STUDIO
ANDREA GHILINO
GEOLOGO

COMUNE DI MOCONESI

PROVINCIA DI GENOVA

OGGETTO

RIATTIVAZIONE DI UN COMPLESSO ESTRATTIVO DENOMINATO "SCAFFE MONTE PROVINO"

COMMITTENTE

Ditta ANDREA ZEREGA

RELAZIONE GEOLOGICA

In ottemperanza al D.M. 14 gennaio 2008

Cicagna, 17 dicembre 2012

dott. geol. Andrea Ghilino

Via Contrada, 15/C - Cicagna (GE)
Telefono 0185.92252 - Cellulare 347.1062253 - andrea.ghilino@yahoo.it

INDICE DEI CAPITOLI

1. *INTRODUZIONE*

2. *RIFERIMENTI NORMATIVI*

3. *MODELLO GEOLOGICO*

   3.1 GEOLOGIA
   3.2 GEOMORFOLOGIA
   3.3 IDROGEOLOGIA

4. *MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO*

   4.1 INDAGINE PENETROMETRICA
   4.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA
   4.3 MODELLO GEOMECCANICO

5. *SISMICITA' DELL'AREA*

6. *VERIFICHE DI STABILITA'*

   6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO
   6.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI ARDESIACI
   6.3 PARAMETRI DI PROGETTO DEI MATERIALI
   6.4 "BACK ANALYSIS" SULLA DISCARICA ATTUALE
   6.5 STABILITÀ DELLA DISCARICA NELLA ZONA NON ANCORA INVASA DAI DETRITI

7. *CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI*

TAVOLE GRAFICHE ALLEGATE

Tav. 1: COROGRAFIA DELL'AREA SCALA 1:5.000

Tav. 2: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE SCALA 1: 2.5000

Tav. 3: STRALCIO DI CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1: 2.5000

Tav. 4: STRALCIO DI CARTA IDROGEOLOGICA SCALA 1: 2.5000

Tav. 5: PLANIMETRIA TECNICA STATO PROGETTO E PLANIMETRIA STATO ATTUALE

Tav. 6: SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE A-A E B-B

Tav. 7: CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO DINAMICO UTILIZZATO E DIAGRAMMA PENETROMETRICO DI INFISSIONE

Tav. 8: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1. INTRODUZIONE

L'indagine geologica, commissionata dalla Ditta "*Andrea Zerega*", tramite il Progettista *geom. Beniamino Colaiuda*, è stata intrapresa a corredo della richiesta di riattivazione di un di un complesso estrattivo ardesiaco denominato *"Scaffe Monte Provino"*, sito nel *Comune di Moconesi* (Ge).

La presente relazione esamina gli aspetti geologici (s.l.) dell'area, riguardanti sia la cava in sotterraneo che quelli connessi con l'area di discarica non ancora invasa dai detriti provenienti dalle attività di coltivazione della cava di ardesia in sotterraneo.

Saranno quindi discusse le caratterizzazioni geotecniche/geomeccaniche dei materiali coinvolti e le problematiche inerenti la stabilità delle opere di futura realizzazione.

Le indagini sono state svolte mediante rilevamento diretto (metodo osservazionale) effettuato nel corso di ispezioni in situ, integrato dalla rielaborazione di dati e notizie ricavate da opportune ricerche bibliografiche.

All'interno dei vuoti sotterranei, è stato dunque eseguito un rilievo geomeccanico e geostrutturale per individuare le eventuali o potenziali problematiche e stabilire le possibili modalità d'intervento necessarie per ridurre le possibili situazioni di rischio.

Riguardo l'area di discarica non ancora invasa dai detriti, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata realizzata una prova penetrometrica medio-leggera e, onde valutare le caratteristiche stratigrafiche, sono state analizzate sezioni naturali del terreno presenti nell'area boschiva che hanno consentito di osservare direttamente la stratigrafia e di compiere rilievi geomeccanici (cfr. Tav. 8); sono state inoltre effettuate verifiche di stabilità lungo la sezione geologica di progetto.

Obiettivo dello studio intrapreso è la realizzazione di un *modello geologico (s.l.) di riferimento* del sito su cui si intende intervenire, orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, geotecnico/geomeccanici e di pericolosità geologica del territorio

Il presente lavoro ha dunque la finalità di fornire un parere di fattibilità geologica dell'intervento nonché elementi geologico-applicativi per la sua ottimizzazione tipologica e la completa adattabilità degli interventi alle caratteristiche geologiche e geomeccaniche del sito nonché di fornire indicazioni per l'ottimizzazione dei lavori e per garantire la completa sicurezza del cantiere.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'area dove è presente il complesso estrattivo *"Scaffe Monte Provino"* è individuabile nella Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000, elemento n°214151 – Moconesi (cfr. Tav. 1), il cui stralcio è riportato ed utilizzato per la redazione della carta geologico-strutturale, della carta geomorfologica ed idrogeologica (cfr. Tav. 2, 3, 4).

Questa porzione di territorio ricade pertanto entro la perimetrazione del *Piano di Bacino 183/'89*, relativo al *Torrente Lavagna;* la consultazione delle cartografie allegate al Piano ha fatto emergere i seguenti aspetti salienti:

- ✓ *l'area di discarica non ancora invasa dai detriti ricade in area classificata a bassa suscettività al dissesto (cfr. Carta della Suscettività al Dissesto) nonché in classe di rischio molto basso R_0 (cfr. Carta del Rischio);*

- ✓ *entro l'areale di interesse (cfr. Tav. 1) non è segnalata la presenza di dinamiche in atto e/o quiescenti (cfr. Carta di Dettaglio dei Movimenti Franosi);*

- ✓ *la Carta del Reticolo Idrografico segnala la presenza del "Rio Scafo" a Sud delle previste bastionature a progetto; tale corso d'acqua poiché presenta un bacino idrografico inferiore a 0.1kmq (pari a circa 0.085Kmq) ricade nel reticolo idrografico minuto, in base al Regolamento Regionale n°3 del 14 luglio 2011. Il Regolamento stabilisce che per i corsi d'acqua ricadenti nel reticolo minuto è stabilita una fascia di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo pari a 3 metri e da una fascia di rispetto di 10 metri (Piano di Bacino) pertanto l'intervento di realizzazione delle bastionature e sistemazione dei detriti ardesiaci risulta compatibile poiché ricade ad una distanza superiore alla fascia di rispetto.*

- ✓ *la Carta dei Regimi Normativi classifica l'area non ancora dai detriti come VNI-MA-B (Versante non Insediato in regime di Mantenimento di tipo B), in CVD (cave e connesse discariche).*

Per quanto detto l'intervento di completamento della discarica risulta compatibile sotto il profilo geologico con quanto dettato dal Piano "183".

L'area in esame ricade in zona sottoposta a *Vincolo Idrogeologico*, ai sensi del *R.D. 3267/23* e della *L.R. 4/99*; poiché l'intervento a progetto comporterà movimenti di terra, la presente è anche finalizzata ad esaminare la situazione attuale dei fattori del vincolo e ad analizzare l'influenza determinata su questi dall'intervento per individuare e anche migliorare i fattori stessi; come verrà specificato nel proseguo della narrativa, l'entità dell'intervento e la sua tipologia lo rendono compatibile con le norme che regolano il Vincolo Idrogeologico.

3. MODELLO GEOLOGICO

Il complesso estrattivo *"Scaffe Monte Provino"* ricade in una porzione di territorio localizzata nella zona mediana del *M.te Verzi*, sul suo versante occidentale prospiciente la *Valle di Cornia*, ad una quota di circa 505m s.l.m.

Il comparto si raggiunge risalendo la strada privata al servizio di più cave la quale, dopo l'attraversamento dell'incisione del *Torrente Cornia*, risale il pendio secondo una direttrice NW-SE.

L'area di discarica non ancora invasa dai detriti è situata immediatamente sotto strada: il settore inferiore della discarica, dove è prevista la prima bastionatura in blocchi di ardesia, è ubicato ad una quota di circa 455m s.l.m. mentre il settore mediano, nel quale è programmata la seconda bastionatura, coincide all'incirca con isoipsa dei 475m s.l.m.

Tale settore di versante è caratterizzato prevalentemente da area boschiva costituita primariamente da essenza arborea di castagno, con andamento del terreno sia a natural declivio che a piccole fasce.

3.1 GEOLOGIA

Con riferimento alla Carta Geologica d'Italia, il bacino del *Torrente Lavagna* risulta caratterizzato dalle seguenti litologie, appartenenti alla successione sedimentaria costituente l'*Unità di M.te Gottero*:

- *Gruppo della Val Lavagna* (*Formazione degli Argilloscisti di Val Lavagna* e *Formazione delle Ardesie di M.te Verzi*), che occupa sostanzialmente il settore medio-inferiore di entrambi i versanti orografici della *Valfontanabuona*;

- *Formazione delle Arenarie di M.te Gottero,* costituente le cime più elevate dello spartiacque sinistro (*M.te Ramaceto, M.te Caucaso, ecc.);*

- *Formazione delle Argilliti di Giaiette,* reperibile nella parte bassa della vallata.

Nello specifico, la porzione di versante considerata, è geologicamente caratterizzata dalla presenza della *Formazione delle Ardesie di M.te Verzi* (età Campaniano; ~ 83ma), i cui lineamenti litologici essenziali possono essere così riassunti:

- *Scisti marnosi, scisti ardesiaci ed ardesie* sensu strictu più o meno massiccie, di colore grigio-plumbeo fino a nero, imputabile alla presenza di grafite (carbonio), e grigio-biancastro sulle superfici esposte, dotate di debole scistosità (*"Slaty Cleavage"*) per cui è possibile sfaldarle ottenendo lastre piane e sottili fino a pochi millimetri (le *"ciappe"*); i cosiddetti "filoni" di ardesia presentano potenza variabile da un minimo di pochi decimetri ad un massimo di 10-12 m;

- *Arenarie*, generalmente quarzo-micacee, a cemento siliceo-argilloso, di colore grigio-biancastro, con frequenti vene di calcite e quarzo, lettini e veli di argilliti e spesso "ciottoli molli" di argilla; formano strati variabili da pochi centimetri a qualche metro;

- *Calcareniti compatte*, grigie, con frequenti vene di calcite; si sostituiscono alle arenarie negli affioramenti in versante destro della *Val Lavagna*;

- *Scisti argillosi* finemente arenaceo-micacei, grigio-verdastri o plumbei tipo ardesia, dalla quale si distinguono per la scistosità obliqua rispetto al piano di stratificazione che risulta frequentemente esasperata fino alla fissilità.

La *Formazione delle Ardesie di M.Verzi* è presente nella *Liguria Orientale* da *Uscio-Tribogna-Moconesi* fino alla falesia si *S. Anna (Cavi di Lavagna)* secondo un affioramento continuo ed allineato lungo la direttrice NW-SE.

In *Val Fontanabuona* la formazione suddetta è presente lungo i due versanti vallivi con andamento sub-concordante al corso dell'omonimo torrente ed all'asse della struttura geologica principale ossia una grande piega anticlinale, coricata a NE, con asse NW-SE.

Affioramenti rocciosi significativi e dotati di continuità ed estensione, sono stati individuati in tutta l'area di rilevamento; nel corso del sopralluogo si è proceduto ad una serie di ricognizioni lungo la strada sterrata che risale verso il sito, ove il taglio a mezza costa consente l'osservazione dell'ammasso roccioso in buona esposizione.

Presso il complesso estrattivo "*Scaffe Monte Provino*" sono state effettuate misure giaciturali che mettono in evidenza la disposizione favorevole (reggipoggio) degli strati rispetto a questa porzione di pendio (esposto ad Ovest), con direzioni di 160°, immergenti a NE con inclinazione di circa 19°.

La stessa disposizione giaciturale è stata anche misurata sulla roccia arenacea a tetto (agro), all'interno della cava oggetto di riattivazione; occorre evidenziare la variazione di pendenza dell'agro: partendo dalla zona sommitale verso il basso (zona attuale di lavorazione) si ha un cambiamento di pendenza da 19° fino a 27° (cfr. Tav. 2).

In analogia con l'agro, la superficie di scistosità ("*scaggia*") del filone ardesiaco, sulla base delle misure inclinometriche eseguite all'interno della cava, evidenziano cambiamento di pendenza della superficie ardesiaca (S1): partendo dalla zona sommitale verso il basso (zona attuale di lavorazione) si ha un cambiamento di pendenza da 11° fino a 15°.

Nella zona del complesso estrattivo gli strati si presentano in sequenza diritta, o serie normale, confermata dal fatto che al tetto è presente roccia arenaria ("agro") e al letto ("soglia"), alla base della serie, si riscontra l'ardesia più dura e granulosa.

I cambiamenti di pendenza riscontrati, sulla base anche di considerazioni generali a scala di versante, sono dovuti a meccanismi deformativi di tipo duttile, assimilabili ad una piega, che ha provocato appunto i disturbi strutturali riscontrati.

Riguardo la situazione strutturale a scala di versante, occorre riferire dell'esistenza di un sistema di faglie pseudoparallele; come si evince dall'allegata Tav. 2, si ha la presenza di una tettonica fragile distensiva espressa principalmente su lineamenti N-S e NE-SW, che ha delineato l'attuale assetto morfologico dell'area. Il corso d'acqua principale (*Torrente Cornia*) presenta un andamento fortemente influenzato dall'evoluzione tettonica.

"Rotte" e "Rissun" sono le denominazioni in gergo delle faglie dirette che presentano giaciture sub concordi e caratteristiche simili a quelle sopra indicate e riscontrate all'interno dei sotterranei; nello specifico, all'interno della camera di coltivazione più avanzata e topograficamente più bassa, è evidente la presenza della faglia indicata con colore rosso nell'allegata Tav. 2, avente direzione di 5°. La presenza di questa faglia diretta ha provocato in tale camera di coltivazione un notevole disturbo al materiale ardesiaco, con fitta presenza di fratture e discontinuità (lasci e bianche, file).

Nell'allegata sezione geologica interpretativa A-A (cfr. Tav. 6), è stato evidenziato il tetto (o "agro") in arenaria della cava che presenta una potenza variabile da 1.5 a 2m, la sua sezione è ben visibile dall'imbocco di sicurezza della cava. Tale spessore del tetto conforta circa la stabilità in grande dei vuoti sotterranei, anche nella zona interessata dalla faglia di cui sopra. L'agro è comunque interessato dalla presenza di faglie e discontinuità, generalmente isolate e a bassa persistenza ma non sono state rilevate situazioni di pericolo e di rischio che possano compromettere la stabilità del tetto.

3.2 GEOMORFOLOGIA

L'area di interesse si inserisce sul lato occidentale del *M.te Verzi*, settore orografico sinistro del *Torrente Cornia*, in una porzione di pendio orientata ad Ovest che presenta acclività medio-alta.

Il settore occidentale del *M.te Verzi* è dunque prospiciente la valle di *Cornia* ove, sul fondovalle, l'omonimo torrente "disegna" una serie di meandri impostati principalmente lungo i principali lineamenti tettonici; dalle sponde del torrente dipartono ridotti terrazzi alluvionali marginalmente interferenti con coltri correlabili a fasce pedemontane.

Il versante propone, in generale, una regolare alternanza di modeste dorsali secondarie ove il substrato affiora generalmente con buona continuità, di morfologie ad "impluvio", generalmente coincidenti con incisioni secondarie del versante e di versanti intermedi ove talvolta si riscontrano fasce eluvio-colluviali con ispessimenti delle coperture.

L'areale oggetto di studio propone coperture sciolte eluvio-colluviali medio-sottili, di spessore fino generalmente compreso fra 0.5 e 1.5m, disposte a declivio naturale, talvolta interessate da processi di soliflusso superficiale; il substrato è generalmente affiorante e/o subaffiorante.

In relazione alla formazione geologica caratterizzante questa porzione di territorio, si può riferire di attività estrattive sia in attività che pregresse ed abbandonate nell'ambito del versante e sono quindi presenti numerose discariche dei materiali di risulta.

Complessivamente l'assetto geomorfologico è parso favorevole ed in buone condizioni di stabilità, in quanto il versante risulta al momento privo di segni tangibili di dissesto attivo o quiescente, in accordo con il Piano di Bacino "183".

3.3 IDROGEOLOGIA

L'idrogeologia generale è condizionata dal contrasto tra le coltri porose, nelle quali si instaura un deflusso ipodermico, ed il substrato a prevalente componente argillitica che, seppur fratturato e dunque semipermeabile, determina un orizzonte di minor pervietà sul quale si attivano infiltrazioni proporzionate alla scala degli eventi meteorologici.

Per tale ragione al passaggio tra i due orizzonti possono manifestarsi fasce di intensa impregnazione (o localmente vere e proprie falde) intensificate in occasione di piogge persistenti.

La filtrazione e il flusso di acqua attraverso la matrice rocciosa si determina nei pori e lungo le fratture e dipende dall'interconnessione tra questi e da altri fattori come il grado di alterazione e l'anisotropia a cui è sottoposto il materiale; bibliograficamente per l'Ardesia viene proposto un coefficiente di permeabilità k pari a 10^{-11}-10^{-13} m/s mentre per l'arenaria k viene assunto pari a 10^{-5}-10^{-10} m/s.

La presenza di famiglie di giunti, di discontinuità singolari come le faglie, di zone alterate, costituiscono le vie preferenziali di circolazione idrica nel sottosuolo e delimitano zone a maggiore conducibilità idraulica.

Il moto dell'acqua all'interno della matrice rocciosa è appunto fortemente influenzato dalle caratteristiche fisiche e geometriche delle discontinuità; in particolare, il moto dell'acqua all'interno di una singola discontinuità è governato, dal punto di vista idraulico, dall'apertura e dalla rugosità, mentre la permeabilità dipende anche dalla frequenza e dalla persistenza delle fratture.

In riferimento a quanto esposto nell'allegata Tavola 2 si possono suddividere e definire almeno tre differenti gradi di permeabilità dei terreni: i detriti ardesiaci di origine antropica (discariche) hanno un'elevata permeabilità; le coperture detritico-colluviali sono mediamente permeabili per porosità; la porzione di territorio a roccia affiorante e/o subaffiorante ha bassa permeabilità per fessurazione e/o fratturazione.

Si segnala che durante il recupero delle aste penetrometriche durante l'indagine meccanica in situ, non sono state riscontrate impregnazioni indicatrici di presenze idriche nel sottosuolo; l'analisi geomeccanica ha riscontrato esclusivamente presenza di umidità lungo la superficie di alcune fratture.

4. MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO

Le indagini di superficie sono state svolte mediante rilevamento diretto (metodo osservazionale) effettuato nel corso di ispezioni in situ, integrato dalla rielaborazione di dati e notizie ricavate da opportune ricerche bibliografiche.

Per la caratterizzazione geotecnica delle coltri sciolte di copertura, è stata organizzata una campagna geognostica configurata in n°1 penetrometria dinamica, per la cui ubicazione si rimanda all'allegata Planimetria Tecnica (cfr. Tav. 5).

4.1 INDAGINE PENETROMETRICA

Al fine di caratterizzare geotecnicamente le coperture sciolte, si è proceduto ad una campagna geognostica articolata in n°1 penetrometria dinamica medio-leggera *(DL030)* continua denominata ***P1*** mediante penetrometro *"DEEP DRILL DL030",* le cui caratteristiche tecniche sono descritte nell'allegata Tav. 7.

L'indagine meccanica in situ, integrata dalle risultanze dei rilevamenti geologico-geomorfologici di superficie, ha permesso di:

- *Ricavare e tarare le sezioni stratigrafiche interpretative* (cfr. Tav. 6);

- *Ottenere una caratterizzazione geotecnica degli orizzonti sciolti attraversati (cfr. Tav. 7 - diagrammi numero colpi -).*

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero dei colpi N necessari: le letture vengono effettuate ogni 10cm (cfr. Tav. 5).

Le elaborazioni sono state effettuate mediante il programma di calcolo automatico *WIN-DIN* che calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con *SPT*).

Tale programma permette inoltre di estrapolare dai dati ottenuti dalla prova penetrometrica (numero di colpi e resistenza alla punta) una serie di parametri geotecnici significativi.

La profondità di "rifiuto" all'infissione che è stata registrata nel corso della prova penetrometrica ***P1*** è di ***0.80m*** *da p.c.* In prima analisi i dati ottenuti fanno supporre che tale rifiuto individui la quota del "cappellaccio" di alterazione del substrato e/o la presenza di porzioni disarticolate dell'ammasso roccioso (trovanti) all'interno delle coltri di copertura.

Si segnala inoltre, che durante il recupero delle aste penetrometriche, non sono state riscontrate impregnazioni idriche o condizioni di umidità.

4.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Per quanto riguarda la *Ricostruzione Stratigrafica* del comparto interessato dalla realizzazione della parte di discarica non ancora invasa dai detriti, sulla base delle osservazioni, dei rilievi geologici di superficie compiuti in situ, analizzando sezioni e spaccati naturali del terreno ivi presenti (cfr. Tav. 8), possono essere distinti i seguenti orizzonti di interesse:

Orizzonte A - orizzonte superficiale "vegetale" o terreno agricolo) costituito da argilla-limosa ed alto contenuto di sostanza organica e vegetale con radici abbondanti; presenta struttura granulare fine ed è molto friabile con molti micropori; la sua colorazione è bruna-grigio scura; lo spessore di questo sottile orizzonte non supera i 20-30cm; la resistenza dinamica risulta sempre molto bassa.

Orizzonte B – orizzonte eluvio-colluviale) a resistenza dinamica alla punta medio-alta, costituito da scheletro eterometrico da medio a grossolano in matrice argillo-limosa, talvolta con significative frazioni argillose derivanti dall'alterazione e/o disfacimento dei componenti argillitici.

Orizzonte C – orizzonte litologico individuabile al tetto del substrato avente spessore medio di 0.5-1m, configurabile come un *"cappellaccio"* di alterazione del substrato roccioso, interrotto da "sacche" eluviali e assimilabile ad una breccia grossolana con relitti di struttura, a scadente qualità geomeccanica; in corrispondenza di tale livello è stata ottenuta una resistenza dinamica alta fino al rifiuto all'infissione (N_{10}>50).

Orizzonte D – basamento roccioso "sano".

L'indagine penetrometrica ha consentito quindi di calcolare i parametri geotecnici: per gli orizzonti sciolti attraversati è possibile proporre la seguente parametrizzazione geotecnica *media*:

Orizzonte (A)

- *peso dell'unità di volume:* γ *= 1.6 t/mc*
- *coesione: c = 0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito:* φ *= 26.4°*

Orizzonte (B)

- *peso dell'unità di volume:* γ *= 1.8 t/mc*
- *coesione: c = 0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito:* φ *= 28.8°*

4.3 MODELLO GEOMECCANICO

Per la caratterizzazione del materiale roccia (*Orizzonte D*) e dell'ammasso roccioso (*Orizzonte C*) affioranti nell'area di studio, sono stati realizzati rilievi geomeccanici di dettaglio, secondo gli standard *ISRM* (1981), presso il comparto interessato dalla realizzazione della parte di discarica non ancora invasa dai detriti

L'esecuzione di un rilievo geomeccanico di dettaglio comporta la stima di una serie di parametri la cui valutazione/misurazione consente:

- ✓ l'attribuzione di un indice di qualita dell'ammasso roccioso;
- ✓ la valutazione speditiva delle proprieta fisiche e meccaniche del materiale roccia;
- ✓ la verifica della possibilita cinematica di movimento in riferimento a fenomeni di instabilità coinvolgenti le singole porzioni di ammasso roccioso isolate dalle famiglie di discontinuita identificate.

I parametri descritti/misurati alla scala dell'affioramento riguardano:

- caratteristiche del materiale roccia (litologia, grado di alterazione, resistenza delle pareti delle discontinuita);
- caratteristiche delle discontinuita (tipo, orientazione, rugosità, apertura);
- caratteristiche del riempimento (se presente);
- caratteristiche dell'ammasso roccioso (insieme materiale roccia/discontinuità);
- valutazione numero di famiglie di discontinuità e della loro spaziatura e persistenza;
- dimensioni e forma dei blocchi isolati dalle famiglie di discontinuità;
- circolazione idrica (se presente).

Si ricorda che la presenza di discontinuità riduce le caratteristiche di resistenza del materiale roccia ed e il fattore che più condiziona il comportamento meccanico dell'ammasso roccioso e le sue caratteristiche di resistenza e di deformabilità; le particolarità delle discontinuità influiscono poi sui possibili cinematismi di movimento dei blocchi.

L'ammasso roccioso è stato dunque classificato con il metodo proposto da *Bieniawski*: questa classificazione si basa sul rilievo di cinque parametri che determinano un valore base dell'indice *RMR (Rock Mass Rating*).

Il rilievo e l'analisi dei principali parametri da inserire nella classificazione sono stati effettuati in corrispondenza degli affioramenti presenti nell'area di discarica non ancora invasa dai detriti ove, la messa a "nudo" dell'ammasso roccioso (come si evince dall'allegata Tav. 8), risulta sufficientemente estesa e rappresentativa per ricavare i dati necessari che vengono elencati di seguito:

❖ R1: resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta

La resistenza a compressione uniassiale della roccia è stata valutata basandosi su alcune serie di prove condotte con lo sclerometro per cls. i cui indici di rimbalzo sono stati poi opportunamente correlati a quelli del martello di Schmidt secondo la relazione (Bagalà,1998): $R_N = 22,1 + 0,7\ R_L$
con:
R_N = lettura del rimbalzo allo sclerometro per calcestruzzi
R_L = lettura del rimbalzo al martello di Schmidt

I risultati così ottenuti hanno permesso di ricavare: σ_c = 100-200 MPa

INDICE R1 = 12

❖ *R2: indice RQD*

E' stato valutato indirettamente attraverso la relazione *Priest-Udson* nella forma:

$$RQD = 100 \times e^{-0,1n} \times (0,1\ n + 1) = 96\%$$

N = numero di fratture a metro = 3

INDICE R2 = 20

❖ *R3: Spaziatura dei giunti*

Valutata sulla base dell'osservazione diretta dell'ammasso roccioso e delle sue caratteristiche strutturali: *s = 0.3cm-1m*

INDICE R3 = 20

❖ R4: Condizione di giunti

Superfici rugose mediamente alterate con persistenza media da 1 a 3m; pareti di roccia dura.

INDICE R4 = 12

❖ R5: Condizione idrauliche

Umidità

INDICE R5 = 7

Dalla somma algebrica dei coefficienti numerici dei primi cinque parametri si ottiene:

RMRbase = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 = 71 *(II classe – ammasso roccioso buono)*

Una volta noto il valore *RMR* è possibile effettuare verifiche sulla resistenza geomeccanica dell'ammasso; può essere dunque proposta la seguente parametrizzazione geomeccanica *media*:

Orizzonte (c) – ammasso roccioso alterato

- *peso dell'unità di volume:* γ *= 2.4 t/mc*
- *coesione: c = 1.0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito:* φ *= 40°*

Orizzonte (D) - basamento roccioso "sano" (materiale roccia)

- *peso dell'unità di volume:* γ *= 2.8 t/mc*
- *coesione: c = 2.0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito:* φ *= 45°*

5. SISMICITA' DELL'AREA

Ai sensi dell'*Ordinanza* della *Presidenza* del *Consiglio* dei *Ministri* n°3519/2006, ed alla *D.G.R. n°1362 del 19/11/2010*, il territorio comunale di *Moconesi (Ge) è stato classificato sismico ed inserito in zona **3** (p.g.a. = 0,150g)* e contrassegnato con il *Numero Identificativo 36 nella mappa sismica*.

La normativa definisce l'accelerazione sismica orizzontale (*ag*) relativamente alle diverse zone simiche: tale valore è attribuito a formazioni litoidi con velocità media di propagazione nei primi 30m di profondità delle onde sismiche di taglio (Vs30) maggiore di 800 m/s.

In particolare in Zona 3 il valore dell'accelerazione sismica orizzontale è pari a *ag = 0.150g*, tale valore rappresenta l'accelerazione massima orizzontale attesa nel caso in cui le strutture in progetto siano fondate su substrato roccioso di buone caratteristiche geomeccaniche o in prossimità dello stesso ed in condizioni geomorfologiche favorevoli.

Considerato che nel sedime di progetto sono previsti ridotti spessori di coltri di copertura e che il livello di riferimento delle fondazioni dei muri di sostegno in blocchi di ardesia che costituiscono le bastionature a progetto sarà rappresentato dal basamento roccioso "sano": si ritiene corretto associare il sito ad un profilo stratigrafico tipico della Categoria di suolo ***A***, che comprende formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3.0m.

La normativa *(D.M. 14 gennaio 2008)*, inoltre, tiene conto anche degli *"effetti di sito"* indotti dal profilo stratigrafico e della morfologia dell'area di progetto. In relazione alle caratteristiche litotecniche e stratigrafiche dei terreni sopra menzionate, è stata quindi valutata la zonazione di massima in prospettiva sismica.

Per quanto attiene all'amplificazione determinata dalle condizioni morfologiche del sito, essendo situata la discarica nella porzione mediana di un versante, si ritiene opportuno e cautelativo considerare l'effetto d'amplificazione topografica dell'onda sismica: si assegna pertanto un coefficiente di amplificazione topografica $T_2 = 1.20$.

Sulla base delle recenti disposizioni previste dalle *"Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/2008),* le tabelle seguenti riepilogano le considerazioni sismiche sulla struttura a progetto, le caratteristiche sismiche del sito, l'analisi dei parametri e dei coefficienti sismici, calcolati con il programma *"GEOSTRU PS"*:

COORDINATE GEOGRAFICHE DELLA LOCALITA' IN ESAME				
Longitudine:			9,236164	
Latitudine:			44,42997	
COORDINATE GEOGRAFICHE DEI 4 PUNTI DEL RETICOLO (SITI DI RIFERIMENTO)				
	ID	LON	LAT	DIST m
Sito 1	16922	9,2215	44,4081	2695,728
Sito 2	16923	9,2914	44,4106	4884,056
Sito 3	16701	9,2879	44,4605	5329,371
Sito 4	16700	9,2180	44,4581	3440,171

VITA DELLA STRUTTURA	
Vita nominale delle opere:	$V_N \geq 50$ anni
Classe d'uso:	I
Coefficiente d'uso:	$C_U = 0.7$
Periodo di riferimento per le azioni sismiche strutturali:	$V_R = V_N \times C_U = 35$
CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO	
Topografia:	T2
Coefficiente Topografico:	$S_T = 1.20$
Categoria Suolo:	A

	PARAMETRI SISMICI						COEFFICIENTI SISMICI			
	SL	**P_{vr}**	**T_r**	**a_g**	**F_o**	**T_c***	**Kh**	**Kv**	**Amax**	**Beta**
sle	*Operatività (SLO)*	81%	30	0,032g	2.498	0.204	0.008	0.004	0.379	0.200
sle	*Danno (SLD)*	63%	35	0.034g	2.510	0.209	0.008	0.004	0.404	0.200
slu	*Salv.Vita (SLV)*	10%	332	0.085g	2.515	0.279	0.020	0.010	0.995	0.200
slu	*Collasso (SLC)*	5%	682	0.111g	2.498	0.287	0.036	0.018	1.302	0.270

SL = Stato Limite Considerato (sle = stato limite di esercizio; slu = stato limite ultimo); **P_{vr}** = Probabilità di superamento dello Stato Limite Considerato**;** **T_r** = Tempo di Ritorno (anni); **a_g** = Accelerazione massima al sito; **F_o** = 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 (sec); **Kh** = coefficiente sismico orizzontale; **Kh** = coefficiente sismico verticale; **Amax =** accelerazione massima attesa al sito.

6. VERIFICHE DI STABILITÀ

La stabilità della parte di discarica di materiale ardesiaco non ancora invasa dai detriti ove sono previste le due nuove bastionature in blocchi di ardesia a progetto, è stata valutata in relazione alle condizioni finali della stessa. Sono state dunque condotte verifiche sulla sezione geologica interpretativa B-B.

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche sono state eseguite con il cosiddetto metodo *"dell'equilibrio limite"*, che consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come se fosse rigido.

I vari metodi di calcolo dell'equilibrio limite disponibili in letteratura, si basano tutti sulle ipotesi seguenti:

- il coefficiente di sicurezza (*FS*) è definito come rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato lungo la ipotetica superficie di scorrimento;
- il coefficiente di sicurezza è assunto costante in tutti i punti della superficie di scorrimento;
- la rottura avviene per il raggiungimento, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento, della resistenza al taglio limite.

Le analisi sono condotte con il metodo di *Jambu*, implementato all'interno di un programma di calcolo specifico per tale tipo di analisi: è stato utilizzato il programma di calcolo "*Slope 2010"* della *Geostru Software.* Il calcolo è stato svolto seguendo le recenti indicazioni delle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (*D.M. 14 Gennaio 2008*)

Secondo queste ultime norme le analisi di stabilità dei rilevati in terreni sciolti o granulari devono essere effettuati verificando che sia soddisfatta la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

avendo indicato con *Ed* il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e *Rd* il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (terreno).

In tal senso, in campo statico i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali e delle azioni vengono, rispettivamente, divisi e moltiplicati per i coefficienti parziali previsti dalla combinazione di carico *A2+M2+R2 (dimensionamento GEOtecnico)*, con l'impiego di un coefficiente parziale della resistenza del sistema geotecnico *gR* (corrispondente ad *FS* precedentemente definito) pari ad 1.1.

In presenza di sollecitazioni sismiche (campo pseudostatico) vengono adoperati i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze dei materiali lasciando al giudizio del progettista la scelta dei valori più idonei da assegnare al coefficiente *gR*.

6.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI ARDESIACI

Prima di descrivere le analisi effettuate, occorre definire i parametri geotecnici dei materiali che non sono stati trattati nel capitolo 3, in quanto attualmente non presenti in sito.

Il comportamento meccanico dei materiali ardesiaci è, in linea di massima, assimilabile a quello di un materiale granulare; comparando tali materiali alla classificazione dei terreni proposta dal Sistema Unificato di Classificazione dei Terreni (*U.S.C.S.)*, gli stessi possono essere identificati al gruppo *GW* ed in subordine al gruppo *GM.*

Nel primo gruppo *(GW)* rientrano le ghiaie ben classate mentre nel secondo *(GM)* le ghiaie limose: è spesso presente infatti una minima percentuale di frazione fine.

Il peso di volume unitario di tali materiali ardesiaci è valutato intorno a 2.1-2.5 t/mc e, in relazione all'elevato coefficiente di permeabilità (*k≥1cm/sec*), si devono ritenere sostanzialmente sempre in condizioni aride (asciutti).

Per quanto attiene circa le caratteristiche di resistenza al taglio, si evidenzia che si tratta di terreni granulari e, considerate le notevoli dimensioni medie di pezzatura, si giustifica un grado di grado di addensamento da medio ad elevato: si ritiene dunque corretto associare a tali materiali un angolo di attrito pari a 37° e coesione nulla.

Si evidenzia che i detriti ardesiaci presentano un contenuto di carbonati oscillante tra il 20% ed il 40% (*Pandolfi D. e O., 1991, "La Cava", Ed. Sagno*) e pertanto si verifica un discreto grado di cementazione secondaria fra i frammenti lapidei.

In riferimento all'assunzione del valore di 37° relativamente all'angolo di attrito dei detriti ardesiaci, si afferma che tale dato è stato confermato e ricavato sulla scorta di analisi di stabilità dell'attuale discarica. È stata dunque preliminarmente effettuata sulla sezione A-A una "back analysis", in seguito riportata, che ha consentito di ricavare il valore limite più basso da adottare per l'angolo di attrito dei detriti ardesiaci.

6.3 PARAMETRI DI PROGETTO DEI MATERIALI

Le simulazioni di stabilità, sono state eseguite utilizzando le parametrizzazioni fornite nel capitolo 4 e quelle sopra riportate, sulla base dei parametri caratteristici, divisi per i rispettivi coefficienti parziali definiti nelle *Norme Tecniche* (*D.M. 14 gennaio 2008)*. Si ottengono così i parametri di progetto, in modo che, ai fini della situazione schematizzata, i parametri utilizzati nelle verifiche di stabilità siano, oltre che rappresentativi, adeguatamente cautelativi.

Secondo quando definito dalla *Norme Tecniche e dalle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CNLP)*, nel caso in cui il volume significativo sia notevole e/o quando è coinvolto un notevole volume di terreno possono essere considerati uguali ai parametri medi ($V_M = V_K$). Le Norme Tecniche stabiliscono inoltre l'assoluta responsabilità del progettista sui parametri geotecnici da utilizzare, sulla base della precisione del modello geologico (s.l.) ottenuto.

Ciò premesso, sulla base del rilievo geologico di dettaglio, delle indagini meccaniche in situ e soprattutto sulla scorta dei dati derivanti dalla modellazione del pendio allo stato attuale, si è ritenuto corretto e necessario considerare uguali i valori dei parametri medi a quelli caratteristici. Le analisi di stabilità vengono dunque condotte considerando i valori dei parametri riportati nella tabella seguente:

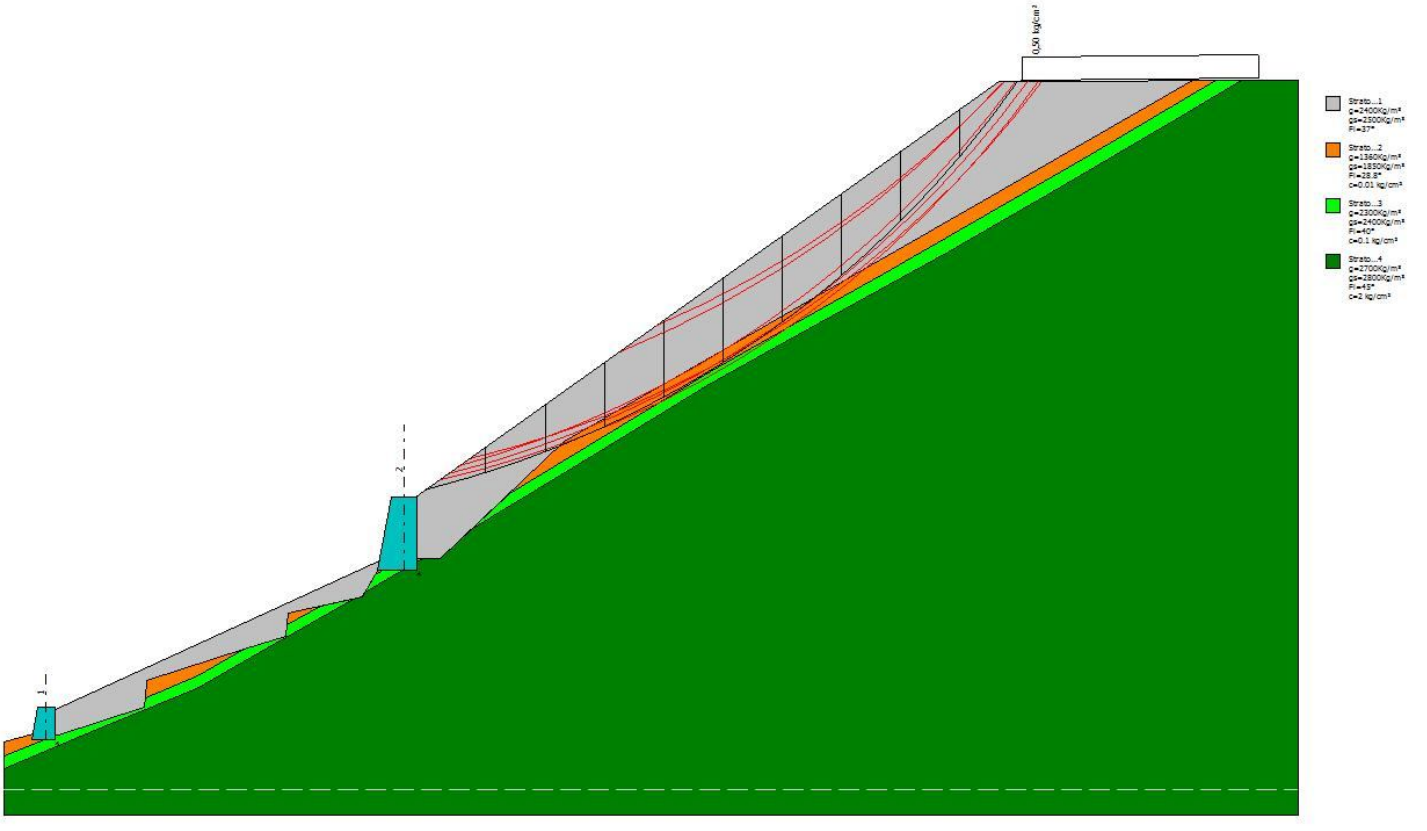
Parametro	***u.m.***	***Valore Caratteristico***	***Valore di Progetto***
Coltri sciolte di copertura			
peso dell'unità di volume (γ)	*Kg/m^3*	*1450 (secco) -1900 (saturo)*	*1450 (secco) -1900 (saturo)*
coesione (c)	*Kg/cm^2*	*0*	*0*
angolo di attrito (φ)	°	*28.8*	*23*
Cappellaccio di alterazione			
peso dell'unità di volume (γ)	*Kg/m^3*	*2300-2400*	*2300-2400*
coesione (c)	*Kg/cm^2*	*1*	*0.7*
angolo di attrito (φ)	°	*40*	*33.6*
Substrato Roccioso			
peso dell'unità di volume (γ)	*Kg/m^3*	*2700-2800*	*2700-2800*
coesione (c)	*Kg/cm^2*	*2*	*1.4*
angolo di attrito (φ)	°	*45*	*36*
Detriti Ardesiaci			
peso dell'unità di volume (γ)	*Kg/m^3*	*2500*	*2500*
coesione (c)	*Kg/cm^2*	*0*	*0*
angolo di attrito (φ)	°	*37*	*29.6*

6.4 *"BACK ANALYSIS" SULLA DISCARICA ATTUALE*

In riferimento all'assunzione del valore di 37° relativamente all'angolo di attrito dei detriti ardesiaci, si afferma che tale dato è stato confermato e ricavato sulla scorta di analisi di stabilità dell'attuale discarica.

È stata dunque preliminarmente effettuata sulla sezione A-A una "back analysis", che ha consentito di ricavare il valore limite più basso da adottare per l'angolo di attrito dei detriti ardesiaci; le verifiche sono state eseguite in condizioni drenate, considerando assenza di falda (situazione più cautelativa).

Le analisi riportano una sintesi che mostra le superfici di rottura (superfici "critiche") con fattore di sicurezza minimo (semicerchio nero) pari a 1.08. Le superfici di rottura coinvolgono i detriti ardesiaci e presumibilmente le sottostanti coltri sciolte eluvio-colluviali di copertura.



6.5 STABILITÀ DELLA DISCARICA ALLO STATO FINALE NELLA ZONA NON ANCORA INVASA DAI DETRITI

Le verifiche di stabilità allo stato di progetto finale della discarica nella zona non ancora invasa dai detriti, sono state eseguite in condizioni non drenate (presenza di falda) ed in condizioni sismiche, valutate mediante il metodo pseudo-statico allo stato limite ultimo (*SLU-SLV*).

I parametri geotecnici utilizzati sono quelli di progetto e nei calcoli sono stati considerati i carichi dinamici lungo la strada privata al servizio di più cave, relativi al passaggio e allo stazionamento degli automezzi, corrispondenti a 0.5kg/cmq.

Mediante il metodo pseudo-statico (in condizioni sismiche) occorre considerare il coefficiente sismico *kh*, che viene così calcolato (cfr. par. 7.11.3.5 delle Norme Tecniche):

$kh = \beta_S * amax/g$

con:

$\beta_S = 0.27$ (coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito);
amax = accelerazione massima attesa al sito $S_S * S_T * ag;$

Si ottiene quindi:

kh = 0.036

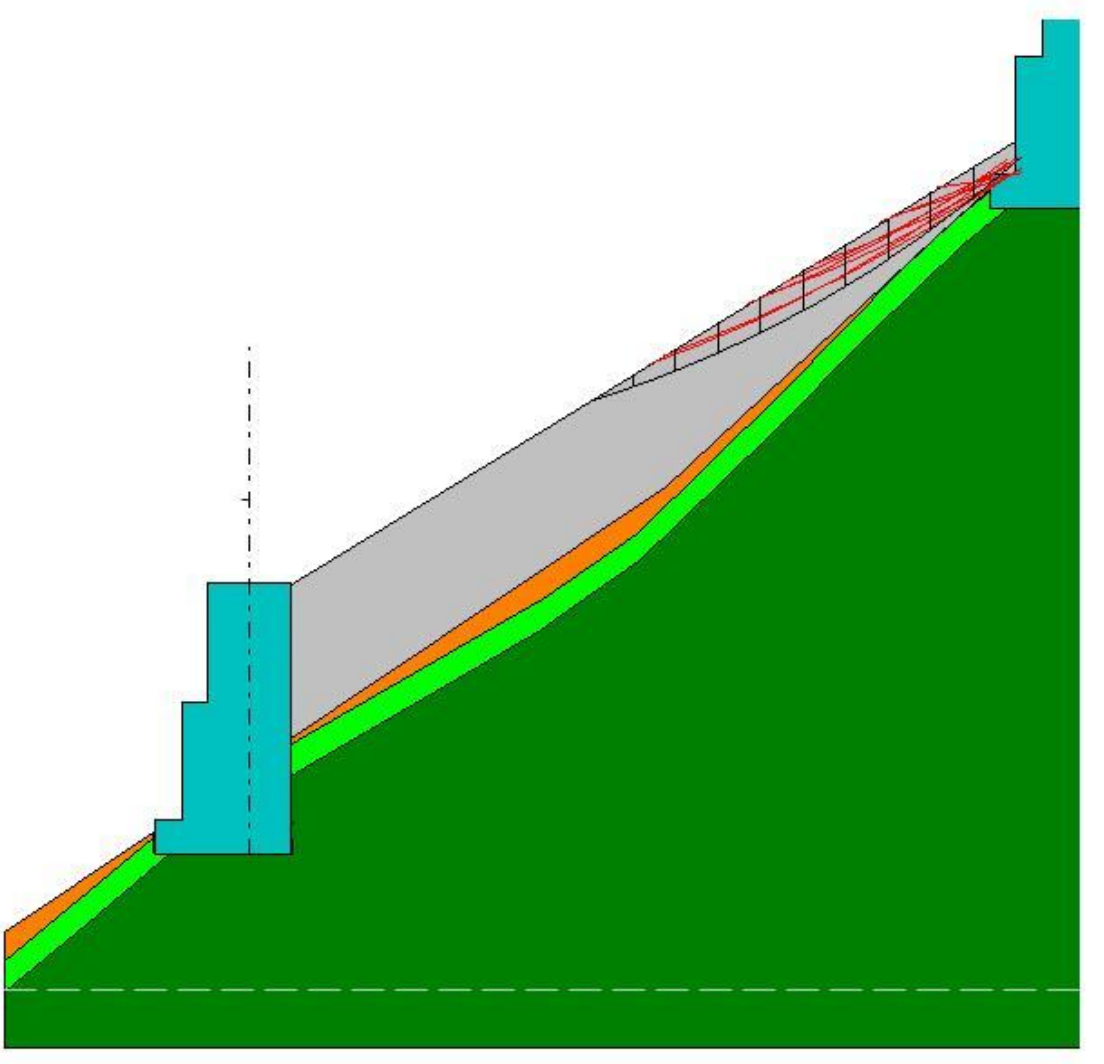
kv = 0.018

Per le verifiche di stabilità allo stato di progetto finale della discarica nella zona non ancora invasa dai detriti, è stata considerata la sezione B-B dopo l'intervento ("stato a progetto"), ossia con la presenza del volume di materiale ardesiaco di scarto.

Vengono di seguito riportate le verifiche di stabilità suddivise in due gradoni, ossia il settore fra la bastionatura di valle e quella mediana ed il settore fra la bastionatura mediana e la strada privata soprastante.

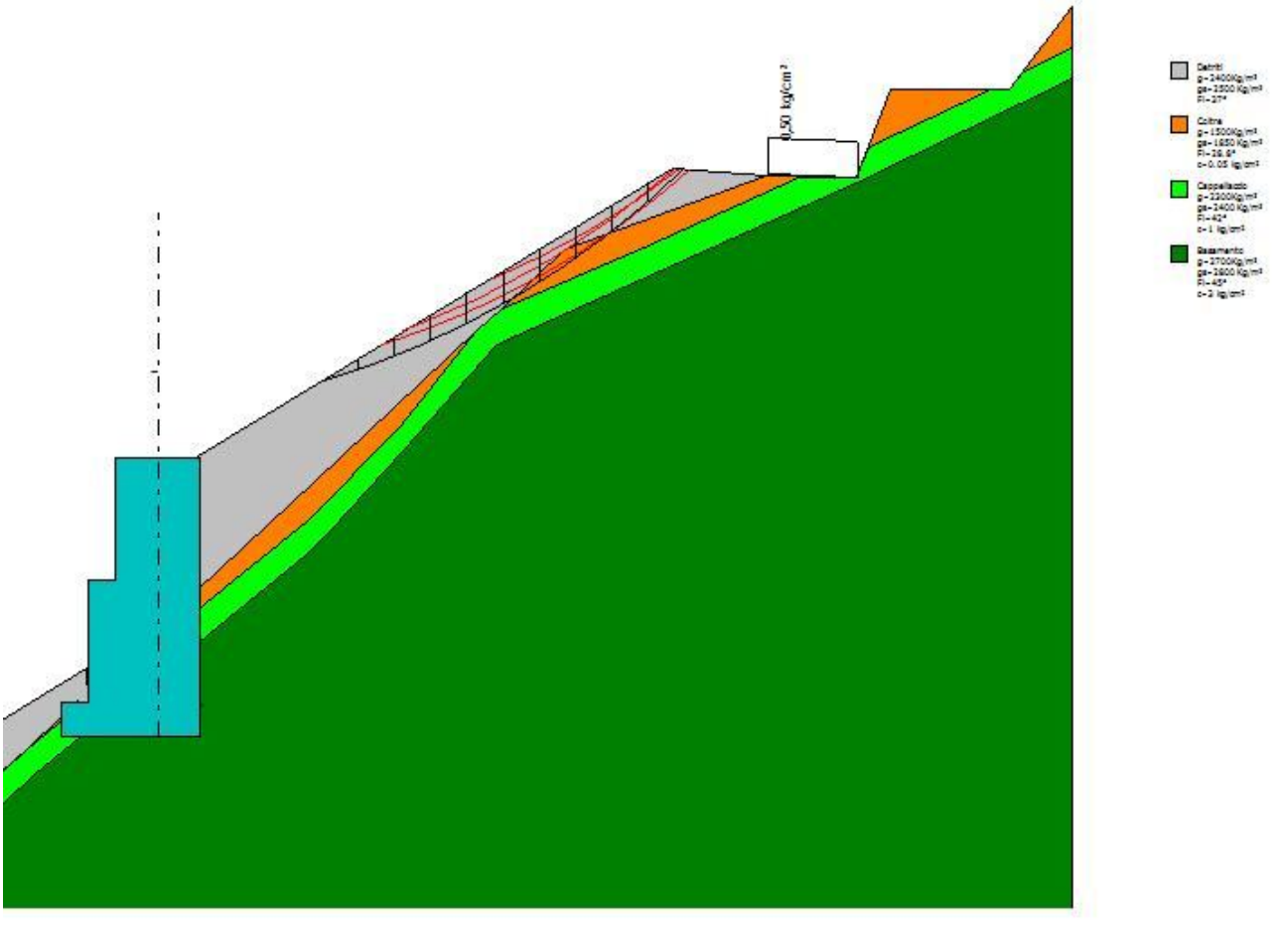
- *Settore fra le due bastionature*

La verifica di stabilità ha mostrato, come superficie di scorrimento più critica (semicerchio nero), quella passante alla base immediatamente a valle della base della bastionatura mediana e che termina a circa metà del corpo detritico, con un coefficiente minimo *Fs di 1.18*, comprendente esclusivamente i detriti ardesiaci.



- *Settore fra la bastionatura mediana e la strada privata*

La verifica di stabilità ha mostrato, come superficie di scorrimento più critica (semicerchio nero), quella passante nella zona sommitale dei detriti, con un coefficiente minimo *Fs di 1.16*, comprendente i detriti ardesiaci ed una porzione superficiale delle coltri.



Le analisi di stabilità allo stato di progetto finale della discarica nella zona non ancora invasa dai detriti hanno evidenziato come i lavori a progetto, non presentano particolari condizioni di criticità. I fattori di sicurezza ottenuti dalle verifiche di stabilità globali e dei singoli gradoni, sono infatti risultati in linea con le prescrizioni delle *Norme Tecniche*.

7. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

L'insieme dei dati raccolti e delle analisi effettuate permette di formulare un *positivo parere di fattibilità geologica circa la riattivazione del complesso estrattivo in oggetto ed i lavori di ultimazione della discarica*.

L'entità e la tipologia dell'intervento di ultimazione della discarica, se correttamente "costruito" e seguendo le prescrizioni di seguito riportate, non modificherà negativamente la configurazione morfologica esistente, non pregiudicherà il deflusso attuale delle acque e la stabilità del versante: risulta quindi non essere lesivo ed ininfluente dell'assetto idrogeologico dei luoghi e dunque *compatibile* con la normativa relativa al *Vincolo Idrogeologico.*

Per quanto riguarda la coltivazione del filone ardesiaco, si adotterà la metodologia tradizionale a camere e pilastri naturali con avanzamento in sotterraneo procedendo dall'agro (tetto) alla soglia (letto), mediante segagione con macchina a catena.

Questo metodo di coltivazione viene denominato "a camere e pilastri", e si intende il processo di estrazione che consiste nell'asportare il materiale lapideo dal sottosuolo secondo uno schema che lascia in posto un sistema di vuoti (camere) separati tra loro od alternati a porzioni di roccia lasciata in posto (pilastri). Camere e pilastri verranno progettati in modo da garantire per tempi indefiniti la stabilità dell'ammasso circostante delle cave sotterranee.

Durante le fasi di avanzamento in sotterraneo, si dovrà costantemente valutare lo stato del tetto arenaceo e, se ritenuti opportuni, dovranno essere realizzate opportune chiodature e disgaggi di eventuali porzioni disarticolate; in caso di intensi sgocciolamenti idrici provenienti dall'agro, si consiglia di posizionare pannelli plastici lungo le fratture da cui provengono, al fine di convogliare le eventuali acque in aree della cava non interferenti con i lavori.

Per le operazioni di coltivazione, si raccomandano le cautele previste dalla Legge per assicurare la più completa sicurezza durante ogni fase di lavoro.

Per quanto riguarda la realizzazione della discarica nella zona non ancora invasa dai detriti, con riferimento agli elaborati progettuali, si evince che la coltivazione della discarica avverrà in due distinte fasi: la prima consiste nella realizzazione di una bastionatura a valle costituita da blocchi di ardesia ed in una prima fase di accumulo e sistemazione dell'area. La seconda fase consiste nella realizzazione di una seconda bastionatura in blocchi di ardesia, nel successivo accumulo definitivo e nella sistemazione finale con adeguate opere di regimazione delle acque superficiali.

La realizzazione delle due bastionature a progetto prevede scavi, che interesseranno sia i materiali sciolti di copertura che le porzioni più alterate e superficiali dell'ammasso roccioso ("cappellaccio") ed il basamento roccioso "sano".

Si raccomanda, di procedere *sempre con cautela* e di porre attenzione a riprofilare e sagomare il fronte di scavo secondo pendenze di equilibrio, con un angolo di scarpa non superiore a 60° rispetto all'orizzontale, al fine di minimizzare il rischio di instabilità ed evitare pericoli alle maestranze nel corso dei lavori.

Per quanto riguarda la costruzione delle bastionature in blocchi di ardesia si raccomanda che il piano di appoggio dei blocchi stessi sia direttamente attestato sul basamento costituito da roccia in buone condizioni, asportando quindi le sottili coltri e le porzioni disarticolate ed alterate dell'ammasso roccioso.

Si consiglia di eseguire un apposito "scasso" in roccia, dotato di lieve inclinazione verso monte, al fine di aumentare la stabilità della struttura in elevazione; le opere di piede dovranno essere drenanti ed il passaggio delle acque circolanti dovrà essere ottimizzata mediante formazione di dreni fra i vari blocchi.

Per scongiurare l'attivazione di superfici di discontinuità che potrebbero dar luogo a scivolamenti di porzioni rocciose e quindi compromettere la sicurezza delle maestranze in corso d'opera e la successiva stabilità dell'opera, si consiglia la realizzazione di fori verticali sia lungo la base del muro che fra i vari blocchi in elevazione, armati con barre *Dywidag* (almeno una ogni metro e spinte all'interno della roccia almeno per 2-3m) cementate con resina, aventi la funzione di ancoraggio dell'opera in elevazione alla superficie di fondazione in roccia e fra i vari blocchi, aumentandone la stabilità.

Relativamente al corpo di discarica, con lo scopo di prevenire eventuali situazione di dissesto idrogeologico, dovuti all'azione erosiva da parte delle acque superficiali, si dovranno regimare le acque superficiali di ruscellamento e subsuperficiali, provenienti da monte (strada privata e piazzale di manovra), onde evitare scarichi entro il materiale di smarino.

Contestualmente all'esaurimento della discarica, occorrerà procedere agli interventi di sistemazione e recupero ambientale del sito, riprofilando la superficie esterna con terreno vegetale avente caratteristiche fisico-chimiche simili a quelle dei terreni circostanti, favorendo l'inerbimento e l'attecchimento di specie arbustive ed arboree autoctone; la superficie esterna andrà protetta con la messa in opera di graticciate al fine del consolidamento e del mantenimento dello strato più superficiale.

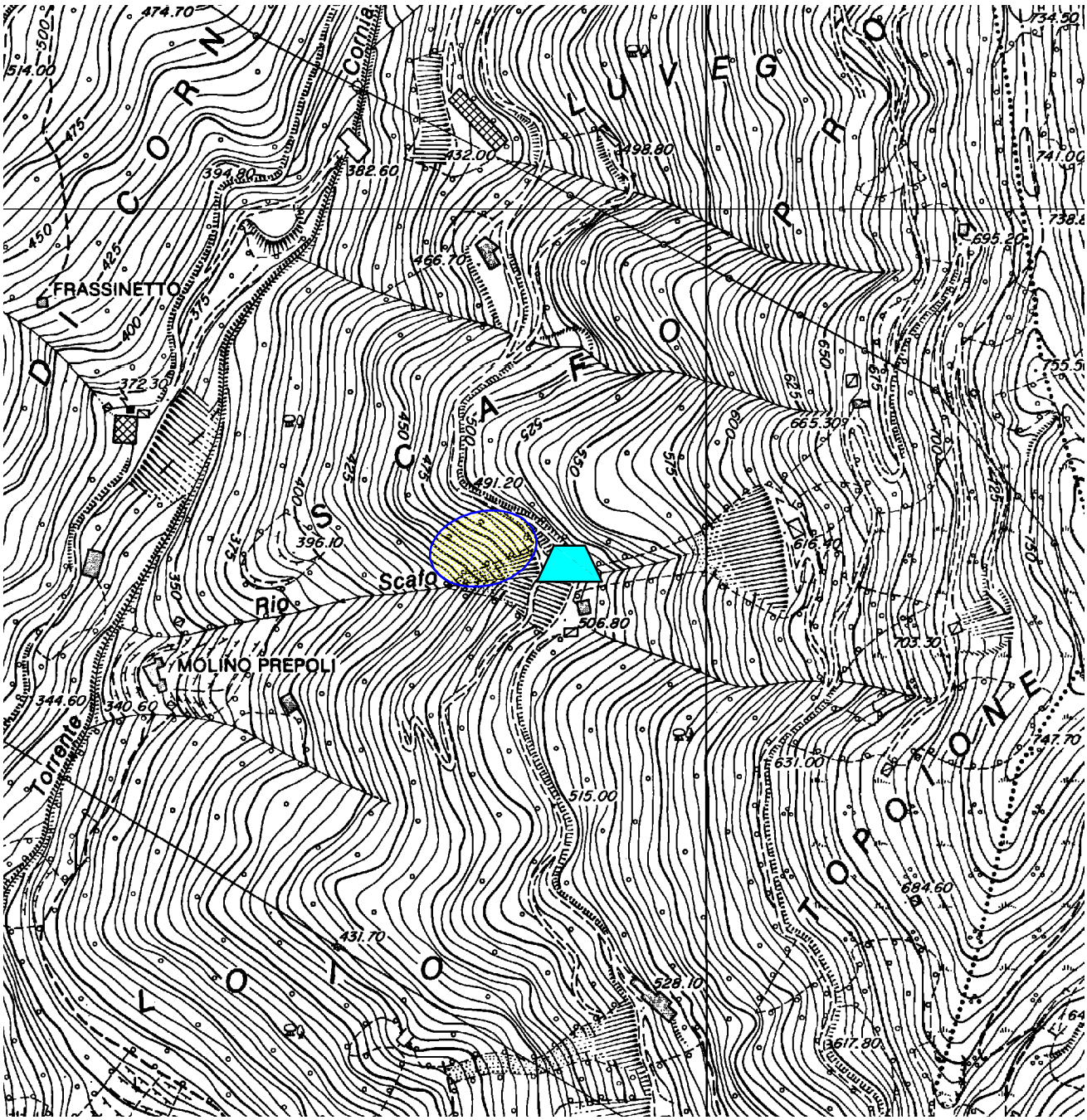
Il corpo dei detriti ardesiaci, dopo la messa in opera del terreno vegetale, dovrà essere protetto dalle acque superficiali mediante la realizzazione di una canalizzazione perimetrale per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche di scorrimento superficiale, al fine di isolare idraulicamente i detriti ed evitare ulteriori spinte sulle opere di sostegno al piede; le acque dovranno essere convogliate nel vicino *"Rio Scafo".*

Nel corso dei lavori sarà opportuna l'assistenza del geologo a supporto delle azioni di competenza del progettista e del direttore dei lavori.

Per eventuali chiarimenti circa le modalità operative e per i necessari controlli in corso d'opera si conferma fin d'ora la più completa disponibilità.

Cicagna, 17 dicembre 2012 ***dott. geol. Andrea Ghilino***

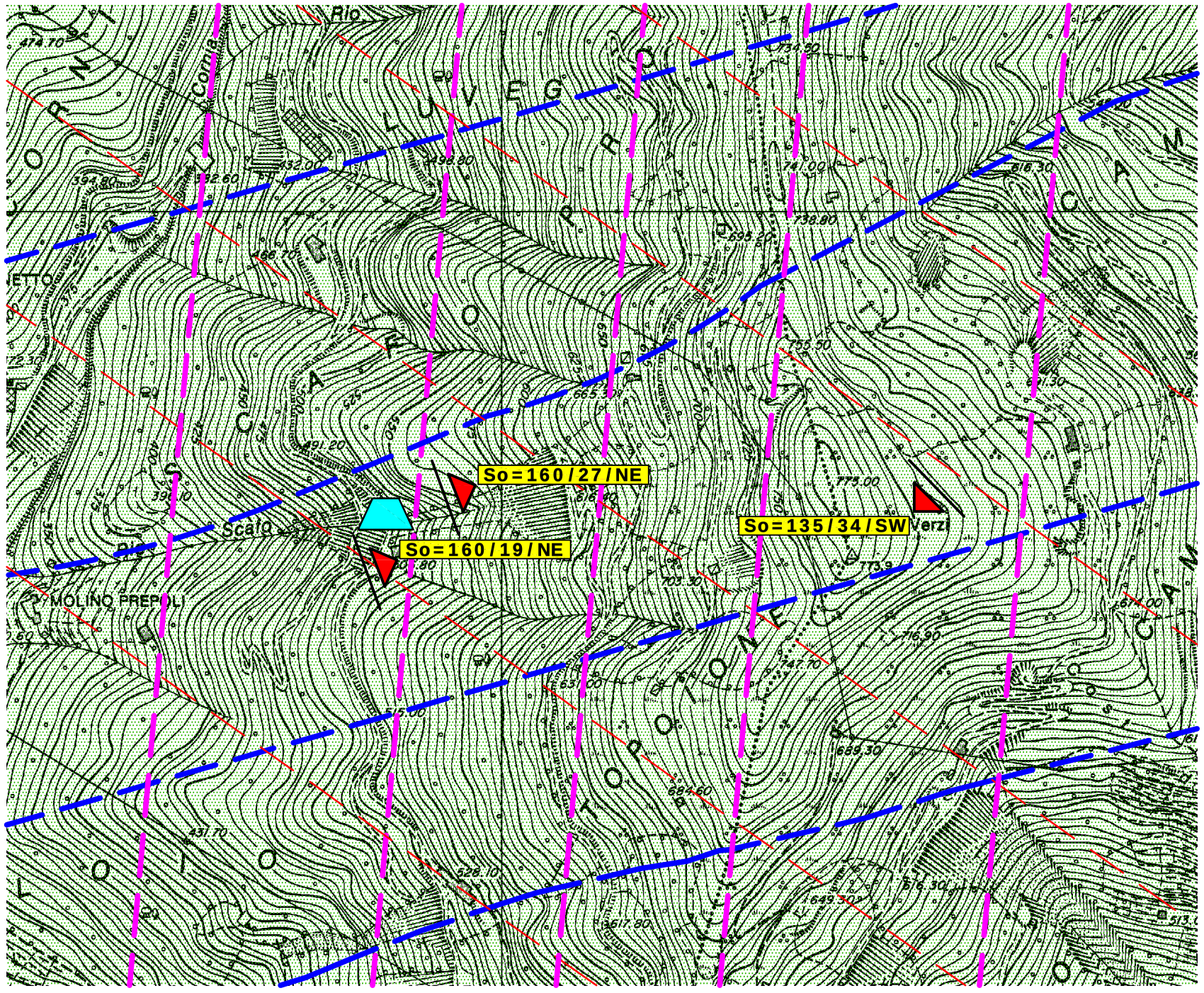
TAV. 1: COROGRAFIA DELL'AREA SCALA 1:5.000



UBICAZIONE COMPLESSO ESTRATTIVO "SCAFFE MONTE PROVINO" ELEMENTO N°214151 - MOCONESI

UBICAZIONE DISCARICA DI DETRITI ARDESIACI

TAV. 2: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO - STUTTURALE SCALA 1:2.500



LEGENDA

FORMAZIONE DELLE ARDESIE DI M.te VERZI

GIACITURE DI STRATO

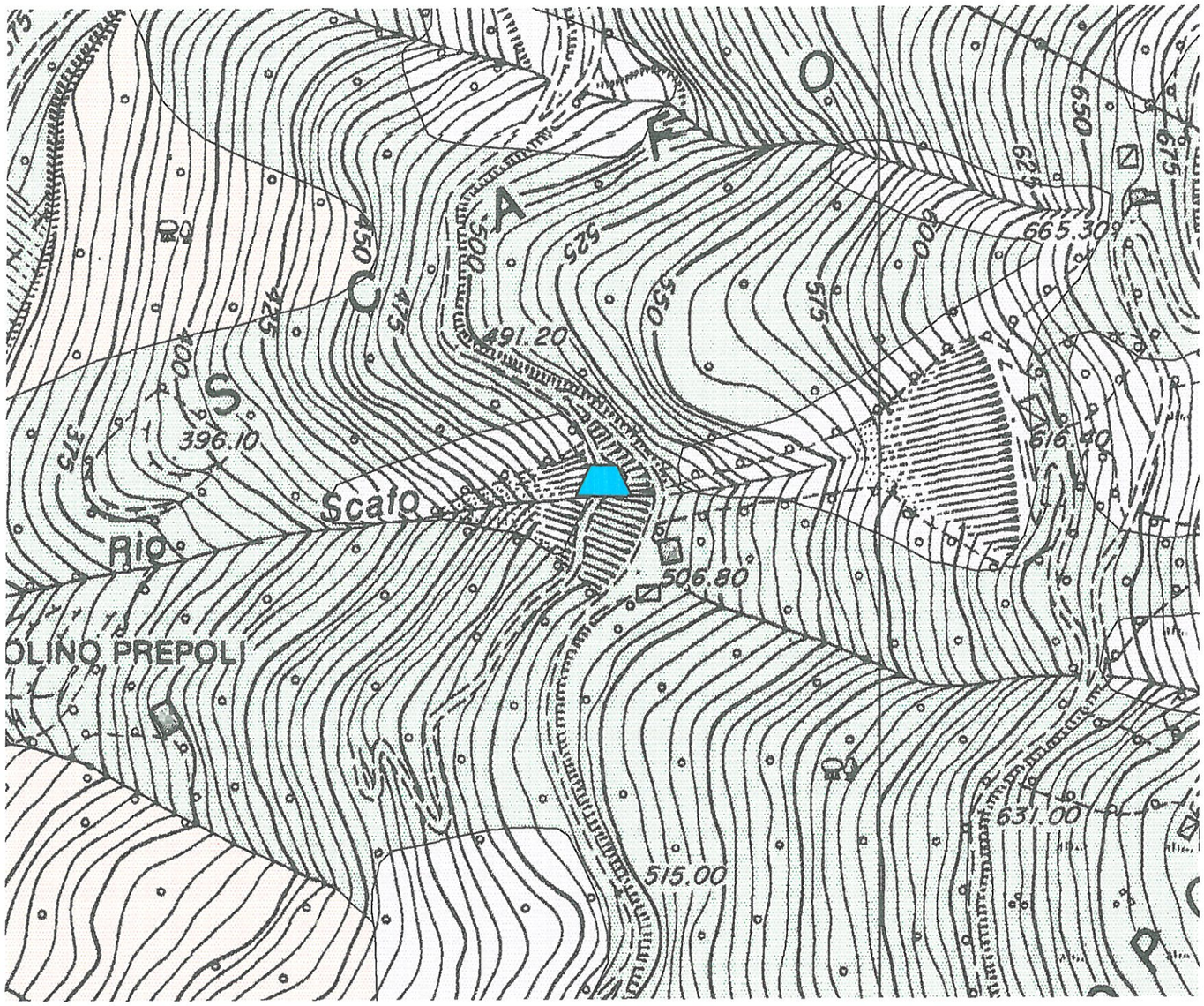
LINEE DI FAGLIE PRINCIPALI ("RISSUN" e "ROTTE") - DIREZIONE 5°

LINEEE DI FAGLIE PRINCIPALI "ROTTE" - DIREZIONE 74°

LINEEE DI FAGLIE SECONDARIE - DIREZIONE 125°

UBICAZIONE COMPLESSO ESTRATTIVO "SCAFFE MONTE PROVINO"

TAV. 3: STRALCIO DI CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1:2.500



LEGENDA

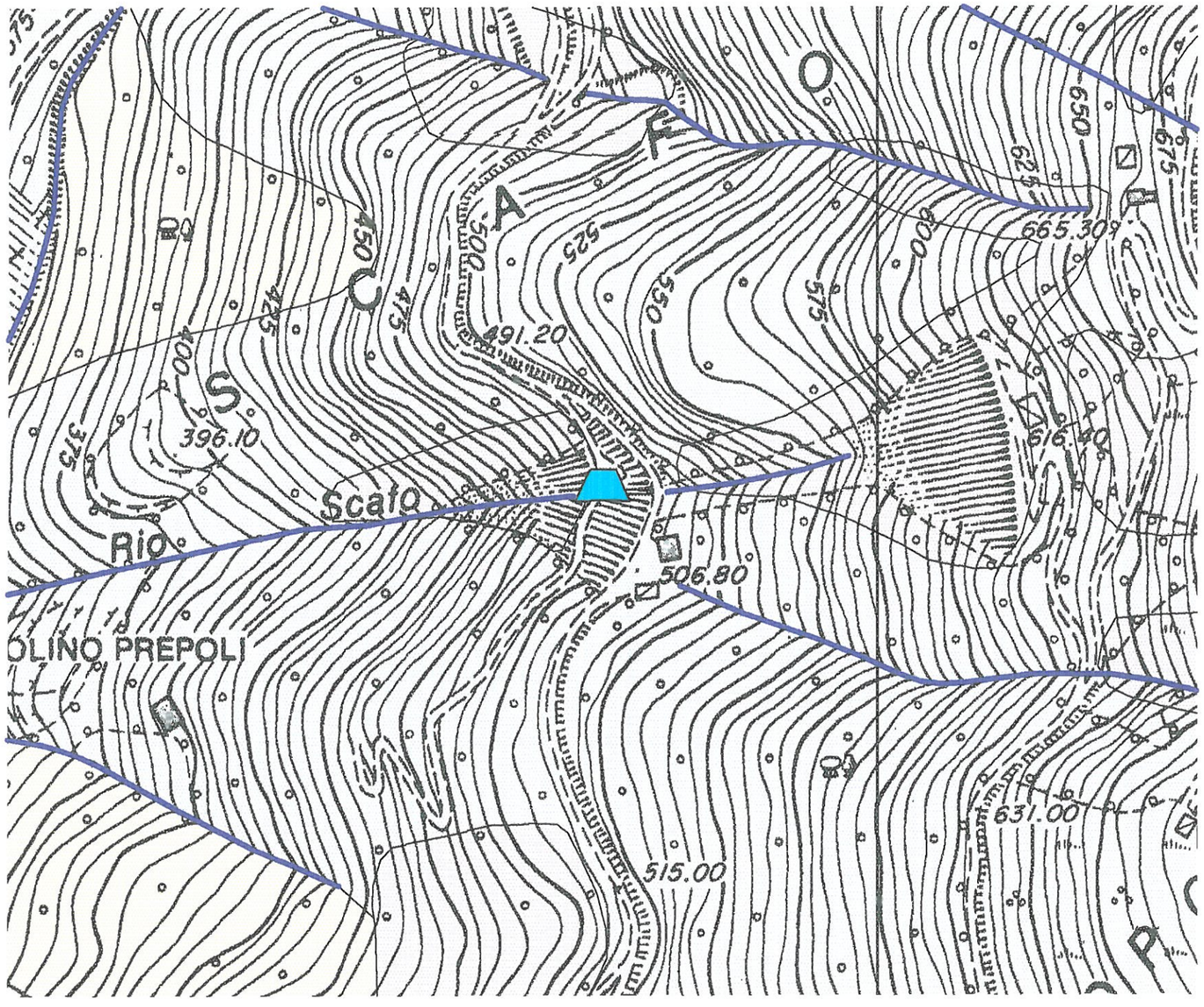
UBICAZIONE COMPLESSO ESTRATTIVO
"SCAFFE MONTE PROVINO"

ROCCIA AFFIORANTE E/O SUBAFFIORANTE CON COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI SOTTILI DI SPESSORE DA 1 A 2M

COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI DI SPESSORE FINO A 3M

DETRITI ARDESIACI DI ORIGINE ANTROPICA

TAV. 4: STRALCIO DI CARTA IDROGEOLOGICA SCALA 1:2.500



LEGENDA

TERRENI PERMEABILI -PERMEABILITA' ELEVATA-

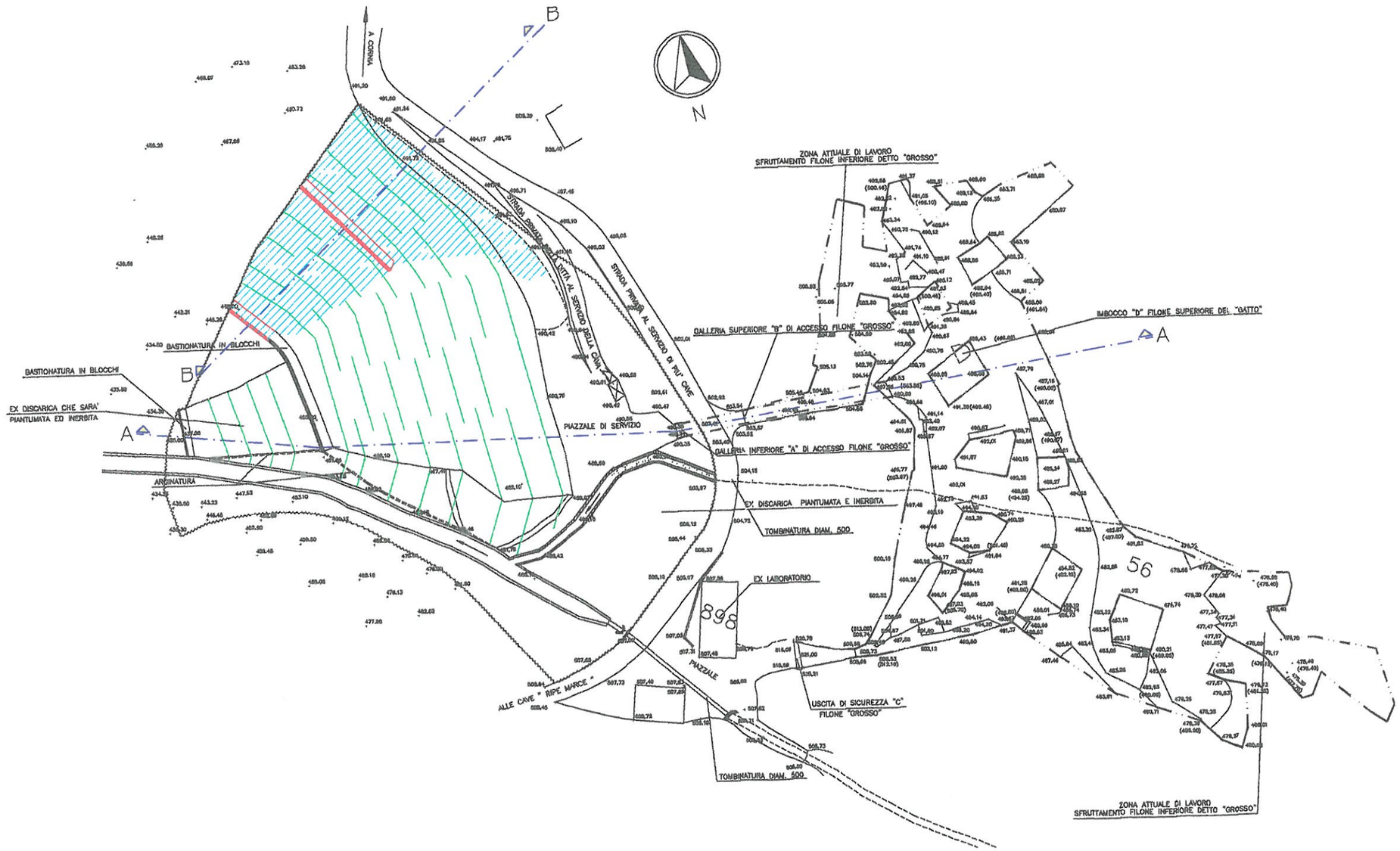
TERRENI PERMEABILI PER POROSITA' -PERMEABILITA' MEDIA-

TERRENI PERMEABILI PER FESSURAZIONE E/O FRATTURAZIONE -PERMEABILITA' BASSA-

PRINCIPALI VIE DI DEFLUSSO IDRICO SUPERFICIALE

UBICAZIONE COMPLESSO ESTRATTIVO "SCAFFE MONTE PROVINO"

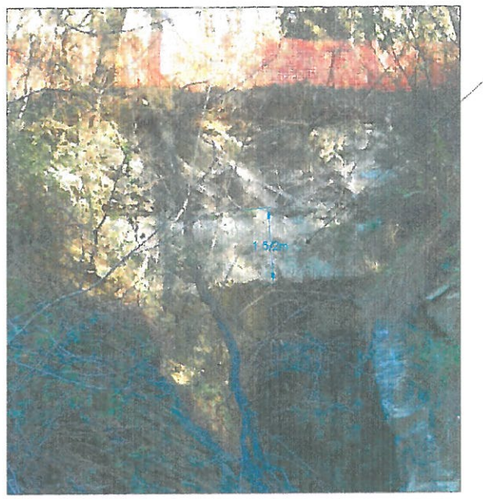
TAV. 5: PLANIMETRIA TECNICA SCALA 1:1000



Legenda

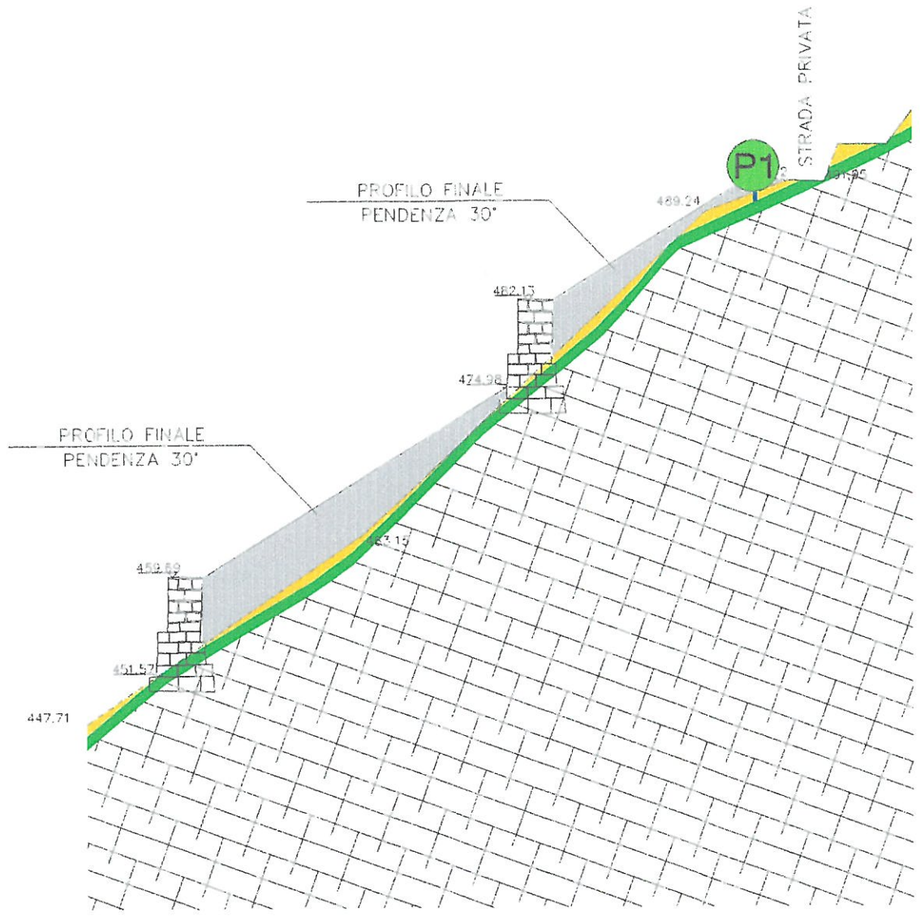
- Traccia di sezioni geologiche interpretative A-A e B-B (cfr. Tav. 5)
- Nuove bastionature in blocchi di ardesia a progetto
- Zona non ancora invasa dai detriti
- Graticciate a progetto

TAV. 6: SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE A-A e B-B



Tetto arenaceo ("agro") ben visibile in corrispondenza dell'imbocco di sicurezza
Spessore variabile da 1.5 a 2m

Sezione A-A SCALA 1:1000



Sezione B-B SCALA 1:500

LEGENDA

DETRITI ARDESIACI

P1 UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA REALIZZATA

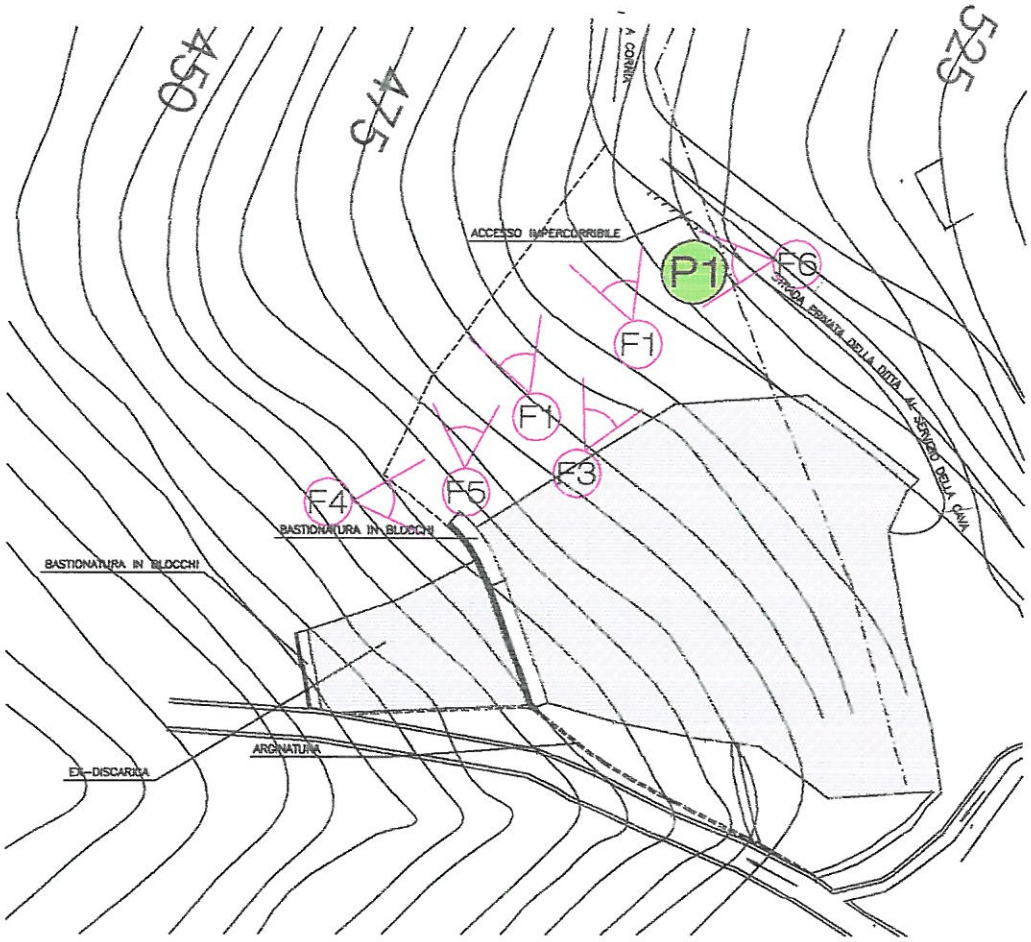
STRATIGRAFIA

COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI (Orizzonti A e B)

ZONA DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO ("CAPPELLACCIO") (Orizzonte C)

BASAMENTO ROCCIOSO "SANO": FORMAZIONE DELLE ARDESIE DI M.te VERZI (Orizzonte D)

TAV. 5: PLANIMETRIA TECNICA STATO ATTUALE SCALA 1:1000



Legenda

F1 Scatti fotografici

P1 Ubicazione prova penetrometrica realizzata

Discarica attuale

TAV. 7: CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO DINAMICO UTILIZZATO E DIAGRAMMA PENETROMETRICO DI INFISSIONE

Studio Andrea Ghirlo Geologo
Via COntrada n°15 - 16044 Cicagna (GE)
0185-32252 347-1062253

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DM-30 (60°)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

MASSA BATTENTE	M	= 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,20 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	= 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 10,0000 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 60 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma	= 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,10 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI	

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO

Q = (MH)/(Aδ) = 6,00 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm²)

COEFF.TEORICO RENDIMENTO βt = Q/Qspt = 0,766 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm² 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Studio Andrea Ghillino Geologo
Via COntrada n°15 - 16044 Cicagna (GE)
0185-32252 347-1062253

Rapporto di prova n°: Cornia

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

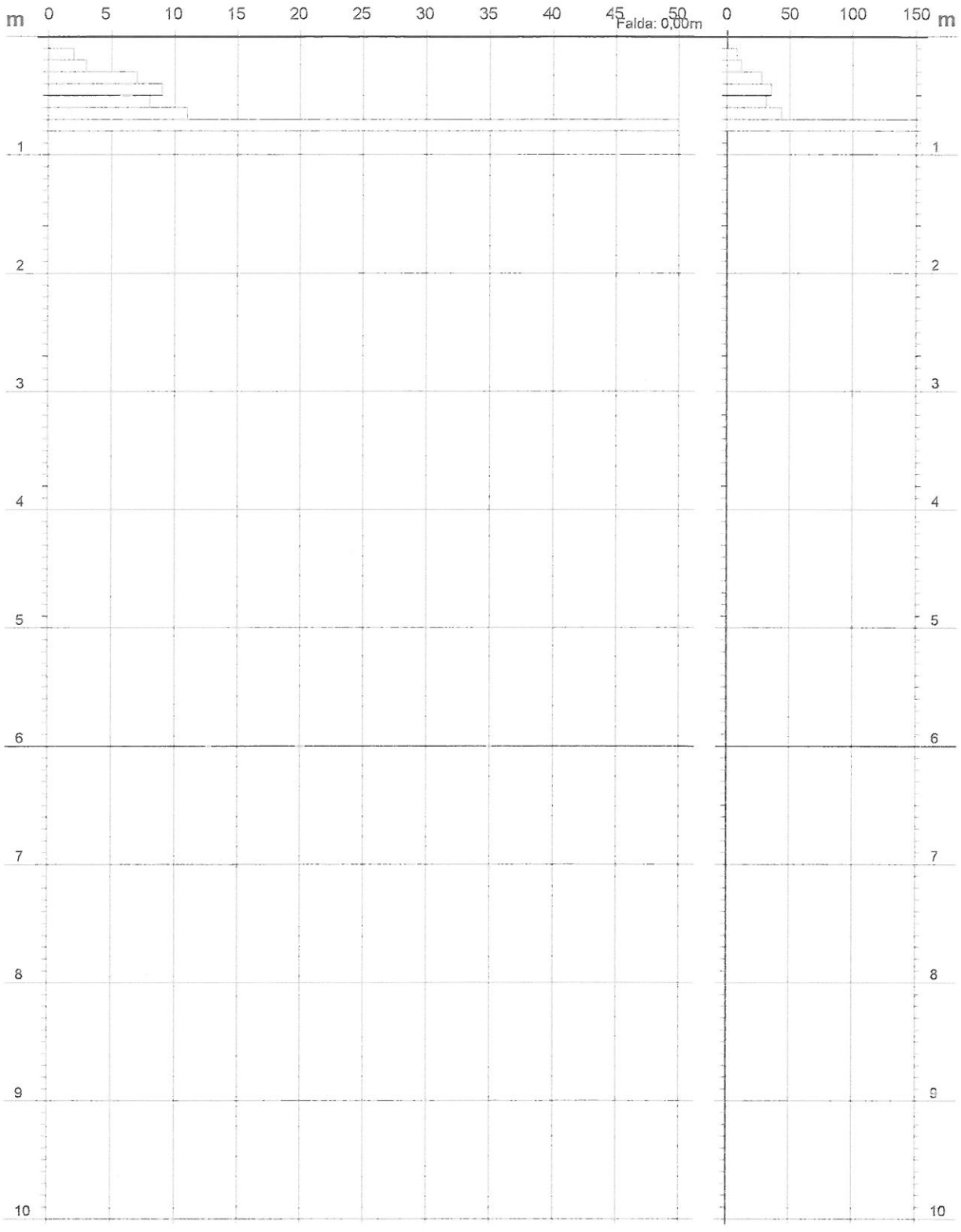
Scala 1: 50

- committente :
- lavoro :
- località :

- data prova : 09/12/2012
- quota inizio :
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10,00 cm Rpd (kg/cm²)



TAV. 8: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

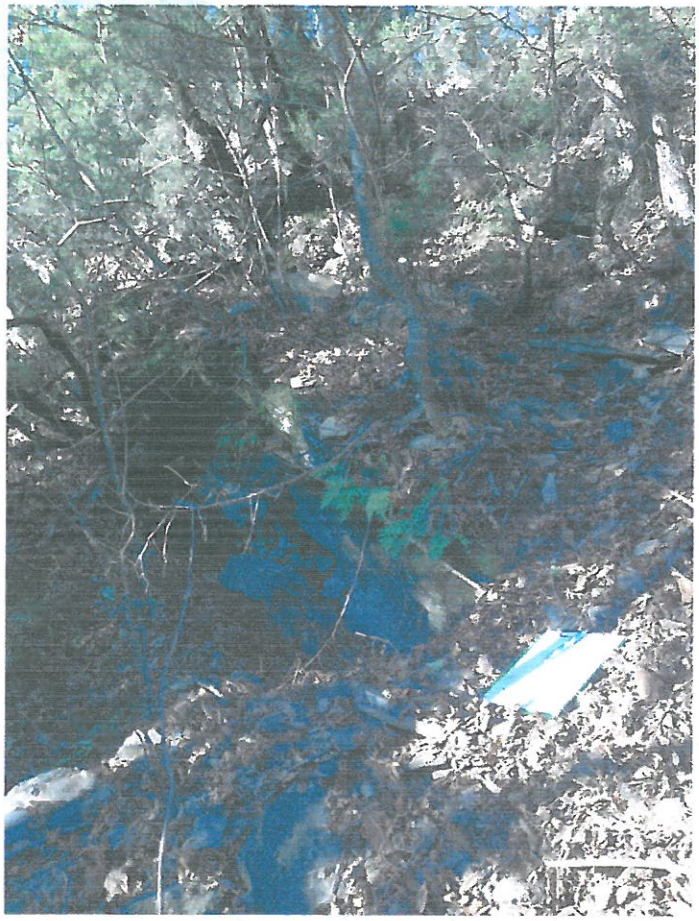


FOTO 1: AFFIORAMENTO ROCCIOSO IMMEDIATAMENTE A VALLE DELLA STRADA PRIVATA

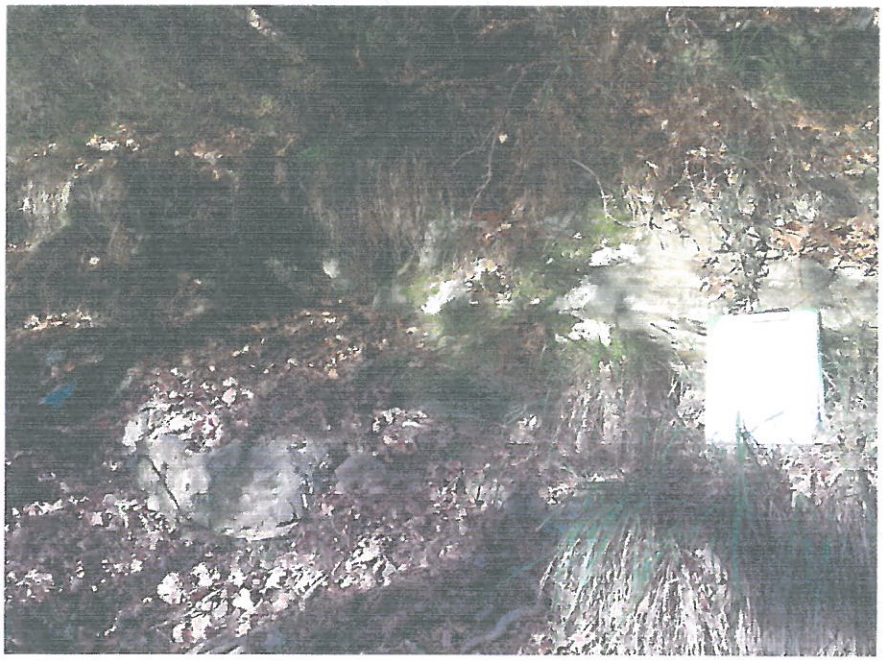


FOTO 2: AFFIORAMENTO ROCCIOSO IN CORRISPONDENZA DELLA BASTIONATURA MEDIANA A PROGETTO (settore Nord)



FOTO 3: AFFIORAMENTO ROCCIOSO IN CORRISPONDENZA DELLA BASTIONATURA MEDIANA A PROGETTO (settore Sud)



FOTO 4: AFFIORAMENTO ROCCIOSO IN CORRISPONDENZA DELLA BASTIONATURA DI BASE A PROGETTO

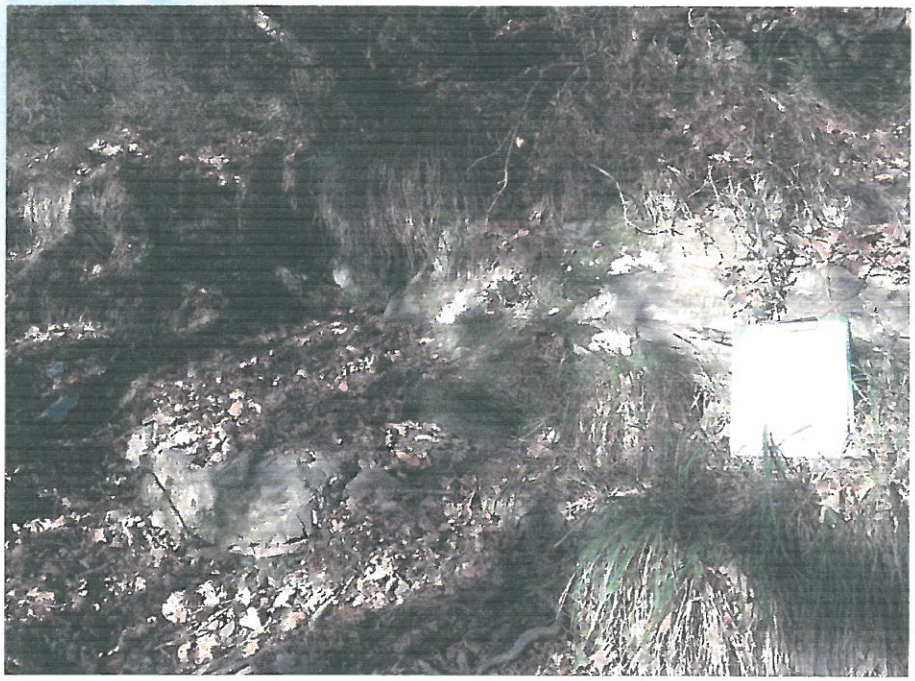


FOTO 5: AFFIORAMENTO ROCCIOSO FRA LE DUE BASTIONATURE A PROGETTO



FOTO 6: PROVA PENETROMETRICA REALIZZATA (P1)