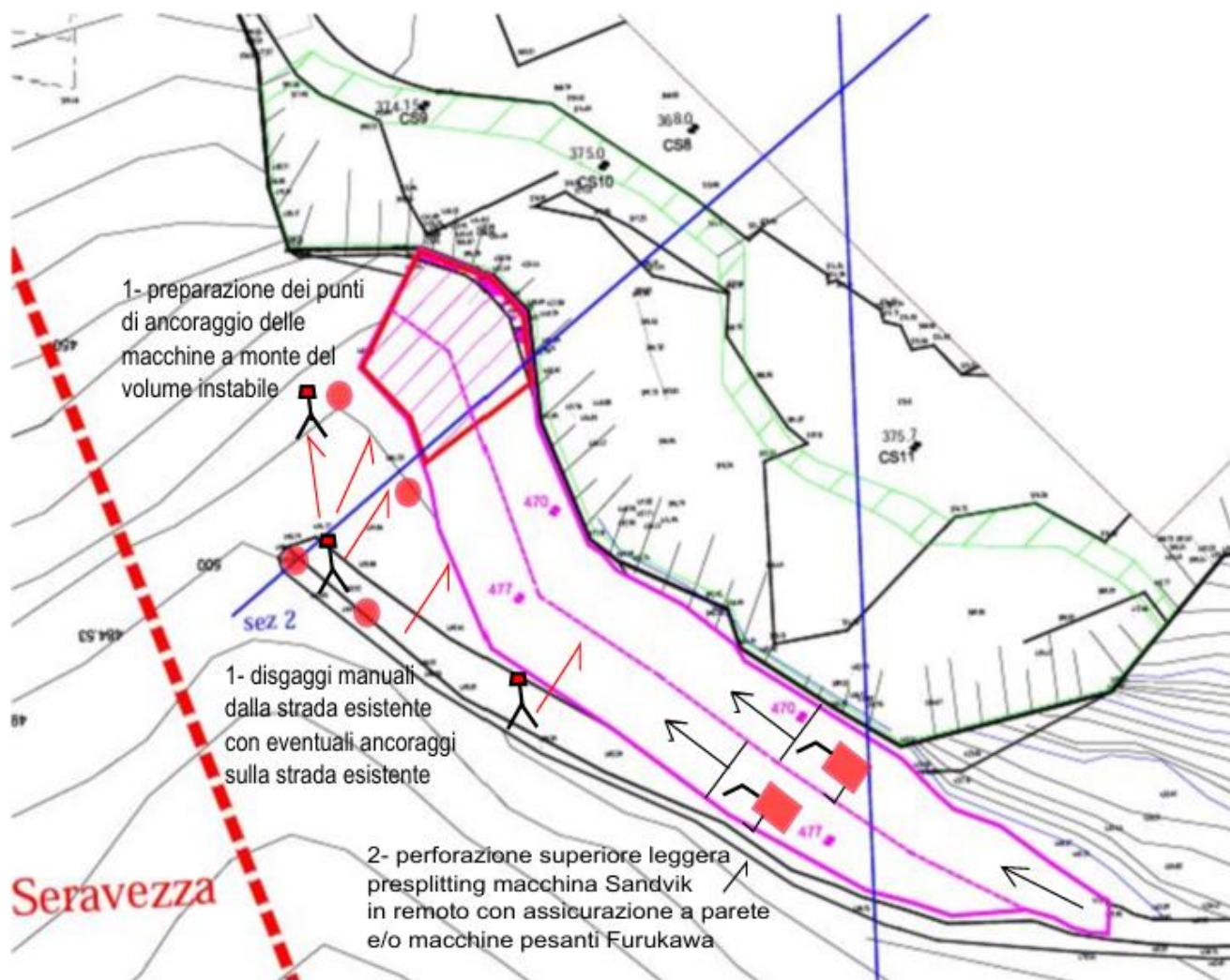


Fig. 2 - Schema operativo della fase preparatoria sulla massa colonnare

Per le maestranze addette alle fasi preparatorie 1 e 2 (coltivazione e disaggi preventivi, con le previste perforazioni) si prescrive l'installazione di apposita linea vita realizzata con fune in acciaio, curando con particolare attenzione la fase di assicurazione a monte.

Ad esempio, può essere effettuata l'assicurazione con sistema di imbragatura "a cravatta" (vedi Fig. 4) per la realizzazione di ancoraggi sulla strada e quindi sullo stesso piazzale creato dal gradone superiore.

Ovviamente in fase operativa tutti questi aspetti verranno trattati nel dettaglio, in sede di redazione delle relative Procedure previste, e con la relazione dei DSS e DSSC di competenza.

Anche qui vale la pena fare un riferimento alla possibilità di realizzazione di interventi con tecniche all'avanguardia, come riportate già in precedenza (**vedi ad esempio "Demolizione con esplosivi di 2.000 m³ di roccia in condizioni estremamente precarie a Laces/Latsch (Südtirol) - Giacomo Nardin & David Mosna - ALLEGATO 1**), soluzioni che saranno prese in considerazione in fase esecutiva.

3 - Indagine della parete sud-ovest con particolare riferimento alle masse colonnari instabili

Nei mesi di giugno-luglio 2025 sono stati svolti ulteriori sopralluoghi in situ da parte del titolare della cava, del progettista e del titolare della API.AN., nonché con operatori di cava esperti e già coinvolti in similari operazioni di bonifica, nell'ottica di meglio dettagliare il piano di lavoro in linea con quanto richiesto anche dall'AUSL.

Proprio in quest'ottica, vista l'entità del lavoro di messa in sicurezza previsto, si è prevista una campagna di discesa in parete da parte della API.AN., da svolgersi appena concluse le operatività di Fase 1 e 2, a valle della coltivazione dei gradoni; questa sarà associata ad un rilievo geo-strutturale di dettaglio e ad ulteriori rilievi con Drone, laddove sarà considerato eccessivamente rischioso l'accesso degli operatori.

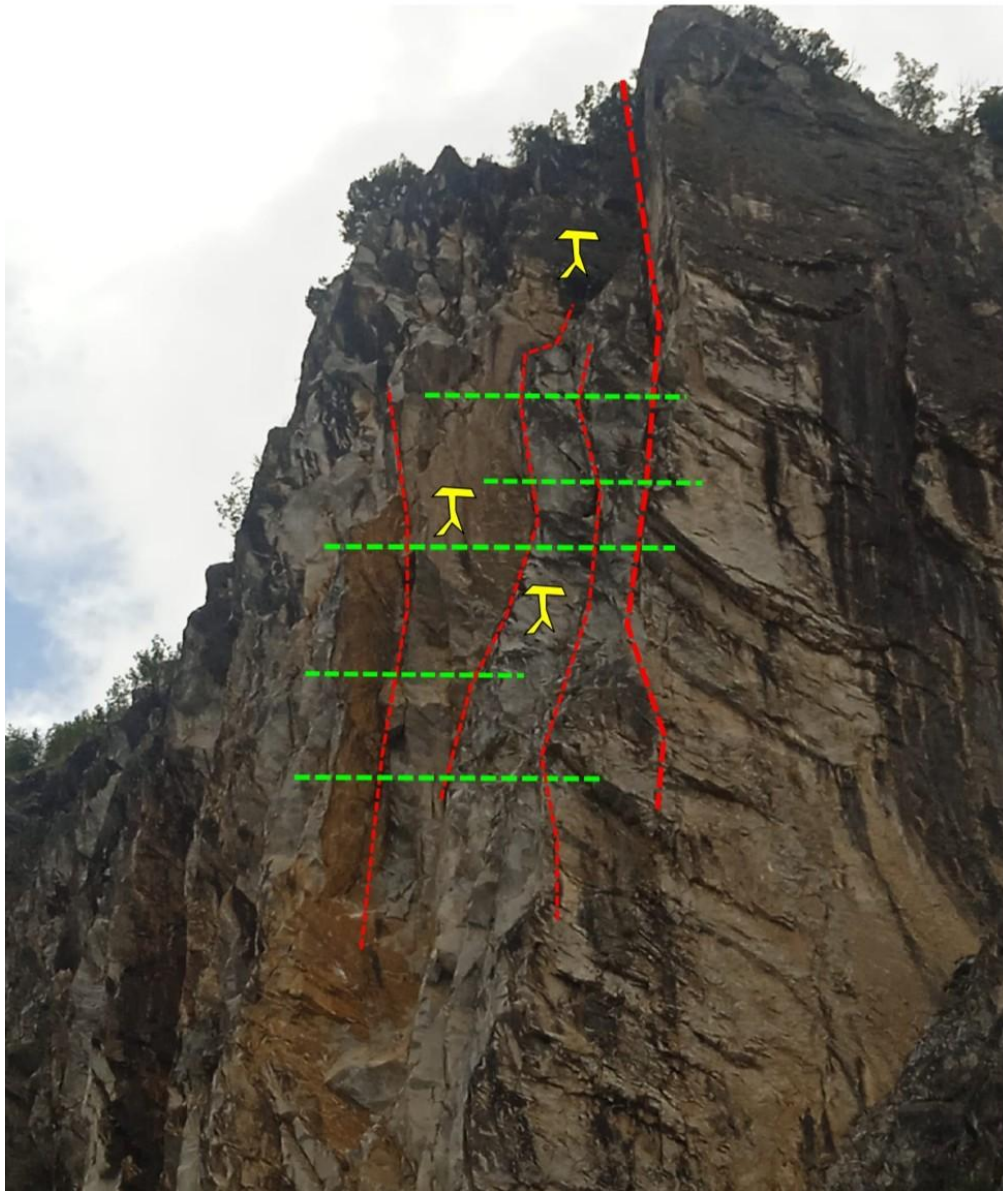


Fig. 3 – schema indicativo delle discese in parete per verifiche in sicurezza

Si è ritenuto infatti che - in relazione ad un primo quadro dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso già individuato in seno al progetto, che ha generato il conseguente piano di abbattimento SIAG (vedi successivo punto 4A) – si renda comunque necessario un esame più accurato delle masse instabili generate dall'incrocio delle fratture principali, che determinano un apparente sviluppo di grossi cunei con possibilità di scivolamento al piede; questa situazione potrebbe permettere di effettuare diverse valutazioni di abbattimento e contenimento dei volumi in gioco, con revisione della successiva Fase 4A.

Il quadro complessivo delle volumetrie instabili sarà quindi definito con maggior dettaglio grazie al rilievo geo-strutturale effettuato in parete, e potrà individuare in via definitiva la progettualità mirata alla soluzione della problematica di sicurezza primaria per la riapertura della cava.

4 (Opzione A) - SOLUZIONE SIAG Srl – abbattimento con brillamento

- allestimento del cantiere e preparazione della perforazione

Come anticipato, una volta effettuato l'avanzamento dei 2 gradoni in coltivazione (ricordiamo, con sistema di “presplitting”, Fase 1) e conclusa la fase di disgaggio a monte (fase 2), si avvierà la fase di perforazione in prossimità del bordo finale dei gradoni e su versante vergine (sottostante alla vecchia strada in area contigua del Parco delle Alpi Apuane).

Il personale specializzato API.AN. effettuerà l'allestimento dei punti di ancoraggio per le maestranze ed i macchinati impegnati nella perforazione in zona caratterizzata da roccia sana, localizzata al di sopra della massa colonnare instabile.

La tipologia dei punti di attacco sarà scelta a valle della verifica preliminare delle caratteristiche di tenuta della roccia da parte dei tecchialioli; questa dovrà essere atta all'infissione di barre di tenuta con anelli e altri sostegni, con FS (Fattore di Sicurezza) ampiamente congruo con il peso delle macchine indicate (Sandvik HLX 5, Furukawa ED1100), tenendo conto dell'accelerazione causata dall'eventuale caduta del macchinario.

Per le maestranze addette a questa fase preparatoria (disgaggi e lavori di perforazione), proprio come per le fasi precedenti 1 e 2, si prescrive l'installazione di apposita linea vita realizzata con fune in acciaio. Può essere effettuata l'assicurazione con sistema di imbragatura “a cravatta”, per la realizzazione di ancoraggi sulla strada e quindi sullo stesso piazzale di gradone superiore, per successive perforazioni.

NOTA BENE: per una completa valutazione, sarà presa in considerazione la realizzazione degli interventi con tecniche all'avanguardia, come anticipato (**vedi ad esempio “Demolizione con esplosivi di 2.000 m³ di roccia in condizioni estremamente precarie a Laces/Latsch (Südtirol) - Giacomo Nardin & David Mosna – ALLEGATO 1**”), da valutarsi in dettaglio con gli operatori della Ditta specializzata.

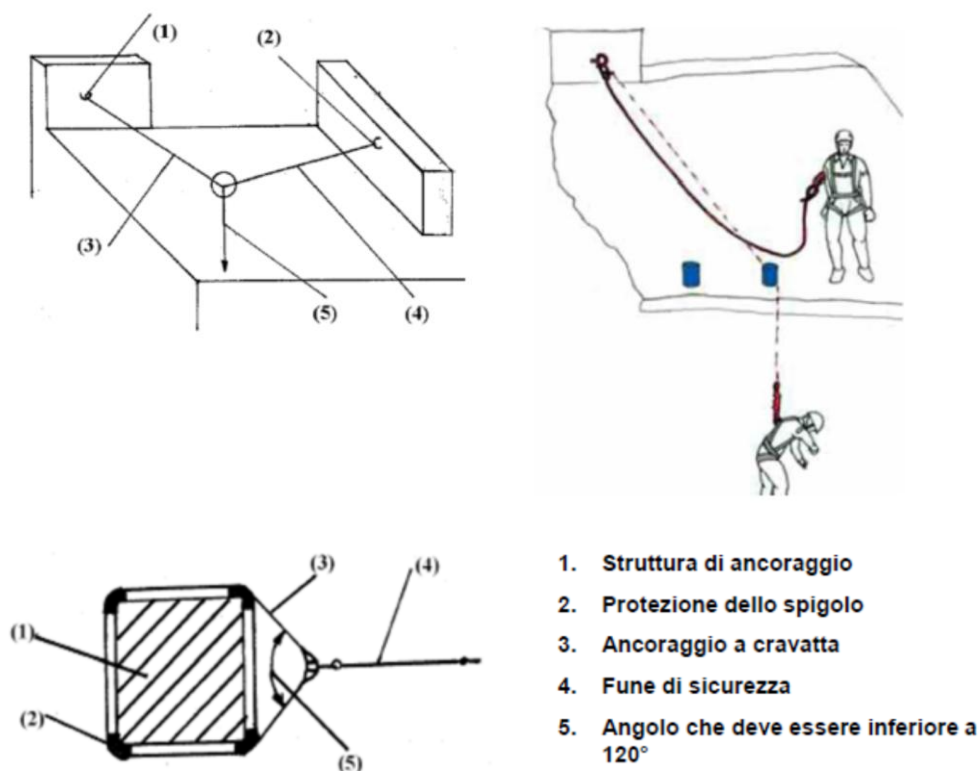


Fig. 4 - Prescrizione di ancoraggio per il personale (fasi di disaggio e preparazione dei fori)

- Posizionamento delle macchine ed operazioni di perforazione

Il macchinario di perforazione tipo “Marini” sarà posizionato nell’area del piazzale dei gradoni (Vedi Elaborati **aggiornati 1.1D, 1.2D, 1.3D** del progetto di coltivazione e successive integrazioni SIAG Srl).

La collocazione ideale dei macchinari per garantire la perforazione in sicurezza dei fori progressivamente previsti può essere schematicamente riassunta nella Fig. 5 seguente (in riferimento allo *schema di perforazione fig. 1 Allegato 1E SIAG Srl*), considerando che le campagne di perforazione saranno necessariamente suddivise in 2 ambiti, rispettivamente lato occidentale e lato orientale, in virtù della differente logistica e della conseguente difficoltà di posizionamento dei macchinari:



Fig. 5 – Planimetria dei fori previsti per l'abbattimento della massa colonnare

4a 1 - Perforazione sul lato orientale

Per la zona raggiungibile con maggior facilità, come anche per i gradoni in coltivazione, del resto, si sceglieranno macchinari perforanti tipo Marini o tipo Furukawa ED1100; i fori saranno realizzati fino a profondità di 7,00 m.

Il macchinario in questo caso sarà assicurato sul gradone impostato superiormente, o comunque su porzione di massa rocciosa sana identificata in corso d'opera, e lavorerà in funzionalità "da remoto" (dunque in modalità telecomandata, senza uomini a bordo) per eseguire i fori previsti dal dimensionamento delle cariche per "Cushion Blasting" con la spaziatura studiata.

4a 2- Perforazioni su lato occidentale

Ove la distanza non consenta l'esecuzione dei fori di perforazione profonda tramite il Macchinario tipo Marini o Furukawa ED1100, in remoto e assicurato al gradone, sarà necessario cambiare impostazione di cantiere.

Sul lato occidentale della massa colonnare saranno pertanto eseguite perforazioni tramite macchinario con braccio snodabile, su telaio assicurato al versante tramite catene; il personale addetto al controllo sarà assicurato in parete, su piattaforma e con assistenza degli addetti già posti in sicurezza nel corso della fase preparatoria, con possibilità di assicurazione anche da strada o dal versante superiore.

La posizione della piattaforma nella porzione occidentale inferiore dovrà garantire ottimale assicurazione al versante, per mezzo di con chiodature di opportuna stabilità e sovradimensionate dato ammasso in condizioni rocciose relativamente instabili.

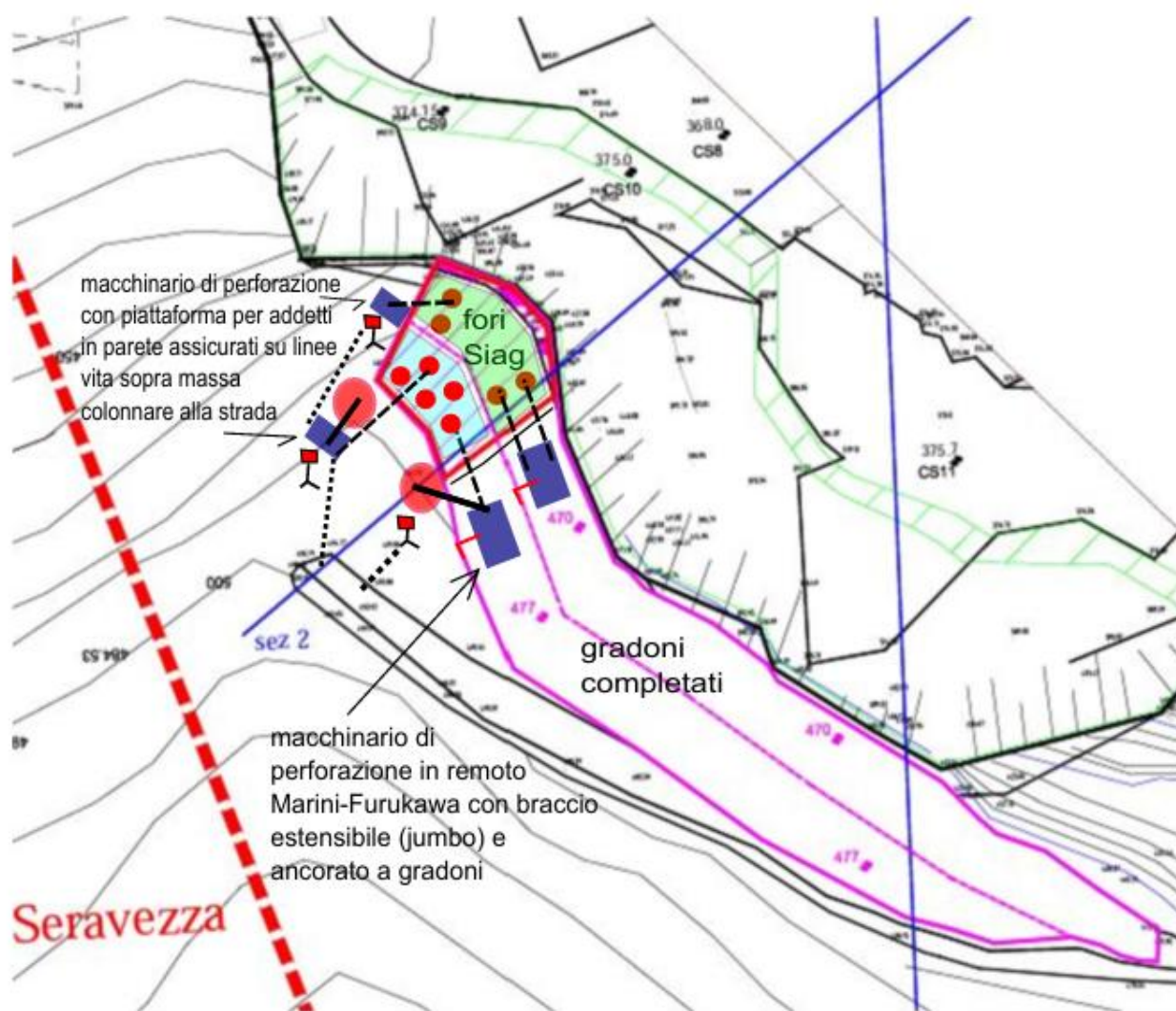


Fig. 6 - Schema operativo della Fase 3a e 3b - perforazioni

Per una migliore comprensione delle fasi esecutive, si riportano gli schemi delle perforazioni possibili ed ipotizzati, estratti dalla *Relazione specialistica in merito all'abbattimento mediante uso di esplosivo, gennaio 2024*, e successivi *Elaborati Integrativi - Allegato 1E con Sezioni di Perforazione - SIAG Srl*.

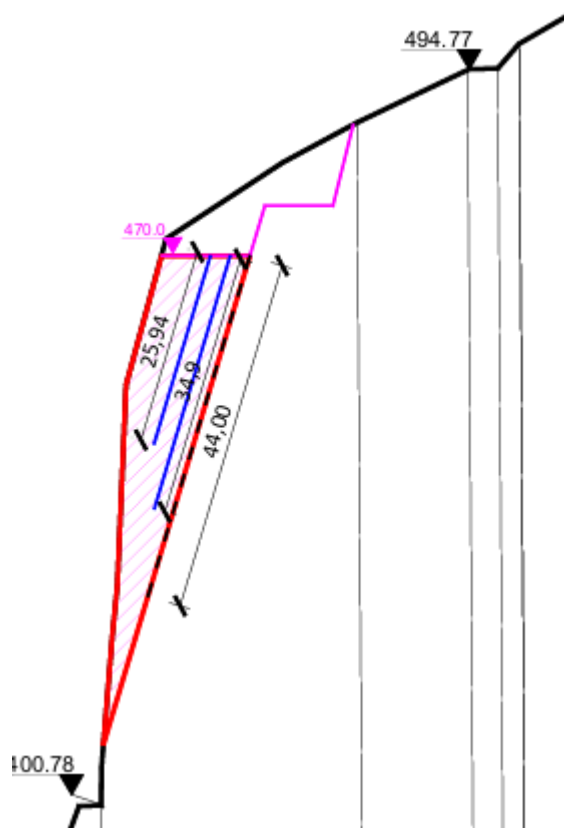


Fig. 7 - Schema SIAG Srl – sezione 2 – Ipotesi fori Hmax foro unico

NOTA BENE: come già anticipato, a valle degli ultimi confronti con l'USL (e della richiesta di integrazioni a monte), per l'abbattimento si è scelta in via definitiva l'opzione 4A che prevede un'unica campagna di perforazione a lunghezza dei fori massimizzata, in modo da prevedere un'unica volata finalizzata alla bonifica.

5 - MONITORAGGI PREVISTI NEL CORSO DELLE OPERAZIONI

Il sistema di monitoraggio previsto in prima battuta (vedi versioni precedenti del progetto), dopo opportuni aggiornamenti progettuali anche a valle dei recenti confronti con l'USL, viene razionalizzato ed aggiornato come segue:

5 a – Tenso-inclinometri TRIVEC

Si prevede l'installazione di un primo strumento TRIVEC già preliminarmente alla coltivazione dei gradoni di ambito A, all'interno di perforazioni a profondità iniziali (dal versante) di 6,40 m (altezza del gradone), ed in aggiunta ulteriori 9 metri.

Questo tipo di strumenti, del tipo – SLIDING MICROMETER – SLIDING DEFORMETER sono in grado di misurare la variazione di lunghezza e di inclinazione, metro per metro, in fori attrezzati

con appositi tubi; la scelta è stata fatta a seguito del buon successo ottenuto in situazioni analoghe, dunque la scelta iniziale delle celle CSIRO è superata.

Dopo la realizzazione della prima gradonatura di almeno 25 metri (fase in “presplitting” associato al preventivo consolidamento del “sotto gradone” con chiodi Swellex, malte cementizie, etc.), si osserverà il comportamento dell'ammasso roccioso retrostante.

I dati che si intendono ottenere sono quindi quelli relativi ad eventuali spostamenti sistematici del versante a valle di un primo “alleggerimento dello stesso”.

Nelle ipotesi del progettista, il numero di celle TRIVEC previste è almeno 3 (una ogni 25-30 metri); si ritiene infatti indispensabile monitorare la parete con questa particolare conformazione (aggettante di 10-15°), al fine di non pregiudicare le successive operazioni e dunque il futuro della cava.

5b – Droni

La funzione del Drone in questa sede sarà quella di verificare, al fine di limitare gli interventi dei tecchiaioli in parete su aree a rischio, la condizione qualitativa delle fratture e del loro stato, tenendo conto tuttavia che nei punti più critici le criticità saranno tempestivamente rilevate e segnalate dai tenso-inclinometri TRIVEC.

Si sottolinea che i monitoraggi previsti, nelle 2 tipologie illustrate, avranno funzione di costante presidio nel contesto delle attività complessivamente previste per le maestranze, sia nelle operazioni preliminari che nel corso della vita della cava.

NOTA BENE: si precisa che – sulla scorta dei successivi aggiornamenti e del costruttivo confronto con la stessa AUSL – sono state apportate le seguenti modifiche al piano di monitoraggi inizialmente previsto:

- Si eliminerà l'installazione delle fibre ottiche, in quanto l'esperienza sul campo negli ultimi anni ha rivelato in realtà la loro scarsa efficacia, con frequenti interruzioni nella loro funzionalità ed eccessiva richiesta di presidio e manutenzione
- Si prediligerà, in luogo delle celle CSIRO, l'installazione di un più funzionale sistema di tenso-inclinometri TRIVEC per il monitoraggio degli spostamenti dell'ammasso roccioso (*Fig. 8*) installati perpendicolarmente alle fratture più significative dal punto di vista degli spostamenti “critici”.

Le stazioni di misura saranno pertanto montate nei punti prescelti, sulla base del rilievo geo-strutturale e comunque sia PRELIMINARMENTE ai lavori di coltivazione ed alla bonifica della colonna fratturata, per osservare e garantire le condizioni di sicurezza dell'ammasso roccioso sul lungo termine, durante l'intero esercizio dell'attività estrattiva.

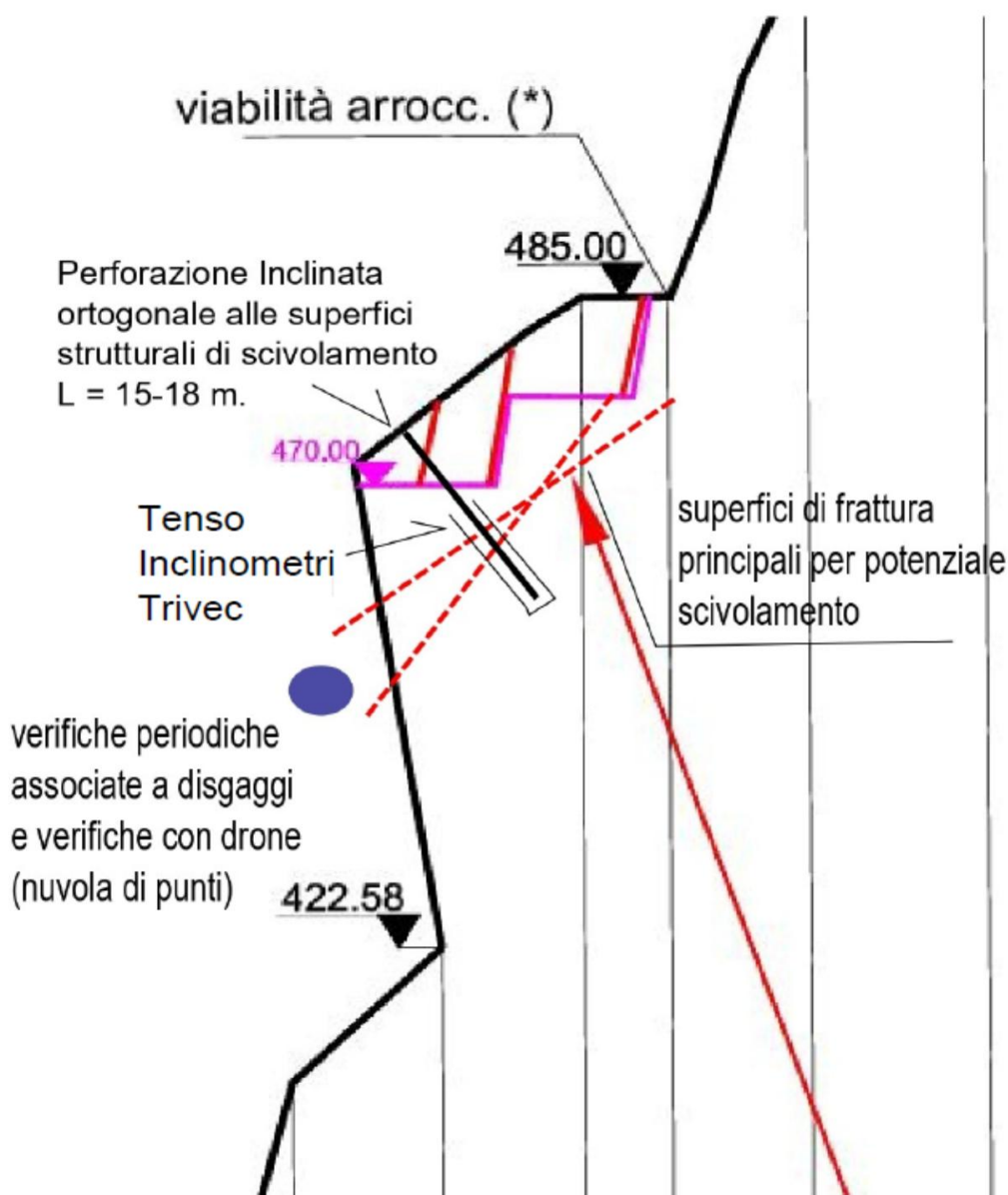


Fig. 8 – Schema di massima dei monitoraggi previsti

La fig. 8 vuole rappresentare schematicamente la proposta progettuale, ovvero l'installazione dei sistemi di monitoraggio sopra descritti, preventivamente all'inizio delle operazioni.

La rete realizzata con i tenso-inclinometri TRIVEC, associata a sistemi di allertamento in caso di spostamenti critici dell'ammasso sommitale o di eventi sismici, costituirà una vera e propria "sorveglianza" sulle maestranze durante le operazioni di coltivazione e contestuale ripristino degli ambienti alla base della parete, consentendo l'effettuazione del corretto Piano di Evacuazione in seguito ad eventuali segni di Allerta.

Inoltre, la rete così realizzata sarà mantenuta nel corso dell'intera vita della cava, garantendo un ulteriore presidio nel corso della coltivazione e del successivo reimpiego del sito, nelle modalità che potranno essere previste, in accordo con gli Enti competenti.

In ogni caso, si prevede che vengano svolte le periodiche e puntuali verifiche delle condizioni della “tecchia”, in conformità all’art. 10 D. Lgs. 624/1996.

Torino, 18.09.26

Il Tecnico

Ing. Claudia Chiappino

A handwritten signature in blue ink is written over a circular professional stamp. The stamp contains the text: "INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO", "Dott. Ing. CLAUDIA CHIAPPINO", and "n° 7772 Y".