Regione LIGURIA
Comune di VADO LIGURE (SV)

GIUGGIA COSTRUZIONI s.r.l.

CAVA TREVO

Progetto di coltivazione e recupero ambientale

INTEGRAZIONI AL PROGETTO E ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

a cura di: *Carlo AMBROGIO geologo*
Pierpaolo BASIGLIO agronomo
Vincenzo PIOVANO geologo
Riccardo SCALETTA forestale

Relazione C3480-S06

Cuneo, dicembre 2013

GEOMIN srl

INDICE DEL TESTO

0. PREMESSA 1
1. QUESITI POSTI DAL SETTORE V.I.A. DELLA REGIONE LIGURIA 2
1.1 Copia della documentazione richiesta dal Settore Urbanistica e Tutela del Paesaggio 2
1.2 Integrazioni della Relazione d'Incidenza 2
1.3 Piano di monitoraggio 5
1.4 Approvvigionamento idrico 7
1.5 Approfondimenti sul controllo delle polveri 7
1.6 Integrazione della verifica di impatto acustico 8
1.7 Descrizione, dimensionamento e verifica delle opere idrauliche 9
2. QUESITI POSTI DAL SETTORE ATTIVITA' ESTRATTIVE DELLA REGIONE LIGURIA 10
2.1 Approfondimenti sulle modalità di trattamento dei limi di risulta e sull'uso di flocculanti 10
2.2 Cumuli provvisori di stoccaggio 12
3. QUESITI POSTI DAL SETTORE ASSETTO DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LIGURIA 13
3.1 Integrazione della carta geologica 13
3.2 Integrazione delle verifiche di stabilità 15
3.2.1 Caratterizzazione geomeccanica 15
3.2.2 Verifiche di stabilità dei fronti in roccia 22
3.2.3 Verifiche di stabilità del cumulo di sterili 32
3.3 Approfondimenti su reticolo idrografico e regimazione delle acque 37
3.4 Scenari alternativi di recupero ambientale 37
4. QUESITI POSTI DAL SETTORE URBANISTICA E TUTELA DEL PAESAGGIO DELLA REGIONE LIGURIA 39
4.1 Chiarimenti in merito alla variante proposta 39
4.2 Confronto tra progetto autorizzato e nuovo progetto 40
4.3 Confronto tra limiti del progetto autorizzato, del nuovo progetto e del PTCP 41
4.4 Chiarimenti in merito alle fasi di intervento 41
4.5 Approfondimento sulla zonizzazione della cava 42
4.6 Approvvigionamento del terreno agrario 43
4.7 Approfondimenti sull'impatto paesaggistico del fronte Est 43
4.8 Chiarimenti in merito ai manufatti esistenti e in progetto 44
4.9 Tutela della fruibilità della Strada vicinale Trevo 47
4.10 Approfondimenti sulle trasformazioni dell'assetto del piazzale di base e proposte di mitigazione 47
4.11 Integrazioni del progetto di sistemazione finale 48

5. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO CONCESSIONI E AUTORIZZAZIONI IDRAULICHE DELLA PROVINCIA DI SAVONA 49
5.1 Raffronto su base CTR della rete idrica attuale e degli originali sedimi demaniali 49
5.2 Raffronto su base catastale della rete idrica attuale e degli originali sedimi demaniali 49
5.3 Integrazioni sulle opere idrauliche 50
5.3.1 Caratteristiche delle opere idrauliche 51
5.4 Approfondimenti sulle verifiche idrauliche 52
5.4.1 Caratteristiche del bacino idrico 52
5.4.2 Verifica delle caratteristiche di portata dei bacini 53
5.4.3 Studio dei sottobacini afferenti all'area di cava 54
5.4.4 Verifica delle opere idrauliche 55
5.4.5 Procedura di verifica 56
5.4.6 Verifiche nel Bacino A 57
5.4.7 Verifiche nel Bacino B 60
5.4.8 Verifica della capacità di decantazione dei bacini 62
6. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO PIANI DI BACINO E LAVORI IDRAULICI DELLA PROVINCIA DI SAVONA 66
6.1 Chiarimenti in merito all'approvvigionamento idrico 66
7. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI DELLA PROVINCIA DI SAVONA 67
7.1 Emissioni in atmosfera 67
7.1.1 Controllo delle polveri di perforazione 67
7.1.2 Controllo delle polveri da transito dei mezzi 67
7.1.3 Controllo delle polveri in impianto e movimentazione interna 67
7.1.4 Controllo delle polveri sulla viabilità pubblica 68
7.2 Scarichi idrici 68
7.2.1 Sistema di regimazione delle acque meteoriche 68
7.2.2 Trattamento delle acque reflue 69
7.2.3 Ciclo delle acque di impianto 69
8. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO ATO E SERVIZI AMBIENTALI DELLA PROVINCIA DI SAVONA 70
8.1 Piano di monitoraggio 70
9. QUESITI POSTI DALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI VADO LIGURE 71
9.1 Previsione di demolizione dei manufatti non funzionali al recupero ambientale 71
9.2 Completamento del recupero ambientale 71
10. QUESITI POSTI DA SUAP DI VADO LIGURE 72
10.1 Adeguamento degli elaborati progettuali 72
10.2 Manufatti di servizio all'attività 72

10.3 Documento Unico per la Valutazione Rischi da Interferenze.....72
10.4 Chiarimenti in merito alla regolazione dei rapporti con le altre attività presenti nel sito.....73
10.5 Completamento del recupero ambientale.....74
10.6 Chiarimenti in merito alla destinazione attuale e futura dei manufatti esistenti in cava.....74
11. QUESITI POSTI DAL SETTORE TUTELA AMBIENTE DI VADO LIGURE.....75
11.1 Trattamento delle acque meteoriche.....75
11.2 Utilizzo agricolo delle acque superficiali.....75
11.3 Chiarimenti in merito al rischio connesso con le vibrazioni da brillamento delle mine.....75
11.4 Chiarimenti in merito al disturbo da traffico dei camion.....76
12. INTEGRAZIONE SULL'IMPATTO PAESAGGISTICO DEI NUOVI FABBRICATI E IMPIANTI.....77

ALLEGATI

1. *Cartografie aggiornate integrative alla Valutazione di Incidenza*
2. *Ubicazione e consistenza del pozzo*
3. *Tabulati di calcolo delle verifiche di stabilità*
4. *Cartografie della situazione dei manufatti esistenti e in progetto*

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

Fig. 1 Distribuzione delle giaciture della stratificazione nell'area del nuovo rilievo geomeccanico
Fig. 2 Distribuzione delle faglie nell'intero settore di cava
Fig. 3 Localizzazione degli stendimenti eseguiti sui fronti di cava
Fig. 4 Distribuzione delle misure di fratture e faglie nel settore di cava coperto dalla campagna di integrazione del rilievo geomeccanico
Fig. 5 Ammasso roccioso dolomitico con GSI=45. Parametri di Hoek-Brown
Fig. 6 Ammasso roccioso dolomitico con GSI=35. Parametri di Hoek-Brown
Fig. 7 Zonazione dell'ammasso roccioso
Fig. 8 Fronte 270°. Test di Markland per lo scivolamento su cunei
Fig. 9 Gradone 270°. Test di Markland per lo scivolamento su cunei
Fig. 10 Tracce delle sezioni impiegate per le verifiche di stabilità
Fig. 11 Sezione 1-1′ del fronte Est. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche
Fig. 12 Sezione 1-1′. Verifiche di stabilità. E′ rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza

Fig. 13 Sezione 2-2′ del fronte Est. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche
Fig. 14 Sezione 2-2′. Verifiche di stabilità. E′ rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza
Fig. 15 Sezione 3-3′ del fronte Sud. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche
Fig. 16 Sezione 3-3′. Verifiche di stabilità. E′ rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza
Fig. 17 Sezione 4-4′ del rilevato in materiali sterili di cava. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche
Fig. 18 Sezione 4-4′ del rilevato in materiali sterili di cava. Verifiche di stabilità
Fig. 19 Ripresa fotografica da Autostrada dei Fiori: vista attuale e simulazione della configurazione in corso d'opera e a fine intervento
Fig. 20 Settore Est. Limiti di ampliamento autorizzato e proposto 1 : 1.500
Fig. 21 Ripresa fotografica da S. Ermete: vista attuale e simulazione della configurazione a fine intervento
Fig. 22 Protezione della strada vicinale Trevo
Fig. 23 Bacini imbriferi e dimensionamento rete idrica 1 : 5.000
Fig. 24 Smaltimento delle acque nella zona degli impianti di cava 1 : 1.000
Fig. 25 Impianto di lavorazione inerti. Ciclo delle acque

DISEGNI FUORI TESTO

D09 Carta geologico-strutturale scala 1 : 2.000
(sostituisce dis. D02 del progetto originario)
D10 Situazioni intermedie di coltivazione scala 1 : 1.000
D11 Recupero ambientale - Zonizzazione e particolari degli interventi scala 1 : 2.000
(sostituisce dis. D08 del progetto originario)
D12 Regimazione delle acque superficiali scala 1 : 2.000
(sostituisce dis. D06 del progetto originario)
D13 Sezioni topografiche estese oltre il piazzale di cava scala 1 : 1.000
D14 Impianto di produzione pietrischi scala 1 : 1.000 / 1 : 500
(sostituisce dis. D07 del progetto originario)
D15 Confronto tra progetto autorizzato, situazione attuale e nuovo progetto scala 1 : 1.000
D16 Confronto tra limiti del progetto autorizzato, del nuovo progetto e del PTCP (su carta attuale) scala 1 : 1.000
D17 Raffronto tra alvei attuali e sedimi demaniali originari su CTR scala 1 : 2.000
D18 Raffronto tra alvei attuali e sedimi demaniali originari su carta catastale scala 1 : 2.000

0. PREMESSA

A seguito delle Conferenze dei Servizi del 17 e 18 settembre 2013 relative al progetto di coltivazione e recupero ambientale della cava Trevo da parte degli Enti coinvolti sono state richieste una serie di integrazioni e chiarimenti alla documentazione progettuale presentata.
Nella relazione che segue, corredata di documenti e tavole grafiche nel testo e fuori testo, viene fornita risposta ai quesiti posti.

La relazione è articolata secondo l'ordine delle voci contenute nelle diverse lettere di richiesta, suddivise in funzione dell'Ente richiedente.

1. QUESITI POSTI DAL SETTORE V.I.A. DELLA REGIONE LIGURIA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera prot. n. PG/2013/0165162 dello 08/10/2013.

1.1 Copia della documentazione richiesta dal Settore Urbanistica e Tutela del Paesaggio

Nel capitolo 4 della presente relazione viene data risposta ai quesiti posti dal Settore Urbanistica e Tutela del Paesaggio e in allegato vengono forniti gli elaborati grafici connessi al testo stesso.

1.2 Integrazioni della Relazione d'Incidenza

In merito a quanto richiesto nella nota del Settore V.I.A. dell'8 ottobre 2013, si precisa che lo Studio d'Incidenza prodotto a corredo del S.I.A. ha preso in considerazione i contenuti elencati nell'Allegato A della D.G.R. 30 del 18 gennaio 2013, pur senza seguire strettamente l'ordine dell'elenco, tralasciando gli argomenti già trattati nel S.I.A. per evitare doppioni o ripetizioni.

Nello specifico, l'inquadramento dell'intervento negli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti è stato riportato solo per sommi capi nel capitolo relativo ai riferimenti normativi dello Studio d'Incidenza, in quanto l'attività di cava non è una nuova attività, ma era già presente antecedentemente alla stesura ed all'adozione dei piani e programmi e pertanto, in assenza di indicazioni contrarie, deve essere ritenuta compatibile con gli stessi piani.

Allo stesso modo tutti i punti previsti nei capitoli denominati **Motivazioni del piano/progetto/intervento** e **Relazione tecnica descrittiva di piano o di progetto/intervento** sono, come sopra riportato, argomentati nel S.I.A. che risulta essere l'elaborato indicato per lo sviluppo di tali argomenti, in quanto lo Studio d'Incidenza è correlato al S.I.A. e tali capitoli sono parte integrante dello stesso.

Per ciò che riguarda i punti previsti nel capitolo denominato **Relazione tecnica descrittiva dell'area d'intervento e del sito**, sono stati argomentati nei capitoli 5 **DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO** e 4 **AREE DI INTERESSE NATURALISTICO INDIVIDUATE**, per i primi due punti in elenco, mentre per le sovrapposizioni con gli elementi naturalistici rappresentati nelle cartografie regionali di settore, 3° punto, si integra con le cartografie in allegato, reperite dal sito come da Vs. nota.

In riferimento al punto della Vs. nota in cui si segnala che le schede Natura 2000 sono state aggiornate a seguito della D.G.R. 649/2012, si fa presente che alla scheda allegata allo Studio d'Incidenza, ed a cui ha fatto riferimento lo

studio (scaricata il 15 giugno 2013), ad oggi non sono state apportate variazioni negli elenchi né per le specie né per gli habitat.

In merito al punto 4° sono stati condotti rilievi floristici (par. 6.3 dello Studio d'Incidenza), mentre per la componente faunistica, in attesa di svolgere i monitoraggi previsti nello Studio d'Incidenza e definiti come programma nelle presenti integrazioni (vedi capitolo 1.3), si è attinto al lavoro svolto non sul SIC n° **IT1323203** - "**Rocca dei Corvi-Mao-Mortou**", non essendovi lavori specifici, ma su il limitrofo SIC n° **IT323202** "**Isola di Bergeggi - Punta Predani**", dal DIPTERIS – Università degli Studi di Genova nel 2005, denominato "**MAPPATURA E MONITORAGGIO VEGETAZIONALE, FLORISTICO E FAUNISTICO DELLA RISERVA NATURALE REGIONALE DI BERGEGGI**" realizzato dal gruppo di lavoro composto dai Dottori: Attilio Arillo, Giuseppina Barberis, Mara Calvini, Luigi Cassulo, Giovanni Diviacco, Loris Galli, Giulio Gardini, Aldo Lattes, Francesca Magillo, Gaudenzio Paola, Alessio Trotta.

Gli altri capitoli della D.G.R. 30/2013 **Descrizioni delle interferenze**…, **Valutazione delle significatività**…, **Indicazione delle misure di mitigazione** e **Conclusioni** sono presenti nei capitoli 8, 9 e 10 dello Studio d'Incidenza; di seguito si riportano per sommi capi le mitigazioni previste per ogni tipologia di incidenza significativa.

Incidenza	Habitat	Specie	Mitigazione
Inquinamento acustico	no	avifauna	Periodi ben definiti di fermo delle volate di mine in concomitanza con particolari esigenze dell'avifauna, quali accoppiamento e nidificazione.
Fumi e odori, polveri	si	avifauna, erpetofauna, entomofauna	Macchina di perforazione dotata di sistema di captazione polveri alla testa del foro e relativo sistema di abbattimento a ciclone e filtro. Irrorazione dispositivi diversi per prevenire l'emissione di polveri sui piazzali e sulle piste adibite al transito dei mezzi.
Compromissione habitat significativi	si	no	Ripristino ambientale tramite la realizzazione di una copertura vegetale sulle aree di cava che arrivano ad esaurimento, con utilizzo di specie autoctone e con il riutilizzo, tramite vivaio creato in sito con il recupero di piote erbose, erbose-suffruticose ed arbusti con zolla derivanti dall'avanzamento della coltivazione.

Al riguardo delle conclusioni, cap. 10 dello Studio di Incidenza, si deve specificare che l'intervento di coltivazione della Cava Trevo in progetto ha **un'incidenza significativa ma mitigabile**. Tale incidenza è comunque pregressa, in quanto la cava era preesistente alla data dello Studio, e la mitigazione prevista riguarda le incidenze esposte sopra.

Si segnala che nell'originaria stesura dello Studio d'Incidenza la cartografia allegata aveva come riferimento il limite di cava definito in legenda come "stato attuale", mentre nella cartografia in allegato a queste note integrative si è assunto, più correttamente, il limite dei terreni in concessione, in quanto è fino a questo confine che vi è, e vi sarà, incidenza.

- Allegato A, per quanto sopra esposto si prodotta una nuova cartografia **degli Habitat nell'area d'intervento**, con la nuova perimetrazione del limite di cava. Tale cartografia differisce dalla precedente, allegato E dello Studio d'Incidenza, solo esclusivamente per tale limite in quanto non vi sono, nella prossimità dell'area di cava, modifiche agli Habitat presenti.
- Allegato B, cartografia relativa ad "**Aree rilevanti per la salvaguardia SIC**", in cui si evidenzia il contatto fra il limite di concessione e la Zona areale definita – Area di gariga e macchia bassa nei pressi del Monte Sant'Elena – id. 326. Nello specifico l'area a stretto contatto con il limite di concessione risulta fisionomicamente ascrivibile a pineta di pini mesogeni mediterranei su macchia bassa e gariga.
- L'area di cava non interagisce con le zone puntuali cartografate per *Leuza conifera* e per *Campanula sabatia*, ma la campanula è abbondantemente presente nell'area di concessione (par. 7.4 dello Studio d'Incidenza) dove sta colonizzando gli sfasciumi e dove verrà utilizzata nelle opere di rinaturalizzazione, tramite recupero di piote erbose, erbose-suffruticose ed arbustive, per consolidare la parte basale delle alzate dove verranno allocati sterili di cava e limi di lavaggio, permettendo a fine rinaturalizzazione di ampliare l'Habitat e la diffusione della specie stessa.
- Allegato C, cartografia relativa a "**Siti puntuali di presenza di specie**", in cui si evidenzia la non interazione con le zone puntuali in cartografia per *Scabiosa mollissima*, *Leuza conifera* e *Campanula sabatia*, con le medesime considerazioni espresse prima per la campanula.
- Allegato D, cartografia relativa a "**Rete ecologica**", con sovrapposizione parziale della rete con l'area in concessione. L'attività di cava con tutte le interazioni ed incidenze evidenziate nel paragrafo 8.3.1 dello Studio d'Incidenza, in funzione della limitata porzione di corridoio ecologico interessato ha incidenza non significativa.
- Allegato E, cartografia relativa ad "**Area litologica importante per la biodiversità**", con sovrapposizione parziale dell'area litologica calcarea

con l'area in concessione. L'interazione fra l'attività di cava e la litologia calcarea è stata evidenziata nel paragrafo 8.3.6 dello Studio d'Incidenza, con incidenza non significativa in quanto non è stata riscontrata la presenza di cavità e di grotte.

- Allegato G, cartografia relativa a "**Diffusione sparsa di vertebrati**", con sovrapposizione totale dell'area in concessione con la presenza di vertebrati. L'interazione fra l'attività di cava e la fauna maggiore, avifauna in primis, ha trovato un equilibrio in quanto tale attività antropica è pregressa alla rilevazione cartografica, e le incidenze evidenziate nei paragrafi 8.3.2 ed 8.3.3, a cui si prevedono le mitigazioni del capitolo 9, sono sufficienti a mantenere tale equilibrio.
- Allegato H, cartografia relativa a "**Diffusione sparsa di invertebrati**", con sovrapposizione totale dell' area in concessione con la presenza di invertebrati. L'interazione fra l'attività di cava e la fauna minore, entomofauna, ha trovato un equilibrio in quanto tale attività antropica è pregressa alla rilevazione cartografica, e le incidenze evidenziate nel paragrafo 8.3.4, a cui si riferiscono le mitigazioni del capitolo 9, sono sufficienti a mantenere tale equilibrio.
- Allegato I, cartografia relativa ad "**Area protetta di interesse provinciale Monte Mao**", con sovrapposizione parziale dell'area protetta con l'area in concessione. L'attività di cava con tutte le interazioni ed incidenze evidenziate nel capitolo 8 dello Studio d'Incidenza e con le mitigazioni previste nel capitolo 9, in funzione della limitata porzione di area protetta interessata ha incidenza non significativa.
- Allegato L, cartografia relativa a "**Tipi forestali – rilievi floristici**", tratta dalla cartografia regionale dei tipi forestale con posizionamento puntuale dei rilievi floristici.

1.3 Piano di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio proposto per l'area interessata dal progetto prevede le attività illustrate di seguito.

Chirotteri

1) Durata del monitoraggio: 5 mesi (aprile, agosto 2014)
2) Sopralluogo per verificare il contesto operativo (viabilità, possibili "hot-spots" per i Chirotteri, ecc.).
3) 2 campionamenti mensili per punti di ascolto di circa 4 ore consecutive (fascia oraria 19:00 – 05:00), in prossimità dell'area del progetto. Lo scopo principale sarà la determinazione delle specie e la quantificazione dell'attività effettuata dalle stesse (numero di contatti per unità di tempo), nonché il ritmo orario.
4) Verranno consegnati quale prodotti dell'attività di monitoraggio:

a) mappa delle unità di campionamento ("transetti" e "punti di ascolto");
b) prospetto dell'attività di campionamento realizzata (data, ora di inizio e di termine, unità, condizioni meteo);
c) lista delle specie (determinazione tramite analisi bioacustica delle registrazioni) e unità e date presso le quali sono state contattate;
d) stima della intensità di frequentazione/abbondanza in prossimità dei punti di ascolto (numero di contatti/ora, ora del primo contatto, ora ultimo contatto);

5) Tutte le emissioni sonore saranno registrate ed analizzate con tecniche di bioacustica.
6) Fermo restando il numero delle sessioni complessivamente previste, la cadenza e la durata delle stesse potranno subire modifiche a seguito di previsione (sito web di riferimento "Il Meteo"), insorgenza e/o il perdurare di condizioni climatiche (o di altra natura) scarsamente adeguate all'attività di campionamento.

Avifauna

1) Durata del monitoraggio: 6 mesi (marzo, agosto 2014)
2) Al fine di valutare la presenza/assenza della componente ornitica, verranno effettuate 2 sessioni di campionamento a distanza di non meno di sette giorni l'una dall'altra. Ognuna delle 12 sessioni di campionamento complessivamente programmate sarà costitutita da due giornate di campionamento consecutive e comprenderà:
   a) 1 censimento acustico-visivo di 2 ore nel tardo pomeriggio-tramonto (fascia oraria 15:00-18:00 circa) lungo il transetto coincidente con la strada di cava (mirato soprattutto a rapaci e uccelli canori);
   b) 1 censimento acustico notturno della durata di 1 ora (mirato in particolare ai rapaci notturni) da punto di ascolto nella fascia oraria 22:00 - 02:00;
   c) 1 censimento acustico della durata di 1 ora, da punto di ascolto nel periodo alba-prima mattinata (05:30-09:30 circa), mirato soprattutto agli Uccelli canori (in particolare Passeriformi);
   d) 1 censimento acustico-visivo lungo il transetto coincidente con la strada di cava nella seconda parte della mattinata (09:30-11:30), mirato in particolare ai rapaci diurni.
3) Tutte le emissioni sonore saranno registrate ed analizzate con tecniche di bioacustica.
4) Fermo restando il numero delle sessioni complessivamente previste, la cadenza e la durata delle stesse potranno subire modifiche a seguito di previsione (sito web di riferimento "Il Meteo"), insorgenza e/o il perdurare di condizioni climatiche (o di altra natura) scarsamente adeguate all'attività di campionamento.

1.4 Approvvigionamento idrico

Nel piazzale principale di cava è presente un pozzo per emungimento idrico realizzato in passato(vedi carta e particolari in allegato 2)..
Dalle indagini svolte risulta inattivo da parecchi anni.
Con rilievo freatimetrico sono state effettuate misurazioni del livello freatico e della quota attuale di fondo pozzo.
Al fine del ripristino della funzionalità del pozzo in funzione del fabbisogno idrico degli impianti sono previste opere di riattivazione della colonna filtrante e dei dreni.
La riattivazione del pozzo sarà oggetto di richiesta di specifica autorizzazione alla Provincia di Savona, secondo le procedure previste.
Preliminarmente è già stato effettuato un sopralluogo sul sito con i Funzionari competenti della Provincia.

1.5 Approfondimenti sul controllo delle polveri

Il controllo della polverosità ambientale in cava è stato affrontato con riferimento a: strade di accesso e piazzali operativi, impianto di frantumazione.
Sulla base dell'esperienza maturata in altre cave dell'Azienda è prevista la messa in opera di dispositivi di prevenzione diversi in funzione della tipologia di area da proteggere (peraltro anche in ottemperanza a quanto stabilito in accordo con l'Amministrazione Comunale nell'atto della Concessione di cava).

Per le strade permanenti di transito è prevista l'installazione di una linea di irrorazione fissa, alimentata con pompa e dotata di irrigatori statici con raggio di azione sufficiente a coprire l'intero piano viabile. Il funzionamento dell'irrorazione sarà regolato da un dispositivo a tempo, tale evitare lo spreco di acque e garantire una umidificazione sufficiente delle superfici. L'attivazione del sistema sarà decisa dal Direttore dei Lavori in funzione delle condizioni meteorologiche, in particolare del grado di umidità atmosferica.

Per i piazzali di manovra dei mezzi di carico e scarico caratterizzati da aree e raggi operativi più ampi e mobili, si prevede l'utilizzo di irroratori mobili ad ala variabile, dotati di maggior flessibilità per seguire gli spostamenti del baricentro operativo. Anche in questo caso il funzionamento sarà regolato da dispositivi a tempo e sarà comunque deciso dal responsabile in relazione alle condizioni meteorologiche.

Per le piste di cava e i fronti di abbattimento si prevede l'utilizzo di un'autocisterna con capacità di almeno 5-6.000 litri, dotata di barra con ugelli spruzzatori alimentata da pompa, adibita ad effettuare un'azione di

irrorazione costante delle aree operative, seguendone gli spostamenti e l'evoluzione continua.

Per l'impianto di frantumazione è prevista l'installazione di ugelli spruzzatori alimentati dall'acqua di impianto, ubicati sulla tramoggia di scarico e alimentazione del frantoio. Il sistema sarà attivato da un sensore di presenza di materiale sulla tramoggia.

Per quanto riguarda i cumuli di stoccaggio dei prodotti finiti si rileva trattarsi di materiali provenienti da un trattamento ad umido e selezionati, quindi privi di frazioni fini e non necessitanti di dispositivi particolari di prevenzione.

Per quanto riguarda infine la strada pubblica di accesso alla cava (Via Lazio), l'impresa Giuggia Costruzioni si impegna al rispetto di quanto stabilito nel documento di Concessione al fine di ovviare al sollevamento e la diffusione di polveri nell'ambiente.
Autonomamente l'impresa Giuggia Costruzioni prevede di effettuare con cadenza settimanale la pulizia del piano viabile mediante motospazzatrice e l'asportazione dei residui di polvere e fanghi.
Va segnalato comunque che la cava è già oggi dotata, all'uscita dalla zona di carico, di un impianto lavaruote che elimina all'origine il problema del fango trasportato in aderenza alle ruote degli automezzi.
I camion adibiti al trasporto dei prodotti granulari sono dotati di telone di copertura flessibile, conformi alle disposizioni di legge.

1.6 Integrazione della verifica di impatto acustico

A seguito delle osservazioni espresse si ripresenta in allegato la "Valutazione di Impatto Acustico Ambientale" con gli opportuni riscontri ai rilievi avanzati.
Per quanto riguarda specificatamente le osservazioni del Comune di Vado Ligure – Settore tutela Ambiente in data 27/09/2013 in merito alle eventuali problematiche dovute al traffico dei camion si fa presente quanto segue:

- La Valutazione di Impatto Acustico Ambientale valuta già in dettaglio la problematica del rumore sull'intero tratto di viabilità via Lazio.
- In particolare al paragrafo n. 3 della relazione di valutazione sono esplicitati i flussi veicolari attuali e previsti lungo via Lazio, utilizzati per il calcolo previsionale dell'impatto acustico.
- La Valutazione di Impatto Acustico ha comunque considerato tra i ricettori più esposti quelli a ridosso della viabilità locale nel tratto compreso tra i due semafori (Ricettori B e C). I risultati di tali valutazioni sono tutte inserite all'interno della documentazione in allegato cui si fa esplicito riferimento.

1.7 Descrizione, dimensionamento e verifica delle opere idrauliche

Per quanto riguarda i provvedimenti di regimazione e smaltimento delle acque di pertinenza della cava (rete idrica, bacini di accumulo e decantazione, opere di scarico) si fa riferimento a quanto descritto e verificato nel capitolo 5 dedicato alle integrazioni relative alle opere idrauliche.

2. QUESITI POSTI DAL SETTORE ATTIVITA' ESTRATTIVE DELLA REGIONE LIGURIA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera prot. n. IN/2013/19354 dell'11/10/2013.

2.1 Approfondimenti sulle modalità di trattamento dei limi di risulta e sull'uso di flocculanti

Generalità

Come illustrato nello schema grafico di fig. 25, il trattamento di selezione del materiale eseguito in impianto a valle della frantumazione avviene a umido. Al termine del ciclo le acque torbide contenenti le frazioni fini di scarto vengono trattate in un addensatore e quindi sottoposte a filtropressatura per separare la fase liquida da quella solida. Le acque chiarificate vengono riciclate in testa all'impianto, limitando il consumo di acqua fresca al reintegro della quota persa per evaporazione e per adesione pellicolare ai prodotti finiti.
Per agevolare la disidratazione nel processo di addensamento e filtropressatura è previsto l'uso di flocculanti a base di polimeri in concentrazioni ampiamente al di sotto delle soglie che configurano il rischio di effetti tossici o nocivi per gli organismi viventi.

Inquadramento del problema e del grado di rischio

I flocculanti utilizzati nel trattamento delle acque torbide provenienti dal lavaggio e classificazione del materiale di cava appartengono alla tipologia dei polielettroliti anionici (polimeri a base di acrilammide).

I poliacrilammidi sono sostanze non pericolose secondo le direttive CEE 67/548/CEE e 1999/45/CE e vengono utilizzate correntemente, ad esempio, nel trattamento di chiarificazione delle acque potabili, nei cosmetici, nell'industria della carta, in agricoltura: nel procedimento produttivo industriale tuttavia non è garantita la completa polimerizzazione della sostanza e pertanto il prodotto commerciale contiene una quota di monomero (Acrilammide), per il quale è riconosciuta, a concentrazioni elevate, un'azione cancerogena e mutagena[1].

Le aziende produttrici sono tenute a garantire nel prodotto commerciale una concentrazione massima di 999 ppm di monomero libero; nella realtà il valore tipico di concentrazione nei prodotti commerciali si attesta intorno a 100 ppm.

[1] ISPESL Classificazione sostanze pericolose. **Acrilammide:** Cat. Cancerogena 2 (sostanze da considerare cancerogene per l'uomo), Cat mutagena 2 (sostanze da considerare mutagene per l'uomo) – Simboli e frasi di rischio: T (tossico), R45 Può provocare il cancro, R46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie

Nel ciclo produttivo della cava le acque chiarificate risultanti dal processo verranno totalmente riciclate nell'impianto e pertanto non sono previsti scarichi all'esterno; il solo materiale di scarto sarà costituito dai limi disidratati che intrappolano al loro interno una quota di flocculante e una quota di acqua residuata dalla filtropressatura. I limi sono destinati in buona parte alla miscelazione nel prodotto tipo "detrito stabilizzato" e quindi all'utilizzo per costruzione di rilevati e riempimenti; in parte secondaria sono destinati alla ricarica e al rimodellamento dei gradoni di cava esauriti, previa miscelazione con materiali grossolani.

Ai fini della valutazione della pericolosità dei limi messi a deposito va considerato che:

- i limi di lavaggio costituiscono il residuo di un trattamento di disidratazione sotto pressione, che forza il drenaggio dell'acqua contenuta nel fango originario; pertanto dopo il trattamento l'acqua residua difficilmente può essere drenata per semplice effetto della gravità e tende quindi ad essere trattenuta dalla matrice solida
- i limi di lavaggio hanno una bassa permeabilità: quindi difficilmente possono essere dilavati dalle acque di infiltrazione ed essere lisciviati della frazione di flocculante residua
- una quota rilevante del flocculante viene intrappolata dalla matrice solida, determinando la trattenuta anche del monomero libero
- il monomero libero è soggetto ad un naturale fenomeno di degrado che, secondo studi accreditati, porta ad una riduzione della concentrazione del 90% in 28 giorni; tenuto conto dei tempi lunghi di migrazione potenziale della fase liquida nei rilevati di riporto, si può assumere che la concentrazione reale di monomero libero subisca naturalmente un decadimento progressivo in tempi brevi.

Alla luce delle considerazioni esposte si può ragionevolmente escludere che il monomero libero possa essere mobilizzato e/o lisciviato in forma solida o in soluzione acquosa dai limi accumulati e che possa determinare situazioni di rischio per l'ambiente e per la salute delle persone.

Si fa rilevare infine che verifiche analitiche effettuate su limi derivanti da trattamento con flocculanti analoghi a quelli previsti nell'impianto in progetto confermano che il tenore in Acrilammide monomero è al di sotto dei livelli soglia definiti dall'art. 2 della Decisione CEE n. 532 dello 03/05/2000 e dal D.Lgs. 205 dello 03/12/2010 e pertanto tali materiali sono classificabili come "non pericolosi".

In definitiva si conferma che i limi di lavaggio derivanti dal trattamento delle acque reflue dell'impianto di lavorazione in progetto ricadono nella categoria dei "rifiuti non pericolosi" e possono essere utilizzati come

materiale di riporto per rimodellamento morfologico nel sito di cava, in accordo con quanto previsto dall'art. 2 comma 3 del D.Lgs. 117/2008, o per usi nel campo delle costruzioni, senza alcun rischio di pregiudizio per l'ambiente e per la salute umana.

2.2 Cumuli provvisori di stoccaggio

Nel disegno D10 è rappresentata, con riferimento alla fase successiva all'installazione dell'impianto, la disposizione dei diversi cumuli di materiali connessi con l'operatività della cava. In carta sono stati individuati:

- i cumuli di stoccaggio su piazzale dei prodotti selezionati derivanti dalla lavorazione; si tratta di coni generati dallo scarico dei nastri trasportatori, di altezza massima di 12 m, la cui ripresa verrà effettuata con pala meccanica
- un cumulo temporaneo di limi di lavaggio della capacità di circa 200 m^3 (pari alla produzione settimanale media), da realizzare in strato orizzontale alto 1 metro, in adiacenza al fronte, con una semplice protezione in massi verso l'esterno del piazzale; l'accumulo avrà la funzione di polmone da cui approvvigionare il materiale da miscelare con il "detrito stabilizzato" o in alternativa da riportare sui gradoni esauriti per la ricarica e il rimodellamento definitivo
- un cumulo temporaneo di terreno vegetale della capacità di circa 250 m^3, da utilizzare come riserva per i lavori periodici di ricostituzione dello strato agrario sulle superfici esaurite; il cumulo sarà costituito prevalentemente da materiale proveniente dall'esterno e sarà attivo nei periodi di necessità di approvvigionamento; si precisa che il terreno di scotico proveniente dalla scopertura dei settori di cava ancora vergini sarà utilizzato direttamente sui vicini fronti da recuperare, evitandone il trasporto allo stoccaggio e la ripresa.

3. QUESITI POSTI DAL SETTORE ASSETTO DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LIGURIA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera prot. n. IN/2013/19871 del 17/10/2013.

Per quanto riguarda gli aspetti di carattere geologico sono state effettuate le seguenti ulteriori attività:

- integrazione della cartografia geologico-strutturale
- incremento del numero di stazioni del rilievo geomeccanico
- zonazione dell'ammasso roccioso
- verifiche di stabilità dell'intero versante e dei riporti.

3.1 Integrazione della carta geologica

E' stato effettuato un approfondimento del rilievo geostrutturale dell'area di cava, integrando la carta originaria con ulteriori informazioni in particolare riguardanti la struttura.
I nuovi rilievi eseguiti sul fronte orientale (vedi fig. 3) hanno permesso di incrementare i dati relativi all'assetto strutturale dell'ammasso roccioso.

Nel settore superiore del fronte la stratificazione ha un assetto monoclinale con inclinazione media significativamente più bassa dei valori che caratterizzano il settore inferiore del fronte (fig. 1).

Nel complesso si conferma l'assetto ricostruito nella relazione di progetto. Una piega coricata di scala ettometrica a fianchi piani (tendenzialmente di tipo *chevron*), caratterizzata da numerose pieghe parassite, deforma la sequenza dolomitica. L'asse, circa orizzontale e di direzione ESE – ONO, è collocabile nella parte centrale del fronte Sud, grosso modo intorno a quota 170-180 m s.l.m.; il piano assiale, di difficile misurazione, immerge verosimilmente verso N – NE. Ciò comporta che nel versante Sud i fianchi determinino un assetto a reggipoggio alle quote inferiori e a traversopoggio-franappoggio alle quote superiori.

La zona di cerniera della piega è dislocata e disarticolata da una serie di faglie ad andamento NO - SE ed immersione orientale, sia nella parte superiore che nella parte inferiore del fronte Sud e nel piazzale di base, dove la zona di cerniera risulta anche in gran parte coperta.

Le faglie rilevate appartengono a due sistemi principali (fig. 2). Per analogia con la denominazione dei sistemi di frattura, il sistema F1 ha orientazione NNE-SSO; il sistema F2 ha direzione variabile, da NO-SE a ONO-ESE, con elevata immersione sia a N che a S.

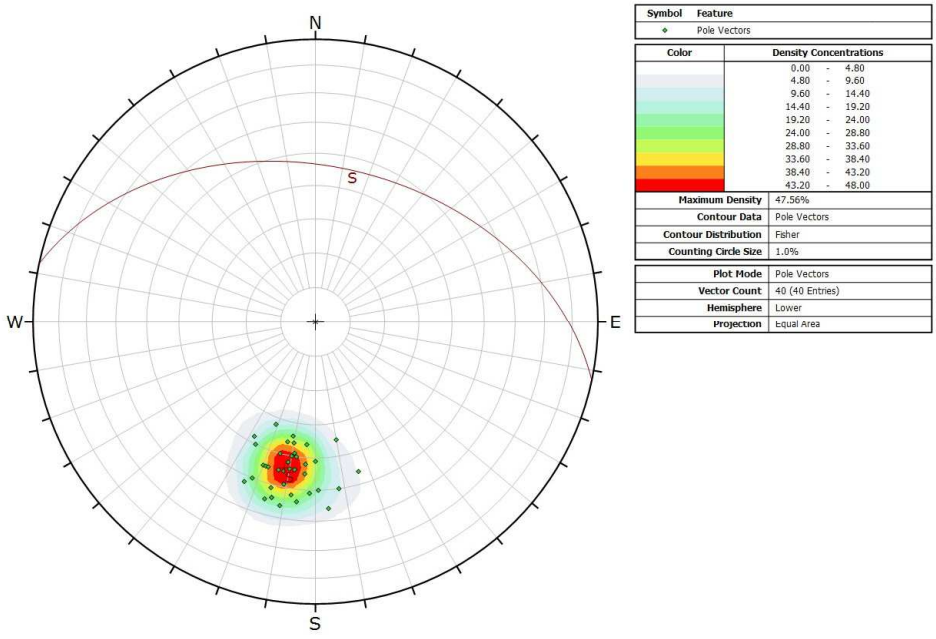


Fig. 1 – Distribuzione delle giaciture della stratificazione nell'area del nuovo rilievo geomeccanico

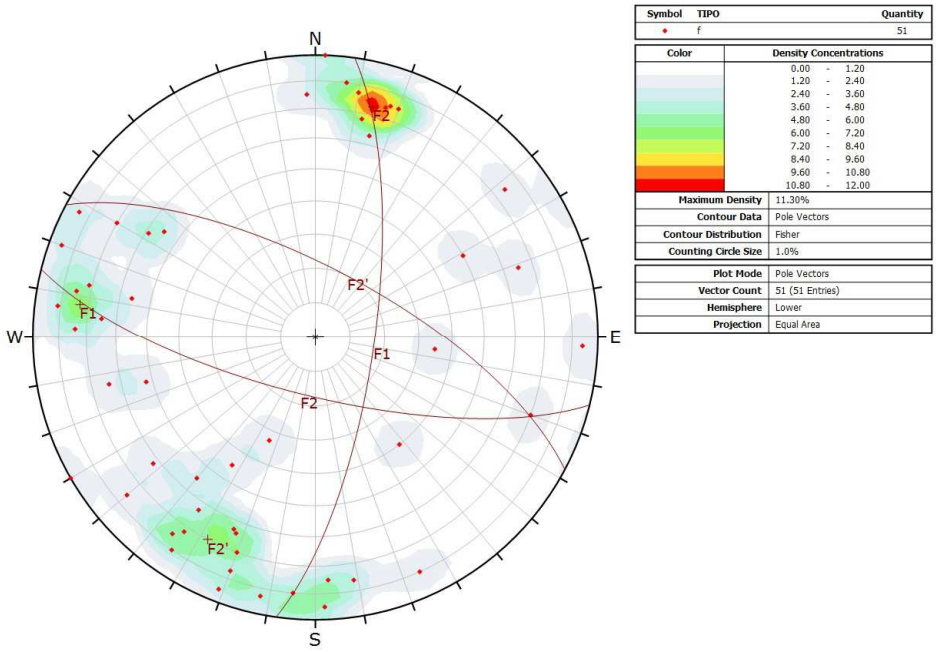


Fig. 2 – Distribuzione delle faglie nell'intero settore di cava.

Le faglie sono sovente associate a brecce e cataclasiti prevalentemente coerenti. L'effetto sulle caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso è

significativo a scala locale, del singolo gradone, ma non appare rilevante alla scala del versante nel suo insieme.

La carta geologica integrata è riportata nel dis. D 09.

3.2 Integrazione delle verifiche di stabilità

3.2.1 Caratterizzazione geomeccanica

Indagini eseguite

Nel Novembre 2013 sono stati effettuati tre nuovi rilievi geomeccanici nel settore sommitale del fronte orientale della cava (fig. 3). Gli stendimenti, di 20 m di lunghezza, sono stati realizzati alla base delle scarpate dei gradoni, compiendo osservazioni sistematiche lungo l'allineamento. In totale sono state raccolte oltre 160 misure di discontinuità.

Per ogni discontinuità rilevata sono stati descritti i parametri geometrici e fisico-meccanici principali (giacitura, persistenza, spaziatura, scabrezza, apertura, condizioni d'alterazione, presenza d'acqua, riempimento). Le classi in cui sono stati suddivisi i valori misurati per i differenti parametri sono quelle suggerite da ISRM (2007)[2].

Sono state eseguite misure della rugosità di alcune famiglie di discontinuità per mezzo di uno *Shape Tracer* (con passo di lettura inferiore a 1 mm).
Misure della resistenza meccanica delle pareti dei giunti delle famiglie principali sono state effettuate con uno sclerometro di tipo L.

In fig. 4 è rappresentata, mediante proiezioni stereografiche equiareali su reticolo di Schmidt (semisfera inferiore), l'orientazione spaziale delle superfici di discontinuità (fratture e faglie) rilevate nei nuovi stendimenti. La giacitura di una superficie è espressa, nelle tabelle relative, come direzione dell'immersione, con valore variabile da 0° a 360°.

[2] Ulusay R., Hudson J. A. (2007). *The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1976-2006*. ISRM Turkish National Group, Ankara.

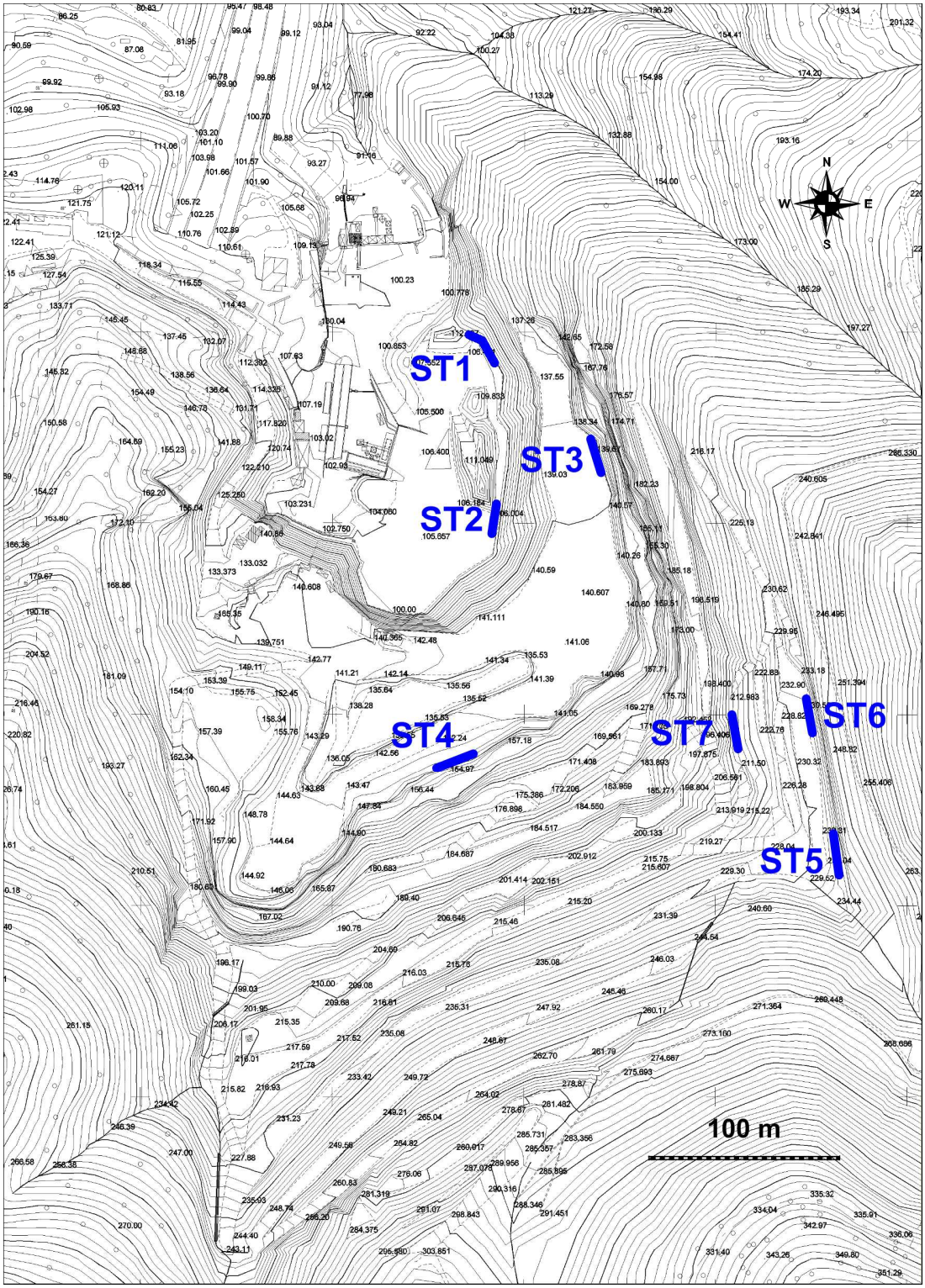


Fig. 3 – Localizzazione degli stendimenti eseguiti sui fronti di cava. ST5, ST6 e ST7 sono stati realizzati nella campagna di integrazione del rilievo geomeccanico.

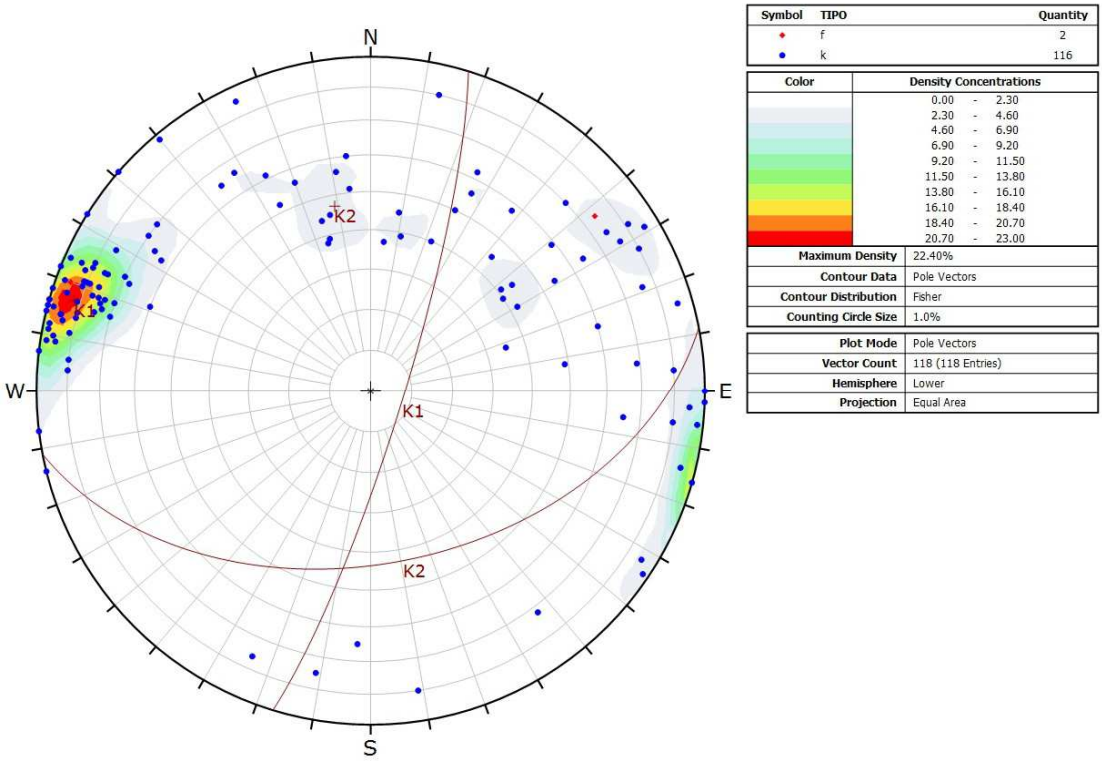


Fig. 4 – Distribuzione delle misure di fratture e faglie nel settore di cava coperto dalla campagna di integrazione del rilievo geomeccanico.

I dati di orientazione spaziale delle discontinuità sono stati sottoposti ad un'elaborazione statistica di *cluster analysis*, eseguita con il programma *Dips 6.0* della Rocscience di Toronto. Dei 4 sistemi di discontinuità significativi, denominati sulla base del primo rilievo S, K1, K1' e K2, nella nuova campagna, oltre alla stratificazione S (fig. 1), sono confermati K1 e K2, mentre K1' non risulta presente (fig. 4).
I dati giaciturali medi ricavati dai nuovi rilievi sono indicati nella tabella sottostante.

Sistema	Giacitura
S	127/44°
K1	107/82
K2	169/47°

Classificazione dell'ammasso roccioso

Per eseguire le verifiche di stabilità alla scala dell'intero versante il comportamento dell'ammasso roccioso dolomitico è stato assimilato a un mezzo continuo equivalente, applicando il criterio di rottura di Hoek-Brown e la classificazione GSI.

Classificazione GSI e criterio di rottura Hoek-Brown

Il criterio di rottura generalizzato di Hoek – Brown, formulato su base empirica, esprime con una relazione non lineare la resistenza dell'ammasso roccioso in funzione degli sforzi principali a rottura (σ_1 e σ_3), utilizzando le proprietà di resistenza della roccia intatta e le caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso.

Gli sforzi principali a rottura sono messi in relazione con la resistenza a compressione uniassiale della roccia integra (σ_{ci}), introducendo fattori di riduzione per mezzo di alcune costanti empiriche, legate alle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso attraverso il GSI (Geological Strength Index, Hoek et al., 2005)[3], funzione dei parametri strutturali e del grado di alterazione, l'indice m_i, funzione delle caratteristiche litologiche, e tenendo conto del fattore di disturbo D, che stima gli effetti dell'uso di esplosivi.

Il programma *RocLab* di *Rocscience Inc.* (Toronto, Canada) consente di calcolare le costanti empiriche e quindi la curva di rottura dell'ammasso roccioso dolomitico. Dalla curva così ottenuta si possono poi calcolare i parametri di resistenza che meglio la approssimano secondo il criterio di rottura lineare di Mohr-Coulomb.

Nell'ammasso roccioso dolomitico di cava Trevo, tre dei quattro parametri (m_i, D, σ_{ci}) possono essere considerati sostanzialmente costanti: il parametro m_i perché funzione delle caratteristiche litologiche, che non variano all'interno della cava, D perché sui fronti non si osservano differenze significative nel grado di disturbo prodotto dagli esplosivi. Per quanto riguarda σ_{ci}, i valori misurati negli stendimenti della prima campagna (4 serie di misure), sono stati confermati anche nella seconda campagna (4 serie di misure). Si è pertanto assunto per σ_{ci} un vale medio di 90 MPa.

Per quanto riguarda l'indice GSI, l'ammasso roccioso della cava può esser fatto rientrare nella classe *Blocky/disturbed/seamy*, che è definita dalla presenza di strutture plicative, che deformano un prevalente sistema di discontinuità (scistosità o stratificazione), e da diversi sistemi di discontinuità di frattura che scompongono l'ammasso roccioso in blocchi angolari.

In questa classe sono stati definiti due differenti valori di GSI, legati a variabile grado di interconnessione dei volumi unitari e di alterazione delle superfici di discontinuità. Il primo valore (GSI=45, fig. 5) è stato attribuito all'ammasso roccioso affiorante nei settori centrale e inferiore di entrambi i fronti principali (orientale e meridionale), il secondo (GSI=35, fig. 6) riguarda l'ammasso roccioso affiorante nel fronte Est al di sopra di quota 190

[3] E. Hoek, P. Marinos and V. Marinos. 2005. *Characterization and engineering properties of tectonically undisturbed but lithologically varied sedimentary rock masses*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 42/2, 277- 285

m s.l.m. circa, e nel fronte sud a monte di quota 235 m s.l.m. circa. Le caratteristiche di maggiore alterazione e fratturazione dell'ammasso roccioso con GSI=35 sono riferibili alla vicinanza con la superficie topografica, mentre l'ammasso con GSI=45 occupa una posizione più profonda, meno coinvolta dai processi di detensionamento e di alterazione superficiale.

In conclusione si può ritenere che la complessità strutturale dell'ammasso roccioso di cava Trevo, legata a deformazioni plicative e fragili che pure determinano condizioni di elevata anisotropia ed eterogeneità, non ha una ricaduta misurabile, se non grossolanamente, nella definizione dei parametri di resistenza meccanica, che si basano su caratteristiche geologiche soprattutto qualitative.

Zonazione dell'ammasso roccioso

La distribuzione all'interno del perimetro di cava delle due classi dell'ammasso roccioso definite sulla base dei valori di GSI è riportata in figura 7.
Per quanto riguarda l'andamento nel sottosuolo del limite tra le due classi, nelle verifiche di stabilità si è assunto, per la classe GSI=35 dell'ammasso roccioso superficiale, uno spessore costante, pari a quello risultante dal limite ricavato in superficie.

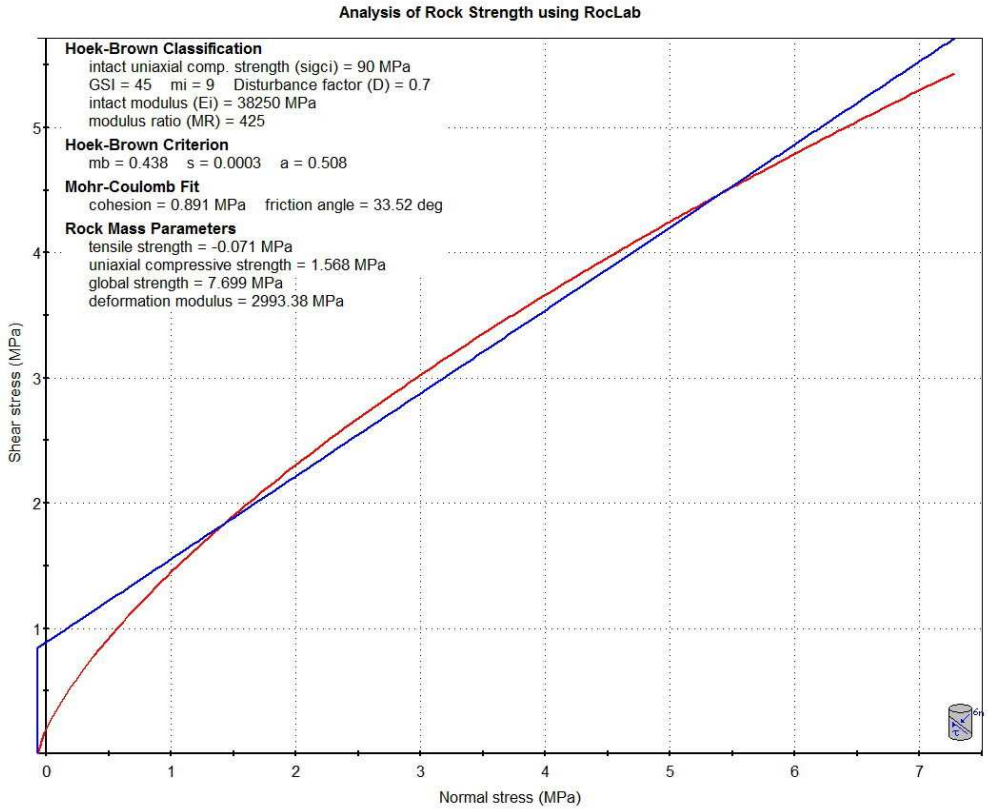


Fig. 5 – Ammasso roccioso dolomitico con GSI=45. Parametri di Hoek-Brown.

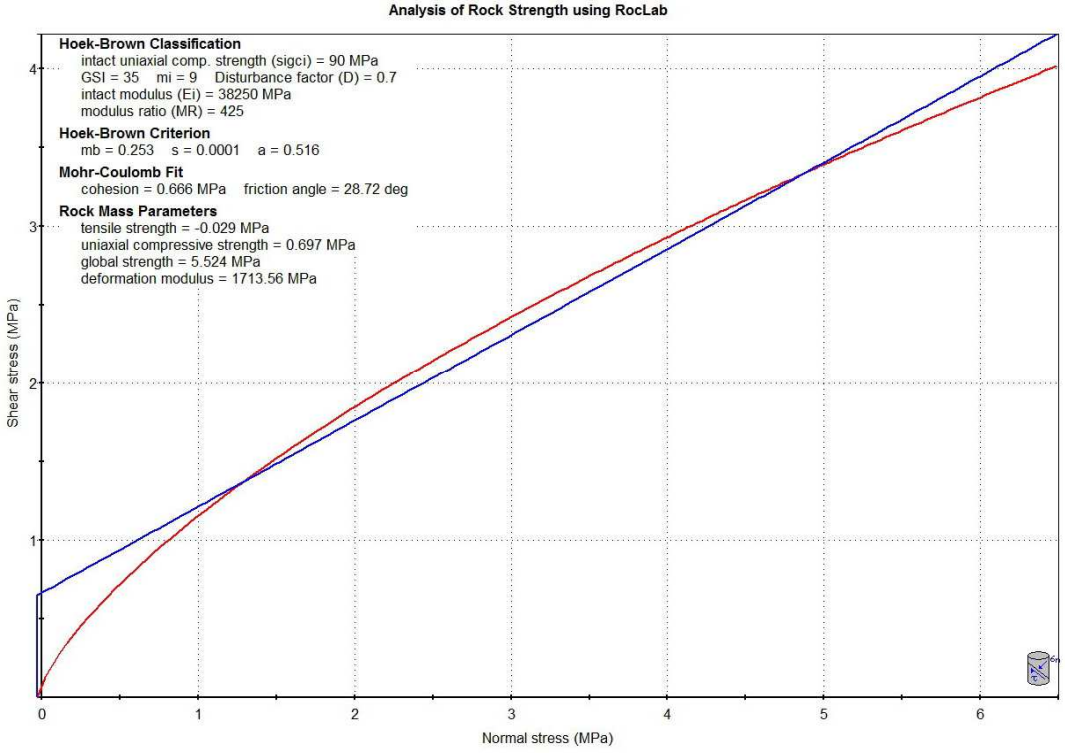


Fig. 6 – Ammasso roccioso dolomitico con GSI=35. Parametri di Hoek-Brown.

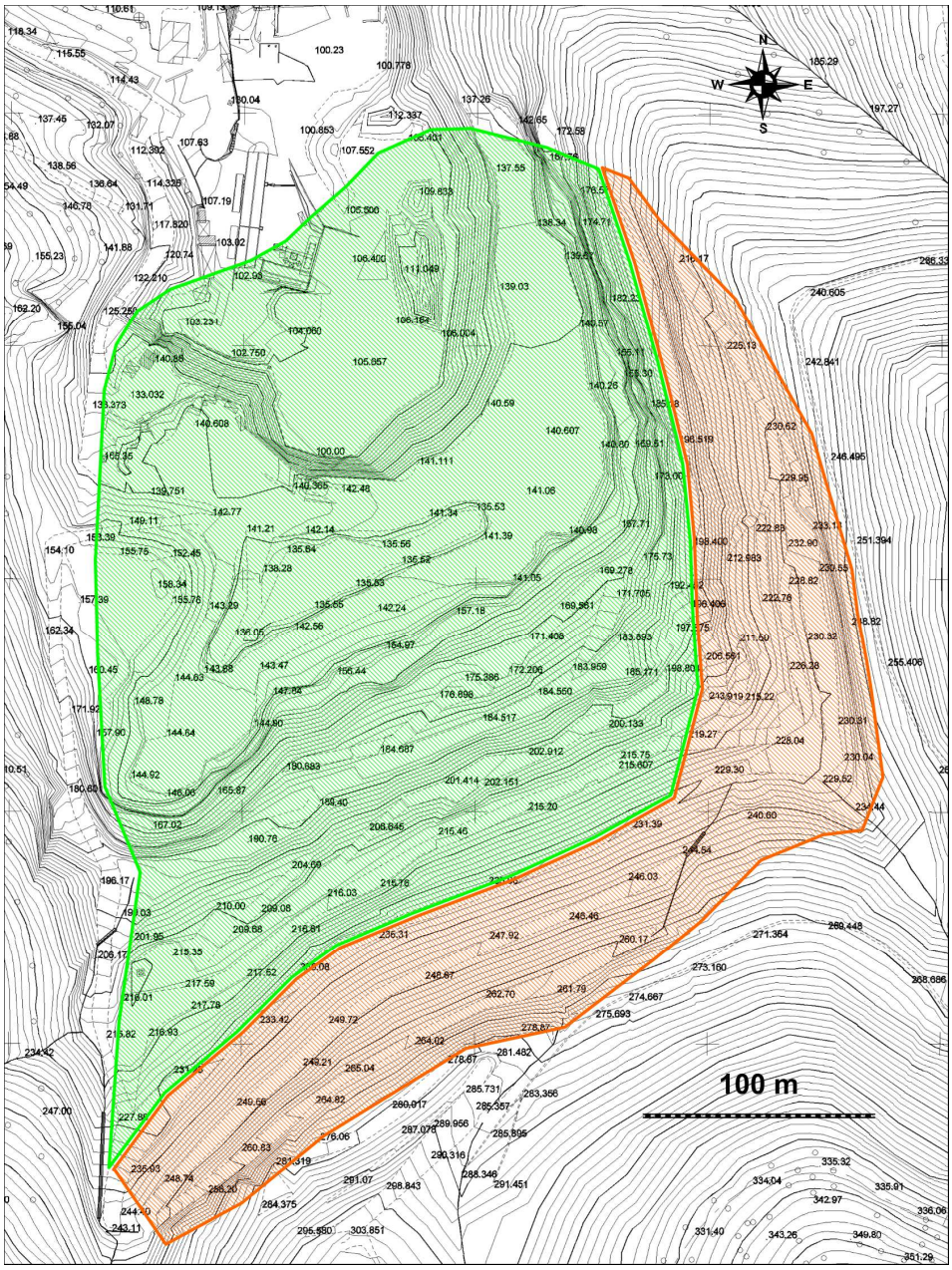


Fig. 7 – Zonazione dell'ammasso roccioso. In colore verde l'ammasso roccioso con GSI=45, in colore rosa l'ammasso roccioso con GSI=35.

3.2.2 Verifiche di stabilità dei fronti in roccia

Test di Markland

Per completezza, test di Markland sono stati eseguiti per verificare le condizioni di stabilità dei gradoni del fronte orientale alla luce dei nuovi dati geomeccanici rilevati nel settore sommitale.

I risultati indicano (fig. 8 e 9) che non vi risultano possibili cinematismi, né a carico del fronte, né a carico del singolo gradone.

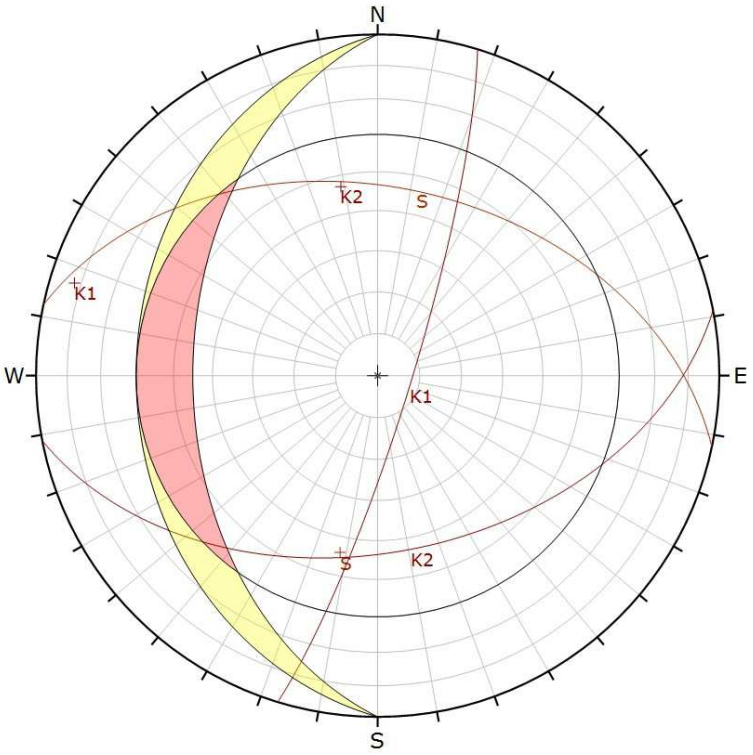


Fig. 8 – Fronte 270°. Test di Markland per lo scivo lamento su cunei.

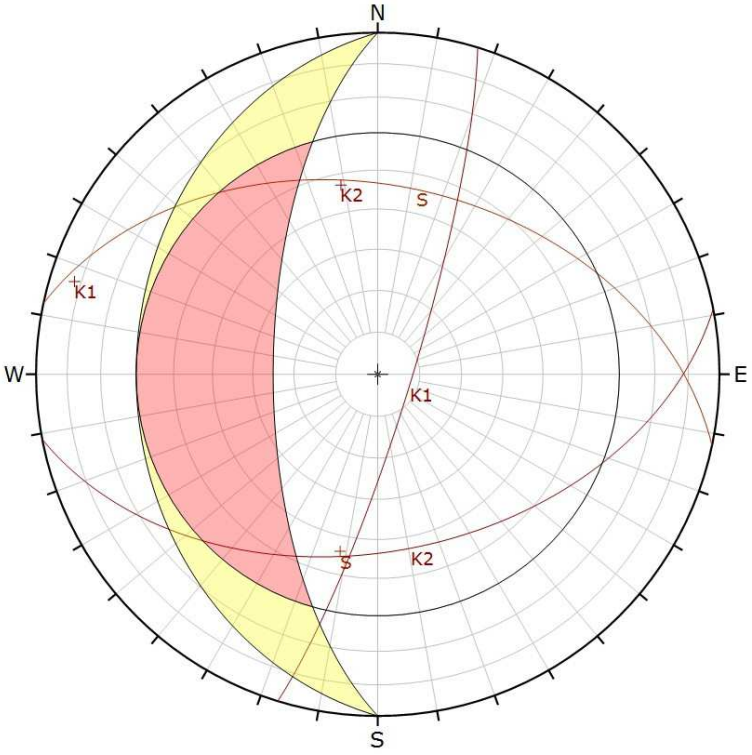


Fig. 9 – Gradone 270°. Test di Markland per lo sciv olamento su cunei.

Verifiche dell'intero versante

Le verifiche di stabilità alla scala dell'intero versante sono state eseguite su tre sezioni rappresentative, due tracciate sul versante orientale ed una sul versante meridionale (vedi figg. 10, 11, 13, 15).

Parametri geomeccanici caratteristici

Applicando il criterio di rottura di Hoek-Brown e sulla base della classificazione GSI sono stati ottenuti i parametri di resistenza dei due ammassi rocciosi dolomitici.

Ammasso roccioso	c' (kPa)	φ'(°)
Dolomie GSI = 45	890	33,5
Dolomie GSI = 35	665	28,7

Tabella 1 – Parametri caratteristici degli ammassi rocciosi

Stati limite

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 7.1) il rispetto degli stati ultimi in condizioni sismiche si considera soddisfatto

quando siano state eseguite le verifiche relative agli stati limite SLD, stato limite di danno, e SLV, stato limite di salvaguardia della vita.
Non essendo valutabile per un fronte in roccia uno stato limite di esercizio, nelle verifiche di stabilità è stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV.

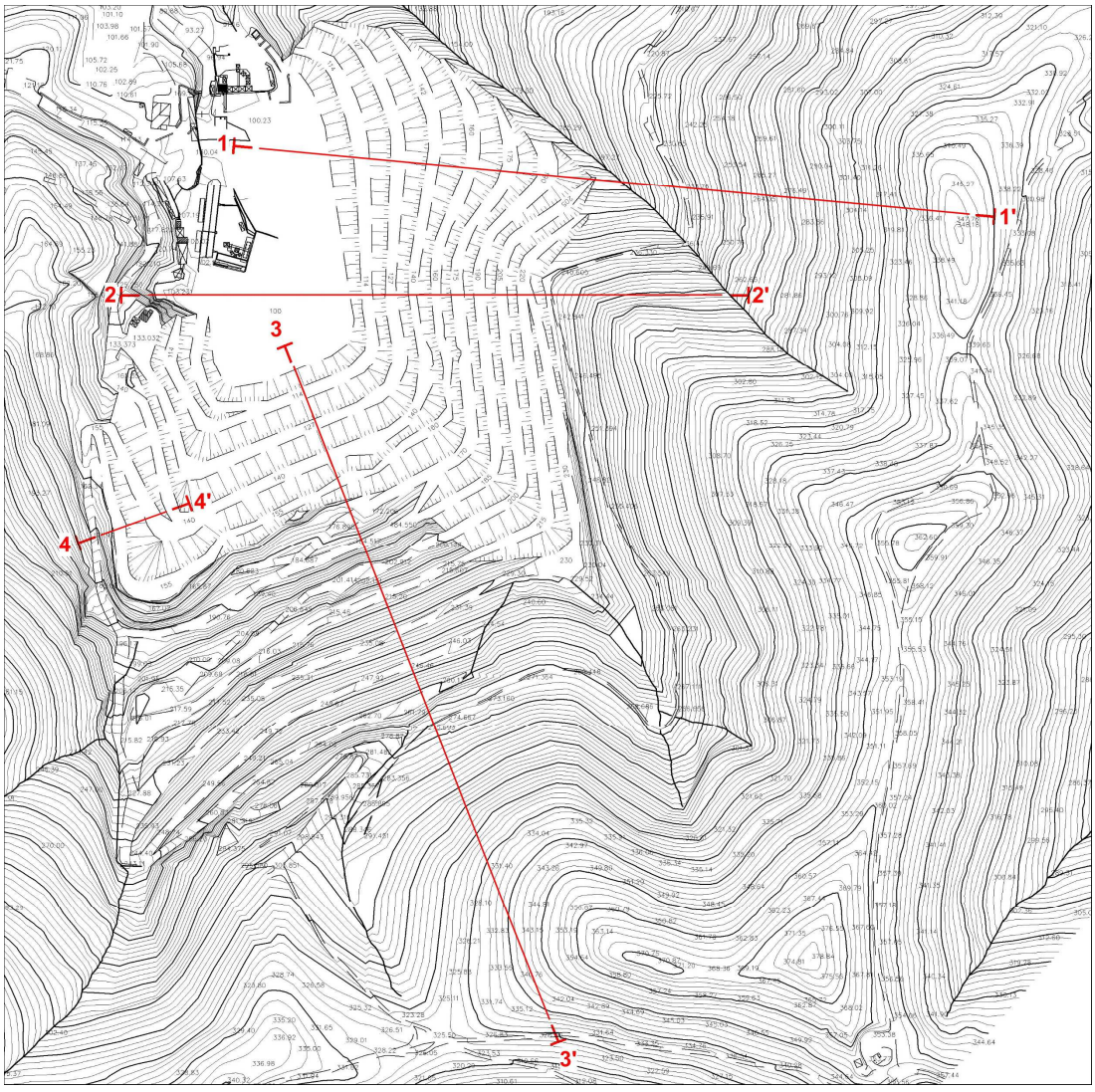


Fig. 10 – Tracce delle sezioni impiegate per le verifiche di stabilità

Parametri geomeccanici di progetto

Per ottenere i parametri di progetto sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per i fronti di scavo. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella

6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I).

Ammasso roccioso	c' (kPa)	φ'(°)
Dolomie GSI = 45	710	27,9
Dolomie GSI = 35	530	23,7

Tabella 2 – Parametri di progetto degli ammassi rocciosi

Metodo di calcolo e risultati

Nei calcoli sono stati applicati i parametri sismici ricavati nella relazione di progetto per la categoria di sottosuolo di tipo A. Tenuto conto del quadro idrogeologico delineato nella relazione del SIA, si è ritenuto verosimile assumere condizioni drenate fino alle profondità dell'ammasso roccioso interessata dalle potenziali superfici di scivolamento.

I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nelle versioni di Bishop, Lowe - Karafiath e GLE/Morgenstern-Price, per potenziali superfici di scorrimento non circolari, con il programma *Slide 5.0* (Rocscience Inc.- Toronto, Canada). Le superfici non circolari sono state prodotte con il metodo *Path Search*, che genera superfici di potenziale scorrimento non circolari (*piece-wise linear*) con un metodo casuale. Per ciascuna superficie vengono generati casualmente il punto di inizio sul profilo della sezione, un angolo iniziale di inclinazione e l'angolo di inclinazione dei successivi segmenti che compongono la superficie.

Sono stati calcolati i fattori di sicurezza di 5000 superfici di scivolamento potenziale. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati nelle rispettive figure (figg. 12, 14, 16) con una scala di colore che comprende i centri delle superfici di scorrimento e le superfici stesse. Sono inoltre riprodotte le superfici di scorrimento con il coefficiente di sicurezza più basso, calcolato con il metodo di Bishop. I coefficienti di sicurezza calcolati con gli altri metodi hanno valori del tutto analoghi (vedi tabulati di calcolo).

Risultati delle verifiche

In tutte e tre le sezioni esaminate sono stati ottenuti fattori di sicurezza ampiamente superiori al limite di 1,1 indicato dalla normativa delle NTC 2008. Le superfici caratterizzate da un minor coefficiente di sicurezza sono in tutti i casi superfici profonde, sulle quali l'influenza degli scavi e le modifiche della geometria del versante, di entità limitata rispetto ai volumi in gioco, hanno scarso peso.

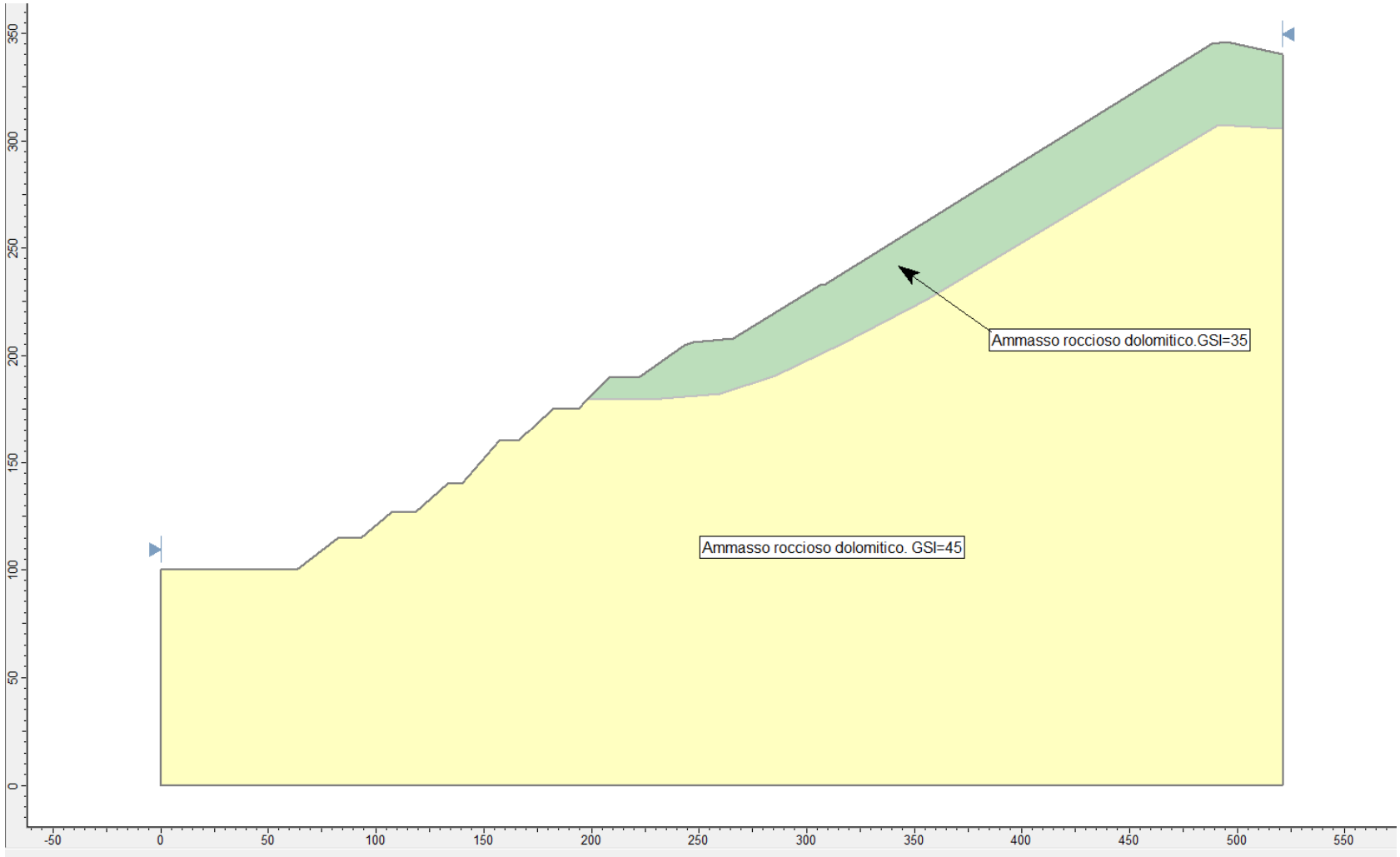


Fig. 11 – Sezione 1-1’ del fronte Est. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche

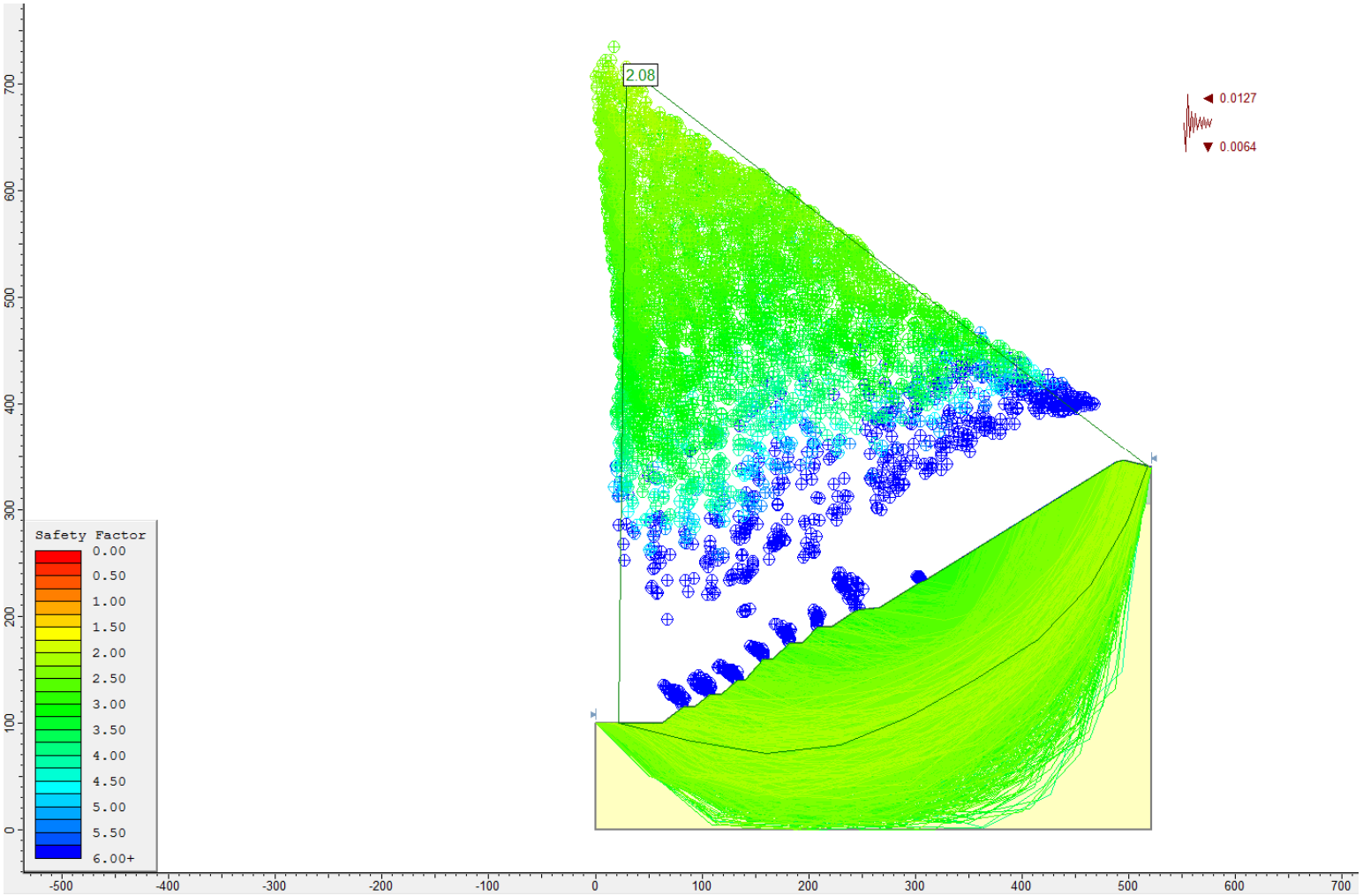


Fig. 12 - Sezione 1-1'. Verifiche di stabilità. E' rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza

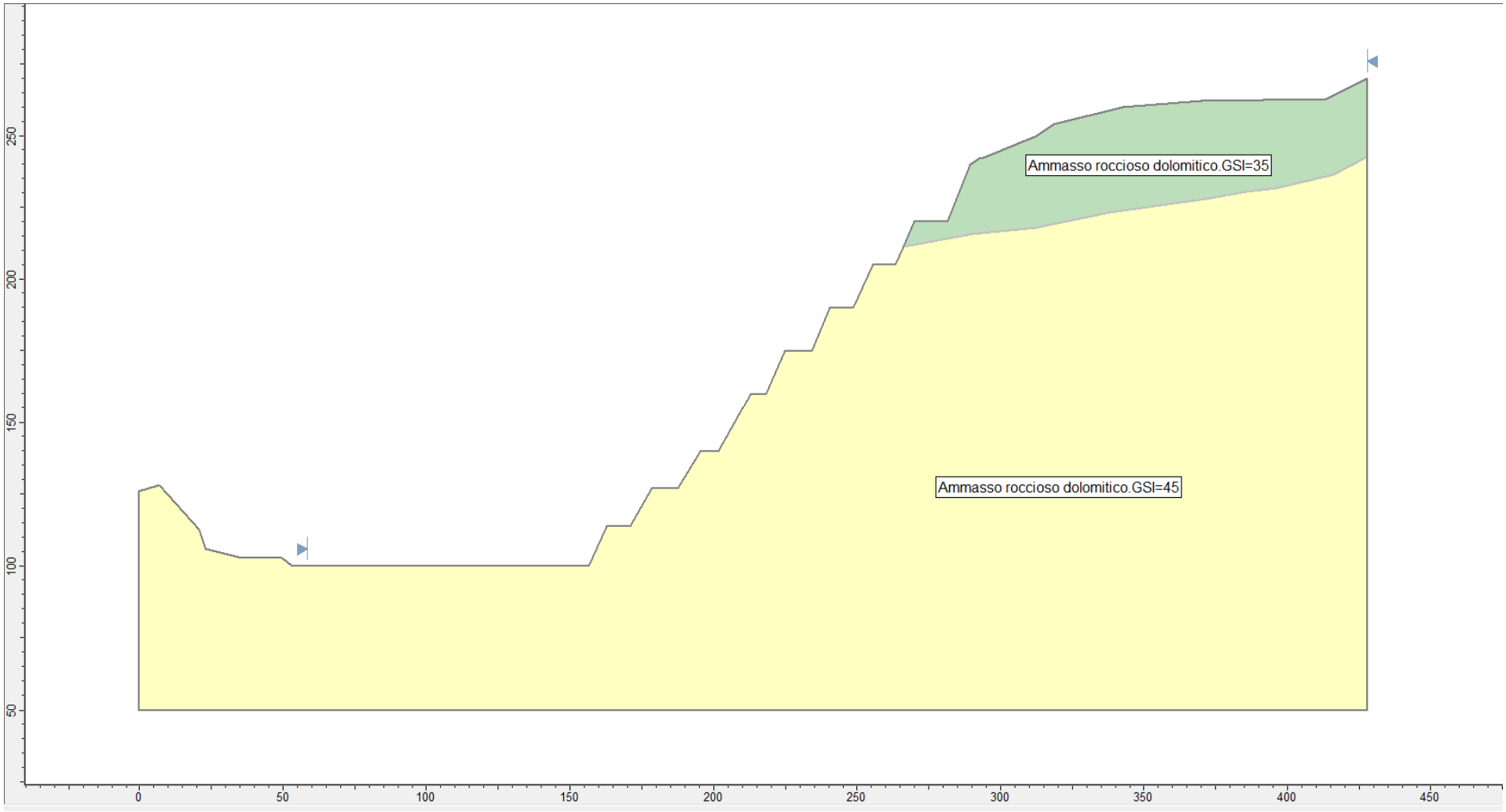


Fig. 13 – Sezione 2-2’ del fronte Est. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche

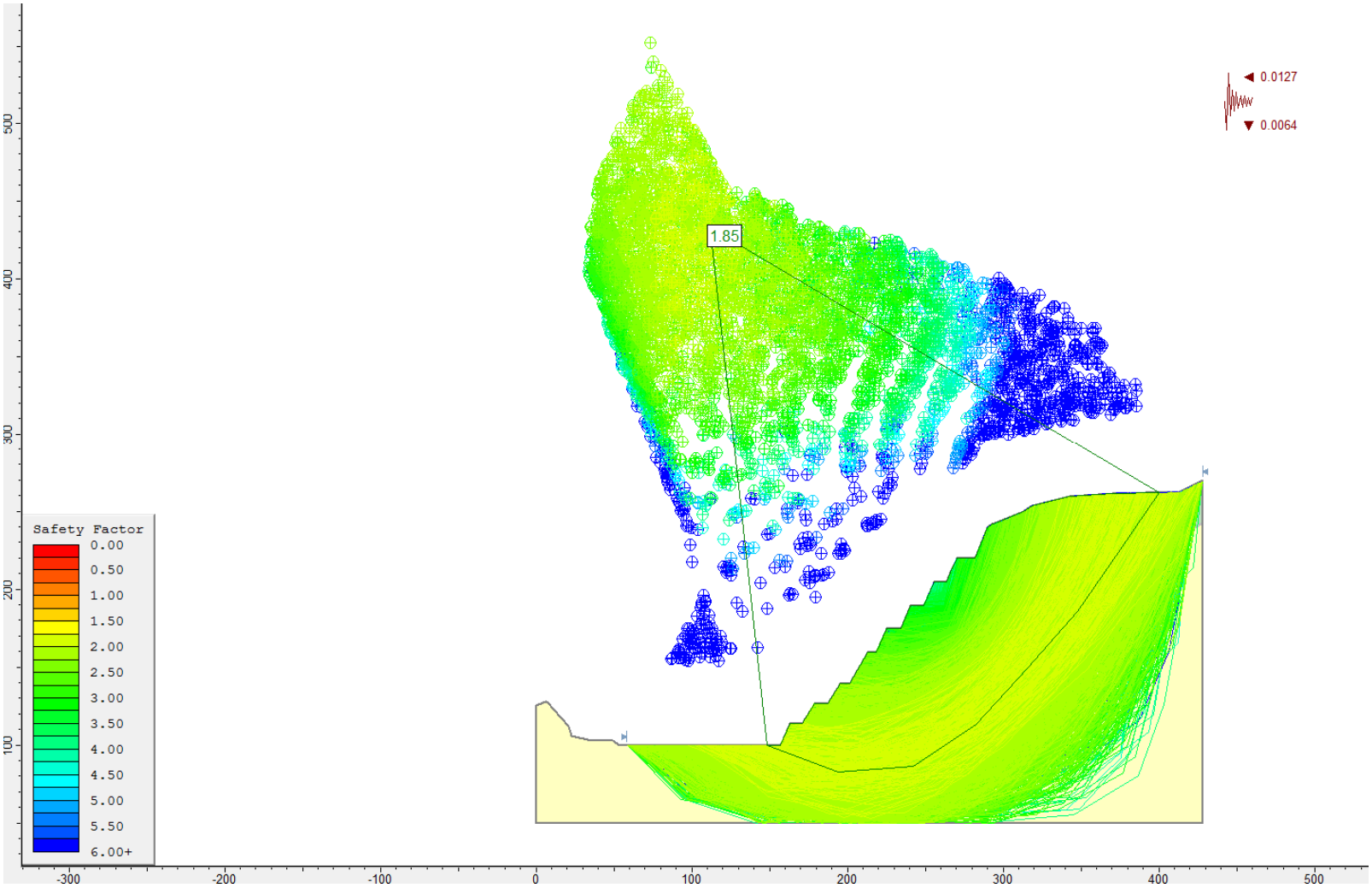


Fig. 14 - Sezione 2-2'. Verifiche di stabilità. E' rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza

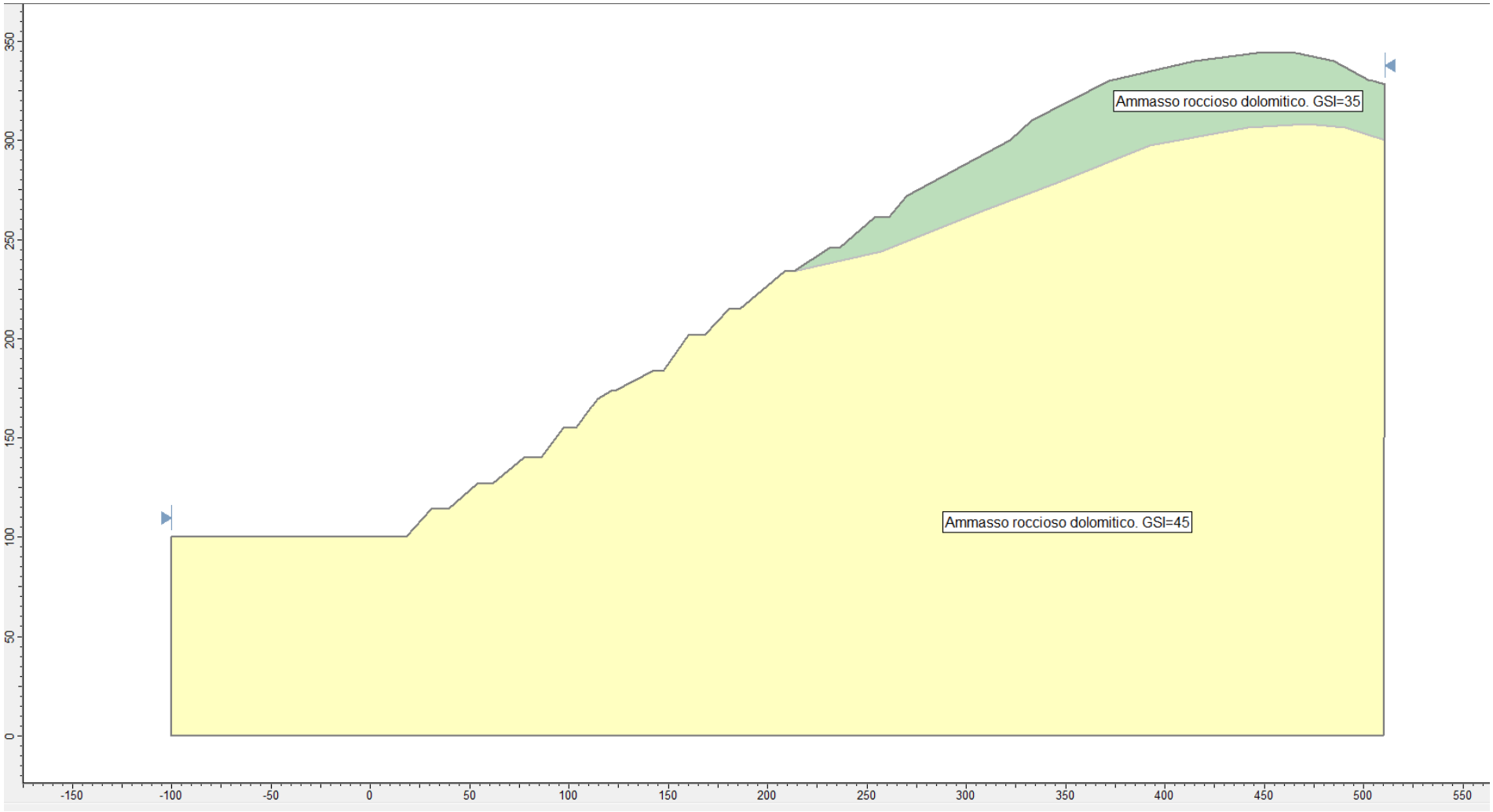


Fig. 15 – Sezione 3-3’ del fronte Sud. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche

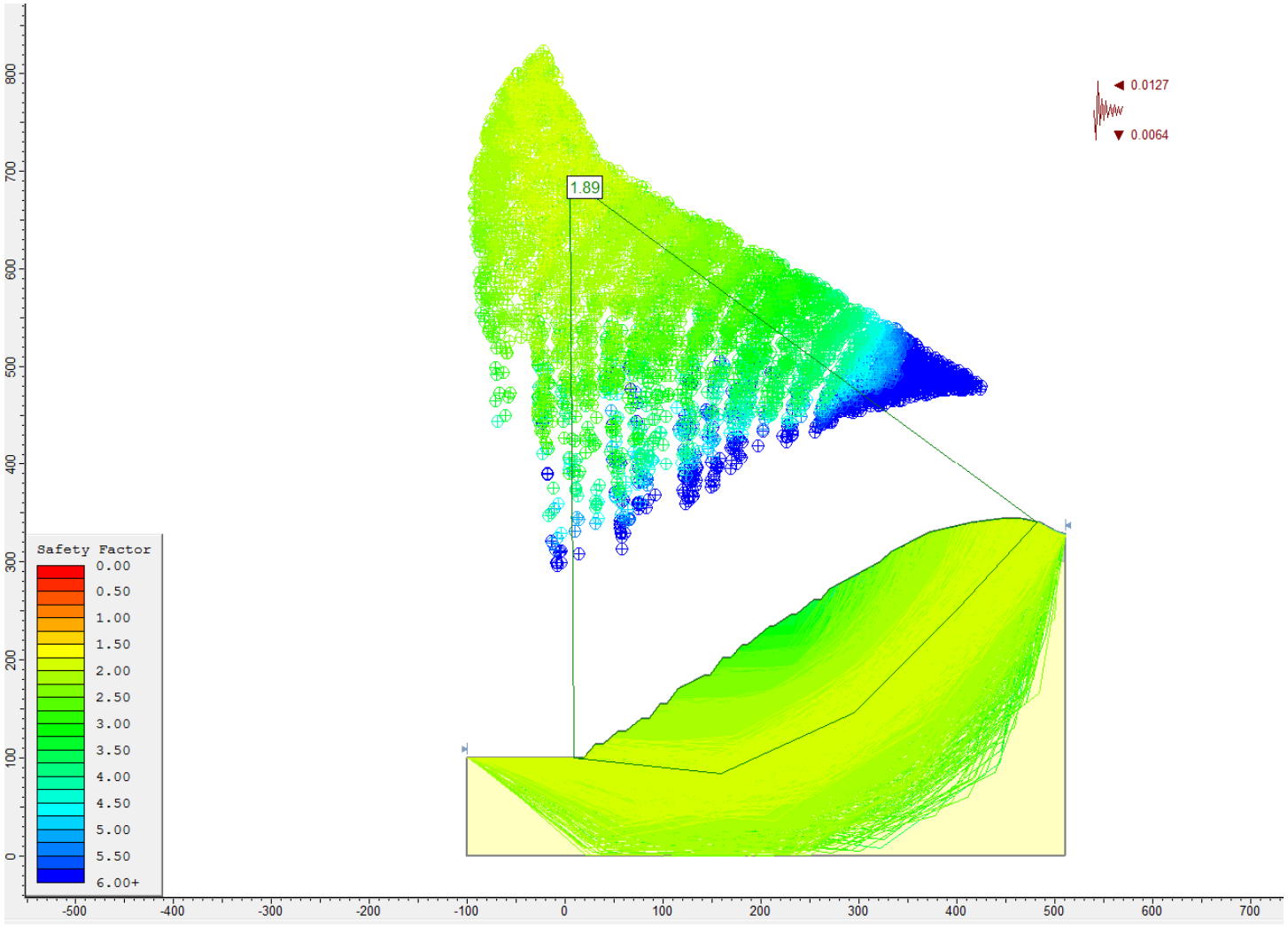


Fig. 16 - Sezione 3-3'. Verifiche di stabilità. E' rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza

3.2.3 Verifiche di stabilità del cumulo di sterili

Introduzione

Nel fronte Ovest il fronte gradonato, scavato nelle dolomie, sarà parzialmente coperto da un rilevato in materiali di riporto, anch'esso gradonato, che assumerà una pendenza media intorno a 27°. I gradoni avranno un'inclinazione leggermente maggiore (di circa 32°). La traccia della sezione rappresentativa è riportata in fig. 10; la sezione stratigrafica è rappresentata in fig. 17.

Caratterizzazione sismica

Gli sterili di cava del cumulo non appartengono alla categoria di suolo A per la quale valgono i parametri sismici a_{max}, k_v e k_h ricavati nella relazione di progetto.

Il profilo stratigrafico del cumulo dei materiali di risulta è assimilabile ai sottosuoli della categoria E. Il parametro di amplificazione stratigrafica SS per suoli di tipo E vale 1,6 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).
Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del cumulo rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.
Poiché mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{max} = SS\ ST\ a_g$$

che, utilizzando i valori di a_g ottenuti nella relazione di progetto e i parametri di amplificazione calcolati per i terreni di categoria E, fornisce i valori di a_{max} riportati nella tabella sottostante.

	SLO	SLD	SLV	SLC
a_{max}	0.0357g	0.0392 g	0.1018 g	0.1332 g

Tabella 3 – Valori di a_{max} ottenuti per i diversi stati limite

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta s\ a_{max}/g$$
$$k_v = 0.5\ k_h$$

in cui k_h è il coefficiente della componente orizzontale della forza, k_v il coefficiente della componente verticale e βs il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella

tabella 7.11.I delle Norme Tecniche per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 in tutti i casi. I valori finali ottenuti sono riportati nella tabella che segue.

	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.0071	0.0078	0.0204	0.0266
k_v	0.0036	0.0049	0.0102	0.0133

Tabella 4 – Coefficienti sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV).

Caratterizzazione geotecnica

Introduzione

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 7.1) il rispetto degli stati ultimi in condizioni sismiche si considera soddisfatto quando siano state eseguite le verifiche relative agli stati limite SLD, stato limite di danno, e SLV, stato limite di salvaguardia della vita.
Non essendo valutabile per un fronte in roccia uno stato limite di esercizio, nelle verifiche di stabilità è stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV.

Parametri geotecnici caratteristici

I materiali di riporto del cumulo sono formati da coltri di copertura e da roccia dello strato superficiale, in minor misura da limi delle vasche di sedimentazione. Si tratta di materiali fortemente eterometrici, con ampia distribuzione granulometrica, che va da ghiaie a sabbie e limi. Nella valutazione dei parametri di resistenza al taglio si è assunta una coesione nulla; la stima dell'angolo d'attrito di picco è basata sui valori indicativi derivati da Lambe e Whitman (1969)[4] per materiali sabbiosi ben assortiti ed addensati. Come parametro caratteristico, tenendo conto della presenza della componente ghiaiosa, è stato assunto uno dei valori centrali dell'intervallo, pari a 40°. I parametri di resistenza del substrato lapideo indicati in tabella sono quelli ricavati dalla classificazione di Bieniawski.

Unità litologica	γ (kN/m^3)	c (kPa)	φ (°)
Sterili di cava	18	0	38-46
Substrato lapideo	27	275	32,5

Tabella 5 – Parametri geotecnici caratteristici

[4] Lambe W. T., Williams R. V. (1969) – *Soil mechanics* – John Wiley & Sons, Inc.

Parametri geotecnici di progetto

Per ottenere i parametri di progetto sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per i fronti di scavo ed i rilevati. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I).

Unità litologica	c (kPa)	φ (°)
Sterili di cava	0	33.9
Substrato lapideo	220	27

Tabella 6 – Parametri geotecnici di progetto

Metodi di analisi

I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nelle versioni di Bishop, Spencer, Lowe - Karafiath e GLE/Morgenstern-Price, per potenziali superfici di scorrimento circolari, con il programma *Slide 5.0* (Rocscience Inc.- Toronto, Canada). Sono stati adottati i parametri geotecnici e sismici definiti nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, è stata ipotizzata la soggiacenza minima compatibile con un coefficiente di sicurezza adeguato (superiore a 1,1). Si osserva che con questa ipotesi la superficie piezometrica risulta posta in prossimità della berma del gradone inferiore (a profondità inferiore a 0,5 m), posizione cautelativa tenuto conto che la permeabilità delle dolomie sottostanti è di grado elevato.

In entrambe le sezioni sono stati calcolati i fattori di sicurezza di oltre 4800 superfici di scivolamento potenziale, distribuite sull'intera sezione rappresentativa. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati nella fig. 18 con aree di diverso colore nel quadrato che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento. Il cerchio riprodotto è relativo al fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

Risultati delle verifiche

I risultati delle verifiche hanno fornito in tutte le superfici esaminate (escludendo le superfici che intersecano il fronte per profondità limitata, dello spessore di circa 1 m) fattori di sicurezza superiori a 1,1. Il rilevato previsto dal progetto è pertanto in grado di garantire le condizioni di sicurezza richieste dalla normativa attualmente in vigore.

I tabulati delle verifiche di stabilità sono riportati in allegato.

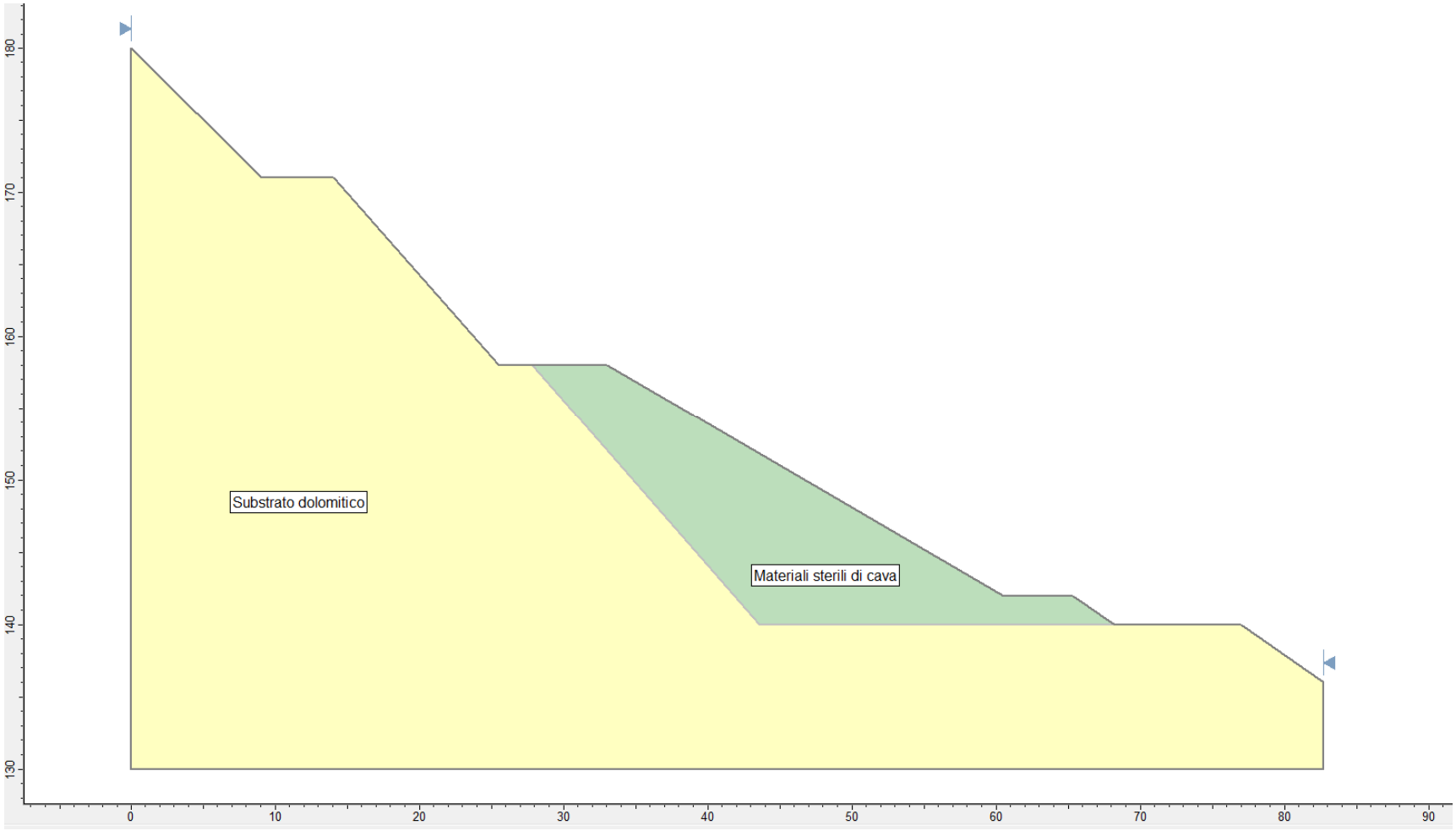


Fig. 17 – Sezione 4-4’ del rilevato in materiali sterili di cava. Caratteristiche geometriche e stratigrafiche

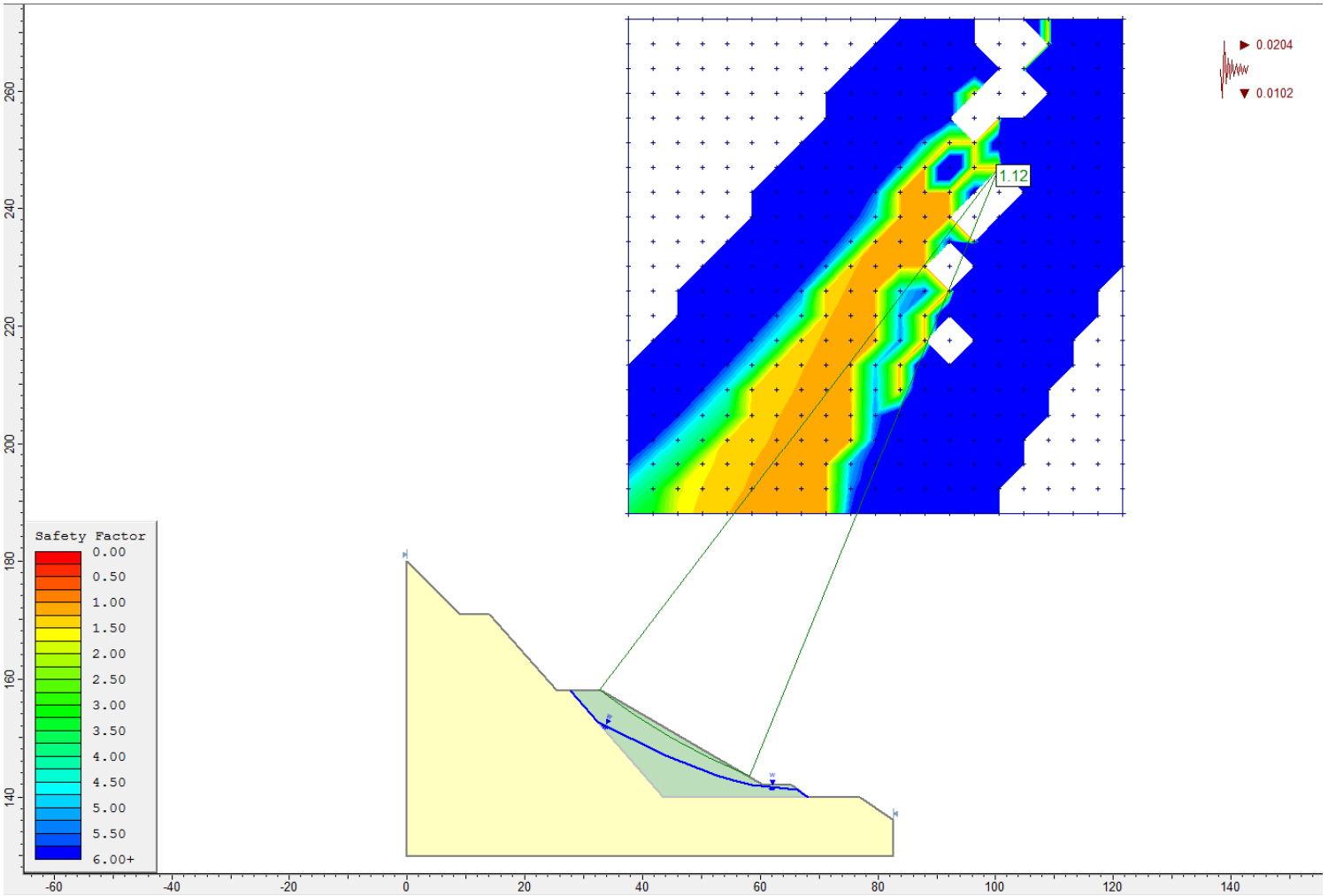


Fig. 18 - Sezione 4-4' del rilevato in materiali sterili di cava. Verifiche di stabilità. E' rappresentato il valore minimo del coefficiente di sicurezza

3.3 Approfondimenti su reticolo idrografico e regimazione delle acque

Per quanto riguarda i provvedimenti di regimazione e smaltimento delle acque di pertinenza della cava (rete idrica, bacini di accumulo e decantazione, opere di scarico) si fa riferimento a quanto descritto e verificato nel capitolo 5 dedicato alle integrazioni relative alle opere idrauliche.

3.4 Scenari alternativi di recupero ambientale

Il progetto proposto si inserisce in un sito in cui l'intenso sfruttamento operato in passato ha da un lato coinvolto buona parte della superficie destinata all'attività estrattiva e dall'altro lato ha originato delle morfologie non più modificabili per raggiunti limiti di ampliamento e per scarsa possibilità di accesso. I lavori eseguiti hanno peraltro rispettato le geometrie del progetto autorizzato, che prevedevano sostanzialmente: un fronte principale, esposto a Nord, modellato a gradoni, con pendenza media della superficie di inviluppo di circa 35° e un fronte secondario esposto a Ovest ,modellato ancora a gradoni, con pendenza media della superficie di inviluppo di circa 45°. Sul primo fronte esisteva la possibilità, disponendo di sufficiente materiale terroso, di realizzare un recupero a verde esteso in parte anche alle alzate, sul secondo la possibilità di recupero si limitava alle pedate.

I risultati ottenuti in termini di rimodellamento e di stabilizzazione delle superfici sul fronte principale a minore acclività sono soddisfacenti; i risultati in termini di recupero del verde sono accettabili, tenuto conto delle condizioni difficili di disponibilità di terreno e di umidità. Non si hanno ancora esempi di recupero affermato sui fronti a pendenza più elevata non ancora arrivata ad esaurimento, ma si deve ritenere che, mantenendo le condizioni del progetto autorizzato, su tali superfici l'obbiettivo di un recupero efficace sia piuttosto difficile.

Sulla base di tali considerazioni nel nuovo progetto è stata valutata, e successivamente adottata, la soluzione di un modesto ampliamento della superficie di coltivazione sul settore Est e nel contempo di un rimodellamento finale più morbido, tale da compensare la maggior superficie compromessa con un più efficace recupero a verde. In tal modo nell'ambito di un'area un po' più ampia, ma sempre all'interno dei limiti di Piano Cave, è stato possibile elaborare un disegno del fronte con inclinazione media intorno a 32-33°, idoneo per attuare mediante riporto la ricopertura completa della superficie di roccia nuda e ripristinare un profilo del pendio finale continuo, privo di gradonatura; sulla superficie così preparata sarà poi possibile ricostituire una copertura vegetale completa. Il

rimodellamento del fronte è previsto con l'utilizzo di limi di lavaggio provenienti dall'impianto di lavorazione e di terre e rocce da scavo provenienti dall'esterno.
In sintesi la soluzione proposta consegue i seguenti vantaggi: ridurre significativamente l'esposizione di superfici rocciose nude, eliminare in un settore piuttosto visibile della cava gli elementi di più evidente artificialità, realizzare un buon raccordo morfologico e vegetazionale con il versante naturale limitrofo, garantire una buona stabilità delle superfici residue, favorire l'innesco di fenomeni di propagazione spontanea della vegetazione anche sulle parti più difficili dei fronti vicini a partire dal nucleo insediato in un settore più favorevole.

Un altro elemento qualificante del progetto proposto riguarda le sistemazioni intensive previste per alcune specifiche situazioni sia su aree già esaurite sia sulle nuove aree di intervento.
Rientrano in questo quadro innanzitutto le sistemazioni previste sulla fascia inferiore del fronte principale già esaurito e rimodellato, sulla quale è stato proposto, anche a fini di riqualificazione naturalistica, la realizzazione di isole di vegetazione autoctona mediante posa di palizzate e georete, riporto di terra e messa dimora di piote esrbose, ripristinando nel contempo l'impianto di irrigazione per garantire un minimo tenore di umidità. Sempre nell'ambito delle sistemazioni intensive si prevedono poi opere di consolidamento e stabilizzazione a carico delle scarpate stradali, delle vie d'acqua e delle scarpate del cumulo di limi, da attuare mediante gradonate di cespugli.

Gli interventi di recupero morfologico e vegetazionale saranno accompagnati da una programma di regimazione delle acque meteoriche, oggi soggette , almeno in parte, a ruscellamento non controllato, mediante la ricostituzione della rete idrica naturale integrata da ulteriori opere di trattenuta del trasporto solido e di regolazione delle portate.

Va rilevato infine che il progetto proposto prevede lo smantellamento di tutte le strutture impiantistiche e di servizio, la sistemazione, il recupero a verde e la restituzione alle dinamiche naturali delle relative aree residue.

In conclusione si ritiene che gli interventi proposti ai fini del recupero ambientale della cava costituiscano l'unico scenario alternativo possibile rispetto al progetto autorizzato, tenuto conto delle possibilità offerte oggi dalle tecniche correnti sperimentate e/o proponibili per il caso specifico, delle condizioni attuali del sito e della sostenibilità economica dell'operazione a fronte del modesto volume di materiale ancora estraibile dal giacimento

4. QUESITI POSTI DAL SETTORE URBANISTICA E TUTELA DEL PAESAGGIO DELLA REGIONE LIGURIA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera prot. n. PG/2013/157687 del 27/09/2013.

4.1 Chiarimenti in merito alla variante proposta

La cava nell'ambito delle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava (PTRAC) è stata attribuita alle cave di tipo A, per le quali il Piano valuta positivamente *"la situazione in atto, con riferimento alla definitiva sistemazione progettuale, … senza peraltro ammettere ulteriori ampliamenti dell'attività di coltivazione già autorizzata … sono pertanto consentiti esclusivamente quegli interventi compatibili con l'autorizzazione già rilasciata o che comportino modifiche esclusivamente volte al miglioramento qualitativo, anche tramite l'introduzione di nuove tecnologie di coltivazione e di sistemazione ambientale … "*

Per inquadrare la variante proposta rispetto al progetto autorizzato e in parte rilevante già realizzato dal precedente titolare dell'autorizzazione si ripropone di seguito quanto argomentato nel capitolo 3.1.3 del SIA relativamente alle modalità di sfruttamento e sistemazione finale del sito.

I vincoli posti dalla condizione attuale dei fronti e delle piste di accesso non consentono margini significativi di scelta per quanto riguarda le modalità di coltivazione e la geometria finale dei fronti.
E' stata pertanto formulata una prima ipotesi che rientra nei limiti di ampliamento previsti nel progetto autorizzato e ne rispetta la geometria originaria, in particolare:

- *per il settore inferiore del fronte esposto a NNE, tra le quote 140 e 100: prosecuzione del profilo finale realizzato a gradoni alti circa 15 m e larghi 5-8 m per ottenere un'inclinazione media della superficie di inviluppo intorno a 35°*
- *per il settore inferiore del fronte esposto a W, tra le quote 230 e 100: realizzazione di un profilo finale a gradoni alti 15 m e larghi 5-8 m per ottenere un'inclinazione media della superficie di inviluppo intorno a 45°.*

Secondo tale soluzione l'attività di coltivazione si svilupperebbe entro spazi piuttosto limitati e caratterizzati da evidenti difficoltà operative; inoltre le operazioni di recupero ambientale sarebbero penalizzate dalla elevata inclinazione del fronte finale e comporterebbero il rischio di una scarsa efficacia di sistemazione e mascheramento delle superfici artificiali.

A fronte di queste difficoltà è stata elaborata una seconda ipotesi che prevede da un lato un limitato ampliamento dell'area di coltivazione, rimanendo sempre ampiamente nei limiti di Piano Cave, e dall'altro lato una riduzione sensibile dell'inclinazione finale del fronte (con valori variabili da 32° a 35°); tale geometria

consente di operare con la coltivazione e il recupero ambientale in spazi più ampi e di rimodellare il fronte residuo con un cospicuo riporto di materiale sterile e con una ricopertura di terreno agrario idonea per la ricostituzione dello strato vegetale. Con tale soluzione si ritiene possibile perseguire un efficace mascheramento delle superfici residue di roccia per il fronte che si affaccia sul percorso autostradale con conseguente netto effetto di mitigazione dell'impatto visivo.

Si tratta evidentemente di una soluzione migliorativa rispetto alla soluzione proposta nel progetto autorizzato e pertanto è stata recepita nel presente progetto.

Va rilevato che la soluzione proposta non comporta incrementi di volume estraibile rispetto al volume residuo autorizzato, essendo il modesto ampliamento di superficie coinvolta compensato da una riduzione dell'inclinazione finale del fronte[5].
La soluzione proposta si pone quindi nel solco degli indirizzi stabiliti dal PTRAC e rientra senz'altro nei parametri di una variante non sostanziale.

Per quanto riguarda l'area enucleata al centro del piazzale di cava si rileva trattarsi di un'area in disponibilità di un'impresa esterna sulla base di una Concessione comunale stipulata nel 2001 per una durata ventennale.
Per quanto riguarda i rapporti e le interferenze tra le due attività ricadenti nello stesso ambito si veda quanto illustrato nel capitolo 10.4.

4.2 Confronto tra progetto autorizzato e nuovo progetto

Nel disegno D15 viene proposta per confronto la sovrapposizione delle cartografie relative a: situazione finale del progetto attualmente autorizzato, situazione attuale ricavata mediante aerofotogrammetria e situazione finale proposta con il presente progetto. Le diverse situazioni sono rese evidenti mediante tratti di colore diverso, rispettivamente nero (finale progetto autorizzato), verde (situazione attuale) e rosso (finale presente progetto).
Dal confronto tra le diverse carte si osserva che il progetto autorizzato è stato sviluppato all'interno dei limiti di coltivazione stabiliti originariamente; pur tenuto conto dell'approssimazione del rilievo topografico originario e della conseguente approssimazione della rappresentazione cartografica del progetto, non si rilevano tuttavia difformità di rilievo tra configurazione del terreno prevista dal progetto e configurazione attuale desunta dal rilievo aerofotogrammetrico.

[5] il volume estraibile calcolato nel presente progetto ammonta a 950.000 m^3, inferiore al volume di 1.020.000 m^3 circa valutato ufficialmente per conto del Comune di Vado L. mediante confronto tra progetto autorizzato e rilievo di dettaglio eseguito nel dicembre 2010, in una configurazione sostanzialmente corrispondente alla situazione attuale, essendo trascurabili i lavori di scavo eseguiti successivamente

4.3 Confronto tra limiti del progetto autorizzato, del nuovo progetto e del PTCP

Nel disegno D16 viene proposta per confronto la sovrapposizione sul rilievo aerofotogrammetrico attuale dei diversi limiti territoriali concernenti l'area interessata dal progetto:

- limite dell'area destinata a cava (Ca) secondo il Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava (PTRAC) e secondo il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP)
- limite di coltivazione attualmente autorizzato
- limite di coltivazione proposto nel presente progetto
- limite dell'area ottenuta in Concessione dal Comune per sfruttamento di cava
- limite dell'area interna alla Concessione in disponibilità ad altra impresa.

Il progetto proposto si sviluppa all'interno dell'area destinata ad attività estrattiva coerentemente con i vincoli posti dalla pianificazione territoriale.

4.4 Chiarimenti in merito alle fasi di intervento

Nel disegno D10 vengono illustrate in dettaglio le fasi di coltivazione con particolare riguardo alle fasi iniziali concernenti la preparazione degli spazi necessari per l'installazione dell'impianto di lavorazione degli inerti e l'impostazione della coltivazione nel settore Est della cava.

Nella fase di preparazione viene rappresentato in particolare il rimodellamento del deposito di limi esistente nel settore Ovest della cava tra le quote 140 e 155 circa: l'intervento ha semplicemente lo scopo di migliorare il tratto inferiore della pista di arroccamento, realizzando una rampa su riporto dotata di dimensioni e pendenza idonea per il transito dei mezzi di cava.
L'intervento comporterà la riprofilatura della scarpata attuale mediante un leggero arretramento per ricavare una rampa obliqua ed un gradino alla sommità; tutte le nuove scarpate di scavo saranno modellate secondo pendenze stabili ed idonee per il successivo recupero a verde.

A partire dalla nuova rampa, per l'accesso alla sommità del fronte Est sarà utilizzata la pista esistente, impostata in prossimità dell'impluvio del Rio Fornaci, transitando sulle diverse pedate dei gradoni esauriti.
La coltivazione del settore Est sarà effettuata a partire dall'alto, procedendo per ribassi successivi di singole fette di 15 metri di spessore; il materiale abbattuto sarà inviato attraverso un cono di gettito al piazzale intermedio di

quota 140-135 m, da cui sarà ripreso per l'alimentazione dell'impianto di frantumazione.
All'esaurimento di ogni fetta di coltivazione sarà effettuato il rimodellamento definitivo, secondo la geometria di progetto, della relativa alzata ed il recupero ambientale della superficie finale (vedi dis. D10 – fase intermedia di coltivazione).

A partire dalla fase intermedia sopracitata la coltivazione procederà secondo lo schema impostato nelle fasi precedenti, coinvolgendo gradualmente il settore centrale per raggiungere con i ribassi la quota minima 100 m, limite inferiore di sfruttamento (vedi dis. D04 del progetto originario).
I lavori di rimodellamento e recupero ambientale procederanno in immediata successione ai lavori di coltivazione, rilasciando ad ogni ribasso una nuova porzione di fronte sistemata in via definitiva. Considerando che le superfici di cava maggiormente responsabili dell'impatto visivo sono quelle relative ai fronti superiori, mentre la fascia inferiore della cava già oggi non è quasi percepibile dai punti di vista più significativi della zona (percorso autostradale e zona abitata di S. Ermete), si può affermare che, una volta raggiunta la quota della spianata intermedia (quota 140 m), l'impatto residuo della cava sarà sensibilmente ridotto, grazie alla copertura visiva del cantiere attivo, e sarà destinato a ridursi ulteriormente in conseguenza della graduale affermazione delle opere a verde introdotte con gli interventi di recupero.

4.5 Approfondimento sulla zonizzazione della cava

La rappresentazione della destinazione delle aree di cava durante l'evoluzione dei lavori in progetto è rappresentata nei diss. D10 e D11.
In particolare nel dis. D10, in funzione delle esigenze emergenti nel corso dei lavori, sono rappresentati in corrispondenza delle due fasi intermedie salienti:

- l'ubicazione degli impianti di lavorazione in progetto
- l'ubicazione dei fabbricati di servizio
- i cumuli di stoccaggio dei prodotti finiti
- i cumuli di stoccaggio temporaneo dei limi di lavaggio (da riutilizzare in miscela con inerti di basso pregio o per rimodellamento dei fronti) e del terreno agrario (da riutilizzare per recuperi ambientali)
- il cantiere attivo
- le superfici già oggetto di recupero.

Nel dis. D11, corrispondente alla situazione finale di recupero, oltre alla zonizzazione delle opere a verde estesa a tutta la superficie in Concessione,

viene evidenziato l'avvenuto smantellamento degli impianti e delle strutture di servizio alla cava.

4.6 Approvvigionamento del terreno agrario

Nella relazione illustrativa del progetto è stato elaborato il computo delle opere previste per il recupero ambientale di tutta l'area di cava al termine dei lavori di coltivazione.
Per la preparazione dello strato agrario destinato ad ospitare la vegetazione di ripristino è previsto il riporto di un volume totale di circa 6.000 m^3 di terreno vegetale, di cui una quota pari a 3.500 m^3 sarà recuperata con le operazioni di scopertura dell'area non ancora toccata dalla coltivazione pregressa. Tale materiale sarà asportato gradualmente e movimentato nel corso delle fasi di coltivazione, privilegiando l'utilizzo immediato, senza stoccaggio temporaneo, sulle porzioni di fronte esaurito da sottoporre a recupero definitivo.
Per quanto riguarda la quota di volume mancante, pari a circa 2.500 m^3, l'approvvigionamento sarà garantito da forniture esterne derivanti da lavori di impresa della ditta titolare e, se necessario, da acquisizioni da imprese terze autorizzate alla messa in riserva e recupero di terre e rocce da scavo.

4.7 Approfondimenti sull'impatto paesaggistico del fronte Est

La richiesta di approfondimento si riferisce alla previsione di ampliamento della coltivazione sul settore Est ed in particolare al rischio di peggioramento dell'impatto visivo determinato dal coinvolgimento del crinale secondario che delimita oggi la cava verso Est.
L'impatto visivo della cava nelle condizioni attuali e future è stato affrontato nella relazione paesaggistica allegata al progetto, facendo riferimento ai due punti di vista più significativi della zona: il tratto autostradale passante in prossimità del sito e il margine superiore dell'abitato di S. Ermete, situato sul versante opposto alla cava, ad una distanza di circa 1,5 km e ad una quota circa pari alla quota mediana della cava. Si tratta dei soli punti di vista ubicati in posizione frontale rispetto al sito di cava e quindi soggetti al rischio di interferenza da parte della porzione di fronte di neoformazione prevista dal progetto.

Per quanto riguarda la visibilità dall'Autostrada, come mostra l'elaborazione allegata alla Relazione paesaggistica e qui riproposta in fig. 19, per il viaggiatore che transita in direzione Ventimiglia il crinale in esame non risulta visibile, per effetto della copertura determinata da una dorsale minore interposta, né nella situazione attuale né in quella finale; in effetti nella simulazione proposta l'effetto dell'intervento riguarderà

esclusivamente la superficie del fronte oggi visibile, già completamente denudato dai lavori di scavo pregressi, e, grazie ai lavori di rimodellamento e recupero ambientale previsti, comporterà il mascheramento delle forme e lo smorzamento delle tonalità cromatiche chiare della roccia nuda; si tratta quindi di un effetto migliorativo.

Diverso è il discorso per quanto riguarda la vista dalla dorsale sopra S. Ermete. Da questo punto di vista il crinale secondario in questione appare oggi visibile in tutta la sua estensione. Per rendere ragione della superficie di versante ancora vergine coinvolta in fig. 20 vengono individuate l'area interessata dall'ampliamento previsto sul lato Est dal progetto autorizzato e, per confronto, la porzione ulteriore di ampliamento previsto dal presente progetto; gli stessi limiti sono riportati, per rendere conto della percezione visiva, su una fotografia della situazione attuale. Dal confronto si osserva che il progetto autorizzato coinvolgerebbe la parte medio-superiore del crinale (vedi delimitazione sulla foto), limitando fortemente la possibilità di arretramento e rimodellamento del fronte: il pendio finale definitivo fattibile in tale condizione avrebbe necessariamente un profilo a gradoni, inclinato mediamente a 45° ed è recuperabile a verde solo in corrispondenza delle pedate residue. Per contro il progetto proposto, attraverso un maggior ampliamento sul crinale in oggetto, consente di ridurre drasticamente l'inclinazione finale del fronte, portandola tra 30° e 35° e dando la possibilità di ripristinare mediante riporto un pendio a profilo continuo e di attuare un recupero morfologico e vegetazionale molto più incisivo ed efficace ai fini della riduzione dell'impatto visivo. La conferma si può avere con l'esame della configurazione finale del fronte rappresentata nella elaborazione fotografica di fig. 21.
Sulla base degli elementi di giudizio esposti si ritiene che ai fini della riduzione dell'impatto visivo la soluzione proposta sia migliorativa rispetto all'originaria soluzione progettuale.

4.8 Chiarimenti in merito ai manufatti esistenti e in progetto

Al fine di poter compiutamente rispondere a quanto richiesto, precisando che l'area non è di proprietà della ditta richiedente e quindi la stessa richiedente non è a conoscenza a priori della situazione urbanistica dei fabbricati esistenti, non avendoli mai avuti in concessione prima d'ora, è stata condotta una ricerca, il più possibile approfondita, presso gli archivi comunali in merito a tutto quanto abbia interessato l'area in esame nel corso degli anni.
Dalla ricerca sono risultati di particolare interesse i seguenti progetti:

- **Progetto rinnovo autorizzazione cava - anno 1990**, conclusosi con autorizzazione della Giunta Reg. Liguria n. 3619 del 26/07/1991
- **Progetto di sanatoria - anno 2010**, SCIA prot. 19031 del 12/11/2010.

Si riportano in allegato gli elaborati più significativi (All. 4/1, 2, 3).
Dall'analisi di detta documentazione si è potuti arrivare alle conclusioni richieste.

Stato attuale – Manufatti esistenti

Durante il sopralluogo del mese di Dicembre 2013 all'interno dell'area in concessione alla ditta Giuggia Costruzioni sono stati rilevati i seguenti manufatti (All. 4/4).

Zona ingresso cava

- n. 1 fabbricato destinato a servizi, ad un piano fuori terra, in muratura
- n. 3 tettoie a struttura metallica, a ridosso del fabbricato servizi
- piccola porzione di n. 1 tettoia (verso cabina elettrica)
- predisposizione a terra di n. 1 pesa e n. 1 lavaggio mezzi
- n. 4 vasche di raccolta e decantazione acque.

Cava - primo gradone di coltivazione

- n. 1 cabina elettrica
- basamenti in c.a. (verosimilmente ospitanti i macchinari del precedente gestore).

Si precisa che, ancora negli ultimi mesi, il precedente gestore ha completato la rimozione di manufatti ovvero installazioni/impianti all'interno dell'area in concessione oggetto del presente studio.
Pertanto si è ritenuto di attestare la situazione come effettivamente rilevabile al mese di Dicembre 2013.

Manufatti autorizzati

Dalle verifica puntuale dei progetti di archivio risulta come tutti i manufatti esistenti, come rilevati durante sopralluogo in sito nel mese di Dicembre 2013, parrebbero essere autorizzati.
Si afferma ciò in virtù del fatto che detti fabbricati sono rappresentati negli elaborati del progetto di rinnovo autorizzazione della cava dell'anno 1990 (successivamente autorizzati con Delibera della Giunta Reg. Liguria n. 3619 del 26/07/1991), ed alcuni sono già presenti nelle tavole di stato attuale del progetto del 1990 (e quindi a rigor di logica già autorizzati in precedenza).

Il progetto di sanatoria di cui alla SCIA prot. 19031 del 12/11/2010 evidenzia con chiarezza la presenza di altri manufatti, evidentemente realizzati dal precedente gestore in assenza di tutte o alcune delle preventive autorizzazioni di legge.
Si precisa però come questi manufatti "sanati" di fatto non sono stati rilevati durante il sopralluogo di Dicembre 2013, risultando quindi essere stati rimossi.

Manufatti in progetto

In funzione delle esigenze operative della richiedente ditta Giuggia Costruzioni si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- demolizione del basso fabbricato e delle n. 3 tettoie esistenti in zona accesso cava
- realizzazione di un fabbricato a due piani fuori terra di dimensioni in pianta pari a circa 8.60 m x 8.00 m, destinato ad ospitare gli uffici (piano terra) e gli spogliatoi (piano primo); si prevede la realizzazione di una struttura portante in acciaio e tamponamenti in muratura del tipo a cassa-vuota finita ad intonaco
- realizzazione di una tettoia di dimensioni in pianta pari a 17.10 m x 7.85 m, destinata ad ospitare uno spazio coperto per la manutenzione dei mezzi d'opera, comprensivo di un piccolo locale di ricovero attrezzature e un wc di servizio; si prevede la realizzazione di una struttura portante in acciaio e tamponamenti laterali, copertura e faldaleria in pannelli in lamiera coibentata preverniciata
- re-installazione di n. 1 pesa, nella stessa sede in cui era stata installata dal precedente gestore
- basamenti in c.a. in opera e strutture accessorie degli impianti di produzione inerti e filtropressa, a servizio dell'attività di cava.

Si prevede di mantenere le vasche di raccolta e decantazione delle acque e la cabina elettrica posta sul primo gradone di coltivazione della cava.
Per una migliore comprensione del testo si rimanda all'allegata tavola di sintesi, contenente la situazione generale con il rilievo dello stato attuale, il progetto e la situazione di confronto dei manufatti.
Per i due nuovi fabbricati di servizio si rimanda alla tavola di progetto di dettaglio.
Tutte le tavole di progetto sono riportate in formato ridotto, per una facile e immediata consultazione, nell'allegato 4 del presente testo e in formato originale nella documentazione monografica contenuta come fascicolo a sé stante nel dossier delle integrazioni.

Destinazione dei manufatti a fine intervento

Alla scadenza della concessione la ditta richiedente procederà a rimuovere le nuove strutture realizzate.

4.9 Tutela della fruibilità della Strada vicinale Trevo

E' stata fatta la verifica del tratto della Strada Vicinale Trevo che contorna, prima sul lato Est quindi sul lato Sud, la cava. Si tratta di una strada sterrata, priva di protezioni e segnalazioni particolari, utilizzata prevalentemente da mezzi fuoristrada.
Nel tratto compreso tra i punti quotati 240,605 m e 255,406 m, in cui si ha la minima distanza tra limite di cava e piano viabile, la strada è separata rispetto al ciglio del fronte superiore mediante una fascia di bosco di media taglia della larghezza di circa 5 metri.
Per segnalare la presenza della cava, impedire l'accesso di persone estranee e materializzare il limite della carreggiata per la sicurezza dei veicoli in transito si prevede di installare una recinzione metallica alta 2 metri lungo il ciglio stradale nel tratto di circa 240 metri rappresentato in fig. 22. Lungo tutto il tratto indicato saranno inoltre posti i cartelli ammonitori previsti dalla normativa, a distanze tali da consentirne la visibilità continua per tutto il percorso.

4.10 Approfondimenti sulle trasformazioni dell'assetto del piazzale di base e proposte di mitigazione

Partendo dalle sezioni di progetto C-C'e E-E', ricadenti entro il corridoio di visuale aperto sulla cava, sono stati prolungati i relativi profili per comprendere i possibili punti di vista soggetti a disturbo o interferenza visiva da parte degli interventi previsti sul piazzale di base e sulla fascia inferiore del fronte (vedi dis. D13).
Le sezioni mostrano, come peraltro immediatamente percepibile dalle riprese fotografiche di figg. 19 e 21, che il piazzale di base e i fronti inferiori non sono visibili a causa dell'interposizione di barriere morfologiche naturali; in particolare non è visibile l'impianto di lavorazione attuale.

Come già illustrato nel precedente capitolo 4.7, dai punti di vista più significativi esaminati la parte inferiore della cava è in buona parte coperta alla vista e conseguentemente lo sono anche tutte le attività che si svolgeranno a livello del piazzale di base; faranno eccezione le strutture dei nuovi impianti poste a quote superiori a 15-20 metri sul piazzale, che emergeranno parzialmente alla vista per un breve tratto del percorso autostradale. Come già spiegato e come illustrato nelle elaborazioni

fotografiche, si tratta di un impatto marginale, difficilmente apprezzabile nel contesto paesaggistico locale.
In tali condizioni, non essendo proponibili mitigazioni mediante quinte morfologiche o vegetali, si conferma la proposta di utilizzare per la verniciatura e il tamponamento delle strutture tonalità di colore scelte con la finalità di mimetizzare le superfici artificiali con le tonalità dello sfondo locale.

4.11 Integrazioni del progetto di sistemazione finale

Nel disegno D11 sono rappresentati in dettaglio e con riferimento alle diverse aree di cava gli interventi di recupero ambientale e le opere di sistemazione previste.
In particolare nel disegno sono rappresentati:

- la morfologia finale, a curve di livello, delle superfici dei fronti residui e del piazzale, compresa la demolizione delle strutture impiantistiche
- la zonizzazione delle aree di recupero in funzione della giacitura e dell'esposizione delle superfici
- gli schemi, in pianta e viste assonometriche, della disposizione degli impianti vegetali
- la rete idrica definitiva e lo schema di realizzazione delle vie d'acqua protette sui fronti residui.

La rappresentazione fornita fa riferimento alla descrizione dettagliata riportata nei capitoli specifici della relazione illustrativa del progetto.

5. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO CONCESSIONI E AUTORIZZAZIONI IDRAULICHE DELLA PROVINCIA DI SAVONA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera dello 01/10/2013 pratica n. 3978/1.

5.1 Raffronto su base CTR della rete idrica attuale e degli originali sedimi demaniali

Nel disegno D 17 per rendere evidente la situazione della rete idrica sul versante che ospita la cava vengono fornite per confronto le cartografie di progetto inserite sulla base della Carta Tecnica Regionale con sovrapposizione degli alvei demaniali risultanti dalla carta catastale:

- carta della situazione attuale con relativa rete idrica
- carta della situazione finale con relativa rete idrica in progetto
- sovrapposizione delle due carte precedenti.

Al di là delle possibili differenze dovute alla precisione dei diversi rilievi topografici, risulta evidente come i lavori di coltivazione del passato abbiano coinvolto e modificato l'assetto dell'idrografia, in particolare dell'alveo del Rio Fornaci. Le difformità più evidenti riguardano il tratto intercettato dal piazzale di base e dalle relative strutture impiantistiche.

Dato che l'assetto originario non è più ripristinabile nella configurazione oggi raggiunta dalla cava, nel progetto si prevede di mantenere la rete attuale nel corso dei lavori e di ricostituire al termine dei lavori una rete con un assetto variato, ma funzionale alle condizioni idrauliche della rete naturale di monte e di valle.
E' stata già avviata la predisposizione della documentazione necessaria per la regolarizzazione dal punto di vista normativo dell'occupazione dei sedimi demaniali e della garanzia di funzionalità della rete artificiale esistente.

5.2 Raffronto su base catastale della rete idrica attuale e degli originali sedimi demaniali

Nel disegno D 18 ad integrazione delle cartografie proposte nel capitolo precedente viene illustrato su base catastale l'assetto della rete idrica nella situazione attuale e in quella finale di progetto.
Le due situazioni vengono illustrate per confronto prima separatamente e poi in sovrapposizione; sulle diverse carta, oltre alla rete idrica, vengono riportati i limiti di coltivazione raggiunti oggi e quelli finali di progetto.
La cartografia rende ragione delle difformità già evidenziate con la rappresentazione illustrata nel precedente capitolo.

5.3 Integrazioni sulle opere idrauliche

L'area estrattiva si posiziona in una piccola vallata del versante destro del T. Segno.

Dal punto di vista demaniale è individuato il Rio Fornace, anche se nella zona della cava ed in quella immediatamente a monte l'apporto idrico risulta parcellizzato secondo tre direttrici principali.
Tali principali direzioni di deflusso sono evidenziate nell'allegata fig. 23 alla scala 1 : 5.000.
L'intero bacino del Rio Fornace, come sopra indicato, presenta alla confluenza con il T. Segno una estensione poco inferiore a 1.2 km^2.
In linea di principio è da considerare che l'area di cava, quale risulta dall'attività ultratrentennale si inserisce nel contesto nel contesto del bacino imbrifero senza alterarne i contorni o modificarne sostanzialmente il regime.
Anzi, la conformazione della cava, con la presenza di piazzali e gradoni tende a ridurre nel complesso l'energia del deflusso idrico a valle della zona in esame, ove il Rio Fornace si incassa notevolmente con sponde marcatamente incise, profonde alcune decine di metri, prima di confluire nel T. Segno con un percorso di circa 700 m a valle della cava.

Sul margine Ovest della cava è tutt'ora presente un alveo che percorre solo in parte il tracciato individuato a catasto come area demaniale.

È da evidenziare che ogni ulteriore sviluppo dell'attività estrattiva considerato in progetto, non viene praticamente a modificare l'assetto idraulico generale attuale. In effetti il programma dei lavori riproduce in sostanza il progetto già autorizzato alla "Società Cava Trevo" con scadenza al 2015.

È inoltre da sottolineare che sino ad ora non si sono verificate situazioni particolarmente critiche, data la conformazione generale del versante e la permeabilità del substrato roccioso nel quale si infiltra buona parte delle acque di apporto meteorico.

Nel seguito si descrivono le opere finalizzate alla miglior regimazione idraulica, avuta presente la situazione attuale e la configurazione del versante al termine dell'attività estrattiva.

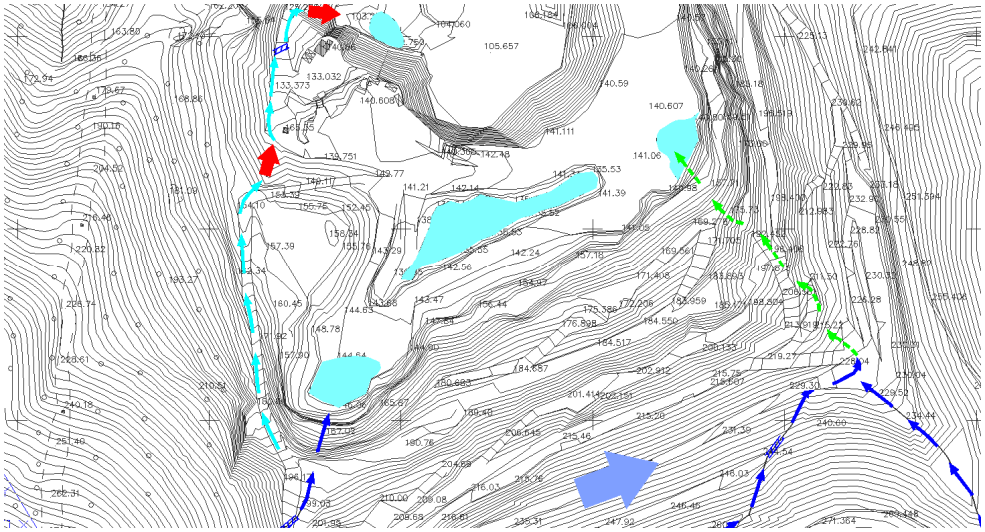
In relazione all'installazione dei nuovi impianti di trattamento del minerale viene inoltre effettuato un dimensionamento di una canalizzazione idrica interrata, la quale tende ad ovviare all'attuale situazione di deflusso idrico laminato sul piazzale.

5.3.1 Caratteristiche delle opere idrauliche

Situazione attuale

L'alveo del Rio Fornace ha subito nella sua evoluzione morfologica variazioni rispetto alla posizione riportata sulle mappe catastali che ne individuano l'area demaniale di pertinenza.
La parte di monte del rio corre in alveo indisturbato, per poi confluire nell'area di cava alla quota di circa 200 m s.l.m.

Lo sviluppo ultratrentennale dei lavori di cava ha modificato la morfologia su un'area estesa; attualmente l'area di cava presenta una configurazione delimitata su 3 lati da fronti e scarpate rocciose che tendono a convogliare tutte le acque meteoriche sul piazzale di base a quota 100 m s.l.m. e rientrare a valle nell'alveo naturale, come sopra già indicato.



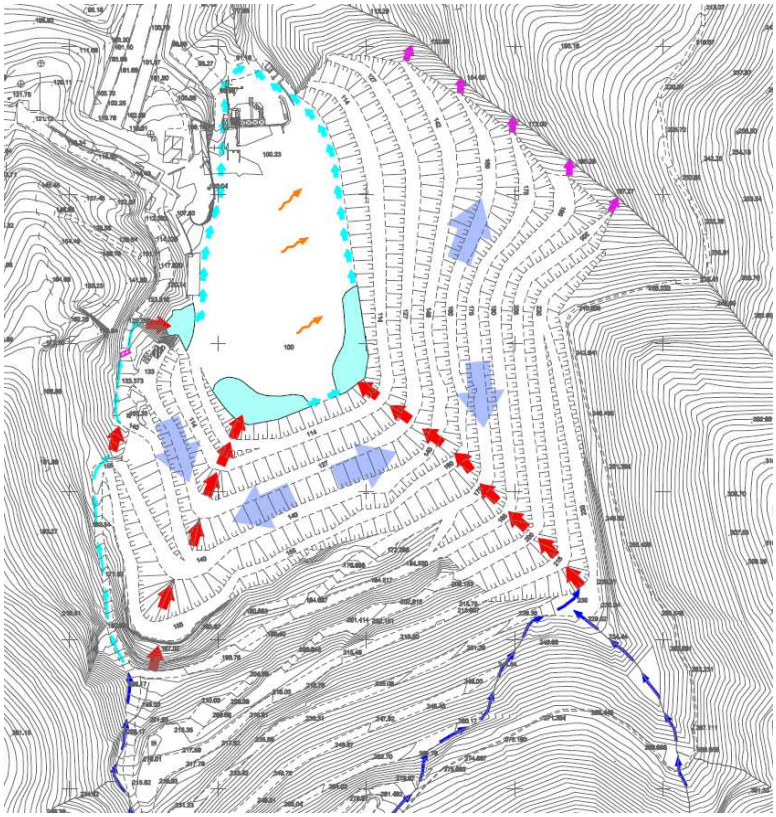
Schema dei deflussi idrici nella configurazione attuale degli scavi

Situazione finale

Come detto prima, con il procedere dei ribassi di coltivazione il sistema di raccolta e smaltimento sarà semplicemente sviluppato in funzione dell'evoluzione dei fronti, mantenendo l'assetto di base.
Al termine della coltivazione il sistema comprenderà:

- una serie di canalette sub orizzontali sui gradoni, in roccia, realizzate lato monte lungo le piste residue, defluenti verso i collettori principali
- due collettori in roccia (scaricatori), a profilo gradinato, ricavati alle intersezioni dei fronti, impostati lungo linee di massima pendenza, tenendo conto delle linee di deflusso naturali

- due bacini disposti al piede del fronte con la funzione di laminazione delle acque raccolte dalla rete superiore prima dell'immissione nella rete terminale di scarico
- tali bacini esercitano anche una funzione di decantazione delle acque in condizioni di piena ordinaria (vedi verifiche di seguito svolte)
- fosso lungo la pista laterale di accesso al fronte sul lato ovest; tale fosso riproduce in buona parte il percorso originario del Rio Fornace.



Schema dei deflussi idrici nella configurazione finale degli scavi (rif. tav. D12 Regimazione delle acque superficiali)

5.4 Approfondimenti sulle verifiche idrauliche

5.4.1 Caratteristiche del bacino idrico

L'area di cava si posiziona nella parte superiore del bacino del rio Fornace, ove la pendenza media originaria del versante è di circa il 60%.
L'espansione dei lavori di cava verso Est modifica marginalmente l'area del bacino di alimentazione delle acque confluibili entro l'area di cava.

E' da considerare che con lo sviluppo della coltivazione per ribasso successivo di gradoni, si determinano generali condizioni di rallentamento del flusso idrico, che viene peraltro ripartito lungo i fronti e sul piazzale principale, con riduzione dell'azione erosiva.

Le analisi delle portate di piena sono effettuate sulla scorta delle caratteristiche morfologiche e pluviometriche territoriali e indagini svolte per lo studio idraulico del T. Segno, anche nell'ambito del PAI.

In relazione ad un ottimale smaltimento delle acque meteoriche, è quindi effettuato il dimensionamento della rete drenante nell'evenienza di precipitazioni particolarmente intense (tempo di ritorno statistico **Tr = 200 anni**).

5.4.2 Verifica delle caratteristiche di portata dei bacini

Per le verifiche delle opere idrauliche si fa riferimento ai parametri idrologici contenuti nella relazione generale relativa al "*Piano Di Bacino Stralcio Sul Rischio Idrogeologico*" , sviluppato ai fini della tutela dal rischio idrogeologico nei bacini idrografici della Provincia di Savona scolanti nel Mar Tirreno.
Si fa riferimento al bacino del T. Segno: l'ampio studio condotto in base anche ad indagini pluviometriche perviene a fornire indicazioni specifiche per i singoli sottobacini in funzione delle loro dimensioni.

Nel caso specifico il documento suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km^2, un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km^2

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$QT=K_T \times A \times U_{A=2} \qquad [m^3 s^{-1}];$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km^2, $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km^2, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in Tabella 1. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

Dallo studio si ricavano i seguenti parametri

- K_T = 5.02 (Tr200 anni)
- A = Aree dei sottobacino (vedi fig. 24)
- $U_{A=2}$ = 5.09 m^3/(s Km^2) (bacino tipo D e longitudine di 8°, 25')

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	20	8.85	7.39	5.66	4.97
8	22.5	8.96	7.48	5.73	5.03
8	25	9.07	7.57	5.79	5.09
8	27.5	9.17	7.66	5.86	5.15

Tabella contributo unitario, $U_{A=2}$ in funzione del tipo di bacino e della sua posizione

5.4.3 Studio dei sottobacini afferenti all'area di cava

Nella fig. 23 è evidenziata la suddivisione nei sottobacini che si compendiano nell'ambito del Rio Fornace; si fa riferimento alla delimitazione dei bacini e delle sezioni di chiusa, riportati in planimetria:

I. Bacino A

Si sviluppa sul fianco nel settore Ovest, su una estensione di 0.169 Km², tra le quote circa 100 m e 420 m s.l.m.
Per esso risulta una portata alla sezione di chiusa S1

$$Q_A = 5.02 \times 0.169 \times 5.09 = 4.32 m^3/s$$

II. Bacino B

Si sviluppa nel settore centrale della cava, su una estensione di 0.218 Km², tra le quote ca. 100 m e 378 m s.l.m..
Per esso risulta una portata alla sezione di chiusa S2

$$Q_B = 5.02 \times 0.218 \times 5.09 = 5.57 m^3/s$$

III. Bacino C1 - C2

Si considera cautelativamente un terzo bacino sul Nord Est, la cui linea di impluvio è esterna all'area estrattiva.
Con lo sviluppo della coltivazione verrà ad essere interessata una porzione limitata nel settore sud del bacino, ai fini esclusivi dello smaltimento delle acque di apporto meteorico.
Si è quindi correttamente indicato come C2 il bacino con la configurazione finale di progetto di cava, e con C1 il bacino nella configurazione attuale.
Il bacino C1 presenta estensione di 0.1365 Km², tra le q. 95 e 360 m s.l.m..
Con l'estendersi della coltivazione il bacino verrà ad interessare una superficie di 0.1415 Km², dovuta allo sviluppo dei lavori tra le quote 142 e 205 m s.l.m. nel estremo settore Nord.

In pratica per tale bacino (configurazione C2), nell'ipotesi di piena Tr=200 si verificherebbe un incremento di portata inferiore al 3.5% ($\Delta Q = 0.12$ m^3/s) alla confluenza con il Rio Fornace (ove il rio come già detto è notevolmente incassato) trascurabile rispetto alle indeterminazioni dei dati previsionali di indagine. Si ha infatti:

Bacino C2

$$Q_{C2} = 5.02 \times 0.141 \times 5.09 = 3.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bacino C1

$$Q_{C1} = 5.02 \times 0.136 \times 5.09 = 3.49 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.4.4 Verifica delle opere idrauliche

In base alle considerazioni suindicate si verifica il dimensionamento delle opere idrauliche di convogliamento idrico, relativamente ai bacini A e B.

L'intero deflusso idrico giunge sul piazzale principale di cava suddiviso secondo tre direttrici principali:

- Fosso lungo la pista esistente di accesso alla zona superiore di cava. Tale fosso è impostato in pratica lungo l'originario alveo del Rio Fornace (rif. bacino A).
- canalizzazione parzialmente interrata (vedi fig. 24) sul fianco Ovest della zona inferiore piazzale (rif. bacino A);
- fosso in roccia lungo il margine Est del piazzale di base (rif. bacino B), esterno agli impianti ed alla movimentazione di piazzale;
- scaricatori in roccia all'interno dello sviluppo dei lavori di cava (rif. bacino B);
- deflusso lungo i gradoni realizzati con contropendenza verso monte.

Tale suddivisione dei flussi idrici garantisce un frazionamento delle portate, con generale dispersione di energia e quindi rallentamento del flusso idrico, oltre a rendere maggiormente gestibili lo smaltimento idrico nel suo complesso.

E' inoltre da ricordare l'azione di laminazione dei bacini posti contro monte, in corrispondenza del piazzale principale di cava, i quali, oltre alla funzione di decantazione degli apporti solidi, determinano un consistente rallentamento del deflusso idrico.

Ai fini delle verifiche idrauliche sono indicate in planimetria le sezioni di chiusa principali, ubicate a valle del complesso estrattivo.

Le verifiche relative alle canalizzazioni interne, scaricatori e fosso lungo la pista di accesso, sono svolte cautelativamente considerando l'apporto idrico alla sezione di chiusa di valle.

Le verifiche idrauliche vengono svolte in corrispondenza delle sezioni di chiusa site a valle indicate considerate rappresentative dell'intero complesso estrattivo,

5.4.5 Procedura di verifica

La verifica viene fatta nella sezione terminale, considerando come già detto l'intera parte dell'apporto idrico del bacino di competenza. Si trascurano quindi in via cautelativa, i rallentamenti (con dispersione di energia) che si verificano a monte dovuti alla presenza di bacini di laminazione ed alle discontinuità sulle pedate dei gradoni.
Data la notevole disuniformità morfologica del complesso, il criterio adottato risulta assi prudenziale, rispetto ad una valutazione dell'intero percorso in moto permanente, peraltro di assai difficile modellizzazione e suscettibile di notevoli errori.

Ove necessario (canalizzazioni principali) si tiene anche conto del franco idraulico previsto, in funzione dell'energia cinetica del flusso idrico.

Per la verifica del dimensionamento dei condotti in terra (o roccia) si applica quindi la relazione di Chezy,

$$\mathbf{V = X * (R * J)^{0.5}}$$

dove : **V** = (m/s) , velocità di deflusso,

S = (m^2/s) , sezione del flusso idrico

P = (m/s) , perimetro bagnato

R (m) raggio idraulico

J = pendenza minima delle canalizzazioni [m/m]

X = coefficiente di scabrezza [$m^{1/3}$/s]

Si valuta il coefficiente X secondo il criterio di Strickler il funzione del raggio idraulico:

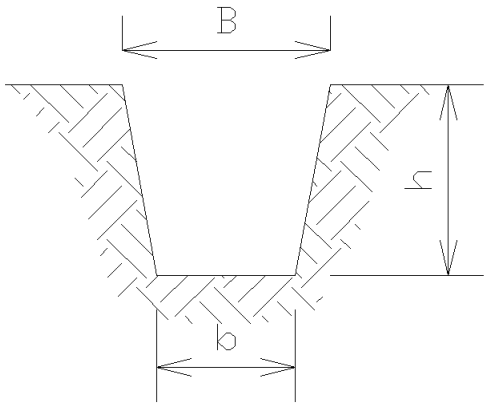
$$\mathbf{X = Ks * R^{1/6}}$$

Per il parametro di scabrezza si adottano i seguenti valori:

Ks = 28 riferibile ad canale in terreno naturale o in roccia scavata, in condizioni di cattiva manutenzione;
Ks = 60 riferibile ad un condotto rivestito in cls, o roccia liscia

Considerando le canalette e i fossi collettori di sezione trapezia e rettangolare, con le geometrie suindicate, si determina la relativa portata smaltibile in condizioni cautelative:

$$\mathbf{Q = S^* V = [m^3/s]}$$



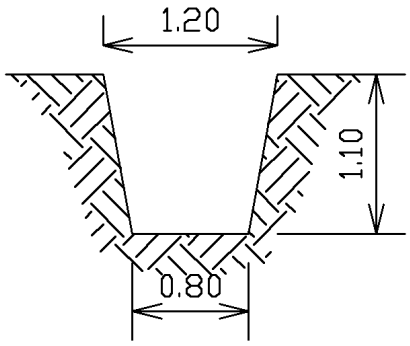
Nelle verifiche successive si fa rifermento alle figg. 23 e 24 allegate al testo.

5.4.6 Verifiche nel Bacino A

Verifica del fosso in roccia lungo la pista

B [m] = 1,2 b [m] 0,8 h [m] = 1,1

S	Sezione	m^2	1,10
Pb	Perimetro bagnato	m	3,04
R	Raggio idraulico	m	0,36
Ks	param. di scabrezza		28,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	23,64
i	Pendenza longitudinale	m/m	10%
V	Velocità di deflusso	m/s	4,50
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***4,95***



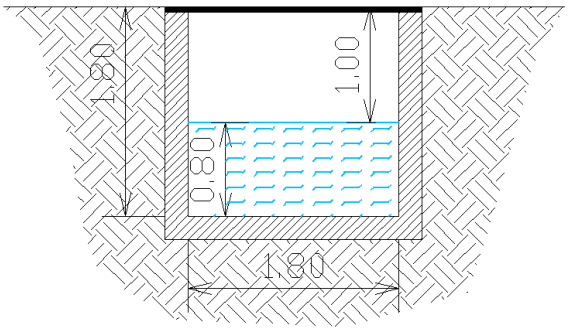
Verifica della canalizzazione di valle - piazzale di cava (rif. tavola M)

Data la presenza del costruendo impianto di trattamento del minerale e dell'esigenze connesse con le movimentazioni di piazzale e la viabilità di accesso si distinguono, procedendo da monte, tre tratti realizzati con manufatti differenti.

Tratto 1 – canale interrato, rivestito in cls, con griglia superiore, al piano campagna

B [m] = 1,8 b [m] 1,8 h [m] = 0,8

S	Sezione	m^2	1,44
Pb	Perimetro bagnato	m	3,40
R	Raggio idraulico	m	0,42
Ks	param. di scabrezza		60,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	52,00
i	Pendenza longitudinale	m/m	2%
V	Velocità di deflusso	m/s	4,79
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***6,89***



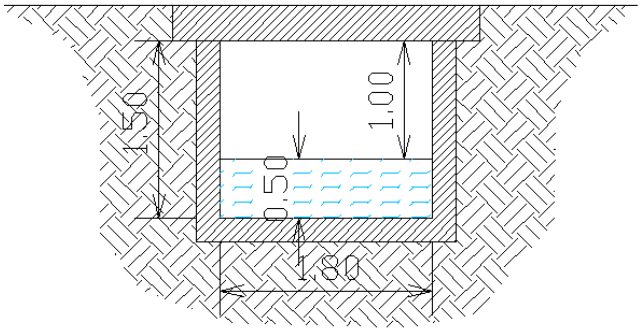
Nello schema della sezione è evidenziato il rispetto del franco dinamico.

In realtà il corrispondente carico dinamico da tenere in conto risulta **Hd = $V^2/2g$ = 0.58 m** decisamente minore del franco di 1 metro considerato.

Tratto 2 – canale interrato, a sezione rettangolare con soletta autoportante in cls

B [m] = 1,8 b [m] 1,8 h [m] = 0,5

S	Sezione	m^2	0,90
Pb	Perimetro bagnato	m	2,80
R	Raggio idraulico	m	0,32
Ks	param. di scabrezza		60,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	49,66
i	Pendenza longitudinale	m/m	6%
V	Velocità di deflusso	m/s	6,90
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***6,21***

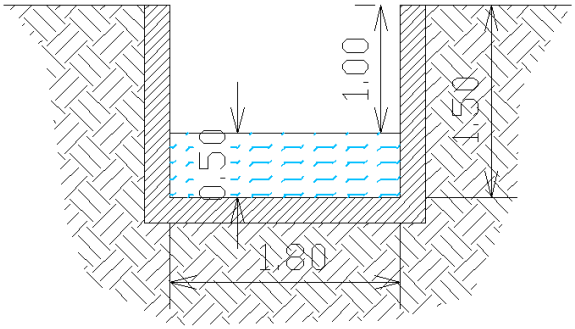


Nello schema della sezione è evidenziato il rispetto del franco dinamico.

Tratto 3 – canale terminale rivestito in cls, a pelo libero a sezione rettangolare

B [m] = 1,8 b [m] 1,8 h [m] = 0,5

S	Sezione	m^2	0,90
Pb	Perimetro bagnato	m	2,80
R	Raggio idraulico	m	0,32
Ks	param. di scabrezza		60,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	49,66
i	Pendenza longitudinale	m/m	6%
V	Velocità di deflusso	m/s	6,90
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***6,21***



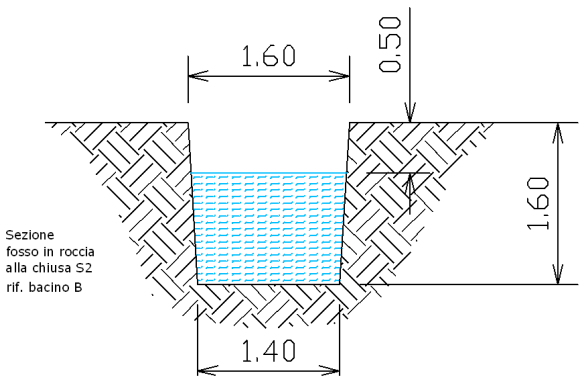
Nello schema della sezione è evidenziato il rispetto del franco dinamico.

5.4.7 Verifiche nel Bacino B

Si esegue la verifica della capacità di acqua smaltibile dal fosso in roccia che scorre lungo il margine Est del piazzale principale di cava

B [m] = 1,6 b [m] 1,4 h [m] = 1,1

S	Sezione	m^2	1,65
Pb	Perimetro bagnato	m	3,61
R	Raggio idraulico	m	0,46
Ks	param. di scabrezza		28,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	24,58
i	Pendenza longitudinale	m/m	5%
V	Velocità di deflusso	m/s	3,72
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***6,13***



Il fosso è da considerare a tutti gli effetti appartenente ad un "reticolo idrografico minore" cui compete il rispetto del franco dinamico di 0.5 m.

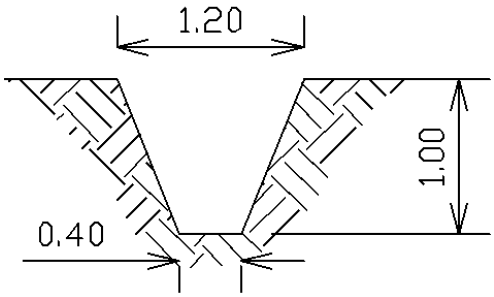
Si esegue di seguito la verifica lungo gli scaricatori in roccia, considerando lo scaricatore centrale nel quale può confluire circa che i 2/3 della portata di competenza del bacino B .

Qm_{ax} = 5.57 * 2/3 = 3.71 m^3/s

Scaricatore in roccia sulla pedata del gradone

B [m] = 1,2 b [m] 0,4 h [m] = 1

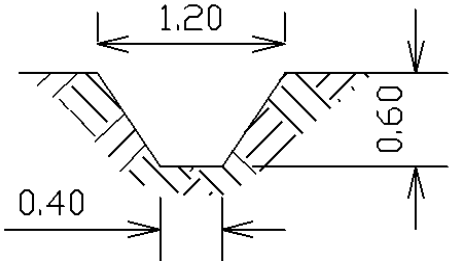
S	Sezione	m^2	0,80
Pb	Perimetro bagnato	m	2,55
R	Raggio idraulico	m	0,31
Ks	param. di scabrezza		28,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	23,07
i	Pendenza longitudinale	m/m	20%
V	Velocità di deflusso	m/s	5,78
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***4,62***



Scaricatore in roccia sulla scarpata dei gradoni

B [m] = 1,2 b [m] 0,4 h [m] = 0,6

S	Sezione	m^2	0,48
Pb	Perimetro bagnato	m	1,84
R	Raggio idraulico	m	0,26
Ks	param. di scabrezza		28,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	22,38
i	Pendenza longitudinale	m/m	80%
V	Velocità di deflusso	m/s	10,22
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***4,90***



In base alle simulazioni ed ai calcoli suesposti si ritiene verificata la compatibilità idraulica delle canalizzazioni anche con la situazione di evento meteorico del tutto eccezionale, corrispondente ad un tempo di ritorno statistico Tr= 200 anni.

5.4.8 Verifica della capacità di decantazione dei bacini

Nell'ambito della cava il progetto presentato prevede la realizzazione di bacini di laminazione e decantazione che intercettano i deflussi idrici dal versante.
A tali bacini è demandata comunque una riduzione dei solidi sospesi nelle acque prima della loro reimmissione nell'asta fluviale del Rio Fornace.
A tal fine è da richiamare quanto segue:

- che il regime idrico del complesso in esame è assai discontinuo essendo fortemente condizionato dal regime pluviometrico stagionale;
- in occasione di eventi meteorici eccezionali, ma in realtà anche di piene con frequenze annuali, è naturali l'intorbidimento anche consistente di corsi d'acqua anche minori.

Fermo quanto sopra, si considera la riduzione di concentrazione di solidi sospesi ottenibile attraverso tali bacini già in condizione di piene già eccezionali (Tr = 5 anni).

La capacità di decantazione è proporzionale al tempo di permanenza dell'acqua nelle vasche; si considera un regime di flusso laminare, definito in base al numero di Reynolds *Re*.

$$Re = 2r * Vi * \delta a/\mu'$$

Ove:

$$\delta a = \gamma * \delta s + (1 - \gamma)\, \delta a$$

$$\mu' = \mu * (1 + 2.5\, \gamma)$$

Nel caso specifico, essendo Re < 0.6 si applica la legge di Stockes, relativa alla velocità limite di caduta (*Vi)* di particelle minerali in acqua:

$$Vi = \frac{g}{18\mu} \cdot (\delta s - \delta' a) \cdot r^2$$

Per le grandezze fisiche suindicate si considera:

γ	concentrazione di solido in sospensione	%	0.03
μ	viscosità dinamica dell'acqua (poise)	g*s / cm²	0.010
μ'	viscosità dinamica della torbida	g*s / cm²	0.011
δa	densità (peso di volume) dell'acqua	g / cm³	1.00
δs	densità (peso di volume) del solido in sospensione	g / cm³	2.50
δ'a	densità del liquido (torbida)	g / cm³	1.045
r	raggio minimo della particella da decantare	10-2 m	0.0010
g	accelerazione di gravità	cm/s²	981

Per tener conto della maggiore densità della sospensione dovuta alla concentrazione di solido (torbida), si considera in via cautelativa una concentrazione del 3%, pur risultando nella realtà sempre minore di tale valore. Risulta dalla formula suindicata la seguente tabella

r		**V_1**		**Re**
[cm]	*[μm]*	*[m*10⁻²/s]*	*[m/min]*	
1	10.000	7.377	4.426	1.434.131
0.1	1.000	74	44	1.434
0.01	100	0.7	0.44	0.011
0.004	40	0.118	0.07	0.092
0.002	20	0.030	0.02	0.011
0.001	10	0.007	0.004	0.001

Tabella 1 - Velocità di sedimentazione in funzione del diametro del particolato in sospensione

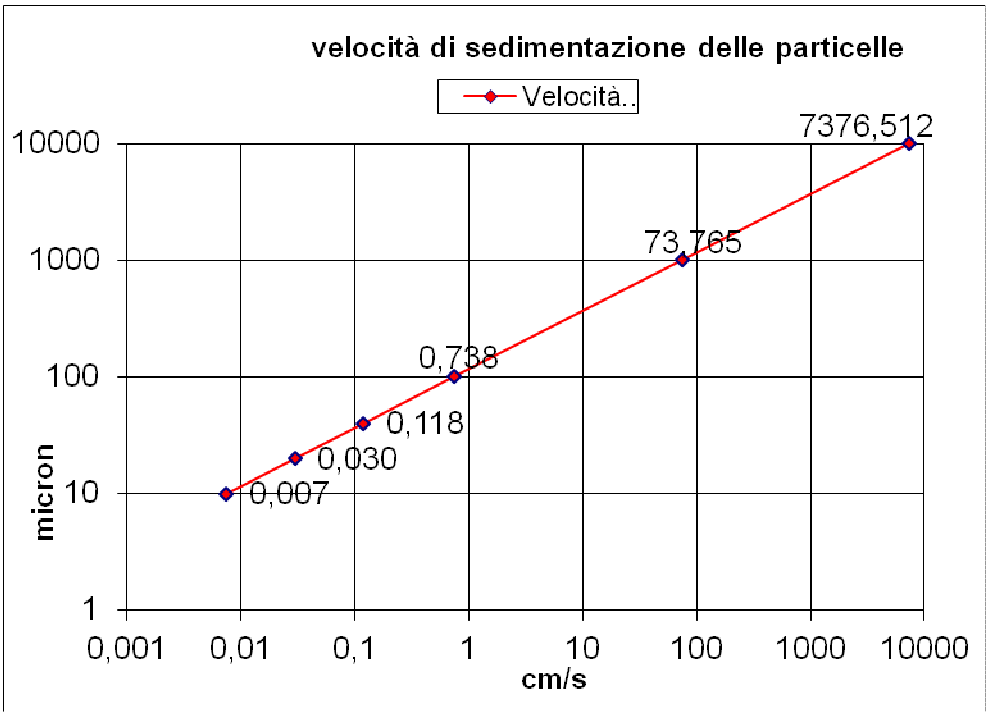


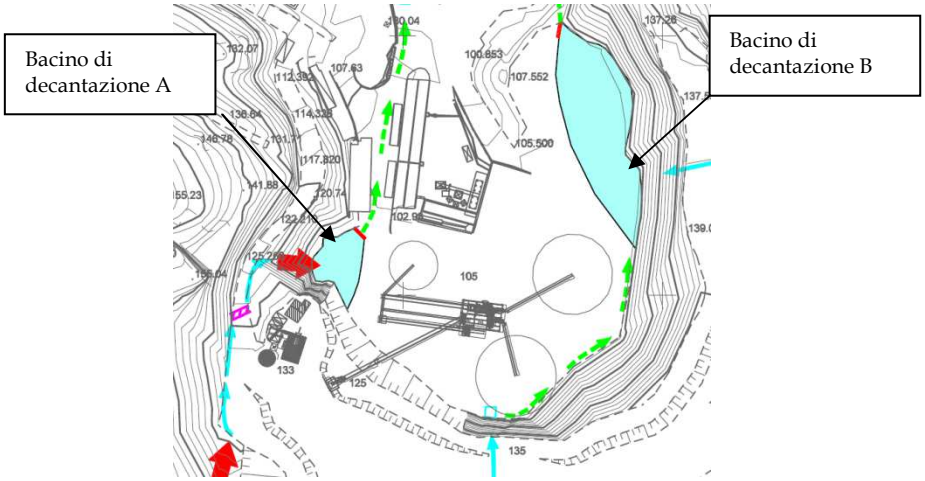
Tabella 2– velocità di decantazione delle particelle in sospensione in funzione del diametro

Ai fini del processo di decantazione si considera che la velocità di caduta dei grani minerali è data dal rapporto tra la portata di torbida transitante nel bacino e la superficie del bacino.

Nel caso del Bacino imbrifero A, con Tr = 5 anni si ha una portata di 1.1 m^3/s. Considerando l'area del bacino di decantazione di 360 m^2 con una profondità media di 2 metri si ottiene un tempo di permanenza medio dell'acqua nel bacino

$$t = 360 \times 2 / 1.1 = 654 \text{ sec}$$

Tale intervallo consente la decantazione delle particelle aventi diametro maggiore di 64 µm (0,064 mm), cui corrisponde una velocità di caduta, che ne consenta la decantazione Vi = 0.29 cm/s (vedi anche Tabella 2).



Nel caso del Bacino imbrifero B, con Tr = 5 anni si ha una portata di 1.43 m^3/s. Considerando l'area del bacino di decantazione di 1600 m^2 con una profondità media di 2 metri si ottiene un tempo di permanenza medio dell'acqua nel bacino

$$t = 1600 \times 2 / 1.43 = 2238 \text{ sec}$$

Tale intervallo consente la decantazione delle particelle aventi diametro maggiore di 35 µm (0,035 mm), cui corrisponde una velocità di caduta, che ne consenta la decantazione Vi = 0.09 cm/s (v anche Tabella 2).

In base alle verifiche condotte si ritiene che il sistema adottato possa garantire in ogni condizione lo scarico di acque aventi un carico solido minimo e comunque sempre inferiore a quello delle acque circolanti nella rete naturale.

Infatti è da ricordare che le acque defluenti dal bacino vengono recapitate in un corso d'acqua collinare, dotato di alta energia di deflusso e di elevata capacità di trasporto, per cui il modesto contributo di trasporto solido residuo derivante dallo scarico così decantato non può determinare un aggravio apprezzabile rispetto al carico solido trasportato naturalmente in sospensione nella rete idrica naturale in occasione di eventi meteorici ordinari.

6. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO PIANI DI BACINO E LAVORI IDRAULICI DELLA PROVINCIA DI SAVONA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera del 27/09/2013 pratica n. 3978/1.

6.1 Chiarimenti in merito all'approvvigionamento idrico

Per i chiarimenti si veda quanto già illustrato nel capitolo 1.4.

7. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI DELLA PROVINCIA DI SAVONA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera del 27/09/2013 pratica n. 3978/1.

7.1 Emissioni in atmosfera

7.1.1 Controllo delle polveri di perforazione

La perforazione dei fori da mina sarà effettuata con l'utilizzo di un carro di perforazione funzionante con martello fondo foro (DTH), equipaggiato con "carosello" per il cambio automatico delle aste e alimentato con compressore d'aria interno.
Il sistema di perforazione sarà attrezzato con cappa di aspirazione posizionabile sulla bocca foro per la raccolta delle polveri di spurgo e per il successivo invio tramite tubazione ad un ciclone per l'abbattimento e lo scarico.
Il sistema proposto è correntemente utilizzato in cava sulle macchine di perforazione come dispositivo efficace per la prevenzione e il controllo della polverosità ambientale ai fini sia della protezione degli operatori che della protezione dell'ambiente.

7.1.2 Controllo delle polveri da transito dei mezzi

Come già detto nel capitolo 1.5, le strade permanenti di transito saranno attrezzate con una linea di irrorazione fissa, alimentata con pompa e munita di irrigatori statici, la cui attivazione sarà regolata con dispositivi a tempo in funzione delle condizioni meteorologiche.
Per la prevenzione della polverosità sulle piste di cava e sulle spianate di abbattimento si prevede l'utilizzo di un'autocisterna dotata di un sistema di irrorazione, destinata ad attuare un'azione di irrorazione sistematica e costante delle aree operative.
Anche questo caso si tratta di uno dei provvedimenti correntemente adottati nelle cave per la prevenzione della polverosità sulle zone in cui, a causa della mobilità dell'attività, non sia possibile l'installazione di dispositivi fissi.

7.1.3 Controllo delle polveri in impianto e movimentazione interna

Per l'impianto di frantumazione, trattandosi di emissione a carattere diffuso, è prevista l'installazione di ugelli spruzzatori alimentati dall'acqua di impianto, ubicati sulla tramoggia di scarico e alimentazione del frantoio. Il sistema sarà regolato da un dispositivo automatico di attivazione/arresto.

La restante parte dell'impianto, operando a umido, non necessita di dispositivi di controllo e abbattimento delle polveri. Lo stesso discorso vale per i prodotti finiti che sono "prodotti lavati", quindi poveri di fini, e che conservano una quota di umidità residua dal trattamento.

Per i piazzali di manovra dei mezzi di carico e scarico si prevede l'utilizzo di irroratori mobili ad ala variabile.

7.1.4 Controllo delle polveri sulla viabilità pubblica

Per quanto riguarda infine la strada pubblica di accesso alla cava (Via Lazio), come già detto al capitolo 1.5, sono previsti i seguenti provvedimenti preventivi: programma di spazzatura settimanale del piano viabile mediante moto spazzatrice, pulizia delle ruote di mezzi di trasporto mediante impianto lavaruote e protezione dei cassoni con copertura flessibile secondo le disposizioni di legge.

7.2 Scarichi idrici

7.2.1 Sistema di regimazione delle acque meteoriche

Il sistema di regimazione delle acque meteoriche di pertinenza della cava è rappresentato nelle diverse situazioni, durante e al termine dei lavori, nel disegno D12.
La verifica della capacità di smaltimento delle portate di piena è riportata nel capitolo 5.4
In tutte le situazioni sono previsti bacini di accumulo e decantazione delle acque provenienti dai fronti per depurarle del carico solido; la verifica della capacità di depurazione viene riportata nel capitolo 5.4 A tale proposito va rilevato che la funzione dei bacini in caso di portate elevate è quella di intrappolare il detrito grossolano ed evitare che si diffonda nella rete a valle; a tale scopo è sufficiente che il bacino realizzi un "taglio granulometrico" grossolano, in quanto la torbidità residua in tali condizioni costituisce un fattore "fisiologico" nel contesto del fenomeno di piena presente in tutta la rete naturale. In condizioni di morbida o di magra (fenomeni peraltro di durata molto breve in una rete in cui prevalgono situazioni di assenza di deflusso) i bacini svolgono una funzione di abbattimento totale del trasporto solido, prevenendo l'intorbidamento della rete a valle.
Per quanto riguarda il punto di recapito dello scarico della rete di cava si rileva che in realtà la rete artificiale sostituisce la rete naturale preesistente intercettata dai lavori e ne esercita la funzione di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Pertanto si esclude che tale funzione possa configurare all'uscita dal sito estrattivo l'attivazione di uno "scarico" verso la rete naturale.

7.2.2 Trattamento delle acque reflue

Ad esclusione del processo di lavorazione degli inerti, nel quale il ciclo delle acque si svolge in un circuito chiuso che non dà origine a scarichi, il solo processo che origina acque reflue è costituito dall'impianto lavaruote già oggi esistente nel sito.
Le acque torbide derivanti dal lavaggio delle ruote vengono scaricate per gravità nelle vicine vasche di decantazione; i fanghi decantati vengono periodicamente asportati con pala meccanica e accumulati per l'utilizzo come materiali di riempimento e rimodellamento dei fronti.

7.2.3 Ciclo delle acque di impianto

Il ciclo delle acque dell'impianto di lavorazione degli inerti è rappresentato in fig. 25.
In sintesi il ciclo prevede:

- pompaggio dell'acqua dal pozzo
- stoccaggio in serbatoio polmone
- ripresa con pompa e alimentazione dell'impianto di vagliatura e classificazione
- recupero delle acque torbide
- condizionamento e addensamento dei fanghi
- filtropressatura dei fanghi addensati
- recupero dell'acqua chiarificata e riciclo in testo all'impianto.

8. QUESITI POSTI DAL SERVIZIO ATO E SERVIZI AMBIENTALI DELLA PROVINCIA DI SAVONA

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute nella lettera del 27/09/2013 pratica n. 3978/1.

8.1 Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio è illustrato nel capitolo 1.3.

9. QUESITI POSTI DALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI VADO LIGURE

Si risponde di seguito alle prescrizioni contenute nella lettera del 27/09/2013 prot. PEC n. 15181 a firma del Sindaco.

9.1 Previsione di demolizione dei manufatti non funzionali al recupero ambientale

Al termine dei lavori è previsto lo smantellamento di tutte le strutture impiantistiche e del fabbricato di servizio.

9.2 Completamento del recupero ambientale

Nel disegno D11 è rappresentata la zonizzazione degli interventi di recupero ambientale. Nell'intervento è coinvolta anche l'area oggi occupata dall'impianto di un'impresa esterna: alla scadenza della Concessione, dopo la demolizione delle strutture a cura della stessa impresa, i titolare della cava provvederà al completamento del recupero dell'area residua secondo le modalità previste per le altre parti del piazzale di base.

10. QUESITI POSTI DA SUAP DI VADO LIGURE

Si risponde di seguito alle richieste di integrazioni e/o approfondimenti contenute del 27/09/2013 prot. PEC n. 15181 a firma del Responsabile del SUAP.

10.1 Adeguamento degli elaborati progettuali

L'adeguamento della documentazione progettuale alle prescrizioni stabilite nel parere dell'Amministrazione Comunale è illustrato nel precedente capitolo 9.

10.2 Manufatti di servizio all'attività

Il progetto del fabbricato di servizio è stato inserito insieme con il progetto integrato dell'impianto di lavorazione degli inerti come fascicolo a sé stante in allegato alla presente documentazione integrativa. La descrizione sintetica del fabbricato è riportata nel capitolo 4.8, facendo riferimento agli elaborati grafici riportati in formato ridotto in allegato al presente testo (All. 4).

10.3 Documento Unico per la Valutazione Rischi da Interferenze

Nella SIA è già stata presa in considerazione la normativa di riferimento specificatamente stabilita per le miniere e le cave ai fini della sicurezza e salute dei lavoratori.
In effetti il settore estrattiva è considerato un comparto produttivo particolare caratterizzato da specifiche disposizione normative, sia ai fini della sicurezza dei lavoratori addetti che del coordinamento con altre imprese o lavoratori autonomi operanti nell'ambito dell'area estrattiva.
A tal fine è prevista in fase esecutiva di presentare, prima dell'avvio dei lavori, specifico documento di valutazione dei rischi per i lavoratori addetti ai fini della sicurezza della salute (DSS) e un documento di valutazione coordinato per i rischi di interferenza all'interno del cantiere estrattivo medesimo.

Il quadro normativo di riferimento per cave e miniere si fonda sul D.Lgs. 624/96, che, nel recepire le Direttive Europee, integra la normativa statale "*Norme di Polizia Mineraria*" di cui al DPR 128/59.
Non ancora ben definito a livello ministeriale è il raccordo con il D.Lgs 81/08 "Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro", per quanto riguarda le varie fasi operative connesse con l'esercizio dell'impresa estrattiva.

Quanto viene richiesto dal SUAP di Vado Ligure fa espresso riferimento al documento unico per la valutazione rischi da interferenza (DUVRI) di cui all'art 26 del D. Lgs. 81/08.
Tale documento deve essere predisposto, in caso di appalto, dalle imprese committenti prima dell'inizio di lavori, da allegare al contratto di appalto medesimo.

Nel nostro caso non è da ritenere prescrittivo a termine di legge la redazione di tale documento da parte dell'impresa Giuggia Costruzioni che ha avuto in concessione la cava Trevo.

Se la richiesta si riferisce all'esigenza di raccordare l'attività estrattiva con l'esercizio di altra impresa esistente a valle per la produzione di calcestruzzo preconfezionato, potrà essere predisposta una apposita intesa, con la mediazione fattiva dell'Amministrazione Comunale, mirata a gestire le eventuali problematiche di interferenza reciproca tra le due attività.

Trattasi essenzialmente di prendere in considerazione i seguenti fattori:
- transito degli automezzi sul percorso in comunione, a valle dell'area estrattiva e lungo la via Lazio;
- valutazione degli accorgimenti da predisporre in occasione dell'impiego dell'esplosivo da parte della ditta esercente la cava, prevedendo apposite segnalazioni in occasione delle volate di mine come peraltro previsto dalle norme di polizia mineraria.

La chiara delimitazione dei terreni di pertinenza delle due imprese, ivi compresa le opere di regimazione idraulica.
Tali opere sono peraltro già ampiamente illustrate nella presente relazione.

10.4 Chiarimenti in merito alla regolazione dei rapporti con le altre attività presenti nel sito

Sulla base di una specifica clausola prevista nel Contratto di Concessione della cava stipulato con il Comune il Concessionario ha preso atto dell'esistenza di un diritto di accesso, da parte di un'impresa esterna, all'area dell'impianto di produzione calcestruzzi presente sul piazzale di cava; il diritto deriva da un contratto di locazione stipulato con lo stesso Comune.
L'impresa Giuggia ha dato disponibilità a consentire l'accesso, in funzione delle esigenze giustificate dall'attività dell'impresa titolare e sulla base di un accordo preventivo che dovrà definire campo di applicazione e limiti per l'esercizio del diritto.

10.5 Completamento del recupero ambientale

Il recupero ambientale dell'area sul piazzale di base occupata dall'impianto di un'impresa esterna comporterà: l'incisione del substrato con ripper, la formazione di uno strato di materiale sterile di sottofondo (costituito da limi di impianto misti a terre e rocce da scavo) e la ricarica con uno strato di terreno agrario dello spessore di 25-30 cm, la semina di un miscuglio erbaceo finalizzato, l'impianto discontinuo di arbusti e alberi al fine di realizzare le condizioni dei Prati magri.
L'esecuzione del recupero sarà effettuata immediatamente all'atto della messa a disposizione dell'area oggi occupata dall'impianto (previa demolizione e smaltimento dei residui a cura dell'impresa che ne detiene la proprietà).

10.6 Chiarimenti in merito alla destinazione attuale e futura dei manufatti esistenti in cava

Lo stato di consistenza dei manufatti oggi presenti in cava, la previsione di demolizioni e di nuove strutture e fabbricati e la loro destinazione al termine dei lavori sono illustrate in modo sintetico nel capitolo 4.8 della presente relazione e in modo dettagliato nel fascicolo del progetto di impianti e fabbricati allegato alle integrazioni.
Come già detto in precedenza, al termine dei lavori tutte le strutture impiantistiche ed i fabbricati di pertinenza dell'impresa Giuggia saranno demoliti, liberando l'area per un completo recupero ambientale.

11. QUESITI POSTI DAL SETTORE TUTELA AMBIENTE DI VADO LIGURE

Si risponde di seguito alle prescrizioni / osservazioni contenute nella lettera del 27/09/2013 prot. PEC n. 15181 a firma del Sindaco.

11.1 Trattamento delle acque meteoriche

Il sistema di regimazione e trattamento delle acque meteoriche è illustrato nel capitolo 7.2.1.

11.2 Utilizzo agricolo delle acque superficiali

Dalle verifiche effettuate presso gli Uffici provinciali preposti al rilascio delle Concessioni di derivazione di acque aventi carattere pubblico non risultano opere di derivazione assentite sul Rio Fornace, che drena il bacino vallivo della Cava Trevo, né sul suo tributario principale, T. Segno; la sola derivazione presente, costituita da un modesto bacino di invaso impostato sull'affluente di sinistra Rio Cascin, si trova sul versante opposto alla cava, a monte della sezione di sbocco del Rio Fornace, in posizione esclusa dal rischio di interferenze da parte della cava stessa.

11.3 Chiarimenti in merito al rischio connesso con le vibrazioni da brillamento delle mine

Nel SIA è stata fatta una verifica preventiva dell'eventuale rischio connesso con lo sparo delle mine rispetto ai manufatti presenti nella zona, con particolare riferimento alle gallerie dell'Autostrada (distanti al minimo 160 metri dal limite dell'area di intervento della cava).
La verifica ha confermato che è possibile utilizzare l'esplosivo nelle quantità correnti previste senza determinare rischi per le strutture esaminate.
Considerato che gli edifici civili più vicini di trovano ad almeno 400 m di distanza dalla cava, si può ragionevolmente escludere che, operando nelle condizioni correnti, si possano superare le soglie di sicurezza stabilite dalla normativa normalmente utilizzata nel territorio nazionale (Norma DIN Standard 4150).

Nella SIA al capitolo 4.12 sono riportati in tabella i rapporti che legano la carica istantanea di esplosivo con la distanza dal punto di scoppio, tenendo conto delle caratteristiche della roccia.
La tabella è stata realizzata utilizzando simulazioni con parametri assai cautelativi secondo la relazione di Langefors-Kihlstrom, formula maggiormente usata nel territorio europeo.

Q [Kg]	K	b	R [m]	V [mm/s]
20	100	0,5	200	8,41
20	100	0,5	160	9,94
10	100	0,5	100	10,00

Per quanto sopra si ritiene che sia consentita nell'impiego ordinario dell'esplosivo l'adozione di una carica cooperante di 20 Kg di esplosivo sino alla distanza minima dalle opere di 160 m.
L'effettivo dimensionamento della volata potrà aver luogo solo a seguito di prove sperimentali una volta ottenuta l'autorizzazione all'impiego dell'esplosivo, con contestuali monitoraggi delle vibrazioni alle diverse distanze dal fronte in coltivazione.
Potranno in particolare essere effettuati rilevazioni presso particolari strutture evidenziate dall'Amministrazione Comunale, pur nell'esigenza di evitare percezioni soggettive non suffragate da rilevamenti sperimentali.

A titolo puramente informativo si richiama come una campagna di misure sistematiche effettuate in una cava di dolomia di caratteristiche analoghe a quella in esame (in Regione Liguria), utilizzando una carica istantanea di esplosivo di 20 kg, si sia verificato il rispetto della soglia di rischio per edifici ordinari (Velocità di vibrazione inferiore a 5 mm/s) a partire da una distanza minima di 75 metri, cioè ben al di sotto della distanza minima dell'edificio più vicino alla cava in esame.

11.4 Chiarimenti in merito al disturbo da traffico dei camion

Per quanto riguarda il disturbo connesso con il traffico dei mezzi di trasporto connessi con l'attività della cava si rimanda al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ed alla specifica Valutazione di Impatto Acustico allegata.
Analogamente per quanto riguarda i problemi connessi con il controllo delle polveri sulla viabilità pubblica si rimanda a quanto esposto al capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ed agli accorgimenti ivi evidenziati.
Ovviamente i mezzi utilizzati per il trasporto:

- dovranno essere rispondenti a tutte le specifiche e le limitazioni di legge per quanto riguarda le emissioni di fumi di scarico e le emissioni sonore;
- dovranno rispettare i limiti imposti dal Codice Stradale per il transito in prossimità dei centri abitati.

12. INTEGRAZIONE SULL'IMPATTO PAESAGGISTICO DEI NUOVI FABBRICATI E IMPIANTI

In sede di integrazione, oltre agli impianti di lavorazione degli inerti già previsti nel progetto originario e qui riproposti con alcune modifiche di posizionamento, vengono inseriti come parte del progetto globale anche i fabbricati di servizio da realizzare sul margine Ovest del piazzale di base, previa demolizione dei fabbricati obsoleti esistenti.
Il progetto viene illustrato attraverso tavole grafiche ed una relazione illustrativa.

Ad integrazione di quanto illustrato nei capitoli di inquadramento territoriale e nell'analisi di impatto paesaggistico della relazione specialistica contenuta nella documentazione originaria, nel presente capitolo si propone la verifica dell'impatto aggiuntivo determinato dall'impianto in progetto e dalle strutture di servizio.
La verifica viene effettuata con riferimento alle fotografie di figg. 19 e 21, già illustrate per argomenti correlati nei capitoli 4.7 e 4.10, opportunamente rielaborate con l'introduzione dei manufatti in progetto.

Impatto visivo attuale

La morfologia dell'area in cui insiste la cava Trevo è caratterizzata da una vallecola secondaria (rio Fornace) piccola, stretta e molto chiusa nella sua parte basale, tributaria di destra del Torrente Segno; l'area di cava risulta completamente isolata rispetto agli insediamenti residenziali, oltre che per la morfologia del rilievo, anche per l'interposizione del grande rilevato dell'Autostrada, che per l'ubicazione a quota elevata rappresenta anche il corridoio di visuale privilegiata sulla cava.

La vallecola del Rio Fornaci è incassata fra due contrafforti del versante, in corrispondenza di un tratto chiuso ed impervio della valle del Segno: si tratta di una situazione che limita fortemente la visibilità del sito da tutti i lati.
Prendendo in considerazione la fascia inferiore della cava, a partire dalla spianata di quota 140 circa, l'effetto di copertura visiva determinato dalle costolature del rilievo risulta ancora più marcato: come si può constatare dalle fotografie di figg. 19 e 21, riprese dai due punti di vista più significativi della zona (il tratto prospiciente dell'Autostrada A10 e la zona superiore della frazione S. Ermete) nella condizione attuale non sono visibili né il piazzale di base né le strutture impiantistiche su di esso installate; dal percorso autostradale solo i fabbricati ubicati sulla spianata di quota 140 circa sono percepibili, peraltro in dimensione e nettezza irrilevanti a causa

della marginalità rispetto alla macchia dei fronti di cava e della omogeneità dei toni rispetto allo sfondo.

Impatto visivo atteso

Per quanto riguarda la vista dal percorso autostradale dalla simulazione proposta in fig. 19 si osserva che:

- il corpo principale degli impianti, ubicato sul piazzale di base sarà ancora coperto per la quasi totalità dalla barriera arborea estesa sul lato sinistro della carreggiata
- risulteranno invece visibili le strutture del nuovo impianto di frantumazione e della filtropressa, ubicate sulle spianate di quota 125 e 135; anche in questo caso si tratterà tuttavia di elementi marginali e scarsamente percepibili nel contesto della cava e degli elementi artificiali in genere connessi con le vicine opere autostradali; il modesto impatto visivo potrà essere ulteriormente attenuato mediante una scelta opportuna delle tonalità di colore delle strutture dei fabbricati e degli impianti.

Per quanto riguarda la vista dal versante di S. Ermete, come mostra l'elaborazione fotografica proposta in fig. 21, la dorsale secondaria vegetata a bosco, che forma una quinta sul lato destro della cava, continuerà a coprire anche nella situazione futura la zona degli impianti attuali. Si esclude pertanto una variazione del quadro visivo attuale per effetto della prevista realizzazione del nuovo impianto e dei fabbricati connessi.

In definitiva si può affermare che la realizzazione degli impianti e dei fabbricati in progetto introduca fattori di disturbo visivo molto marginali e non comporti effetti apprezzabili di detrazione delle caratteristiche qualitative attuali del paesaggio locale.

1. CARTOGRAFIE AGGIORNATE INTEGRATIVE ALLA VALUTAZIONE DI INCIDENZA

2. UBICAZIONE E CONSISTENZA DEL POZZO

3. TABULATI DI CALCOLO DELLE VERIFICHE DI STABILITA'

Verifica di stabilità dei fronti in roccia
Sezione 1-1

Slide Analysis Information

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Lowe-Karafiath

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0127
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0064

Material Properties

Material: dolomie_classe_1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 710 kPa
Friction Angle: 27.9 degrees
Water Surface: None

Material: dolomie_classe_2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 530 kPa
Friction Angle: 23.7 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 2.081050
Axis Location: 29.298, 716.068
Left Slip Surface Endpoint: 22.166, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 517.873, 340.722
Resisting Moment=6.62916e+008 kN-m
Driving Moment=3.18548e+008 kN-m

Method: lowe-karafiath
FS: 2.287300
Axis Location: 83.839, 589.183
Left Slip Surface Endpoint: 111.291, 127.000
Right Slip Surface Endpoint: 470.056, 333.835
Resisting Horizontal Force=566508 kN
Driving Horizontal Force=247676 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 2.168910
Axis Location: 31.117, 700.166
Left Slip Surface Endpoint: 33.444, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 512.646, 341.928
Resisting Moment=6.11471e+008 kN-m
Driving Moment=2.81925e+008 kN-m
Resisting Horizontal Force=831564 kN
Driving Horizontal Force=383401 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 4939
Number of Invalid Surfaces: 61
Error Codes:
Error Code -106 reported for 14 surfaces
Error Code -107 reported for 11 surfaces
Error Code -108 reported for 1 surface
Error Code -112 reported for 35 surfaces

Method: lowe-karafiath
Number of Valid Surfaces: 1220
Number of Invalid Surfaces: 3780
Error Codes:
Error Code -106 reported for 14 surfaces
Error Code -107 reported for 11 surfaces
Error Code -108 reported for 3134 surfaces
Error Code -111 reported for 621 surfaces

Method: gle/morgenstern-price
Number of Valid Surfaces: 4184
Number of Invalid Surfaces: 816
Error Codes:
Error Code -106 reported for 14 surfaces
Error Code -107 reported for 11 surfaces
Error Code -108 reported for 398 surfaces

Error Code -111 reported for 355 surfaces
Error Code -112 reported for 38 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-106 = Average slice width is less than
0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region).
This limitation is imposed to avoid numerical errors
which may result from too many slices, or too
small a slip region.

-107 = Total driving moment or
total driving force is negative. This will occur
if the wrong failure direction is specified,
or if high external or anchor loads are applied
against the failure direction.

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1. This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

-112 = The coefficient M-Alpha = cos(alpha)(1+tan(alpha)tan(phi)/F)
< 0.2 for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.

List of All Coordinates

Material Boundary

198.181	179.480
232.655	180.249
259.698	182.273
285.481	190.485
316.992	205.764
355.992	226.389
491.103	307.579
521.272	305.804

External Boundary

0.000	0.000
521.000	0.000
521.272	305.804
521.000	340.000
495.000	346.000
488.000	345.000
308.000	233.000

306.000	233.000
266.000	208.000
247.000	206.000
243.000	205.000
222.000	190.000
208.000	190.000
198.181	179.480
194.000	175.000
182.000	175.000
166.000	160.000
157.000	160.000
140.000	140.000
133.000	140.000
118.000	127.000
107.000	127.000
93.000	115.000
82.000	115.000
63.000	100.000
0.000	100.000

Verifica di stabilità dei fronti in roccia
Sezione 2-2

Slide Analysis Information

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Lowe-Karafiath

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: 2
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0127
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0064

Material Properties

Material: dolomia_classe_1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 710 kPa
Friction Angle: 27.9 degrees
Water Surface: None

Material: Dolomia_classe_2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 530 kPa
Friction Angle: 23.7 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.854070
Axis Location: 111.618, 433.192
Left Slip Surface Endpoint: 148.215, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 400.130, 262.554
Resisting Moment=1.61142e+008 kN-m
Driving Moment=8.69126e+007 kN-m

Method: lowe-karafiath
FS: 1.959120
Axis Location: 104.282, 433.110
Left Slip Surface Endpoint: 140.748, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 392.650, 262.417
Resisting Horizontal Force=329363 kN
Driving Horizontal Force=168118 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.933190
Axis Location: 109.601, 415.624
Left Slip Surface Endpoint: 154.730, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 389.178, 262.353
Resisting Moment=1.31283e+008 kN-m
Driving Moment=6.79098e+007 kN-m
Resisting Horizontal Force=325311 kN
Driving Horizontal Force=168277 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 4963
Number of Invalid Surfaces: 37
Error Codes:
Error Code -112 reported for 37 surfaces

Method: lowe-karafiath
Number of Valid Surfaces: 1227
Number of Invalid Surfaces: 3773
Error Codes:
Error Code -108 reported for 2917 surfaces
Error Code -111 reported for 856 surfaces

Method: gle/morgenstern-price
Number of Valid Surfaces: 3545
Number of Invalid Surfaces: 1455
Error Codes:
Error Code -108 reported for 830 surfaces
Error Code -111 reported for 588 surfaces
Error Code -112 reported for 37 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1. This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

-112 = The coefficient M-Alpha = cos(alpha)(1+tan(alpha)tan(phi)/F)
< 0.2 for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.

List of All Coordinates

Material Boundary

266.191	211.210
289.955	215.700
312.428	218.035
338.111	223.288
371.675	227.958
385.683	230.584
396.483	231.752
416.037	236.422
428.000	242.843

External Boundary

0.000	50.000
428.000	50.000
428.000	242.843
428.000	247.263
428.000	270.000
413.500	262.800
370.000	262.000
342.800	260.000
318.500	254.000
312.800	250.000
293.500	242.000
292.600	242.000
289.600	240.000
281.800	220.000
270.000	220.000
266.191	211.210
263.500	205.000
255.500	205.000
248.700	190.000
240.500	190.000
234.200	175.000
225.000	175.000
218.200	160.000
213.000	160.000
201.600	140.000

195.500	140.000
187.500	127.000
178.500	127.000
171.000	114.000
163.000	114.000
156.600	100.000
53.000	100.000
49.600	103.000
35.500	103.000
23.000	106.000
21.000	112.500
7.000	128.000
6.000	128.000
0.000	126.000

Verifica di stabilità dei fronti in roccia
Sezione 3-3

Slide Analysis Information

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: 150
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: 2
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0127
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0064

Material Properties

Material: dolimia_classe_1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 710 kPa
Friction Angle: 27.9 degrees
Water Surface: None

Material: dolomia_classe_2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 530 kPa

Friction Angle: 23.7 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.886910
Axis Location: 4.625, 692.795
Left Slip Surface Endpoint: 9.132, 100.000
Right Slip Surface Endpoint: 481.565, 340.723
Resisting Moment=5.76442e+008 kN-m
Driving Moment=3.05495e+008 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 1.787990
Axis Location: 16.438, 689.161
Left Slip Surface Endpoint: 18.814, 100.682
Right Slip Surface Endpoint: 488.646, 337.974
Resisting Horizontal Force=886463 kN
Driving Horizontal Force=495787 kN

Method: spencer
FS: 1.966720
Axis Location: 18.145, 689.646
Left Slip Surface Endpoint: 19.255, 101.172
Right Slip Surface Endpoint: 489.590, 337.450
Resisting Moment=4.69745e+008 kN-m
Driving Moment=2.38847e+008 kN-m
Resisting Horizontal Force=708963 kN
Driving Horizontal Force=360480 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.976820
Axis Location: 18.145, 689.646
Left Slip Surface Endpoint: 19.255, 101.172
Right Slip Surface Endpoint: 489.590, 337.450
Resisting Moment=4.70922e+008 kN-m
Driving Moment=2.38222e+008 kN-m
Resisting Horizontal Force=709745 kN
Driving Horizontal Force=359034 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 4987
Number of Invalid Surfaces: 13
Error Codes:
Error Code -112 reported for 13 surfaces

Method: janbu simplified
Number of Valid Surfaces: 4986
Number of Invalid Surfaces: 14
Error Codes:
Error Code -111 reported for 4 surfaces

Error Code -112 reported for 10 surfaces

Method: spencer
Number of Valid Surfaces: 4543
Number of Invalid Surfaces: 457
Error Codes:
Error Code -108 reported for 52 surfaces
Error Code -111 reported for 387 surfaces
Error Code -112 reported for 18 surfaces

Method: gle/morgenstern-price
Number of Valid Surfaces: 4928
Number of Invalid Surfaces: 72
Error Codes:
Error Code -108 reported for 15 surfaces
Error Code -111 reported for 43 surfaces
Error Code -112 reported for 14 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1. This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

-112 = The coefficient M-Alpha = cos(alpha)(1+tan(alpha)tan(phi)/F)
< 0.2 for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.

List of All Coordinates

Material Boundary

212.900	234.000
256.766	244.133
310.252	265.361
347.573	279.309
392.057	297.405
441.442	306.452
471.977	308.337
490.827	306.453
511.000	300.044

External Boundary

-100.000	0.000
510.000	0.000
511.000	300.044

511.000	328.000
505.000	330.000
503.000	330.000
485.000	340.000
466.000	344.000
446.000	344.000
415.000	340.000
372.000	330.000
333.000	310.000
322.000	300.000
270.000	272.000
261.200	261.000
254.000	261.000
236.200	246.000
231.000	246.000
212.900	234.000
208.500	234.000
186.000	215.000
180.500	215.000
168.300	202.000
160.300	202.000
147.300	184.000
142.200	184.000
123.100	174.000
121.400	174.000
114.300	170.000
103.800	155.000
97.200	155.000
86.000	140.000
77.300	140.000
61.500	127.000
54.000	127.000
39.200	114.000
30.800	114.000
18.200	100.000
0.000	100.000
-100.000	100.000

Verifica di stabilità del rilevato in materiali sterili

Slide Analysis Information

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: 1.2

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0204
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0102

Material Properties

Material: substrato dolomitico
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27 kN/m3
Cohesion: 220 kPa
Friction Angle: 27 degrees
Water Surface: None

Material: sterili di cava
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.116270
Center: 100.596, 246.975
Radius: 111.962
Left Slip Surface Endpoint: 32.634, 158.000
Right Slip Surface Endpoint: 58.128, 143.380
Resisting Moment=25400.9 kN-m
Driving Moment=22755.2 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 1.110380
Center: 96.394, 234.367
Radius: 99.088
Left Slip Surface Endpoint: 33.878, 157.489
Right Slip Surface Endpoint: 60.455, 142.026
Resisting Horizontal Force=222.555 kN
Driving Horizontal Force=200.431 kN

Method: spencer
FS: 1.112610
Center: 100.596, 246.975
Radius: 111.962
Left Slip Surface Endpoint: 32.634, 158.000
Right Slip Surface Endpoint: 58.128, 143.380
Resisting Moment=25317.6 kN-m
Driving Moment=22755.2 kN-m
Resisting Horizontal Force=196.011 kN
Driving Horizontal Force=176.173 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.112740
Center: 100.596, 246.975
Radius: 111.962
Left Slip Surface Endpoint: 32.634, 158.000
Right Slip Surface Endpoint: 58.128, 143.380
Resisting Moment=25320.5 kN-m
Driving Moment=22755.2 kN-m
Resisting Horizontal Force=196.017 kN
Driving Horizontal Force=176.158 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 3192
Number of Invalid Surfaces: 1659
Error Codes:
Error Code -106 reported for 16 surfaces
Error Code -115 reported for 323 surfaces
Error Code -1000 reported for 1320 surfaces

Method: janbu simplified
Number of Valid Surfaces: 3166
Number of Invalid Surfaces: 1685
Error Codes:

Error Code -106 reported for 16 surfaces
Error Code -108 reported for 2 surfaces
Error Code -111 reported for 24 surfaces
Error Code -115 reported for 323 surfaces
Error Code -1000 reported for 1320 surfaces

Method: spencer
Number of Valid Surfaces: 2925
Number of Invalid Surfaces: 1926
Error Codes:
Error Code -106 reported for 16 surfaces
Error Code -108 reported for 6 surfaces
Error Code -111 reported for 261 surfaces
Error Code -115 reported for 323 surfaces
Error Code -1000 reported for 1320 surfaces

Method: gle/morgenstern-price
Number of Valid Surfaces: 2992
Number of Invalid Surfaces: 1859
Error Codes:
Error Code -106 reported for 16 surfaces
Error Code -108 reported for 4 surfaces
Error Code -111 reported for 196 surfaces
Error Code -115 reported for 323 surfaces
Error Code -1000 reported for 1320 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-106 = Average slice width is less than
0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region).
This limitation is imposed to avoid numerical errors
which may result from too many slices, or too
small a slip region.

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1. This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

-115 = Surface too shallow, below the minimum depth.

-1000 = No valid slip surfaces are generated
at a grid center. Unable to draw a surface.

List of All Coordinates

Search Grid
37.554 188.136

121.610	188.136
121.610	272.192
37.554	272.192

Material Boundary

27.800	158.000
43.600	140.000
68.200	140.000

External Boundary

0.000	130.000
82.700	130.000
82.700	136.000
77.000	140.000
68.200	140.000
65.300	142.000
60.500	142.000
33.000	158.000
27.800	158.000
25.500	158.000
14.000	171.000
9.000	171.000
0.000	180.000

Water Table

27.800	158.000
32.478	152.670
43.945	147.061
52.693	143.599
56.034	142.627
58.646	142.019
66.346	141.279
68.200	140.000

4. CARTOGRAFIE DELLA SITUAZIONE DEI MANUFATTI ESISTENTI E IN PROGETTO