Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale - 16043 Chiavari (GE)

Committente: **Spett.le Cave di Frisolino S.r.l.**
via Frisolino, 130
16040 NE (Genova)

Progetto:

Variante Sostanziale al Piano di Coltivazione della cava di marmo Rosso di Levanto denominata "Campuettin" nel Comune di Ne (Genova)

Oggetto elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA



Rif.: CD.39-01_2025_Var
Preparato da: G. Canepa

Data: 19 novembre 2025
Revisione: 0

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA Tecnica e Ambientale
Via Nino Bixio 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
tel./fax 0185/313910 - e-mail: geotecam@libero.it
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - P.IVA n. 01046100994

SOMMARIO

0.0 PREMESSA ..... pag. 3

1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI ..... pag. 3

2.0 PERCORSO AMMINISTRATIVO ..... pag. 6

3.0 CARATTERISTICHE GENERALI DELLA ZONA ..... pag. 7

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO ..... pag. 7
3.2 PROFILO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO ..... pag. 8

4.0 CONSIDERAZIONE SULLO STATO DELL'AREA ..... pag. 9

4.1 LINEAMENTI GENERALI ..... pag. 9
4.2 CARATTERISTICHE GEOMINERARIE pag.10
4.3 MATERIALI DI RISULTA pag.10
4.4 AVVIO DELL'ATTIVITA' ESTRATTIVA pag.11
4.5 MOTIVAZIONE DELLA VARIANTE pag.11

5.0 INDAGINI IN SITO A CARATTERE BIBLIOGRAFICO pag.12

5.1 PROSPEZIONI GEOFISICHE 2017 ..... pag.12
5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE 2020 ..... pag.13

6.0 ASSETTO STRATIGRAFICO E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI pag.13

6.1 COPERTURA SCIOLTA RIMANEGGIATA pag.14
6.2 RIPORTO E SCARTI DI COLTIVAZIONE pag.14
6.3 SUBSTRATO ROCCIOSO pag.14

7.0. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI pag.15

8.0 DEFIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA pag.16

9.0 ANALISI DI STABILITA' DEL PROFILO DI SISTEMAZIONE pag.17

10.0 GIUDIZIO DI COMPATIBILITA' E CONCLUSIONI pag.18

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI pag.20

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1 – FIGURE E TABELLE

Figura n.	titolo	Scala:
1	Inquadramento cartografico	1:10000
2A	Reticolo Idrografico Regionale	non in scala
2B	Estratti cartografici P.d.B.e P.A.I.	non in scala
3A	Carta geologica (da Abbate et al., 1980)	non in scala
3B	Carta geologica (Estratto C.A.R.G. 2006)	non in scala
4	Carta geologica - geomorfologica	1:1000
5	Planimetria zona di intervento	1:1000
5c	Sezioni stratigrafiche interpretative	1:1000

Tabella n.	titolo
1	Valori medi del GSI per ofioliti (da Marinos & Hoek, 2000)
2	Determinazione dei parametri caratteristici S.R.

ALLEGATO 2- INDAGINI GEOFISICHE

n.1 report stesa sismica

ALLEGATO 3 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

n. 3 stratigrafie

n.14 fotografie

ALLEGATO 4 - ANALISI DI STABILITA’

0.0 PREMESSA

Su incarico della committenza sono state effettuate le indagini geologiche sui terreni interessati da una Variante sostanziale al Piano di Coltivazione della cava di oficalcite denominata "Campuettin", nel Comune di Ne (Genova), ai sensi dell'art. 19 della L.R. 5 aprile 2012, n. 12.

L'area interessata dalla attività estrattiva è individuabile nella C.T.R. Foglio n. 232061 *Cassagna*, il cui stralcio è riportato nell'allegata corografia (FIGURA 1).

In base alla tipologia interventuale prevista per l'attuazione della Variante al Piano di coltivazione sono stati eseguiti gli accertamenti geologici finalizzati alla progettazione degli interventi in oggetto che integrano e completano le indagini effettuate nel tempo; le attività svolte si possono riassumere come segue:

- ricognizione preliminare necessaria per prendere visione dello stato dei luoghi e raccogliere tutta la documentazione occorrente;
- ricerca bibliografica e consultazione di risultati di analisi in sito eseguite in occasione di incarichi professionali nello stesso contesto; in particolare è fatto riferimento alle indagini geologiche redatte dallo scrivente studio professionale inerenti al "*permesso di ricerca della cava di marmo rosso di Levanto denominata Campuettin*" (Studio Associato di Geologia, 2017) e alle indagini connesse alla "*Richiesta autorizzazione all'esercizio di attività estrattiva nella Cava di Marmo Rosso di Levanto denominata Campuettin* (Studio Associato di Geologia, 2012);
- consultazione della cartografia relativa al Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (Ambito 17) al P.A.I. Dissesti e al P.G.R.A. ed esame degli studi geologici connessi al P.U.C. del Comune di Ne;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;
- valutazione dei dati relativi ad una stesa sismica a rifrazione effettuata nel 2017 nella zona di riordino, al fine di stabilire la potenza dei materiali di risulta;
- valutazione dei dati relativi a tre sondaggi a rotazione con carotaggio continuo (2020), al fine di valutare l'estensione, le caratteristiche e la qualità del giacimento residuo;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini e redazione del presente rapporto tecnico riassuntivo di tutte le indagini svolte.

I rilievi topografici con le relative restituzioni grafiche relative alla Variante sostanziale sono stati operati dal geom. Ugo Musante dello studio associato A. Dasso, E. Faedda e U. Musante e costituiscono parte integrante del presente studio.

1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti a livello nazionale e regionale ed in particolare:

A. attività di cava

- Regio decreto 29 luglio 1927, n.1443: *Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere* [nel Regno]. Il presente decreto è aggiornato e coordinato al d.lgs. 4 agosto1999, n.213;
- Legge 30 luglio 1990, n. 221:Gazz. Uff., 7 agosto 1990, n. 183 *Nuove norme per l'attuazione della politica mineraria;*
- Legge del 10/04/1979 n. 12: *Norme sulla disciplina della coltivazione di cave e torbiere (s.m.i.)*;
- Legge del 30/12/1993 n. 63: *Disposizioni relative al rilascio di permesso di ricerca e all'esercizio di attività di cava e torbiera*. Modificazioni ed integrazioni alla legge regionale 10 aprile 1979 n. 12;
- Legge del 01/09/1995 n. 46: *Modifiche alla Legge regionale 30 dicembre 1993 n. 63 in materia di cave e torbiere*. B.U.R.L. n.15 del 20 settembre 1995;
- Legge Regionale 24 luglio 2001 n. 21: *"Disciplina delle varianti al Piano Territoriale Regionale delle attività di cava. Integrazioni e modifiche alle leggi regionali 10 aprile 1979 n. 12 (norme sulla disciplina della coltivazione di cave e torbiere), 22 gennaio 1999 n. 4 (norme in materia di foreste e assetto idrogeologico) e 21 giugno 1999 n. 18 (adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia)."* Bollettino Ufficiale Regionale 01/08/2001 n. 07.
- Legge Regionale n.12 del 05.04.2012 e s.m.i. "*Testo unico sulla disciplina dell'attività estrattiva"*
- *D.G.R. n. 671 del 26.07.2019 "Disciplina dei materiali inerti lavorabili presso gli impianti di cava e degli impianti di recupero negli ambiti di attività estrattiva – Sostituzione D.G.R. 1346/2013".*
- *D.G.R. n. 672 del 26.07.2019 "Disciplina dei materiali da impiegare nelle riqualificazioni delle cave. – Modifica delle Linee Guida approvate con DD.GG.RR. 141/2008, 141/2010 e 431/2015. – Disciplina dei residui di lavorazione dell'ardesia. – Sostituzione D.G.R. 1346/2013".*

Attualmente è in vigore il nuovo Piano territoriale regionale delle attività di cava (P.T.R.A.C.) approvato dalla Regione Liguria con deliberazione del Consiglio Regionale n.78 del 26 maggio 2020 così come previsto dalla legge regionale n.12 del 5 aprile 2012 "Testo unico sulle attività estrattive".

La cava in oggetto è censita nel P.T.R.A.C. Sono di seguito riassunti gli elementi tratti dalla scheda di progetto:

- Scheda N. 07. GE. 02
- Ambito: Val Fontanabuona – Val Graveglia
- Denominazione cava: Campuettin
- Provincia: Genova

- Comune di Ne
- Località Campuettin
- Materiale estratto: Oficalcite
- regime normativo: CA

Relativamente alla tipologia del materiale e al suo utilizzo prevalente si specifica che il giacimento è costituito da oficalcite rossa e verde utilizzata in prevalenza per la produzione di massi di grandi dimensioni; il sistema di coltivazione è a cielo aperto con modalità di coltivazione del fronte a gradoni e a fossa e con sistema di abbattimento meccanico associato a malte espansive.

B. norme tecniche

- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018 (*"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"*);
- Circolare 21.01.2019 n. 7 C.S.LL.PP. *("Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018*

C. norme di pianificazione del territorio

C1. pianificazione regionale e interregionale

Carta del Reticolo Idrografico Regionale (FIGURA 2A): sono indicati due rami terminali del reticolo idrografico del T. Gromolo che drenano il complesso estrattivo.

In sede progettuale è stata affrontata una criticità idraulica derivata dalla presenza di una tombinatura in corrispondenza dell'intersezione della strada con il Rio Cento Macelli, ritenuta inadeguata dal punto di vista dimensionale.

E' previsto il superamento di tale criticità nel corso della fase preparatoria, in quanto è stato progettato l'adeguamento idraulico della tombinatura e la realizzazione di una vasca di sedimentazione sul lato monte della stessa.

- **Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico** (T. Gromolo, Ambito 17), approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 68 del 12.12.2002, redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ("Decreto Sarno"), convertito in Legge 267/98:

i) nella carta della franosità reale non è segnalato alcun fenomeno franoso in atto o potenziale per l'area di cava e per l'immediato intorno;
ii) nella carta della suscettività al dissesto il sito d'intervento è inserito nelle aree speciali (cave attive). Come indicato nelle norme del Piano, art. 16 comma 6, nelle aree definite come classi speciali (cave attive, miniere attive e discariche in esercizio) vigono gli specifici Piani di Settore (FIGURA 2B).

- **Piano per l'Assetto Idrogeologico**: nella carta pericolosità da dissesti di natura geomorfologica del P.A.I. (Piano vigente dal 08.04.2024) il complesso estrattivo è classificato nelle Aree speciali di tipo A confermando i contenuti del P.d.B. (FIGURA 2B).

C2. Pianificazione comunale

Con riferimento agli studi geologici a corredo del **P.U.C. del Comune di Ne** si osserva che il sito d'intervento è classificato nelle zone di versante classificate CVAE, definite come *"aree di cava attiva in attesa di esaurimento*.

2.0 PERCORSO AMMINISTRATIVO

Per la sistemazione delle aree in oggetto, interessate da un'attività estrattiva pregressa, era stata presentata in data 22 agosto 2001 istanza di rinnovo della autorizzazione regionale e contestuale variante al programma di coltivazione dalla Ditta Oneto Antonio, con sede in Via Crocetta 25 Leivi.

Successivamente il sig. Giulio Alloro in qualità di titolare della ditta omonima (proprietà trasferita ad oggi mediante voltura alla Società Cave di Frisolino s.r.l.), ha acquistato i terreni di pertinenza della cava in oggetto ed ha richiesto, con istanza del 3 giugno 2005, l'autorizzazione al proseguimento dell'attività estrattiva a proprio nome, con le modalità operative indicate nel progetto di variante autorizzato.

L'area di cava necessitava tuttavia di interventi di riordino e razionalizzazione degli spazi di lavoro, interventi propedeutici al proseguimento ed al completamento dell'attività estrattiva.

E' stata pertanto avviata la procedura relativa al **permesso di ricerca,** volto ad accertare la qualità, la consistenza e l'economicità del giacimento in funzione del suo possibile sfruttamento: essendo in presenza di una cava già coltivata in epoche precedenti, la procedura da porre in atto rendeva necessarie una serie di operazioni volte al riordino del complesso estrattivo e, successivamente, alla ricerca mineraria in s.s., in funzione del possibile completamento della fase estrattiva e dell'avvio degli interventi di sistemazione finale.

La conclusione dell'iter autorizzativo relativo al *Permesso di Ricerca* è stata comunicata alla Ditta proponente con Nota del S.U.A.P. del Comune di Ne del 03.07.2019.

La Dichiarazione di fine lavori di riordino connessi al permesso di ricerca e di conformità delle opere eseguite rispetto al progetto autorizzato è stata trasmessa con Relazione dello scrivente Studio datata 12 maggio 2021.

Successivamente è stato avviato presso la Regione Liguria, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, *Settore Valutazione Impatto Ambientale e Sviluppo Sostenibile* il procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA, relativo al progetto per la riattivazione della Cava di marmo denominata "Campuettin", sita nel Comune di Ne volta al completamento dell'attività estrattiva, alla profilatura definitiva e alla ricomposizione ambientale del sito.

Contestualmente alla notifica di emissione del Decreto Dirigenziale n. 6048 del 22 ottobre 2021 (n. rif. S802) relativo alla conclusione del procedimento di verifica di assoggettabilità, è stato comunicato alla ditta proponente che *non è necessario assoggettare il*

progetto al procedimento di V.I.A. in quanto lo stesso non incide sugli aspetti ambientali e non prefigura impatti negativi e significativi sull'ambiente, fermo restando il rispetto di alcune condizioni ambientali che hanno reso necessario un elaborato integrativo alla documentazione prodotta per la Verifica di Assoggettabilità.

La relazione integrativa, completa di tutti gli allegati richiesti, è stata prodotta in data 24 novembre 2021 ("*Integrazioni alla verifica di Assoggettabilità a V.I.A.*").

La verifica di ottemperanza alle condizioni ambientali ex art.28 del D.Lgs n. 152/2006 è stata comunicata alla Ditta proponente dalla Regione Liguria, *Settore Valutazione Impatto Ambientale e Sviluppo Sostenibile* con Nota del Dirigente Responsabile del Settore del 14 gennaio 2022 (Rif. S802).

Sulla scorta di quanto sopra è stato possibile procedere alla "*Richiesta autorizzazione all'esercizio di attività estrattiva nella cava di marmo Rosso di Levanto denominata "Campuettin" nel Comune di Ne (Genova)"* indirizzata al Dipartimento Sviluppo Economica, *Settore Attività Estrattive* della Regione Liguria.

L'iter autorizzativo si è concluso con un provvedimento complessivo emanato dal S.U.A.P. del Comune di Ne in data 28.09.2022 (prot n. 8907) nel quale veniva comunicata la "*Determinazione di conclusione della Conferenza dei Servizi decisoria*" relativa all'istanza di autorizzazione all'esercizio dell'attività estrattiva della Cava Campuettin.

A seguito della conclusione dell'iter amministrativo è stato dato l'avvio ai lavori di coltivazione del giacimento nel mese di marzo 2023.

3.0 CARATTERISTICHE GENERALI DELLA ZONA

Il terreno in esame è ubicato sul versante orografico destro del rio Beuchi, tributario del T. Gromolo, ad una quota compresa tra 610 m e 670 m s.l.m.

Per la redazione della cartografia tematica è fatto riferimento alla "Carta Geologica delle Ofioliti del Bargonasco e dell'alta Val Graveglia (FIGURA 3A) in scala 1:25.000" a cura di G. Abbate et al. (1980) ed alla cartografia regionale, C.A.R.G. 2006, (FIGURA 3B) oltre agli studi geologici citati in premessa.

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Nell'area delimitata dal crinale spartiacque facente capo al M. Bianco e all'area di cava affiorano Formazioni appartenenti all'Unità di Monte Porcile ed in particolare:

- **Calcari a Calpionelle**, occupano la *Cresta del M. Bianco* ed il versante in sinistra orografica del *T. Graveglia*, sono rappresentati da strati medi e potenti di calcari micritici bianchi, con lenti selcifere e con subordinate intercalazioni di materiale argillitico;
- **Diaspri di M. Roccagrande**, si ritrovano in uno stretto lembo ad andamento sinuoso circa parallelo alla *Cresta del M. Bianco*. La Formazione, dal caratteristico colore rossastro, è costituita da livelli sottilmente stratificati e intensamente ripiegati di

radiolariti rosse e verdi, con concentrazioni di minerali di manganese e livelli di peliti argilloso-silicee subordinate;

- **Brecce di M. Bianco e Iscioli**, interessano ridotte porzioni di versante in corrispondenza del toponimo *Costa Bianca;* sono rappresentate da brecce di natura ofiolitica intercalate stratigraficamente tra i diaspri e le serpentiniti. Sono costituite da clasti di serpentinite, oficalcite, basalto e gabbro in matrici carbonatiche ma soprattutto serpentinitiche;
- **Oficalciti di Iscioli**, rappresentano masse isolate all'interno delle serpentiniti, oggetto da tempo di sfruttamento ai fini estrattivi e sono direttamente osservabili nell'area di cava. Si tratta di serpentiniti brecciate con caratteristiche vene di calcite bianca con tonalità variabili dal rosa, per la presenza di ematite, al verde;
- **Serpentiniti del Monte Bossea**, costituite da serpentiniti e peridotiti serpentinizzate con relitti mineralogici a spinello e plagioclasio.

Le formazioni affioranti in zona appartengono ad un unico fianco rovescio di una piega polifasata a grande scala, con asse in direzione NW-SE, di cui le ofioliti costituiscono il nucleo. Il motivo strutturale individuato giustifica lo stato di tettonizzazione delle Formazioni in esame, che si traduce nell'intensa laminazione delle rocce verdi.

L'assetto generale delle formazioni sedimentarie, affioranti lungo la *Cresta del M. Bianco,* prevede un'immersione verso E ed inclinazione variabile tra 30° e 50°.

In termini geomorfologici l'areale di studio è situato nella parte mediana di un versante ad acclività medio-alta, che dal crinale di M. Bianco si sviluppa in direzione sud verso la valle del Rio Beuchi.

Le condizioni di superficie del versante appaiono piuttosto omogenee, con la presenza pressoché continua di un sottile orizzonte sciolto di natura eluvio-colluviale in associazione a diffusi affioramenti di litotipi ofiolitici.

Coltri più potenti di natura detritico-colluviale sono localizzate in corrispondenza delle porzioni medio-basali dei versanti e nelle aree conformate ad impluvio.

L'incidenza antropica sul comparto di studio è molto bassa e limitata alle attività estrattive pregresse della cava "Campuettin", che hanno determinato modifiche significative rispetto alla configurazione naturale del pendio.

Altre forme antropiche sono riconoscibili lungo la strada di accesso all'area estrattiva, dove è individuabile un insediamento abitativo in un contesto agricolo; le restanti porzioni del versante, invece, mantengono l'assetto geomorfologico-vegetazionale originario, con ampie zone vegetate e boscate.

3.2 PROFILO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Lo schema dei deflussi superficiali nell'area in esame fa riferimento diretto al sottobacino del Rio Cento Macelli, che scorre lungo il margine occidentale dell'area di cava; il Rio è un affluente in destra orografica del Rio Beuchi; quest'ultimo confluisce in destra orografica nella valle di Costalunga originando il rio Secco, uno dei principali tributari in orografica destra del T. Gromolo.

Una seconda via di deflusso trae origine a partire dal margine orientale dell'area di cava, e dopo la confluenza con il Rio cento Macelli, si immette nel Rio Beuchi, favorendo il regolare deflusso delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal settore orientale.

In condizioni di normale piovosità, nonostante tutte le vie di corrivazione abbiano subito interventi antropici più o meno intensi, che ne hanno parzialmente alterato l'andamento, l'area presenta regolare drenaggio delle acque di ruscellamento; durante gli eventi di maggiore intensità si possono verificare, tuttavia, fenomeni di ruscellamento e di locale erosione non incanalata, a causa dell'elevata acclività delle scarpate e dell'assenza di copertura vegetale.

Per quanto attiene alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni che contraddistinguono il settore in esame, si precisa quanto segue:

- le coperture eluvio-colluviali di pendio, per la presenza influente di matrice fine, si ritengono permeabili per porosità con coefficienti da medi a bassi;
- i materiali di riporto e gli scarti di lavorazione sono da ritenersi corpi permeabili per porosità ma con coefficienti elevati;
- il basamento roccioso, impermeabile in condizioni di integrità, è da ritenersi invece permeabile, almeno nei livelli superficiali, in considerazione del grado di fratturazione acquisito. Un particolare significato idrogeologico assumono le discontinuità tettoniche, che rappresentano vie di deflusso preferenziale; si deve ritenere, infatti, che l'acqua possa saturare le fratture in profondità e possa trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra le discontinuità stesse.

4.0. CONSIDERAZIONI SULLO STATO DELL'AREA

4.1. LINEAMENTI GENERALI

L'area di cava è individuabile nel versante meridionale del M. Bianco, in una fascia altitudinale compresa tra 600 e 670 m s.l.m. L'accesso al polo estrattivo avviene da W verso E attraverso una strada sterrata di raccordo con la viabilità comunale.

Per la lavorazione e la preparazione dei blocchi di oficalciti viene utilizzato un ampio piazzale, con presenza delle attrezzature per il taglio e per le attività di stoccaggio e carico del materiale.

La viabilità interna di collegamento tra tale settore e la porzione sottostante si sviluppa nel settore orientale lungo una rampa ricavata dall'incisione del versante originario, mentre un'altra strada di accesso si diparte in direzione opposta e collega la parte basale del polo estrattivo con l'area destinata in origine alla decantazione dei fanghi.

Nella configurazione precedente al riordino dell'area a scopo di ricerca mineraria lo spessore dell'orizzonte sciolto superficiale tendeva ad aumentare procedendo verso W, anche a causa delle attività di estrazione pregresse, fino a raggiungere una potenza plurimetrica in corrispondenza della scarpata sottostante il margine occidentale del piazzale superiore.

Si trattava, in massima parte, di materiale inerte rimaneggiato e di scarti di lavorazione, rappresentati da blocchi e scaglie lapidee eterogenee ed eterometriche, immersi in una matrice sabbioso-limosa.

Tale accumulo era delimitato a N e a W da un solco di erosione concentrata che ancora oggi convoglia le acque di ruscellamento provenienti dal piazzale di stoccaggio e le immette in un'area conformata ad impluvio, drenata da una via di corrivazione posta sulla traccia del Rio Cento Macelli.

4.2. CARATTERISTICHE GEOMINERARIE

Le osservazioni geologico-strutturali e mineralogico-petrografiche svolte nel settore sommitale del complesso estrattivo hanno permesso una distinzione delle litologie affioranti: le brecce ofiolitiche ("oficalciti") e le serpentiniti (FIGURA 4).

Le oficalciti, appartenenti alle Oficalciti di Iscioli, sono predominanti e ben iderntificabili nel settore centrale del complesso estrattivo: si tratta di rocce composte da frammenti di serpentiniti e basalto di varie dimensioni, legati da una matrice e da un cemento di precipitazione chimica costituito da carbonato di calcio. La colorazione rossastra dei clasti di serpentinite, della matrice e del cemento carbonatico è invece legata alla circolazione, all'interno della massa rocciosa, di soluzioni prevalentemente acquose ricche di sali minerali, che hanno causato processi di ossidazione dei minerali ferrosi (magnetite).

L'estremo settore occidentale, e la porzione di versante ubicata a nord del giacimento sono caratterizzati invece dall'affioramento di termini serpentinitici, giustapposti alle oficalciti attraverso un contatto tettonico ed una fascia cataclastica di transizione. Le condizioni di conservazione delle serpentiniti appaiono scadenti, con un evidente stato di alterazione e degradazione dei litotipi ed un elevato grado di fratturazione. Tali litotipi non vengono coinvolti nel processo estrattivo.

4.3. MATERIALI DI RISULTA

Come si evince dalla descrizione precedente in tutta l'area di cava erano presenti in grande abbondanza materiali di risulta derivanti sia dalla attività estrattiva pregressa sia dallo scotico delle coltri naturali.

I materiali esaminati presentavano una granulometria eterogenea, inquadrabile in prevalenza nel campo delle sabbie e delle ghiaie, ma comprendente ciottoli, trovanti e massi.

I lavori di preparazione dell'area, effettuati da quota 620 m s.l.m. fino a quota 640 m s.l.m. hanno comportano una selezione granulometrica per un parziale utilizzo del materiale, in particolare sabbie ghiaie e trovanti, ed una ridistribuzione dei materiali stessi all'interno dell'area estrattiva.

Questa operazione ha favorito la creazione di uno spazio necessario alle operazioni di ricerca mineraria che, sostanzialmente, ha riportato i profili della zona superiore alla situazione naturale precedente il rimaneggiamento dell'area.

La ridistribuzione del materiale è stata programmata tenendo conto delle caratteristiche granulometriche risultanti dai processi di selezione.

In particolare, relativamente ai massi ed ai trovanti di grosse dimensioni, è stata realizzata una zona di stoccaggio.

I materiali con frazione medio grossolana (sabbie grosse, ghiaie, ciottoli e piccoli trovanti) sono stati distribuiti all'interno del complesso estrattivo.

Una parte del materiale è stata utilizzata per la sistemazione e il consolidamento del fondo del tratto di pista di servizio presente nel settore orientale del complesso estrattivo, da quota 625,00 a quota 635 m s.l.m.

Una certa quantità di materiali residui, miscelati in maniera tale da ricoprire un ampio spettro granulometrico, è stata utilizzata infine per la sistemazione e il consolidamento del fondo lungo la strada di servizio esistente, che conduce al complesso estrattivo e che costituisce il collegamento essenziale con la strada provinciale n. 88.

4.4. AVVIO DELLA FASE ESTRATTIVA

Al termine delle operazioni di riordino e preparazione dell'area è stato possibile procedere alla esecuzione di alcuni sondaggi geognostici a scopo di ricerca mineraria.

Una volta ultimate le fasi preparatorie è stato dato l’avvio alla fase estrattiva oggetto di autorizzazione regionale.

Nel corso delle operazioni di scavo iniziali si è verificato, in corrispondenza del limite superiore della zona estrattiva, caratterizzato da pareti denudate con inclinazione superiore a 60°, il crollo di masse rocciose movimentatesi nell’ambito del complesso roccioso serpentinitico.

L’evento franoso, intervenuto nella notte fra il 23 e il 24 ottobre 2023, ha comportato l’interruzione delle attività estrattive e l’emanazione da parte della ASL competente di un provvedimento di sicurezza ai sensi art. 674 del D.P.R. 128/59.

A seguito dell’evento è stato presentato al comune di Ne un progetto per la riprofilatura completa di tutta la porzione di versante sovrastante la zona estrattiva.

L’autorizzazione ai lavori di messa in sicurezza del fronte roccioso è stata rilasciata dal Comune di Ne mediante un Permesso di Costruire n. 4362 del 09.09.2024 (Prot. 6843).

I lavori di riprofilatura sono terminati in data 14.03.2025 e in data 17.03.2025 sono ripresi i lavori di coltivazione del giacimento ofiolitico.

4.5. MOTIVAZIONI DELLA VARIANTE

I lavori di riprofilatura del versante superiore hanno determinato la produzione di una grande quantità di materiale di risulta che è stato allocato temporaneamente nella zona intermedia del complesso estrattivo nell’area sottostante la zona di coltivazione in atto.

Per procedere alle operazioni di sbasso successive occorre tuttavia movimentare una parte del materiale di risulta accumulato e posizionarlo in un altro sito, sempre all’interno del complesso estrattivo.

E' stata individuata allo scopo un'area esterna alla zona di coltivazione s.s. che si presta a tale soluzione essendo ubicata fra due rami della strada di accesso alla zona estrattiva.

Lo studio tecnico DFM, incaricato dalla proprietà, ha prodotto la cartografia relativa a tale soluzione progettuale, che sottintende la predisposizione di una variante sostanziale al piano di coltivazione, in quanto non era prevista nelle ipotesi iniziali di posizionamento e ridistribuzione dei materiali di risulta.

5.0. INDAGINI IN SITO A CARATTERE BIBLIOGRAFICO

5.1. PROSPEZIONI GEOFISICHE 2017

Al fine di determinare la risposta dinamica del sottosuolo e individuare le principali unità sismostratigrafiche con le relative proprietà meccanico elastiche, antecedentemente ali lavori di riordino è stata svolta una prospezione sismica superficiale a rifrazione, con la tecnica delle onde di compressione V_p.

In dettaglio lungo il versante dove erano sono stati accumulati i materiali di scarto provenienti dall'attività di cava (FIGURA 5a) è stato svolto n.1 stendimento della lunghezza complessiva di 53 m, secondo le specifiche elencate nella seguente tabella:

Profilo	Tipo	Lg	Lt	Geof.	Int.g	Shot
1	Rifrazione	33	53	12	3	7

dove $\boldsymbol{L_g}$ lunghezza della stesa coperta dai geofoni - $\boldsymbol{L_t}$ lunghezza complessiva della stesa compresi gli shot esterni - ***Geof.*** numero di canali (geofoni) utilizzati - $\boldsymbol{Int_g}$ spaziatura tra i geofoni - ***Shot*** numero delle energizzazioni effettuate.

Da un'attenta analisi delle dromocrone è stato possibile riconoscere una situazione a tre strati, con un cambio di pendenza sulle dromocrone stesse:

- in superficie è presente un primo orizzonte di spessore compreso tra un minimo di 1.8 m a ovest fino ad un massimo di 4.3 m in ispessimento procedendo da est verso ovest, con velocità delle onde sismiche oscillanti tra 400 m/s e 500 m/s, ascrivibile a materiali grossolani sciolti o poco addensati derivanti dall'attività di cava, in condizioni di naturale umidità;
- al di sotto si rileva un livello caratterizzato da velocità più elevate delle onde sismiche, comprese fra 1100 m/s e 1300 m/s, riconducibile sempre a depositi derivanti dall'attività di cava, di pezzatura grossolana con blocchi e pietrame, maggiormente addensati, in rapido approfondimento procedendo da est verso ovest, fino a profondità tra 3.0 e 10.5 m dal p.c.
- al di sotto si rileva un livello caratterizzato da velocità più elevate delle onde sismiche, comprese tra 2600 m/s e 2800 m/s, fino a profondità superiori a quelle d'indagine; l'orizzonte è assimilabile al substrato roccioso di natura ofiolitica,

seppure fratturato e degradato negli orizzonti superficiali, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione.

I dati identificativi ed i parametri di acquisizione, oltre ai risultati in forma grafica delle prospezioni geofisiche eseguite, sono raccolti nella relazione sismica in allegato (ALLEGATO 2).

5.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE 2020

Al fine di valutare l'entità del giacimento sono stati realizzati, nella posizione indicata in Figura 4, 2 sondaggi a rotazione ad asse verticale e carotaggio continuo (S1 e S3), ubicati rispettivamente in corrispondenza del piazzale a quota circa 639 m s.l.m. e del piazzale a quota 628 m s.l.m. La lunghezza di ciascuna perforazione è pari a 20 m.

A completamento della campagna geognostica è stato realizzato 1 sondaggi a rotazione ad asse orizzontale e carotaggio continuo (S2) a quota 621 m s.l.m ed ortogonale alla linea monte valle congiungente i due fori verticali. La lunghezza della perforazione è pari a 20 m.

La rimozione dei materiali di risulta ha permesso di installare la sonda direttamente in roccia su ogni punto di perforazione e la sequenza del materiale campionato indica la presenza del basamento lapideo senza soluzione di continuità.

Il materiale campionato è riconducibile in netta prevalenza a "Verde Imperiale" con locali passaggi a "Rosso Antico".

Nella sequenza si alternano livelli massivi, nettamente prevalenti, con valori di RQD compresi fra il 60% - 80% a rarissimi livelli più fratturati con valori di RQD più bassi.

I campioni di materiale prelevato confermano la possibilità di sfruttare il giacimento per l'estrazione di massi di elevato tonnellaggio (3°, 4° e 5° categoria) adatti per la realizzazione di scogliere a mare o difese fluviali.

Nei livelli di Rosso Antico o di passaggio fra le due litologie prevalenti, con buone caratteristiche di compattezza e di colorazione, non si esclude l'utilizzo per la produzione di lastre a scopo ornamentale.

6.0. ASSETTO STRATIGRAFICO E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Nel complesso dell'area estrattiva sono presenti diverse unità con caratteristiche fisico-meccaniche differenti: la copertura sciolta rimaneggiata, i terreni di riporto e gli scarti di lavorazione delle attività di cava, il substrato roccioso indifferenziato (oficalciti e serpentiniti).

Il profilo stratigrafico della zona ove è prevista la sistemazione dei materiali di risulta è meno complessa e prevede, in sintesi, la sovrapposizione dei materiali di risulta sul basamento lapideo di natura serpentinitica come si evince dalle 2 sezioni stratigrafiche interpretative, ricostruite sulla base del rilievo originale dell'area.

Sono di seguito attribuiti alle diverse unità individuate i parametri geotecnici e geomeccanici medi, desunti dall'esperienza personale e dal confronto con prove di laboratorio condotte su materiali simili.

6.1. COPERTURA SCIOLTA RIMANEGGIATA

Le coperture sciolte rimaneggiate sono presenti con uniformità solo in alcuni settori marginali alla cava: lo spessore della coltre, funzione dello stato dei luoghi, varia fino a 2 m, mentre la granulometria è ben gradata; il terreno può essere descritto come sabbia limosa con ghiaia mentre il relativo comportamento geotecnico non è facilmente riconducibile ad una tipologia ben definita.

Si può indicare una densità secca tra 15 e 16 kN/m^3, mentre in condizioni naturali il peso di volume si attesta su valori tra 18 e 19 kN/m^3. La densità relativa risulta medio-bassa, comunque crescente all'aumentare della tensione litostatica; per quanto attiene ai parametri meccanici, si può indicare un angolo di resistenza al taglio tra 30° e 32° ed una coesione nulla.

6.2. RIPORTO E SCARTI DI COLTIVAZIONE

Il materiale di risulta, legato alle attività di riprofilatura del versante superiore presenta spessori plurimetrici ed è costituito da trovanti, ghiaia, scaglie lapidee, in matrice sabbioso-limosa. Il comportamento geotecnico, data la natura del terreno ed il rimaneggiamento subito, è da assimilare con certezza ad un mezzo granulare.

Sulla base delle indicazioni bibliografiche, tenendo presente la granulometria molto grossolana ed il grado d'addensamento, si può stabilire un peso di volume di 20-22 kN/m^3; per quanto riguarda la resistenza al taglio, si può assegnare all'angolo di attrito un valore di 38°-40° mentre la coesione drenata è da ritenersi nulla o trascurabile (0 – 4 kPa).

6.3. SUBSTRATO ROCCIOSO

Il basamento lapideo di riferimento nell'area dove è prevista la sistemazione del materiale di risulta è rappresentato dalla formazione delle Serpentiniti del Monte Bossea, costituite da serpentiniti e peridotiti serpentinizzate con relitti mineralogici a spinello e plagioclasio**.**

Al fine di derivare i parametri di resistenza medi dell'ammasso roccioso si è scelto di adottare, nel caso dell'analisi di stabilità del rilevato in progetto, il modello continuo-equivalente.

I parametri di resistenza al taglio sono stati desunti con l'inviluppo a rottura stabilito con il criterio empirico di Hoek-Brown (Hoek Et al., 2002), adottando un valore del peso di volume di 26 kN/m^3; una costante mi di 10 ± 7 ("schists") ed un fattore di disturbo (D) pari a 0.7.

In ragione del differente stato di conservazione dell'ammasso si è scelto di effettuare l'analisi secondo un approccio statistico combinando tre differenti indici del G.S.I. nel range 46-60 e di resistenza alla compressione monoassiale nel range 30-40 MPa, considerando i valori minimi rilevati e derivando i valori di coesione, angolo di attrito e modulo elastico, validi entro un valore tensionale di 0.25 – 0.35 MPA.

La sintesi di quanto ottenuto è riportata nella tabella sottostante:

G.S.I.	Res. Compr. Monoass. (MPa)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)	Modulo Elastico (MPa)
46	30	144	45.9	999
46	35	156	46.9	999
46	40	168	47.8	999
53	30	193	48,6	1560
53	35	213	49,66	1560
53	40	233	50,5	1560
60	30	277	51,0	2408
60	35	311	51,9	2408
60	40	344	52,6	2408
Valori medi		**226.5**	**49.4**	**1655.7**
COV (%)		**40**	**10**	**40**

Tabella 1: definizione dei valori medi dell'ammasso roccioso

7.0 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Il valore caratteristico di un parametro si ottiene tramite una caratterizzazione dell'intera distribuzione statistica dei dati d'interesse mediante una stima puntuale a carattere cautelativo (modello semi-probabilistico). Tale stima è generalmente individuata da un basso percentile, calcolato sulla distribuzione del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite.

Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite e adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza.

In particolare, è stato scelto di adottare un metodo in cui la derivazione del valore caratteristico è definita sulla probabilità calcolata del 5% che ci sia un valore inferiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite. Nel caso in esame la definizione dei parametri caratteristici è stata ottenuta ricorrendo alla seguente formulazione, valida nel caso di stime statistiche in presenza di dati d'ingresso numericamente ridotti:

$$Nk = Nm \pm 1{,}645*COV/\sqrt{n})$$

dove: Nm = valore medio del parametro; COV= coefficiente di variazione corrispondente al rapporto tra la deviazione standard della popolazione e la media della popolazione; n= numerosità del campione

La stima statistica dei parametri della copertura sciolta rimaneggiata e del materiale di riporto (scarti di lavorazione) è stata valutata su base bibliografica mentre per la definizione delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso è stato utilizzato il programma di calcolo Rock-Lab come indicato al paragrafo precedente.

I valori dei parametri caratteristici così ottenuti sono riportati nella tabella che segue:

Materiali	Angolo di attrito	Coesione kPa	Peso di volume
Riporto	37,11	3,17	21,00
Copertura sciolta	28,06	0	18.50
Substrato	46,71	165,70	26

Tabella 2: definizione dei valori caratteristici dei materiali

8.0 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Secondo quanto contenuto nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni, a livello progettuale risulta necessario controllare il grado di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che si possono verificare nel sito in oggetto e valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, attraverso la definizione dell'entità e delle caratteristiche dell'azione sismica.

Ai fini della presente normativa, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri: ag = accelerazione orizzontale massima del terreno; F0 = 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. Le analisi sono state effettuate per diversi stati limite secondo lo schema sotto riportato, considerando per ciascun stato limite valori di tempo di ritorno (TR) calcolati rispetto al periodo di riferimento VR.

Stato Limite		PV_R
Sati limite di esercizio SLE	Operatività SLO	81%
	Danno SLD	63%
Stati limite ultimi SLU	Salvaguardia della vita SLV	10%
	Prevenzione dal collasso SLC	5%

I parametri necessari per le verifiche agli stati limite in condizioni sismiche sono stati derivati con apposito programma di calcolo, imponendo, in assenza di specificazioni da parte del Progettista, una vita nominale VN dell'opera di 100 anni (opere ordinarie) ed una classe II (normale affollamento).

Al fine di ricavare i valori dei parametri a partire dai nodi del reticolo di riferimento per un assegnato periodo di ritorno, sono di seguito riportate le coordinate geografiche medie dell'area d'intervento.

Sito in esame: Cava Campuettin, Ne (Genova)				
Lat.: 44.328284 N	Long: 9.462278 E	Datum: ED50		
Classe: I	Vita nominale: 50 anni	Coeff. d'uso: 0.7		
Stato Limite	**Tr [anni]**	**ag**	**Fo**	**Tc*[s]**
Operatività (SLO)	30	0.038	2.499	0.212
Danno (SLD)	35	0.041	2.490	0.220
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.108	2.427	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.144	2.384	0.287
Periodo di riferimento per l'azione sismica: 35 anni				

Con riferimento al profilo stratigrafico proposto nel presente documento si può ritenere valida una categoria di sottosuolo di tipo A che comprende *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.*

Per quanto riguarda gli effetti topografici, ovvero la modifica all'azione sismica indotta dalla geometria superficiale del terreno, la morfologia del sito in esame è stata associata alla categoria T2 (inclinazione >15°).

Alla luce delle analisi sopra riportate sono stati individuati i coefficienti sismici relativi alle azioni sismiche di progetto riferite alla stabilità del sito:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.010	0.035	0.047
kv	0.005	0.005	0.018	0.023
Amax [m/s²]	0.452	0.486	1.273	1.690
Beta	0.200	0.200	0.270	0.270

Stabilità pendii

9.0 ANALISI DI STABILITA' DEL PROFILO DI SISTEMAZIONE INERTI

Le analisi di stabilità relative alla configurazione finale dell'area, dopo le opere di sistemazione, sono state condotte sulla base della caratterizzazione e della modellazione geologica del sito ricostruita in precedenza.

Le verifiche agli S.L.U. (in condizioni dinamiche) sono state condotte utilizzando l'approccio all'equilibrio limite (SLIDE V. 5.018, 2005), verificando la stabilità globale del versante applicando l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2 + M2 + R2).

I parametri di progetto dei materiali considerati, da utilizzare nelle verifiche, sono stati derivati riducendo i valori geotecnici caratteristici con il rispettivo coefficiente M2

I valori quindi utilizzati nelle analisi di stabilità sono riportati nella tabella sottostante:

Materiali	Angolo di attrito	Coesione kPa	Peso di volume
Riporto	31,18	2,53	21
Copertura sciolta	23,09	0	18.5
Substrato	40,34	132,56	26

Tabella 3: definizione dei valori di progetto dei materiali

Le verifiche sono state condotte in condizioni dinamiche (S.L.V.) ricavando le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica dalle seguenti relazioni:

$$FH = Kh \times W; \qquad FV = Kv \times W$$

dove: Kh = 0,035; Kv = 0,018

Le verifiche di stabilità all'equilibrio limite sono state condotte utilizzando il metodo Janbu corrected e Morgenstern-Price, validi per qualunque superficie di rottura di tipo circolare. In particolare, è stata utilizzata una maglia sufficientemente estesa per verificare tutti i possibili cerchi di scorrimento posti all'interno del versante.

L'opera di presidio della scarpata inferiore è stata simulata secondo il modello a "infinite strength" in modo da vincolare le superfici di scivolamento esclusivamente all'interno dei terreni sciolti.

I risultati ottenuti sono riassunti nel prospetto sottostante sia in condizioni dinamiche sia in condizioni statiche; le analisi di stabilità in forma grafica, solo in condizioni dinamiche, in quanto più sfavorevoli, sono riportate nell' ALLEGATO 4:

Condizioni dinamiche	Fs (GLE/Morgenstern-Price)	Fs (Janbu corrected)
Sezione A-A	1.196	1.209
Sezione B-B	1,446	1,464

Le verifiche condotte dimostrano che la **stabilità del pendio nella configurazione finale**, a livello globale, è garantita con un rapporto resistenze/azioni sempre superiore a 1.1 (R2), in ottemperanza a quanto disposto dalle normative vigenti in materia.

10.0. GIUDIZIO DI COMPATIBILITA' E CONCLUSIONI

In conclusione, dalle indagini svolte si può riassumere quanto segue:

- nel complesso estrattivo denominato Campuettin sono riprese le attività di coltivazione di un giacimento di oficalciti;
- la cava è classificata nel P.T.R.A.C. con la scheda N. 07. GE. 02 è coltivata a cielo aperto, con tecniche di abbattimento meccanico con macchina tagliatrice (piani orizzontali) associata a macchina perforatrice e polveri ad espansione (piani verticali) che consentono il controllo progressivo dei fronti di scavo e limitano, in assenza di esplosivi, il disturbo dell'ammasso roccioso;
- le problematiche insorte nella parte superiore del versante esterna alla zona Ca, sottoposta ad un provvedimento cautelativo ai sensi dell'art. 674, hanno reso necessaria la riprofilatura del fronte superiore per un'ampia porzione;
- a seguito della realizzazione dei nuovi profili in arretramento è stata prodotta una notevole quantità di materiali di risulta che sono stati allocati temporaneamente nelle zone disponibili all'interno del complesso estrattivo;
- i materiali prodotti in eccedenza, rispetto alle operazioni estrattive correnti, necessitano di operazioni di riordino per consentire la prosecuzione delle attività di coltivazione del giacimento;

- all'interno del complesso estrattivo è stata individuata un'area nella quale è possibile allocare i materiali di risulta realizzando un rilevato presidiato da una bastionatura in massi al piede e completato con due ordini di terre rinforzate;
- la configurazione in progetto consente di mantenere la pista di collegamento con l'area ove è prevista la ricomposizione finale della zona estrattiva;
- gli accertamenti analitici condotti dimostrano che le condizioni di stabilità globali del pendio sia nella configurazione finale di sistemazione degli inerti sono soddisfatte, con coefficienti di sicurezza superiori al limite normativo.

Si ritiene che le attività previste, conseguenti alla necessità di un riordino della zona estrattiva, siano compatibili con gli aspetti ambientali che caratterizzano il sito e possano portare ad un graduale miglioramento del comparto con il progressivo rinverdimento dell'accumulo di inerti.

Chiavari, 19 novembre 2025

Dott. Geol. Giacomo Canepa



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ABBATE E., BORTOLOTTI V., GALBIATI B., PRINCIPI G (1980) - Carta Geologica delle Ofioliti del Bargonasco e dell'alta val Graveglia. S.E.L.C.A. Ed., Firenze

BIENIAWSKI Z.T. (1989) - Engineering rock mass classification. J. Wiley & Sons Ed.

CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G. (1987) - Nota alla Carta Geologia delle Ofioliti del Bracco e ricostruzione della paleogeografia giurassico-cretacea - Ofioliti, 12(2),pp. 261-342

CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G.(1979) - Descrizione dettagliata di alcuni caratteristici affioramenti di brecce serpentinitiche della Liguria orientale ed interpretazione in chiave geodinamica. Ofioliti, 6, 47-76

DECANDIA M., ELTER P. (1972) - Carta geologica della zona del Bracco nel settore fra Levanto e M. Zatta. L.A.C., Firenze.

FACCINI F., FORNARO M., GIULIANI A., ROBBIANO A. (2008) – Valorizzazione storico-culturale del marmo Rosso Levanto: aspetti giacimentologici, geologico-ambientali ed applicativi. Volume speciale GEAM, 19-24.

HOEK E. E BROWN E.T.. (1988) – The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update, 18° Canadian Rock Mech. Symposium, Toronto

HOEK E., CARRANZA-TORRES C., CORKUM B. (2002) - Hoek-Brown failure criterion - 2002 edition. Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002.

MARINOS P. e HOEK E. (2000) - GSI: a geologically friendly tool for rock mass strenght estimation. GeoEng 2000, Melbourne.

PROVINCIA DI GENOVA – Area 06 Difesa del Suolo, Piani di Bacino ed Opere Ambientali (2002) - Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (Ambito 17). Redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ("Decreto Sarno")

RIZZI G. (2002) - Studi geologici connessi al P.U.C.. del Comune di Ne.

ROCLAB v.1.031 (2007) - Rock mass strenght analysis. Software freeware Rockscience inc. Toronto (Can).

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1970) - Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100000, F° 83 "Rapallo" 2° ed.

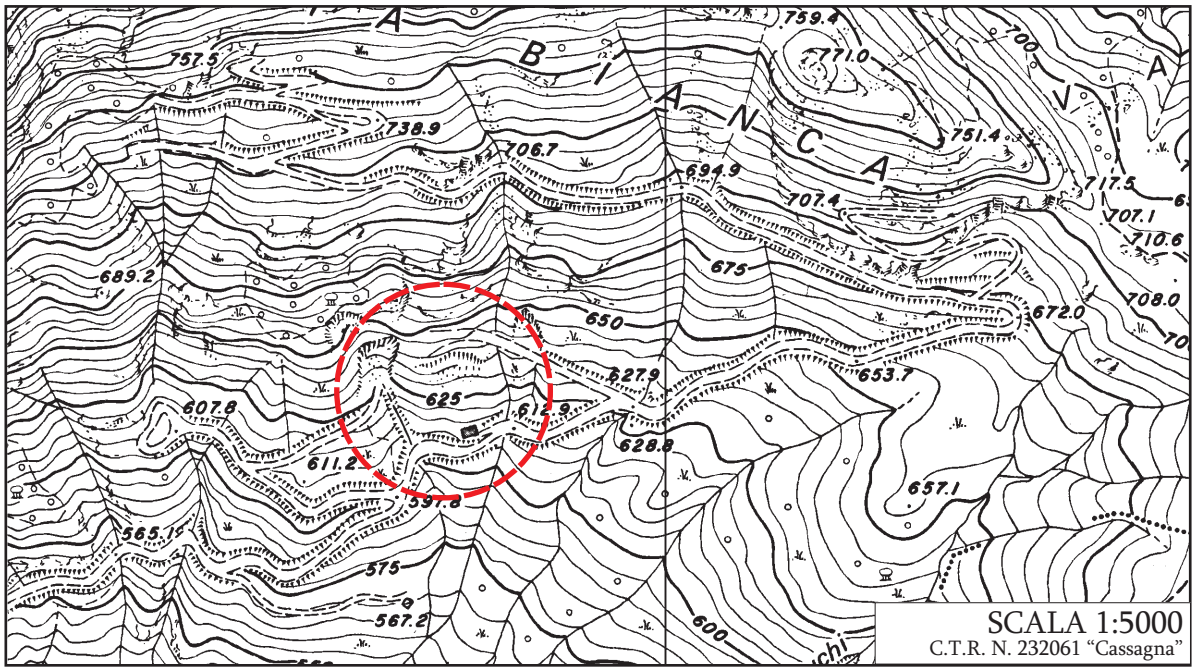
REGIONE LIGURIA (2006) – Cartografia geologica regionale

SLIDE v.5.021, (2007) - 2D limit equilibrium slope stability for soil and rock slopes Rockscience inc. Toronto.

ALLEGATO 1 – FIGURE E TABELLE

Figura n.	titolo	Scala:
1	Inquadramento cartografico	1:10000
2A	Reticolo Idrografico Regionale	non in scala
2B	Estratti cartografici P.d.B. e P.A.I.	non in scala
3A	Carta geologica (da Abbate et al., 1980)	non in scala
3B	Carta geologica (Estratto C.A.R.G. 2006)	non in scala
4	Carta geologico-geomorfologica	1:1000
5	Planimetria zona di intervento	1:1000
6	Sezioni stratigrafiche interpretative	

Tabella n.	titolo
1	Valori medi del GSI per ofioliti (da Marinos & Hoek, 2000)
2	Determinazione dei parametri caratteristici e di progetto A.R.

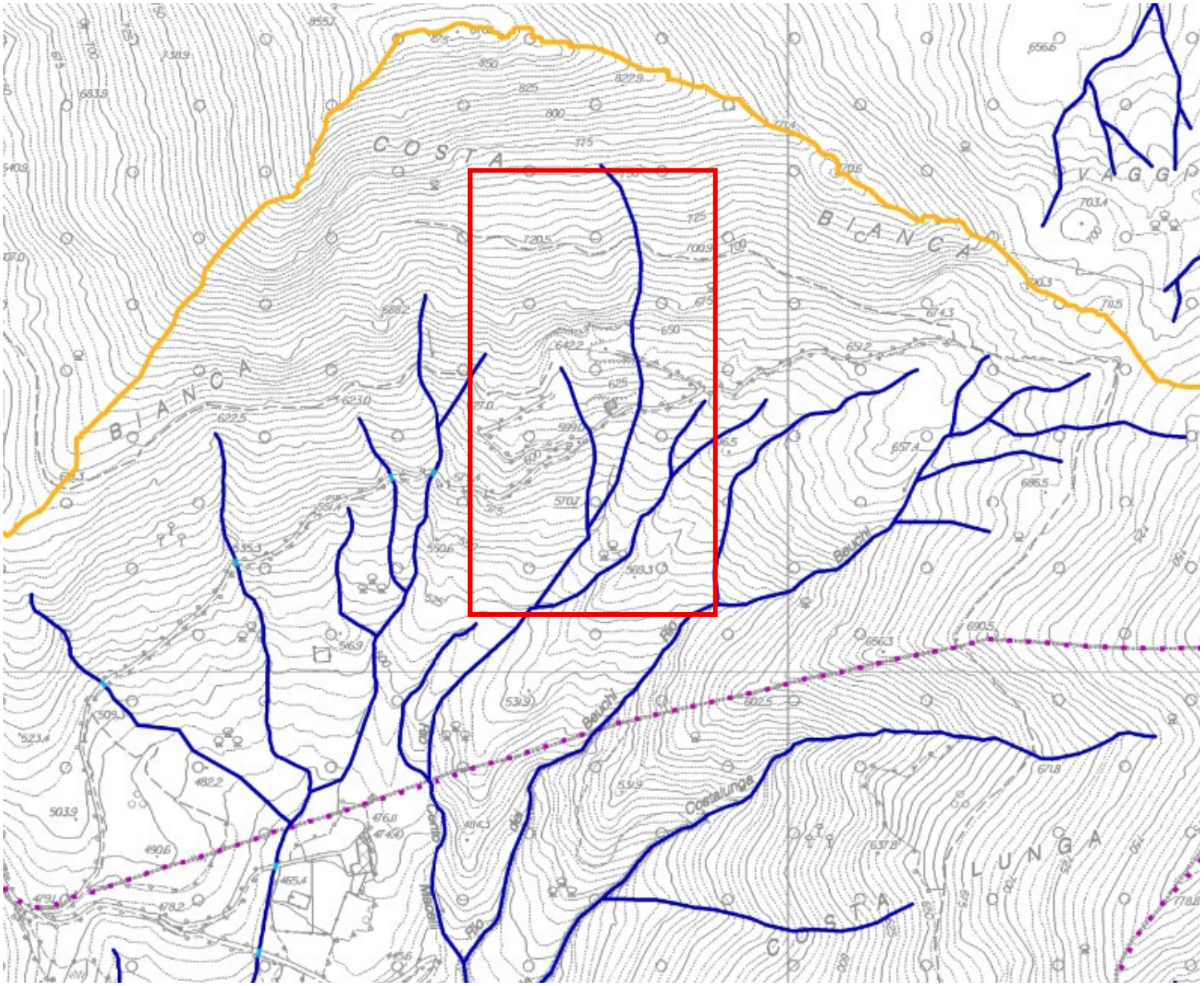


SCALA 1:5000
C.T.R. N. 232061 "Cassagna"



AEROFOTOGRAMMETRICO
da Google Earth

FIGURA:	
1	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO



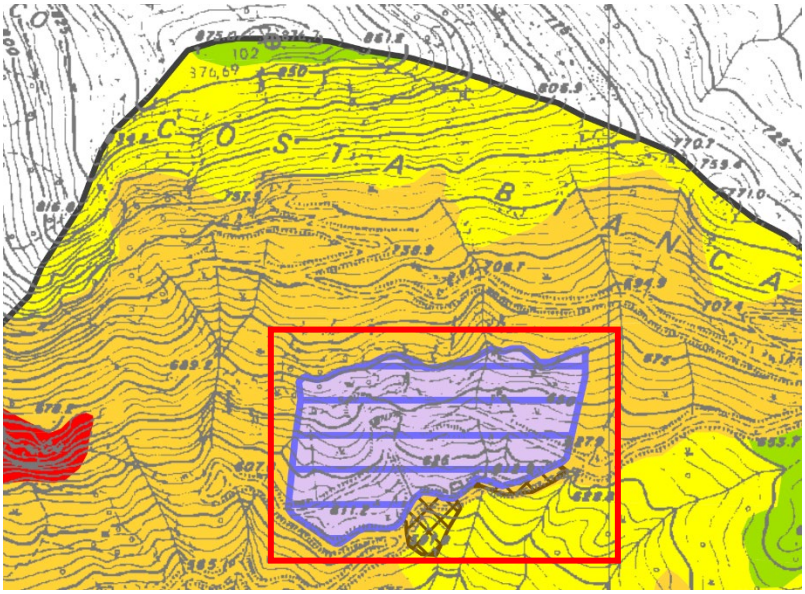
Legenda

Reticolo idrografico

- a cielo aperto
- tombinato
- "ibrido"
- scolmatore/opera idraulica

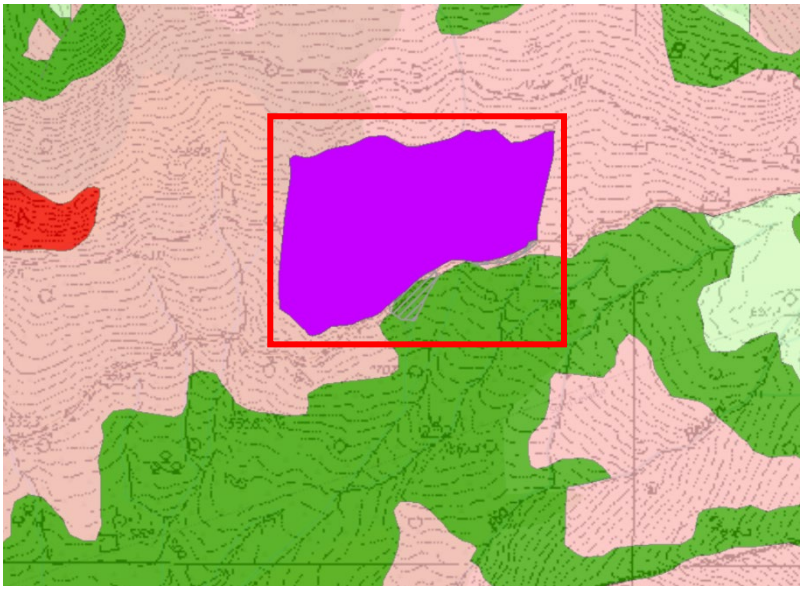
- Rete di drenaggio urbano
- Confini comunali
- Bacini idrografici

FIGURA 2A: CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE



LEGENDA

	CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4
	BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4
	CLASSI SPECIALI		
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5
	Aree di costa alta/falesia attiva per le quali si rinvia al Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero. Approvato con DCR n. 18 del 25/09/2012		



Mappa pericolosità LIGURIA

Aree speciali

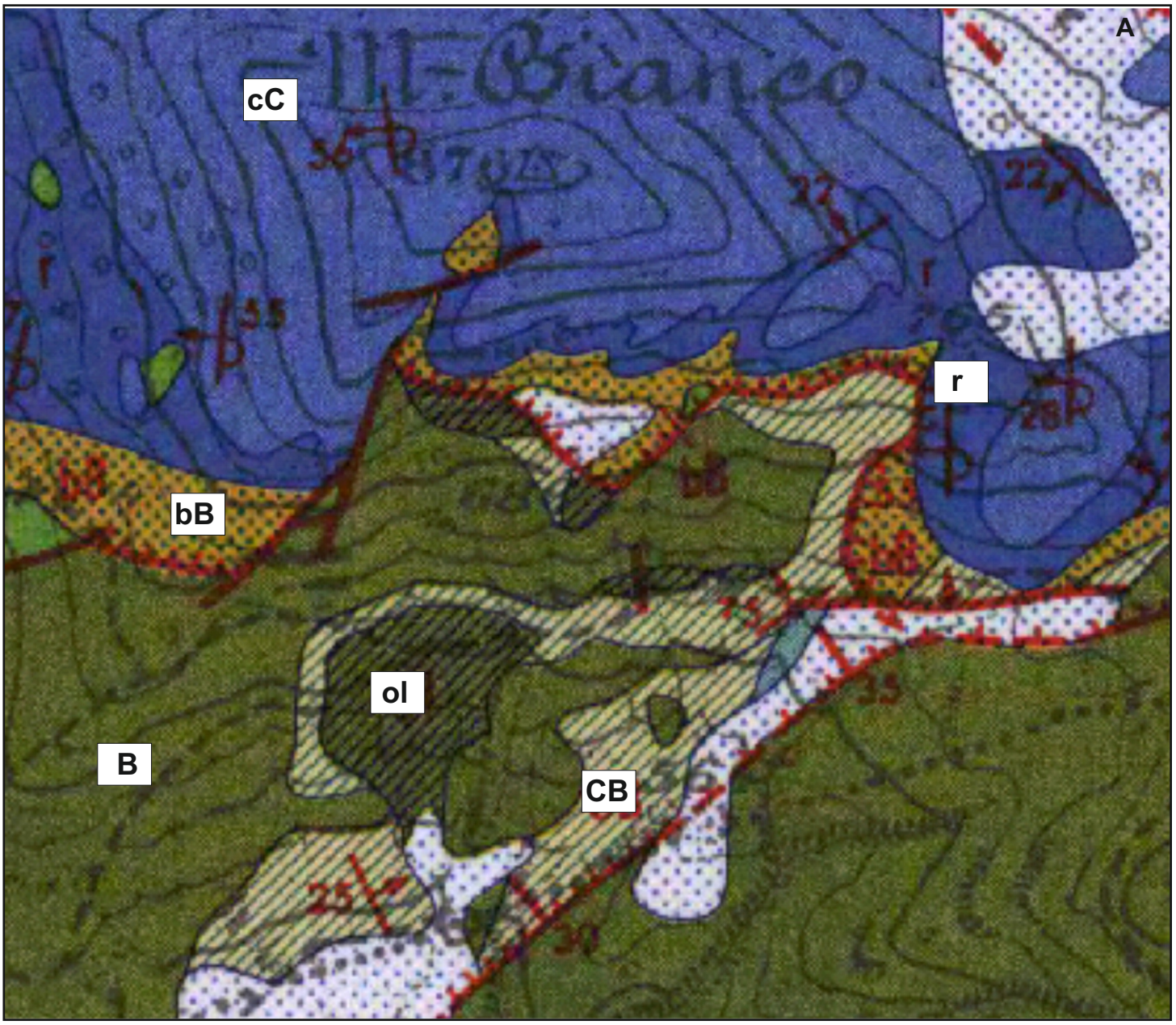
- Area speciale - tipo A
- Area speciale - tipo B1
- Area speciale - tipo B2

pericolosità Liguria

- P1 - moderata propensione al dissesto
- P2b - media propensione al dissesto
- P3a - pericolosità elevata tipo a
- P3b - pericolosità elevata tipo b
- P4 - pericolosità molto elevata

FIGURA 2B: CARTA DELLA SUSCETTIVITA' (P.d.B.) e CARTA DELLA PERICOLOSITA' (P.A.I.)

Estratto "*Carta geologica delle Ofioliti del Bargonasco e dell'Alta Val Graveglia"* (Abbate et al., 1980)



LEGENDA

1. <u>Calcari a Calpionelle (cC)</u>: calcari micritici bianchi, molto raramente a base calcarenitica, con subordinate intercalazioni argillitiche, più abbondanti e policrome alla base della formazione

2. <u>Diaspri di M.Alpe (r)</u>: diaspri a radiolari, talora con laminazioni sedimentarie e gradazioni granulometriche, in alcuni casi fortemente ricristallizzati, frequenti argilliti silicee, in strati sottili di colore prevalentemente rosso. Rari e sottili strati di siltiti ofiolitiche gradate sono intercalate alla base della formazione

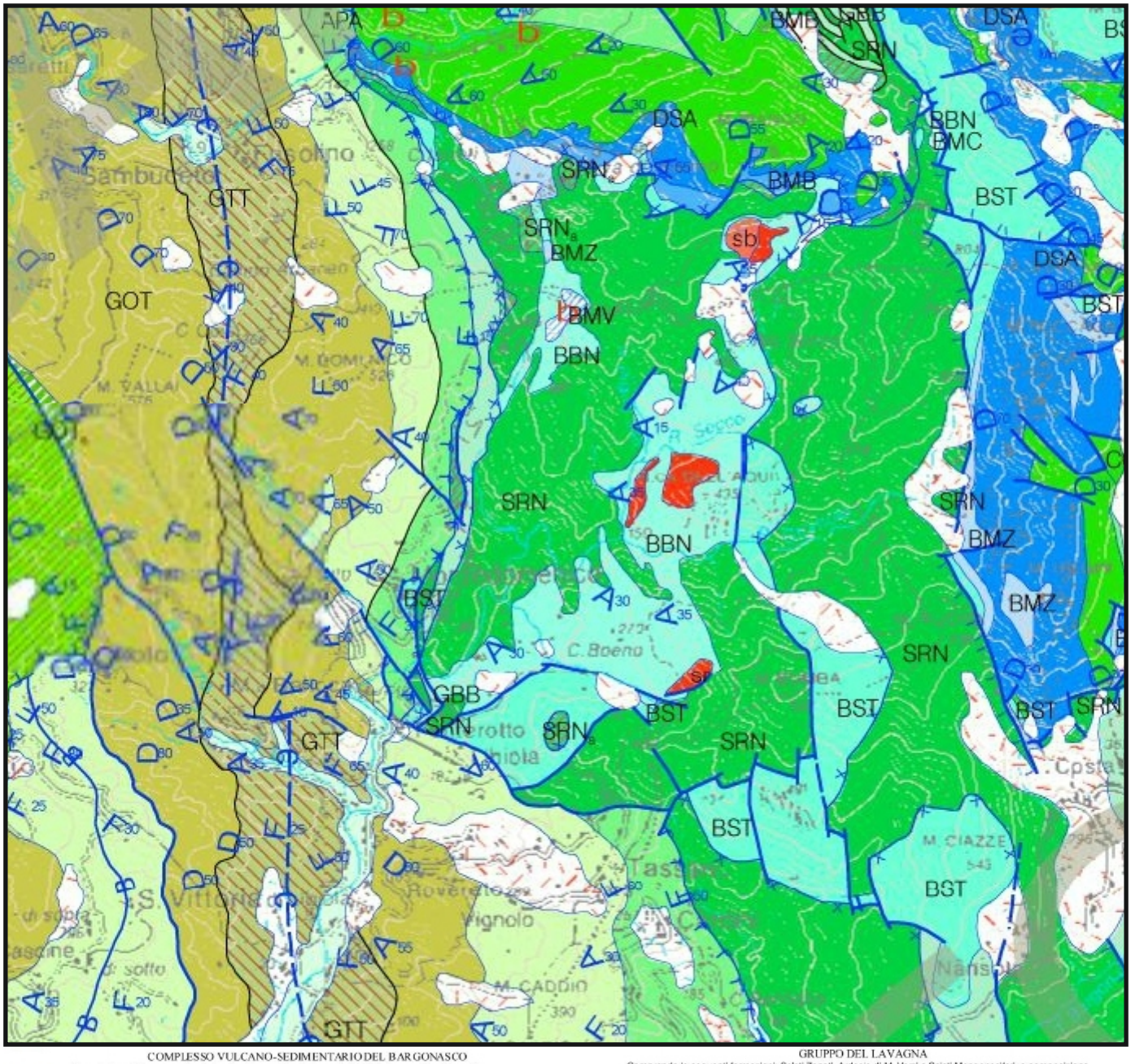
4. <u>Basalti (B)</u>: pillow-lavas e pillow-brecce più raramente basalti massicci con filoni basaltici

5. <u>Breccia di M.Bianco (bB)</u>: breccia costituita da clasti serpentinitici e basalti in matrice carbonatica

<u>5. Breccia di Case Boero (CB):</u> breccia costituita da clasti basaltici in matrice calcarenitica

6. <u>Oficalciti (Ol)</u>: serpentiniti brecciate con abbondanti vene calcitiche più o meno ematizzate e brecce serpentinitiche con rari clasti gabbrici, in matrice carbonatica, spesso ematica, più abbondante verso l'alto

FIGURA:		SCALA:
3A	CARTA GEOLOGICA Abbate 1980	Grafica



COMPLESSO VULCANO-SEDIMENTARIO DEL BARGONASCO

Associazione di brecce poligeniche di origine sedimentaria a clasti ofiolitici con coltre di basalti.

BRECCIA DI MONTE BIANCO
BMB Breccia con clasti di serpentinite, oficalcite e basalto in matrice carbonatica.
BAJOCIANO SUP. – CALLOVIANO INF.

BRECCIA DI MONTE ZENONE
BMZ Breccia con clasti di Mg -gabbro in matrice della stessa natura.
BATHONIANO MEDIO – CALLOVIANO INF.

BRECCIA DI MOVEA
BMV Breccia poligenica con clasti di Mg -gabbro, basalto e serpentinite in matrice ofiolitica.
BAJOCIANO SUP. – CALLOVIANO INF.

BASALTI
BST Basalti con struttura a *pillow-lavas*, brecce basaltiche, basalti massicci.
BAJOCIANO SUP. – OXFORDIANO

BRECCIA DI MONTE CAPRA
BMC Breccia con clasti di Fe-gabbro e subordinatamente di basalto e serpentinite, in matrice ofiolitica della stessa natura.
BAJOCIANO SUP. p.p. - CALLOVIANO

BRECCIA DI CASA BOENO
BBN Breccia a clasti serpentinitici, raramente di Mg -gabbro e basalti in matrice serpentinitica.
BAJOCIANO SUP. – BATHONIANO INF.

BRECCIA DI FRAMURA
BFR Breccia a clasti di serpentiniti in matrice calcitica.
BAJOCIANO SUP. – BATHONIANO INF.

GABBRI
GBB Gabbri magnesiaci, raramente foliati o pegmatoidi con filoni di basalto, interessati da metamorfismo oceanico.
BAJOCIANO - BATHONIANO

GRUPPO DEL LAVAGNA

Comprende le seguenti formazioni: Scisti Zonati, Ardesie di M. Verzi e Scisti Manganesiferi, a composizione argilloso-marnoso-arenacea, con rapporti spaziali di non chiara risoluzione. Rapporti di parziale eteropia sono possibili, oltre che tra le tre formazioni, anche tra Scisti Manganesiferi e Argille a Palombini e tra Scisti Zonati e la porzione inferiore delle Arenarie di Monte Gottero.

SCISTI ZONATI
SZO Torbiditi siltoso-arenacee in strati sottili con rari strati di marne localmente anche di spessore notevole.
CAMPANIANO SUP.

ARDESIE DI MONTE VERZI
AMV Torbiditi marnose in strati e banchi con caratteristica scistosità ardesiaca intercalate ad argilliti grigie e torbiditi siltoso-arenacee in strati da sottili a medi, localmente prevalenti.
AMV$_s$ Litofacies arenacea: torbiditi arenacee in strati e banchi alternate ad argilliti grigie scure e a marne ardesiache in strati da spessi a molto spessi (arenarie di Cogorno-Cavi, AMV$_s$).
CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO INF. p.p.

SCISTI MANGANESIFERI
SMG Argilliti finemente foglietate di colore grigio-bruno con patine di ossidi di Fe e Mn, con rari livelli di calciluti grigie ("pseudopalombini").
SANTONIANO ? -CAMPANIANO

ARGILLE A PALOMBINI
APA Argilliti grigie e siltiti intercalate a strati di calcare micritico di colore grigio scuro (palombino), raramente a base calcarenitica; verso il tetto gli strati di palombino possono mancare.
Olistoliti rari di serpentiniti (sr) e basalti (β); intercalazioni alla base di calcari a Calpionelle (cc) e gabbri (Γ).
HAUTERIVIANO SUP. – SANTONIANO SUP

CALCARI A CALPIONELLE
CCL Calciluliti bianche o grigio chiare, con rare selci, con subordinate intercalazioni di argilliti, localmente marnose, più abbondanti verso il tetto.
TITONIANO SUP. – VALANGINIANO INF.

DIASPRI DI MONTE ALPE
DSA Diaspri varicolori sottilmente stratificati, localmente ricristallizzati.
GIURASSICO MEDIO – SUP.

FIGURA:		SCALA:
3B	CARTA GEOLOGICA Estratto CARG	Grafica

Materiale di risulta rimaneggiato

Coltre detritica di spessore maggiore a 3.0 m

Roccia subaffiorante (serpentiniti) con coltre sottile

Roccia subaffiorante (oficalciti) con coltre sottile

Roccia affiorante (serpentiniti)

Roccia subaffiorante (oficalciti)

Prospezione sismica

S1 Sondaggio geognostico

2 Sezione stratigrafica

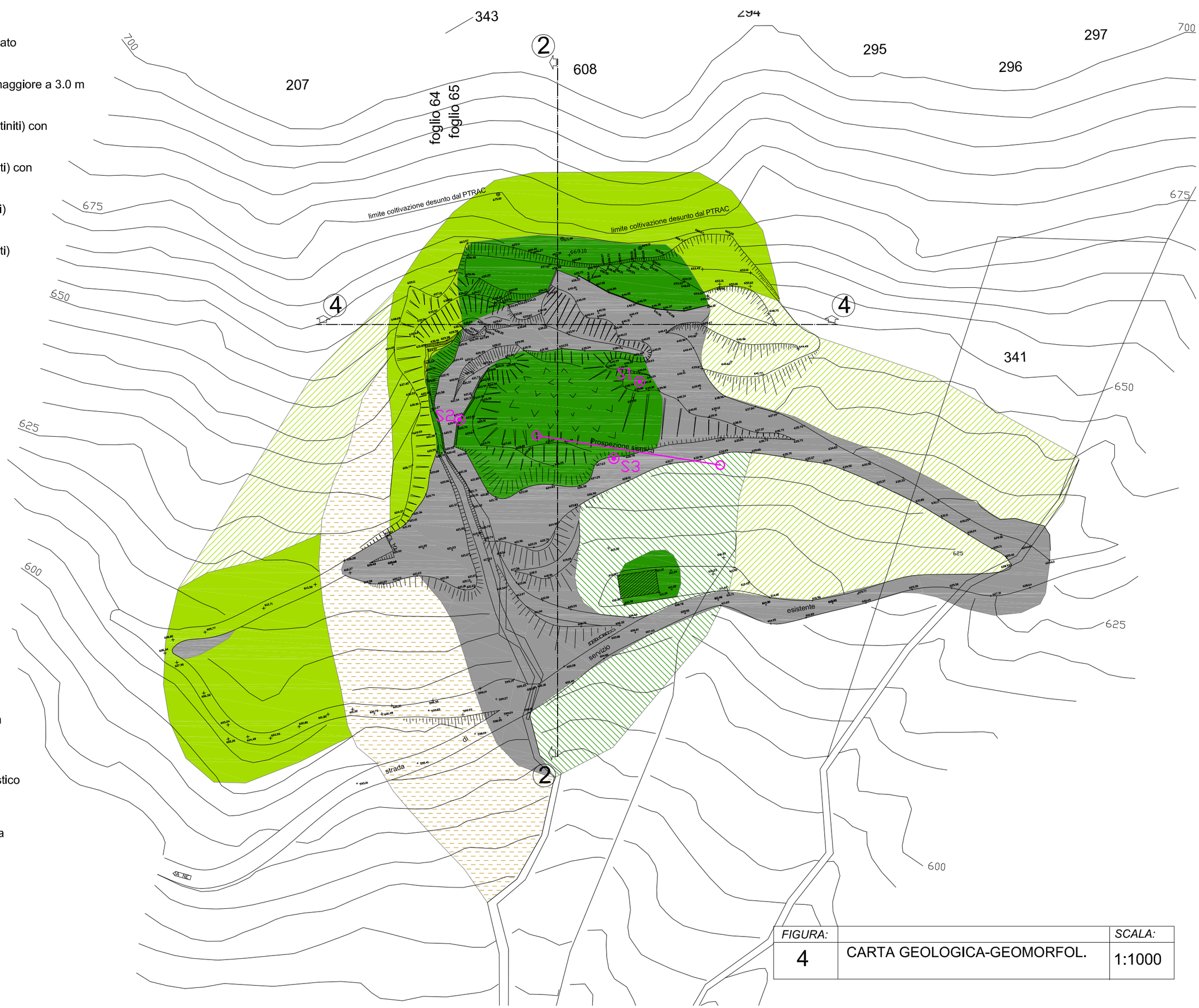


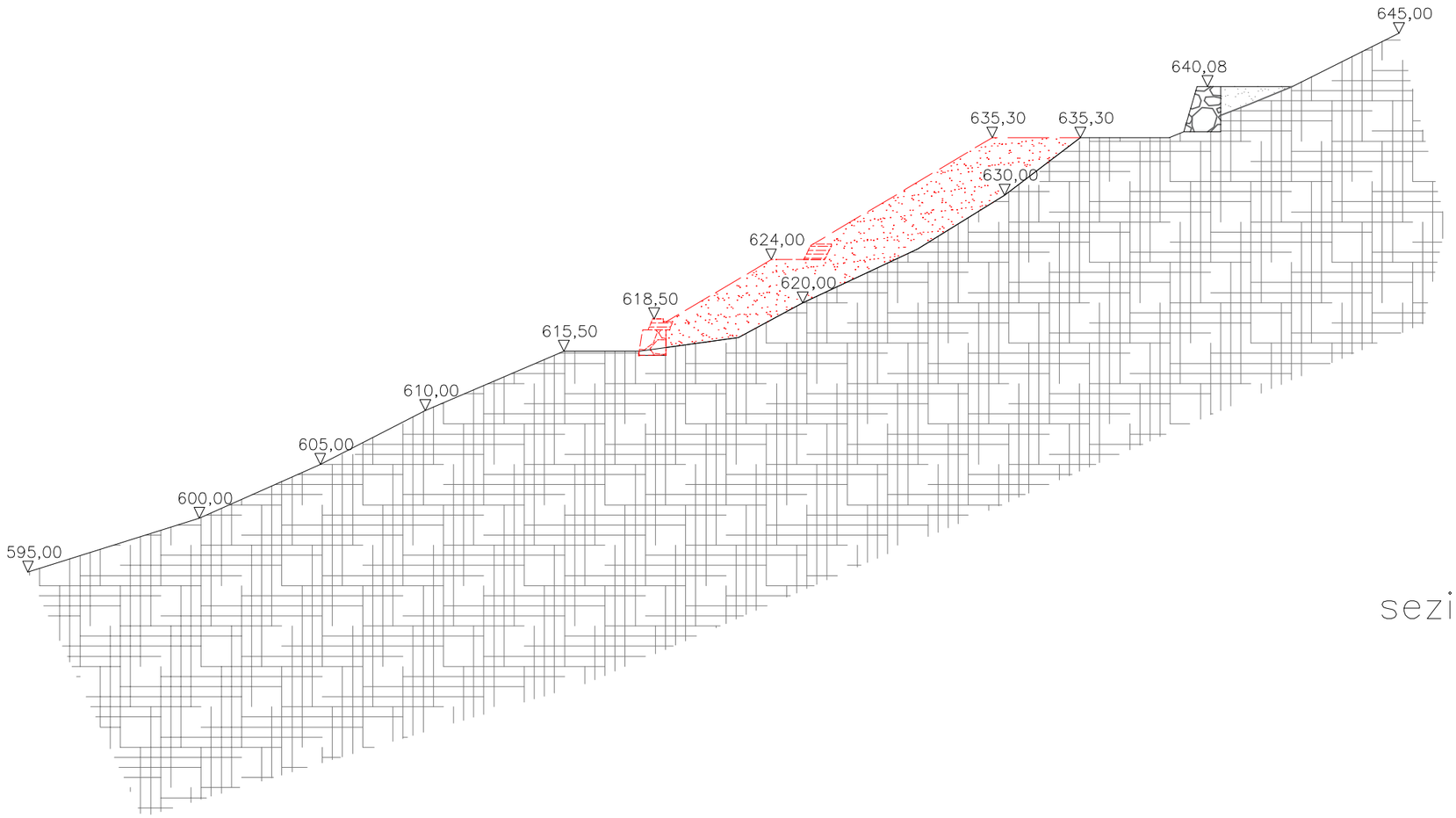
FIGURA:		SCALA:
4	CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOL.	1:1000



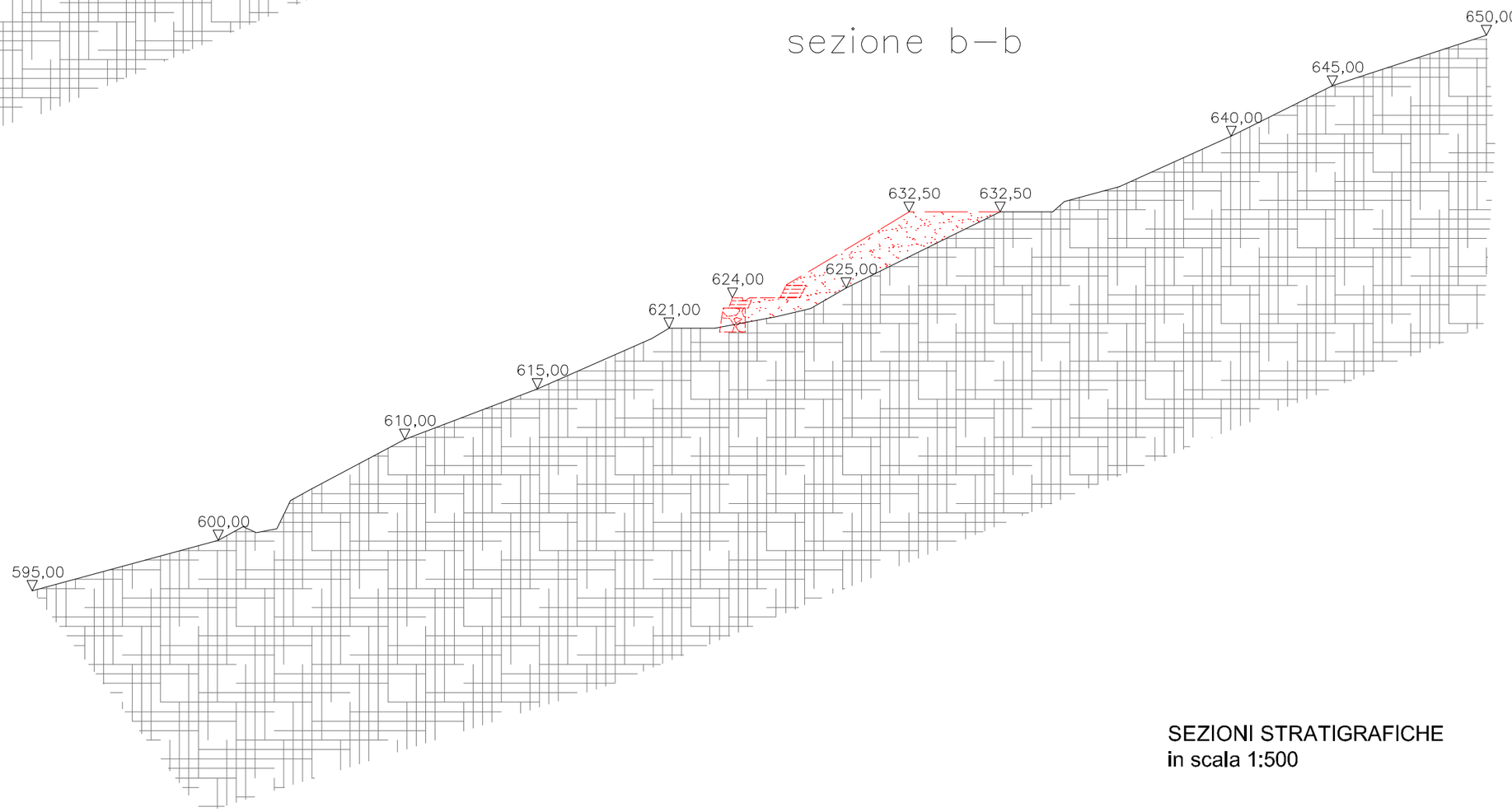
Sezione stratigrafica

PLANIMETRIA DELL'AREA
in scala 1:1000

sezione a—a



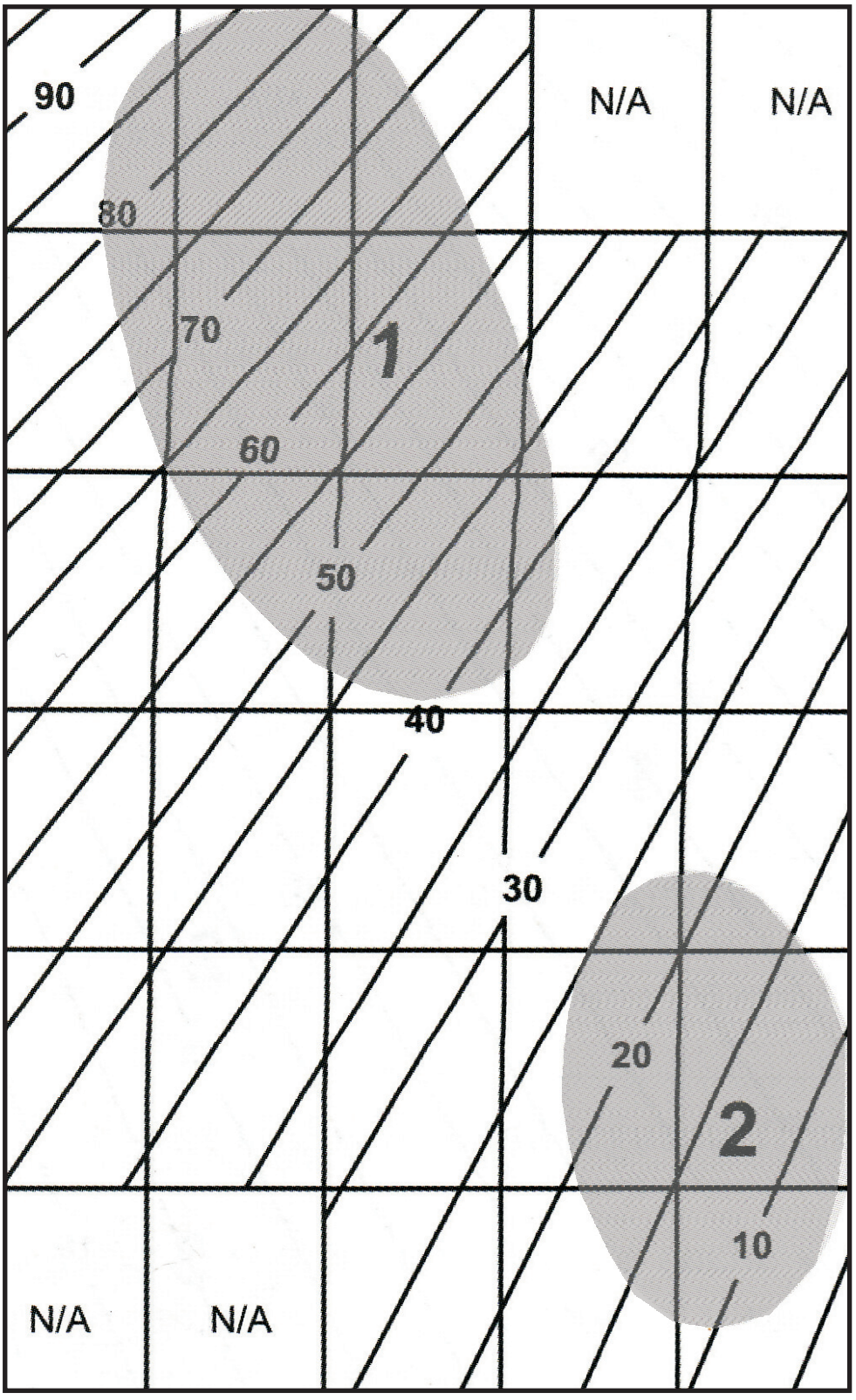
sezione b—b



LEGENDA

- Riporto e scarti di coltivazione
- Substrato roccioso indifferenziato variamente alterato e fratturato
- Profilo attuale
- Profilo finale

SEZIONI STRATIGRAFICHE
in scala 1:500



ROCCE ULTRABASICHE (Peridotiti, Diabasi, etc.)
I campi più probabili indicati con il numero sono:
1 Non alterati
2 Serpentinizzati

TABELLA 1
VALORI TIPICI DI GSI PER ROCCE ULTRABASICHE

ANALISI STATISTICA A VARIANZA NOTA

$Xk=Xm(1 \pm 1.645*COV/\sqrt{n})$

Xk=valore caratteristico del parametro
Xm=valore medio del parametro
COV= coefficiente di variazione =dev.st. della popolazione/media della popolazione
n= numerosità del campione

1) DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI

Parametri	Dati di imput					Media	n
Φ (°)	45,9	46,9	47,8	48,6	49,6	**49,42**	**9**
	50,5	51	51,9	52,6			
c (kPa)	144	156	168	193	213	**226,56**	**6**
	233	277	311	344			
σc (MPa)							
γ (MPa)	26	26	26			**26,00**	**3**
E (MPa)	999	999	999	1560	1560	**1655,67**	**9**
	1560	2408	2408	2408			

2) DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI

Parametro	Val. medio	COV (%)	√n	Val caratt
Φ	49,42	10	3,00	46,71
c	226,56	40	2,45	165,70
σc	0,00	40	0,00	
γ	26,00	5	1,73	27,23
E	1655,67	40	3,00	1292,52

3) DEFINIZIONE DEI VALORI DI PROGETTO

Parametro	Val. caratteristico	DA1	DA2	Val.Prog		Val.Prog
				DA1	DA2	Scelto
Φ	46,71	1,25	1,00	40,34	46,71	
c	165,70	1,25	1,00	132,56	165,70	
σc	0,00	1,60	1,60	0,00	0,00	
γ	27,23	1,00	1,00	27,23	27,23	
E	1292,52					

TABELLA 2
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI E DI PROGETTO AMMASSO ROCCIOSO

ALLEGATO 2- INDAGINI GEOFISICHE

N.1 report stesa sismica

Geol. Andrea Benedettini
tel./fax:010.8688053 - cell.328.2132896
e-mail: ab_geo@libero.it
Via G. De Paoli,13r – 16143 Genova
C.so G.Mameli, 138/1 - 16035 Rapallo

INDAGINE GEOFISICA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
COMUNE DI NE

Cava Campuettin



Progetto:

interventi presso la Cava Campuettin nel Comune di Ne (Città Metropolitana di Genova)

Oggetto:

Rapporto indagini eseguite – n.1 prospezione sismica a rifrazione

Revisione: 0
Descrizione: Prima Emissione
Data: **7-12-2016**

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi,
per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto degli Autori.

1.0. Premessa *pag.1*

2.0. Modalità d'indagine *pag.1*

2.1. Strumentazione utilizzata *pag.1*

2.2. Indagine di sismica a rifrazione – metodologia di acquisizione *pag.2*

3.0. Modello sismostratigrafico *pag.3*

3.1. Trattamento del segnale *pag.4*

3.2. Interpretazione dei dati *pag.4*

4.0. Conclusioni *pag.5*

1.0. Premessa

Su incarico della Committenza, tramite il responsabile alle indagini geologiche a corredo del progetto relativo alla cava, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche a valle del piazzale di cava, in località Campuettin nel Comune di Campo Ligure (Città Metropolitana di Genova).

In particolare, in corrispondenza dei materiali di scarto abbancati a valle della zona di coltivazione, è stato svolto uno stendimento sismico a rifrazione con l'obiettivo di determinare la risposta dinamica del sottosuolo e individuare le principali unità sismostratigrafiche con le relative proprietà meccanico elastiche.

2.0. Modalità d'indagine

Verificati gli spazi disponibili e le condizioni dell'area, in funzione degli obiettivi richiesti per la ricostruzione del modello geofisico del sito in esame è stata eseguita una prospezione sismica superficiale a rifrazione con la tecnica delle onde di compressione V_p come di seguito descritto.

2.1. Strumentazione utilizzata

Il sistema di energizzazione del terreno per il rilievo delle onde P è rappresentato da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su una piastra circolare del diametro di 25 cm posta a diretto contatto con la superficie del terreno; tale sistema di energizzazione consente di generare prevalentemente onde di compressione P e

secondariamente onde trasversali SV, in grado di produrre treni di onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali.

Il sistema di ricezione è costituito da n.12 geofoni verticali monocomponente di tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa con frequenza propria di 4.5 Hz, adatti sia per indagini a rifrazione sia per indagini di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). I geofoni sono dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo registra il passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte dalla sorgente.

Il sistema di acquisizione del segnale è rappresentato da un sismografo multicanale Doremi che incorpora e distribuisce nel cavo sismico tutto l'hardware e la strumentazione necessaria per l'acquisizione dati sia per sismica attiva sia passiva.

Le specifiche tecniche sono descritte in allegato, il sistema di acquisizione consente fino a 155 dB di dinamica (con uso del PGA) a qualsiasi frequenza di campionamento, riduzione massima del disturbo con registrazione dei dati in digitale, zero diafonia (crosstalk), profondità di memoria fino 30 mila campioni, campionamenti da 2 millisecondi fino a 50 microsecondi (da 500Hz a 20000Hz), connessione fino a 255 canali per singolo cavo.

La strumentazione in uso consente inoltre l'esecuzione di indagini di superficie tipo MASW, REMI, rifrazione, riflessione e prove in foro.

In ultimo il sistema di trigger (geofono starter) che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa energizzante colpisce la base di battuta, scaricando la carica elettrica accumulata precedentemente da un condensatore e aprendo quindi la finestra di acquisizione dati, in questo modo è possibile individuare con precisione l'istante esatto in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

2.2. Indagine di sismica a rifrazione – metodologia di acquisizione

In dettaglio è stato svolto n.1 stendimento della lunghezza complessiva di 53 m, ubicato lungo il versante dove sono stati accumulati i materiali di scarto provenienti dall'attività di cava, come specificato nella seguente tabella:

Profilo	Tipo	Lg [m]	Lt [m]	Geof.	Int.g [m]	Shot
1	Rifrazione	33	53	12	3	7

dove L_g lunghezza della stesa coperta dai geofoni - L_t lunghezza complessiva della stesa compresi gli shot esterni - ***Geof.*** numero di canali (geofoni) utilizzati - Int_g spaziatura tra i geofoni - ***Shot*** numero delle energizzazioni effettuate.

Lo stendimento sismico è stato svolto con n.12 geofoni ed interdistanza di 3.0 m; il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza battente di 10 Kg su piastra metallica, posizionata in punti precisi rispetto alla geometria dei ricevitori:

- n.2 scoppi simmetrici (off-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 10 m;
- n.2 scoppi simmetrici (end-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 3 m;
- n.3 scoppi (mid-shot) interni alla stesa alle progressive 17.5, 26.5 e 35.5 m.

Al fine di ridurre l'influenza del rumore antropico e ambientale, ovvero allo scopo di aumentare il rapporto segnale-disturbo, sono state effettuate 2 energizzazioni per ciascuna base (shot point) ed i segnali corrispondenti sono stati sommati (tecnica di stacking), ottenendo così un'unica storia temporale per ciascun ricevitore.

La geometria della stesa ed i parametri di acquisizione sono stati scelti tenendo conto dei seguenti fattori:

- buon dettaglio nella definizione degli orizzonti superficiali;
- adeguata lunghezza per indagare a sufficiente profondità;
- spazio realmente a disposizione.

L'ubicazione del profilo sismico è riportata in forma schematica in allegato; la traccia della stesa è rappresentativa della lunghezza complessiva dello stendimento sismico (L_t) orientata secondo le progressive metriche crescenti, sono inoltre indicati gli shot eseguiti e la distanza coperta con i geofoni di acquisizione (L_g).

3.0. Modello sismostratigrafico

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo, giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave).

Le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico secondo la Legge di Snell e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallellamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza.

I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato e di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo, mentre la profondità d'indagine (Z_{max}) varia in funzione della rigidezza del suolo, della lunghezza della stesa e dell'energizzatore impiegato. Una stima approssimativa può essere ottenuta come:

$$Z_{max} = L_g/m$$

dove L_g indica la lunghezza della linea dei geofoni - m è una variabile compresa tra 2 e 4.

3.1. Trattamento del segnale

L'elaborazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante software dedicato (SeisImager 2D) che consente la rappresentazione dei tempi di arrivo relativi ad ogni shot (dromocrone) e l'individuazione delle variazioni verticali di velocità dei diversi sismostrati.

L'interpretazione dei segnali sismici acquisiti e la conseguente stima del profilo sismostratigrafico di velocità delle onde P è stata articolata nelle seguenti fasi:

- applicazione in fase di acquisizione di filtri high pass, band pass e band reject utili per depurare il segnale sismico da frequenza spurie contaminanti (eventuali rumori di fondo) e filtri di guadagno automatico per amplificare o deamplificare in modo corretto ogni singolo canale di riferimento geofonico;
- individuazione dei primi arrivi attraverso procedure di picking automatico e osservazione diretta dei sismogrammi con confronto tra le diverse tracce acquisite;
- ricostruzione delle dromocrone delle onde P e scelta del modello stratigrafico di riferimento (due, tre o più strati);
- linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- ricostruzione del modello sismostratigrafico con calcolo degli spessori e delle profondità dei singoli orizzonti omogenei, continui ed isotropi.

E' importante sottolineare che il passaggio da un'unità sismica all'altra ha un significato strettamente sismico, essendo il passaggio stesso una superficie di rifrazione separante verticalmente zone caratterizzate da diverse velocità di propagazione dell'impulso sismico.

3.2. Interpretazione dei dati

Le tracce sono risultate di buona qualità, con tempi di arrivo delle onde sismiche in prevalenza ben leggibili.

In alcuni casi tuttavia il segnale sismico è stato di difficile riconoscimento a causa della presenza sui sismogrammi di un picco di primo arrivo poco energetico.

Grazie alla sovrabbondanza di dati e basandosi sulle regole fisiche che intercorrono fra le dromocrone dei vari shot, è stato comunque possibile riconoscere ed eliminare eventuali dati anomali, ottenendo alla fine un insieme coerente di tempi letti.

Le dromocrone mostrano in generale un andamento irregolare, che indica la presenza di variazioni laterali delle caratteristiche (velocità e/o profondità) degli strati sismici. In tali situazioni, l'individuazione dei punti di cambio strato sulle dromocrone risulta non immediata e deve basarsi prevalentemente sul confronto fra le dromocrone relative ai vari shot.

Da un'attenta analisi delle dromocrone è possibile riconoscere una situazione a tre strati, con due cambi di pendenza sulle dromocrone stesse:

- in superficie è presente un primo orizzonte di spessore compreso tra un minimo di 1.8 m fino ad un massimo di 4.3 m, in ispessimento procedendo da est verso ovest, con velocità delle onde sismiche oscillanti tra 400 m/s e 500 m/s, ascrivibile a materiali grossolani sciolti o poco addensati derivanti dall'attività di cava, in condizioni di naturale umidità;
- al di sotto si rileva un livello caratterizzato da velocità più elevate delle onde sismiche, comprese tra 1100 m/s e 1300 m/s, riconducibile sempre ai depositi derivanti all'attività di cava, di pezzatura grossolana con blocchi e pietrame, maggiormente addensati, in rapido approfondimento procedendo da est verso ovest, fino a profondità tra 3.0 m e 10.5 m da p.c.;
- l'ultimo orizzonte rilevato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche elevate, comprese tra 2600 m/s e 2800 m/s, fino a profondità superiori a quelle d'indagine; l'orizzonte è assimilabile al substrato roccioso di natura ofiolitica, seppure fratturato negli orizzonti superficiali, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione.

I dati identificativi ed i parametri di acquisizione, oltre ai risultati in forma grafica delle prospezioni geofisiche eseguite, sono raccolti in allegato.

4.0. Conclusioni

Il report presenta i risultati delle indagini condotte per la determinazione della sismo-stratigrafia a corredo delle indagini geologiche per il progetto relativo alla Cava Campuettin nel Comune di Ne (Città Metropolitana di Genova).

A tal scopo, è stato eseguito un profilo sismico investigativo impiegando la tecnica della sismica a rifrazione.

A seguito dei risultati ottenuti è possibile definire per l'area d'indagine un modello geofisico interpretativo costituito da n.3 unità sismo-sistratigrafiche principali:

- Unità 1 – detrito medio-grossolano sciolto con velocità delle onde sismiche oscillanti tra 400 m/s e 500 m/s fino a profondità variabili intorno a 1.8 m e 4.3 m da p.c. in approfondimento verso ovest;
- Unità 2 – materiali detritici grossolani con blocchi e pietrame con velocità delle onde sismiche oscillanti tra 1100 m/s e 1300 m/s fino a profondità tra 3.0 m e 10.5 m da p.c. in rapido approfondimento verso ovest;
- Unità 3 – basamento rigido di natura ofiolitica con velocità delle onde sismiche oscillanti tra 2600 m/s e 2800 m/s fino a profondità superiori a quelle d'indagine.

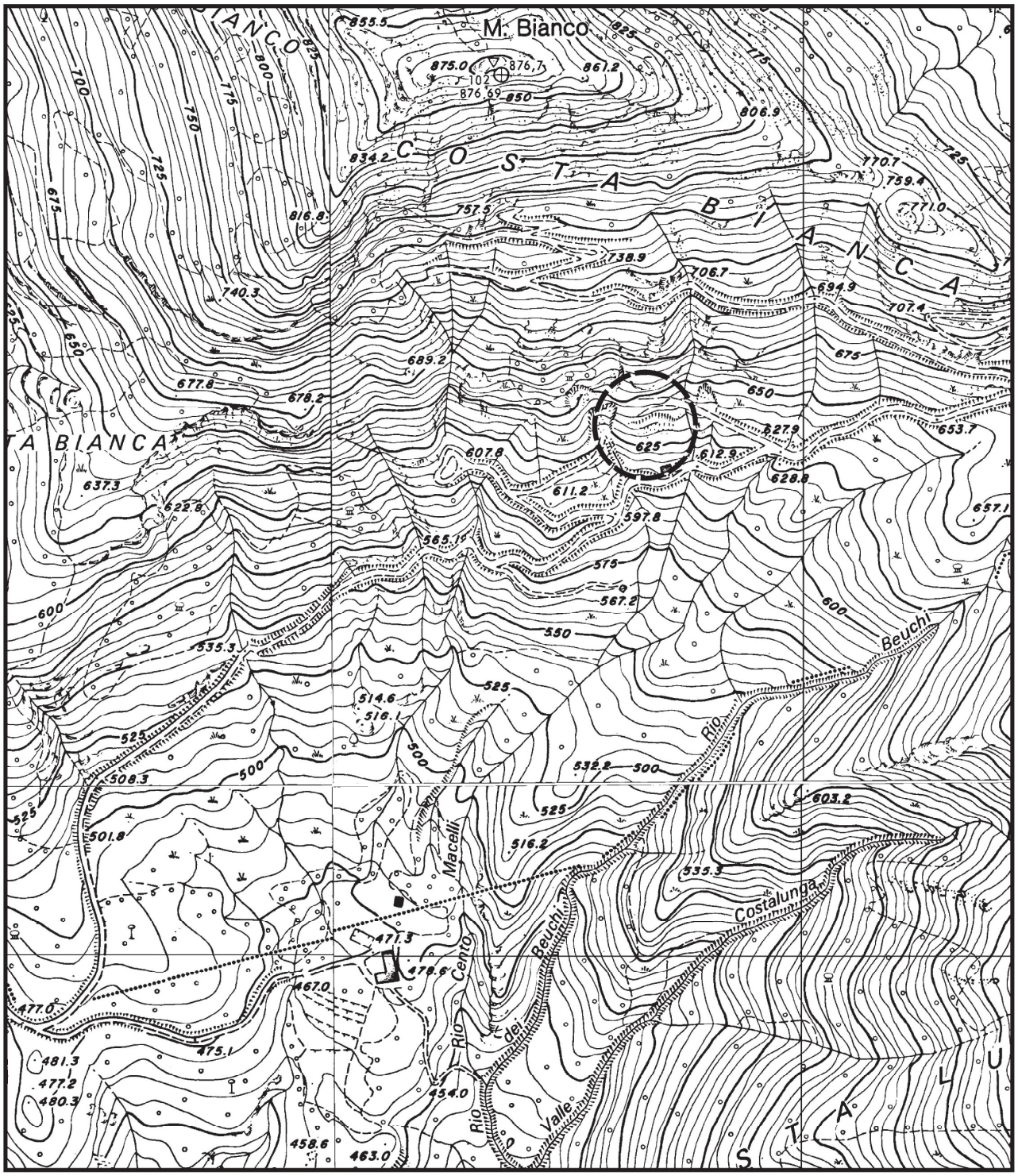
Genova, 7 dicembre 2016

Geol. Andrea Benedettini



Elenco allegati f.t.

Figura 1: inquadramento cartografico
Figura 2: ubicazione stesa simica
Figura 3: caratteristiche strumentazione
Figura 4: dati generali stesa
Figura 5: dromocrone e sezione sismostratigrafica



1 Inquadramento cartografico

n. figura

5000

scala



2	Ubicazione stesa sismica
n.	figura
500	
scala	

Sismografo DoReMi
Caratteristiche tecniche

Architettura
Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica
Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete: 1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta: 255
Dimensioni dell'elemento (esculso il cavo): 80x55x18 mm
Peso: 250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo: 4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni,
flesso-torsioni, abrasioni ed agenti chimici

Campionamento
Memoria: 64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in *Hz*: 200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in *ms* di: 5, 3.33, 2.5, 2, 1,25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria: ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi
MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi
Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi

Dinamica del sistema
Risoluzione con guadagno 10x: 7.600 µV
Risoluzione con guadagno 1000x: 0.076 µV
Dinamica di base: 96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore: 80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz: >90dB
Full range a 10x: 0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS: 0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica: 155dB
Dinamica totale senza postprocessing: > 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing: >140dB

Convertitore A/D
Tipologia: SAR - Risoluzione: 16 bit - Dinamica: 96 dB

Preamplificatore
Tipologia: ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri: 3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni: da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune: >80dB
Diafonia (crosstalk): non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Impedenza d'ingresso: >100kΩ•

n.	figura
3	Caratt. della strumentazione
//	
scala	

SISMICA A RIFRAZIONE: STESA N.01

DATI GENERALI DELLA STESA

Data:	07/12/2016
Località:	Cava Campuettin
Comune:	Ne (GE)
Lunghezza della stesa:	33.0
Lunghezza complessiva:	53.0
Numero geofoni:	12
Distanza intergeofonica:	3.0
Numero energizzazioni:	7

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

Strumentazione:	DOREMI
Passo di campionamento:	0.1 ms
Durata di una traccia:	100 ms
Delay time:	0 ms
Sorgente:	mazza 10 kg

ELEMENTI DELLA STESA

SHOT= posizione in m

nome	y	x
shot 01	0.0	0.0
shot 02	0.0	7.0
shot 03	0.0	17.5
shot 04	0.0	26.5
shot 05	0.0	35.5
shot 06	0.0	46.0
shot 07	0.0	53.0

GEOFONI=posizione in m - tempi di arrivo in ms

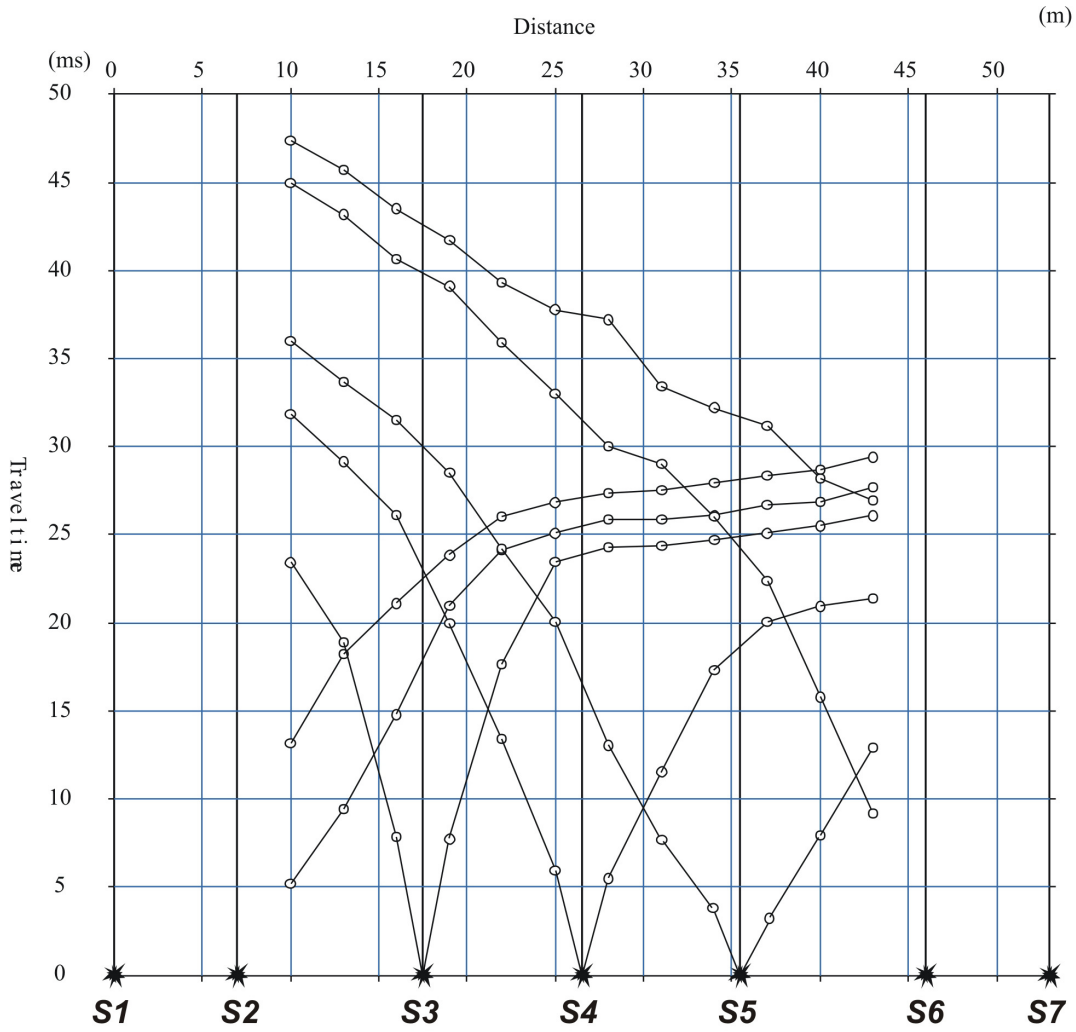
nome	y	x	shot 01	shot 02	shot 03	shot 04	shot 05	shot 06	shot 07
G1	0.0	10.0	13.2	5.2	23.4	31.8	36.0	45.0	47.4
G2	0.0	13.0	18.2	9.4	18.9	29.2	33.7	43.2	45.7
G3	0.0	16.0	21.1	14.8	7.9	26.2	31.5	40.7	43.5
G4	0.0	19.0	23.9	21.0	7.8	20.0	28.5	39.1	41.8
G5	0.0	22.0	26.0	24.1	17.7	13.5	24.2	35.9	39.3
G6	0.0	25.0	26.8	25.1	23.5	5.9	20.1	33.0	37.8
G7	0.0	28.0	27.4	25.9	24.3	5.5	13.1	30.1	37.2
G8	0.0	31.0	27.5	25.9	24.4	11.6	7.7	29.0	33.4
G9	0.0	34.0	27.9	26.1	24.7	17.4	4.6	26.0	32.2
G10	0.0	37.0	28.4	26.7	25.1	20.1	4.3	22.4	31.2
G11	0.0	40.0	28.7	26.9	25.5	21.0	7.9	15.8	28.2
G12	0.0	43.0	29.4	27.7	26.1	21.4	13.0	9.2	27.0

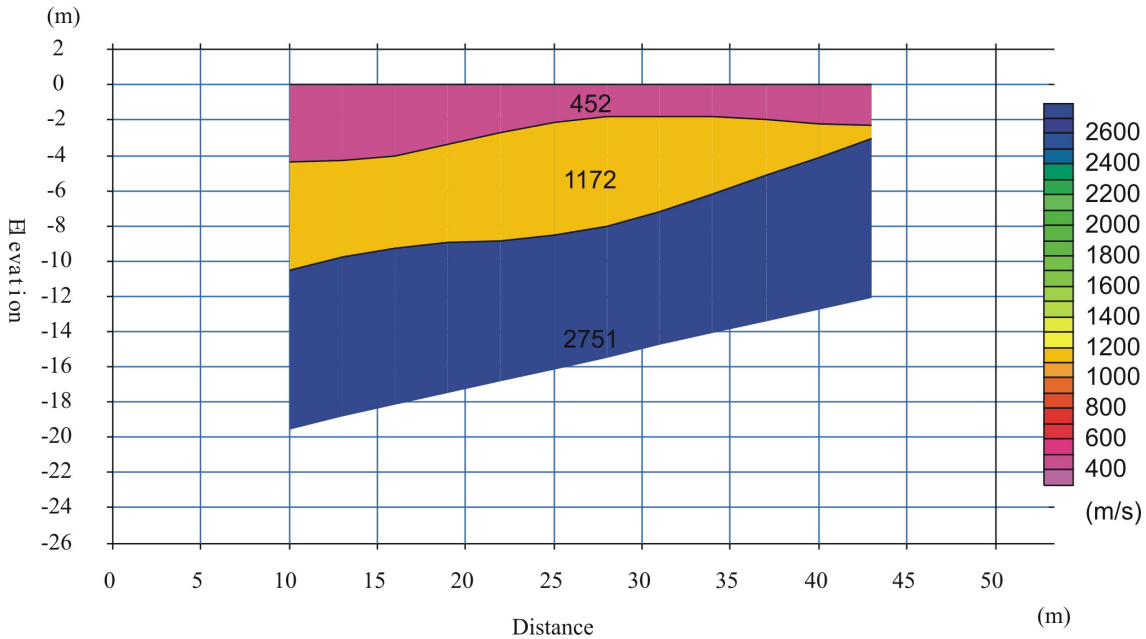
4 Dati generali della stesa

n. figura

//

scala





5	Dromocrone e sez. sismostrat.
n.	figura
//	
scala	

ALLEGATO 3 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

N. 3 stratigrafie di sondaggi

N. 6 fotografie

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
Via Nino Bixio, 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
Telefono: 0185.313910 - E_mail: geotecam@libero.it

S1

COMMITTENTE	CAVE FRISOLINO SRL	CANTIERE	CAVA CAMPUETTIN
DATA INIZIO	30/06/2020	DATA FINE	02/07/2020
GEOLOGO:	DOTT. GIACOMO CANEPA	TIPO ATTREZZATURA	BERETTA T65
PERFORAZIONE:	VERTICALE CAROTAGGIO CONT.	DIAMETRO CAROTIERE	101 MM

PROFONDITA' FORO: 20.0 m
RILIEVO FALDA:
prof. da p.c. -

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
1 – 4		Oficalciti da poco a mediamente fratturate e in mediocri condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti generalmente chiusi da poco a mediamente alterati, prevalenza di verde imperiale. Orizzonte più alterato e fratturato da 0.0 m a 1.3 m da p.c.
5 – 8		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di rosso antico
9 – 20		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di verde imperiale.

CAROTAGGIO [%] — R.Q.D. [%] — 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI < 6 cm	6 - 20 cm	20 - 40 cm	> 40 cm	N° DISC. PER METRO
					1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

br	livelli ridotti in breccia	*W*	corona widia
S	carotiere semplice	*D*	corona diamante
T2	carotiere doppio	(127)(101)	diametro perforazione



Foto 01 - Postazione sondaggio S1

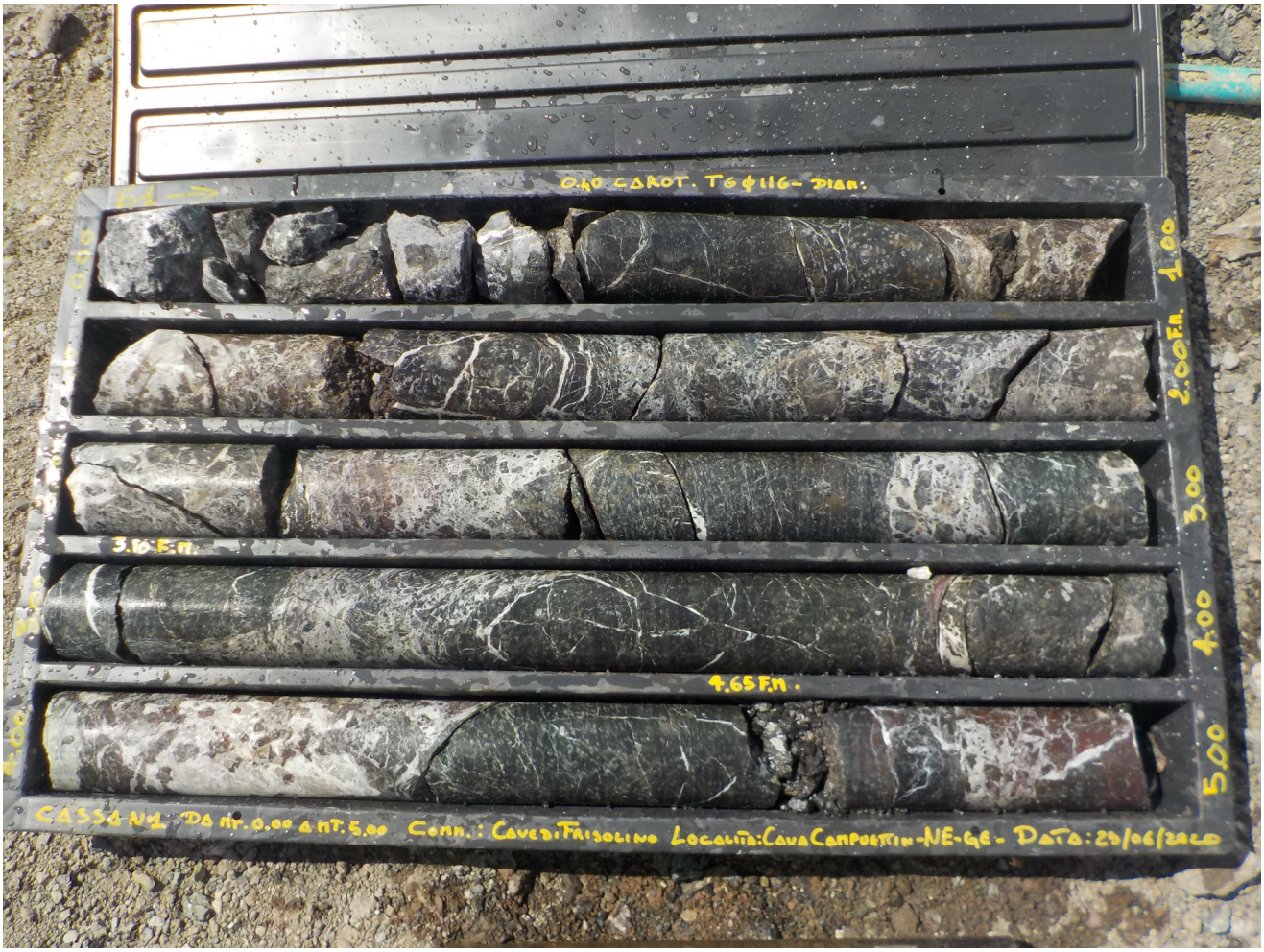


Foto 02 - Sondaggio S1 - da 0.0 m a 5.0 m da p.c.

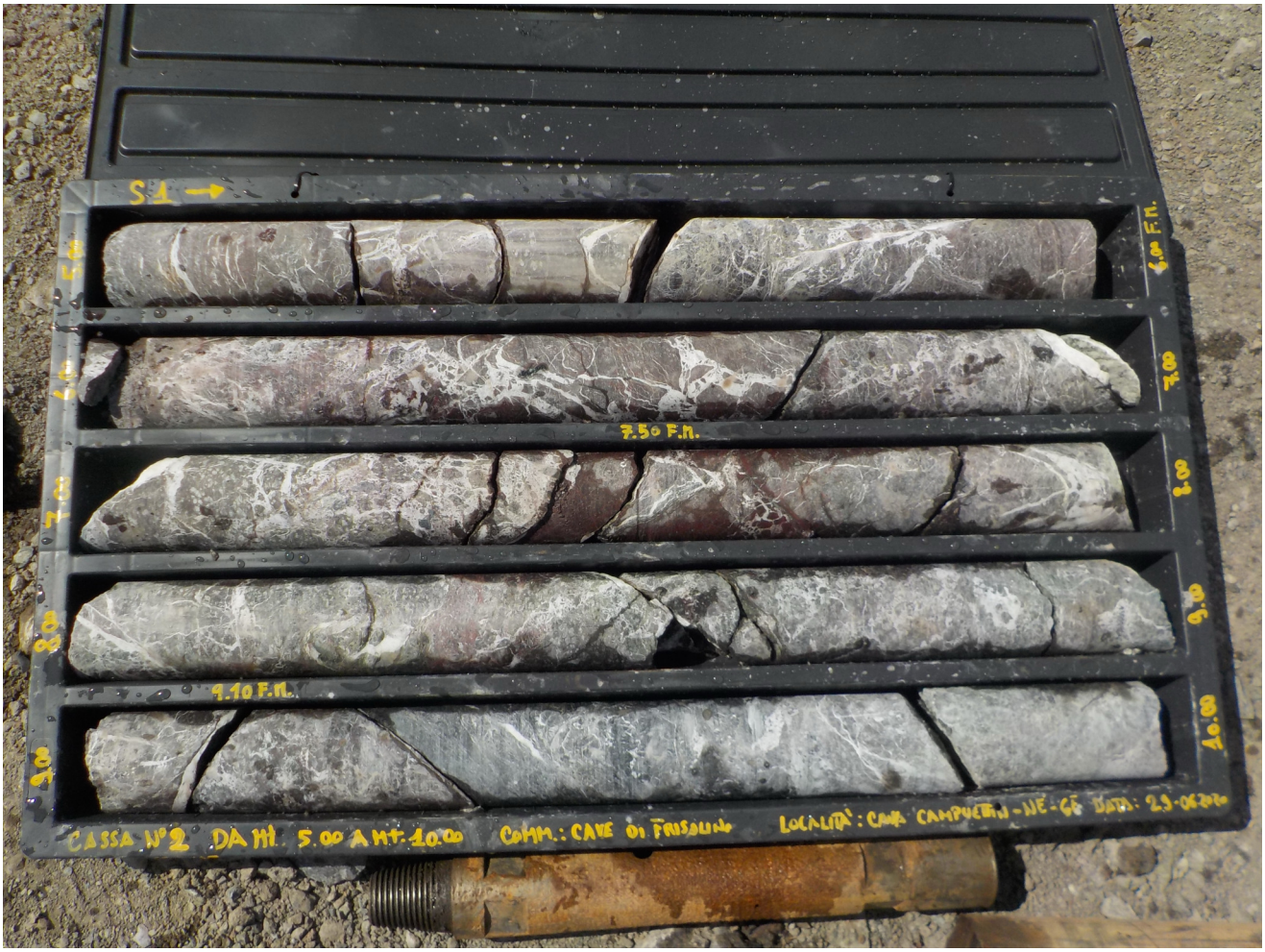


Foto 03 - Sondaggio S1 - da 5.0 m a 10.0 m da p.c.

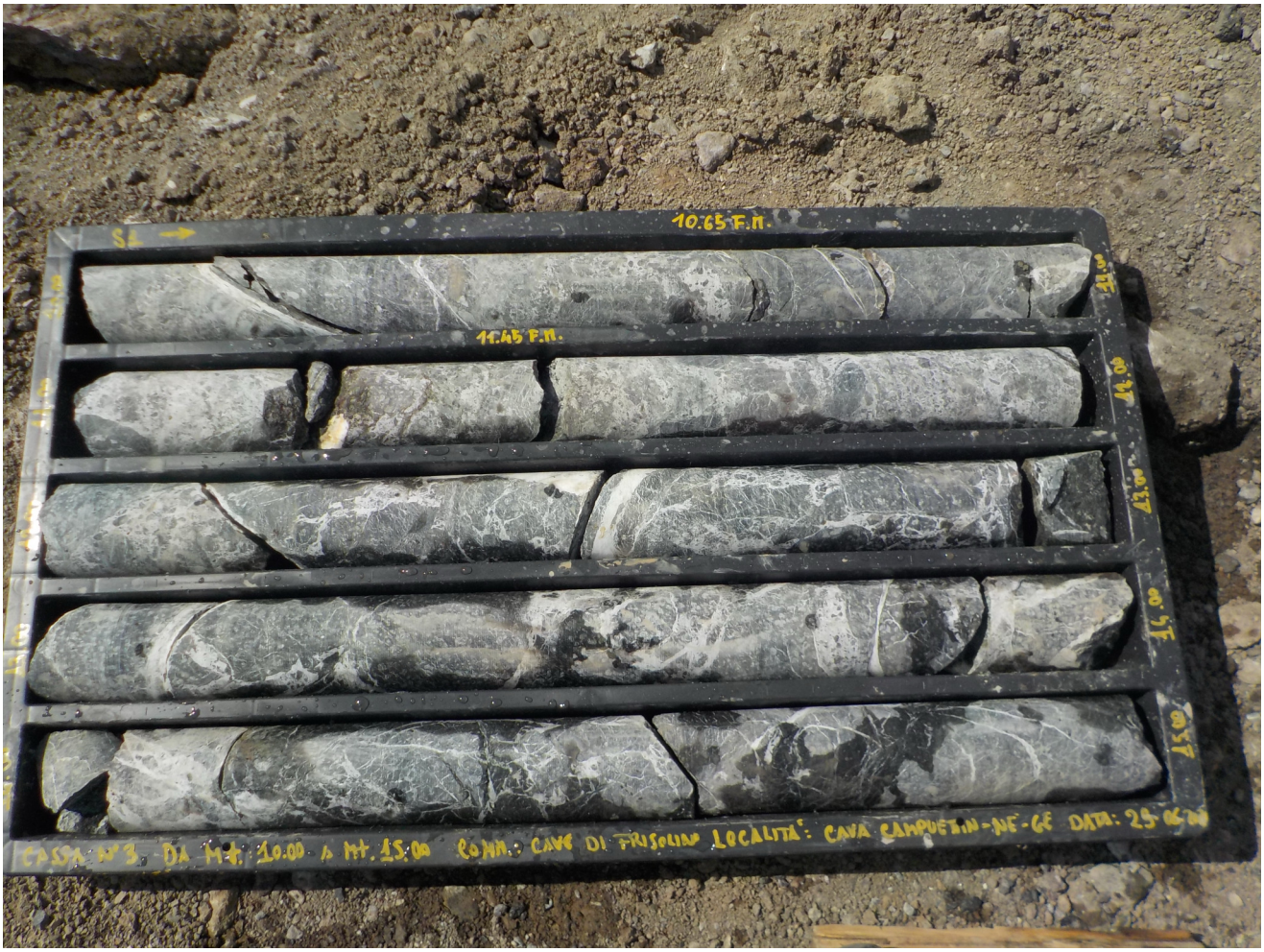


Foto 04 - Sondaggio S1 - da 10.0 m a 15.0 m da p.c.

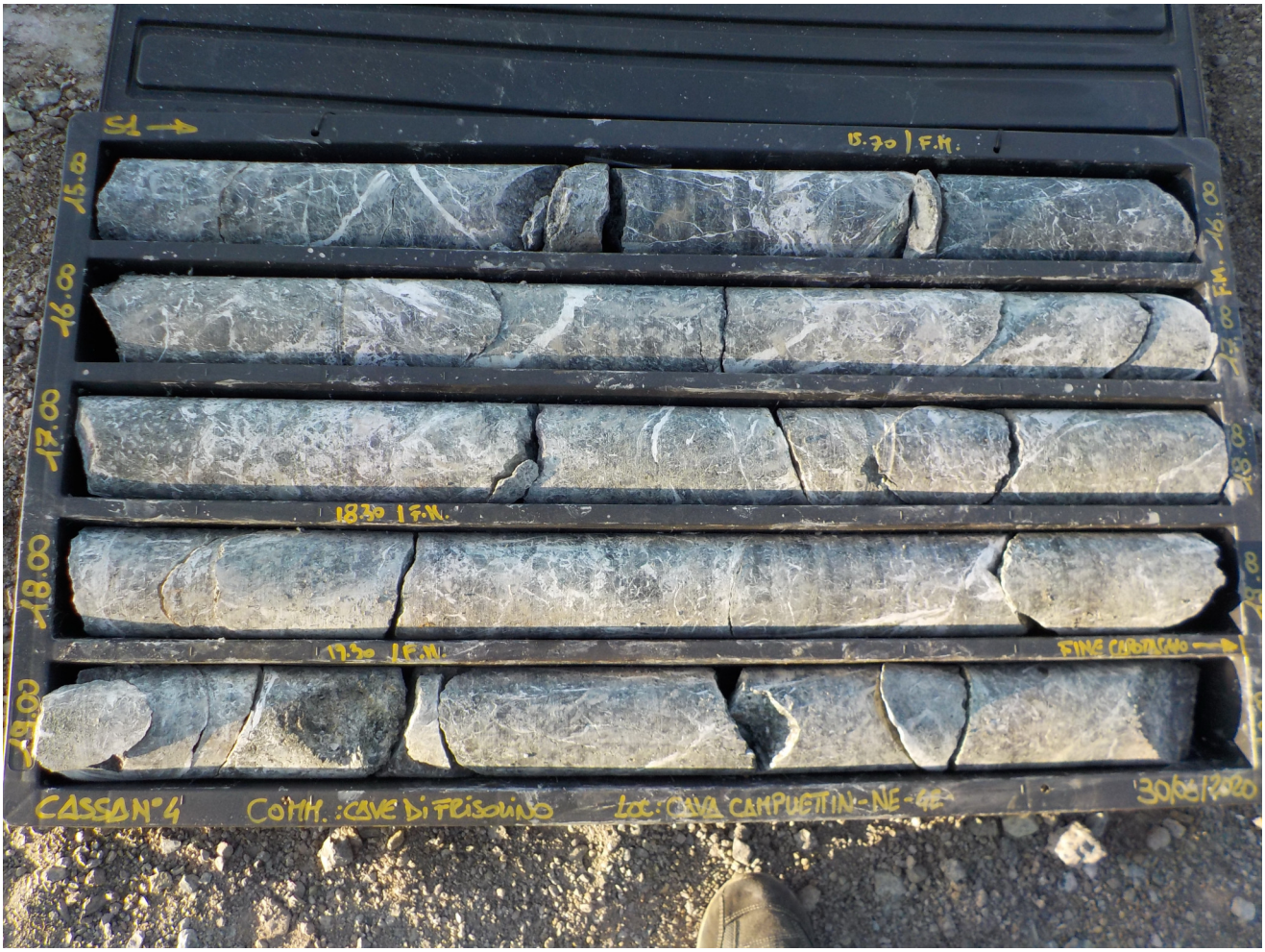


Foto 05 - Sondaggio S1 - da 15.0 m a 20.0 m da p.c.

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
Via Nino Bixio, 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
Telefono: 0185.313910 - E_mail: geotecam@libero.it

S2

COMMITTENTE	CAVE FRISOLINO SRL	CANTIERE	CAVA CAMPUETTIN
DATA INIZIO	03/07/2020	DATA FINE	05/07/2020
GEOLOGO:	DOTT. GIACOMO CANEPA	TIPO ATTREZZATURA	BERETTA T65
PERFORAZIONE:	ORIZZ. CAROTAGGIO CONT.	DIAMETRO CAROTIERE	101 MM

PROFONDITA' FORO: 20.0 m
RILIEVO FALDA:
prof. da p.c. -

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
1 – 5		Oficalciti da poco a mediamente fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti generalmente chiusi da poco a mediamente alterati, prevalenza di verde imperiale.
5 – 10		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di verde imperiale.
10 – 20		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di verde imperiale. Orizzonte alterato e fratturato da 14.0 m a 14.5 m da p.c.

CAROTAGGIO [%] — 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
R.Q.D. [%] — 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
CAROTAGGIO
DIMENSIONI SPEZZONI: < 6 cm | 6 - 20 cm | 20 - 40 cm | > 40 cm
N° DISC. PER METRO

br	livelli ridotti in breccia	*W*	corona widia
S	carotiere semplice	*D*	corona diamante
T2	carotiere doppio	(127)(101)	diametro perforazione



Foto 1 - Postazione sondaggio S2

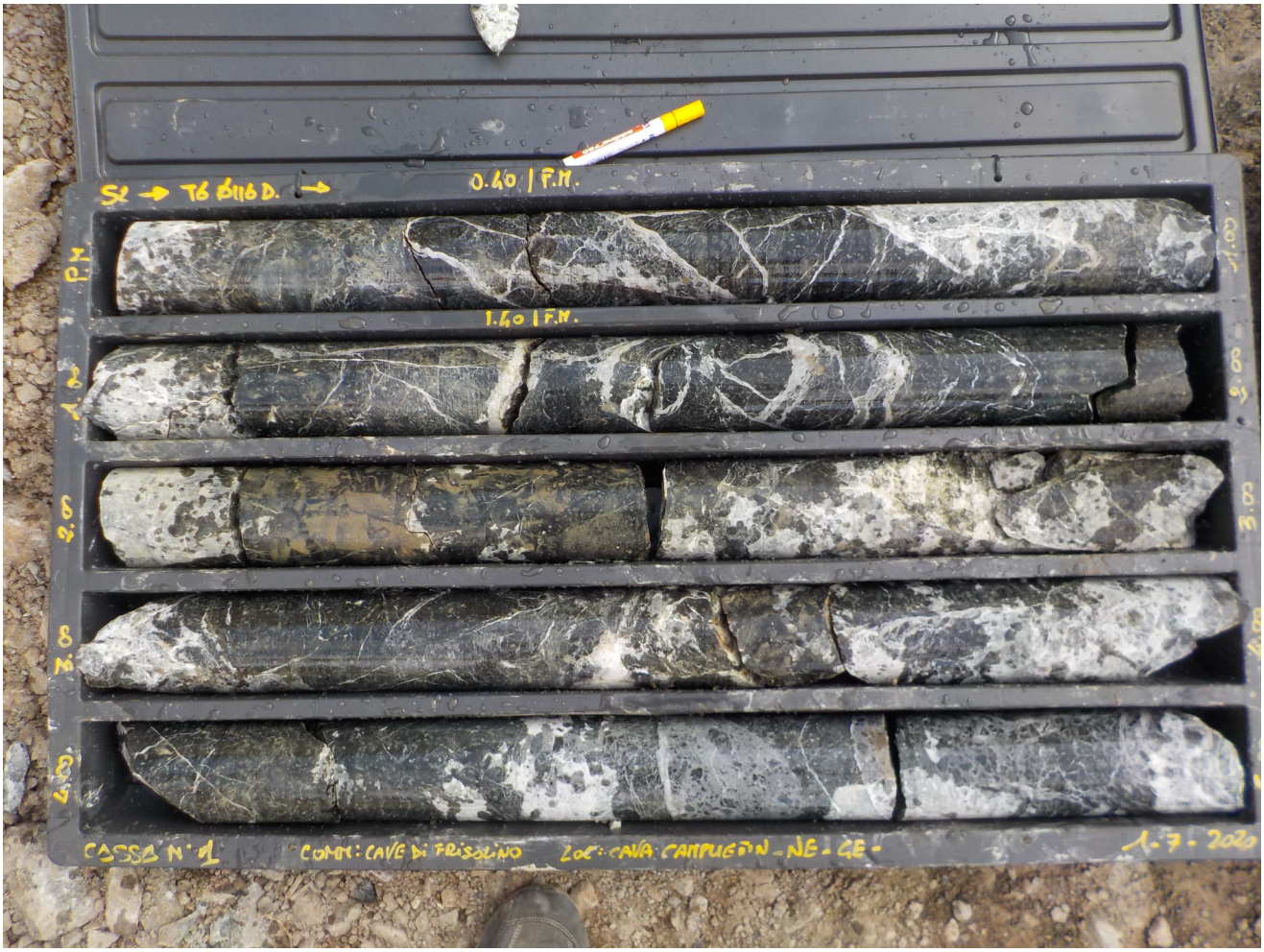


Foto 02 - Sondaggio S2 - da 0.0 m a 5.0 m da p.c.

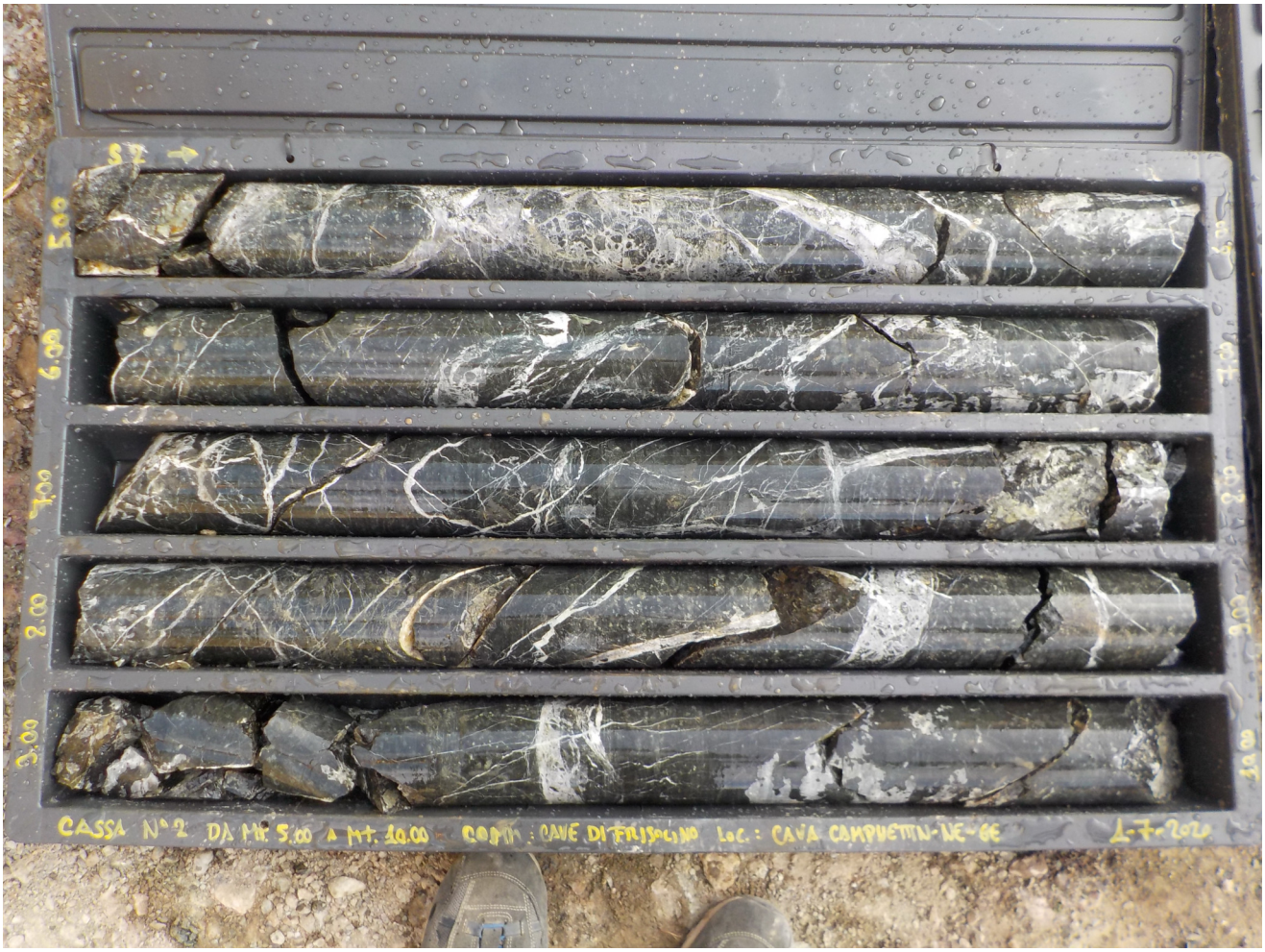


Foto 03 - Sondaggio S2 - da 5.0 m a 10.0 m da p.c.

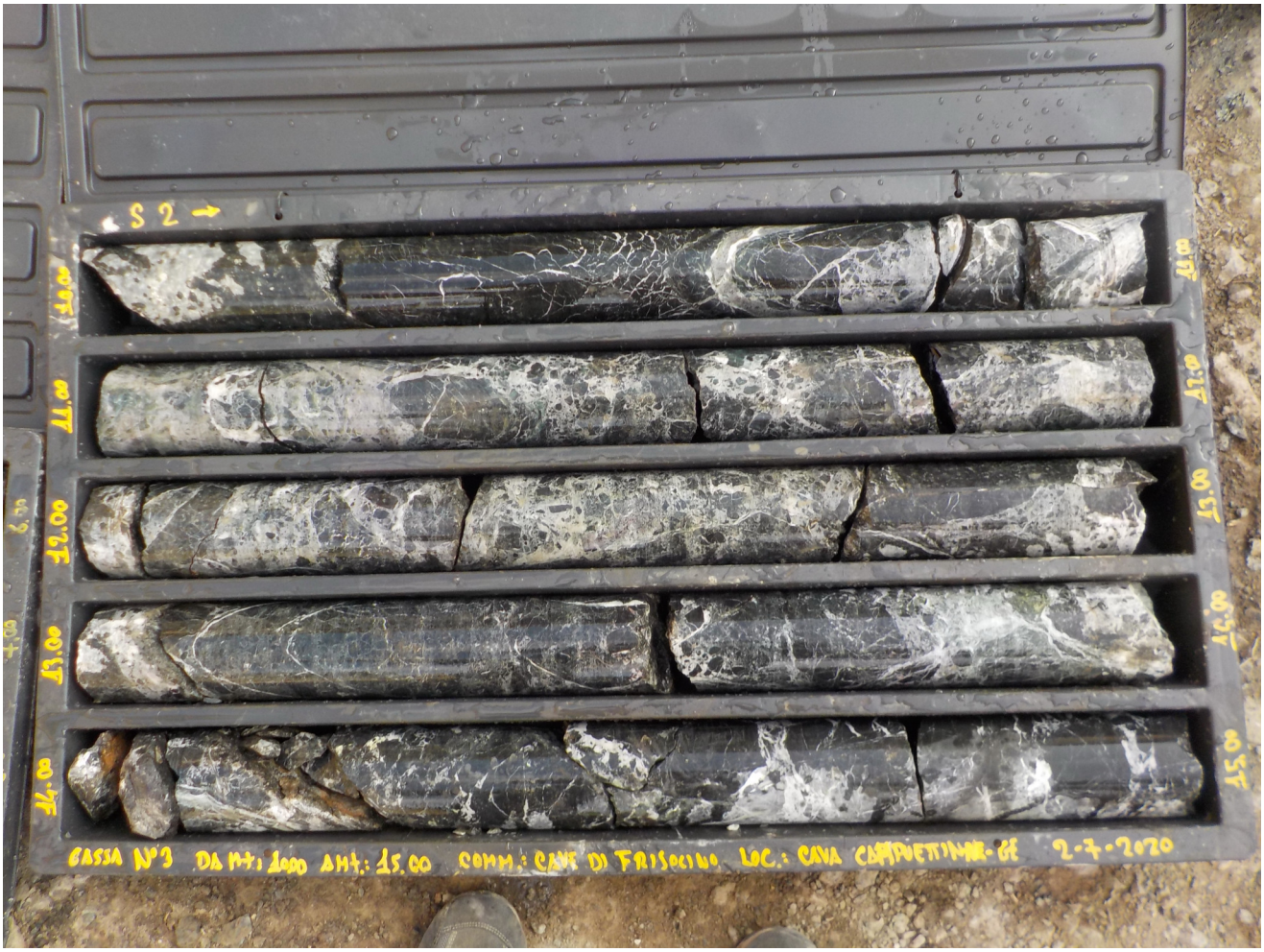


Foto 04 - Sondaggio S2 - da 10.0 m a 15.0 m da p.c.

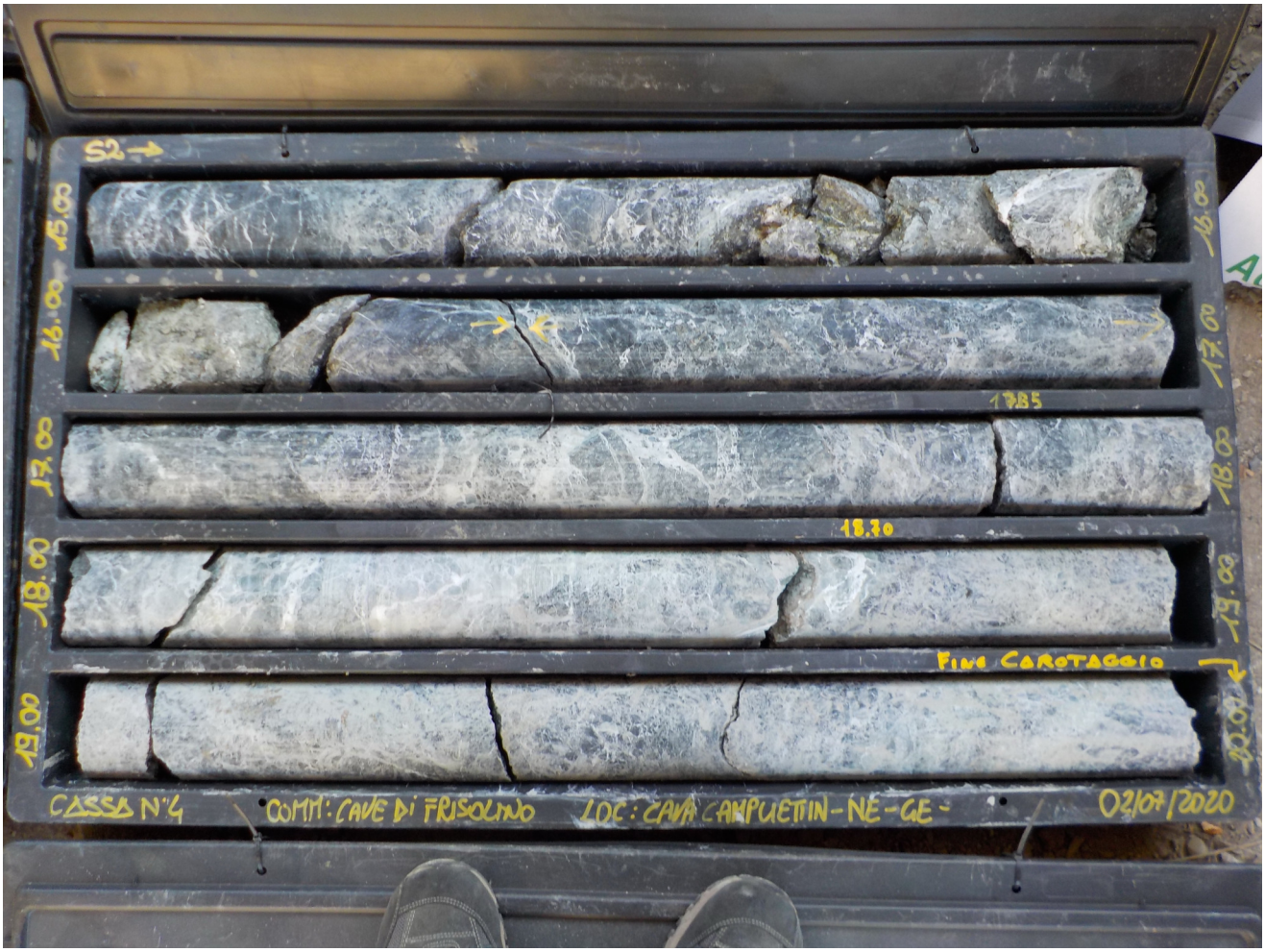


Foto 04 - Sondaggio S2 - da 15.0 m a 20.0 m da p.c.

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
Via Nino Bixio, 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
Telefono: 0185.313910 - E_mail: geotecam@libero.it

S3

COMMITTENTE	CAVE FRISOLINO SRL	CANTIERE	CAVA CAMPUETTIN
DATA INIZIO	06/07/2020	DATA FINE	08/07/2020
GEOLOGO:	DOTT. GIACOMO CANEPA	TIPO ATTREZZATURA	BERETTA T65
PERFORAZIONE:	VERTICALE CAROTAGGIO CONT.	DIAMETRO CAROTIERE	101 MM

PROFONDITA' FORO: 20.0 m
RILIEVO FALDA:
prof. da p.c. -

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO [%]	R.Q.D. [%]	CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI < 6 cm	6 - 20 cm	20 - 40 cm	> 40 cm	N° DISC. PER METRO
1		Oficalciti da poco a mediamente fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti generalmente chiusi da poco a mediamente alterati, prevalenza di verde imperiale.								
2										
3										
4										
5										
6		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di verde imperiale.								
7										
8										
9										
10										
11		Oficalciti poco fratturate e in buone condizioni di conservazione, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi poco alterati, prevalenza di verde imperiale con alternanze di rosso antico.								
12										
13										
14										
15										
16		Oficalciti con livelli molto fratturati, talora fino a cataclasati, presenza di vene calcitiche, giunti chiusi da poco a mediamente alterati, prevalenza di verde imperiale.								
17										
18										
19										
20										

br livelli ridotti in breccia
S carotiere semplice
T2 carotiere doppio
W corona widia
D corona diamante
(127)(101) diametro perforazione



Foto 01 - Sondaggio S3 - da 0.0 m a 5.0 m da p.c.



Foto 02 - Sondaggio S3 - da 5.0 m a 10.0 m da p.c.

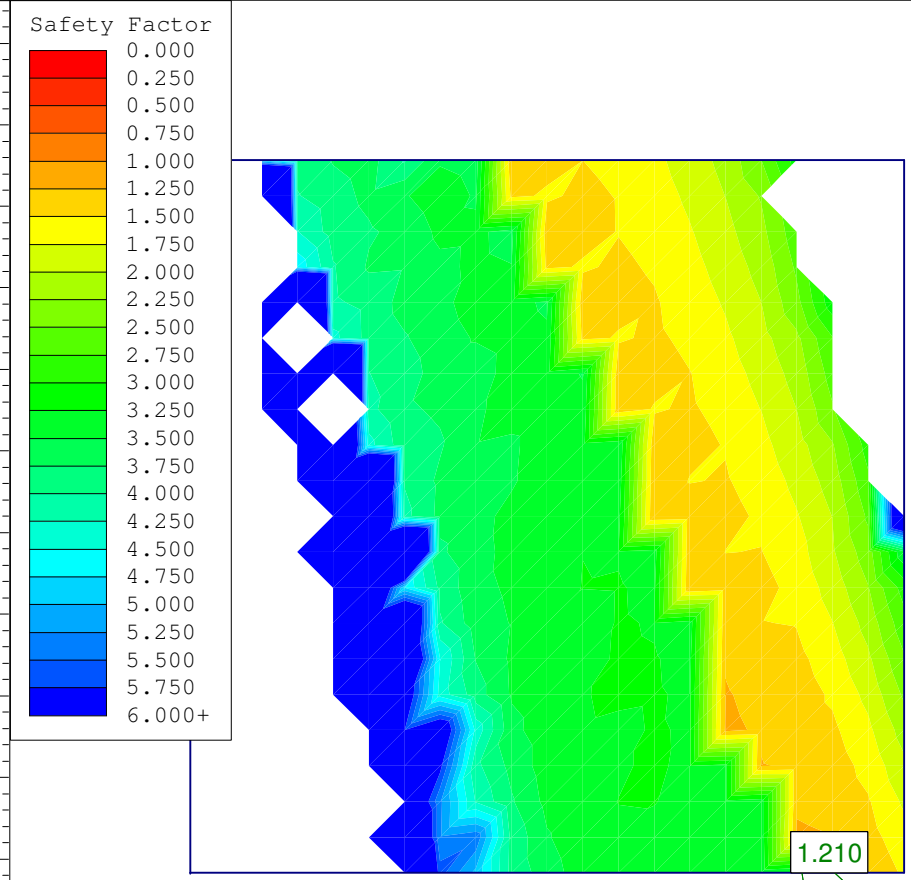


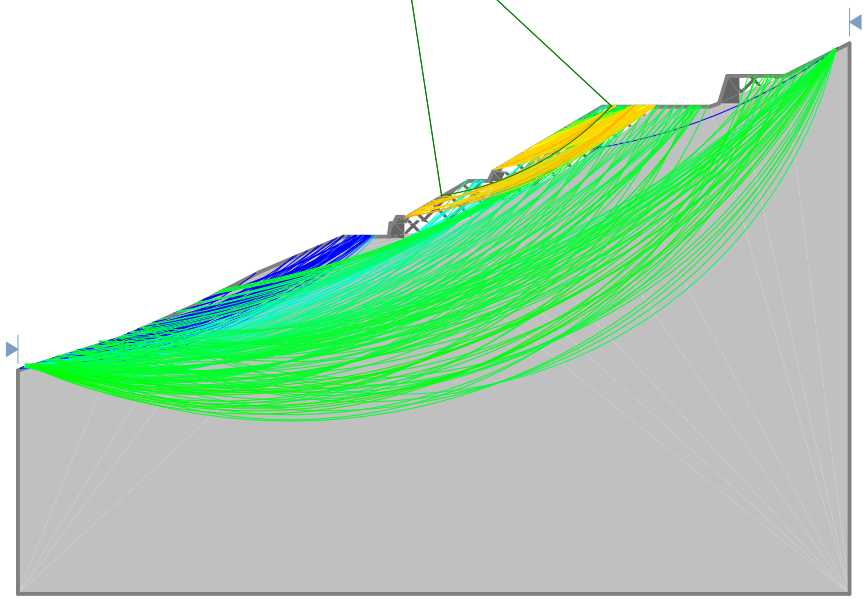
Foto 03 - Sondaggio S3 - da 10.0 m a 15.0 m da p.c.

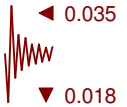


Foto 04 - Sondaggio S3 - da 15.0 m a 20.0 m da p.c.

ALLEGATO 4 - ANALISI DI STABILITA' ZONA DI SISTEMAZIONE

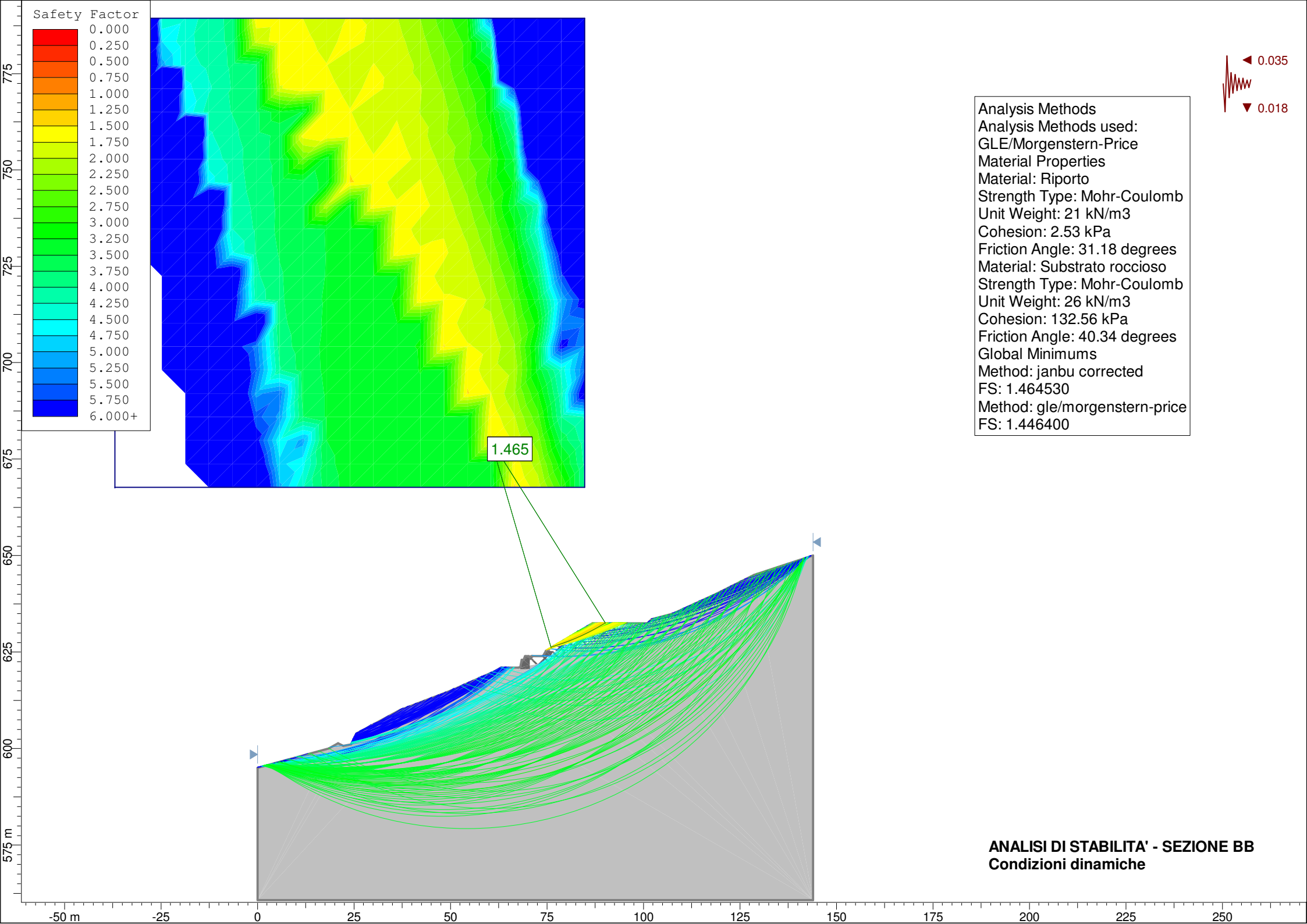






Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price
Material Properties
Material: Riporto
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 2.53 kPa
Friction Angle: 31.18 degrees
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 132.56 kPa
Friction Angle: 40.34 degrees
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.209920
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.196800

ANALISI DI STABILITA' - SEZIONE AA
Condizioni dinamiche


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
1.465
0.035
0.018
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price
Material Properties
Material: Riporto
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 2.53 kPa
Friction Angle: 31.18 degrees
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 132.56 kPa
Friction Angle: 40.34 degrees
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.464530
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.446400
775
750
725
700
675
650
625
600
575 m
-50 m
-25
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
ANALISI DI STABILITA' - SEZIONE BB
Condizioni dinamiche