

COMUNE DI ALBIANO

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

PROGETTO
PROGRAMMA DI ATTUAZIONE
AREE ESTRATTIVE MONTE GAGGIO E S.COLOMBA

OGGETTO

RELAZIONE GEOLOGICA
SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)

RELAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA
DI VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI
(contiene le verifiche geotecniche)

STUDIO DI COMPATIBILITA'

Geol. Andrea Fontanari
Iscrizione Albo Geologi n. 290
Via dei Caldonazzi, 64 Fraz.Serso
Pergine Valsugana 38057 (TN)
Cell.3408797231
andrea.fontanari@gmail.com

Il progettista

(è responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica NTC §6.2.2)

timbro e firma

GIUGNO 2026

PREMESSE

OGGETTO

Relazione geologica – geotecnica-geomeccanica e studio di compatibilità di supporto al programma di attuazione dell'area estrattiva Monte Gaggio e S.Colomba, nel Comune di Albiano

La presente relazione è stata redatta in riferimento alle NTC DM dd 17.01.2018 ed alla L.P. n. 1/ 2017.

Normative di riferimento

D.M. 11.03.88

NTC DM dd 17.01.2018

L.P. n. 1/ 2017

GENERALITÀ

Il progetto riguarda la pianificazione della coltivazione nelle aree estrattive pubbliche e private del Monte Gaggio e S.Colomba. In particolare il programma di attuazione ha lo scopo di programmare l'attività di coltivazione per i prossimi 18 anni introducendo l'entità dei macrolotti che vanno a sostituire i lotti attuali di dimensioni molto inferiori.

L'impostazione della coltivazione a gradoni contemporanei risulta ormai collaudata da anni tuttavia in questa sede viene ridotta l'altezza massima dei gradoni pari a 12 m e larghezza della pedata pari ad almeno 10 m a differenza del passato ove si prevedevano altezze fino ed anche oltre i 20 m. Con tale impostazione si garantisce una notevole riduzione della pendenza complessiva del versante oggetto di coltivazione, aumentando la sicurezza e la stabilità agevolando le operazioni di disgaggio del fronte.

Il presente programma di attuazione ripropone inoltre il vincolo del rapporto di scavo tra volumi scavati sotto e sopra una certa quota che varia in funzione dei macrolotti, già previsto all'interno dell'attuale PDA ponte, che garantisce una coltivazione uniforme lungo tutto il versante evitando eccessive escavazioni nella porzione basale che in passato hanno determinato situazioni di stallo nell'avanzamento dell'attività nonché problematiche legate alla sicurezza dell'attività di coltivazione.

Nell'ambito del programma di attuazione alcune porzioni di area estrattiva saranno interessate da operazioni di ripristino in quanto risultano esaurite o con materiale a scarso valore commerciale. In particolare le zone oggetto di ripristino risultano la porzione occidentale del macrolotto 5, la porzione basale del macrolotto 4 ove è prevista la realizzazione di un bacino di accumulo e decantazione delle acque meteoriche provenienti dall'intero giacimento e non utilizzate per altri scopi, oggetto di ripristino sarà anche la zona contraddistinta dagli attuali lotti 6-7-8-9 posta tra l'area estrattiva del monte Gaggio e quella di S.Colomba ove è prevista la realizzazione di piazzali da adibire a futura area produttiva ed un'area da adibire ad attività socio-culturali.

All'interno del presente programma è compresa inoltre l'area Possender, storica struttura di deposito dei rifiuti di estrazione non ancora terminata ed in questa sede ne vengono riproposti i profili finali secondo quanto già previsto anche nei precedenti programmi di attuazione.

L'area estrattiva si estende ad ovest e sud-ovest del paese di Albiano.

La Carta di Sintesi delle Pericolosità inserisce l'area in parte tra le **aree con penalità medie**:

- 1. Sono aree con penalità medie quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi mediamente gravosi per combinazione d'intensità e frequenza.*
- 2. Nelle aree con penalità medie è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione o all'eliminazione del pericolo.*
- 3. In deroga al comma 2 e a condizione che un apposito studio di compatibilità allegato al progetto analizzi dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisca gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati:*
 - a) gli interventi ammessi ai sensi del comma 3 dell'articolo 15;*
 - b) le opere di infrastrutturazione e le bonifiche agrarie, previa autorizzazione della Provincia;*
 - c) gli interventi ammessi ai sensi del comma 4 dell'articolo 15, con possibilità di*

ampliamento, per gli edifici esistenti alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, non superiore al 10 per cento del volume esistente;

d) gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, diversi da quelli di cui alle lettere a), b) e c) e già previsti dai vigenti piani regolatori generali alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, purché siano realizzate apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o siano adottate, in relazione ai fenomeni attesi, adeguate misure di sicurezza afferenti l'utilizzazione degli immobili; queste opere o misure devono essere realizzate prima dell'inizio dei lavori; se ciò non risulta tecnicamente possibile è ammessa la loro realizzazione prima della fine dei lavori o del collaudo, sulla base di un programma temporale e finanziario da riportare nello studio di compatibilità.

4. Gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia previsti da nuovi strumenti di pianificazione o loro varianti in aree con penalità media sono ammessi solo se questi strumenti di pianificazione prevedono la realizzazione di apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o l'adozione di misure di sicurezza adeguate in relazione ai fenomeni attesi. A tal fine gli strumenti di pianificazione e le loro varianti devono essere supportati dallo studio di compatibilità previsto dal comma 3. Le strutture provinciali competenti, in sede di esame delle previsioni degli strumenti di pianificazione secondo le procedure previste dalla legge urbanistica, si esprimono al riguardo con parere vincolante.

Parte dell'area ricade in **area a penalità bassa**:

1. Sono aree con penalità basse quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi moderatamente gravosi per combinazione d'intensità e frequenza.

2. Nelle aree con penalità basse sono ammessi, oltre agli interventi consentiti ai sensi degli articoli 15 e 16, le sole attività di trasformazione urbanistica ed edilizia aventi caratteristiche costruttive e di utilizzazione compatibili con le locali condizioni di pericolo, secondo quanto previsto dai piani regolatori generali, tenuto conto dei criteri stabiliti dalla Giunta provinciale ai sensi del comma 3 dell'articolo 14 e delle disposizioni della legge urbanistica. I relativi progetti sono corredati da un'apposita relazione tecnica che attesta la compatibilità e assicura l'adozione degli accorgimenti

necessari per garantirne la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi.

In parte l'intervento è posto a margine di un'**area da approfondire** (APP) dovuta alla presenza dell'alveo artificiale del rio Segà, in tale zona tuttavia non verranno effettuate operazioni di scavo: *Le aree da approfondire hanno un carattere di salvaguardia volto ad assicurare specifici studi prima della realizzazione degli interventi ammessi. Questa classe di pericolosità, tenuto conto del fatto che il territorio provinciale, per le sue caratteristiche naturali, presenta un fondo naturale di pericoli tipici dell'ambiente alpino, è stata adottata per le porzioni di territorio per cui non è disponibile la relativa classificazione ordinaria della pericolosità....nelle aree da approfondire per presenza di fenomeni alluvionali in corrispondenza del reticolo idrografico e per quelle da approfondire per presenza di fenomeni valanghivi, si stabiliscono le seguenti specifiche disposizioni.*

a) nelle aree da approfondire legate al solo reticolo idrografico (in breve Aree APP da reticolo), rimane ferma la necessità di verificare preventivamente l'ammissibilità rispetto alla disciplina delle le seguenti specifiche disposizioni: invarianti del Piano urbanistico provinciale e alle disposizioni sulla polizia idraulica di cui al Capo I della l.p. n. 18 del 1976. Per gli interventi ammissibili lo studio allegato al piano o al progetto deve attestare mediante asseverazione la compatibilità della previsione o dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua, il pericolo atteso e le caratteristiche strutturali e idrauliche delle sezioni di deflusso, anche se il corso d'acqua è coperto o tombinato, senza che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area.

Dalla Carta delle Risorse Idriche l'area non ricade in aree rispetto e protezione di sorgenti.

L'area non risulta essere in anagrafe dei siti contaminati da bonificare.

MODALITA' D'INDAGINE

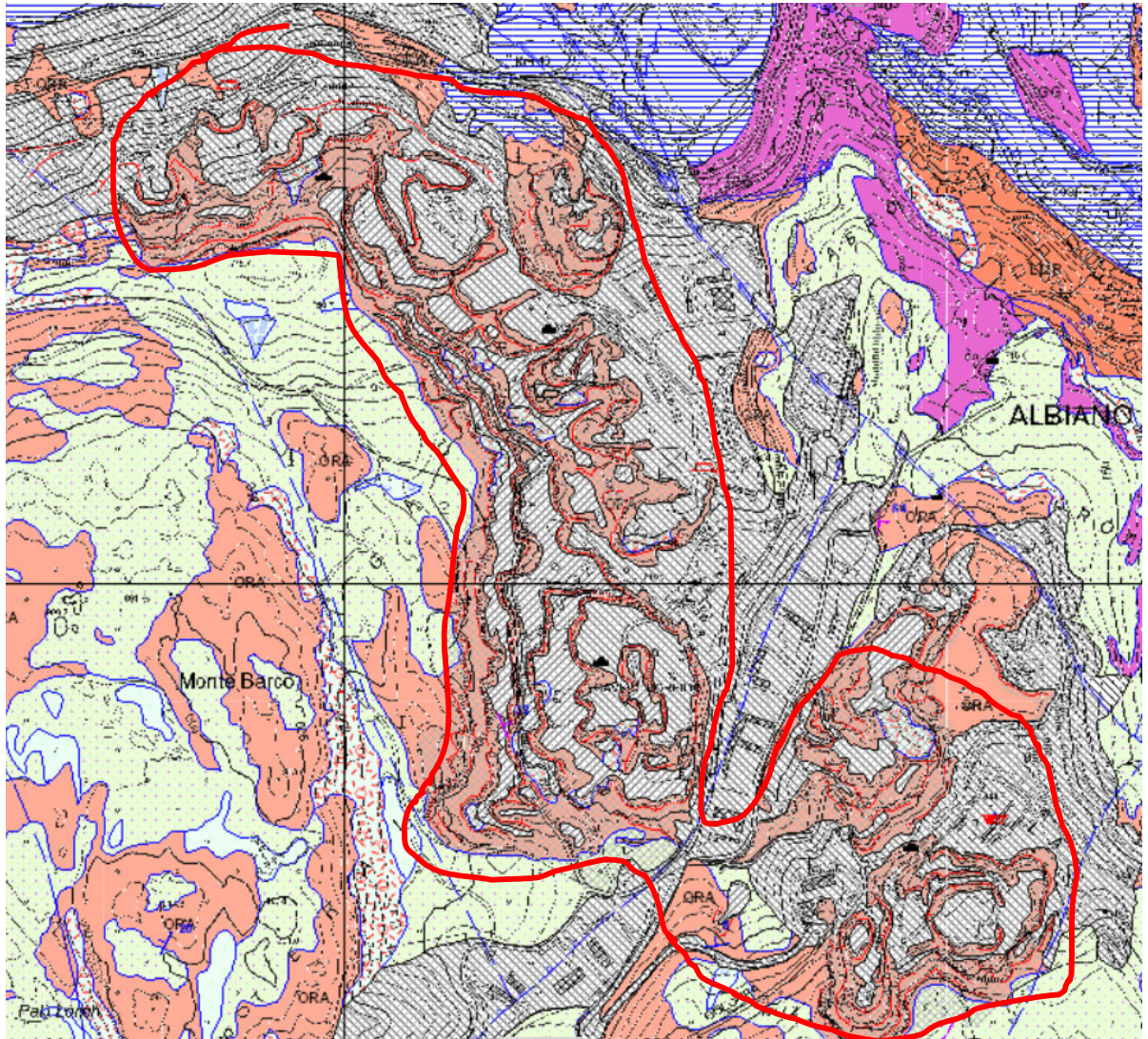
La presente relazione è stata eseguita in ottemperanza a quanto stabilito dal D.M. 11.03.88 ed alle L.P. 7/2007 e L.P.1/2017. "Disciplina dell'attività di cava", tenendo conto delle NTC DM n. 8 dd 17.01.2018 e relativa circolare n. 7 dd 21.07.2019.

Trattandosi di un programma di attuazione di un'area ben conosciuta e studiata da decenni, che ricalca come impostazione di coltivazione in buona parte quello attualmente vigente con l'introduzione però di un'altezza massima dei gradoni pari a

12 m, tiene conto delle indicazioni fornite dalla relazione geologica allegata al Programma di Attuazione Comunale attuale, in questa sede si farà riferimento ai numerosi studi esistenti. In particolare quanto riportato nella relazione geologica allegata al PDA (novembre 2004), al precedente progetto di coltivazione (agosto 2014), entrambe redatte dal Geol.Claudio Valle e quanto riportato nella relazione a supporto dell'attuale PDA ponte redatta dal sottoscritto.

In seguito all'esame del progetto e degli studi precedenti sono stati effettuati più sopralluoghi allo scopo di verificare l'assetto geologico, idrogeologico e geomeccanico dell'ammasso roccioso in relazione alle modalità di coltivazione adottate, anche in funzione della salvaguardia delle opere di servizio e di terzi, site in prossimità dell'area estrattiva.

MODELLO GEOLOGICO



estratto della carta geologica redatta dalla Pat ove si nota l'area di cava con le pareti appartenenti alla formazione di Ora della Piattaforma Porfirica Atesina. Verso ovest e sud sono presenti ancora depositi morenici che ricoprono il substrato, mentre verso nord e nord-est sono presenti depositi fluvio-glaciali legati all'azione deposizionale del fiume Avisio

MORFOLOGIA E GEOLOGIA

L'intera area estrattiva denominata Monte Gaggio-S.Colomba è posta ad ovest dell'abitato di Albiano, lungo una vallecchia di circa 4 Km² di estensione, percorsa dal Rio della Sega ed in parte sul fianco meridionale della val di Cembra. In sponda sinistra del rio, lungo le pendici del Monte Barco, è posta la località "Gaggio" da cui ha preso nome l'area estrattiva. Verso est, l'area si chiude lungo la strada provinciale che da Albiano porta a Torchio e che delimita anche l'area di Santa Colomba. La

morfologia originaria presentava un pendio a media pendenza, sagomato dall'azione erosiva delle coltri glaciali con conseguente deposizione morenica a granulometria mista. Lo spessore della copertura morenica è modesto e quasi assente alle quote maggiori, verso il limite ovest dei lotti, mentre può raggiungere localmente anche una decina di metri in corrispondenza del compluvio della vallecchia. La circolazione superficiale è modesta ed ha carattere di ruscellamento; è così che l'apporto di detrito alluvionale è scarso e l'azione erosiva delle acque è limitata al tratto prossimo alla confluenza con il fiume Avisio e quindi a distanza dalla zona in esame.

In corrispondenza dell'area estrattiva la conformazione originaria del territorio è stata quasi totalmente modificata dall'intervento antropico. In seguito alla attività di cava si sono creati notevoli dislivelli che si raccordano con gradoni intermedi variamente orientati.

I litotipi presenti nell'area di cava sono massimamente rappresentati da riolite ignimbrica (porfido) appartenente alla Formazione di Ora facente parte della Piattaforma Porfirica Atesina, da accumuli di detrito di scarto misto a cappellaccio e da cappellaccio morenico. Si riportano qui di seguito le caratteristiche geotecniche indicative dei principali litotipi riscontrati.

TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI



Dettaglio della copertura dove si osservano i vari litotipi presenti nel contesto estrattivo

- Porfido (Permo Trias)

Geologicamente trattasi di "ignimbrite riolitica". Si presenta variamente fratturata con zonazioni, anche vicine, in cui i lassi caratteristici vanno a scomparire per conferire alla roccia un aspetto massivo. Con il termine porfido s'intende sia la porzione di cappellaccio roccioso alterato (porfido rovesciato) che la porzione lastrificata, oggetto di coltivazione.

Il comportamento meccanico di questo litotipo è strettamente legato all'orientamento della sua fratturazione rispetto alle superfici libere. I risultati degli studi geomeccanici eseguiti nel corso dei decenni di coltivazione sono riportati dettagliatamente in un successivo paragrafo.

La permeabilità è strettamente connessa al grado di fratturazione ed è direzionata secondo le linee delle principali discontinuità.

Porfido compatto

Peso di volume	2550 Kg/mc
Angolo di attrito interno	25°-35°
Coesione	200-300 kPa
permeabilità	Secondaria per fratturazione

Porfido rovesciato

Peso di volume	2000-2200 Kg/mc
Angolo di attrito interno	38°-42°
Coesione	0-50 kPa
permeabilità	1×10^{-3} - 1×10^{-4} m/s

- Cappellaccio detritico di copertura

Presente ai margini del contesto estrattivo con questo termine è inteso tutto il terreno granulare che ricopre l'ignimbrite riolitica. Si tratta soprattutto della diffusa facies di deposizione morenico-fluvioglaciale parzialmente coesiva e dei depositi eluvio-colluviali. Lo spessore è generalmente modesto ed inferiore al metro.

Detrito morenico-fluvioglaciale

Peso di volume	1800-1900 Kg/mc
Angolo di attrito interno	30°-35°

Coesione	0-5 kPa
permeabilità	1×10^{-4} - 1×10^{-5} m/s

Detrito eluvio-colluviale

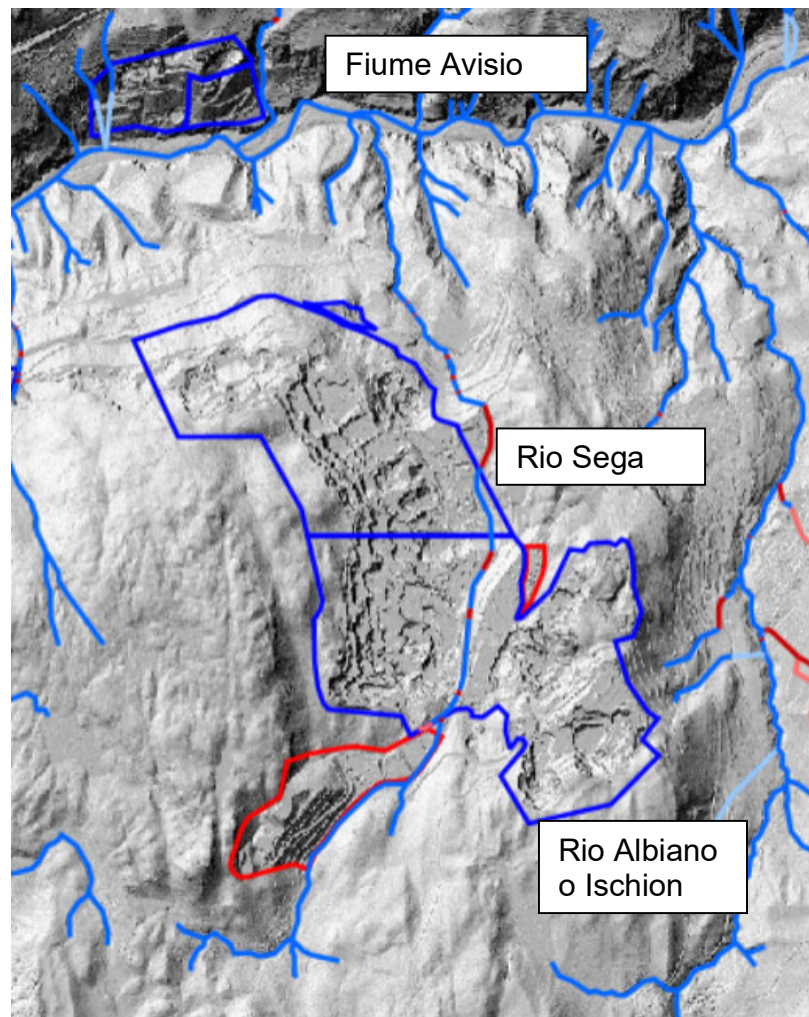
Peso di volume	1800-1900 Kg/mc
Angolo di attrito interno	32°-36°
Coesione	0-5 kPa
permeabilità	1×10^{-3} - 1×10^{-4} m/s

- Materiali di discarica

Così s'indicano tutti quei materiali prodotti dalla cernita e dalla lavorazione del porfido; si tratta di frammenti rocciosi spigolosi, spesso piatti od allungati. Talvolta viene conferito in discarica anche il cappellaccio di copertura, per questo le caratteristiche geotecniche possono presentare variazioni anche nell'ambito dello stesso cumulo di detrito. Uno studio condotto da A. Armanini e F. Colleselli ha attribuito mediamente i seguenti valori per i parametri geotecnici: peso di volume 1600 Kg/mc; coesione 0 t/mq; attrito interno 38 gradi. La permeabilità è particolarmente elevata, generalmente maggiore di 0,1 cm/sec.

Peso di volume	1600Kg/mc
Angolo di attrito interno	36°-40°
Coesione	0 kPa
permeabilità	1×10^{-2} - 1×10^{-3} m/s

CIRCOLAZIONE IDRICA



Carta dell'ombreggiamento ottenuta da dati LiDAR PAT 2008 con evidenziata l'area estrattiva in colore blu ed il reticolo idrografico in colore azzurro, in colore rosso i tratti intubati.

ACQUE SUPERFICIALI

La superficie topografica attuale consiste in un pendio coltivato a cava in pendenza con zone di ribasso dove tendono ad accumularsi temporaneamente le acque per poi evaporare od infiltrarsi nell'ammasso roccioso lungo le discontinuità presenti naturalmente. A monte sono osservabili delle modeste linee d'impluvio ma con assenza di bacini di raccolta di una certa rilevanza. Le acque superficiali sono costituite unicamente da quelle di ruscellamento, anche se di tipo diffuso. Il loro smaltimento avviene naturalmente a dispersione per scorrimento a letto delle porzioni in detrito, affiorando e scorrendo superficialmente dove la roccia viene a giorno. Prima dell'impostazione della coltivazione l'elemento idrografico principale era

rappresentato dal rio Sega che ad oggi risulta regimato artificialmente ed in parte intubato a fianco della viabilità asfaltata che attraversa l'area estrattiva. L'impostazione dei gradoni progettuali, di fatto già previsti dal progetto precedente con la differenza della minor altezza, non modifica sostanzialmente il flusso sia delle acque superficiali che di quelle d'infiltrazione che trovano accumulo nei principali ribassi e successivo smaltimento per evaporazione o infiltrazione nell'ammasso roccioso. Accumuli temporanei possono verificarsi sui gradoni, che in questo modo agiscono laminando l'intensità del flusso. Le acque accumulate verranno utilizzate dai concessionari dei singoli macrolotti per effettuare la bagnatura dei piazzali ed altre operazioni di pulizia come descritto nella relazione in merito alla gestione delle acque redatto dall'Ing.Fontana, dove viene riportato inoltre che eventuali acque (relativamente all'area del M.Gaggio, macrolotti 1-2-3-4-5) che dovranno essere allontanate verranno convogliate nel ribasso esistente in corrispondenza dell'attuale lotto 19 e successivamente convogliate nel rio Sega previa disoleatura e dissabbiatura. Le acque in eccesso relative all'area di S.Colomba (macrolotto 6) verranno invece convogliate nel rio di Albiano o Ischion sempre previa disoleatura e dissabbiatura.

ACQUE IPOGEE

Una modesta attività idrica ipogea, residua in seguito a forti precipitazioni, si manifesta nella zona meridionale dell'area M.Gaggio 1 dove sono presenti venute d'acqua probabilmente non drenate dal rio Sega e che affiorano in corrispondenza delle porzioni rocciose affioranti a maggiore fratturazione, intercettate dagli scavi e lungo i gradoni di coltivazione. Si tratta di modesti flussi, individuati e descritti nella relazione geologica originaria del PDA che tendono ad accumularsi nei ribassi posti in corrispondenza degli attuali lotti 5-6 e privato e smaltite per filtrazione naturale. Nella zona di S.Colomba, specialmente nella porzione sommitale orientale sono presenti modeste venute d'acqua legate alla presenza di un modesto altopiano in parte paludoso che si intensificano in seguito a periodi con precipitazioni intense od in seguito al disgelo primaverile. Nell'area di M.Gaggio 2 non sono segnalate emergenze idriche rilevanti.

NOTE SUI FLUSSI SUPERICIALI

Tale aspetto viene trattato all'interno della relazione redatta dall'Ing.Fontana ed allegata la presente PDA.

La zona risulta intensamente antropizzata con copertura boscata posta a margine e, nella zona coltivata, presenta una superficie con irregolarità morfologiche tali da garantire scarsa corrivazione. Lo stesso porfido scompaginato, costituente il substrato del cotico vegetale è in grado di trattenere notevoli quantità d'acqua che verranno poi rilasciate nel tempo. La fase più esposta al rischio di dilavamento superficiale risulta essere quella transitoria di coltivazione; anche per questo motivo i gradoni presenteranno un tomo esterno cosicché le acque di pioggia verranno contenute sul gradone stesso dove troveranno successivo smaltimento spontaneo per evaporazione o filtrazione secondaria nella roccia fratturata, nonché per utilizzo di bagnatura dei piazzali e delle superfici transitabili.

Si ricorda che per quanto riguarda le condizioni superficiali la situazione finale di ripristino, ad avvenuto attecchimento vegetativo, risulterà del tutto analoga a quella del versante naturale, pertanto le acque di pioggia verranno massimamente trattenute dal versante nelle porzioni detritiche superficiali per cui il deflusso spontaneo può essere considerato accettabile senza scarichi e tubazioni.

Nel caso di situazioni in cui si necessiti l'eduzione di acque da sottoscavi o zone allagate lo smaltimento dovrà avvenire secondo le indicazioni ed i limiti imposti dall'art.25 del dPGP 26/01/1987, n.1-41.

A tal proposito l'accumulo di acque nei ribassi ancorchè con la formazione di cospicui volumi di ristagno, non genera problemi di instabilità. La posizione di questi accumuli dovrà essere incassata nella roccia compatta a distanza dal pendio con possibilità di poter espandersi in zone sostanzialmente stabili o prevedere delle tubazioni di troppo pieno o pompe con galleggiante che scarichino l'acqua nei ricettori individuati dalla relazione dell'Ing.Fontana. Nella condizione finale di ripristino gran parte dei vuoti minerari relativi ai ribassi verrà colmata ottenendo un terreno saturo per cui non cambieranno le condizioni di spinta idrostatica rispetto al contorno del bacino.

RISCHI RELATIVI AL DEFLUSSO DELLE ACQUE

PROCESSO PRODUTTIVO E RISCHIO INQUINAMENTO

L'area estrattiva si sviluppa su una superficie molto ampia, una parte della quale utilizzata per escavazione e piazzali di lavorazione. La maggior parte della superficie messa a nudo dagli scavi è costituita dai gradoni di coltivazione e solo una aliquota minoritaria è costituita dai piazzali di manovra. La presenza dei mezzi meccanici sui gradoni della cava è molto limitata e funzionale all'asporto del materiale estratto, circostanza che si ripete nello stesso punto della cava a distanza di anni, una volta che tutti i gradoni si sono arretrati completamente. L'uso di esplosivo sviluppa gas che si disperdono in atmosfera lasciando al suolo solo tracce residuali di nitrati gliceridi od ammoniacali.

La presenza dei mezzi meccanici sui piazzali è continua, durante l'orario di lavoro, e spesso avviene anche il travaso di oli minerali nelle operazioni di rifornimento e rabbocco.

In sintesi possiamo affermare che il rischio di inquinamento di oli è legato all'attività dei piazzali, mentre il rischio di inquinamento per materiali in sospensione è legato alla vasta superficie dei gradoni.

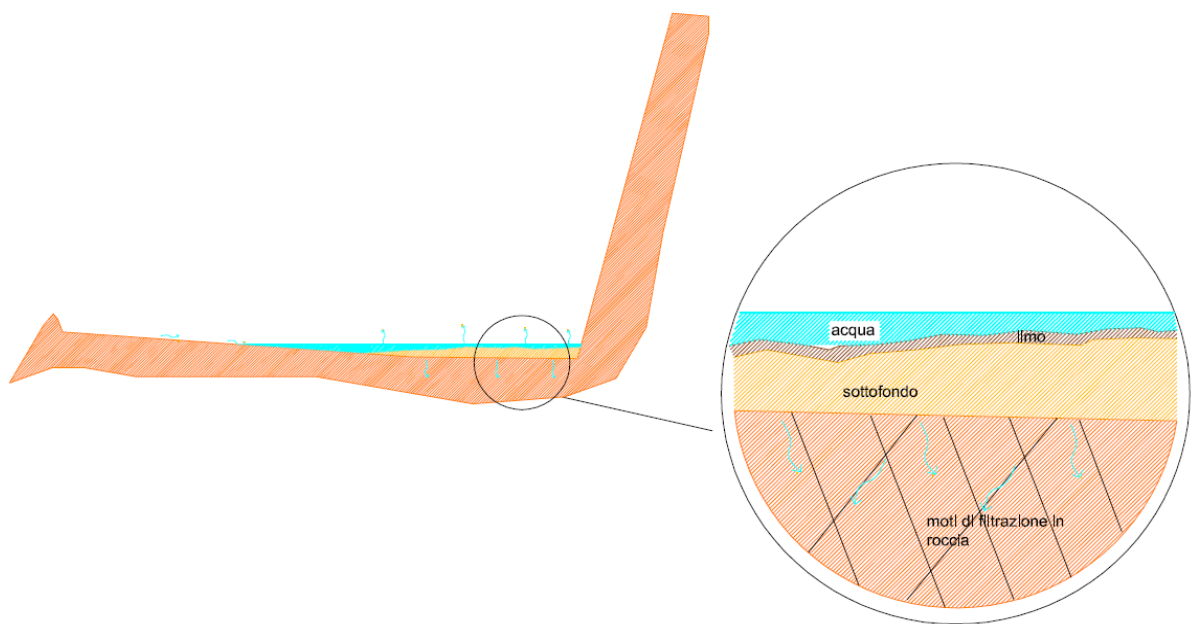
MECCANISMO DI DIFFUSIONE DEGLI INQUINANTI

acque torbide

Sia per effetto delle piogge persistenti (autunnali-primaverili) che di quelle intense (temporali estivi) le polveri presenti in cava passano in sospensione producendo una massa di acqua torbida proporzionale alla superficie di raccolta, che nelle piogge intense di un'ora può raggiungere i 47.8 l/mq. Appare evidente che la concentrazione dei flussi delle acque di pioggia somma le portate delle diverse superfici di raccolta aumentando la problematica relativa allo smaltimento. Il primo presidio per prevenire uno sversamento di acque torbide nella rete idrografica locale sarà quello di frazionare il più possibile le diverse superfici, così che le acque di pioggia restino nel sedime originario. I gradoni delle cave sono delimitati verso valle da un tomo che ha una funzione di sicurezza del transito ma funge anche da contenimento delle acque di pioggia; in questo modo si formano pozzanghere che lentamente smaltiscono

l'acqua torbida per evaporazione (50%-90%) o dispersione (50%-10%) a seconda delle condizioni climatiche.

Con la sola esclusione della presenza di vuoti carsici (non è il caso del porfido) o vuoti antropici (perforazioni), il moto filtrante nel terreno avviene in regime laminare e quindi le particelle in sospensione si depositano nel primissimo strato andando progressivamente ad intasare la via percorsa dall'acqua. In superficie la pozzanghera depositerà il caratteristico velo di limo che impermeabilizza il fondo (vedi illustrazione seguente).



particolare sullo smaltimento delle acque di pioggia

oli

Nel caso di sversamento di oli minerali, la loro diffusione sarà diversa se avverrà in assenza o presenza di pioggia. In caso di pioggia l'olio tenderà a disperdersi sulla massima superficie di contatto con l'acqua, galleggiando sulla stessa, distribuendosi su una vasta area.

DEFLUSSO ACQUE METEORICHE DI CAVA

Con le premesse di cui sopra il deflusso delle acque meteoriche della cava dovrà rispettare essenzialmente due condizioni. La prima riguarda il confinamento delle acque internamente alla cava, la seconda che queste non vengano a contatto con

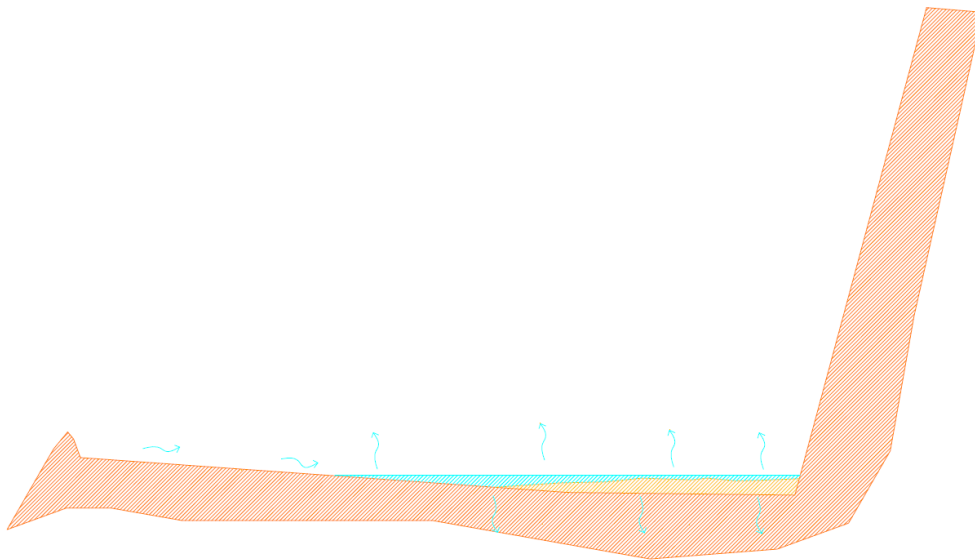
lavorazioni che possano arricchirle di componenti inquinanti, nella fattispecie di oli minerali.

La prima condizione risulta oggi garantita. Con il progredire della coltivazione sarà possibile migliorare il sistema di deflusso secondo le indicazioni riportate nel paragrafo successivo.

La seconda condizione può essere garantita con accorgimenti da adottare in funzione del rischio specifico. Sull'eccezionalità della perdita di olio sui gradoni si potrà intervenire rimuovendo tempestivamente lo strato superficiale contaminato; sulle operazioni di travaso e rifornimento si potrà imporre che queste avvengano in una particolare posizione coperta e con sottofondo assorbente come meglio dettagliato nel paragrafo seguente.

ACCORGIMENTI DA ADOTTARE

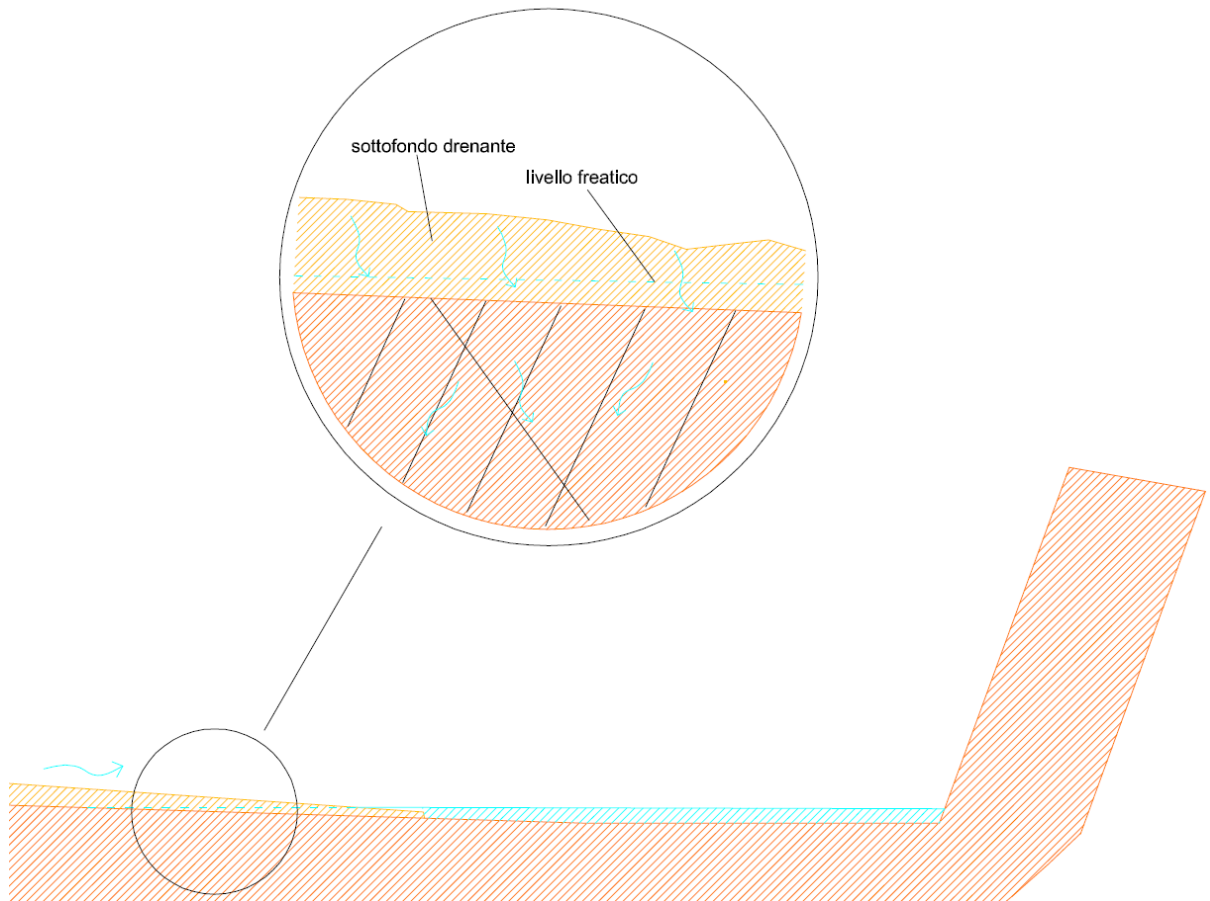
- La prosecuzione dei gradoni dovrà avvenire mantenendo un tomo sul ciglio ed una preferibile inclinazione verso l'interno, con pendenze tali da impedire che le acque fluiscano lungo la viabilità da un gradone ad un altro secondo il seguente schema.



sezione tipo per accumulo acque di pioggia sui gradoni

- Nei piazzali di lavorazione si dovrà evitare il ristagno di acqua nelle zone transitate ponendo in opera un sottofondo drenante e pendenze tali da convogliare le acque preferibilmente verso monte dove troveranno accumulo. Il volume di accumulo verrà all'occorrenza incrementato scavando vasche o fosse di dimensioni adeguate rispetto

alla superficie del piazzale. La posizione degli accumuli risulterà marginale al piazzale ed in posizione non interessata dal transito dei mezzi, così che non possa avvenire il rimaneggiamento dell'accumulo e la contaminazione per perdita di oli.

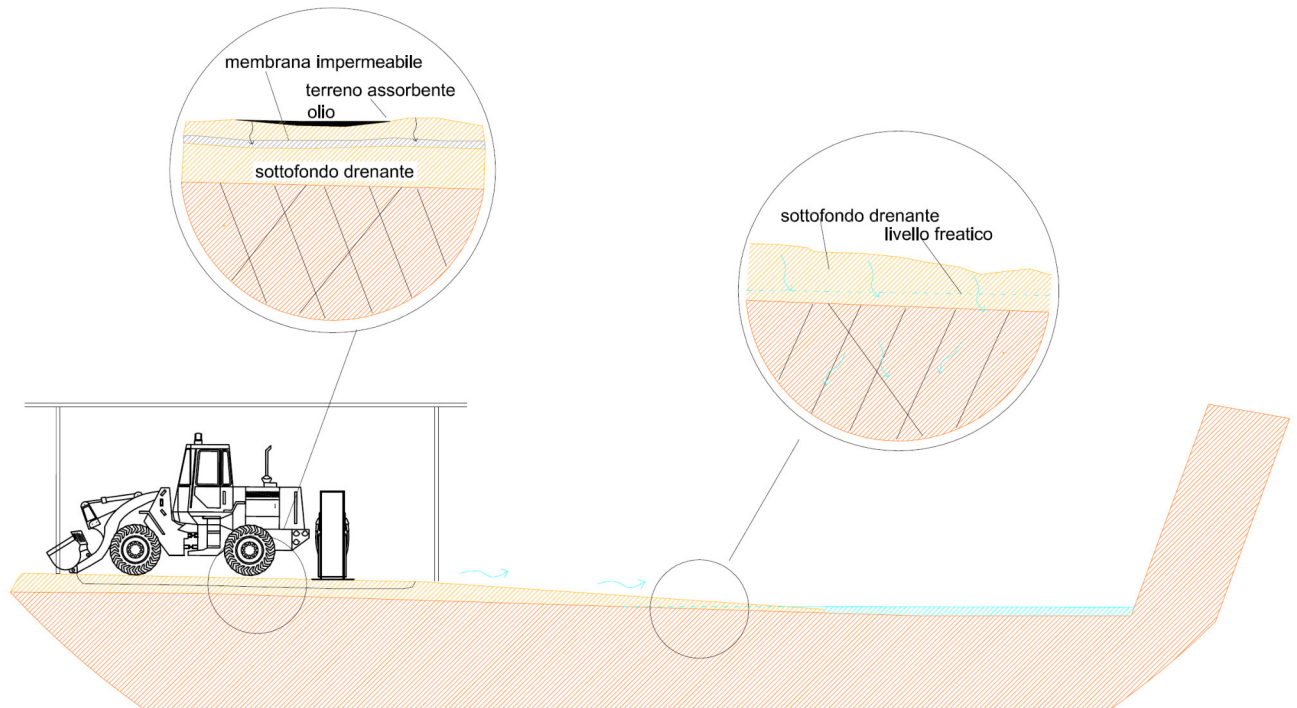


particolare del piazzale con ricarica drenante e zona di accumulo verso il fronte roccioso

Nel caso in cui ci fosse necessità di liberare le zone allagate della cava, si prevede il pompaggio delle acque in un pozzetto desolatore-dissabbiatore con l'immissione nella rete idrografica locale previo controllo con torbidimetro, secondo le indicazioni ed i limiti imposti dall'art.25 del dPGP 26/01/1987, n.1-41.

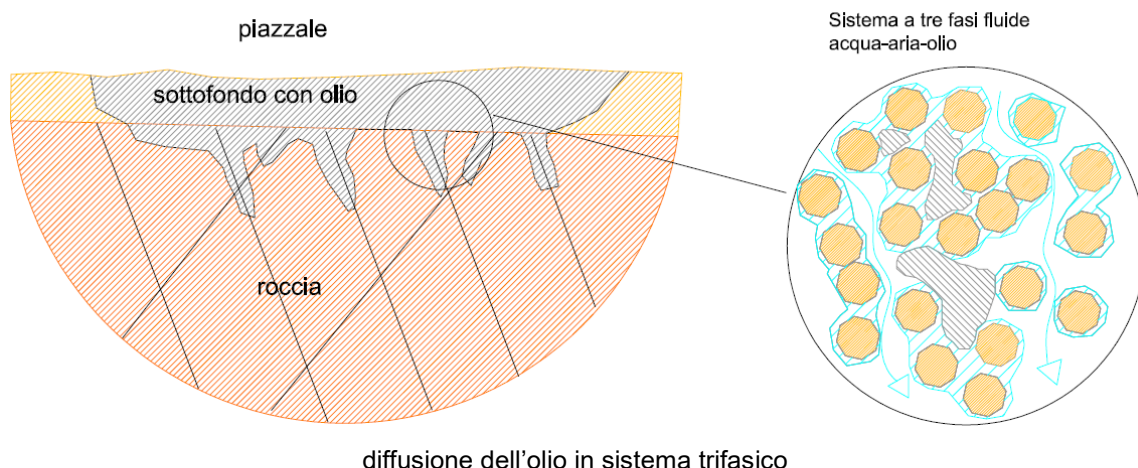
- E' possibile, previo ottenimento di opportuna autorizzazione, l'utilizzo delle acque di pioggia per eseguire la bagnatura dei piazzali e limitare la produzione di polveri.
- Lo stoccaggio, il travaso ed il rabbocco degli oli minerali avverranno preferibilmente al coperto di una tettoia in una posizione del piazzale non interessata da accumuli o scorrimenti di acque di pioggia, con sottofondo in terreno sciolto assorbente e con membrana impermeabile di contenimento. Tale posizione verrà bonificata al termine

dell'attività come rifiuto da demolizione (codice CER 17), senza l'inserimento nel piano dei rifiuti estrattivi.



particolare piazzale con presidio per il rifornimento di olio e gasolio

- In caso di sversamento di oli sui gradoni si interverrà con l'asportare la porzione contaminata. In assenza di pioggia manca l'elemento principale di trasporto e l'olio permea nel primo strato di terreno dove si instaura un moto filtrante di tre fasi fluide. Se il terreno è secco l'olio aderisce ai granuli, qui restando definitivamente per adesione. Se il terreno è umido l'olio resterà intrappolato nei pori liberi. Le acque di pioggia successive allo sversamento passeranno lungo linee di flusso preferenziali senza riuscire a spostare significativamente l'olio che è trattenuto dalle tensioni superficiali. Si tratterà quindi di un inquinamento localizzato e limitato ad uno strato superficiale (vedi illustrazione seguente).



MODELLAZIONE SISMICA

La normativa sismica impone la determinazione del parametro "S" che definisce gli effetti di amplificazione locale ed è definito in accordo alle seguenti tabelle (N.T.C. 17-01-2018) in funzione delle caratteristiche stratigrafiche del terreno.

Trattandosi di ammasso roccioso affiorante la categoria del suolo è la A.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
→ A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
→ T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Valutazione dell'azione sismica

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del *reticolo di riferimento* e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla *pericolosità sismica*, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla *pericolosità sismica*,
- F_0 e T_c^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla *pericolosità sismica* (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{V_R} associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di *pericolosità sismica* disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_r = - \frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

$$T_r = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Nella progettazione è stato deciso di adottare come probabilità di superamento P_{VR} quella relativa a uno **stato limite di salvaguardia della vita (SLV)**, ovvero pari al 10%. Questo stato limite è definito dalla norma: *"a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali"*.

Per le cave, si può assumere come vita di riferimento $V_R=50$ anni, per una classe d'uso di tipologia I.

I dati relativi al comune di Albiano vengono riportati di seguito.

accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido:	$a_g=0.058 \text{ g}$
F_0	$F_0=2.612$
T_c^*	$T_c^*=0.327 \text{ s}$
amplificazione stratigrafica (sottosuolo tipo A):	$S_S=1.0$
amplificazione topografica (categoria T2):	$S_T=1.2$

MODELLO GEOTECNICO: L'AMMASSO ROCCIOSO



Panoramica del versante nell'area del macrolotto 1



Panoramica del versante nell'area del macrolotto 2



Area degli attuali ribassi in corrispondenza dei futuri macrolotti 1 e 2



Area degli attuali ribassi in corrispondenza dei futuri macrolotti 1 e 2



Panoramica del versante nell'area del macrolotto 3



Area di coltivazione e piazzali zona macrolotto 4



Panoramica versante macrolotto 4



Panoramica versante macrolotto 4



Zona del macrolotto 5 interessata dalle future operazioni di ripristino



Zona del macrolotto 5 interessata dalle future operazioni di coltivazione



Fronte di pariana normale e di punta nel ribasso del macrolotto 5



Fronte di pariana rovescia nel ribasso del macrolotto 5



Panoramica della porzione centrale ed orientale dell'area estrattiva S.Colomba ove si svilupperà il macrolotto 6



Porzione sud-occidentale dell'area estrattiva S.Colomba ove si svilupperà il macrolotto 6

Relazione Geologica allegata al PDA del 2004 (Dott.Claudio Valle)

Lo studio individua i vari litotipi nella natura e nella geometria, sviluppa gli aspetti idrogeologici. Per quanto riguarda l'ammasso roccioso svolge una dettagliata analisi delle tre aree estrattive (Monte Gaggio 1, Monte Gaggio 2, S.Colomba) con dettaglio sui singoli lotti e particolare riguardo al rilievo con individuazione delle discontinuità e loro caratterizzazione.

A livello macrostrutturale individua più sistemi di faglie

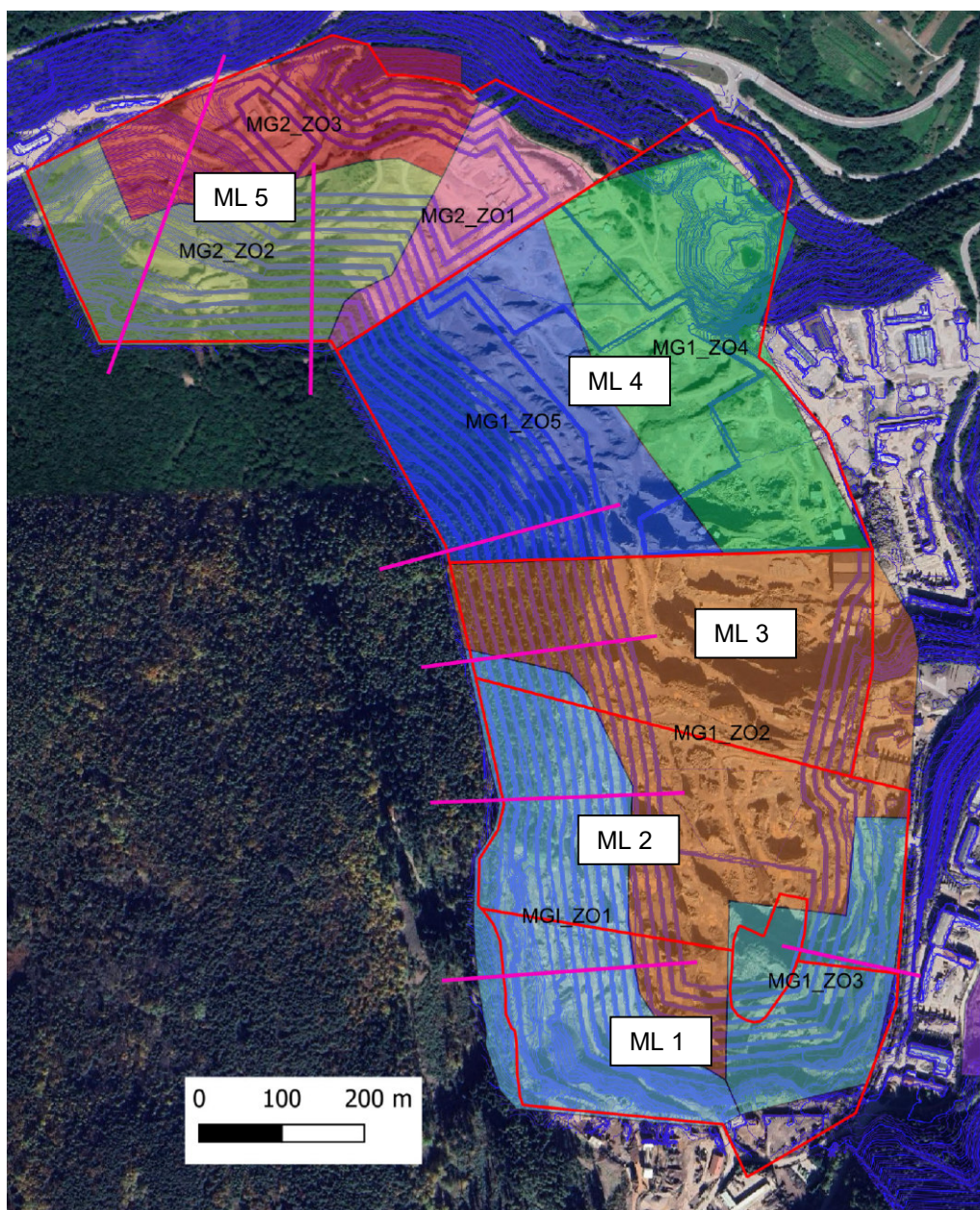
-faglie trascorrenti sinistre con direzione NS e NNW-SSE ed immersione E, le più diffuse, frequenti e con persistenza elevata. Definiscono i fronti con direzione N-S dei lotti 2 e 4 di S.Colomba e di quelli di Monte Gaggio 1 e 2.

-faglie dirette, presentano una direzione ENE-WSW ed immersione sia N -NW che S con inclinazione dei piani mediamente pari a 50° - 60° . Presentano elevata persistenza e spesso definiscono i fronti con direzione E-W.

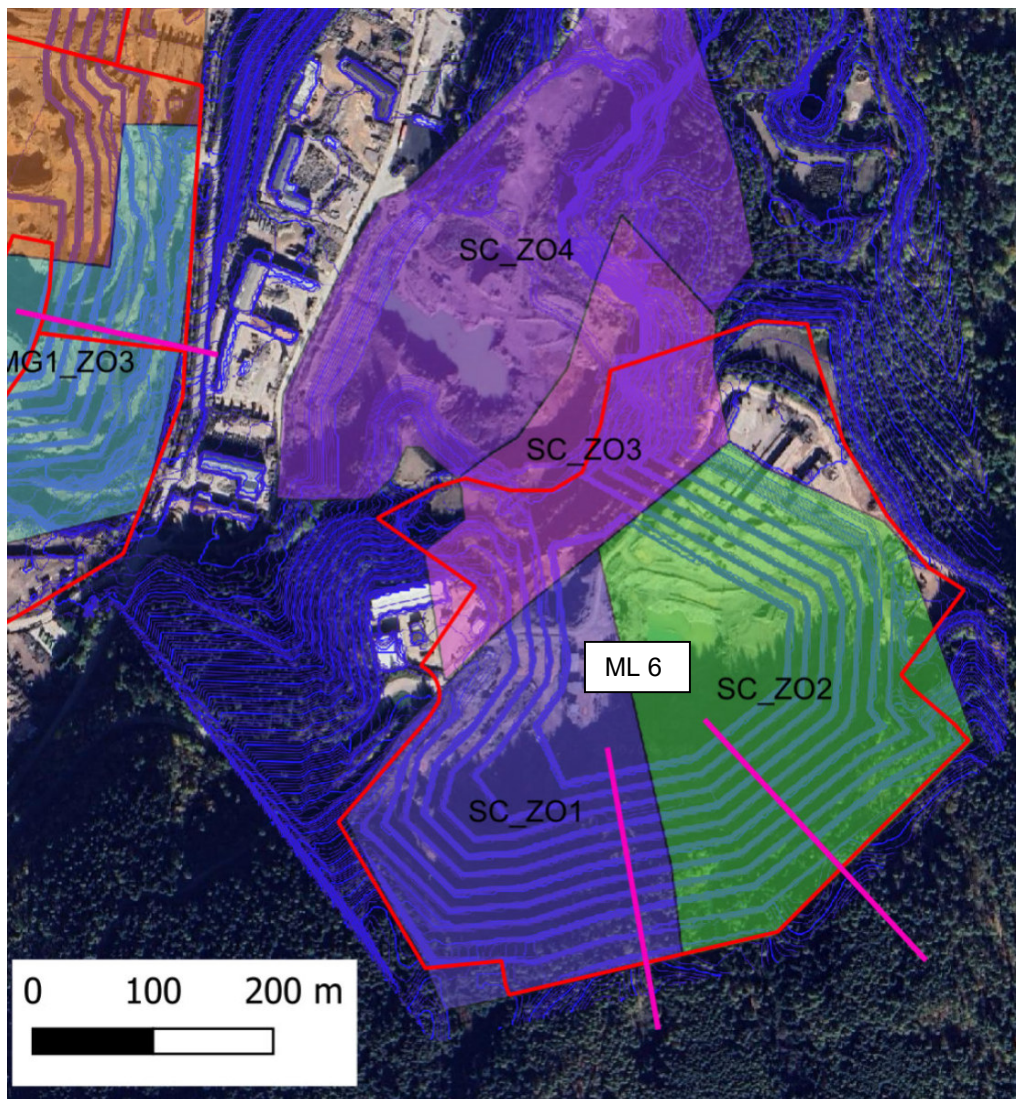
- faglie con direzione NE-SW, presentano spaziatura ampia e variabile e risultano poco rappresentate, presentano un'importante fascia cataclasata. Un esempio evidente è presente nel lotto 5 di S.Colomba.

-faglie di direzione ENE-WSW, rilevate esclusivamente in corrispondenza dell'angolo sud-ovest dell'area estrattiva Monte Gaggio 2. Si tratta di strutture minori, con frequenza ridotta, ad alto angolo ed immergenti a S.

A livello macrostrutturale lo studio individua 3 o 4 famiglie di discontinuità (con il sistema KK1 che rappresenta i lassi che forniscono pregio alla pietra) suddividendo ulteriormente l'area in differenti zone omogenee che presentano spaziatura dei giunti KK1 e giaciture simili. In particolare per le tre aree individua le seguenti zone omogenee riassunte nelle seguenti planimetrie:



Area monte gaggio 1 e 2



Area S.Colomba

Monte Gaggio 1

Zona omogena 1 area sud-occidentale

KK1: N 165-75°,
 KK2: N 70-70°,
 KK3: N 270-10°,
 KK4: N 240-60°.

Spaziatura

Kk1 5 cm persistenza 5-7.5 m apertura fino a 10 mm

Kk2 25-50 cm persistenza 3 m apertura 1-10mm

Kk3 30-50 cm persistenza 2-3 m apertura fino a 4 mm

Kk4 20-80 cm persistenza 1-2 m apertura fino a 2 mm

Zona omogena 2 porzione centro-meridionale zona più estesa

KK1: N 165-80°,
KK2: N 65-65°,
KK3: N 260-5°,
KK4: N 225-50°.

Spaziatura

Kk1 3-10 cm persistenza 5-8 m apertura 5mm

Kk2 50 maggiore-100 cm persistenza 3-4 m apertura 1-3mm

Kk3 50-100 cm persistenza 3-5 m apertura 1-5 mm

Kk4 50-100 cm persistenza 2-3 m apertura 1-10 mm

Zona omogena 3 angolo sud-orientale

KK1: N 160-80°,
KK2: N 70-85°,
KK3: N 230-15°,
KK4: N 265-45°.

Kk1 3-10 cm persistenza 3-5 m leggermente aperti

Kk2 30-50 cm persistenza 4 m leggermente aperti

Kk3 40-50 cm persistenza 2-3 m aperti

Kk4 50 cm persistenza 2-3 m chiusi o aperti fino a 2 mm

Nel progetto esecutivo 2014 le seguenti zone sono classificate in M.Gaggio II

Zona omogena 4 margine nord-orientale, lotti che interessano la porzione basale del versante

KK1: N 165-80°,
KK2: N 60-70°,
KK3: N 260-5°,
KK4: N 260-55°.

Kk1 15-50 cm persistenza 5 m leggermente aperti 1-2 mm

Kk2 100 cm persistenza 5 m apertura 1-10 mm

Kk3 75-200 cm persistenza 5 m leggermente aperti

Kk4 100-200 cm persistenza 3-5 m aperti 2-5 mm

Zona omogena 5 margine nord-occidentale, lotti porzione sommitale del versante

KK1: N 165-85°,
KK2: N 80-75°,
KK3: N 250-10°,
KK4: N 250-55°.

Kk1 5-15 cm persistenza 5-10 m leggermente aperti 1-5 mm

Kk2 50-125 cm persistenza 5 m apertura 1-8 mm

Kk3 50-100 cm persistenza 1-3 m aperti fino a 10 mm

Kk4 30-90 cm persistenza 1-2 m aperti 2-5 mm

Monte Gaggio 2

Zona omogena 1 margine orientale M.Gaggio 2

KK1: N 150-75°,
KK2: N 60-50°,
KK3: N 250-5°,
KK4: N 245-60°.

Kk1 5 cm persistenza 5-6 m leggermente aperti 3 mm

Kk2 65-100 cm persistenza 3-5 m apertura 3-4 mm

Kk3 30-100 cm persistenza 4 m chiusi o aperti fino a 5 mm

Kk4 30-50 cm persistenza 5 m aperti fino a qualche cm

Zona omogena 2 porzione medio-alta del versante

KK1: N 140-70°,
KK2: N 65-70°,
KK3: N 250-10°,
KK4: N 340-50°.

Kk1 10-50 cm persistenza 1-5 m aperti fino a 1 cm

Kk2 20-50 cm persistenza 1-3 m apertura 1-5 mm

Kk3 10-100 cm persistenza 1-5 m aperti

Kk4 50-200 cm persistenza 1-2 m aperti fino a qualche mm

Zona omogena 3 piede del versante

KK1: N 160-75°,
KK2: N 80-60°,
KK3: N 240-10°,
KK4: N 60-20°.

Kk1 2-10 cm persistenza 1-5 m aperti
Kk2 100 cm persistenza 1-3 m leggermente aperti
Kk3 come sopra
Kk4 200-300 cm persistenza 1-3 m chiusi

S.Colomba

Zona omogena 1 margine occidentale dell'area S.Colomba

KK1: N 150-80°,
KK2: N 60-70°,
KK3: N 180-3°.

Spaziatura

Kk1 3-10 cm persistenza 10 m apertura 2mm
Kk2 30-200 cm persistenza 10 m apertura 2-5mm
Kk3 30-100 cm persistenza 3 m apertura 10 mm

Zona omogena 2 margine sud-orientale dell'area S.Colomba

KK1: N 155-85°,
KK2: N 55-75°,
KK3: N 230-25°.

Spaziatura

Kk1 2-10 cm persistenza 5 m apertura 0mm
Kk2 30-100 cm persistenza 3-5 m apertura 2-5mm
Kk3 30-100 cm persistenza 3 m aperti

Zona omogena 3 area interessata dalla faglia (lotti 5-6-8)

KK1: N 350-75° e N 155-75°,
KK2: N 80-75°,
KK3: N 260-20°.

Spaziatura

Kk1 2-4 cm persistenza 3-5 m apertura 0-2mm
Kk2 40-300 cm persistenza 3m aperti
Kk3 30-100 cm persistenza 3-5 m aperti 10 mm

Zona omogena 4 porzione basale dell'area S.Colomba lotti 6-7-8-9

KK1: N 350-70°,
 KK2: N 90-75°,
 KK3: N 250-20°.

Spaziatura

Kk1 10-130 cm persistenza 5 m leggermente aperti

Kk2 35-120 cm persistenza 3-5m aperti 2mm

Kk3 40-90 cm persistenza 3-5 m aperti 10 mm

Per ciascuna zona omogenea Valle fornisce poi una classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso secondo il metodo proposto da Bieniawski attraverso l'indice RMR.

L'ammasso roccioso viene così classificato mediamente nelle classi III e IV con parametri geotecnici compresi tra ϕ :25°-35° e c =200-300 Kpa.

Area M.Gaggio 1

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	40	32	43	200	25	IV
ZONA 2	46	39	49	230	28	IV ALTA
ZONA 3	45	37	51	220	27	IV
ZONA 4	59	51	62	290	34	III
ZONA 5	48	41	48	240	29	III

Area M.Gaggio 2

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	46	39	47	230	28	IV
ZONA 2	53	47	54	260	31	III
ZONA 3	52	46	54	260	31	III

Area S.Colomba

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	44	36	47	220	27	IV
ZONA 2	41	33	44	210	26	IV
ZONA 3	39	28	43	200	25	IV
ZONA 4	57	49	60	290	34	III

Relazione geologica e geomeccanica del progetto di coltivazione agosto 2014 (Dott.Claudio Valle)

Lo studio rimanda a quello allegato al PDA fornendo però una parametrizzazione dell'ammasso roccioso sulla base del valore denominato GSI (Geological Strenght Index) correlato al volume rappresentativo individuabile nell'ammasso (V_b) e all'indice di qualità (j_c) della fratturazione. In questo studio l'ammasso roccioso viene suddiviso, rispetto al GSI in quattro campi di variazione:

- Tipo A: ammasso ruotato
- Tipo B: porzione cataclasate
- Tipo C: porzioni rocciose caratterizzate da elevata fratturazione
- Tipo D: porzioni rocciose caratterizzate dalla classica fratturazione del porfido.

Ad ogni classe sono stati poi attribuiti differenti parametri geomeccanici affermando però che la gran parte dei fronti di scavo appartiene al tipo D:

TIPO	GSI	c	cr	c' NTC 2008		
				[Mpa]	[kPa]	media [kPa]
A	Ruotato	0,045	0	0,036	36	36
B	20-35	0,07	0,054	0,043	42,88	75,2
		0,17	0,134	0,108	107,52	
C	35-50	0,17	0,134	0,108	107,52	156,16
		0,32	0,256	0,205	204,8	
D	50-70	0,32	0,256	0,205	204,8	467,2
		1,14	0,912	0,730	729,6	

a)

TIPO	GSI	fi '	fi' r	fi' NTC [°]	
				media	
A	Ruotato	46	39,50	39,5	39,5
B	20-35	36,4	33,09	27,47	31,6
		46,05	41,86	35,75	
C	35-50	46,05	41,86	35,75	39,5
		54,67	49,70	43,22	
D	50-70	54,67	49,70	43,22	46,6
		61,73	56,12	49,96	

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

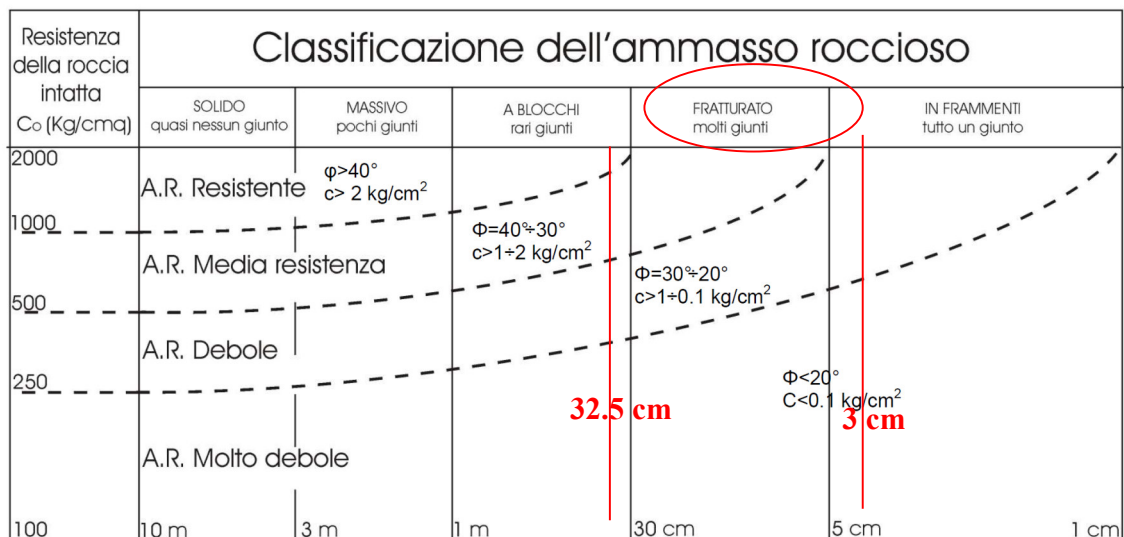
Sulla base di quanto riportato negli studi precedenti e dall'osservazione in campagna l'ammasso roccioso presenta fessurazioni tipicamente orientate secondo un limitato numero di famiglie, nello specifico 3 o 4. Il sistema a maggior persistenza è rappresentato da quello che costituisce i lassi, discontinuità caratteristiche della roccia ignimbratica che rappresentano uno dei pregi della pietra oggetto di coltivazione in quanto sfruttata per la sua peculiare sfaldatura secondo piani regolari. La spaziatura del sistema KK1 è variabile nell'ambito dell'area estrattiva andando da una media minima di 3 cm nell'area di Monte Gaggio 1 ZO1 e S.Colomba ZO3 (ricompresa solo in parte all'interno del macrolotto 6) fino ad una media massima di 32.5 cm nell'area di M.Gaggio 1 ZO4 e 70 cm nell'area di S.Colomba ZO4 (non interessata da alcun macrolotto ma da sole operazioni di ripristino).

DIAGRAMMA DI MULLER

La classificazione dell'ammasso roccioso viene quindi determinata impiegando il diagramma di Muller, che permette di eseguire la classificazione partendo dalla spaziatura delle fratture e dalla resistenza a compressione della roccia intatta.

La spaziatura media del sistema KK1, quello più persistente, in base all'elaborazione dei dati ricavati precedentemente risulta compresa tra 3 cm e 32.5 cm, mentre la resistenza a compressione del porfido è di circa 2800 – 2850 kg/cmq. Inserendo i dati nel grafico allegato l'ammasso roccioso viene classificato come fratturato con molti giunti.

DIAGRAMMA DI MULLER



CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO SECONDO BIENIAWSKI

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso può essere ottenuta attraverso l'applicazione della classificazione RMR - System (Bieniawski 1989). Si basa su valori assunti dall'indice di qualità della roccia RMR in relazione a:

- Resistenza a compressione monoassiale della roccia
- Indice RQD
- Spaziatura dei giunti
- Condizioni dei giunti (alterazione, scabrezza, apertura e materiale di riempimento)
- Condizioni idrauliche

Dagli studi precedenti effettuati nell'area (relazione geologica allegata al PDA del 2004) l'ammasso roccioso nelle varie zone omogenee è compreso tra la classe III e IV con i seguenti parametri geomeccanici che risultano confermati anche per quanto riguarda l'ammasso roccioso interessato dalle recenti attività di coltivazione:

Area M.Gaggio 1

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	40	32	43	200	25	IV
ZONA 2	46	39	49	230	28	IV ALTA
ZONA 3	45	37	51	220	27	IV
ZONA 4	59	51	62	290	34	III
ZONA 5	48	41	48	240	29	III

Area M.Gaggio 2

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	46	39	47	230	28	IV
ZONA 2	53	47	54	260	31	III
ZONA 3	52	46	54	260	31	III

Area S.Colomba

ZONA	RMR di base	RMR corretto	RMR secco	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)	CLASSE
ZONA 1	44	36	47	220	27	IV
ZONA 2	41	33	44	210	26	IV
ZONA 3	39	28	43	200	25	IV
ZONA 4	57	49	60	290	34	III

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DELL'AMMASSO ROCCIOSO DAL VALORE DEL GSI

Secondo l'approccio utilizzato dal Geol.Claudio Valle nella relazione geologica allegata al progetto del 2014, l'ammasso roccioso affiorante nell'area viene suddiviso

in 4 tipologie distinte sulla base del valore del GSI (Geological Strength Index), nell'area si individuano perciò:

- Tipo A: ammasso ruotato
- Tipo B: porzione cataclasate ($20 < \text{GSI} < 35$)
- Tipo C: porzioni rocciose caratterizzate da elevata fratturazione ($35 < \text{GSI} < 50$)
- Tipo D: porzioni rocciose caratterizzate dalla classica fratturazione del porfido ($50 < \text{GSI} < 70$).

Utilizzando il programma RocLab della Rocscience, e quindi il metodo di Hoek&Brown, ha poi individuato i seguenti parametri geomeccanici affermando che la gran parte dell'ammasso che caratterizza i fronti scavo appartiene al tipo D, ciò può essere confermato anche per quanto riguarda l'ammasso roccioso interessato dalle recenti attività di coltivazione:

TIPO	GSI	c		c' NTC 2008		
			cr	[Mpa]	[kPa]	media [kPa]
A	Ruotato	0,045	0	0,036	36	36
B	20-35	0,07	0,054	0,043	42,88	75,2
		0,17	0,134	0,108	107,52	
C	35-50	0,17	0,134	0,108	107,52	156,16
		0,32	0,256	0,205	204,8	
D	50-70	0,32	0,256	0,205	204,8	467,2
		1,14	0,912	0,730	729,6	

a)

TIPO	GSI	fi '	fi' r	fi' NTC [°]	
					media
A	Ruotato	46	39,50	39,5	39,5
B	20-35	36,4	33,09	27,47	31,6
		46,05	41,86	35,75	
C	35-50	46,05	41,86	35,75	39,5
		54,67	49,70	43,22	
D	50-70	54,67	49,70	43,22	46,6
		61,73	56,12	49,96	

SINTESI DEI RISULTATI DELLA CLASSIFICAZIONE E PARAMETRIZZAZIONE

La classificazione secondo Muller per ammassi rocciosi con un'elevata resistenza a compressione risulta essere fuori scala. Considerazioni qualitative estrapolando l'andamento delle classi dell'ammasso roccioso portano ad individuare, a seconda dell'indice di fratturazione che varia all'interno dell'area, a valori di attrito (ϕ) tra 40° e 30° e coesione tra 100 e 200 kPa da ridurre poi secondo i coefficienti parziali secondo le NTC 2018.

Secondo la classificazione di Bieniawski l'ammasso roccioso mediamente risulta nelle classi III e IV, con parametri compresi tra $\phi=25^\circ-35^\circ$ e $c=200-300$ kPa da ridurre poi secondo i coefficienti parziali secondo le NTC 2018.

La classificazione secondo il metodo del GSI ed il criterio di Hoek-Brown, fornisce parametri variabili in funzione del carico litostatico presente al di sopra del punto in esame, per le verifiche di stabilità si utilizzeranno i seguenti parametri cautelativi corrispondenti al valore inferiore di GSI per l'ammasso roccioso che caratterizza la gran parte dei fronti presenti nell'area:

-GSI pari a 50;

-resistenza a compressione uniassiale pari a 175 Mpa

- $m_i=25$

Nella porzione superiore è presente un modesto spessore di detrito fluvio-glaciale con spessori variabili che visto il modesto spessore in relazione al dislivello totale del versante oggetto di coltivazione può essere trascurato ai fini della stabilità globale del pendio.

Dal momento che l'escavazione avviene ed avverrà con esplosivo alla porzione più superficiale dell'ammasso stimata in circa 10 m, si applicherà un fattore di disturbo $D=1$, che rappresenta il massimo grado di disturbo per un ammasso roccioso.

Nelle verifiche si utilizzeranno i parametri determinati con il metodo del GSI e di Hoek-Brown.

ANALISI STRUTTURALE

Nell'ambito degli studi eseguiti nell'area nel corso dei decenni passati si sono individuate a seconda della zona 3 o 4 famiglie di discontinuità che caratterizzano l'ammasso roccioso oggetto di coltivazione, tale configurazione è stata confermata

anche da recenti rilievi geomeccanici con solo modeste variazioni nella direzione ed inclinazione media dei giunti.

Il sistema KK1 rappresenta i lassi che attribuiscono il valore commerciale e pregio all'ignimbrite riolitica (porfido).

Per la zona di Monte Gaggio 1 (macrolotti 1-2-3-4) mediando le 5 zone omogenee si sono individuate le seguenti famiglie:

KK1=N164-80°

KK2=N69-73°

KK3=N248-52°

KK4=N250-9°

Da segnalare che osservando gli attuali fronti cava sui vari gradoni appare evidente l'interferenza tra l'avanzamento verso ovest caratteristico per questa zona e la famiglia di faglie con giacitura media 107N45° che isolano, a causa dell'intersezione con le famiglie di discontinuità KK1 e KK2, un buon quantitativo di materiale roccioso che viene comunque generalmente liberato in seguito all'esecuzione delle volate. Tale situazione è quella che ha determinato la criticità visibile nella seguente fotografia.



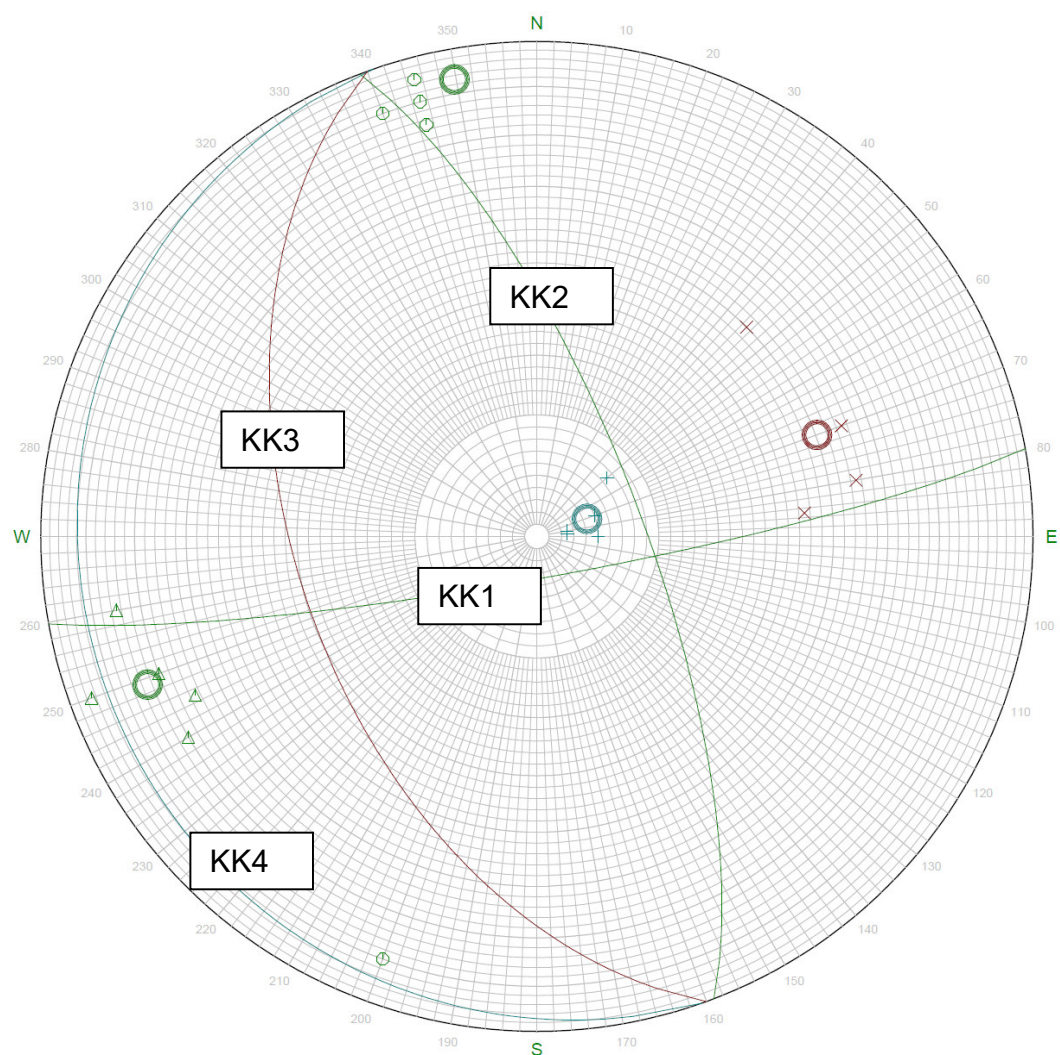
Evidente piano di discontinuità a franapoggio individuato dall'intersezione tra faglie con giacitura 107N45° ed i sistemi KK1 e KK2

La discriminante per le zone omogenee è principalmente la spaziatura delle discontinuità appartenenti alla famiglia KK1, in particolare nella zona omogenea 1 la spaziatura media è pari a circa 3 cm, nelle zone 2 e 3 è pari a circa 6.5 cm, nella zona 5 è pari a 10 cm mentre nella zona 4 è pari a 32.5 cm.

Per la famiglia KK2 la spaziatura media è pari a circa 50-70 cm.

Per la famiglia KK3 la spaziatura media è pari a circa 70-100 cm.

Per la famiglia KK4 la spaziatura media è pari a circa 60-90 cm.



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva M.Gaggio 1

Per la zona di Monte Gaggio 2 (macrolotto 5) mediando le 3 zone omogenee si sono individuate le seguenti famiglie:

KK1=N150-73°

KK2=N69-60°

KK3=N245-60°

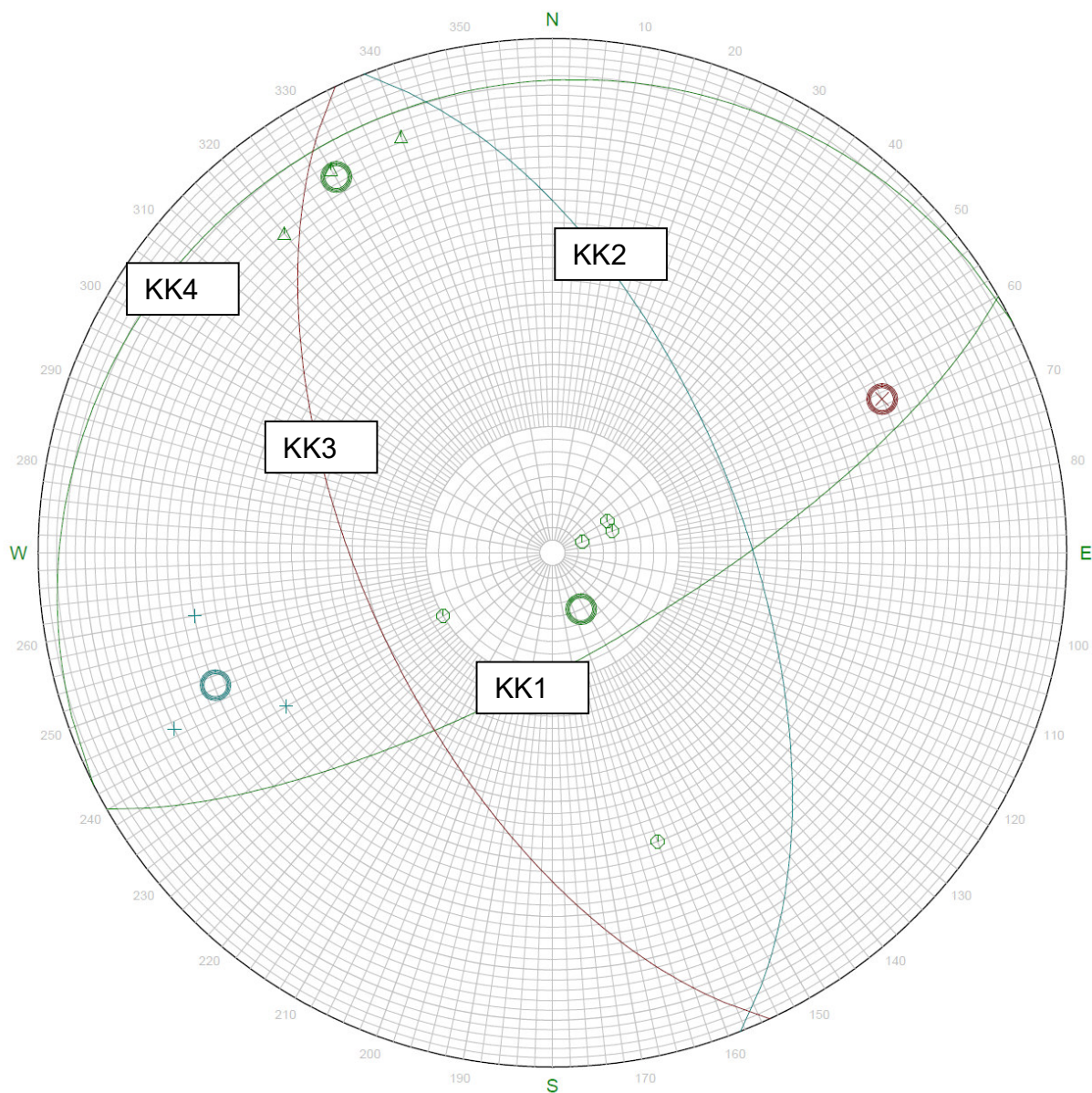
KK4=N331-10°

La discriminante per le zone omogenee è principalmente la spaziatura delle discontinuità appartenenti alla famiglia KK1, in particolare nella zona omogenea 1 la spaziatura media è pari a circa 5 cm, nella zona 2 è pari a 30 cm mentre nella zona 3 è pari a 6 cm.

Per la famiglia KK2 la spaziatura varia tra 20-100 cm.

Per la famiglia KK3 la spaziatura varia tra 10-100 cm.

Per la famiglia KK4 la spaziatura risulta molto variabile tra 30-300 cm.



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva M.Gaggio 2

Per la zona di S.Colomba (macrolotto 6) mediando le 2 zone omogenee (1 e 2, in quanto la zona 3 verrà interessata solo marginalmente dalla coltivazione) si sono individuate le seguenti famiglie:

KK1=N153-83°

KK2=N57-72°

KK3=N225-13°

La criticità di tale zona è rappresentata dalla presenza di fasce cataclasate che se individuate durante l'avanzamento della coltivazione determinano il locale ribaltamento del fronte di avanzamento verso sud che si presenta di pariana rovescia e quindi con i lassi verticali o leggermente strapiombanti, tale condizione si verifica anche nella zona di M.Gaggio 2 dove insisterà il macrolotto 5.



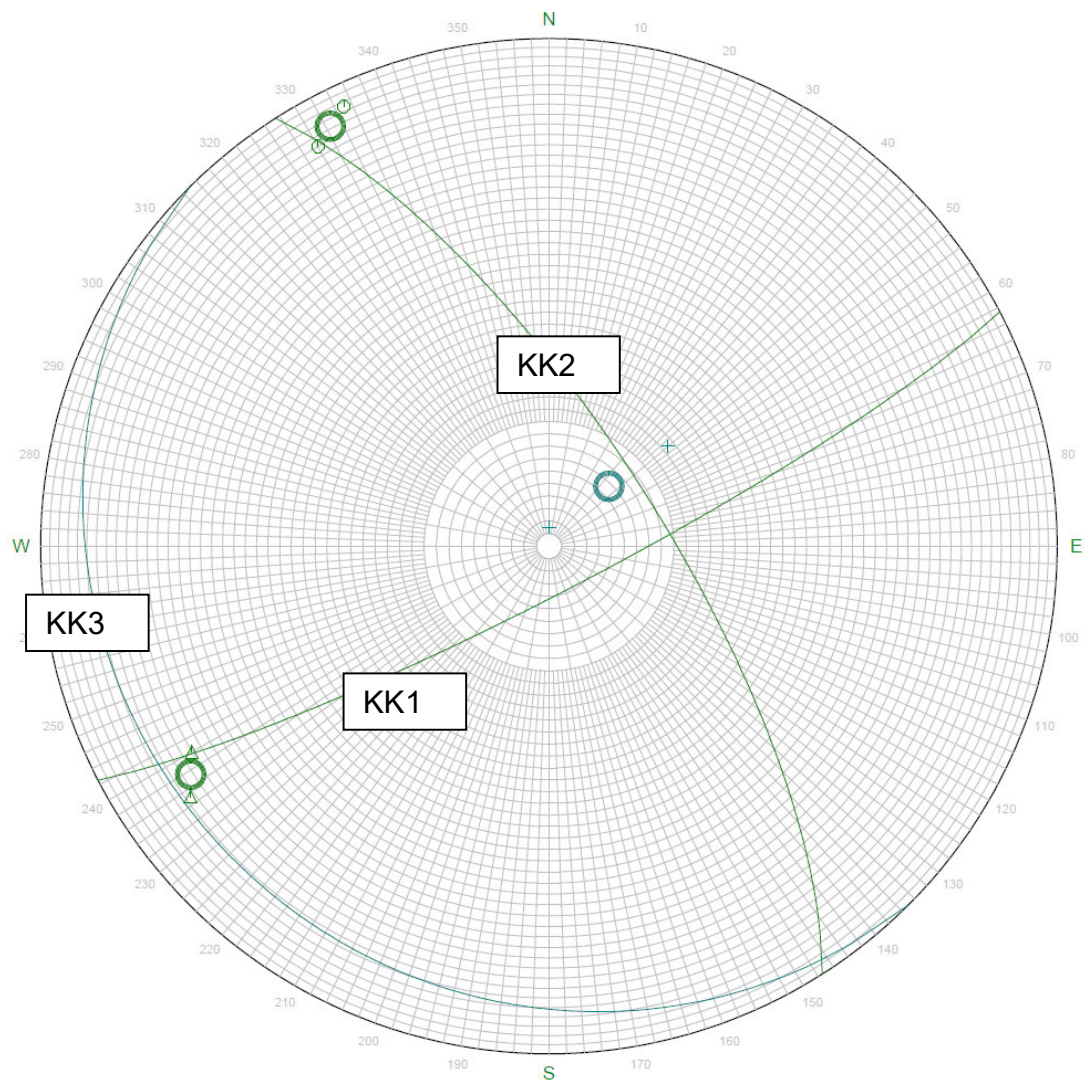
Panoramica del fronte di avanzamento verso sud nell'area di S.Colomba ove si osservano le fasce cataclasate che favoriscono l'innesco della rotazione dei fronti in avanzamento verso sud.

La discriminante per le zone omogenee in questo caso è rappresentata dal grado di alterazione delle discontinuità, nella zona omogenea 1 è maggiore rispetto alla zona 2.

La spaziatura delle discontinuità appartenenti alla famiglia KK1 è pari a circa 6.5 cm nella zona 1 e pari a 6 cm nella zona 2.

Per la famiglia KK2 la spaziatura varia tra 30-200 cm.

Per la famiglia KK3 la spaziatura varia tra 30-100 cm.



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva S.Colomba porzione meridionale (macrolotto 6)

Per la porzione settentrionale dell'area estrattiva di S.Colomba (area solo in parte ricompresa nel macrolotto 5, mentre le restanti porzioni risultano oggetto di solo ripristino), solo limitatamente interessati dalla progettazione, mediando le due zone omogenee (3 e 4) si sono individuate le seguenti famiglie:

KK1=N345-83°

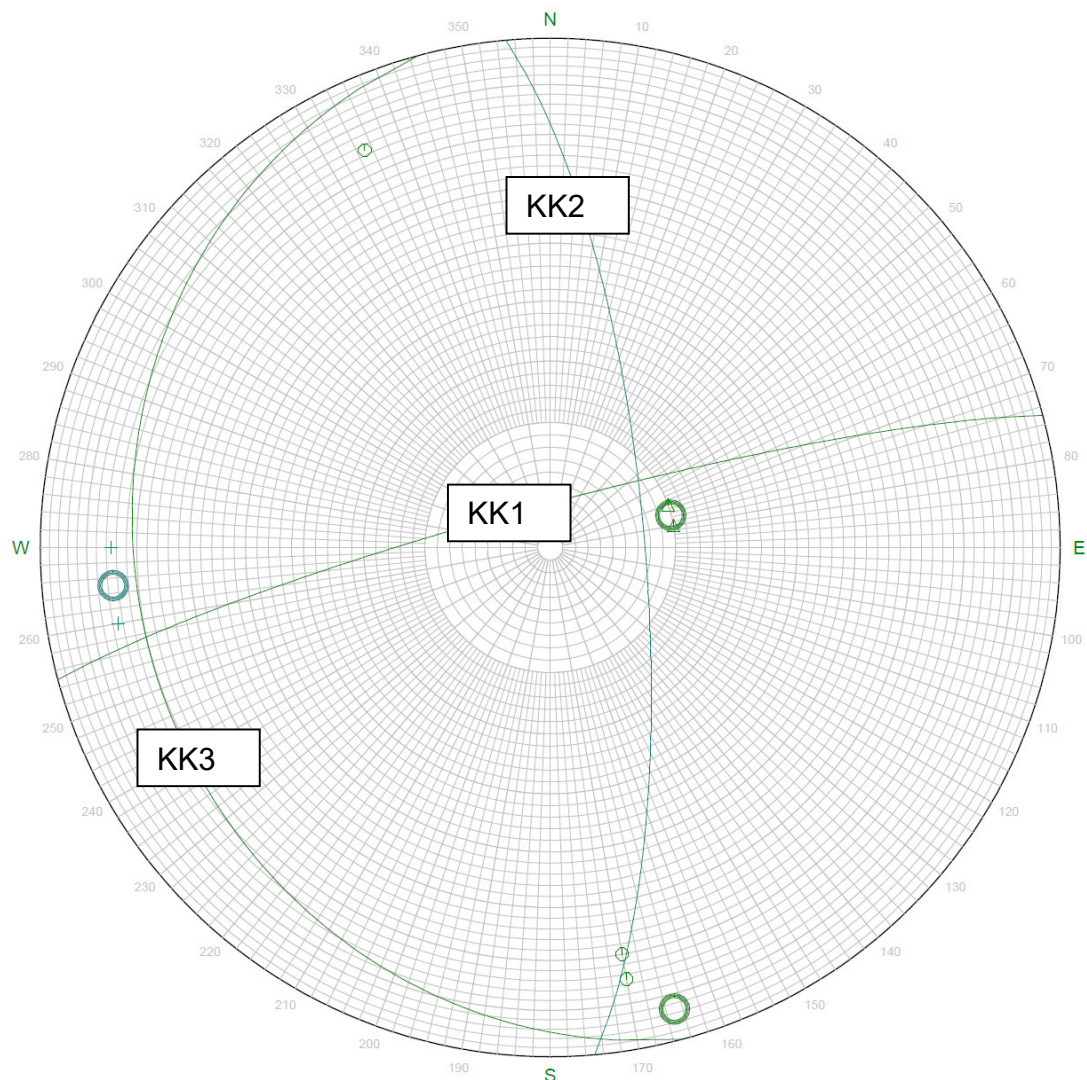
KK2=N85-75°

KK3=N255-20°

La spaziatura delle discontinuità appartenenti alla famiglia KK1 è pari a circa 3 cm nella zona 3 e compresa tra 10 e 130 cm nella zona 4.

Per la famiglia KK2 la spaziatura varia tra 40-300 cm.

Per la famiglia KK3 la spaziatura varia tra 30-100 cm.



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva S.Colomba porzione settentrionale (porzione di macrolotto 5 ed aree interessate da solo ripristino)

VERIFICHE DI STABILITA' RELATIVE AI POSSIBILI CINEMATISMI

RESISTENZA AL TAGLIO DI UNA SUPERFICIE RUGOSA

$$\tau_{\text{mob}} = \sigma_n \tan \phi_{\text{mob}}$$

da cui:

$$\tau_{\text{mob}} = \sigma_n \tan [JRC \log_{10}(JCS/\sigma_n) + \phi_b] \quad (\text{Barton})$$

τ_{mob} = taglio mobilitabile

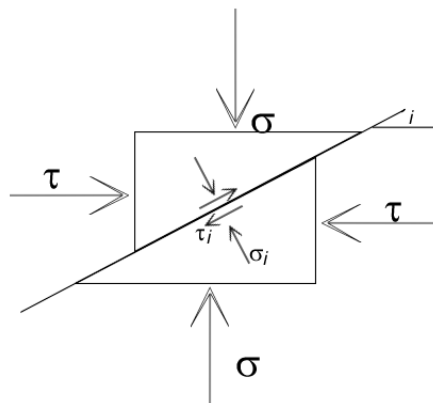
σ_n = sforzo normale effettivo

ϕ_b = angolo attrito di base

JRC = coefficiente rugosità dei giunti – da 0 a 20;

JCS = resistenza a compressione del giunto (= σ_c se giunto indisturbato sino a $\frac{1}{4} \sigma_c$ se la parete è alterata).

Partendo dallo stesso approccio di Barton, Patton (1970), considera il caso generico in cui la discontinuità sia inclinata d'un certo angolo i rispetto alla direzione dello sforzo di taglio τ .



In questo caso

$$\tau_i = \tau \cos^2 i - \sigma \sin i \cos i$$

$$\sigma_i = \sigma \cos^2 i + \tau \sin i \cos i$$

Se assumiamo che sulla superficie della discontinuità la coesione sia uguale a zero e che la sua resistenza sia data da:

$$\tau_i = \sigma \tan \phi$$

Andando a sostituire i valori τ_i e σ_i si ottiene:

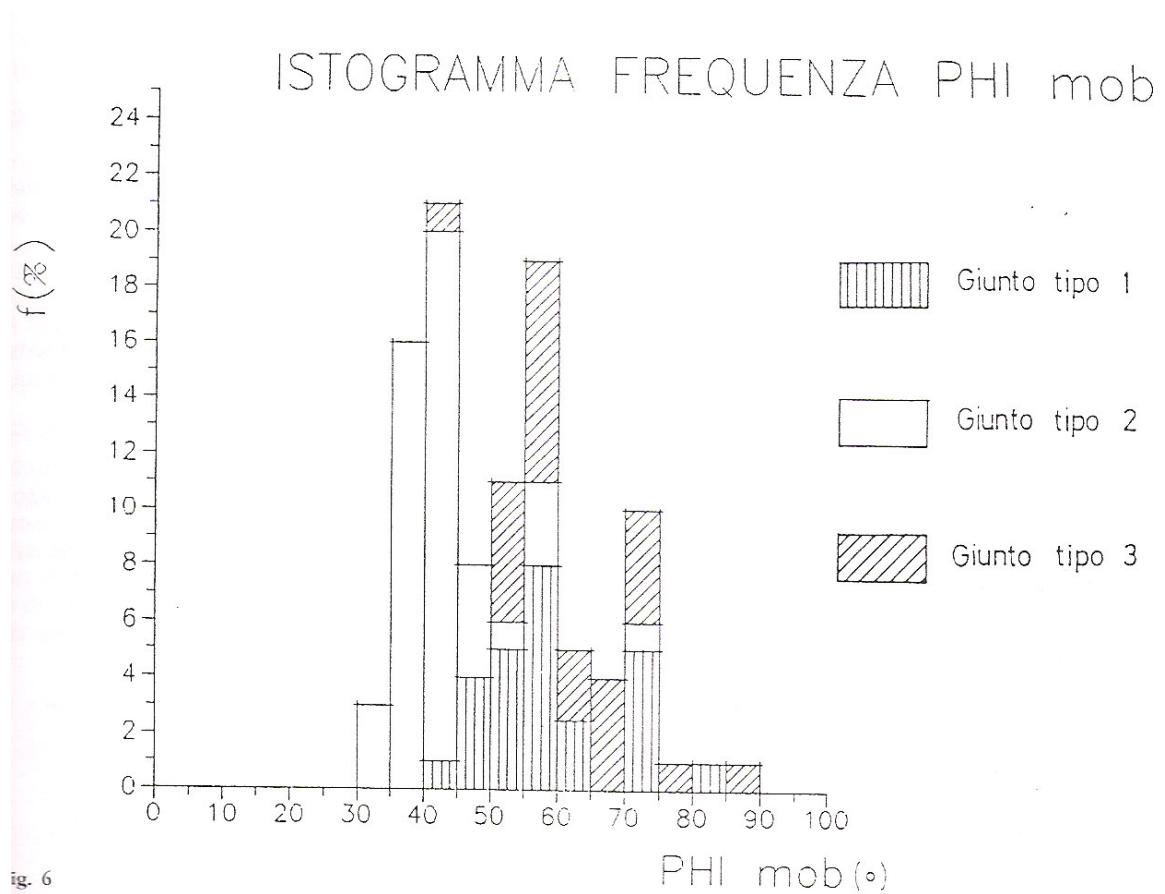
$$\tau = \sigma \tan (\phi + i)$$

Questa relazione tra taglio ed inclinazione del piano i ha un significato pratico rilevante. Misurando diverse superfici d'instabilità, Patton ha dimostrato che a superfici di collasso maggiormente inclinate corrispondono rugosità maggiori. La conseguenza pratica sta nel fatto che anziché ricorrere alla determinazione empirica di JRC e JCS, si può con migliore approssimazione ricorrere all'osservazione di scorrimenti reali, ricavandone l'angolo limite di stabilità a scala d'ammasso.

Un analogo approccio al problema, basato sull'osservazione statistica di giunti di diverse classi, è stato condotto da Frolidi – Mantovani (Geologia Tecnica 1/91). Essi hanno in particolar modo confrontato il JRC stimato con quello calcolato a ritroso sperimentalmente. Per le diverse classi di giunti sono stati individuati i valori di ϕ_{mob}

$$(\phi_{mob} = \phi_{base} + i_{eff}).$$

Ne è emerso che solo in presenza di giunti completamente alterati (e con riempimenti limoso – argillosi, sono stati individuati valori d'attrito inferiori a 40° vedi istogramma giunti tipo 2). Anche in questo caso le conclusioni dello studio portano ad affermare come sia sufficientemente corretto affrontare la progettazione geotecnica di fronti di scavo, o la verifica di stabilità di pendii naturali, partendo da assunzioni parametriche statistiche ricavate dall'osservazione dell'ammasso a scala reale.



APPLICAZIONE AL CASO CONCRETO DELLE CAVE DI PORFIDO

I numerosi fronti cava permettono d'osservare le diverse famiglie di giunti su cui sono avvenuti massicci scivolamenti.

Nel nostro caso il collasso non è avvenuto per cause naturali, bensì provocato dall'esplosione delle mine con conseguente peggioramento delle caratteristiche dell'ammasso. Ciò implica che la parametrizzazione effettuata in questo stato fornirà valori cautelativi rispetto alle condizioni d'ammasso indisturbato.

Operativamente, dovranno però essere distinte quelle situazioni in cui la resistenza al taglio della superficie è stata palesemente superata da un eccesso d'instabilità, rispetto al caso in cui lo scorrimento è avvenuto in prossimità dell'equilibrio limite.

Nel primo caso tutti i piani della stessa classe presentano il collassamento, mentre nel secondo caso avremo un'aliquota di piani appartenenti alla stessa classe che non sono ancora collassati. In base all'esperienza personale raggiunta, confortato dagli stessi risultati ottenuti nel citato studio (Froldi – Mantovani – Geologia Tecnica 1/91),

l'intervallo angolare di maggiore interesse risulta essere tra 40° e 70° .

In sintesi:

- Per piani maggiori di circa 70° le forze d'attrito sono sempre in grado di superare l'attrito mobilitabile ϕ_{mob} ed il fronte residuo ha esaurito la sua azione di collassamento presentandosi stabile.
- Per i piani inferiori a circa 40° le forze di taglio non superano l'attrito mobilitabile ϕ_{mob} , e fenomeni d'instabilità sono possibili solo nel caso di giunti con riempimento argilloso e in presenza della spinta idrostatica (fenomeni difficilmente riscontrabili nelle cave di porfido).
- Per i piani compresi tra 40° e 70° , le forze di taglio possono causare, o meno, il superamento dell'attrito mobilitabile ϕ_{mob} , ed in questo caso l'alterazione ed il rilevamento dei piani possono permetterci di determinare l'inclinazione limite della scarpata. In questa situazione sono giustificati gli approfondimenti atti a determinare la resistenza al taglio delle superfici. Tali approfondimenti, e la scelta del fattore di sicurezza, dovranno essere tanto più puntuali quanto più problematica sarà la conseguenza di un eventuale crollo (D.M. 11.03.88, sez. G.2.3.).

CONSIDERAZIONI SULLE FRONTI DELL'AREA ESTRATTIVA

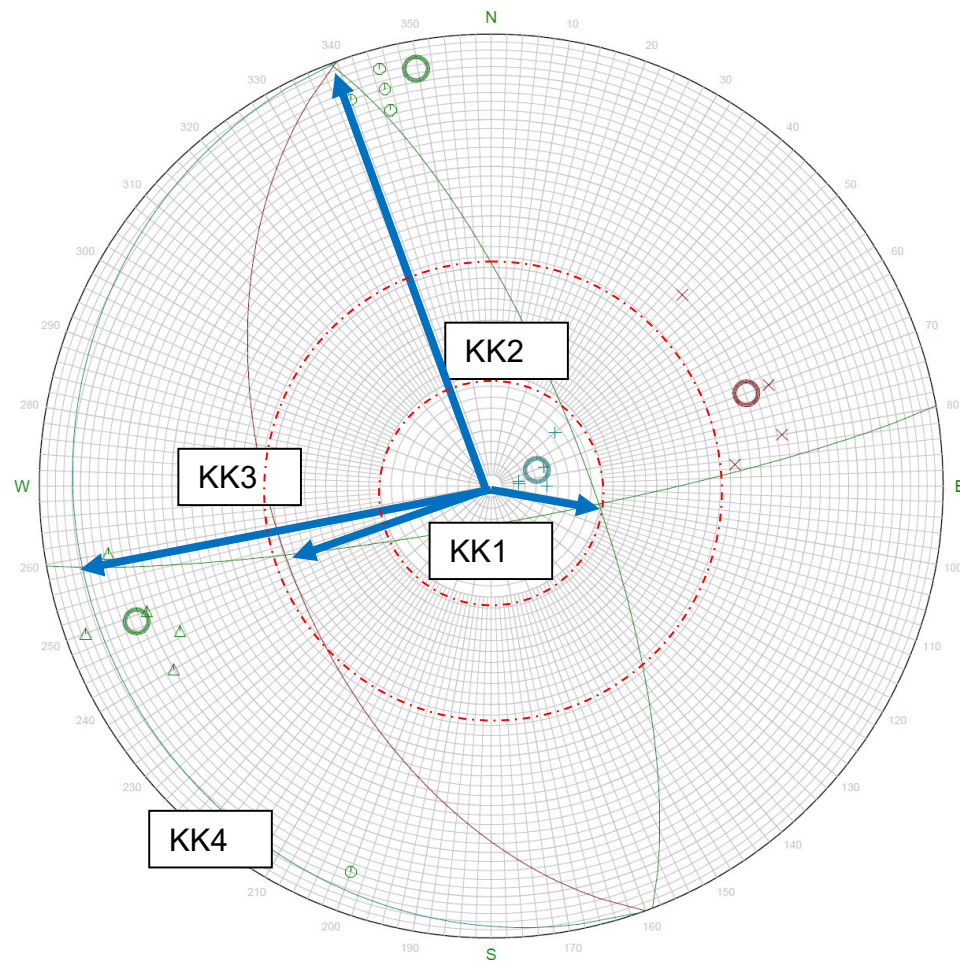
Si fa riferimento al rilievo strutturale riportato nel paragrafo precedente. Da questo si possono dedurre le immersioni dei piani (rappresentati con le corde) e dei cunei (rappresentati con dei vettori Z di colore blu). In generale sia per i piani che per le corde valgono le seguenti considerazioni.

Piani e cunei fortemente inclinati ($>70^\circ$) saranno delle superfici di effettivo crollo se intercettati dagli scavi e determineranno l'inclinazione del fronte cava. Se non vengono intercettati dagli scavi il loro cinematismo è inibito.

Piani e cunei inclinati meno del valore di attrito ($< 38^\circ$ - 40°) sono superfici stabili, tanto più stabili quanto più si orizzontalizzano.

Piani e cunei compresi tra 40° e 70° sono superfici potenzialmente instabili che col tempo potranno collassare al venir meno delle forze di adesione lungo i piani stessi.

Area M.Gaggio 1 (macrolotti 1-4)



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva M.Gaggio 1, in blu i vettori che rappresentano le immersioni dei cunei di roccia individuati dall'intersezione delle varie discontinuità

In tale area il fronte principale di avanzamento è orientato circa N-S verso ovest o, nella porzione settentrionale, in direzione NNO-SSE verso OSO. Come si nota dal cerchio di Schmidt il fronte che si presenta di punta (con i lassi in direzione perpendicolare all'avanzamento) tende quindi a sagomarsi secondo il piano delle discontinuità KK2 (maggiormente frequenti rispetto ai KK3). Nell'avanzare in tale direzione si originano cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK2 che però collassano in occasione delle volate in quanto posti su angoli elevati.

Da segnalare che osservando gli attuali fronti cava sui vari gradoni appare evidente l'interferenza tra l'avanzamento verso ovest caratteristico per questa zona e la famiglia di faglie con giacitura media $107N45^\circ$ che isolano, a causa dell'intersezione

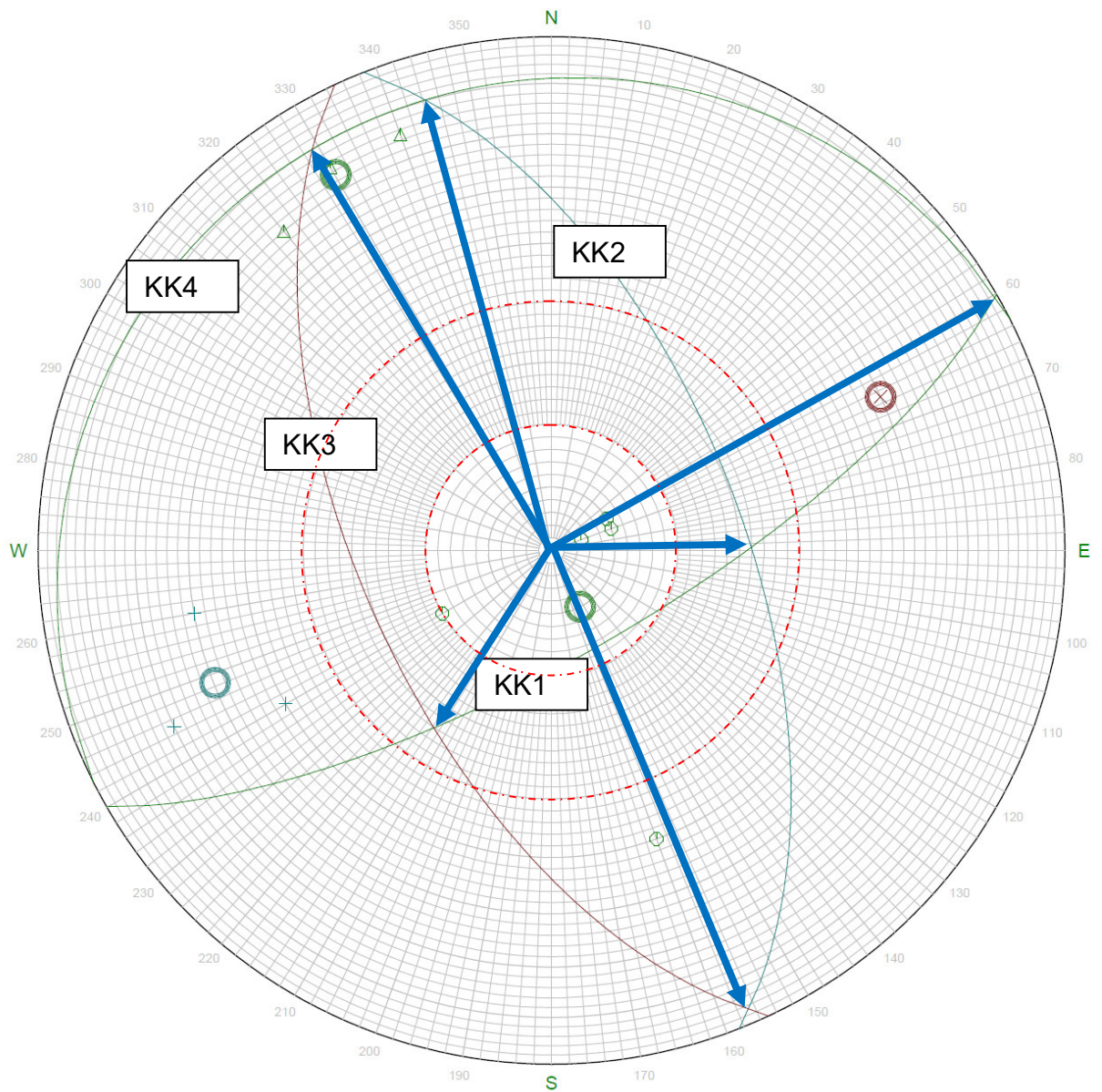
con le famiglie di discontinuità KK1 e KK2, un buon quantitativo di materiale roccioso che viene comunque generalmente liberato in seguito all'esecuzione delle volate.

I fronti verso S risultano di pariana rovescia e tendono a coricarsi laddove lo spessore dei lassi risulta inferiore, nello specifico nella porzione meridionale dell'area. In tale direzione si originano cunei all'intersezione tra i piani KK2 e KK3 che però data la scarsa inclinazione risultano stabili.

L'avanzamento verso nord, di pariana normale, si sagoma secondo i lassi (KK1) ed in tale direzione il fronte non presenta cunei e risulta quindi stabile.

Il fronte verso est si presenta generalmente come fronte residuo della coltivazione ed è presente lungo il limite orientale dell'area, localmente viene eseguito, specialmente nei ribassi. In tale direzione il fronte si presenta leggermente strapiombante sagomandosi secondo i piani KK2 od in alternativa secondo i piani KK3 che presentano inclinazione pari a circa 50° . In tale direzione si originano i cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK3 che non sempre collassano in seguito alle volate ma restano latenti e devono essere opportunamente disaggiati. I cunei generati dall'intersezione dei piani KK4 e KK1 risultano poco inclinati e quindi stabili.

Area M.Gaggio 2 (macrolotto 5)



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva M.Gaggio 2, in blu i vettori che rappresentano le immersioni dei cunei di roccia individuati dall'intersezione delle varie discontinuità

In tale area il fronte principale di avanzamento, ad eccezione della porzione orientale, è orientato circa E-O verso sud. Come si nota dal cerchio di Schmidt il fronte che si presenta di pariana rovescia (con i lassi paralleli all'avanzamento) tende quindi a sagomarsi secondo pareti strapiombanti definite dai piani KK1 che però si coricano, in seguito all'esecuzione delle volate od in seguito allo svincolo laterale del fronte. In tale direzione si generano i cunei individuati dall'intersezione dei piani KK3 o KK2 con

il piano a basso angolo delle discontinuità KK4. Tali cunei risultano a basso angolo e quindi stabili.

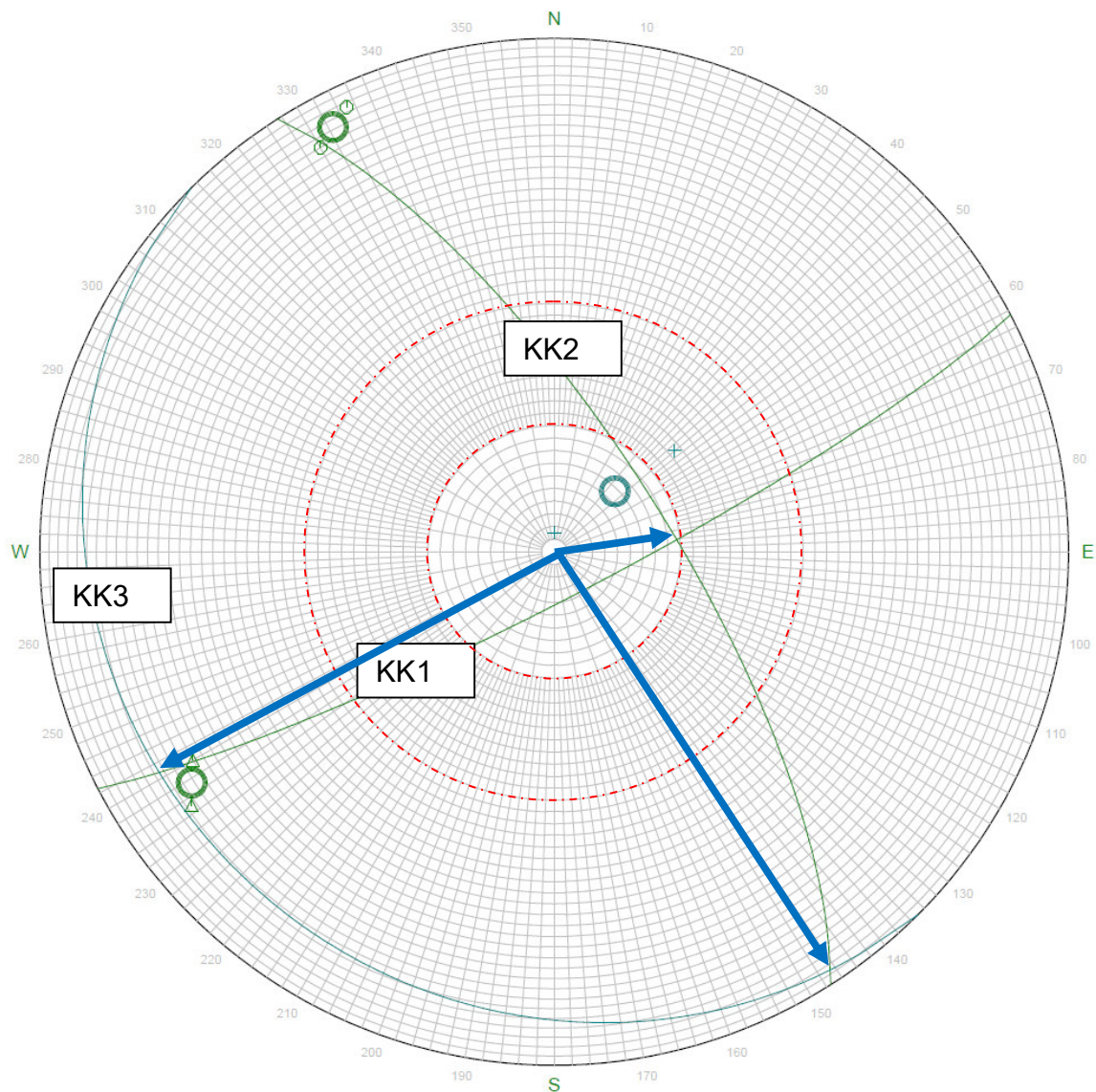
In corrispondenza del cambio di direzione del versante a confine con il macrolotto 4 si presentano due direzioni principali di avanzamento una verso sud-est ed una come per l'area di Monte Gaggio 1 verso ovest-sud-ovest con direzione NNO-SSE

In misura minore in tale area si eseguono avanzamenti verso est-nord-est, specialmente nei ribassi. In tale direzione il fronte si presenta leggermente strapiombante sagomandosi secondo i piani KK2 od in alternativa secondo i piani KK3 che presentano inclinazione pari a circa 50°. In tale direzione si originano i cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK3 che non sempre collassano in seguito alle volate ma restano latenti e devono essere opportunamente disaggiati.

L'avanzamento verso nord eseguito esclusivamente in alcune porzioni, di pariana normale, si sagoma secondo i lassi (KK1) ed in tale direzione il fronte non presenta cunei, se non a basso angolo (intersezione tra i piani KK3 e KK2) e risulta quindi stabile.

Il fronte ovest-sud-ovest in direzione NNO-SSE, realizzato nella porzione a confine con il macrolotto 4, come si nota dal cerchio di Schmidt si presenta di punta (con i lassi KK1 in direzione perpendicolare all'avanzamento) tende quindi a sagomarsi secondo il piano delle discontinuità KK2 (maggiormente frequenti rispetto ai KK3). Nell'avanzare in tale direzione si originano cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK2 che non sempre collassano e restano quindi latenti e devono essere disaggiati con il palo. Altro cuneo che si origina è quello tra i piani KK1 e KK4 che però essendo a basso angolo risulta stabile.

Area S.Colomba (macrolotto 6)



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva S.Colomba

In tale area il fronte principale di avanzamento, è orientato circa ENE-OSO verso sud-est. Come si nota dal cerchio di Schmidt il fronte che si presenta di pariana rovescia (con i lassi KK1 paralleli all'avanzamento) tende quindi a sagomarsi secondo pareti leggermente strapiombanti definite dai piani KK1 che però si coricano specialmente in corrispondenza della porzione orientale del macrolotto, in seguito all'esecuzione delle volate od in seguito allo svincolo laterale del fronte od alla base a causa dell'intersezione con le zone cataclaste ben visibili sul fronte residuo nella porzione occidentale dell'area. In tale direzione non si generano cunei.

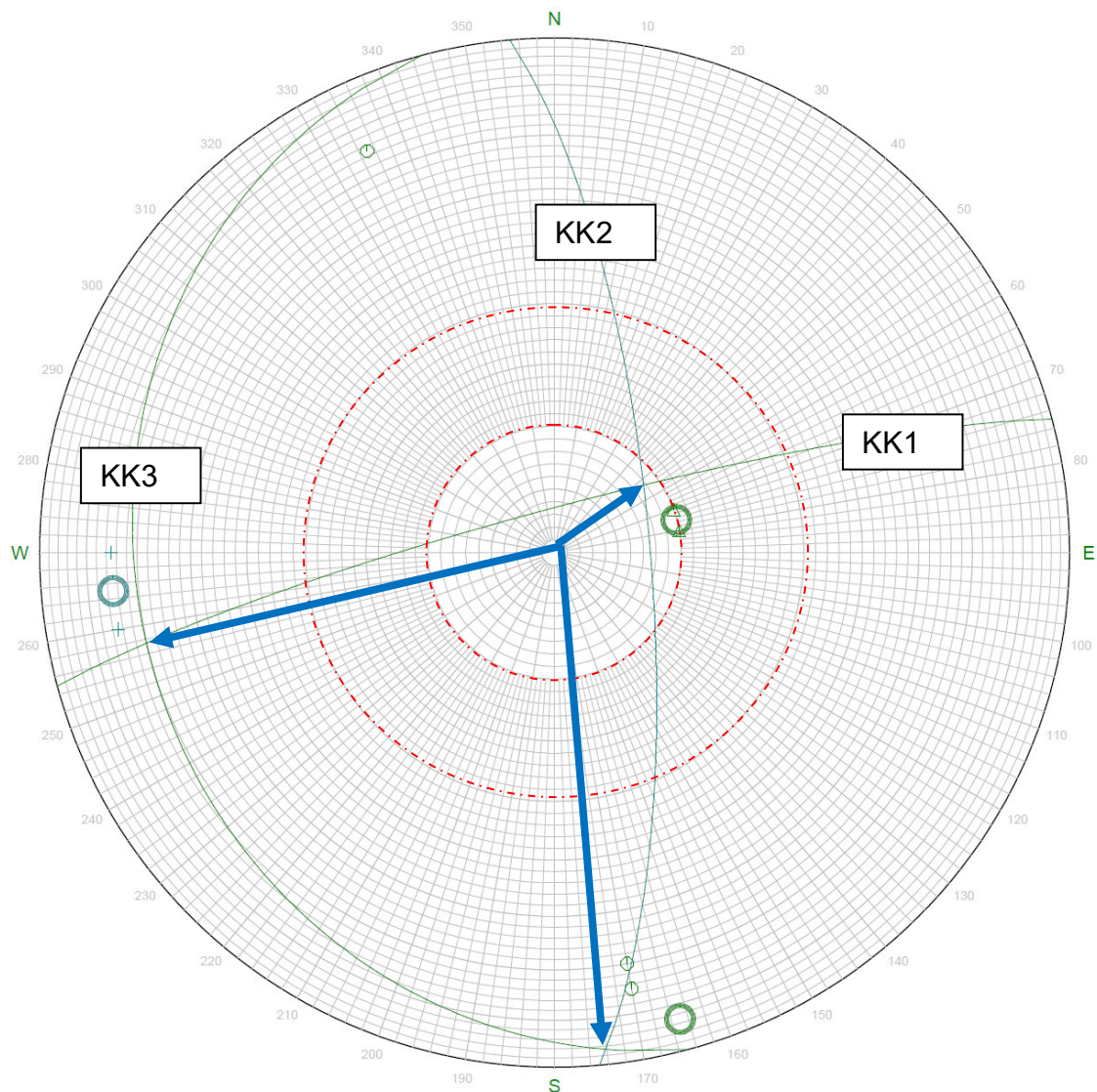
In misura minore in tale area si eseguono avanzamenti verso ovest-sud-ovest. Il

fronte con direzione NNO-SSE come si nota dal cerchio di Schmidt si presenta di punta (con i lassi KK1 in direzione perpendicolare all'avanzamento) tende a sagomarsi secondo il piano delle discontinuità KK2 (maggiormente frequenti rispetto ai KK3). Nell'avanzare in tale direzione si originano cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK2 che non sempre collassano e restano quindi latenti e devono essere disgiunti con il palo.

In misura minore si eseguono avanzamenti verso nord-est che si sagomano secondo pareti leggermente strapiombanti definite dai piani KK2 frastagliate dall'intersezione con i piani KK3 a basso angolo. In tale direzione si genera il cuneo tra le discontinuità KK2 e KK3 che però essendo a basso angolo risulta stabile o collassa immediatamente in seguito a volate se il volume di roccia individuato è modesto.

Gli avanzamenti verso nord si eseguono solamente nell'apertura dei ribassi e comunque non presentano criticità.

Area S.Colomba (porzione settentrionale del macrolotto 6 e zone oggetto di ripristino)



Cerchio di Schmidt per l'area estrattiva S.Colomba

In tale area le operazioni di scavo saranno modeste e verranno eseguite prevalentemente operazioni di ripristino. Il fronte principale di avanzamento, è orientato circa ENE-OSO verso sud-est. Come si nota dal cerchio di Schmidt il fronte che si presenta di pariana (con i lassi KK1 paralleli all'avanzamento) tende quindi a sagomarsi secondo pareti prossime alla verticale definite dai piani KK1 tagliate però da strutture pervasive a basso angolo (KK3)

In misura minore in tale area sono previsti avanzamenti verso ovest-sud-ovest. Il fronte con direzione NNO-SSE come si nota dal cerchio di Schmidt si presenta di punta (con i lassi KK1 in direzione perpendicolare all'avanzamento) tende a

sagomarsi secondo il piano delle discontinuità KK2 (maggiormente frequenti rispetto ai KK3). Nell'avanzare in tale direzione si originano cunei all'intersezione tra i piani KK1 e KK2 che non sempre collassano e restano quindi latenti e devono essere disaggiati con il palo.

Si prevede l'esecuzione di modesti fronti verso nord che comunque non presentano criticità.

Note generali sulla stabilità in funzione dei cinematismi possibili

Nei paragrafi precedenti si sono evidenziate le criticità relativamente alle varie direzioni di avanzamento nelle tre aree estrattive. La coltivazione delle cave nell'area è impostata ormai da decenni, negli ultimi anni la coltivazione non ha mostrato criticità significative adottando gli accorgimenti già segnalati in occasione delle precedenti progettazioni. L'escavazione nella zona di S.Colomba a confine tra il macrolotto 6 e l'area oggetto di ripristino presenterà la problematica dell'attraversamento della zona di faglia dove l'ammasso roccioso risulta molto alterato.

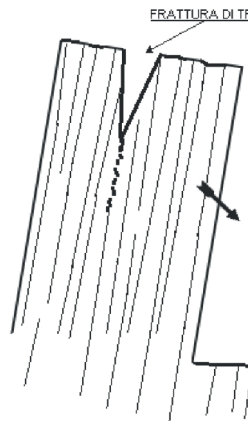
Nella zona di M.Gaggio 1 le caratteristiche di resistenza dell'ammasso unitamente alla sua elevata qualità permette di proseguire la coltivazione dei lotti come messo in atto negli anni precedenti.

La zona di M.Gaggio 2, nello specifico quella rivolta a nord (macrolotto 5) è stata interessata nel 2010 da un fenomeno di coricamento generale dei lassi causato dalla coltivazione di pariana rovescia unitamente alla presenza di strutture pervasive a franapoggio rappresentate da faglie dirette immergenti a N-NO con inclinazione compresa tra 45°-50° tale problematica verrà mitigata dalla riduzione complessiva dei fronti di scavo ad un'altezza massima di 12m.

EVOLUZIONE DEI FRONTI DI SCAVO

Per comprendere meglio i fenomeni d'instabilità che possono instaurarsi, vengono di seguito riportate alcune situazioni caratteristiche riscontrabili in numerose cave del Trentino e rappresentanti casi generali passibili di variazioni in funzione delle peculiari caratteristiche geolitologiche e strutturali dei siti.

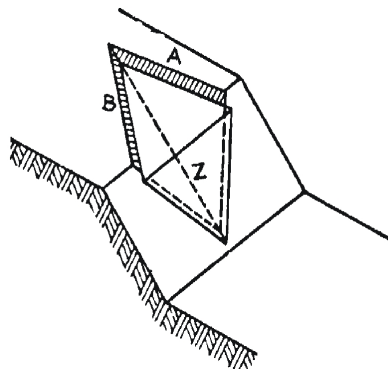
1° caso: fronte di "pariana rovescia" con inclinazione maggiore di 90°



Questa configurazione viene a crearsi quando la roccia presenta un basso grado di fratturazione secondaria od in seguito al rapido proseguire della coltivazione quando i fronti vengono sorretti lateralmente da setti integri su cui si scarica la spinta del versante. Il fenomeno si evolve col manifestarsi di fratture di trazione e con i lassi che si coricano lentamente, nel caso d'altezze modeste del fronte. L'area estrattiva in questione presenta tale problematica in corrispondenza dei fronti in avanzamento verso sud nella porzione meridionale dell'area estrattiva M.Gaggio 1 nella porzione occidentale del macrolotto 5 di M.Gaggio 2 e nel macrolotto 6 di S.Colomba. Nel verificarsi di questa configurazione si dovrà provvedere a far collassare la porzione instabile od inibire la base del gradone e la porzione interessata dalle fratture di trazione.

2° caso: fronte con inclinazione elevata e discontinuità a franapoggio

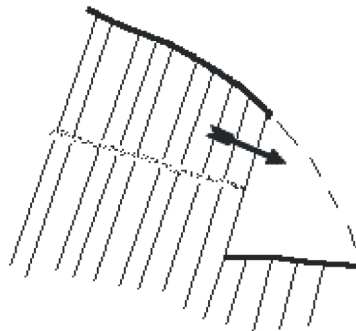
Il fenomeno si verifica prevalentemente dove i fronti sono posti di "pariana".



Perché vengano individuati cunei di una certa volumetria si devono intersecare piani che fra loro presentano un ampio angolo di incidenza. Nel caso dell'area in questione l'intersezione tra le famiglie di discontinuità (KK1 e KK2) non determina cunei instabili

di ingenti volumetrie. La maggior parte del volume instabile individuato dall'intersezione dei piani KK1-KK2 viene movimentato contestualmente alla realizzazione delle volate. Il manifestarsi del fenomeno su vasta area è quindi statisticamente a bassa probabilità; più frequente è l'individuazione di cunei di modesta volumetria.

3° caso: fronte di "pariana" con inclinazione elevata e discontinuità a franapoggio



E' questo un caso simile al precedente, con la sola differenza che il movimento avviene planarmente lungo un'unica superficie di discontinuità a franapoggio. Nel caso dell'area in questione tutte le famiglie di discontinuità secondarie presentano o un'elevata inclinazione od una molto bassa così da non poter generare scorrimenti planari di rilevante volumetria. Tuttavia il fenomeno assume rilevanza in corrispondenza delle faglie dirette segnalate dagli studi precedenti in particolare nella porzione occidentale del macrolotto 5 dell'area Monte Gaggio 2 ed in corrispondenza delle fasce cataclasate presenti nell'area di S.Colomba (macrolotto 6).

Questo fenomeno è perciò da considerare ed il riconoscimento/rilievo di questo tipo di problematica costituiranno l'obiettivo principale della relazione annuale sulla stabilità dei fronti della cava.

4° caso: fronte con inclinazione elevata, lassi a franapoggio. Rottura per carico di punta

E' un modello di rottura verificatosi nelle cave di Fornace e non osservato nella presente area estrattiva dal momento che i fronti di pariana presentano altezze modeste ed entro i 12 m.

VERIFICHE STABILITA' GLOBALE

Sulle sezioni più impegnative per ogni macrolotto sono state eseguite le verifiche alla stabilità globale secondo le NTC2018 applicando i coefficienti della combinazione A2+M2+R2 ed in condizioni sismiche. Nelle verifiche sono stati considerati i parametri corrispondenti al valore inferiore di GSI pari a 50 per l'ammasso roccioso che caratterizza la gran parte dei fronti presenti nell'area. Nella porzione superiore è presente un modesto spessore di detrito fluvio-glaciale con spessori variabili che visto il modesto spessore in relazione al dislivello totale del versante oggetto di coltivazione può essere trascurato ai fini della stabilità globale del pendio. I parametri utilizzati nelle verifiche delle sezioni allo stato finale del PDA risultano quindi:

-GSI pari a 50;

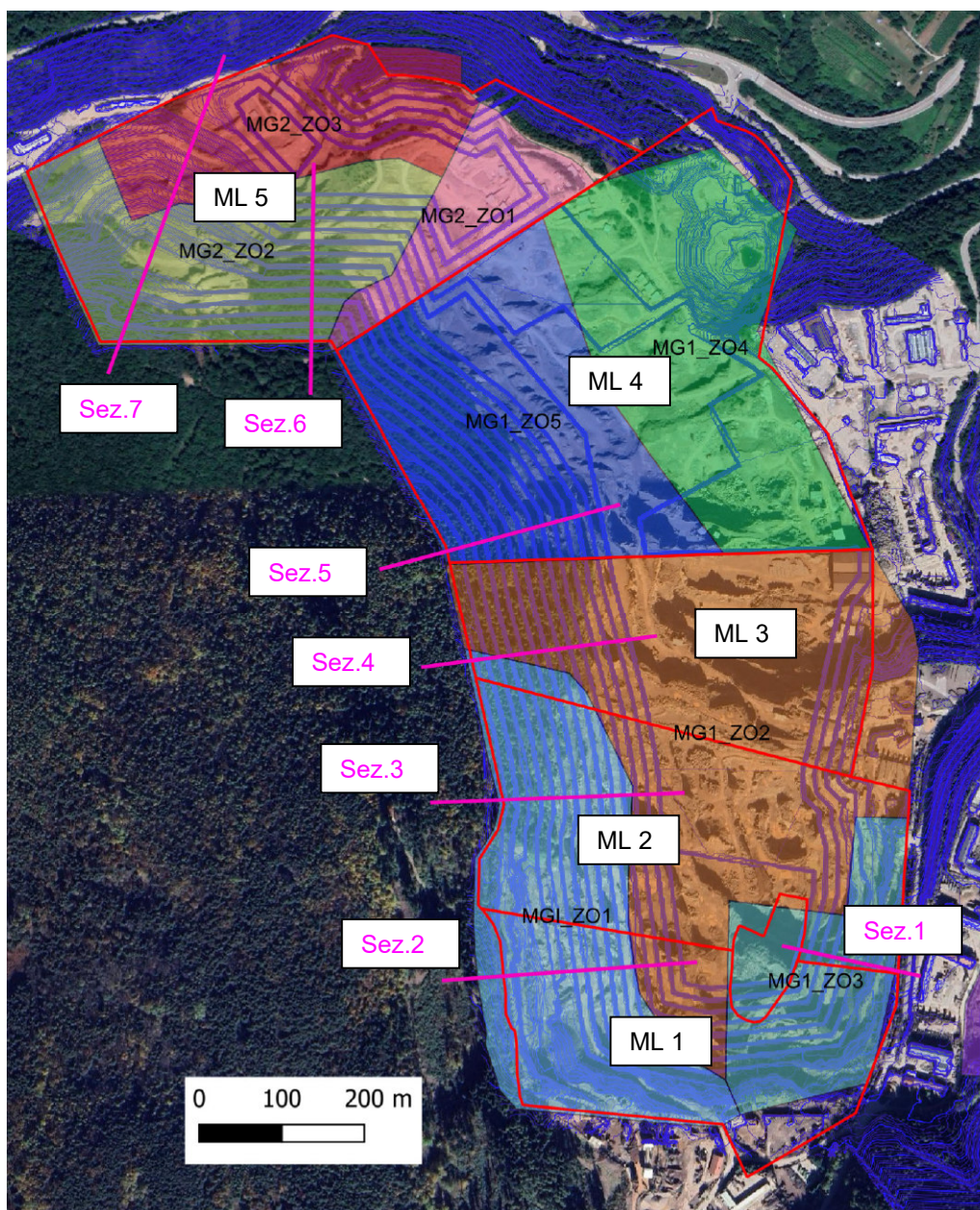
-resistenza a compressione uniassiale pari a 175 Mpa

-mi=25

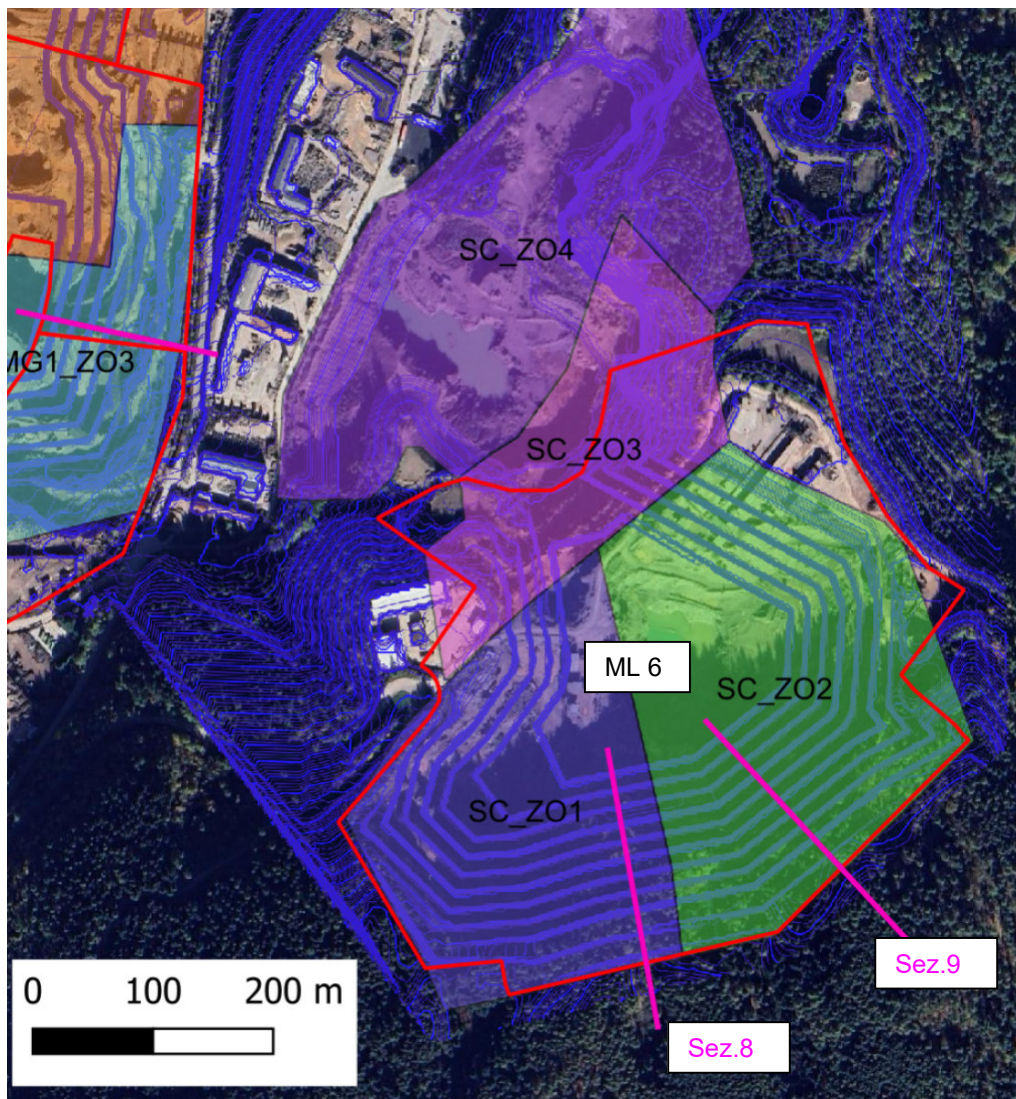
Dal momento che l'escavazione avviene ed avverrà con esplosivo alla porzione più superficiale dell'ammasso stimata in circa 10 m, si applicherà un fattore di disturbo $D=1$, che rappresenta il massimo grado di disturbo per un ammasso roccioso.

Dalle verifiche, eseguite tramite il software SSAP2010, si può notare come le superfici di scivolamento a minor fattore di sicurezza risultano avere comunque fattori di sicurezza molto elevati sia in condizioni statiche che sismiche.

Di seguito si riportano le planimetrie progettuali con individuate le sezioni di verifica per le aree estrattive M.Gaggio 1, 2 e S.Colomba.



Area monte gaggio 1 e 2

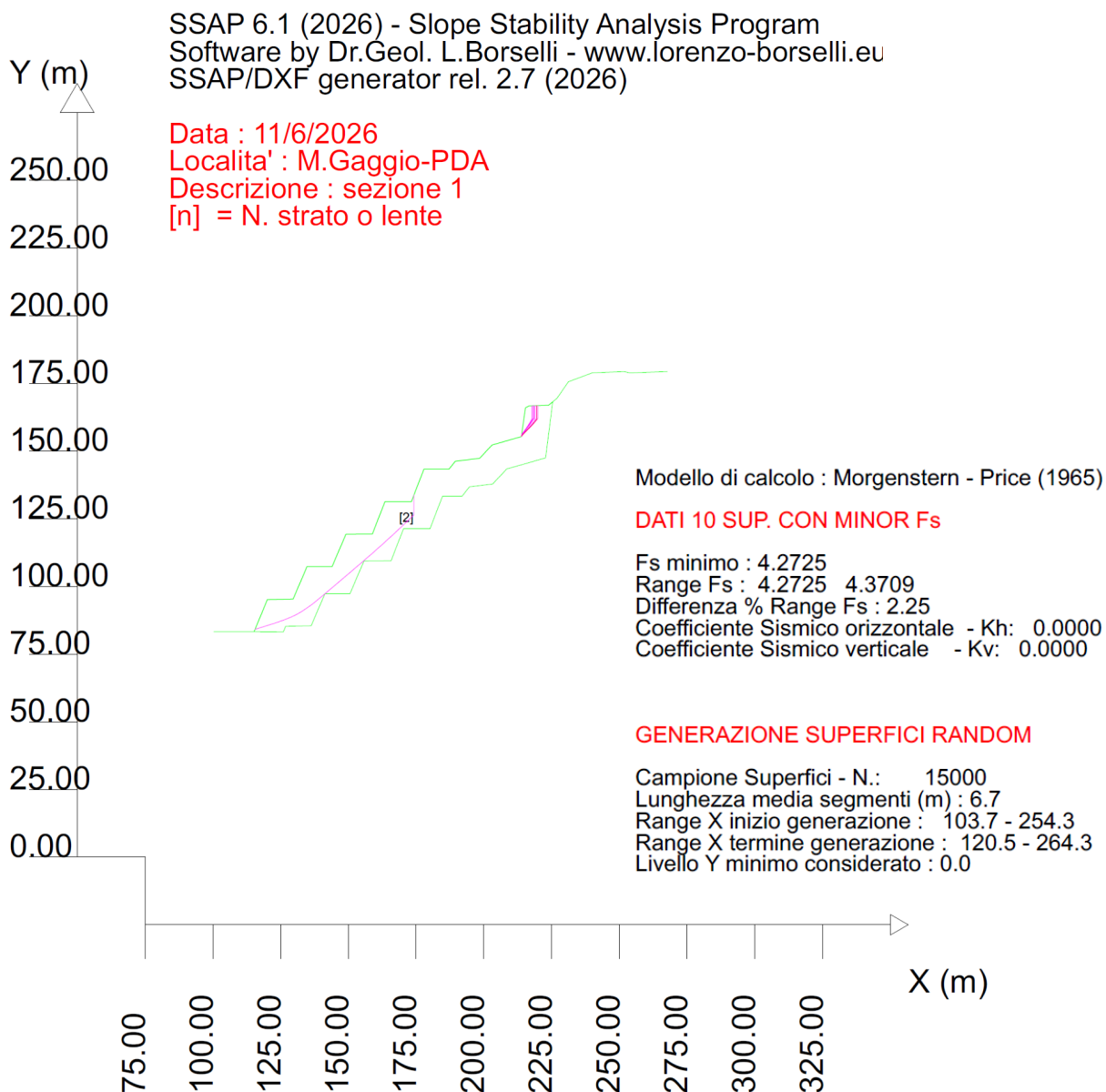


Area S.Colomba

Area M.Gaggio

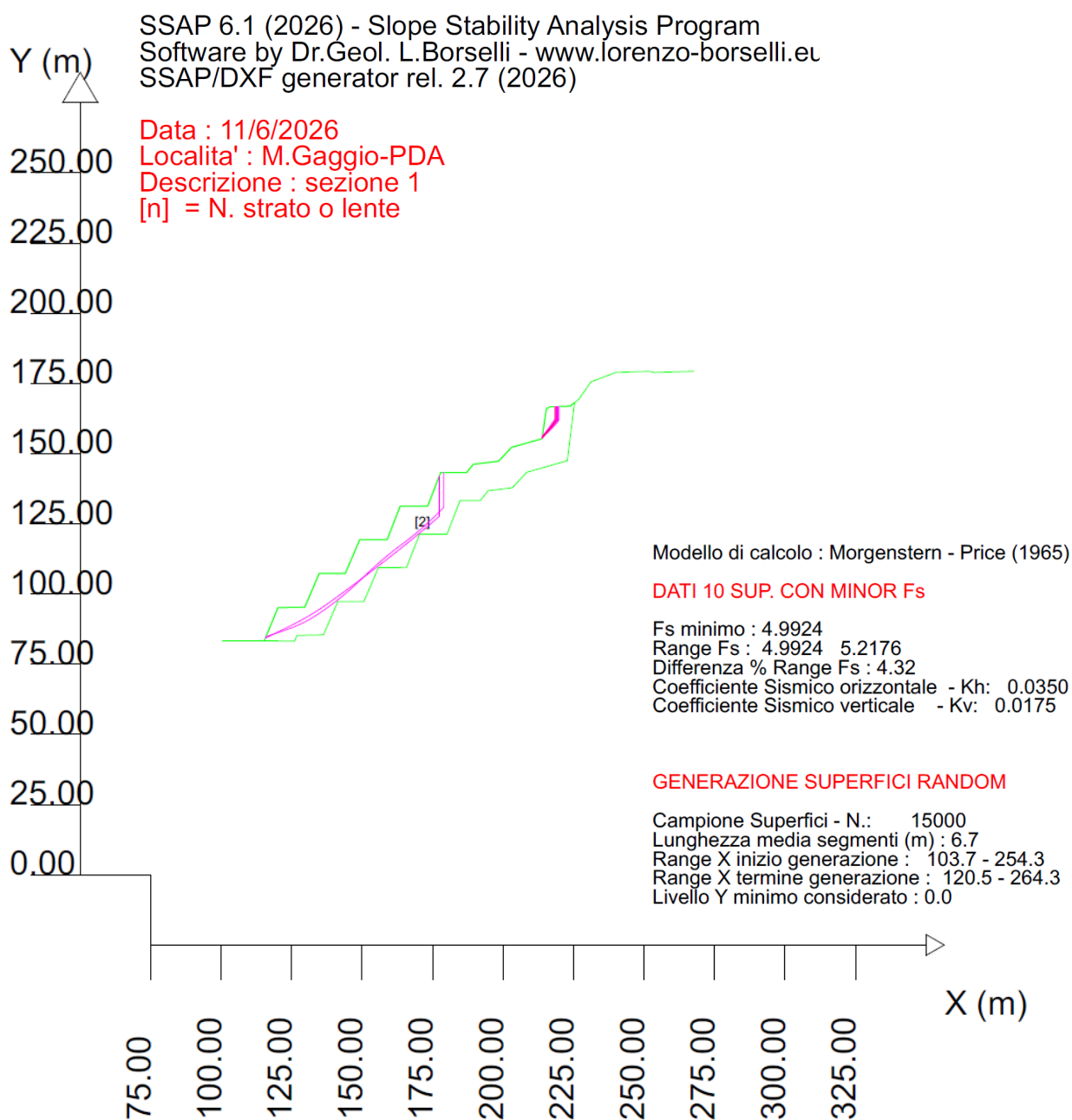
Verifica sez.1

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

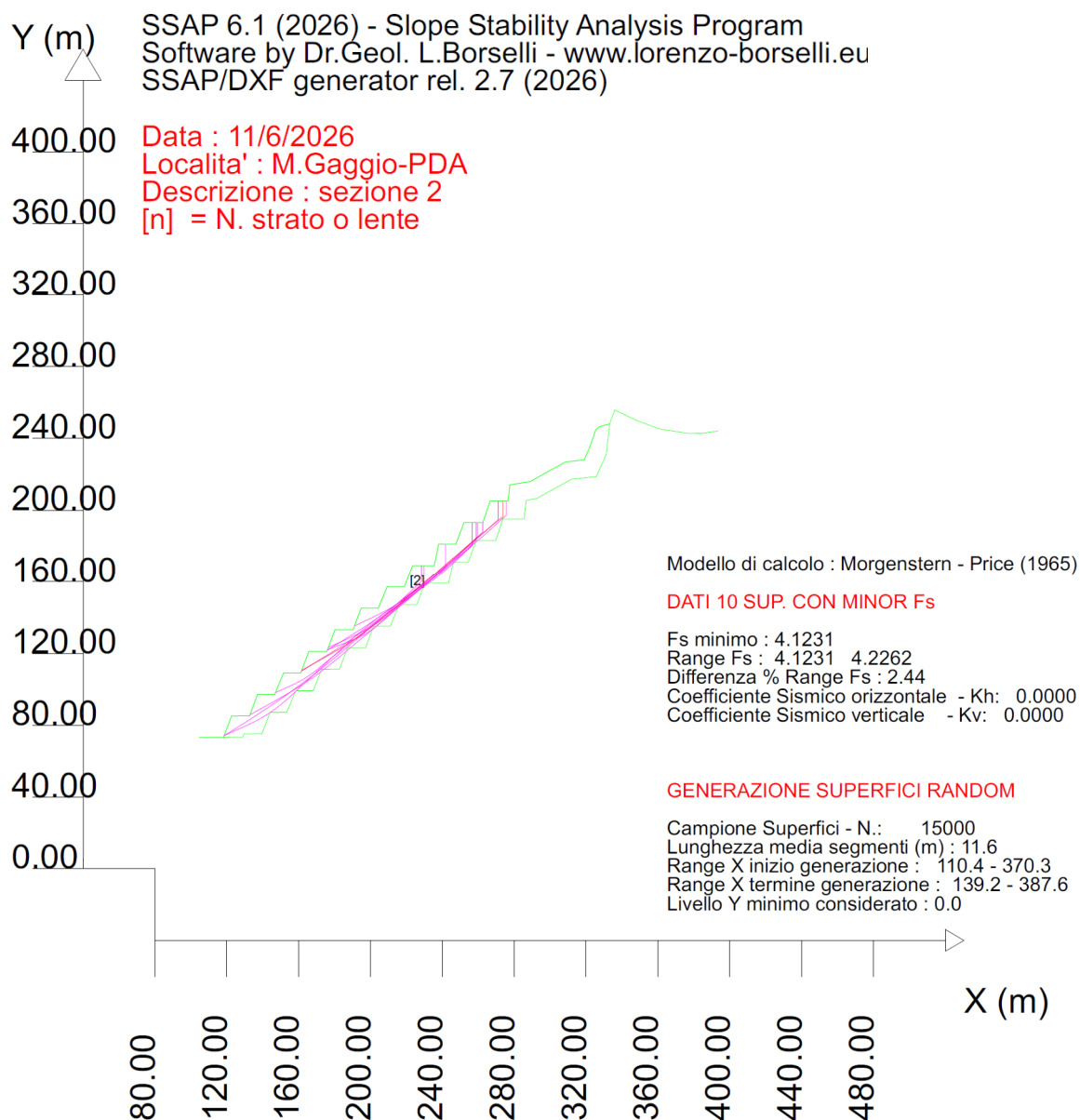


Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

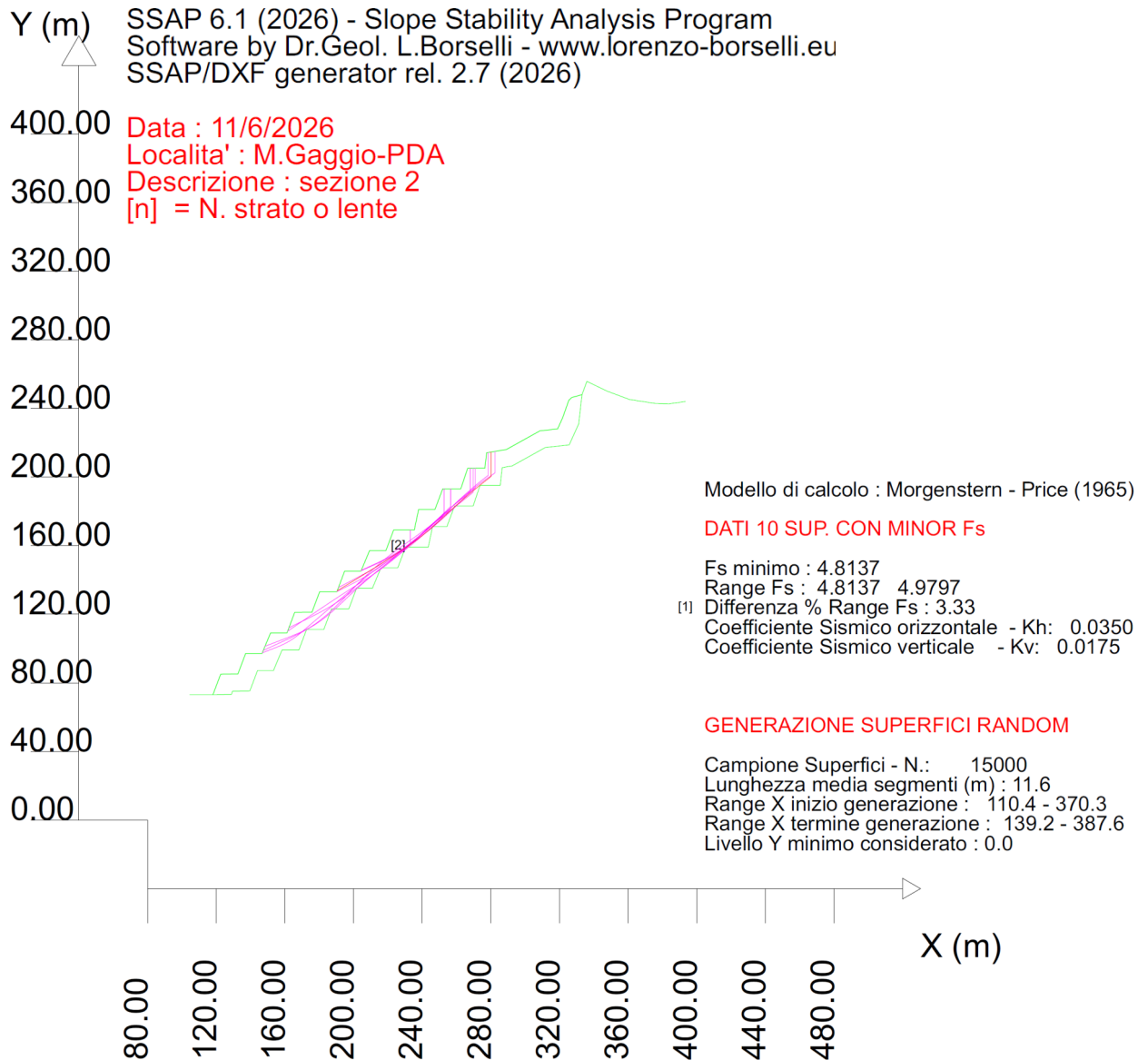
Verifica sez.2

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

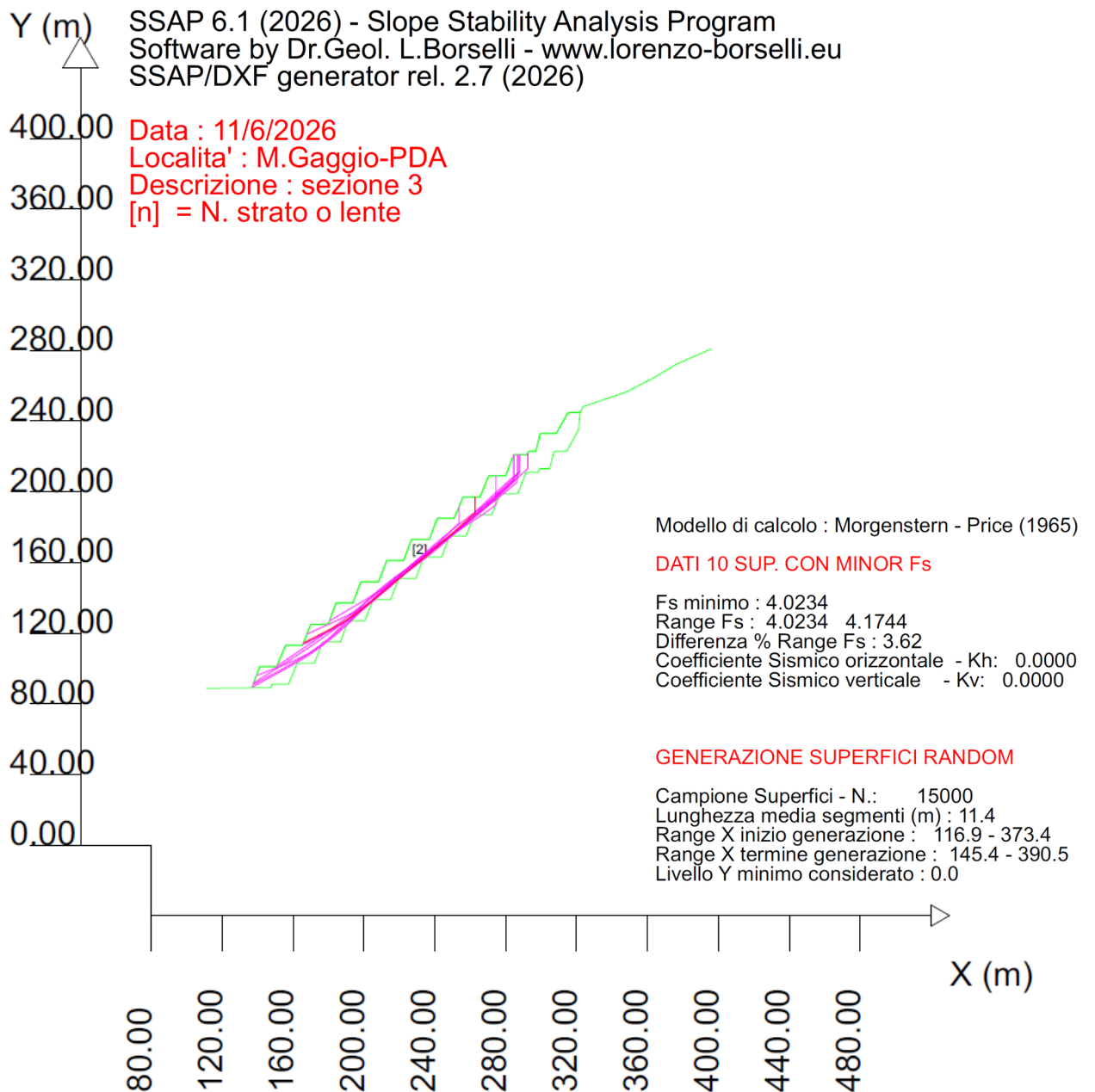


Parametri Geotecnici degli strati # -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

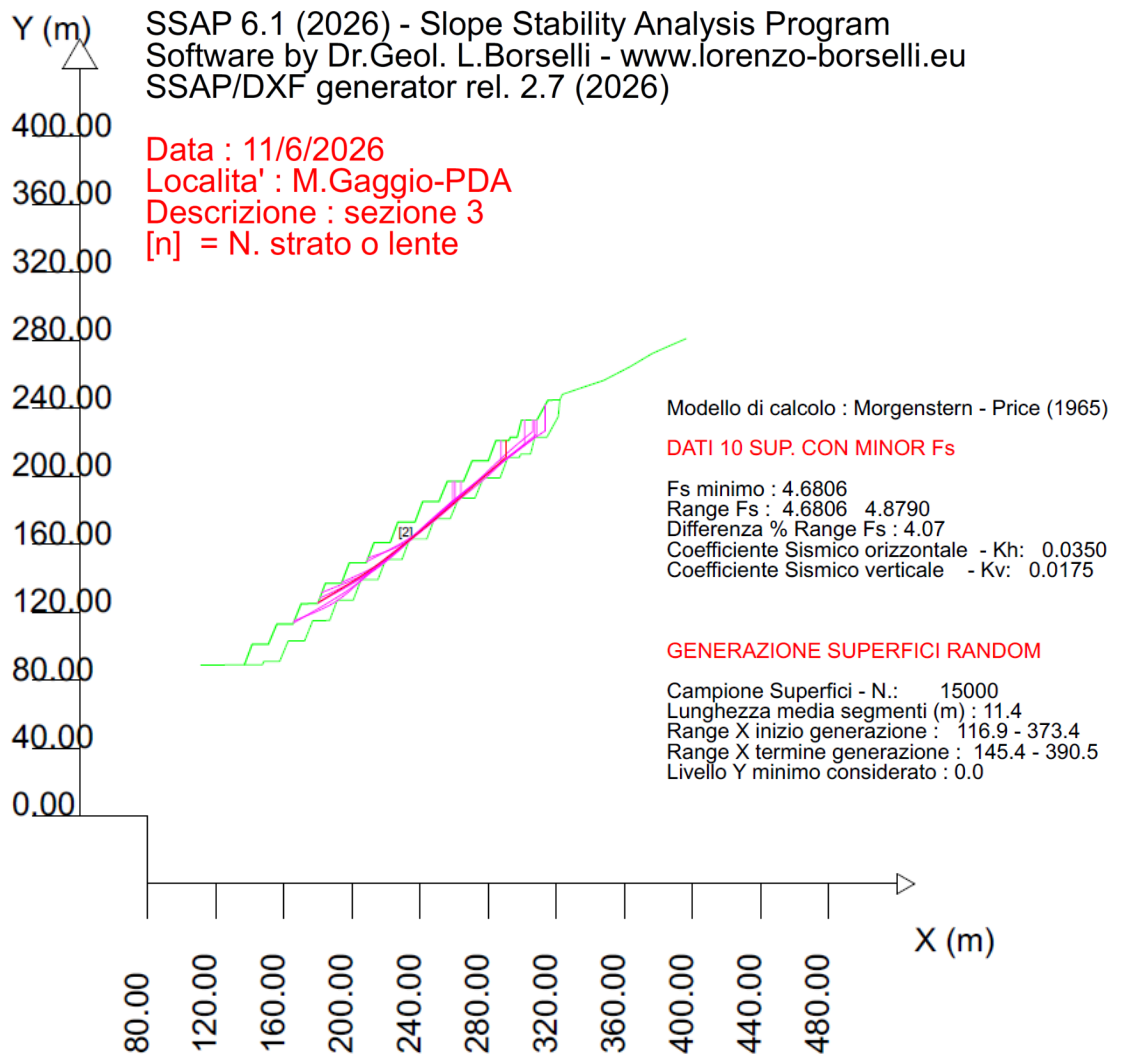
Verifica sez.3

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00



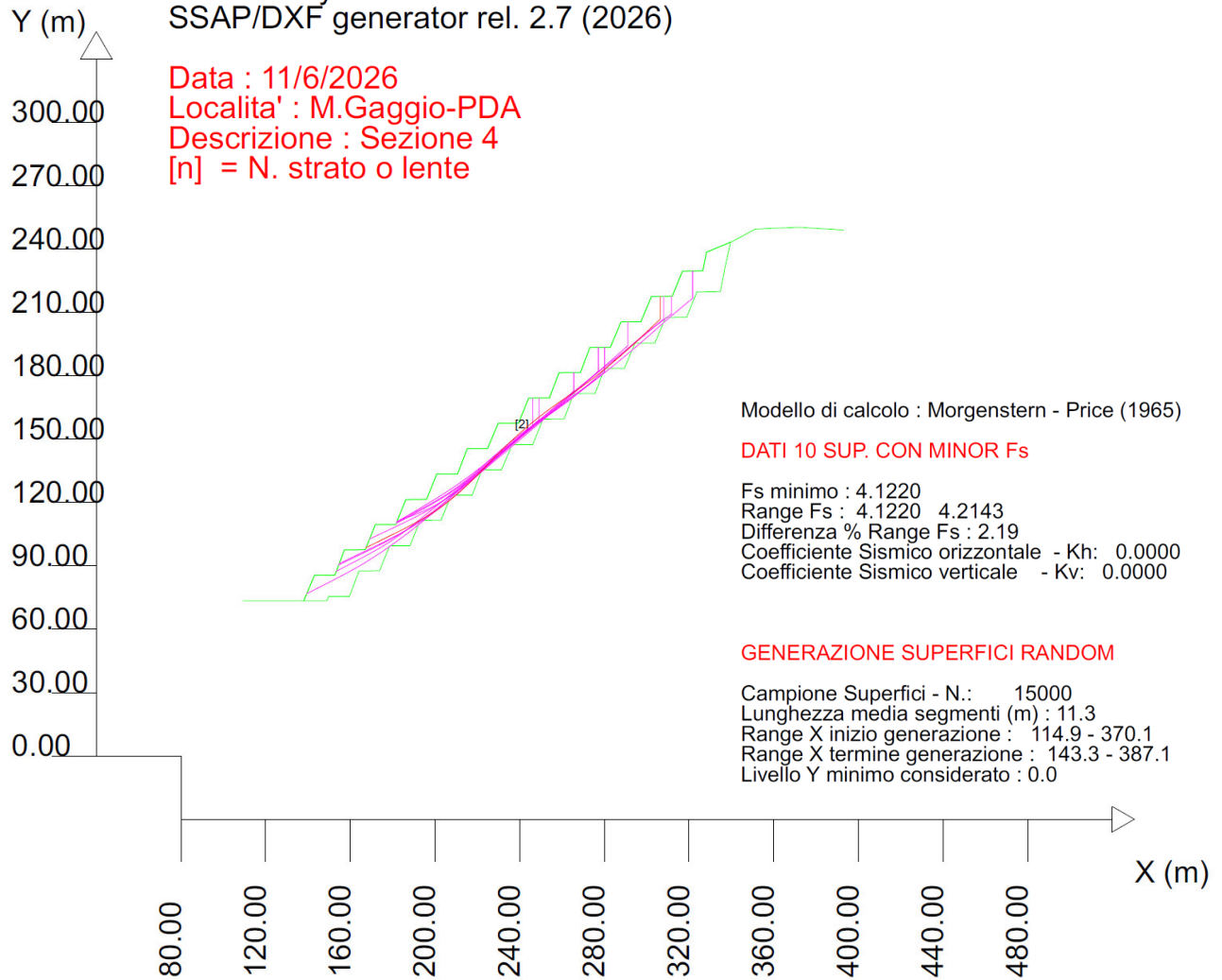
Parametri Geotecnici degli strati # -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

Verifica sez.4

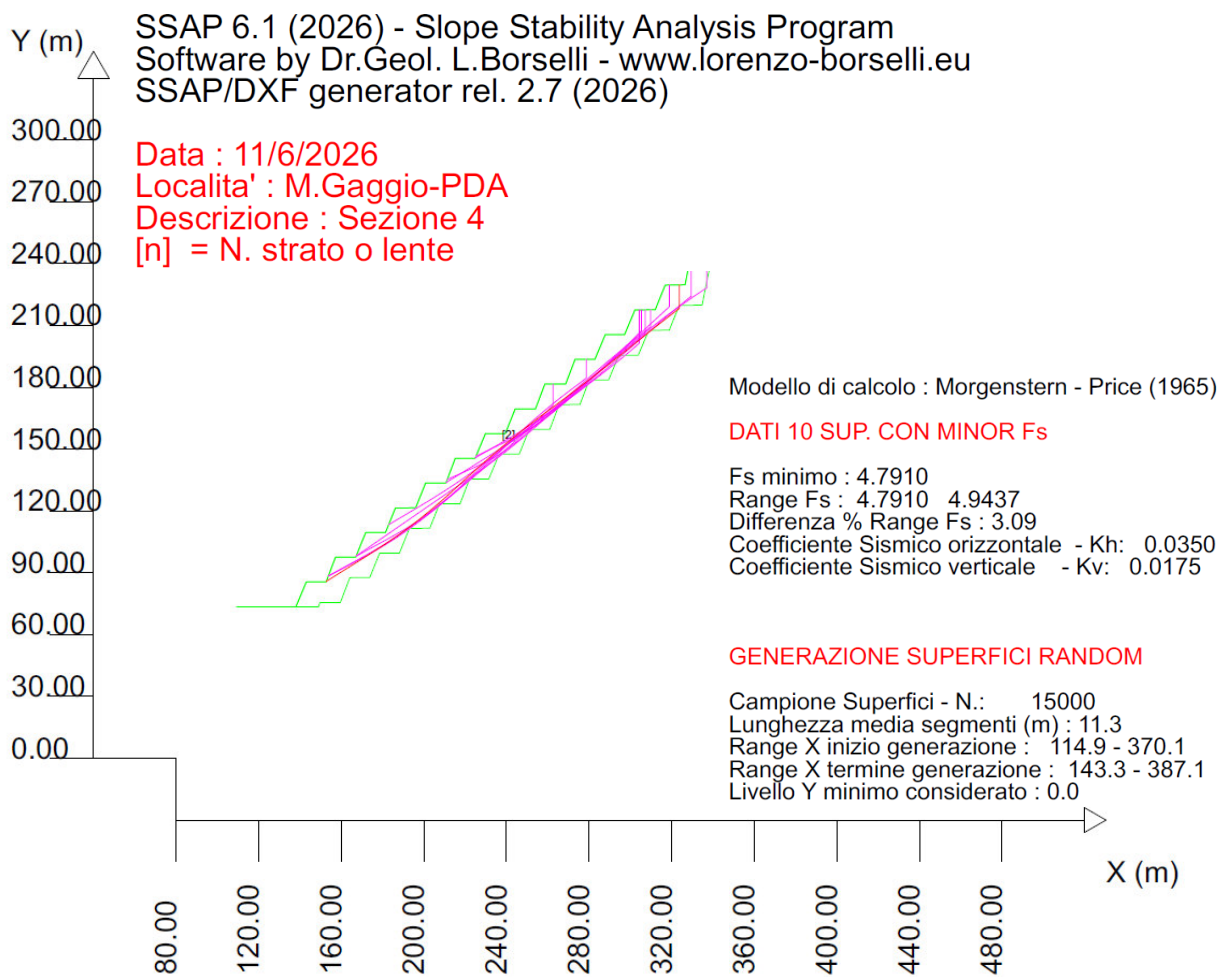
Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.

SSAP 6.1 (2026) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.7 (2026)



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

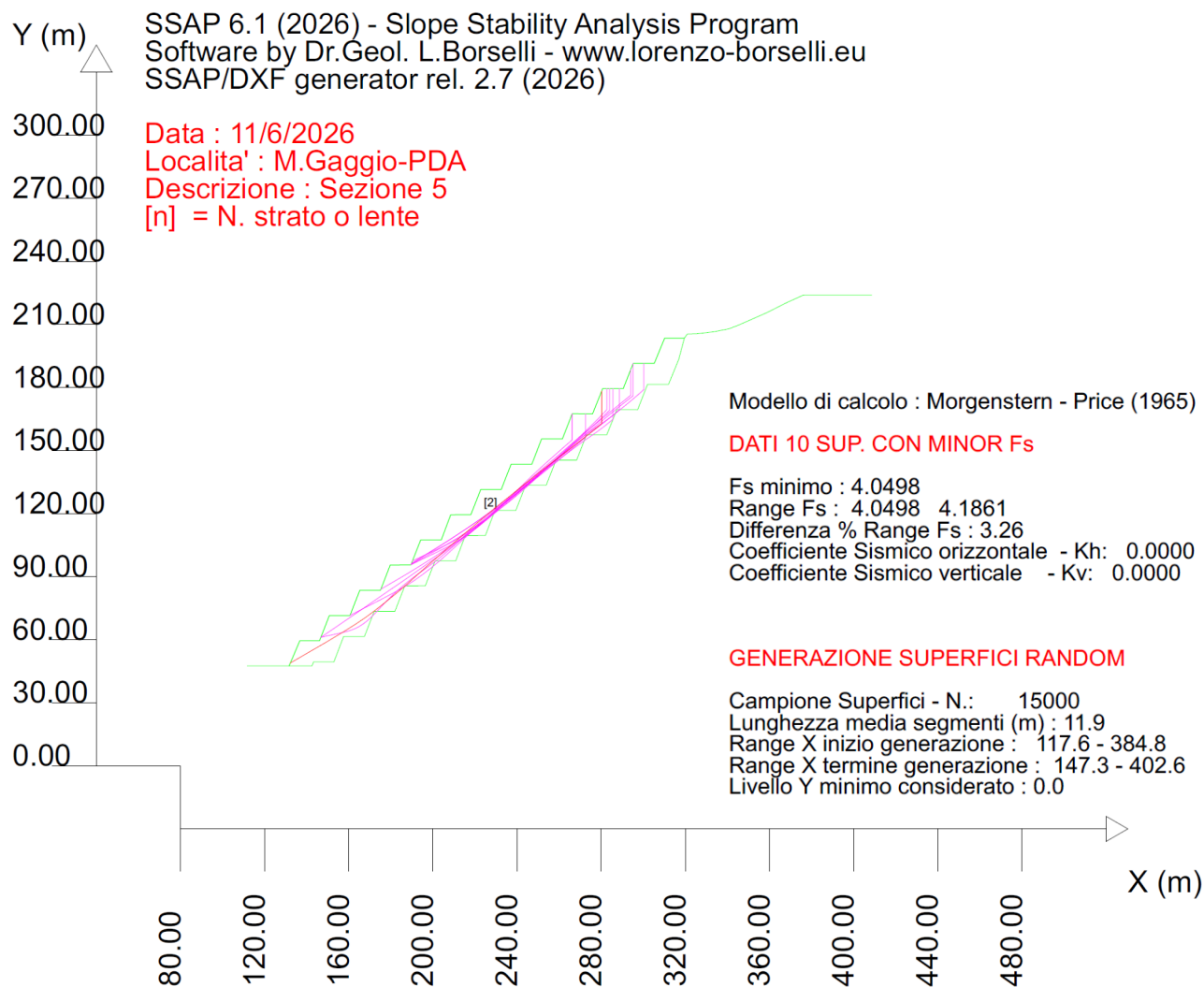


Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

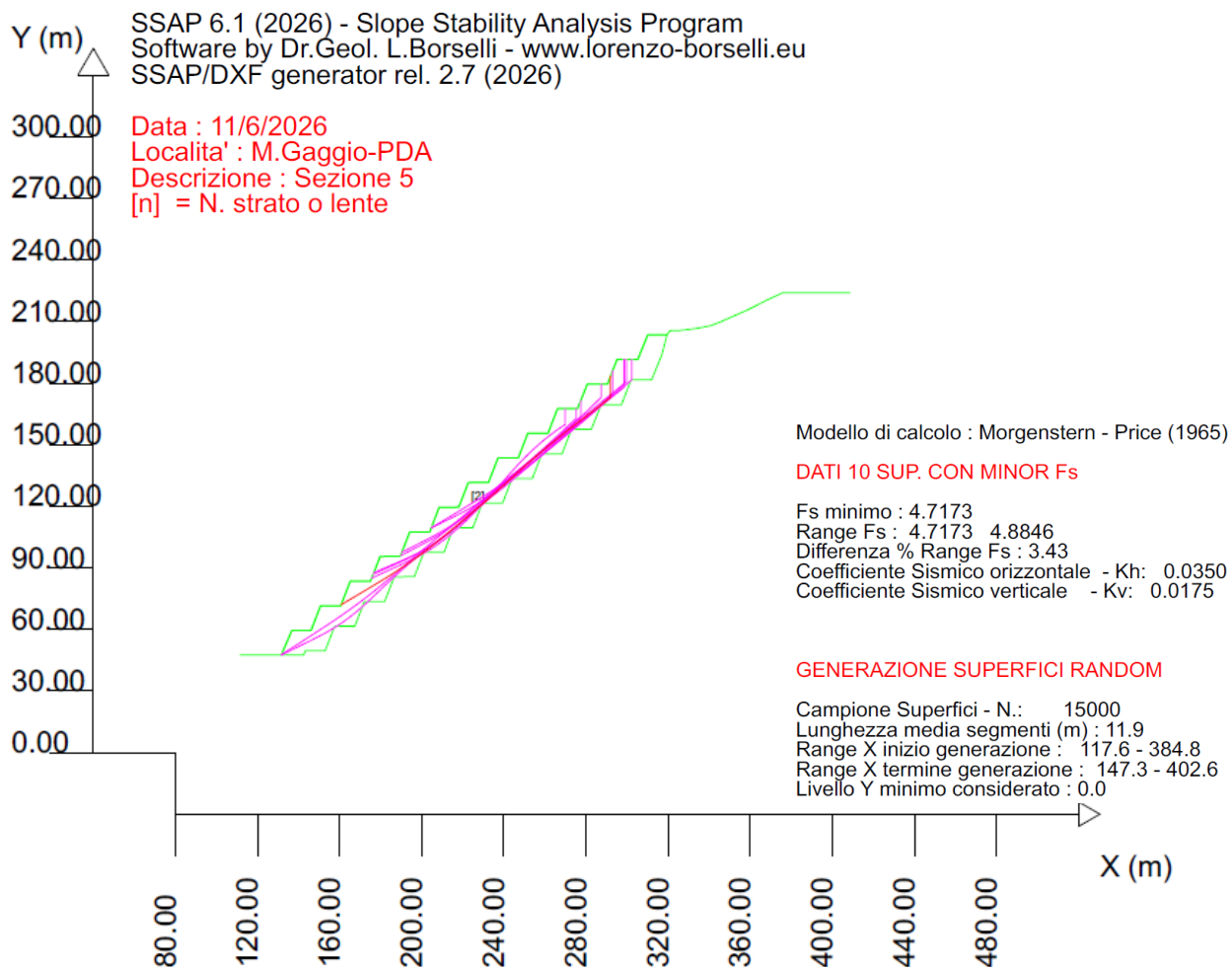
Verifica sez.5

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

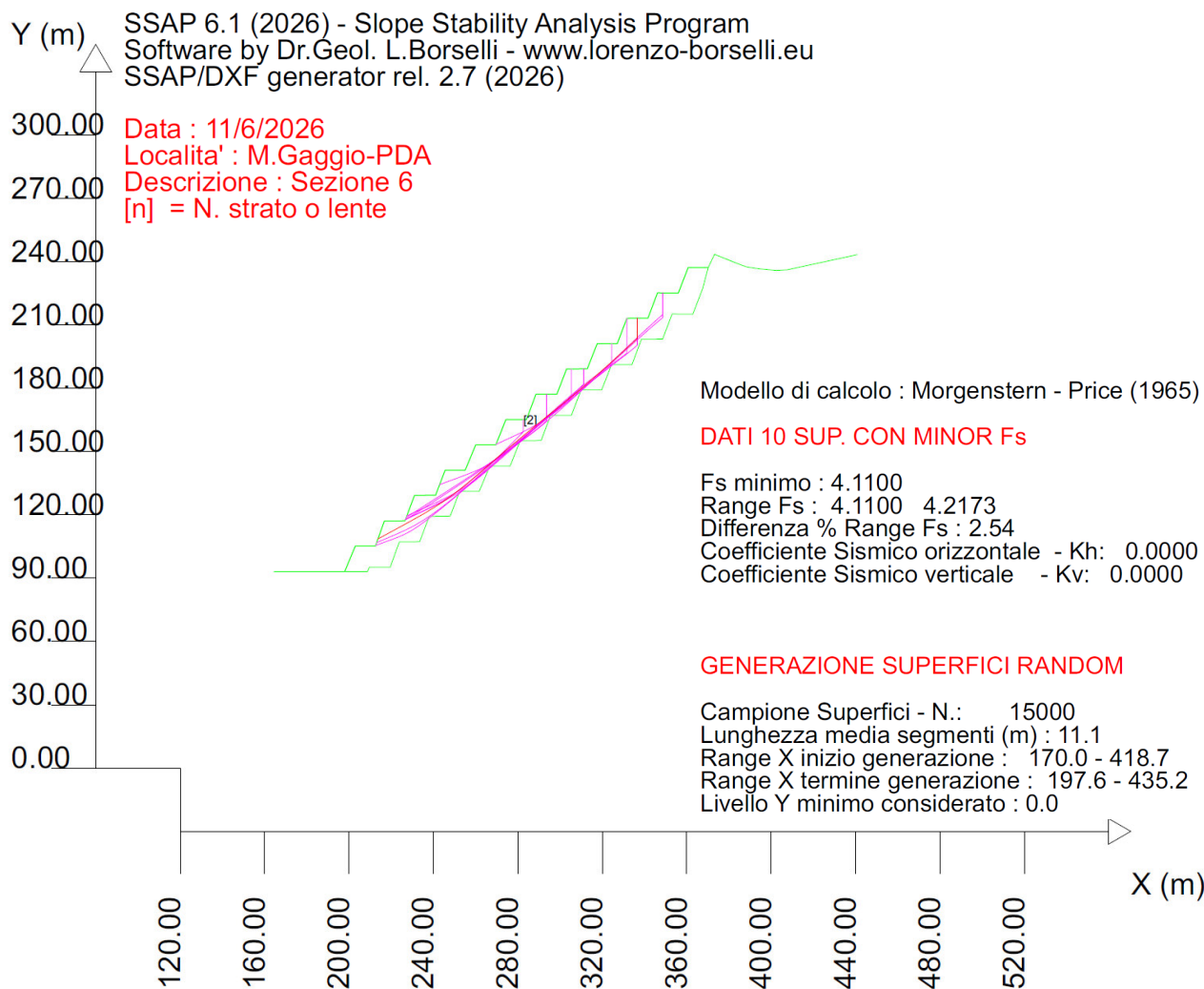


Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

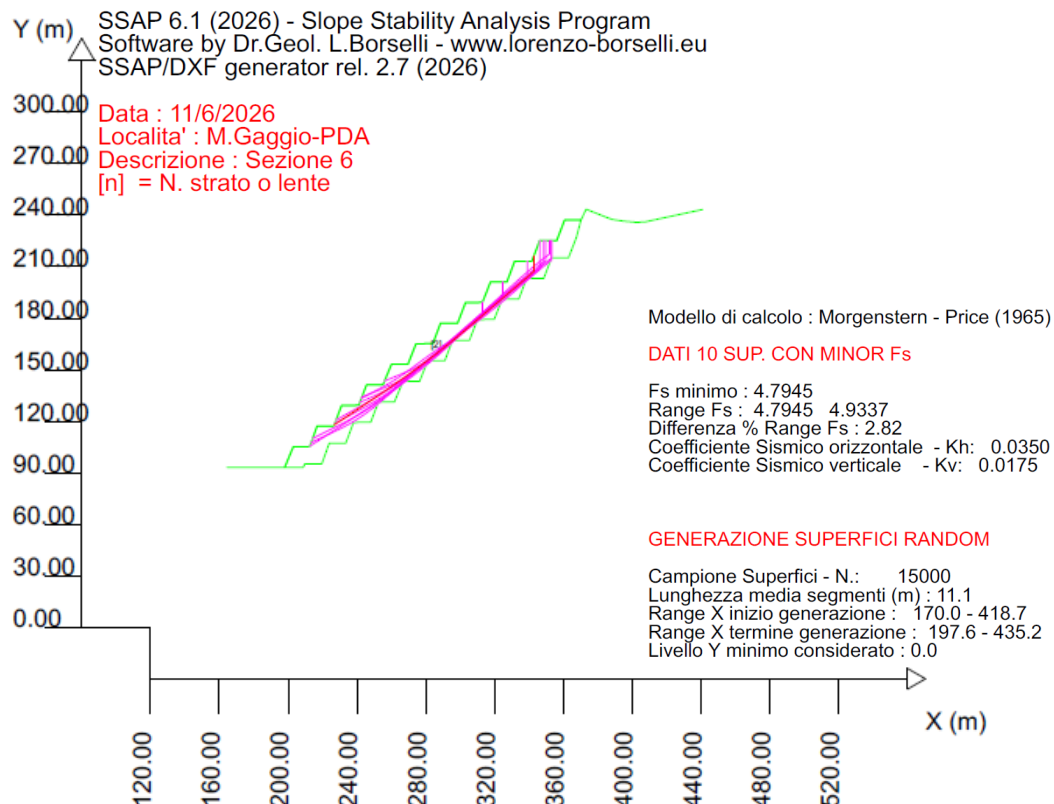
Verifica sez.6

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

Verifica sez.7

La verifica è stata eseguita in corrispondenza della zona occidentale del macrolotto 5 ove è prevista la realizzazione del ripristino del versante su inclinazioni medie pari a circa 30°.

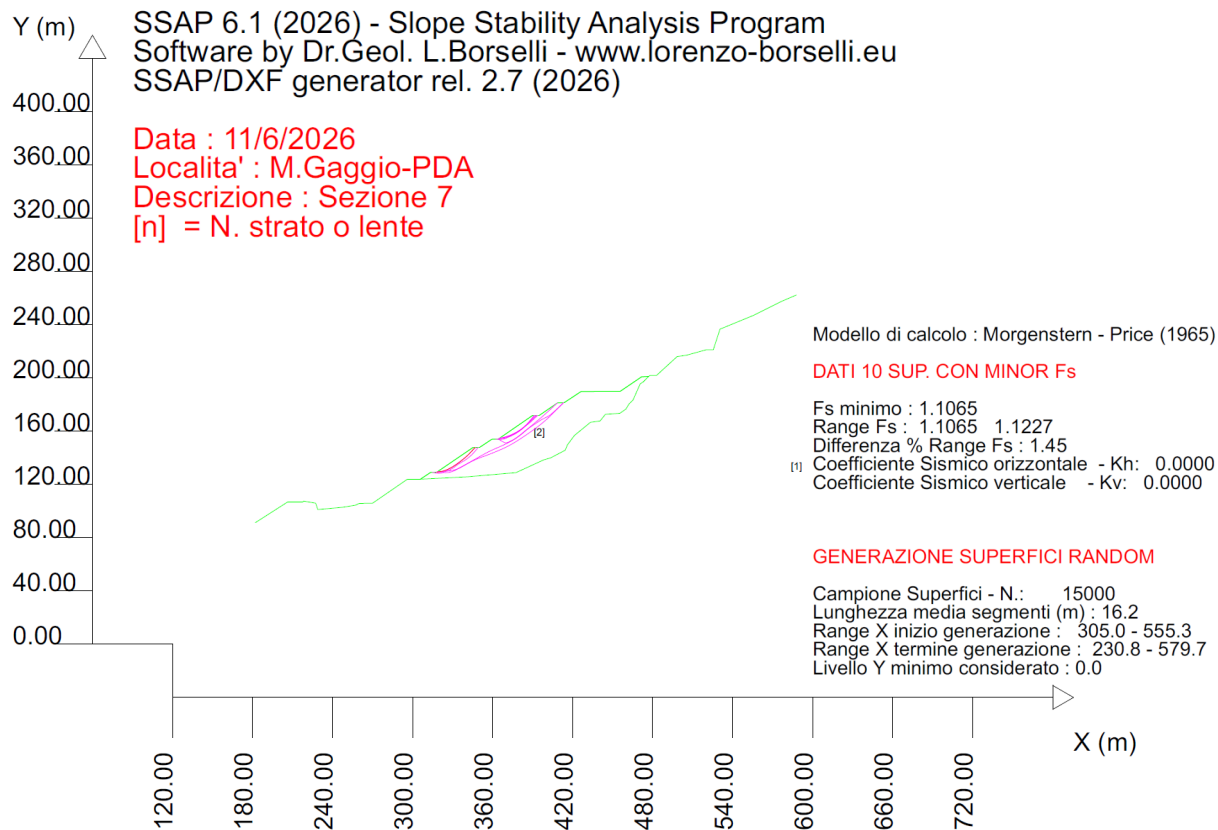
Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta utilizzando per la formazione del riempimento un materiale con le seguenti caratteristiche minime:

$\phi=34^\circ$

$c=7.5$ kPa

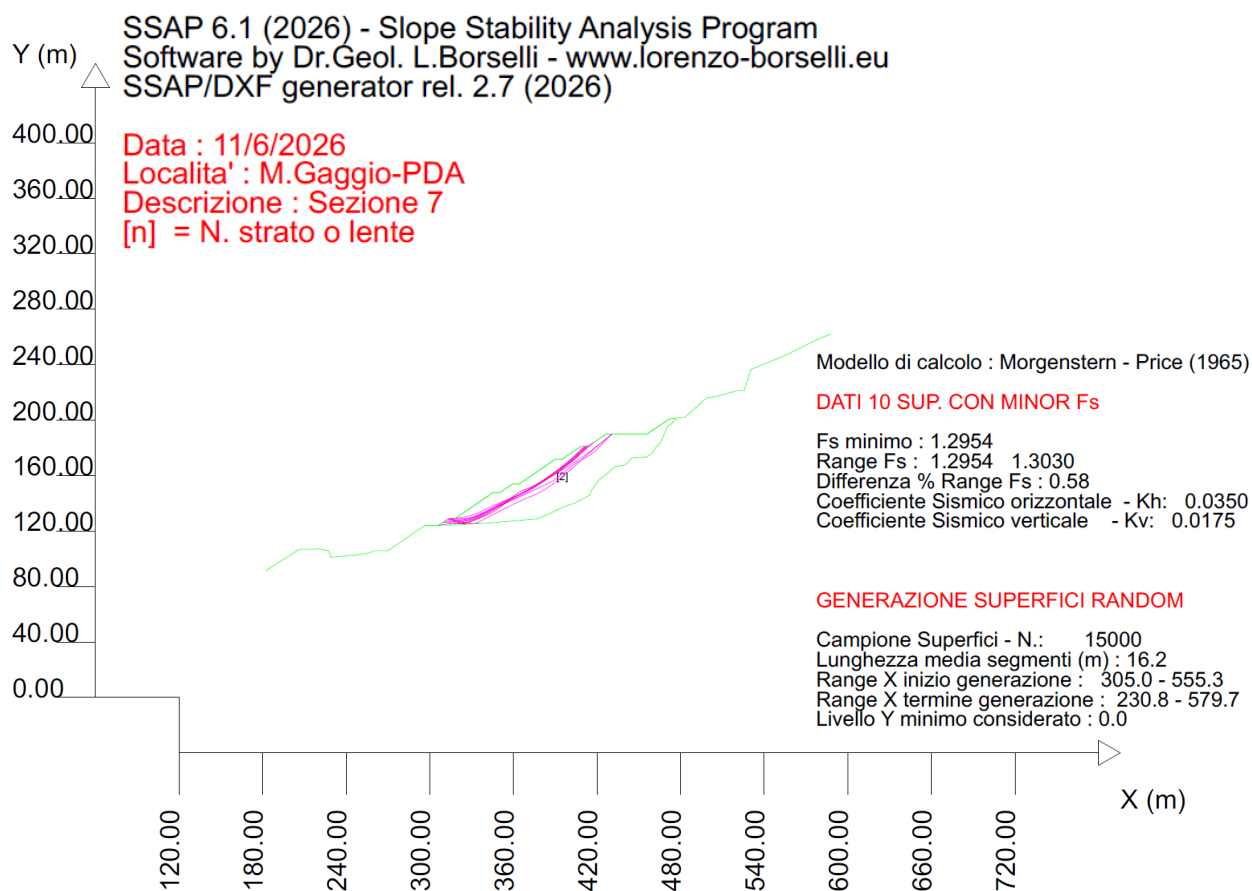
$\gamma=18.5$ kN/mc.

Sono ammesse coppie di valori differenti purché al calare dell'angolo di attrito



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	28.35	5.60	0	18.50	21.00	0	0	0	0



Parametri Geotecnici degli strati

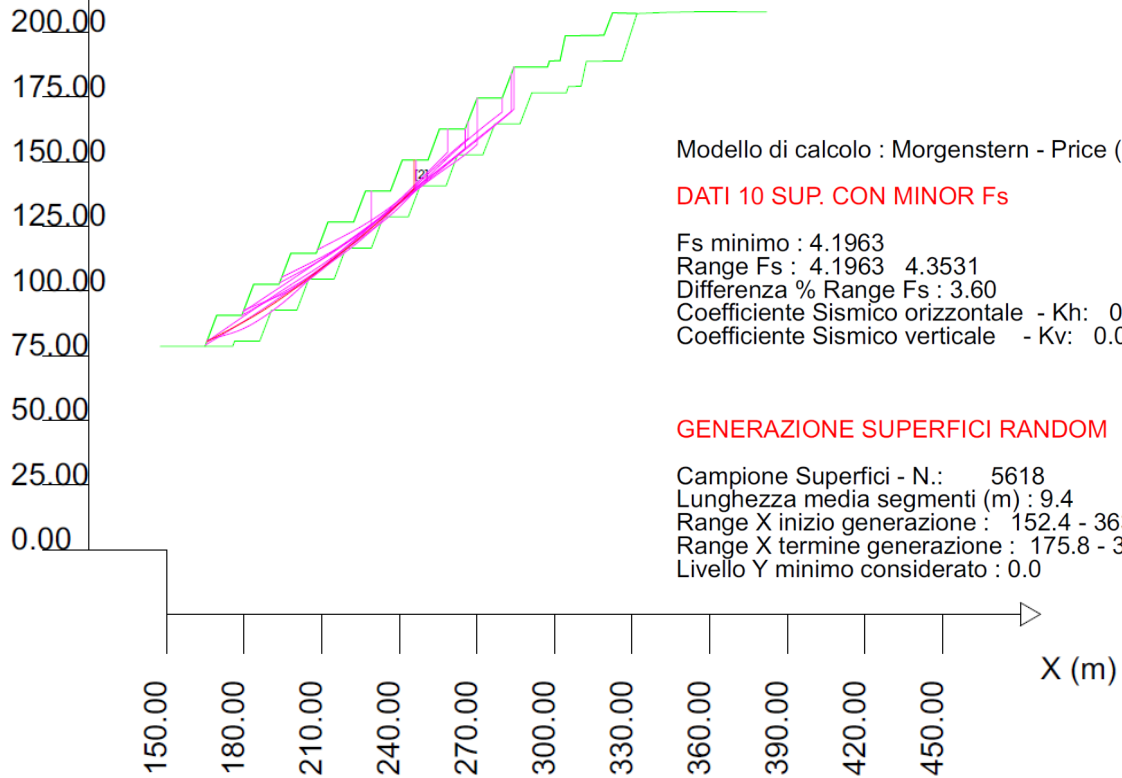
N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	34.00	7.00	0	18.50	21.00	0	0	0	0

Verifica sez.8

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.

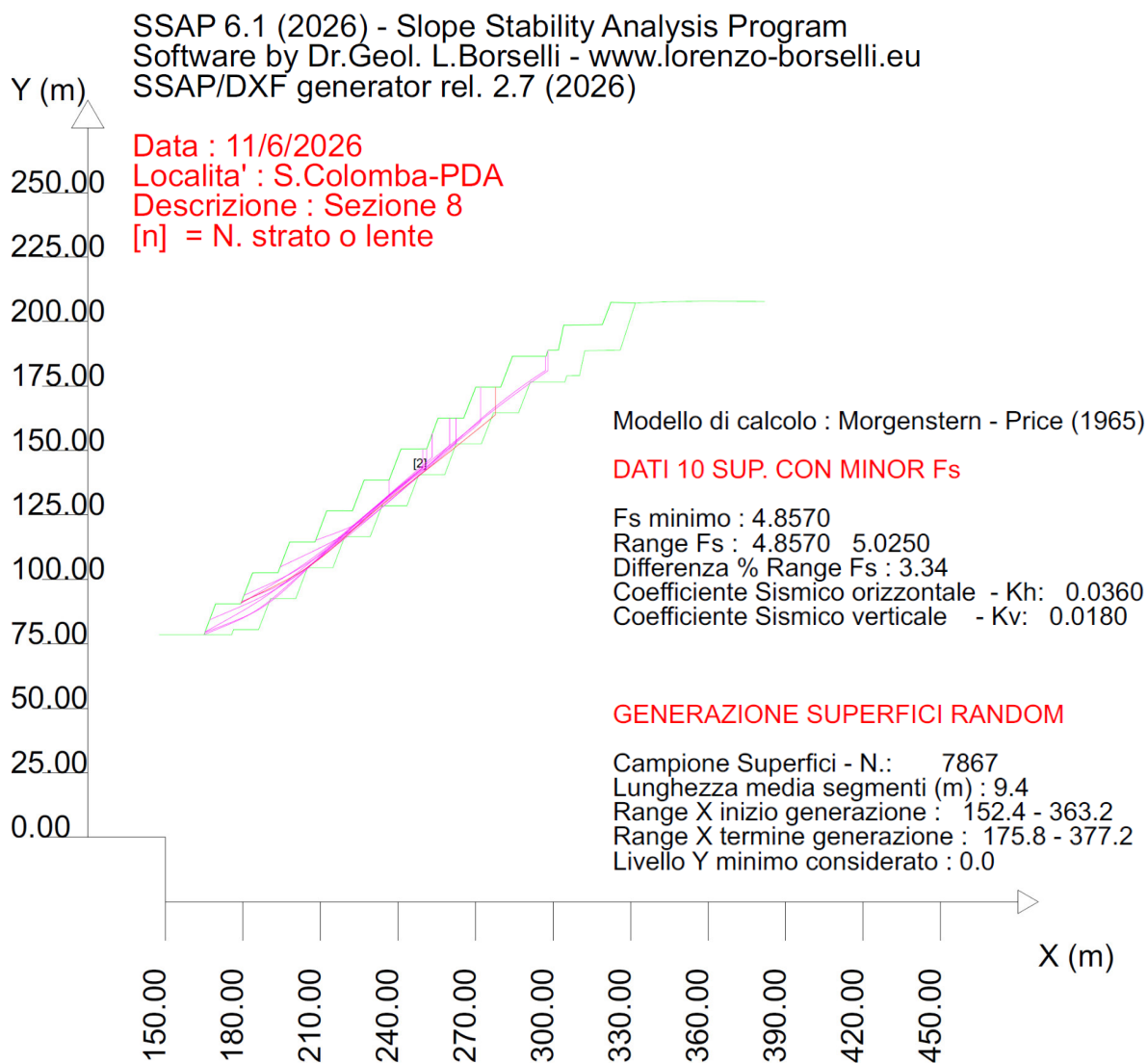
SSAP 6.1 (2026) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.7 (2026)

Data : 11/6/2026
 Localita' : S.Colomba-PDA
 Descrizione : Sezione 8
 [n] = N. strato o lente



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

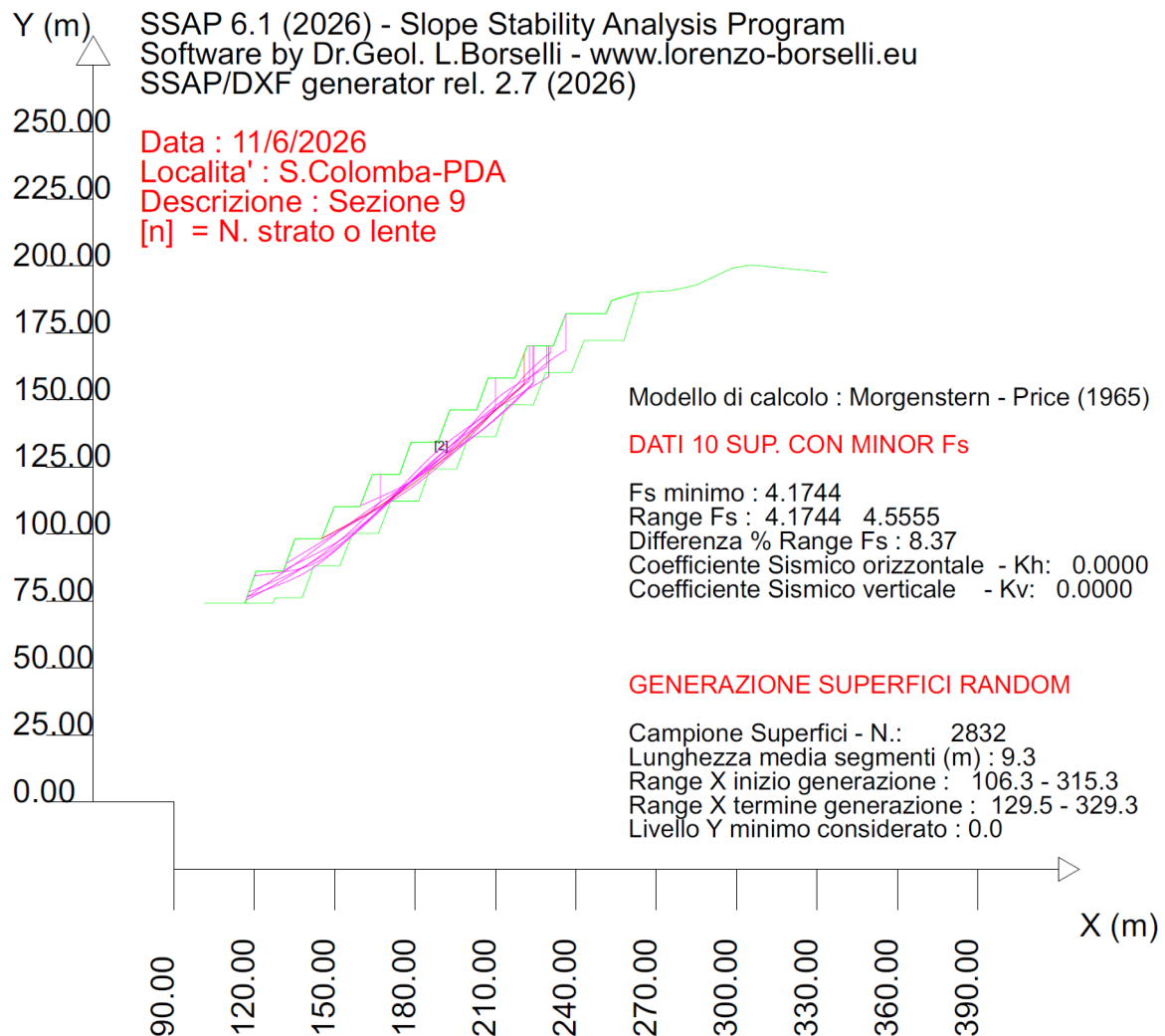


Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

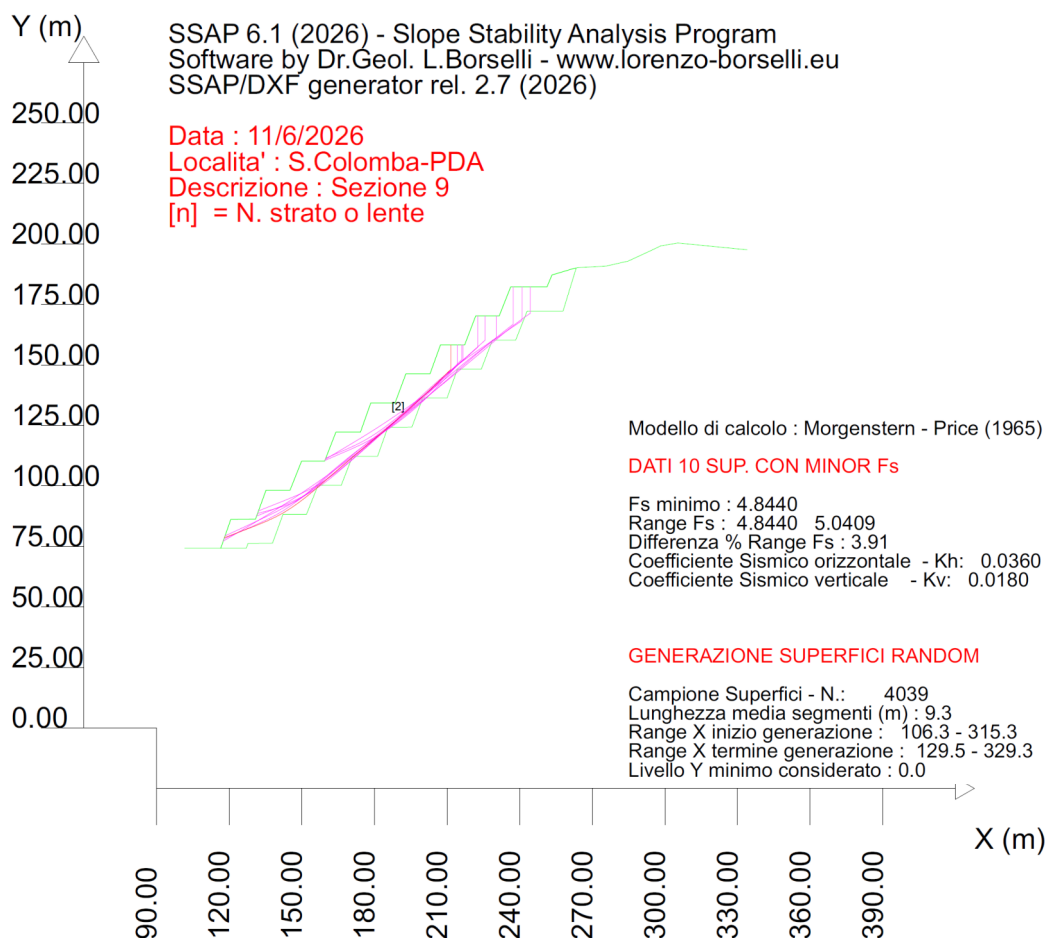
Verifica sez.9

Le verifiche sono state eseguite secondo la combinazione A2+M2+R2 delle NTC 2018. Sia in condizioni statiche che sismiche la verifica risulta soddisfatta.



Parametri Geotecnici degli strati Ridotti ai sensi NTC2018/EC-7 #Per Rocce vedasi Report di verifica, per dettagli -----

N.	phi°	C°	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00



Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	0
2	0	0	0	25.50	25.50	175.00	50.00	25.00	1.00

CONCLUSIONI

Le note precedenti hanno permesso di formulare un quadro geologico e geomeccanico complessivo che si è mostrato essere compatibile con le scelte progettuali adottate, e fornisce anche indicazioni utili sull'evolversi di possibili fenomeni d'instabilità localizzate e sugli approfondimenti eventuali in sede di redazione delle verifiche annuali sulla stabilità dei fronti cava. La coltivazione dell'area estrattiva è pertanto fattibile dal punto di vista geologico - geotecnico.

Geol. Andrea Fontanari

STUDIO DI COMPATIBILITA'

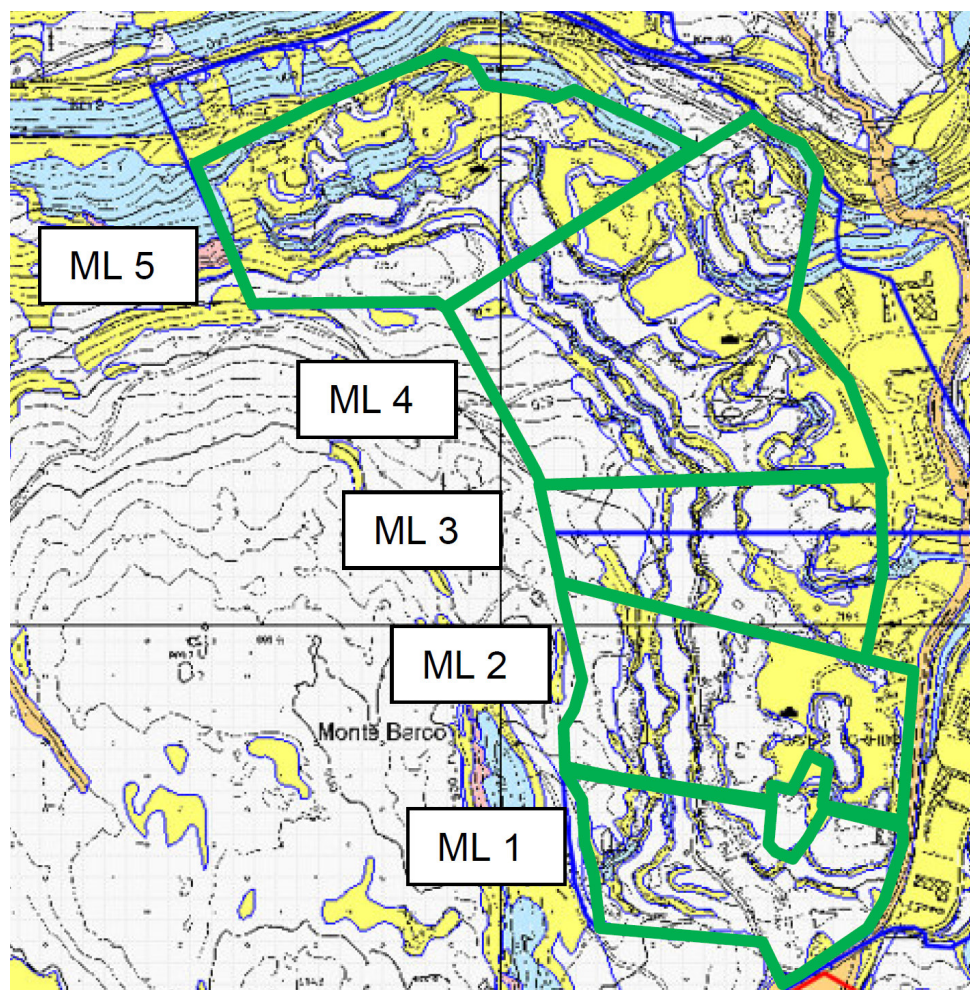
Le presenti note sono redatte con lo scopo di trattare le argomentazioni riportate nel capitolo 6 dell'allegato C approvato da ultimo dalla DGP 1361 del 12 settembre 2025 e denominato "Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate medie o basse e le aree con altri tipi di penalità (Allegato C)' approvato da ultimo con deliberazione della Giunta provinciale n. 379 di data 18 marzo 2022" in merito ai contenuti dello studio o relazione di compatibilità. Di seguito si richiamano i punti.

a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.);

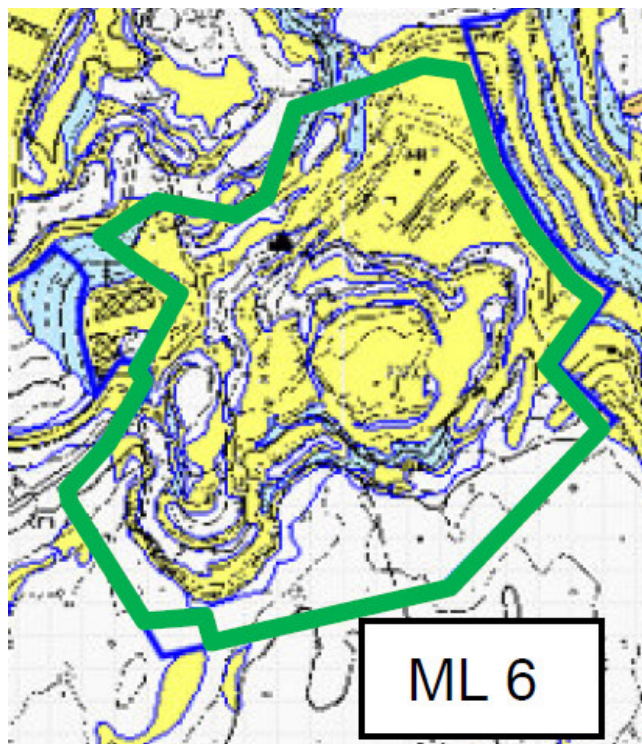
La carta di sintesi della pericolosità classifica parte dell'area con penalità bassa e media per cause litogeomorfologiche, in questo caso rappresentate da pareti rocciose in forte pendenza all'interno di una zona di cava o da presenza di locali discariche di scarti derivati dall'attività di cava.

Nella porzione nord-occidentale (macrolotto 5) una modesta porzione di cava ricade in area a pericolosità media e bassa da crolli rocciosi in questo caso naturali assimilabili ai fenomeni attesi in cava.

Nella porzione orientale dell'area M.Gaggio 1 è presente un'area da approfondire derivata dalla presenza dell'alveo regimato artificialmente del rio Sega. Il programma di attuazione non interferisce con l'alveo del rio che nel corso degli anni si è mostrato efficace nel gestire le portate afferenti a tale elemento idrografico.



estratto della carta delle pericolosità per l'area di M. Gaggio 1 e 2



estratto della carta delle pericolosità per l'area di S.Colomba

b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente;

Il fenomeno prevalente risulta quello litogeomorfologico, in minima parte l'area è interessata da pericolosità da crolli (limite occidentale del macrolotto 5), tuttavia assimilabili ai fenomeni attesi in cava. Per quanto riguarda la pericolosità da approfondire relativa all'alveo del rio Sega, il progetto non interferisce con l'alveo regimato artificialmente posto al limite orientale dell'area M.Gaggio 1 che comunque si è mostrato efficace a gestire le portate di efflusso nel corso di decenni di esercizio.

c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;

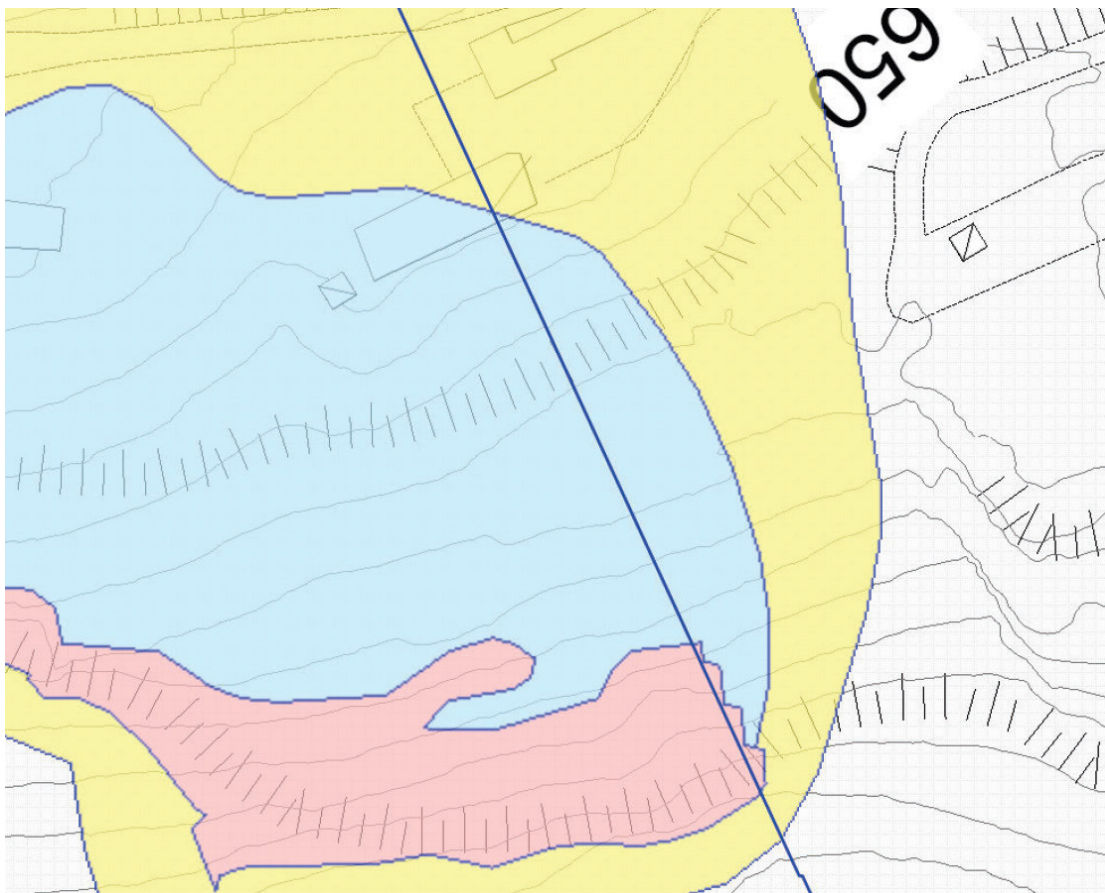
Il programma di coltivazione della area estrattiva con la relativa relazione geologica ha analizzato i fronti rocciosi dando indicazioni sui possibili cinatismi in modo da fornire indicazioni in merito all'avanzamento nelle varie direzioni di coltivazione, considerando la stabilità globale del versante e dei singoli gradoni. L'intensità e la probabilità dei fenomeni è riconducibile a singole porzioni che per effetto dell'"invecchiamento" dovuto

ai cicli di gelo e disgelo possono collassare rimanendo confinate alla base della parete e sul gradone.

In generale per quanto riguarda il versante questo verrà completamente gradonato, riducendo gli effetti di corrivazione superficiale e limitando le altezze massime attuali a quelle previste progettualmente e verificate nella relazione geologica allegata al progetto. In sostanza viene attuato un miglioramento delle condizioni attuali del versante.

Per quanto riguarda le discariche, distingueremo tra i depositi esterni alla zona di scavo da quelli interni alla zona di scavo. I primi non vengono interessati dal progetto e si presentano già stabili per situazione consolidata. I depositi interni alla zona di coltivazione verranno rimossi per permettere gli scavi sottostanti.

Limitatamente alla porzione occidentale a confine dell'area estrattiva il rischio di crolli segnalato nella carta di sintesi appare limitato a modesti affioramenti rocciosi posti su un versante altamente vegetato. Osservando le curve di livello gli scendimenti avverrebbero secondo la massima pendenza, in area esterna al limite del piano cave e quindi esternamente all'area prevista in ripristino dal presente PDA per la zona occidentale del macrolotto 5.



Dettaglio della carta delle penalità da crolli rocciosi dove si evince l'andamento delle curve di livello

d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;

Nelle zone di scavo previste, adottando le indicazioni riportate nella relazione geologica in merito alle varie direzioni di avanzamento nella coltivazione della cava si mitigano gli effetti del fenomeno segnalati dalla carta di sintesi della pericolosità. Restano prevedibili effetti residui connessi all'instabilità di porzioni che possono collassare rimanendo confinate alla base della parete e sul gradone. Nel complesso l'attività di cava riduce la pericolosità litogeomorfologica riconducendola ai soli singoli fronti per effetto della gradonatura completa del versante attuale. Per quanto riguarda le discariche interne all'area di coltivazione queste non presentano criticità e comunque se ne prevede la rimozione per permettere gli scavi in roccia sottostante.

Per quanto riguarda il fenomeno dei crolli, limitato alla porzione a confine del piano cave, questo risulta assimilabile ai fenomeni attesi in cava.

e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;

Non c'è incremento del carico insediativo, mentre la vulnerabilità è riferibile alla presenza di lavoratori del settore estrattivo. Trattandosi di area di cava, le operazioni verranno svolte secondo un protocollo di sicurezza proprio dell'attività estrattiva (DSS) ove sono riportati gli accorgimenti da rispettare per le lavorazioni in prossimità delle fronti ed in generale i comportamenti da tenere sotto le fronti di scavo.

f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramassi, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento;

Trattandosi di area di cava le fronti rocciose potranno dare origine a porzioni o blocchi che possono invadere anche i gradoni, così come la porzione nord-occidentale a confine del piano cave. Al fine di contenere tali fenomeni alla base delle pareti maggiormente frequentate, come quelle della viabilità, si dovranno realizzare tomi di altezza pari a 1.5-2 m, comunque provvedimenti che verranno considerati nel DSS. Per i gradoni di produzione saranno sufficienti tomi di altezza inferiore lungo il ciglio. Si fa presente comunque che tale rischio viene compreso all'interno dei relativi Documenti di Sicurezza delle singole ditte esercenti e che il Direttore Responsabile della cava potrà adottare provvedimenti specifici. Nel complesso l'attività di cava riduce la pericolosità litogeomorfologica riconducendola ai soli singoli fronti.

g) definizione di un cronoprogramma di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza preordinati alla realizzazione delle opere;

Già la situazione attuale risulta massimamente compatibile con la presenza di attività svolte a distanza dalle fronti di coltivazione. Contemporaneamente all'approntamento delle posizioni marginali prossime alle pareti i tomi potranno essere implementati ove esistenti od apposti ex-novo. La redazione di progetti specifici per ogni lotto potrà eventualmente prevedere accorgimenti specifici. Ogni ditta che opera all'intero del perimetro estrattivo deve munirsi di un adeguato documento di Sicurezza e Salute (DSS)

previsto dal D.Lgs.624/96, all'interno di questo verranno riportati modalità e tempi per l'esecuzione di opere ed interventi di sicurezza.

h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

Il pericolo segnalato dalla carta di sintesi legato a fenomeni litogeomorfologici è stato trattato in modo esauriente nella relazione geologica. Esistono appositi protocolli che saranno riportati nel DSS che ogni Ditta esercente deve redigere e rispettare, sia relativamente al rischio geomorfologico che al rischio da crolli rocciosi.

L'attività di cava risulta quindi compatibile con i pericoli presenti, e costituisce di per sé una miglioria per l'esecuzione della gradonatura anche in quelle zone che attualmente presentano pareti elevate.

La pericolosità da approfondire relativa all'alveo regimato artificialmente del rio Sega risulta esterna al perimetro progettuale e comunque le portate di efflusso dell'elemento idrografico sono state gestite efficacemente dall'alveo nel corso di decenni di esercizio.

Nel complesso per quanto espresso nelle presenti note, sulla base anche dei contenuti della relazione geologica, si può affermare che l'attività di coltivazione rimodella il versante migliorando le condizioni di sicurezza delle persone e dei beni e più in generale della stabilità dei suoli.

il tecnico

Allegato 1- Documentazione fotografica



Panoramica dell'area estrattiva M.Gaggio I e parte dell'area M.Gaggio II dove si sviluppano i macrolotti 1-2-3-4



Panoramica M.Gaggio 2 dall'attuale ribasso a quota 615 ove si svilupperà la coltivazione del macrolotto 5



Panoramica della porzione occidentale del M.Gaggio 2 ove si svilupperà l'area di ripristino del macrolotto 5



Panoramica della porzione meridionale dell'area estrattiva S.Colomba ove si svilupperà il macrolotto 6

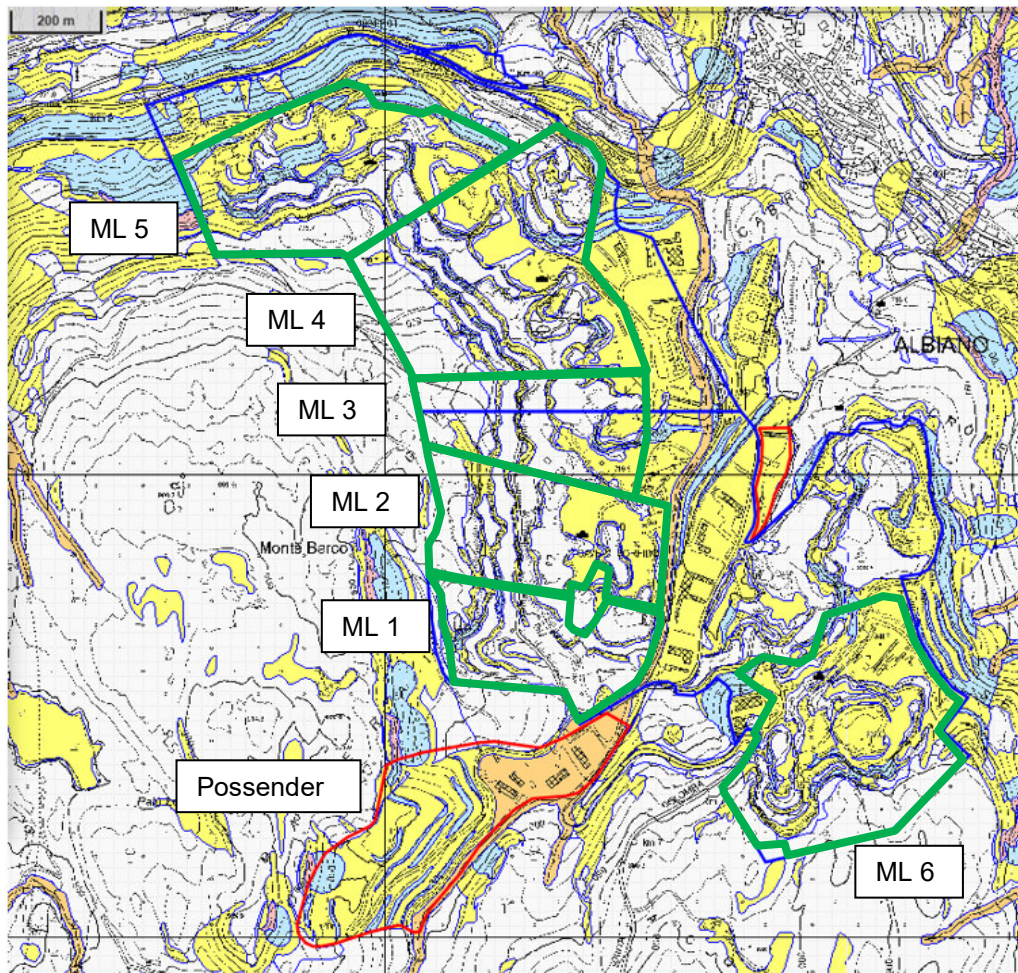


Panoramica della porzione centrale e settentrionale dell'area estrattiva S.Colomba ove si svilupperà il macrolotto 6

Allegato 2 PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'

scala a vista



Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'

Classi di Penalità

Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)

penalità ordinarie

	P4 - elevata	art. 15
	P3 - media	art. 16
	P2 - bassa	art. 17

altri tipi di penalità

	APP - aree da approfondire	art. 18
	PRV - residua da valanga	art. 18
	P1 - trascurabile o assente	art. 18

tutele speciali

	AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	art. 14
	IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo	art. 18
	RSS - area di rispetto stazione sismometrica	art. 18
	stazione sismometrica	

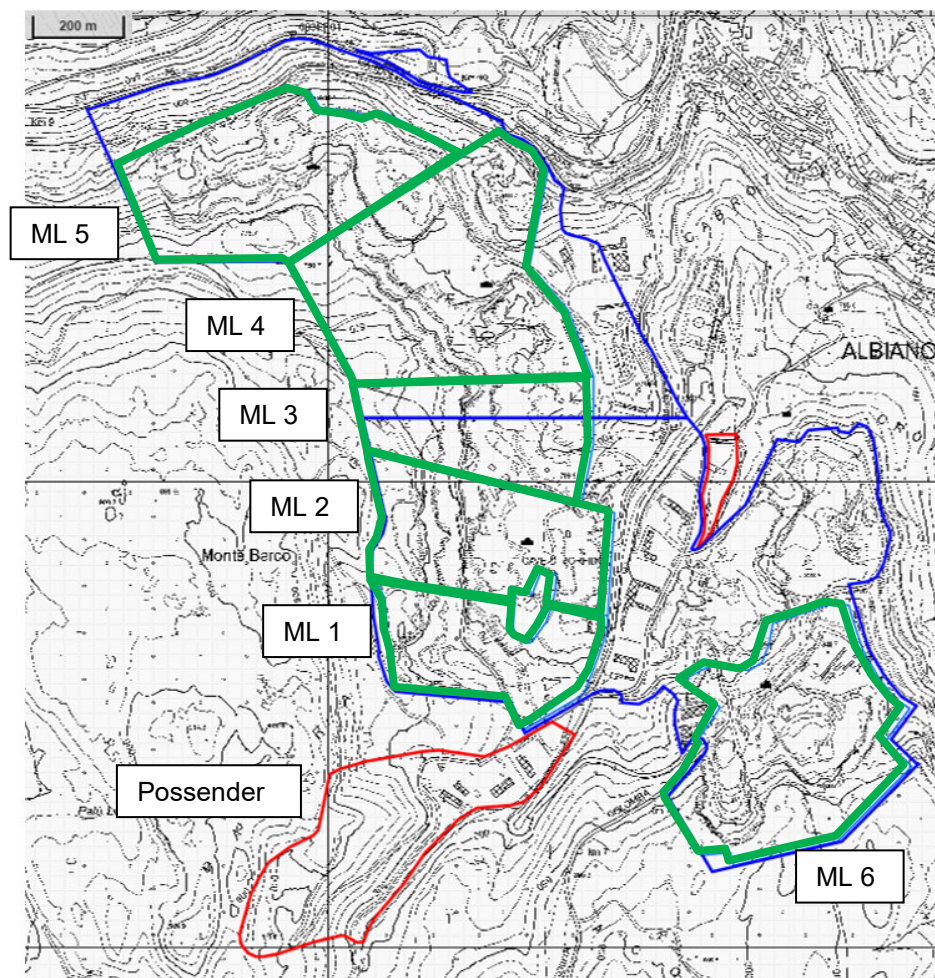


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

scala reticolo 1Km



Legenda

Zona di Tutela Assoluta

-  Sorgenti
-  Sorgenti Minerali
-  Acque Superficiali
-  Pozzi

Zona di Rispetto Idrogeologico

-  Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

-  Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

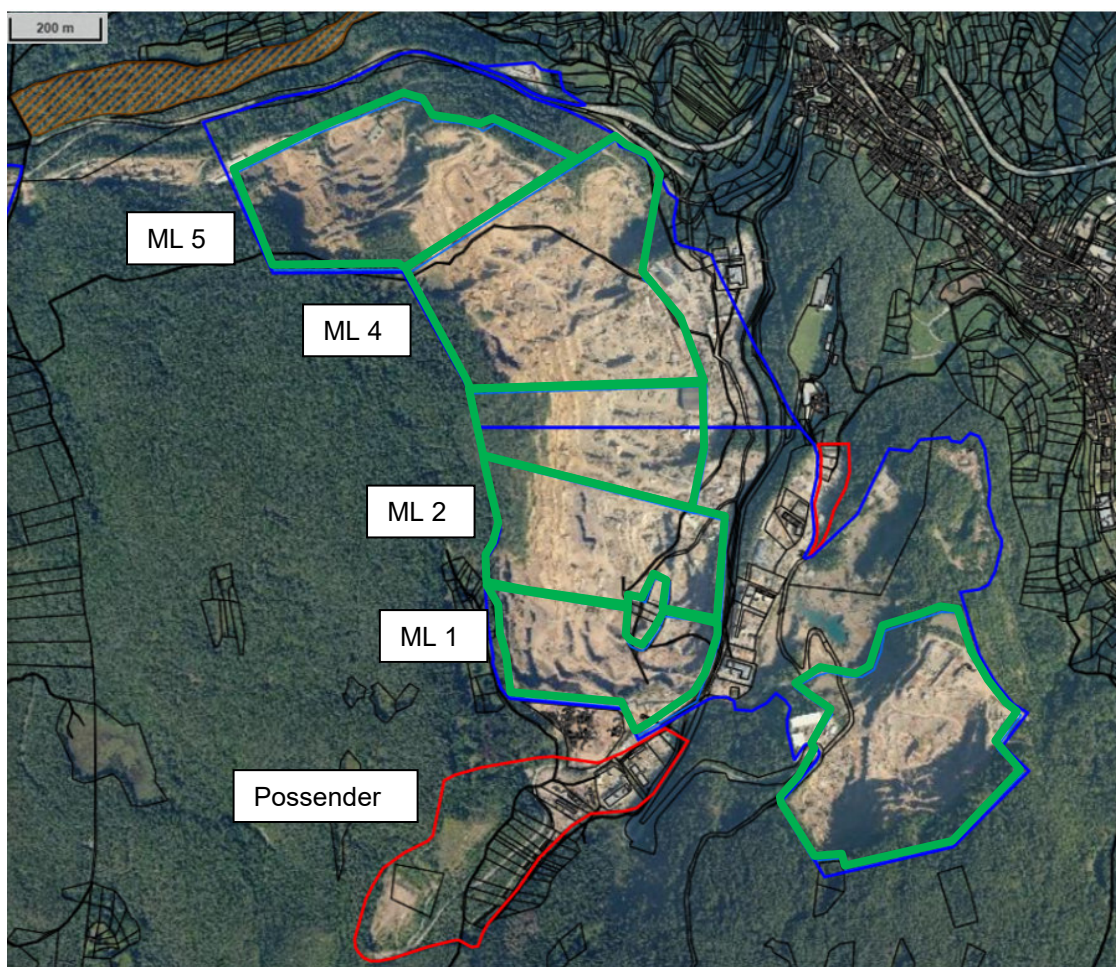
× altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
ORTOFOTO CON MAPPA CATASTALE ED ANAGRAFE DEI SITI
DA BONIFICARE



Scala a vista



Nella zona, delimitata dalle linee verde che individua il limite dei macrolotti di coltivazione, non sono segnalate aree da bonificare o bonificate

ASSEVERAZIONE DELLA RELAZIONE O DELLO STUDIO DI COMPATIBILITÀ'

(Prevista dalla l.p. 4 agosto 2015, n. 15, articolo 15, l.p. 27 maggio 2008, n. 5, Capo IV - Da non presentare in caso l'intervento sia da assoggettare ad autorizzazione provinciale)

relativo all'intervento edilizio

situato nel COMUNE DI ALBIANO

p.f. 2833/1-2832/2 p.ed. _____ nel C.C. ALBIANO

Coordinate geografiche di 2 spigoli opposti dell'area di intervento o della costruzione (sistema di riferimento UTM-ETRS89)			
Spigolo 1	Est 667616	Nord	5112515
Spigolo 2	Est 668184	Nord	5111857

Il sottoscritto Fontanari Andrea

nato a Trento il 09/11/1989 C.F. FNTNDR89S09L378A

residente a Pergine Vals. via dei Caldonazzi - Fraz. Serso-64

Iscritto all'Ordine dei Geologi

della Prov. di Trento n. iscriz. 290

consapevole delle pene previste dal codice penale e dalle leggi speciali in materia per le dichiarazioni non veritiere e per la falsità in atti, risponde ai sensi degli articoli 47 e 76 del D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445 recante "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa", per le attestazioni e le dichiarazioni contenute nel presente modello. Resta ferma ogni altra forma di responsabilità prevista dall'ordinamento vigente.

PREMESSO

- che è in possesso dei requisiti professionali richiesti per la predisposizione di relazioni o studi di compatibilità ai sensi del Capo IV delle norme di attuazione del Piano urbanistico provinciale (l.p. 27 maggio 2008, n. 5)

- che opera nella qualità di tecnico incaricato di valutare la compatibilità di un intervento ricadente in area con:¹

Classi di penalità	Tipo di fenomeno
☐ elevata (P4, norme del PUP, art. 15, c. 4) ☒ media (P3, norme del PUP, art. 16, c. 3) ☒ bassa (P2, norme del PUP, art. 17, c. 2) ☒ da approfondire (APP, norme del PUP, art. 18, c. 2) ☐ residua da valanga (PRV, norme del PUP, art. 18, c. 2)	☒ idraulici ☒ geologici ☐ valanghivi ☐ incendi boschivi

- che ha preso visione dei contenuti delle carte della pericolosità in relazione a tutti i fenomeni attesi e dei contenuti della Carta di sintesi della pericolosità rispetto alle diverse tipologie di fenomeni e alle relative classi di penalità;

¹ Barrare la casella di interesse o più caselle nel caso di concomitanza di più classi di penalità

- che dalle analisi effettuate, come illustrato nei contenuti della relazione o dello studio e riportato espressamente nel capitolo relativo alle "CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE O DELLO STUDIO" in ordine alla compatibilità degli interventi, emerge quanto segue:²

- ☐ nel caso di interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti, di cui all'articolo 15, comma 4 delle norme di attuazione del PUP, ricadenti nelle aree con penalità P4, la relazione tecnica allegata al progetto dimostra l'idoneità degli accorgimenti costruttivi o di utilizzazione degli edifici a ridurre la vulnerabilità delle persone e dei beni;
- ☐ nel caso di bonifiche agrarie, se con superficie inferiore a un ettaro, ricadenti nelle aree con penalità P4 e con penalità P3 lo studio di compatibilità allegato al progetto analizza dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisce gli accorgimenti costruttivi di carattere localizzativo e/o strutturale per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione, atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni;
- ☒ nel caso di interventi di cui all'articolo 16, comma 3, lettere a) e c) delle norme di attuazione del PUP, ricadenti nelle aree con penalità P3, lo studio di compatibilità allegato al progetto analizza dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisce gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione, atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni;
- ☐ nel caso di interventi di cui all'articolo 16, comma 3, lettera d) delle norme di attuazione del PUP, ricadenti nelle aree con penalità P3, lo studio di compatibilità allegato al progetto prevede la riduzione del rischio così come previsto al punto 6 dell'Allegato C;
- ☒ nel caso di interventi di cui all'articolo 17, comma 2 delle norme di attuazione del PUP, la relazione tecnica allegata al progetto attesta la compatibilità e assicura, in fase di redazione della medesima relazione tecnica, l'adozione degli accorgimenti che andranno recepiti in sede progettuale, per garantire la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi;
- ☒ nel caso di interventi di cui all'articolo 18, comma 2 delle norme di attuazione del PUP, ricadenti
 - ☒ nelle aree da approfondire per presenza di fenomeni alluvionali in corrispondenza del reticolo idrografico, lo studio allegato al progetto attesta la compatibilità dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua, con il pericolo atteso e le caratteristiche strutturali e idrauliche delle sezioni di deflusso se il corso d'acqua è coperto o tombinato;
 - ☐ nelle aree da approfondire per presenza di fenomeni valanghivi, la relazione nivologica allegata al progetto individua gli accorgimenti (opere difensive e/o misure gestionali) atti a tutelare l'incolumità delle persone;
 - ☐ nelle aree con penalità residua da valanga, lo studio di compatibilità allegato al progetto analizza dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisce gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione, atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni.
- ☐ (altro)

.....

² Barrare le caselle di interesse

ASSEVERA

che la relazione o lo studio di compatibilità in oggetto analizza compiutamente la specifica pericolosità dei fenomeni indicati in premessa nonché i loro potenziali effetti sull'intervento proposto, e consente di attestarne la compatibilità mediante i seguenti **accorgimenti**, dettagliatamente descritti nel capitolo conclusivo della relazione o dello studio di compatibilità:

- ☐ verifica del grado di pericolosità sulla base di approfondimenti in ragione della situazione locale del territorio senza la necessità di individuare azioni di misure strutturali o gestionali
- ☐ attuazione di misure strutturali:
 - ☐ per la riduzione della pericolosità;
 - ☐ per la riduzione della vulnerabilità del bene esposto attraverso accorgimenti costruttivi e/o localizzativi;
- ☒ definizione di misure non strutturali, costituite da regole gestionali, a cui subordinare l'utilizzo delle opere in fase di esercizio. L'attuazione di tali misure è di esclusiva responsabilità del proprietario e/o del gestore dell'opera e, nel caso di interventi di natura privata, non comporta ricadute, modifiche o integrazioni del piano di protezione civile comunale.

Data 11/06/2026

Timbro e firma

Ai sensi dell'articolo 38 del d.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, la presente dichiarazione è stata:

- sottoscritta, previa identificazione del/i richiedente/i, in presenza del dipendente addetto

(indicare in stampatello il nome del dipendente)

- sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del/i sottoscrittore/i.