COMUNE DI BOISSANO

Provincia di Savona – Regione Liguria

RECUPERO AMBIENTALE – RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TRZ - EX CAVA SEGIUNA'

DOCUMENTO C

Modello geologico del tratto di versante
connesso alle aree d'intervento

elaborato: **C.0 – Relazione tecnica del modello geologico del tratto di versante connesso alle aree d'intervento.**

elaborati grafici allegati:
Tav C.1 – Carta geolitologico-strutturale e ubicazione indagini geognostiche e geofisiche (sc. 1:500)
Tav C.2 – Carta geomorfologica (sc. 1:500)
Tav C.3 – Carta idrogeologica (sc. 1:500)
Tav C.4 – Sezioni geologiche

committente:
Cave di Boissano S.r.l.
Via delle Ginestre 80 Boissano (SV)

Cave di Boissano S.r.l.
L'amministratore unico

tecnici :
dott. Guido Carieri
Via alla Rocca 5b Savona

Studio Progea
dott. Sergio Aicardi
Via G. Leopardi 35r Savona

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GUIDO CARIERI
A.P. n. 296
data iscr. 1[illegible]

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. AICARDI SERGIO
A.P. n. 304
data iscr. 30-03-95

giugno 2014

SOMMARIO

NORMATIVA 3
PREMESSA 3
ATTIVITA' DI STUDIO VOLTE ALLA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE 5
ANALISI DATI DOCUMENTALI DI CARATTERE STORICO-AMMINISTRATIVO 1972-1975 7
ANALISI ED INTERPRETAZIONE DELLE FOTO AEREE DELL'AREA DI EX CAVA 9
INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE 12
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMECCANICO 14
Descrizione dei litotipi affioranti 14
Note sui metodi di classificazione utilizzati per la valutazione qualitativa dei litotipi. 15
INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DELLO SVILUPPO DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE 18
INDAGINI GEOFISICHE A SUPPORTO DELLO SVILUPPO DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE 19
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'IPOGEO 21
DESCRIZIONE PUNTUALE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE 23
ANALISI DEL DISSESTO FRANOSO 24
CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEI RIPORTI PRESENTI NELLE AREE DI PROGETTO 27
PROVE PENETROMETRICHE CONTINUE SUPERPESANTI 29
CORRELAZIONI CON SPT E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI RIPORTO 30
INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO 31
Categoria topografica 31
Individuazione della pericolisita' sismica del sito 32
Determinazione dell'azione di progetto. 34
CONCLUSIONI 36
ALLEGATI INTERNI 37
ALLEGATI ESTERNI 37

NORMATIVA

- D.M. 14/01/2008-Testo Unitario Norme tecniche per le costruzioni
- Consiglio superiore dei lavori pubblici-"istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni" Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio superiore dei lavori pubblici-Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998)-Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture (parte 5): Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- Eurocodice 7.1- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.2- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.3-Progettazione geotecnica
- L.R.L. n.63/2009-Vincolo idrogeologico
- Dlgs.n.152/2006, Dlgs n.4/2008, Decreto anticrisi, DGR n. 859/2008-Criteri per la gestione e l'utilizzo di terre e rocce da scavo; Decreto 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo."
- D.G.P. n.74 del 21/05/2012 "Adeguamento della Normativa dei Piani di Bacino Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico in recepimento dei criteri ex D.G.R. 989/2011".
- D.G.R. 19/11/2010 n. 1360 "L.r. 58/2009, art. 3. **c**riteri dell'Autorità di Bacino regionale in merito alla definizione della significatività idraulica dei corsi d'acqua nella pianificazione di bacino e alla normativa associata"
- D.G.R. 19/11/2010 n. 1362 "D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria."
- Regolamento regionale 14 Luglio 2011 n.3 "Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua

PREMESSA

Il Comune di Boissano commissiona allo scrivente un primo studio geologico applicato sulle aree della ex cava in loc. "La Segiunà" sin dal 2001, avendo intenzione di realizzare un parco naturalistico in luogo del giacimento estrattivo giunto a fine ciclo a fine anni '70.

Successivamente, la ditta Cave di Boissano S.p.A., proprietaria di parte delle aree interessate dalla destinazione urbanistica DTZ (distretti di trasformazione ex l. R.L. n. 36/97) del PUC, estese a NE del nucleo storico dei Berruti, ha incaricato lo scrivente di predisporre un progetto di bonifica del dissesto franoso di grandi dimensioni che ha interessato il tratto di versante a monte dei fronti di cava sin dalla prima metà degli anni '70.

Allo stato dei fatti l'attuazione di idonei interventi di bonifica del dissesto franoso e messa in sicurezza del versante costituiscono elementi imprescindibili e propedeutici per favorire le previsioni di sviluppo urbanistico che interessano le aree dei vecchi piazzali di cava in aderenza al nucleo storico dei Berruti.

Trattandosi di area DTZ qualsiasi previsione di neo urbanizzazione diviene oggetto dello sviluppo di un P.U.O. (Piano Urbanistico Operativo) così come previsto dalla Norma di Attuazione del P.U.C. del Comune di Boissano. Nelle more dello sviluppo del Piano gli Enti tenuti a valutare il Piano sia sotto il profilo urbanistico (Provincia di Savona e Regione Liguria), sia sotto i differenti profili vincolistici (Provincia di Savona – Settore Difesa del Suolo e Comunità Montana Liguria di Ponente) hanno prescritto lo sviluppo del modello geologico di dettaglio del tratto di versante a monte delle aree di neo-urbanizzazione.

In particolare, lo studio ha dettagliato sia l'analisi dei cinematismi che hanno interessato il versante, sia le dinamiche di sviluppo del dissesto franoso, avendo come sintesi dello studio proposte di sistemazione e riqualificazione ambientale del sito, nonchè di messa in sicurezza delle aree di fondovalle interessate dalla realizzazione degli insediamenti residenziali previsti dal P.U.O. (ex piazzali di cava dedicati alla lavorazione dei materiali litoidi cavati).

Si è perciò adottata una metodologia di lavoro articolata per fasi successive di approfondimento delle problematiche, in ordine all'assetto ed all'equilibrio idrogeologico di versante:

- Ricerca dei dati storici alla scala comunale – Atti dell'Amministrazione del Comune di Boissano ed estratti documentazione tecnica (studio GeoSarc e studio Carieri) anni 1972 – 1982, quali informazioni necessarie ad un corretto inquadramento storico delle cause antropiche che hanno determinato l'innesco del movimento franoso;
- Analisi degli articoli di geologia strutturale del prof. geol. M. Vanossi (1971) e del prof. geol. M. Marini (1973);
- Indagini e rilievi di tipo geologico-strutturale di massima condotti dal dott. geol. G. Carieri a corredo dello studio di fattibilità per la realizzazione di un parco naturalistico, commissionato dall'Amministrazione del Comune di Boissano (2001);
- Rilievo planoaltimetrico integrativo e geologico strutturale di dettaglio a corredo della predisposizione del modello geologico del versante su cui insiste l'ex cava (2009).
- Fasi di indagine geognostica esecutiva mediante realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo sia lungo il tratto di versante interessato dall'attività estrattiva, sia lungo il corpo della colmata in terre e rocce da scavo realizzata a partire dalla fine degli anni '70 e sino a metà degli anni '80.
- Analisi geofisica delle medesime aree, attraverso l'esecuzione di profili tomografici geoelettrici e di sismica a riflessione, atti ad estendere arealmente ed in profondità le informazioni puntuali dedotte dai sondaggi geognostici relative ai rapporti litostratigrafici e tettonici tra le diverse unità formazionali presenti.

- Monitoraggio geostatico del tratto di crinale a monte dei fronti di scavo dell'ex cava e della colmata di riempimento al piede, svolto per un periodo complessivo di circa 17 mesi, suddivisi in due fasi, la prima tra l'agosto 2009 a l'aprile 2010, la seconda trail luglio 2011 ed il marzo 2012. Le attività di monitoraggio a rete hanno previsto sia letture di tipo inclinometrico, piezometriche e di analisi delle deformazioni superficiali attraverso una rete di capisaldi e target di tipo ottico

ATTIVITA' DI STUDIO VOLTE ALLA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE

La realizzazione del modello geologico si è articolata attraverso fasi d'indagine successive realizzate secondo un approccio incrementale di dettaglio.

La ricerca bibliografica finalizzata alla conoscenza della geologia stratigrafica e strutturale dell'area oggetto di studio ha permesso di dettagliare l'asssetto strutturale e tettonico anche a grande scala (pieghe e lineamenti tettonici alla scala regionale) del territorio ricompreso tra i torrenti Varatella e Nimbalto.

La ricostruzione del modello geologico-strutturale a grande scala è stata effettuata basandosi:

- sulla carta geologica "foglio n. 92-93 Albenga - Savona", scala 1:100.000;
- sull'articolo del prof. Geol. M. Vanossi "Contributi alla conoscenza delle unità stratigrafico-strutturali del Brianzonese ligure: Le strutture tettoniche nella zona tra Bardineto e Noli" (1971) ;
- sulla cartografia geologica di dettaglio predisposta dal prof. Geol. M. Marini, dal dott. Geol. A. Destefanis e dal dott. Geol F. Carieri proprio nell'area dell'ex cava sita in loc. La Segiunà (1972 e 1982).

All'analisi della documentazione geologico strutturale si è associata l'analisi della documentazione di tipo storico relativa alle fasi ed ai metodi di coltivazione dell'ex polo estrattivo, potendo in tale modo ricostruire le dinamiche ed i tempi secondo cui si è sviluppato il fenomeno franoso.

La prima fase d'indagine vera e propria, seguente all'analisi bibliografica della documentazione esistente, è rappresentata dall'esecuzione del rilievo topografico strumentale di dettaglio dell'intero tratto di versante a monte del polo estrattivo, che ha consentito di dettagliare l'assetto morfologico dell'area in studio, ed in particolare del fronte principale dell'ex cava e delle aree dei piazzali, nonché della viabilità d'accesso.

L'attività in oggetto ha permesso di censire puntualmente gran parte delle fratture (discontinuità secondarie), delle linee di faglia (discontinuità principali sia alla scala regionale che alla scala locale), nonché i contatti litostratigrafici tra diverse unità tettoniche e formazionali al fine di ottenere un elaborato cartografico quanto più possibile rappresentativo dell'assetto strutturale del varsante.

E' seguita la realizzazione del rilievo geologico applicato di dettaglio alla scala 1: 500, necessario a ricostruire una dettagliata cartografia geolitologico-strutturale e geomorfologica, mediante il censimento di tutte le differenti forme riconducibili a fenomeni di dissesto geomorfologico lungo il tratto di versante a monte dell'ex cava (scoscendimenti di tipo planare profondi, crolli in blocchi di roccia, fenomeni di soil creep caratterizzanti i litotipi in peggiori condizioni di conservazione).

Il rilievo geomeccanico si basa sulla misura dei parametri relativi alle discontinuità che interessano l'ammasso ed è organizzato secondo "aree di rilievo strutturali" indicate con la dicitura ARS in Tav. n. C1.

Alle attività di cui ai punti precedenti, sono seguite le campagne d'indagine sia di tipo geognostico che geofisico. Attraverso le fasi successive d'esecuzione delle indagini si è affinata l'analisi del modello geologico dedotto dai rilievi di superficie (rilievo geologico applicato), estendendo in profondità la conoscenza dei rapporti formazionali tra litologie afferenti alle singole unità tettoniche che caratterizzano la zona d'indagine, e dei rapporti geometrici tra un'unità tettonica e le altre. Le indagini hanno interessato anche il rilevato in terre e rocce da scavo presente al piede dei fronti di scavo.

La prima campagna eseguita nell'anno 2009, sul corpo della colmata in terre e rocce da scavo presente al piede del versante (quota piazzale superiore circa 208 m.l.m.m.), ha previsto l'esecuzione d'indagini geognostiche sia "dirette", rappresentate da n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1V, S2V ed S3V; tav. C1 allegata) che indirette" (n. 7 prove penetrometriche dinamiche continue del tipo superpesante eseguite in presenza di rivestimento), atte a caratterizzare sotto il profilo litologico-stratigrafico e geotecnico i materiali di riempimento abbancati.

I sondaggi geognostici hanno raggiunto profondità ricomprese tra i 38 m. (S1V quota media della testa sondaggio pari a 208 m.l.m.m.) ed i 15 m. (sondaggio S3V, quota p.c. all'incirca 181 m.l.m.m.; vd. Tav. C1, sc. 1: 500), definendo, attraverso il recupero continuo dei campioni, sia la natura dei materiali abbancati, sia la profondità del substrato roccioso in posto, costituente il fondo scavo della coltivazione "a fossa" dell'impianto estrattivo.

L'indagine geofisica di tipo integrato, che ha interessato i fronti di scavo in roccia dell'ex cava, ha visto l'esecuzione sia di stendimenti geoelettrici del tipo "Earth Resistivity Tomography (ERT)" e sismici a riflessione in testa ai fronti di cava (piani a quota 260,0 m.l.m.m).

Nell'anno 2011 si è svolta una seconda campagna d'indagini geognostiche e geofisiche mediante l'esecuzione di n. 7 nuovi sondaggi a carotaggio continuo, ed un profilo di tomografia elettrica.

L'indagine in oggetto ha consentito allo scrivente di dettagliare gli elementi spaziali e rielaborare il modello geologico del settore di versante interessato dall'attività estrattiva (fronti di cava aventi sviluppo NE-SW, presenti nella fascia altimetrica ricompresa tra i 270 ed i 200 m. l.m.m.).

La nuova fase d'indagine, prevista anche dagli Enti preposti al rilascio delle autorizzazioni al progetto di sistemazione (verbale di conferenza dei servizi preliminare datato 14.12.2010), mirava a definire correttamente la geometria e lo sviluppo dei fronti di cava raggiunti a fine ciclo di coltivazione, ed ad oggi obliterati dalla colmata in terre e rocce da scavo.

Tale elemento di conoscenza era ed è ritenuto discriminante per l'analisi dell'insorgere e dello sviluppo del dissesto gravitativo che ha coinvolto il fronte di cava, determinando di fatto l'impossibilità a proseguire la coltivazione del polo estrattivo (fine degli anni '70).

Le indagini hanno infatti evidenziato la riduzione del diaframma in dolomia micritica, afferenti all'unità tettonica di S. Pietro dei Monti, ubicato nella porzione di valle del versante, in seguito alla coltivazione del fronte di cava, a partire dal settore sud e spostandosi verso la porzione centrale del fronte.

I sondaggi geognostici hanno raggiunto profondità ricomprese tra i 76 m. (S3 quota media della testa sondaggio pari a 258 m.l.m.m.) ed i 20 m. (sondaggio S7, quota p.c. all'incirca 181 m.l.m.m.; vd. Tav. C1, sc. 1: 500).

I fori di sondaggio sono stati attrezzati sia con tubi inclinometrici (S1, S2, S3, S5, S7) che con piezometri di tipo a celle di Casagrande (S4 ed S6) andando ad integrare la rete di monitoraggio esistente.

ANALISI DATI DOCUMENTALI DI CARATTERE STORICO-AMMINISTRATIVO 1972-1975

L'attività estrattiva esercita dalla ditta "Cave di Boissano S.p.a.", intestataria di una autorizzazione mineraria rilasciata dal Corpo delle Miniere ed in convenzione con il Comune di Boissano, ha interessato un intero tratto del versante alle spalle del nucleo storico dei Berruti, in loc. "La Segiunà", tra il 1960 e la metà degli anni settanta.

La documentazione d'archivio, denuncia l'insorgenza di un dissesto franoso di grandi dimensioni, esteso alle aree di cava ed al contiguo nucleo storico dei Berruti sin dal 29.04.1972, quando l'allora Amministrazione comunale assunse iniziative volte alla tutela della pubblica incolumità:

1° - 29.04.1972 – l'Amministrazione dichiara che la montagna sopra la cava e sopra la contrada Berruti è fessurata;
2° - 31.03.1973 – il Comune allarma tutte le Amministrazioni competenti avendo riscontrato l'aggravarsi delle condizioni di lesionamento della montagna;
3° - 19.05.1973 – il Sindaco ordina la sospensione di tutti i lavori in cava, a cui seguono ripetuti sopralluoghi di tecnici, tra cui: il geologo del Comune (dott. geol. A. De Stefanis e dott. geol. M. Marini – studio geoSARC – incarico datato 16.05.1973 delib. n. 35, prot. n. 1243), Genio Civile, Corpo Forestale dello Stato, Corpo delle Miniere, perito della Regione Liguria;
4° - 25.05.1973 – segue Ordinanza del Sindaco d'evacuazione dei residenti nel nucleo Berruti, revocata in data 31.07.1973 e nuovamente rinnovata in data 23.02.1974 per l'aggravarsi delle condizioni d'instabilità dei fronti della montagna;
5° - 28.02.1974 – Il Corpo delle miniere invita la ditta cave di Boissano S.p.a. a presentare un piano per la sistemazione del movimento franoso;
6° - 14.09.1974 - Il Comune di Boissano invita l'Ispettorato Foreste di Savona ad adottare tutti i provvedimenti di competenza per evitare l'aggravamento del dissesto idrogeologico che il comportamento della ditta Cave di Boissano S.p.a. arreca al territorio non seguendo il piano di bonifica proposto dal Distretto Minerario;
7° - 16.09.1975 – viene segnalato l'estendersi del movimento franoso oltre la zona interessata dal piano di bonifica.

Gli studi di tipo geologico strutturale e geomorfologico applicato, condotti dai tecnici incaricati, sia dall'Amministrazione Pubblica (studio geoSARC 1973; dott. geol. F. Carieri 1982;), che dal Corpo delle Miniere (dott. ing S. Pelizza 1973), indicavano condizioni di elevata suscettività al dissesto delle scarpate di cava, l'errata regimazione e gestione complessiva delle acque di superficie e l'estendersi sino alla zona di crinale del dissesto franoso di tipo "complesso" per sviluppo retrogressivo.

In particolare, si evidenziava la complessità dell'assetto geologico – strutturale del tratto di versante significativamente ricollegato alle aree di ex cava, ed il grado di conservazione "scadente" delle formazioni geolitologiche.

Successivamente, lo studio geologico applicato a corredo del progetto di fattibilità di parco naturalistico, condotto dallo scrivente (2001), ha classificato le formazioni litologiche secondo

classi di qualità da “mediocri e molto scadenti” (classificazione dell'ammasso roccioso secondo i metodi introdotti da diversi autori Bieniawski “RMR” del 1972-‘73; Romana “SRM” del 1985).
Anche le analisi di stabilità interessanti i fronti in roccia (scarpate residue del fronte di cava), indicavano diverse situazioni di instabilità prossime all’equilibrio limite, tali da determinare un grado di rischio da frana elevato al piede del fronte, e mediamente elevato per gli insediamenti di carattere produttivo ed abitativo ubicati a valle (ex stabilimento della "Cave di Boissano S.p.a. e nucleo storico Berruti).
Veniva infine riconfermata l'esistenza delle evidenze di un fenomeno franoso di grandi dimensioni, sviluppatosi nelle formazioni: calcareo-dolomitica di S. Pietro dei Monti, dei calcari cristallini di Val Tanarello e nelle contigue quarziti di Ponte di Nava.
L'origine del dissesto era ricondotta sia a fattori di tipo endogeno che a fattori antropici:

1. all'azione plicativa esercitatasi sui litotipi (elevate inclinazioni delle bancate calcareo dolomitiche sull’orizzontale e destrutturazione delle quarziti) durante le fasi dell'orogenesi Alpina;
2. all'azione di scollamento prodotta dalle faglie a carattere regionale, note come sistemi di trascorrenti NW -SE e SSW-NNE, di prima e seconda fase;
3. al disequilibrio geostatico prodotto all’attività estrattiva intercorsa tra l’inizio degli anni ’60 e la fine degli anni ’70, prima dell’entrata in vigore della l.R.L. 10.04.1979 n. 12 (Norme sulla disciplina della coltivazione di cave e torbiere).

ANALISI ED INTERPRETAZIONE DELLE FOTO AEREE DELL’AREA DI EX CAVA

La ricostruzione evolutiva del movimento franoso, innescatosi durante l’attività estrattiva, è stata svolta utilizzando le foto aeree fornite dalla Regione Liguria e riferite agli anni: 1974, 1979, 1988 e 2004.
Le stesse sono state sovrapposte al rilievo topografico dello stato di fatto eseguito dallo scrivente nel luglio 2009 (fig. n 1 - Misure di deformazione lungo il blocco in calcari di Val Tanaello). In particolare, l’attenzione si è focalizzata sul fotogramma aereo risalente al 1979, realizzato ad una quota di volo relativamente bassa (475 m; scala circa 1: 3.400) che permette l’osservazione degli elementi geomorfologici d’interesse con un dettaglio molto maggiore rispetto agli altri aereo-fotogrammi contraddistinti da rapporti di scala molto inferiori e che hanno permesso l’individuazione dei soli lineamenti tettonici principali.
L’evoluzione del dissesto nell’arco temporale di quasi 30 anni (1979 – 2009) è stata ricostruita identificando sulla foto aerea dei punti fissi quali: fabbricati, strade d’accesso, viabilità comunali,

riconoscibili ancora oggi ed ubicati sul rilievo dello stato attuale dell'area restituito su base cad vettoriale.

A partire da n. 2 allineamenti che interpolano tali punti noti è stata tracciata una direttrice di riferimento subparallela al fronte della ex cava (Direttrice SW-NE n. 2) ed una seconda direttrice trasversale allo stesso (Direttrice W NW – E SE n. 1).

Successivamente, si sono misurate le distanze fra la direttrice n.2 ed alcuni punti del ciglio superiore della parete in calcari di Val Tanarello (lettere H,I,L ed M), presente lungo l'ex fronte di cava, riconoscibili sia sulla foto aerea del 1979 sia sul rilievo topografico del 2009.

Analoghe misure si sono eseguite a partire dalla direttrice n. 1 ed alcuni punti del ciglio superiore della scarpata a valle della trincea ("trench") che separa il blocco in calcari di Val Tanarello ed il resto del versante a monte della cava (lettere A, B, C, D, E ed F).

Mediante l'utilizzo del cad vettoriale è stata verificata la precisione dell'ubicazione ed orientazione angolare degli elementi riconoscibili (edifici e strade), assunti quali riferimenti per il tracciamento delle due direttrici, a partire dall'immagine dell'ereofotogramma digitalizzato del 1979 e la carta tecnica vettoriale realizzata dalla Regione Liguria e fornita dal Comune di Boissano.

Il confronto diretto ha indicato un ottimo riscontro nell'affidabilità del metodo d'analisi con particolare riguardo alla zona centrale dell'immagine aereofotogrammetrica.

Le distanze misurate sulla foto aerea fra le direttrici n. 1 e 2 ed i punti presi in esame sono state scalate e confrontate con le analoghe misure rilevate sul rilievo planoaltimetrico di dettaglio del 2009, evidenziando le deformazioni a carico degli elementi geomorfologici analizzati, intervenute nel trentennio intercorso tra il 1979 ed il 2009 (fig.1).

Lo studio ha permesso di addivenire alle seguenti considerazioni:

- il ciglio superiore della scarpata che delimita a SW l'area di cava (foto 1979) ad oggi non presenta scostamenti evidenti rispetto alla posizione originaria ed è quindi da considerarsi stabile nella zona a valle della trincea (lettere A, B, C e D), mentre lungo il tratto a monte si evidenzia un arretramento nell'ordine dei 3,0 – 4,0 m. presumibilmente causato da fenomeni di crollo più o meno localizzati all'interno della trincea stessa.
- allo stesso modo, l'analisi evolutiva del dissesto franoso indica che il ciglio superiore del fronte in calcari cristallini di Val Tanarello ad oggi si è spostato a valle di circa 1,0 m., avvicinandosi alla direttrice n. 2, rispetto alla posizione misurata sull'immagine relativa al volo del 1979 (lettere H, I, L ed M).

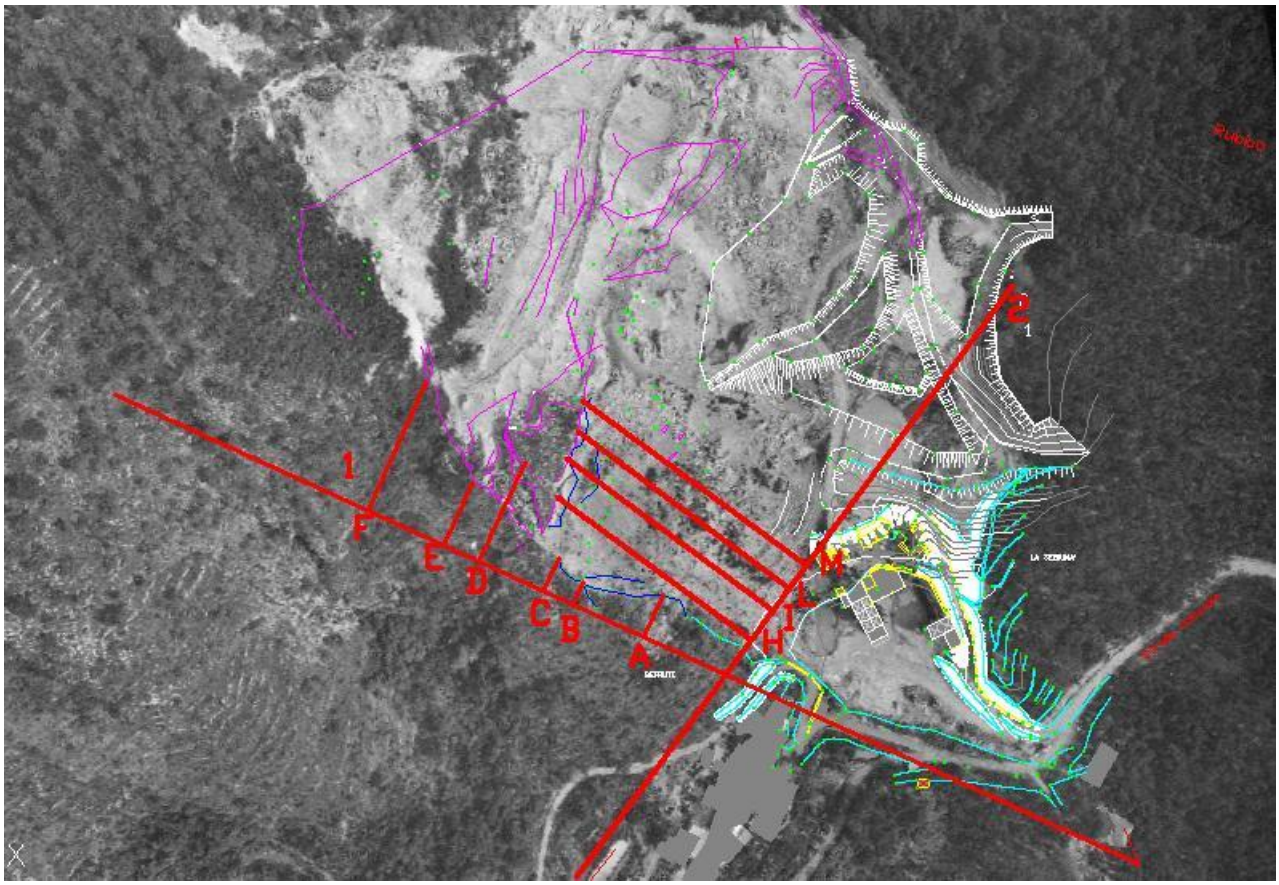


Fig.1 – Misure di deformazione lungo il blocco in calcari di Val Tanarello

Il metodo adottato non permette di ottenere risposte più precise sull'effettiva entità del movimento a causa del fattore di scala della foto aerea (scala 1: 3.400) e degli inevitabili fenomeni di distorsione ai margini dovuti alle caratteristiche degli aereofotogrammi.

Ciò detto, i margini d'errore sulle misure eseguite riconducibili al metodo d'analisi adottato sono minimizzati dall'utilizzo del sistema di misura cad vettoriale e riconducibili a qualche metro alla scala reale del problema.

Tale presupposto non inficia, quindi, la validità delle osservazioni svolte e delle successive considerazioni in merito alla sostanziale quiescenza del dissesto franoso nell'arco dell'ultimo trentennio.

Nel seguito vengono riportate le tabelle comparative fra le misura di distanza misurate sul fotogramma relativo al 1979 e sul rilievo plano altimetrico di dettaglio del 2009 rispetto alle direttrici di riferimento (vd. fig. 1 e Tav. B7 allegata).

PUNTI	FOTO 1979	RILIEVO 2009
A	20.5m	20.3m
B	11.1m	10.7m
C	16.3m	16.2m
D	46.7m	48.6m
E	34.7m	30.7m
F	65.1m	62.8m

Direttrice WNW-ESE n. 1

PUNTI	FOTO 1979	RILIEVO 2009
H	108.7m	107.4m
I	116m	113.5m
L	118.7m	117.3m
M	124.5m	123.5m

Direttrice SW-NE n. 2

Tabelle comparative delle distanze espresse in metri dei punti misurati nei fotogrammi del 1979 e rilievi topografici eseguiti a partire da luglio 2009.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'areale d'intervento appartiene al dominio Brianzonese ligure. In particolare, nell'area oggetto di studio sono presenti gli elementi tettonici di M. Carmo e di Monte Marmi, facenti parte dell'Unità di Cerisola, le cui deformazioni prevalenti sono caratterizzate da plicazioni, spesso ristrette e trasformate in scaglie, accavallamenti e locali ricoprimenti quasi sempre interessati da faglie subverticali con direzioni dominanti NW-SE e SSW-NNE.

Elemento di M. Carmo: E' una zolla tettonica di dimensioni estese, che a nord è sovrascorsa sull'elemento di Bardineto, mentre nella zona meridionale soggiace alla superficie strutturale Toirano-Magliolo-Spotorno, che la separa, tra gli altri, dall'elemento di M. Marmi.
Nell'elemento di M. Carmo complessivamente dominano la direttrice WNW-ESE e la vergenza NNE.
Nel settore meridionale dell'elemento è presente la blanda anticlinale del salto del Lupo.

L'elemento di M. Carmo affiora nel settore ovest dell'area in esame, a monte del fronte di cava, dove presenta il fianco rovescio della succitata piega, con le quarziti di P. di Nava sovrapposte alle dolomie di S. Pietro dei Monti.

Elemento di M. Marmi: L'elemento di M. Marmi è una zolla tettonica isolata dalla linea di faglia Garessio-Loano, separata dagli elementi circostanti da due sistemi di faglie sub-verticali, l'uno a direzione SW-NE, l'altro a direzione WNW-ESE, il primo dei quali apparterrebbe ad una fase antica dell'orogenesi alpina e sarebbe stato riattivato in tempi molto più recenti.

Lungo la direzione delle faglie a giacitura WNW-ESE è probabilmente presente una componente trascorrente; infatti, in corrispondenza della linea Garessio-Loano la zolla compresa tra i torrenti Varatella e Nimbalto si sarebbe mossa in direzione NW rispetto a quella tra il Nimbalto ed il Maremola.

Nell'elemento di M. Marmi, caratterizzato da una successione monoclinale immergente ad ESE con inclinazione variabile, la serie stratigrafica risulta costituita unicamente da quarziti scitiche, marmi del Malm e scisti neocretacei-eocenici, mentre l'affioramento dolomitico della ex cava Segiunà secondo la corrente bibliografia costituirebbe una scaglia a sé stante, appartenente probabilmente all'elemento di M. Carmo.

L'elemento di M. Marmi risulta interessato da un sistema di faglie per lo più inverse a vergenza WNW-ESE, che hanno suddiviso la zolla in blocchi, quasi unicamente costituiti dalla serie meso-triassica (dolomie e calcari cristallini), ciascuno dei quali mostra una giacitura solo debolmente inclinata. Proprio alla base di uno di questi blocchi, a SE di S. Pietro dei Monti, affiorano anche quarziti scitiche. (da Vanossi, 1971).

Si tratta perciò di una zona tettonicamente disturbata sia alla grande che alla piccola scala, interessata da faglie per lo più inverse e riattivate e da fenomeni di sovrascorrimento.

Nell'area di studio all'elemento di M. Marmi sono stati associati unicamente i Calcari marmorei della Val Tanarello (Malm) e la Formazione di Caprauna (Eocene-Cretaceo sup.), nella zona immediatamente a monte del fronte di cava, mentre come già detto, le dolomie della cava Segiunà sono state interpretate come una scaglia tettonica a se stante.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMECCANICO

Nell'intorno dell'area di cava affiorano differenti litotipi appartenenti anche ad unità litostratigrafiche differenti. I contatti reciproci sono condizionati dai sistemi di faglie a carattere regionale riconducibili ad una prima fase plicativa (direzione NE-SW), ed ad una seconda (direzione W-NW, E-SE) dell'orogenesi Alpino-Appenninica.

Descrizione dei litotipi affioranti

- Scisti quarzosericitici (Permo-Carbonifero) affioranti nel settore orientale del piazzale di cava; si tratta di scisti gneissici, quarzo sericitici e micascisti (sericite e clorite) con rari letti epidositici, a colorazione da rosso violacea sino a grigio argentea, la cui immersione prevalente è verso il piazzale di cava. La ridotta resistenza meccanica del litotipo, sottoposto all'azione tettonica esercitatasi nella zona, ha indotto un'accentuata fissilità e la completa obliterazione delle strutture originarie.
- Quarziti della formazione di Ponte di Nava (Permiano superiore – Triassico inferiore)
  Le quarziti affiorano nel settore W a monte del fronte di cava, dove presentano spessori da pochi metri ad elevati (30-40 metri) e nella zona a N dove rappresentano un livello sottile (pochi metri) interposto tra le dolomie e la formazione di Caprauna. In entrambi i casi si tratta di conglomerati poligenici ad elementi prevalenti di quarzo bianco e rosa, spesso scistosi e di quarziti tipiche, a grana medio-grossa. Le quarziti, data la loro fragilità, sono molto fratturate e milonitizzate nelle zone di frizione. La scistosità è difficilmente visibile a causa dell'intensa fratturazione. Ove è stato possibile effettuare misurazioni è stata riscontrata una scistosità immergente verso E-SE.
- Dolomie di S. Pietro dei Monti (Triassico medio). Si tratta di dolomie più o meno calcaree di colore grigio chiaro, in strati e banchi che presentano tre diverse aree di affioramento. Affiorano nella zona del fronte di cava in corrispondenza degli ARS 2, 3 e 4 e sul piazzale a quota 170 m s.l.m. Nelle fasce di sollecitazione tettonica le dolomie sono minutamente fratturate, mentre presentano fenomeni di carsificazione e brecciazione con ricementazione (facies tipo carniola), in corrispondenza dei contatti trasgressivi con le formazioni sovrastanti (formazione di Caprauna). La stratificazione è verticalizzata lungo il fronte di cava a causa dei fenomeni plicativi intervenuti durante le due fasi di tettonizzazione succedutesi durante l'orogenesi Alpina. Affiorano in una zona ristretta di spessore variabile da 1 a circa 20 metri immediatamente a monte dei Calcari della Val Tanarello, dove si presentano estremamente tettonizzate e in facies di breccia ricementata. Affiorano infine nel settore NW, al di sotto delle

quarziti, dove hanno caratteristiche geomeccaniche migliori, presentandosi con un aspetto più massivo.

- Calcari di Val Tanarello (Giurassico superiore) affioranti in banda continua, diretta circa NE-SW immediatamente a monte del ciglio di cava. Si tratta di calcari cristallini più o meno puri, bianco giallastri, con frequenti venature gialle, ben stratificati e con frattura ceroide. I calcari marmorei sono contraddistinti da una fratturazione in grande, separandosi per tale ragione in blocchi di dimensioni ciclopiche.
- Scisti calcarei della Formazione di Caprauna (Cretaceo superiore – Eocene) Affiorano in due distinti punti. Immediatamente a valle del fronte di cava nel settore SW e a monte delle quarziti nel settore N. Sono rappresentati da calcari scistosi ed argilloscisti in facies leggermente metamorfica, spesso filladici,. Il flysch si presenta molto pieghettato con scistosità avente inclinazione variabile ma prossimo alla verticale, generalmente immergente verso E.

Note sui metodi di classificazione utilizzati per la valutazione qualitativa dei litotipi.

Esaminando i dati del rilevamento geomeccanico è stato possibile classificare gli ammassi rocciosi secondo differenti metodologie e definirne i parametri geomeccanici principali.
Utilizzando i dati raccolti nel corso dei rilievi geostrutturali si è proceduto a classificare l'ammasso roccioso secondo la classificazione di Bieniawski, nota come "Rock Mass Rating (RMR) System", che è stata sviluppata a partire dagli anni 1972-1973 per gallerie in rocce competenti fratturate; tale metodologia si basa sull'acquisizione di cinque parametri rappresentativi sia della roccia intatta sia delle condizioni dei giunti, la sommatoria dei quali fornisce un punteggio di qualità dell'ammasso nel suo insieme (RMR).
La classificazione di Romana (classificazione SMR 1985) sviluppa un approccio fattoriale, basato su dati di campagna, inserendo un indice di compensazione per l'orientamento dei giunti, riconoscendo che nel sistema originale di Bieniawski non venivano date delle specifiche linee guida da seguirsi nel campo della stabilità dei versanti.
La classificazione di Barton, sviluppata al Norwegian Geotechnical Institute nel 1974 per gallerie e caverne, si basa su tre rapporti che definiscono rispettivamente la struttura dell'ammasso roccioso, le caratteristiche di resistenza meccanica dei giunti, variabili in funzione del grado di alterazione e della loro apertura, ed infine lo stato di tensione efficace che agisce sull'ammasso roccioso.
A differenza di quanto suggerito da Bieniawski, Barton non riporta, nella classificazione, indicazioni circa l'orientamento dei giunti in funzione della galleria, in quanto ritiene più importanti i parametri che descrivono le condizioni delle discontinuità poiché definiscono il grado di libertà riguardo al movimento dei blocchi.

I parametri geotecnici rappresentativi dell'ammasso, utilizzati nelle verifiche di stabilità sono desunti a partire dal valore del Geological Strenght Index o Indice di Resistenza Geologica (GSI), che può essere considerato a tutti gli effetti un sistema di classificazione introdotto da Hoek nel 1994, ed ampliato dallo stesso con altri Autori nel 1995 e nel 1998.
Il GSI è nato come sistema per stimare la riduzione delle caratteristiche meccaniche di un ammasso roccioso in funzione delle diverse condizioni geologiche ricavabili da attente osservazioni in sito.
La caratterizzazione dell'ammasso avviene in forma diretta ed è basata sull'impressione visiva della struttura della roccia e delle condizioni delle superfici delle discontinuità indicate dalla loro scabrezza e dal loro grado di alterazione.
La combinazione di questi due parametri fornisce una base pratica per descrivere un ampio campo di ammassi rocciosi, con strutture diversificate dall'ammasso competente fino ad arrivare all'ammasso completamente disgregato.

Classificazione geomeccanica dei Calcari della Val Tanarello

La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione monoassiale, risulta mediocre (pari a circa 57,7 MPa) ed il valore dell'RQD, indicante la percentuale di recupero di campione lungo la verticale di sondaggi a carotaggio continuo, risulta ricompreso tra il 50% ed il 90% (vd. Tabelle litostratigrafiche di cui all'allegato n. 2). Sull'affioramento roccioso si sono individuate n. 5 famiglie di discontinuità maggiormente rappresentative, i cui giunti si presentavano aperti, per lo più con riempimento, e tutti in condizioni scadenti.
I parametri derivati dalla classificazione del GSI indicano i seguenti valori:
coesione picco=0.225 MPa; coesione residua=0.180 MPa; angolo d'attrito di picco=27.5°; angolo d'attrito residuo=23°

Sintesi dei risultati delle classificazioni:

Metodo di classificazione		Qualità della roccia
RMR Bieniawski	RMR=37	Scadente
SMR Romana	SMR=47	Mediocre
Q Barton	Q=0,007	Estremamente scadente
Geological Strenght Index	GSI=45	

Classificazione geomeccanica delle dolomie di S. Pietro dei Monti

Secondo i metodi già citati sono stati classificati gli affioramenti di dolomia, ubicati lungo il fronte dell'ex cava, utilizzando i dati raccolti nelle aree di rilevamento strutturale. La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione monoassiale, risulta mediocre (roccia tenera pari a circa 54,6 MPa) ed il valore dell'RQD risulta essere pari a 85%. Anche per questo litotipo sono state individuate n. 4 famiglie ricorrenti, i cui giunti si presentavano aperti, per lo più con riempimento, e tutti in condizioni piuttosto scadenti.
I parametri derivati dal G.S.I. indicano i seguenti valori:
coesione picco=0.200 MPa; coesione residua=0.160 MPa; angolo d'attrito di picco=25°; angolo d'attrito residuo=21°

Metodo di classificazione		Qualità della roccia
Bieniawski	RMR=46	Mediocre
SMR Romana	SMR=57	Mediocre
Q Barton	Q=0,220	Molto scadente
Geological Strenght Index	GSI=40	

Classificazione geomeccanica delle Quarziti di Ponte di Nava

A monte del fronte di cava il litotipo si presenta milonitizzato ed è stato possibile individuare solo pochi affioramenti di roccia competente sulla quale è stato possibile effettuare il rilievo geomeccanico.
La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione monoassiale, risulta scadente (roccia tenera pari a circa 46,9 MPa) ed il valore dell'RQD risulta essere variabile tra lo 0 ed il 30%. Anche per questo litotipo sono state individuate 4 famiglie ricorrenti i cui giunti si presentano perlopiù chiusi e tutti in condizioni piuttosto scadenti.
I parametri derivati dalla classificazione del GSI indicano i seguenti valori:
coesione picco=0.165 MPa; coesione residua=0.132 MPa; angolo d'attrito di picco=21.5°; angolo d'attrito residuo = 18.2°

Metodo di classificazione		Qualità della roccia
Bieniawski	RMR=44	Mediocre
SMR Romana	SMR=56	Mediocre
Q Barton	Q=0,069	Estremamente scadente
Geological Strenght Index	GSI=33	

Classificazione geomeccanica degli scisti della formazione di Caprauna

La formazione si presenta alla base del blocco in calcare cristallino ubicato a SW del fronte di ex cava estremamente alterato e tettonizzato con fogliazione estremamente pervasiva che rende sostanzialmente indeterminate le misure lungo i giunti di discontinuità.

Si è pertanto, deciso di sviluppare la classificazione dell'ammasso roccioso attraverso il criterio d'analisi del GSI, assumendo l'ammasso roccioso come sostanzialmente omogeneo.

I parametri derivati dalla classificazione per un valore del GSI pari a 35 indicano i seguenti valori: coesione picco=0.175 MPa; coesione residua=0.140 MPa; angolo d'attrito di picco=22.5°; angolo d'attrito residuo = 19°

INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DELLO SVILUPPO DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE

L'indagine geognostica, come già precedentemente ricordato, si è articolata in due fasi successive:

1. La prima fase, eseguita nell'anno 2009 sul corpo della colmata in terre e rocce da scavo presente al piede del versante, secondo un programma che ha previsto l'esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1V, S2V ed S3V; tav. C1 allegata);
2. La seconda, eseguita nell'anno 2011 lungo il tratto di versante interessato dalle attività estrattive ed a monte dei fronti di cava, secondo un programma che ha previsto l'esecuzione di n. 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo da S1 ad S6 ed un sondaggio a distruzione di nucleo denominato S7(vd. tav. C1 allegata).

I sondaggi eseguiti nella seconda campagna d'indagine sono distribuiti lungo il tratto superiore del fronte della cava, secondo una geometria grazie alla quale è stato possibile definire alcuni allineamenti trasversali al fronte stesso, interpolanti i sondaggi eseguiti nella prima campagna (2009).

In particolare, al fine di poter eseguire correttamente le analisi di stabilità all'equilibrio limite in corrispondenza del fronte di cava SW, insistente sui piazzali di proprietà dell'azienda Cave di Boissano Srl, ad oggi adibiti a magazzino edile a servizio dell'attività aziendale, era necessario ricostruire i rapporti litostratigrafici tra le formazioni geologiche riconducili a ciascuna unità tettonica (M. Carmo, M. Marmi e scaglia di S.Pietro dei Monti), nonché i rapporti geometrici tra le stesse unità.

L'analisi delle litostratigrafie, desunte dall'osservazione delle cassette porta campioni relative a ciascun carotaggio, ha permesso di tarare i risultati della tomografica elettrica tridimensionale, fornendo il dettaglio necessario ad identificare le profondità delle discontinuità (stratigrafiche e/o

tettoniche), avendo come riferimento il piano quotato di superficie e l'ubicazione precisa di ciascuna terebrazione, georiferita rispetto al sistema di riferimento del rilievo planoaltimetrico di dettaglio (vd. Sezioni geologico strutturali interpretative, Tav. C4 in sc. 1: 500).

VALORI GEOTECNICI MEDI DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Il sistema di classificazione dell'ammasso roccioso denominato GSI, applicato a ciascun litotipo presente nell'ambito di studio, ha condotto alla determinazione dei valori "medi" dei parametri di resistenza a taglio e dei parametri elastici delle formazioni.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo si sono, inoltre, prelevati alcuni campioni sia di tipo rimaneggiato che indisturbato, successivamente sottoposti a prove di laboratorio.

In particolare, si sono eseguite;

- prove di riconoscimento (granulometrie, limiti di Atterberg e calcolo delle proprietà indici) sul campione rimaneggiato C1, lungo la verticale del sondaggio S4, prelevato nell'orizzonte di profondità tra i -7,50 ed i -7,80 m., appartenente alla formazione di Caprauna;
- n. 1 prova triassiale tipo UU sempre sul campione C1 lungo la verticale di sondaggio S4 (-7,70 m.) per la determinazione della coesione in condizioni di sforzi totali;
- determinazione del peso di volume e prova di compressione monoassiale sul campione C1 prelevato lungo la verticale del sondaggio S2, prelevato nell'orizzonte di profondità tra i -37,00 ed i -37,45 m., appartenente al litotipo quarzitico milonitizzato;
- determinazione del peso di volume e prova di compressione monoassiale sul campione C1 prelevato lungo la verticale del sondaggio S5, prelevato nell'orizzonte di profondità tra i -14,60 ed i -15,00 m., appartenente al litotipo dolomitico.

I valori dei parametri elastici dedotti dalla classificazione dell'ammasso roccioso attraverso il metodo del GSI e dalle prove di laboratorio per i litotipi quarzitico e dolomitico, entrambi in condizioni di alterazione spinte risultano congruenti rispetto alla valutazione del modulo di deformabilità calcolato con la relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche:

litotipo	mod. Young50% (MPa)	mod. deformabilità (MPa)
quarziti	2734	2900
dolomia	3595	3400

I valori di resistenza a compressione monoassiale indicati nei referti delle analisi di laboratorio risultano sempre molto superiori ai corrispondenti valori dedotti dalla classificazione dell'ammasso roccoso.

Appare, quindi cautelativo l'utilizzo dei valori dedotti dalla classificazione del GSI (in condizioni residue) nelle sessioni d'analisi di stabilità all'equilibrio limite eseguite lungo i profili di sezione analizzati nell'allegata relazione del modello geotecnico del versante.

I referti delle analisi di laboratorio sono meglio e più esaustivamente riportati negli allegati alla presente.

INDAGINI GEOFISICHE A SUPPORTO DELLO SVILUPPO DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE

L'indagine di superficie, sviluppata secondo le attività sopradescritte, sono state opportunamente integrate con i dati derivanti dall'interpretazione dell'indagine geofisica integrata eseguita dal preg.mo dott. geol Sergio Aicardi, che ha rappresentato un elemento di valutazione indispensabile nel definire i rapporti stratigrafico/tettonici in profondità tra i diversi litotipi presenti lungo il versante in esame.

La prospezione elettrica è stata eseguita con resistivimetro Syscal PRO in grado di gestire una tensione massima pari a 800 V ed una corrente di 2500 mA con risoluzione pari a 10 μA e durata d'impulso selezionabile compresa tra 0.25 e 2 s.

Il posizionamento dell'indagine sul rilievo topografico opportunamente corredato dalla Carta Tecnica Regionale, è stato perfezionato utilizzando la registrazione della posizione assoluta a mezzo GPS degli elettrodi, permettendo così di georiferire il rilievo topografico ed il profilo geoelettrico.

I dati di simica a riflessione sono stati acquisiti con un sismografo digitale a 24 canali (tipo ECHO 24/2002). La finestra di registrazione è stata di 400 ms con una frequenza di campionamento di 131 micro-sec. Il gruppo geofonico era costituito da geofoni singoli a 100 hz di frequenza propria. L'energizzazione è stata eseguita con martello da 10 kg e con dispositivo energizzante a mezzo cartucca cal 8 industriale, con sincronizzazione di acquisizione mediante trigger su geofono sulla piastra di battuta e cavo di trasmissione allo strumento.

Gli aspetti tecnici di dettaglio sono meglio esplicitati nell'allegata relazione di sintesi e negli elaborati grafici a corredo dell'indagine a firma del preg.mo dott. geol Sergio Aicardi, responsabile dell'indagine.

L'analisi dei dati geologico strutturali e geofisici (planimetrie e sezioni di raffronto tra geologia e mappatura delle resistività/caricabilità) ha permesso di raffinare il modello geologico del tratto di

versante in analisi e di meglio definire gli aspetti concomitanti che hanno determinato l'innesco e l'evoluzione nel tempo del dissesto franoso di grandi dimensioni che si è sviluppato a partire dai primi anni 70 a monte dei fronti della cava coltivata a "fossa" in dolomie.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'IPOGEO

Il tratto di versante in analisi è contraddistinto dalla presenza vari litotipi a prevalente composizione calcareo-dolomitica, assoggettati a "carsogenesi", operata delle acque di infiltrazione e circolazione sotterranea.

Nel contesto geologico strutturale in oggetto, sono presenti fasce milonitiche pervasive e molto sviluppate in profondità, prodotte dall'elevato disturbo tettonico che ha interessato l'intera zona nel corso delle fasi successive di appilamento delle falde tettoniche.

La circolazione delle acque sotterranee avviene preferenzialmente lungo tali superfici di debolezza, soprattutto quando interessanti le formazioni rocciose non carsificabili.

Calcari dolomie sono a questi fini da considerarsi permeabili per carsismo, anche se secondo vie ben definite, mentre quarziti e argilloscisti calcarei sono da intendersi come rocce impermeabili, che costituiscono il confinamento dei sistemi "acquifero", ovvero ne rappresentano delle vie preferenziali per la filtrazione, in funzione del proprio stato di fratturazione.

Per quanto attiene gli argilloscisti calcarei della formazione di Caprauna si rileva che, stante la loro componente calcarea, i processi dissolutivi causano un aumento significativo della frazione argillosa, laddove siano presenti condizioni di forte fratturazione e, di conseguenza, le rocce siano esposte all'impoverimento spinto della componente carbonatica a causa della filtrazione idrica.

In generale, si osserva un drenaggio ipogeo prevalentemente concentrato nella fascia delle quarziti milonitizzate, affioranti a monte del blocco calcareo cristallino, ed estese per tutta la lunghezza del fronte della vecchia cava. Lo sviluppo della formazione di Ponte di Nava ha giacitura sub verticale risultando condizionata da una estesa lineazione di sovrascorrimento diretta SW_NE.

Nel settore SW del fronte, le acque d'infiltrazione provenienti dalle quarziti destrutturate iniettano gli argillosciti calcarei della formazione di Caprauna, presenti alla base del blocco di calcare cristallino (vd. indagini ERT e dati del monitoraggio piezometrico), ed a queste si aggiungono i deflussi ipogei provenienti dal blocco in calcare cristallino soprastante, permeabile per carsismo e fratturazione (permeabilità in grande).

Nel settore NE le acque drenate dalle quarziti fratturate iniettano verosimilmente la colmata detritica in terre e rocce da scavo ubicata alla base del fronte in roccia.

Alla base del rilevato si ipotizza la presenza di un acquifero carsico sviluppato all'interno del corpo dolomitico, non avendo riscontro di battenti freatici in nessuna delle misure registrate nel corso degli anni lungo il piezometro allestito nel sondaggio S3V, ubicato lungo la pista d'accesso attuale alle aree di cava (quota 181,5 m. l.m.m., vd. Tav. C1).
Quanto sopra, viene oggettivato mediante le letture piezometriche realizzate nel corso delle fasi d'indagine e monitoraggio che hanno abbracciato il periodo tra il 2011 ed il 2012 e di cui nel seguito si riportano i risultati di sintesi:

Piezometri a celle di Casagrande ubicati nei fori di sondaggio S6 (quota 264 m. realizzato nelle quarziti milonitizzate) ed S4 (quota 217 m., realizzato nella formazione di Caprauna).

	data misura	celle -10m.	celle -20m.	celle -30m.
S6	Luglio 2011	secco	secco	secco
	02/09/2011	secco	secco	secco
	21/10/2011	secco	secco	secco
	16/11/2011	secco	secco	secco
	13/01/2012	secco	secco	secco
	13/03/2012	secco	secco	secco

		celle -10m.	celle -20m.	celle -30m.
S4	Luglio 2011	-5,72	-5,71	-5,63
	02/09/2011	-5,83	-6,04	-5,74
	21/10/2011	-6,27	-5,95	-5,87
	16/11/2011	-6,27	-5,85	-5,77
	13/01/2012	-6,40	-5,96	-5,87
	13/03/2012	-6,55	-6,18	-6,09

Piezometro tipo aperto ubicato nel foro S3V (quota 181,5 m. realizzato delle dolomie fratturate)

S3V	Luglio 2011	
	02/09/2011	-14,9
	21/10/2011	-14,9
	16/11/2011	-14,91
	13/01/2012	-14,93
	13/03/2012	-14,93
		-14,93

Le letture piezometriche indicano in modo inequivoco presenza d'acqua sono all'interno della formazione degli scisti eocenici della formaizone di Caprauna, con variazione dei livelli piezometrici modeste nell'arco degli 8 mesi consecutivi di letture effettuate. I picchi di risalita e/od in riduzione dei livelli piezometrici sono direttamente correlabili a periodi di intense precipitazioni e di relativa siccità legati ai cicli stagionali. E' importante osservare come la formazione mantenga inalterate le condizioni di parziale saturazione del mezzo.

DESCRIZIONE PUNTUALE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL VERSANTE

Sulla base del rilevamento geologico di superficie e delle risultanze dell'indagine geognostica e geofisica integrate, si è definito il modello geologico-strutturale del tratto di versante interessato dal fenomeno di dissesto. L'area in esame è suddivisibile in tre elementi tettonici.

- Il primo elemento è costituito dalla scaglia tettonica delle dolomie di S. Piero dei Monti, che rappresenta la maggior parte del fronte della ex cava Segiunà, ed è sovrascorsa sull'elemento di M. Marmi, lungo un contatto sub-verticale, avente direzione NNE-SSW ed immersione ad est, con cinematismo prevalente "trascorrente". Le quarziti, presenti con giacitura subverticale e spessore ridotto a valle dell'ARS8 e nel settore nord, sono riconducibili alla scaglia tettonica di S. Pietro dei Monti, in contatto stratigrafico diretto con le dolomie e come livello lungo il quale è avvenuto il sovrascorrimento.
- Il secondo elemento tettonico è costituito dall'Unità di M. Marmi, a sua volta sovrascorso sull'elemento di M. Carmo, sempre secondo una superficie di trascorrente, subverticale, avente direzione NNE-SSW e immersione ad est. Di questo elemento fanno parte i Calcari della Val Tanarello e gli Scisti eocenici della formazione di Caprauna (Flysh).

In relazione alla distribuzione spaziale della Formazione di Caprauna si possono fare le seguenti considerazioni: 1) dal rilevamento effettuato nella zona di ARS1N, ARS5, ARS6 si è riscontrato un contatto prossimo alla verticale tra calcari e scisti, immergente ad est. L'indagine geoelettrica ha individuato sotto il blocco calcareo una zona caratterizzata da bassa resistività elettrica interpretabile con la presenza degli scisti di Caprauna. Inoltre sono stati rinvenuti sporadici affioramenti di Scisti di Caprauna immediatamente a monte dei calcari della Val Tanarello.

L'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo S2, S3 ed S5, eseguiti durante la seconda fase d'indagine geognostica, ha confermato l'assetto litostratigrafico e tettonico desunto dal rilevamento di superficie, fornendo informazioni di dettaglio sulle profondità dei limiti tra formazioni contigue.

E' stata, pertanto, confermata l'ipotesi della presenza della formazione degli scisti eocenici al di sotto del blocco calcareo, secondo una disposizione geometrica evidenziata nelle sezioni geologiche n° 6 ed 8 di tav. C4.

Durante i processi di sovrascorrimento gli scisti, caratterizzati da un comportamento plastico si sono deformati, "avvolgendo" il blocco calcareo, avente al contrario un comportamento molto rigido e fragile.

Il blocco calcareo risulta interessato da una serie di faglie e fratture aventi direzione NW-SE, e quindi del tutto compatibili con le giaciture delle lineazioni tettoniche tipiche dell'unità di Cerisola. Lungo tali discontinuità il monolite è stato disarticolato in più punti, mentre risulta addirittura

ribassato di una ventina di metri rispetto al corpo principale nel settore terminale del fronte di cava (settore N).

- Il terzo elemento tettonico, posto a monte rispetto ai primi due, è costituito dall'unità del M. Carmo, che affiora nel settore ovest e su cui è sovra scorso l'elemento di M. Marmi. E' costituito da dolomie di S. Pietro dei Monti e Quarziti di Ponte di Nava, in una serie rovesciata, collegata all'anticlinale del Salto del Lupo.

Lo spessore del livello quarzitico è stato dedotto sia dal rilevamento di superficie, sia dalle risultanze dell'indagine geoelettrica e successivamente riconfermato dalla campagna di sondaggi eseguita nell'anno 2011. Nel settore SW lo spessore delle quarziti è superiore ai 60 m. (vd. Tav. C4, sezione n. 6, sondaggio S2), mentre procedendo a N tale spessore si riduce, fino a mettere in luce l'affioramento delle dolomie.

Nella zona di sovrascorrimento tra l'elemento di M. Marmi e l'unità di M. Carmo è presente nel tratto compreso tra le tracce di sezione di progetto n. 3 ed 8 (vd. Tav C1) una scaglia tettonica costituita da dolomie, di larghezza variabile da 1 a circa 20 metri, che è stata trasportata verso l'alto da una faglia inversa subverticale, avente giacitura compatibile con quella del sovrascorrimento (SSW-NNE). Tali dolomie si presentano estremamente tettonizzate e in facies di breccia ricementata (carniola).

I rapporti tra i vari elementi tettonici sono rappresentati nella carta geologico-strutturale e nelle sezioni geologiche esplicative (vd. tavv. C1 e C4).

I dati di cui si dispone confermano in parte il modello geologico strutturale desumibile dallo studio del prof. Geol. M. Marini, che presenta elementi di distinguo rispetto all'articolo scientifico curato dal prof. Geol. M. Vanossi, tenendo conto delle diverse finalità e della diversa scala di dettaglio a cui si riferiscono i due contributi scientifici.

ANALISI DEL DISSESTO FRANOSO

Il dissesto gravitativo a monte dell'area di cava è interpretato come una frana complessa, contraddistinta da scivolamenti di tipo planare e secondariamente fenomeni di crollo in roccia indotti dalla giacitura sfavorevole delle discontinuità e dalla cataclasi dei litotipi presenti.

Il corpo di frana è costituito dal fronte della cava e dal versante a monte. Il ciglio di distacco, rappresentato in tav. C2 (geomorfologica) e oggetto di un dettagliato rilevamento topografico, ha uno sviluppo planare di circa 400 metri, con un punto sommitale posto a circa 340 m s.l.m., con un dislivello complessivo del corpo di frana pari a 132 m. rispetto all'attuale piazzale di cava. Lo

sviluppo lungo la linea di massima pendenza e la larghezza del corpo di frana sono rispettivamente di 230 e 200 m. La scarpata di frana principale ha un rigetto medio di 6,0 metri.

Il ciglio di distacco non ha una forma simmetrica lungo i due fianchi della frana. Il fianco N presenta una scarpata di frana principale continua. Il fianco S presenta scarpate di frana multiple e nella parte meridionale il dissesto cambia morfologia, configurandosi come trincea (trench) all'interno dei Calcari della Val Tanarello, in corrispondenza del contatto con l'unità di M. Carmo (vd. tavv. C1, settore meridionale del fronte e sezioni n. 6 ed 8 parte sommitale vd Tav. n. C4).

In corrispondenza della sezione n. 8 è evidenziata la dinamica del fenomeno di distacco tra gli elementi strutturali per roto-traslazione del blocco in calcari cristallini, che ha portato alla formazione di un crepaccio di larghezza variabile tra i 20,0 ed i 22,0 m. (Trench"; oggetto di monitoraggio ottico a partire dal luglio 2009 ed inclinometrico a partire dal luglio 2011).

All'interno del corpo di frana sono presenti numerose scarpate secondarie e fratture nel terreno, disposte prevalentemente secondo l'andamento delle curve di livello.

In corrispondenza della sezione 1 (settore N del fronte) è presente un enorme blocco di Calcari della Val Tanarello (lunghezza = 50m, larghezza = 15m), che rispetto alla sua posizione originaria ha subito un fenomeno di scivolamento, con conseguente abbassamento di circa 20 m rispetto alla posizione originaria.

Inoltre, sono presenti diversi blocchi di crollo, evidenziati lungo il tratto di scarpata a monte ed a valle dei fronti di ex cava (tavv.C1 e C2).

Tenendo conto della testimonianza diretta dei gestori dell'attività estrattiva protrattasi sino alla fine degli anni '70, ed alla luce delle evidenze emerse nel corso dell'elaborazione del modello geologico è stata ricostruita la seguente dinamica del fenomeno franoso:

- l'attività di cava si è sviluppata esclusivamente all'interno delle dolomie di S. Pietro dei Monti che, presentandosi estremamente fratturate, sono state cavate tramite escavatore e pala gommata, caricando direttamente con la benna, portando il piazzale di cava a quota 180 m. s.l.m., con la profilatura di un fronte di cava di altezza pari ad oltre 40 metri ed una pendenza media prossima ai 70-80° sull'orizzontale (vd. sezz. 1 e 2 Tav. C4).
- nei settori centrale e nord della cava, la coltivazione della dolomia ha ridotto la potenza della formazione avvicinando il fronte di cava alla retrostante formazione dei calcari della Val Tanarallo, che presentano una generale giacitura a franappoggio, con inclinazione elevata sull'orizzontale. Venendo a mancare il contrasto fornito dalla massa dolomitica, il blocco calcareo è scivolato sui sottostanti Scisti di Caprauna, aventi comportamento plastico (scivolamento per "piede manco"; vd. relazione GeoSARC del 1973). Tale cinematismo può essere stato condizionato dalla presenza d'acqua (vd. zona

d'impregnazione Tav. C3 "idrogeologica") nella formazione eocenica, plasticizzando la frazione argillosa degli scisti della formazione di Caprauna.

- Il fenomeno franoso si è via via esteso a monte, coinvolgendo le quarziti e la parte più superficiale delle Dolomie di S. Pietro dei Monti, fino ad arretrare lungo l'attuale ciglio di distacco.
- Nel settore N del fronte di cava, zona maggiormente intaccata dall'attività estrattiva, con l'elisione quasi totale della scaglia in dolomie posta alla base del fronte di cava, come già accennato precedentemente, si è verificato il distacco di un grosso blocco calcareo, isolato dal resto del monolite in calcari cristallini della formazione di Val Tanarello, dall'azione di dislocazione prodotta dalle lineazioni tettoniche di tipo "diretto" orientate NW-SE, traversali al fronte di cava. Il fenomeno gravitativo di tipo traslazionale ha interessato il fronte per una cinquantina di metri, ed il blocco si è riposizionato in condizioni di equilibrio geostatico, 20 metri al di sotto rispetto alla sua posizione originaria, seguendo la direzione di massima pendenza del versante. Alla base dello scoscendimento si individua un accumulo consistente di trovanti di dimensioni ciclopiche del litotipo calcareo cristallino.
- nella zona centrale e settentrionale della cava la direzione di movimento del materiale in frana è E-SE, rivolta verso il piazzale di cava. E' importante sottolineare come in questi settori l'attività estrattiva abbia fortemente ridotto la potenza della formazione dalla dolomia micritica di S. Pietro dei Monti (facies a carniola), come si evince dall'analisi comparativa delle sezioni geologico esplicative a partire dalla n. 6, ubicata nel settore meridionale della cava, con le restanti, che caratterizzano i settori centrali e settentrionali del fronte estrattivo (sezioni n. 8, 2 ed 1, Tav. C4). La profilatura del fronte della vecchia cava, in oggi per buona parte obliterato dalla presenza del riempimento in terreni di riporto, presente alla base del fronte esposto, è stato ricostruito in dettaglio grazie all'analisi condotta sia sulla documentazione fotografica di tipo storico acquisita dagli studi condotti tra gli anni 70 ed 80 dai consulenti dell'Amministrazione comunale e dai consulenti del Corpo delle Miniere, sia attraverso le indagini di tipo geognostico e geofisico realizzate nel corso delle due fasi della campagna d'indagine a corredo del presente studio.
- Nel settore meridionale il movimento franoso ha trovato un contrasto all'espansione in direzione SW, costituito sia dal fronte di cava in dolomia della formazione di S. Pietro dei Monti orientato WNW-ESE, a monte dell'abitato storico dei "Berruti", sia dal diaframma ubicato al piede del fronte di cava, rappresentato dalla scaglia di dolomia

micritica, che in questa zona risulta meno intaccata dall'attività estrattiva, mantenendo una potenza considerevole (vd. sezione geologica n. 6, tratto a valle - tav. C4). Quanto sopra ha indotto una nuova direzione di movimento al monolite in calcari marmorei della val Tanarello, che nella sua parte meridionale, scivolando sulla Formazione di Caprauna, ha deviato in direzione E-NE (cinematismo per rototraslazione), determinando l'allargamento della fessura di trazione (trench) che misurava: circa 30 cm alla data del 19.05.1973, oltre 2 m. il 26.05.1973, sino a raggiungere una dilatazione di oltre 20 m. ai giorni nostri (vd. relazione Geosarc datata 15.09.1973 e tavv. C1 e C2 allegate).

- per fermare il fenomeno franoso nel giro di circa 6 anni è stato realizzato nell'area del piazzale di cava un riempimento avente potenza pari a circa 26 metri, utilizzando materiali provenienti da attività di scavo (interventi eseguiti nel Comune di Loano dalla ditta esercente le attività estrattive nella ex cava La Segiunà). Si è quindi ricostituito almeno parzialmente il "piede manco" alla base del versante in frana che era stato rimosso con le attività di cava.. A seguito della realizzazione di tale contrasto al piede si è riscontrato, almeno qualitativamente la cessazione del fenomeno franoso.

CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEI RIPORTI PRESENTI NELLE AREE DI PROGETTO

Descrizione della colmata allo stato attuale.

Il sito presenta ad oggi un riempimento in materiali inerti realizzato dalla ditta esercente le attività estrattive fra la fine degli anni 70 e metà anni 80. I materiali risultano caratterizzati attraverso un programma di indagini geognostiche comprendente sia indagini dirette (Sondaggi a carotaggio continuo S1, S2, S3, realizzati nella prima fase d'indagine), sia indagini di tipo "indiretto" (prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH) atte a ricostruire l'assetto stratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei materiali suddivisi per orizzonti omogenei.

Nel dettaglio, i materiali abbancati a partire dal piano quotato a quota 181 m. s.l.m.m. raggiungono la quota finale di 208 m. l.m.m. secondo un profilo regolarizzato a banche contenuto all'interno della viabilità esistente (pista di arroccamento al piazzale a quota 208 m.). Il riempimento risulta confinato a monte dei fronti in roccia interessati sino alla metà degli anni 70 dall'attività estrattiva esercitata dalla ditta Committente. La morfologia attuale della colmata assume una pendenza media del 10% lungo il profilo monte-valle. Le scarpate intermedie di raccordo fra le banche non presentano fenomeni di dissesto né alla scala globale né alla scala locale: lo stato di equilibrio

complessivo dell'opera è reso evidente dalla omogenea copertura della vegetazione esistente e dall'incipiente stato di rinaturalizzazione del sito.
Nel seguito, si espongono i risultati della campagna d'indagine geognostica svolta attraverso le tabelle litostratigrafiche descrittive dei sondaggi geognostici, riportate in allegato alla presente e le tabelle sintetiche dei principali parametri geotecnici del terreno suddivisi per orizzonti omogenei estrapolate dallo sviluppo dei dati di cantiere relativi alle prove penetrometriche dinamiche superpesanti.

Sondaggio a carotaggio continuo S1 eseguito a quota 208 m. l.m.m.

0-3,5 Riporti eterogenei

3,5-7,2 ciottoli calcareo-dolomitici e quarzitici

7,2-11,5 riporti con residui di lavorazione edili

7,2-28,6 clasti calcarei, ghiaie centimetriche e trovanti quarzitici

28,6- 38 brecce calcareo dolomitiche

Sondaggio a carotaggio continuo S1 eseguito a quota 193 m. l.m.m.

0-3 Riporti eterogenei e residui di lavorazione

3-6,8 trovanti quarzitici e ciottoli calcareo dolomitici

6,8-8,8 sabbie limose e materiali di residui di lavorazioni edili

8,8-11,4 sabbie e ghiaie in matrice addensata

11,4-12 scisti di Gorra

12-18 ghiaie e ciottoli calcareo-dolomitici

18-23 brecce calcareo dolomitiche

Sondaggio a carotaggio continuo S1 eseguito a quota 181 m. l.m.m.

0-3,5 riporti in materiali eterogenei

3,5-8,5 ghiaie calcaree in matrice argillosa e brecce dolomitiche grigio-scure

8,5-15 sabbie e ghiaie calcaree in matrice limosa

PROVE PENETROMETRICHE CONTINUE SUPERPESANTI

L'indagine è stata svolta utilizzando un penetrometro dinamico superpesante denominato TG 63-100 ISM.C di fabbricazione PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT (PGE); la configurazione usata è quella standard - *superpesante(DPSH) ISSMFE (1988)*, le cui caratteristiche strumentali sono le seguenti:

Peso massa battente	M = 63,50 kg	Angolo d'apertura punta	β = 90°
Peso sistema di battuta	p = 0.63 kg	Lunghezza cadauna asta	La = 1.00 m
Altezza di caduta libera	H = 0.75 m	Peso asta per metro	Ma = 6.20 kg/m
Diametro punta conica	Dp = 51.00 mm	Prof. 1^ aggiunta asta	P1 = 0.40 m
Area base punta conica	Ap = 20.00 cm^2	Penetrazione standard	δ = 0.20 m

La PGE ha calcolato il valore del rendimento medio del dispositivo di percussione, pari al 73%. Con "rendimento" s'intende il rapporto tra l'energia potenziale del maglio e l'enegia cinetica trasmessa dalla prima onda alla batteria di aste di perforazione, attraverso la testa di battuta. Nel seguito si allega parte della documentazione originale, prodotta dalla PGE, di verifica del reale valore del rendimento dinamico del penetrometro tipo TG 63-100 ISM.C, impiegato in n. 2 campi prova, testato con dispositivo di taratura dalla ditta ISMES S.p.a. di Seriate (MI).

Il valore corrispondente della resistenza dinamica alla punta "Rpd" è ottenuto con una formula empirica detta "*degli olandesi*", ed è un parametro caratteristico dello stato di addensamento e di consistenza del terreno, utilizzato per correlare i risultati ottenuti mediante strumenti differenti, o nelle correlazioni con la resistenza alla punta del penetrometro statico:

$$Rpd = \frac{M^2 \times H}{AP \times e \times (M + P)}$$

dove:

M (kg) = massa battente; H (cm) = altezza di caduta;

AP (cm^2) = area della punta conica;

e (cm) = infissione per colpo = δ (cm)/N ;

P (kg) = peso totale dispositivo battuta ed aste

Le profondità riportate nelle tabelle e nei diagrammi si riferiscono alla quota del p.c. locale della prova.

Ad ogni cambio d'asta è stato verificato, tramite rotazione periodica delle aste stesse, eventuale presenza di attrito laterale (vedi paragrafi successivi).

Tutte le prove sono state eseguite utilizzando un tubo di rivestimento della batteria di aste di perforazione (casing di diam. esterno = 56 mm.), inserito contestualmente all'approfondimento della prova sino alla profondità di rifiuto alla penetrazione.
Tale accorgimento permette di annullare la resistenza alla penetrazione dovuta all'attrito laterale sulla batteria di aste, esercitato dal rifiuto durante l'infissione (almeno sino alla profondità raggiunta dal rivestimento).

CORRELAZIONI CON SPT E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI RIPORTO

Per effettuare una valutazione delle caratteristiche geotecniche del materiale attraversato si può far riferimento alle correlazioni tra il numero di colpi misurati $N_{DPSH\text{-}ISSFME\ '88}$ e quello delle prove in foro di sondaggio *SPT* (Standard Penetration Test) $N_{SPT.}$
In una delle più recenti ed esaustive pubblicazioni in materia (*Cestari, 1990*) viene fornita una correlazione empirica presentata in "Esopt 2" (Amsterdam 1982), ricavata da una serie di prove (M.C. Goel, India), per confronto diretto con le prove SPT, che è espressa dalla seguente formula

$$0,66 > N_{20(DPSH-ISSMFE)} / N_{SPT} > 0,3$$

dove il valore di correlabilità $N_{20(DPSH-ISSMFE)} / N_{SPT} = 0,66$ è assunto per terreni a comportamento eminentemente incoerente, ed $N_{20(DPSH-ISSMFE)} / N_{SPT} = 0,3$ è ritenuto valido per terreni misti ad elevata % di terre fini

Nel caso in esame, si ritiene opportuno adottare il seguente parametro di conversione:

$$N_{20(DPSH\text{-}ISSMFE)} \cong 0,66\ N_{SPT}$$ (prova con rivestimento)

Nel seguito si riassumono i principali parametri geotecnici desunti dall'interpretazione delle prove:

	Profondità strato	$N_{spt} \pm dv$	$\gamma' \pm dv$	$\phi \pm d\ v$
Strato nr.1	2	15,45±3,89	18,5±0,98	31,6±1,12
Strato nr.2	4,5	5,5±3,66	15,3±1,55	28,6±1,06
Strato nr.3	7	12,2±0,12	17,6±0	30,6±0,04
Strato nr.4	10,5	10,8±1,13	17,2±0,28	30,2±0,33
Strato nr.5	14	17,5±4,79	18,6±0,65	30,8±0,84

INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO

L'area d'intervento ricadente nel territorio del Comune di Boissano è classificata in "classe sismica 3A (ag_{max}=0.15g)" in osservanza della D.G.R. 19/11/2010 n. 1362 "D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.").

Il progetto di realizzazione della colmata in terreni derivanti da attività di scavo rientra nella categoria d'opera 2 e classe d'uso II e vita nominale pari a 50 anni.

Il substrato di fondazione nel tratto di versante di monte risulta classificabile in cat. A (substrato roccioso affiorante o sub-superficiale; potenza delle coperture H<3 m.) e categoria topografica T4.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria topografica

Il sito in esame rientra nella categoria topografica T4 (Tab.3.2 IV) e presenta un valore di amplificazione topografica St pari a 1,4 (vd. Tab.3.2 VI).

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

Per quanto riguarda il tratto di versante interessato dal progetto della colmata i parametri sismici sono stati ricavati considerando una categoria di suolo C (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessore superiore ai 30 m) e la categoria topografica T4.

In base alle caratteristiche proprie del sito sono stati ricavati i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali Kh e Kv utilizzati nelle verifiche di stabilità (Stato limite di salvaguardia della vita SLV):

Kh_{medio}=0.0455

Kv_{medio}=0.023



Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,006	0,009	0,039	0,054
kv	0,003	0,005	0,020	0,027
Amax [m/s²]	0,314	0,443	1,425	1,949
Beta	0,200	0,200	0,270	0,270

Stati limite per la categoria di suolo tipo A

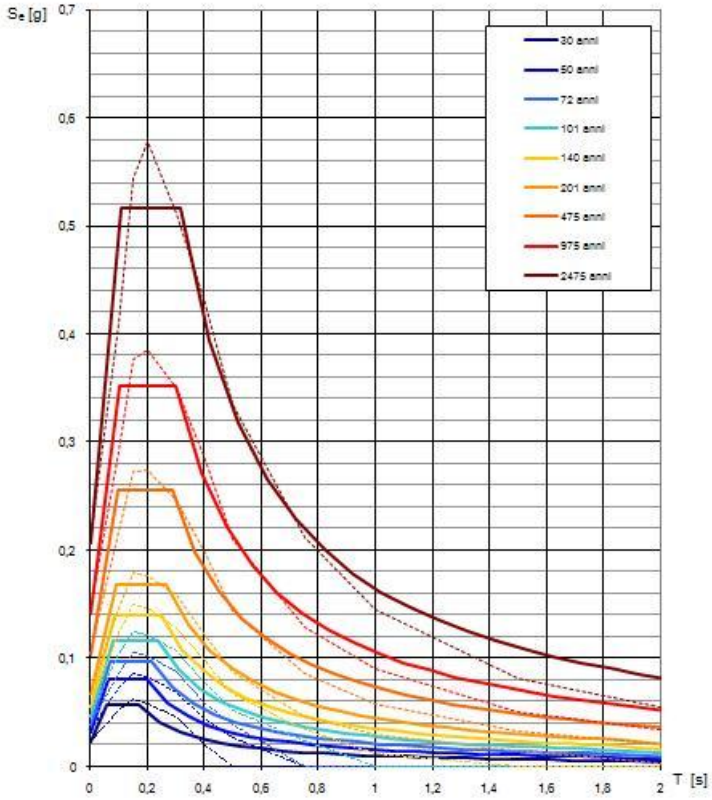
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,014	0,052	0,071
kv	0,005	0,007	0,026	0,036
Amax [m/s²]	0,471	0,665	2,138	2,904
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Stati limite per la categoria di suolo tipo C

Individuazione della pericolisita' sismica del sito

Nel seguito vengono indicati i parametri caratteristici, funzione dei differenti tempi di ritorno, dello spettro di risposta riferito alla pericolosità sismica del sito.

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

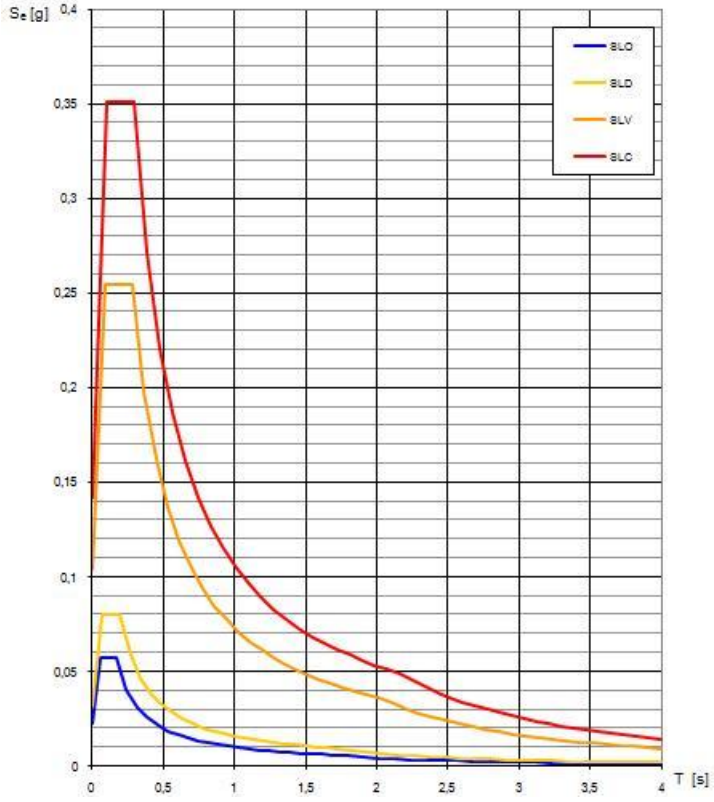


Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,023	2,534	0,172
50	0,032	2,508	0,196
72	0,038	2,555	0,215
101	0,046	2,515	0,238
140	0,055	2,538	0,250
201	0,067	2,514	0,268
475	0,104	2,461	0,286
975	0,142	2,480	0,301
2475	0,207	2,502	0,319

In base alle caratteristiche dell'opera in progetto (vita nominale Vn) si ricavano gli spettri di risposta e i parametri rappresentativi per gli stati limite d'esercizio (SLO e SLD) e gli stati limite ultimi (SLV e SLC):

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R

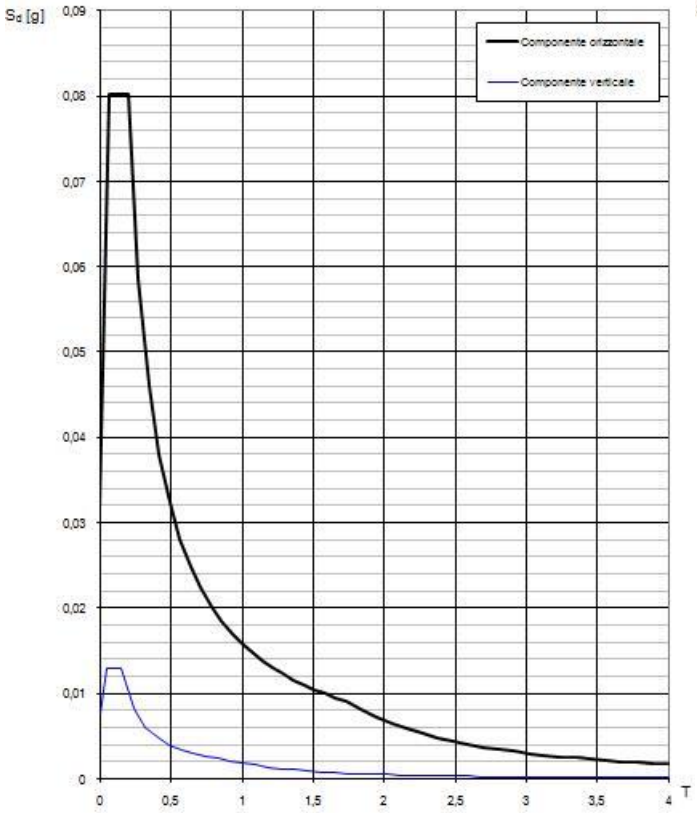
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,023	2,533	0,172
SLD	50	0,032	2,509	0,197
SLV	475	0,103	2,461	0,286
SLC	975	0,142	2,480	0,301

Determinazione dell'azione di progetto.

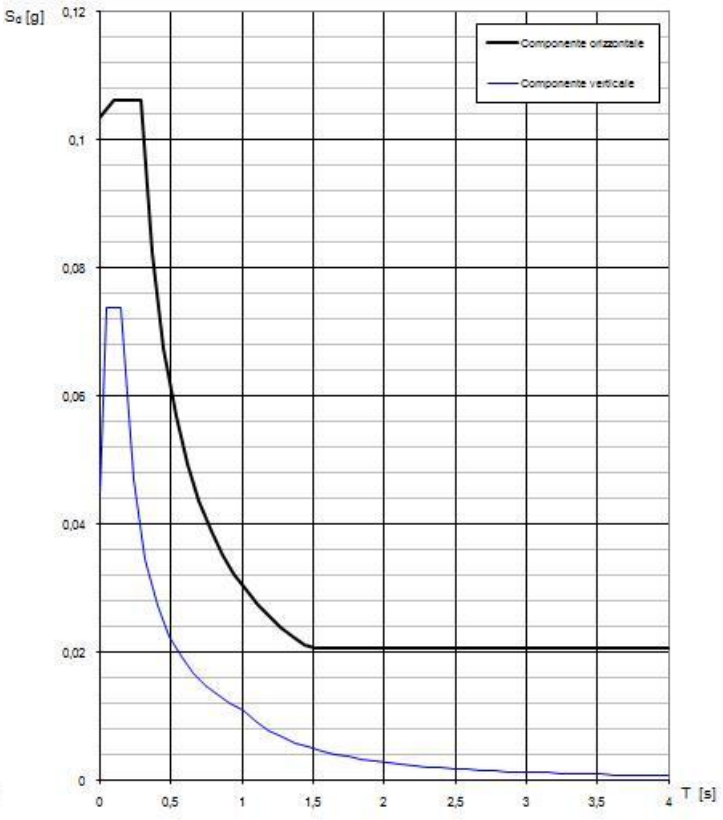
Nel seguito vengono rappresentati gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto, vengono inoltre indicati i parametri caratteristici ed i punti di ancoraggio degli spettri di risposta relativi agli stati limite considerati (SLD e SLV).

Grafici degli spettri di risposta per gli stati limite SLD e SLV:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri rappresentativi e punti di ancoraggio degli spettri di risposta verticali:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,008 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,045 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,606
S	1,000
η	0,667

Parametri dipendenti

F_v	1,069
S	1,000
η	0,667

Parametri rappresentativi e punti di ancoraggio degli spettri di risposta orizzontali:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,032 g
F_o	2,509
T_C^*	0,197 s
S_S	1,000
C_C	1,000
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,103 g
F_o	2,461
T_C^*	0,286 s
S_S	1,000
C_C	1,000
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,000
η	1,000
T_B	0,066 s
T_C	0,197 s
T_D	1,728 s

Parametri dipendenti

S	1,000
η	0,417
T_B	0,095 s
T_C	0,286 s
T_D	2,014 s

CONCLUSIONI

A conclusione della presente relazione si è in grado di riassumere sinteticamente come nel seguito i punti salienti in essa contenuti:

-Il rilevamento geologico e geomeccanico svolto nell'area coinvolta dal movimento franoso, esteso ad un intorno significativo dell'area in esame, nonché le campagne d'indagini geognostiche e geofisiche esperite tra il 2009 ed il 2011 hanno permesso di: definire compiutamente il modello geologico del tratto di versante interessato dall'attività estrattiva sino alla metà degli anni '70; classificare tutti i litotipi in affioramento ed in sotterraneo ricavando i valori dei principali parametri geotecnici nelle condizioni di picco e residue; redigere le carte tematiche allegate al progetto di risagomatura del declivio (geologica, geomorfologica, idrogeologica, ecc).

-Le ricerche di tipo storico e bibliografico hanno permesso di ricostruire la cronistoria delle fasi che hanno anticipato la chiusura del polo estrattivo (ex cava) e l'evoluzione del movimento franoso nel corso degli anni immediatamente seguenti.

-L'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo e delle indagini geognostiche indirette (prove penetrometriche dinamiche superpesanti), sul riempimento in materiali di riporto presente alla base dei fronti in roccia, ha consentito di definire la litostratigrafia del riempimento ed i valori medi dei principali parametri geotecnici del terreno di riporto, dati ritenuti indispensabili per le analisi di

fattibilità degli interventi in progetto, riportati nella relazione di sintesi del modello geotecnico allegata.

Savona febbraio 2013

ALLEGATI INTERNI

Classificazione geomeccanica dei litotipi esistenti – Tabelle e diagrammi di sintesi
Referti delle analisi di laboratorio sui campioni prelevati lungo le verticali di sondaggio
Indagini geognostiche di tipo diretto – sondaggi a carotaggio continuo (tabelle litostratigrafiche)
Indagini geognostiche indirette – prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti

ALLEGATI ESTERNI

Analisi geofisica integrata lungo il tratto di monte ed a valle del fronte di cava

Tav. C1: carta geologica e delle indagini geognostiche e geofisiche sc. 1: 500

Tav. C2: carta geomorfologia sc. 1: 500

Tav. C3: carta idrogeologica sc. 1: 500

Tav. C4: sezioni geologiche sc. 1: 500

CARATTERIZZAZIONE CALCARI

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Calcare cristallino
Formazione: Val Tanarello
Peso di volume della roccia: 27,0 kN/mc
L'ammasso si presenta alterato.

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza della roccia intatta é stata ricavata da: Indice del Martello di Schmidt
Valore di R: 47,0
La resistenza a compressione monoassiale della roccia è pari a: 57,7 Mpa
La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione, è mediocre

Condizioni idrogeologiche
La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Limoso o argilla s.c.
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 2

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Limoso o argilla s.c.
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	da 3 a 10 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 4

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Lisci
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 5

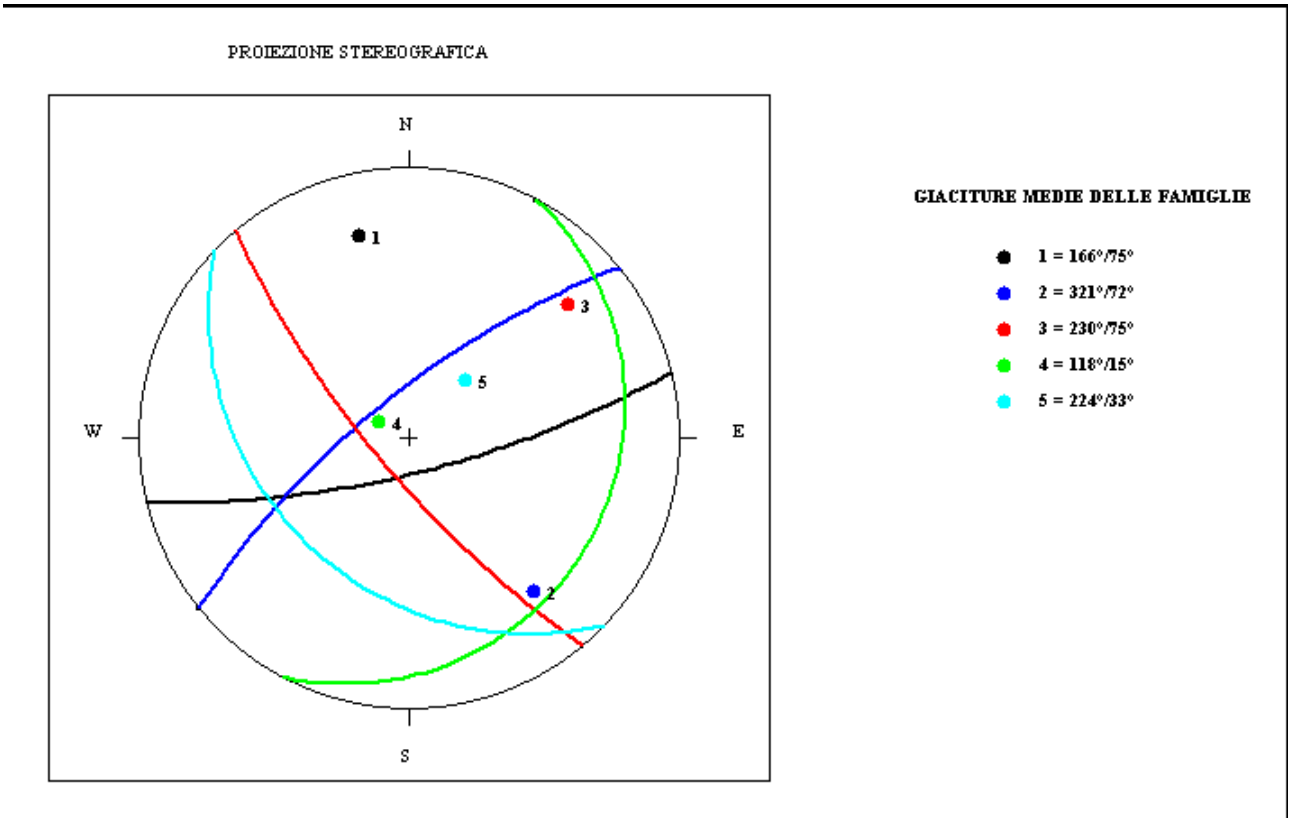
Continuità del giunto	da 3 a 10 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	166	75	52
2	321	72	56
3	230	75	200
4	118	15	1
5	224	33	33

Nell'area di rilievo non sono presenti famiglie a carattere random



Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
107,23	0

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,001 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
118	35	25

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	57,73	6
RQD (%)	0	3
Spaziatura (m)	0,68	12
Condizioni dei giunti		6
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	37
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	37
Classe ammasso roccioso	CLASSE IV
qualità ammasso roccioso	SCADENTE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 37

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 43

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche giunto planare o molti cunei
Commento sui consolidamenti	Sistematico

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 37

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 47

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	10
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,50
Parametro Ja	10,00
Parametro Jw	1,00
Parametro SRF	7,48

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	0,667
Jr/Ja	0,150
Jw/SRF	0,1337
Q	0,013
Classe ammasso roccioso	CLASSE VIII
Qualità ammasso roccioso	ESTREMAMENTE SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 45

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
12	0.2361	0.0302	1	0.0001	0.000001

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso

si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb
Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0.294 MPa	0.060 MPa	33.9°	17.0°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0.225 MPa	0.180 MPa	27.5°	23.0°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso

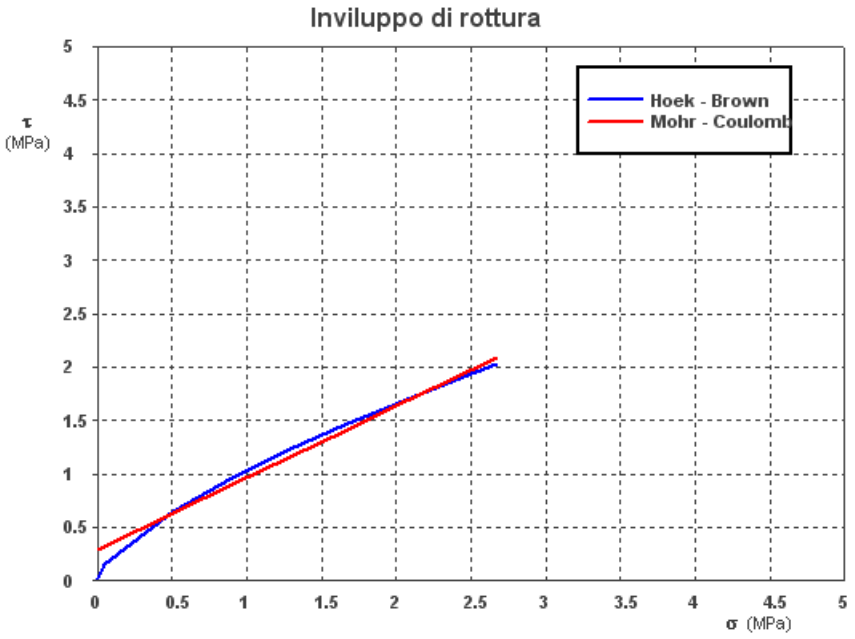
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
2.85	1.70	4.68	1.64

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira

Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche



Classificazione di Hoek & Brown [2002]
c0 = 57.725 Mpa
GSI = 45 mi = 12 D = 1

Parametri di Hoek & Brown [2002]
mb = 0.236 *s* = 0.0001045
a = 0.508

Parametri di Mohr & Coulomb
c = 0.294 MPa ϕ = 33.9°

Parametri dell'ammasso
Resistenza a trazione = -0.026 MPa
Resistenza a compressione = 0.548 MP
Resistenza globale = 3.588 MPa
Modulo d'Elasticità = 2.85 GPa

Programma CSAR ©Bruschi Alberto - Milano

CARATTERIZZAZIONE FORMAZIONE DI. CAPRAUNA

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Flysch
Formazione: Caprauna
Peso di volume della roccia: 26,0 kN/mc
Resistenza a compressione della facies arenacea: 50,0 MPa
Resistenza a compressione della facies pelitica: 30,0 MPa

CLASSIFICAZIONE GSI (Hoek 2000]

Geological Strength Index [GSI] rappresentativo dell'ammasso: 35

Per la serie flyschoide, dalla composizione e dalla struttura, si sono derivati i seguenti parametri indice pesati:

Resistenza a compressione del flysch: 30,0 Mpa
Parametro m della roccia intatta. 8,600

Indici delle classificazioni calcolati

RMR di base	Q
40	0,368

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 35

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
9	0,0828	0,0167	1	0,0000	0,000000

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,114 MPa	0,025 MPa	22,8°	11,0°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

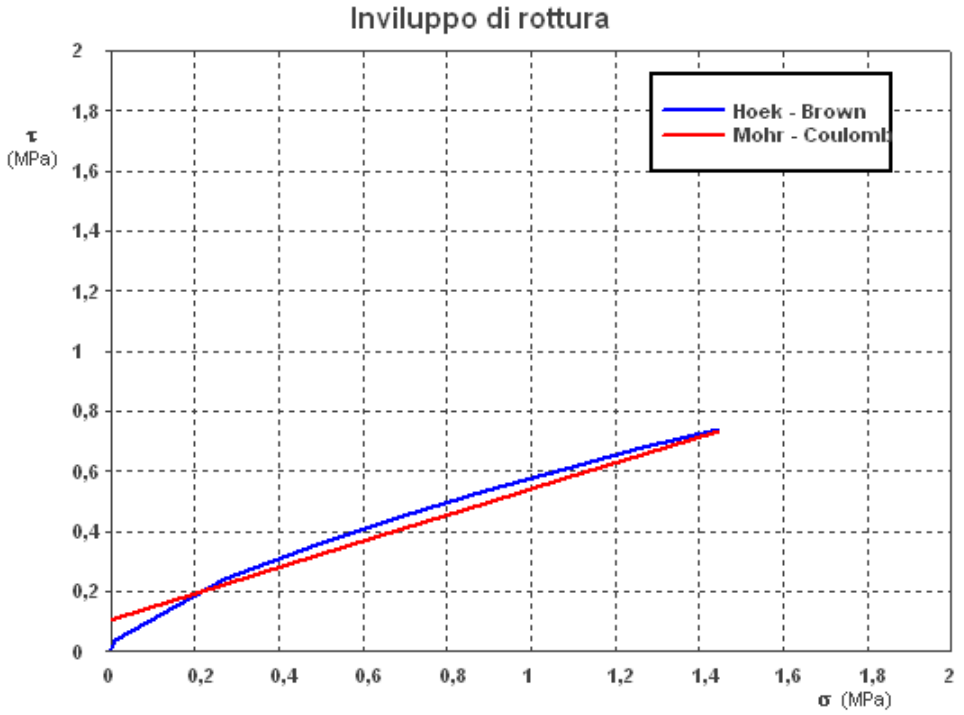
cp	cr	fp	fr
0,175 MPa	0,140 MPa	22,5°	19,0°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
1,15	0,77	5,37	2,09

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche



Classificazione di Hoek & Brown [2002]
c0 = 30 Mpa
GSI = 35 mi = 8,6 D = 1

Parametri di Hoek & Brown [2002]
mb = 0,083 *s* = 0,0000197
a = 0,516

Parametri di Mohr & Coulomb
c = 0,106 MPa ϕ = 23,6°

Parametri dell'ammasso
Resistenza a trazione = -0,007 MPa
Resistenza a compressione = 0,112 MP
Resistenza globale = 1,034 MPa
Modulo d'Elasticità = 1,15 GPa

Programma CSAR ©Bruschi Alberto - Milano

CARATTERIZZAZIONE DOLOMIE

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Dolomia
Formazione: San Pietro
Peso di volume della roccia: 28,0 kN/mc
L'ammasso si presenta alterato.

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza della roccia intatta é stata ricavata da: Indice del Martello di Schmidt
Valore di R: 43,0
La resistenza a compressione monoassiale della roccia è pari a: 54,6 Mpa
La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione, è mediocre

Condizioni idrogeologiche
La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Argilloso non rigonfiante
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 2

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 4

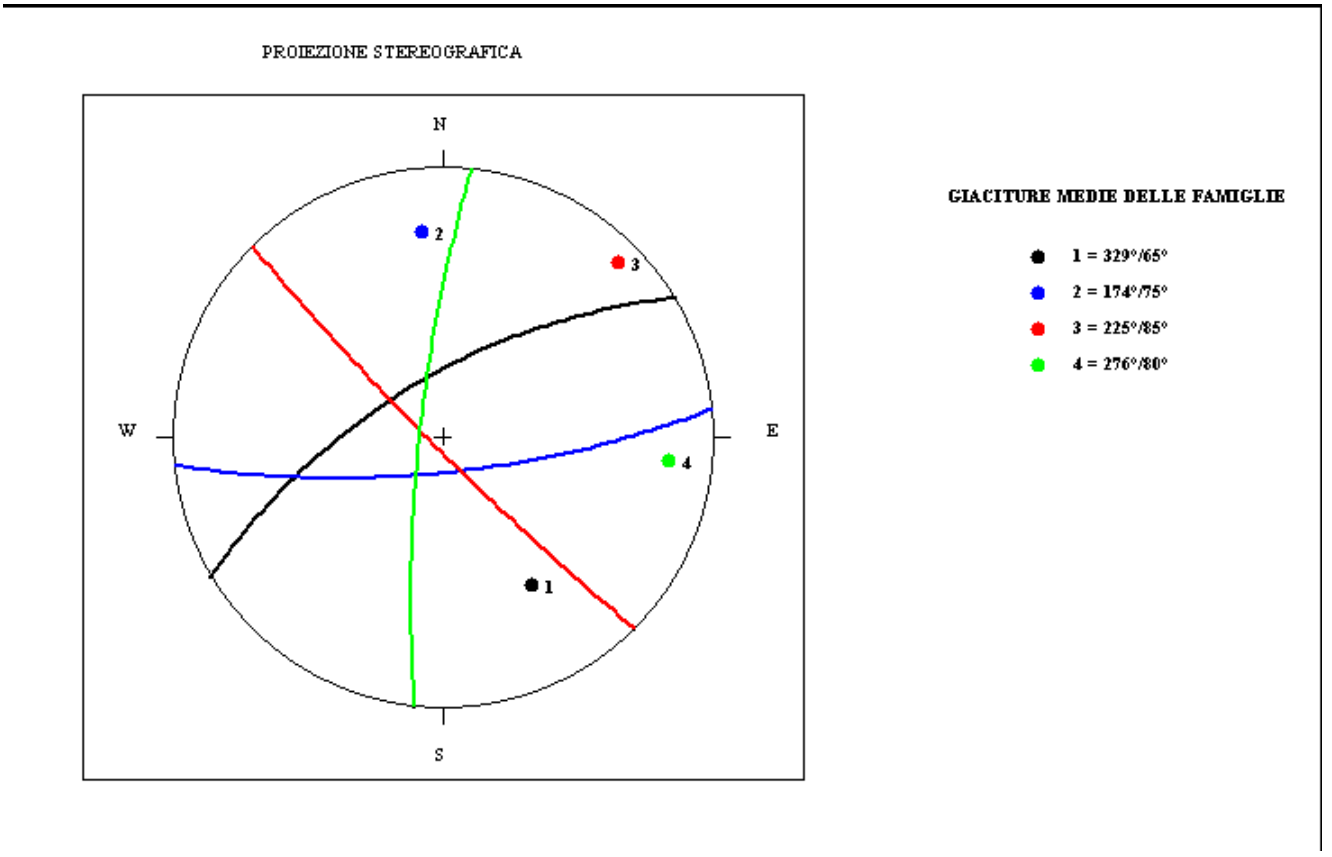
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Limoso o argilla s.c.
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	329	65	144
2	174	75	28
3	225	85	38
4	276	80	45

Nell'area di rilievo non sono presenti famiglie a carattere random



Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
9,11	85

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,074 mc

Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
188	55	40

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	54,63	5
RQD (%)	85	16
Spaziatura (m)	0,64	11
Condizioni dei giunti		4
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	46
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	46
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 46

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 61

Qualità ammasso roccioso	BUONA
Classe ammasso roccioso	CLASSE II
Commento sulla stabilità	Stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche blocco
Commento sui consolidamenti	Occasionale

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 46

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 57

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	85
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,50
Parametro Ja	13,00
Parametro Jw	1,00
Parametro SRF	2,98

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	5,667
Jr/Ja	0,115
Jw/SRF	0,3357
Q	0,220
Classe ammasso roccioso	CLASSE VII
Qualità ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 40

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
9	0,1239	0,0199	1	0,0000	0,000001

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,179 MPa	0,036 MPa	30,7°	15,3°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

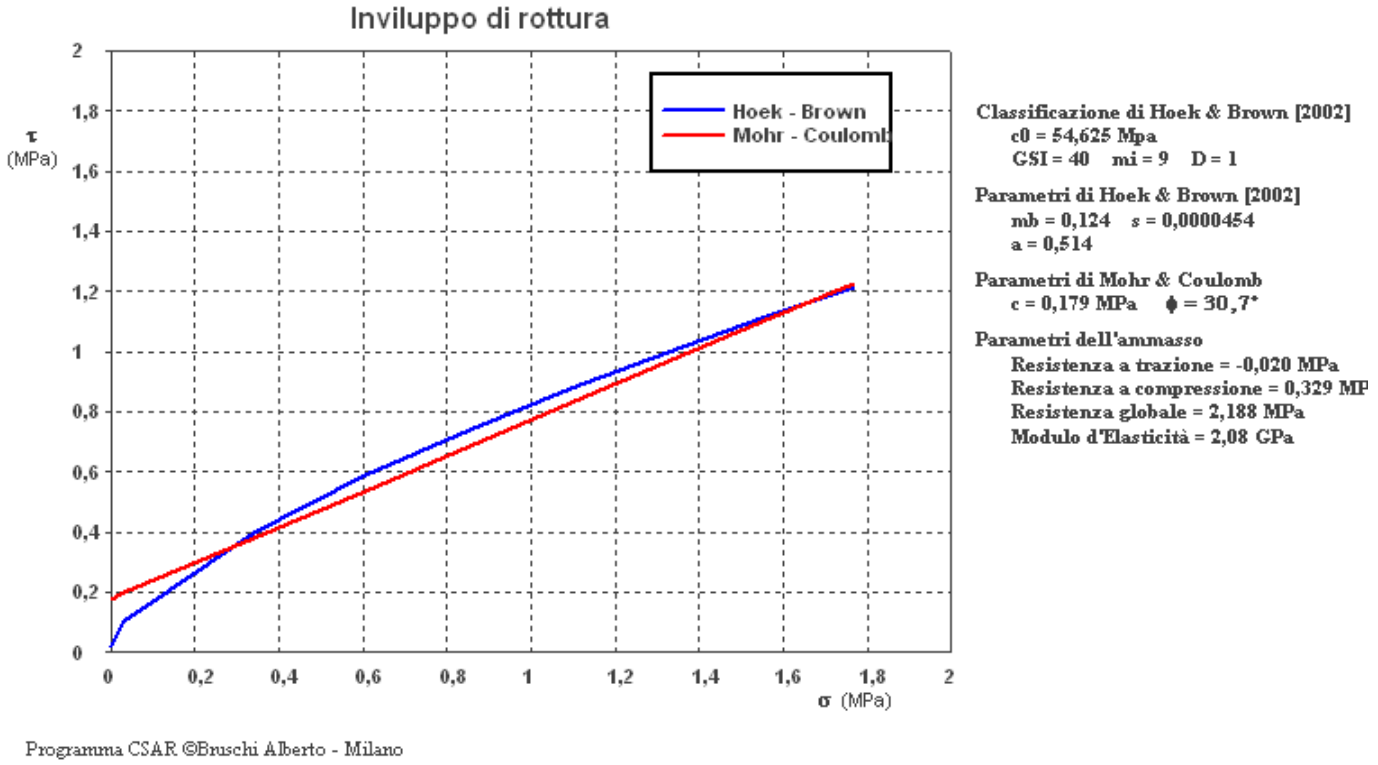
cp	cr	fp	fr
0,200 MPa	0,160 MPa	25,0°	21,0°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
2,08	1,31	7,06	3,40

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche



CARATTERIZZAZIONE QUARZITI

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Quarzite
Formazione: Ponte di nava
Peso di volume della roccia: 22,0 kN/mc
L'ammasso si presenta debolmente alterato.

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza della roccia intatta é stata ricavata da: Indice del Martello di Schmidt

Valore di R: 33,0

La resistenza a compressione monoassiale della roccia è pari a: 46,9 Mpa
La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione, è scadente

Condizioni idrogeologiche
La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 2

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Limoso o argilla s.c.
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 4

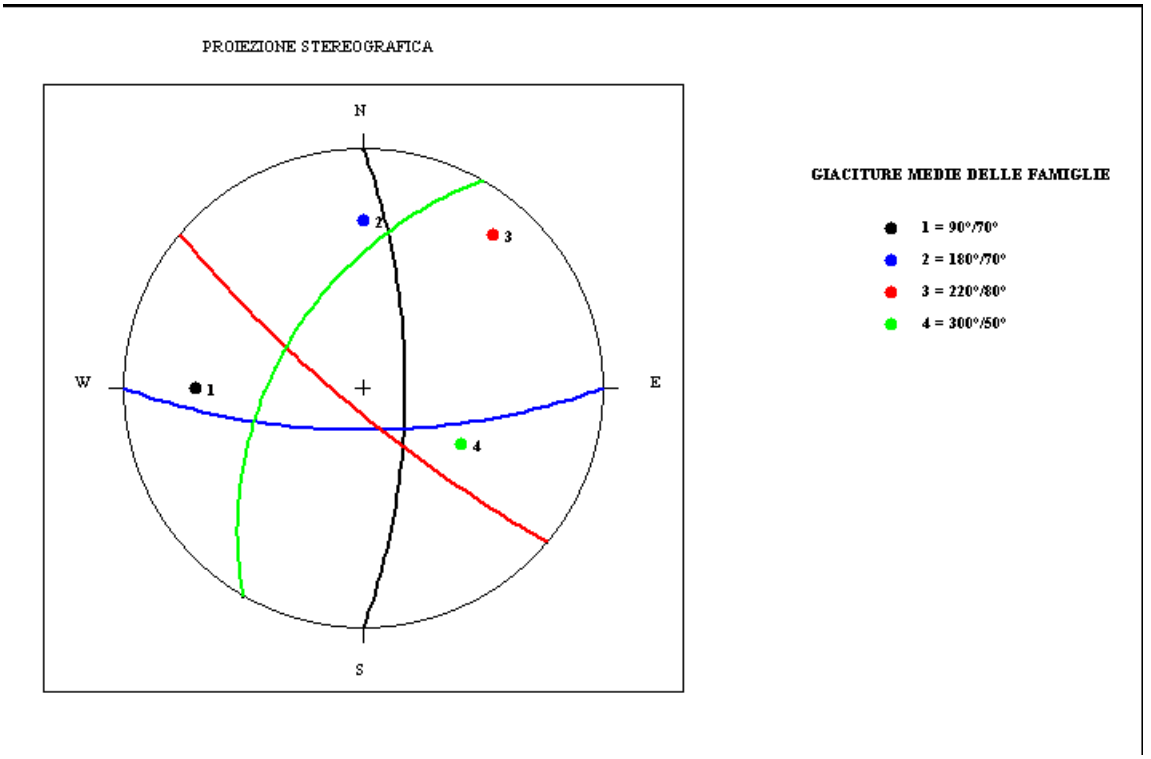
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	90	70	9
2	180	70	15
3	220	80	33
4	300	50	20

Nell'area di rilievo non sono presenti famiglie a carattere random



Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
25,8	30

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,002 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
111	24	30

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	46,88	5
RQD (%)	30	6
Spaziatura (m)	0,19	7
Condizioni dei giunti		16
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	44
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	44
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 44

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 59

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche giunto planare o molti cunei
Commento sui consolidamenti	Sistematico

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 44

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 56

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	30
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,50
Parametro Ja	10,00
Parametro Jw	1,00
Parametro SRF	4,36

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.
Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	2,000
Jr/Ja	0,150
Jw/SRF	0,2291
Q	0,069
Classe ammasso roccioso	CLASSE VIII
Qualità ammasso roccioso	ESTREMAMENTE SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 33

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
20	0,1670	0,0369	1	0,0000	0,000000

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,121 MPa	0,029 MPa	35,5°	20,4°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

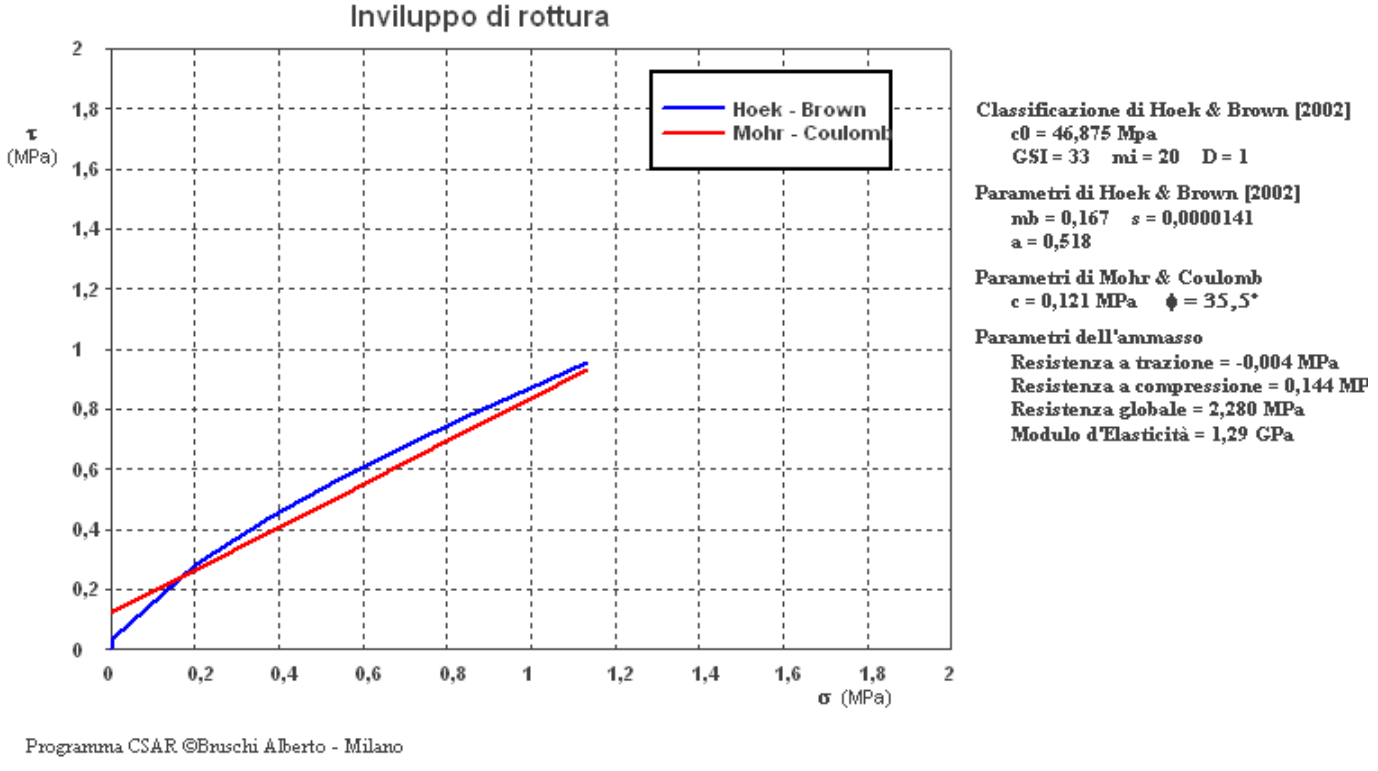
cp	cr	fp	fr
0,165 MPa	0,132 MPa	21,5°	18,2°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
1,29	0,88	6,44	2,90

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche



Referti delle analisi di laboratorio sui campioni prelevati lungo le verticali di sondaggio

Prove sul campione 1 (-7,50 -7,80 m) - Formazione di Caprauna - Sondaggio S4

- Analisi granulometrica
- Umidità, densità, peso specifico
- Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata
- Limiti di consistenza

Prove sul campione 1 (-37,00 -37,45 m) – Quarziti milonitizzate - Sondaggio S2

- Prova di compressione monoassiale
- Misura del peso dell'unità di volume

Prove sul campione 1 (-14,60 -15,00 m) – Dolomie - Sondaggio S5

- Prova di compressione monoassiale
- Misura del peso dell'unità di volume

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 31/08/11

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 2130

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex Cava Segiunà
Località:Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/11
Note:

Sondaggio: S4
Campione: 1
Profondità: 7.50 - 7,80 m
Data esecuzione prova: 29-31/08/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/117

Analisi con setacci — **M (gr) = 232.16**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	**50.8**	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	**38.10**	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	**25.40**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	**19.10**	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	**12.70**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	**9.52**	3.00	1.29	1.29	98.71
4	**4.76**	8.03	3.46	4.75	95.25
10	**2.00**	10.69	4.60	9.36	90.64
20	**1.00**	13.57	5.85	15.20	84.80
40	**0.42**	18.91	8.15	23.35	76.65
80	**0.177**	22.67	9.76	33.11	66.89
200	**0.074**	17.58	7.57	40.68	59.32
Fondo		151.28			

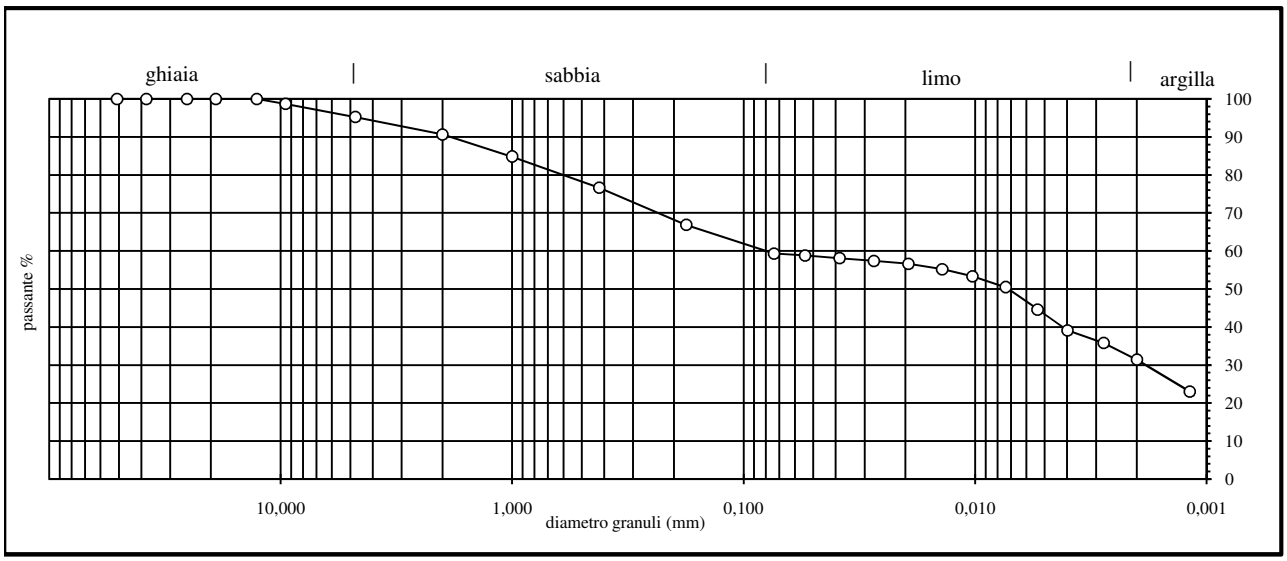
Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0.5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**40**
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2.72**
Costante K =	**0.986**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R''=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR''**	% Somma **KR''X**
0.5	29.0	37.5	38.0	3.25	0.0543	40.25	99.22	58.85
1	29.0	37.0	37.5	3.25	0.0385	39.75	97.98	58.12
2	29.0	36.5	37.0	3.25	0.0273	39.25	96.75	57.39
4	29.0	36.0	36.5	3.25	0.0194	38.75	95.52	56.66
8	29.0	35.0	35.5	3.25	0.0138	37.75	93.05	55.20
15	28.0	34.0	34.5	3.00	0.0103	36.50	89.97	53.37
30	28.0	32.0	32.5	3.00	0.0074	34.50	85.04	50.44
60	28.0	28.0	28.5	3.00	0.0054	30.50	75.18	44.60
120	25.0	25.0	25.5	2.25	0.0040	26.75	65.94	39.11
240	28.0	22.0	22.5	3.00	0.0028	24.50	60.39	35.82
480	28.0	19.0	19.5	3.00	0.0020	21.50	53.00	31.44
1440	29.0	13.0	13.5	3.25	0.0012	15.75	38.82	23.03

Classificazione	**USCS**	**CNR-UNI**
	CL	

% ghiaia	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
4.75	**35.93**	**27.88**	**31.44**



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 31/08/11
Certificato n° 2132

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex Cava Segiunà
Località:Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/11
Note:

Sondaggio: S4
Campione: 1
Profondità: 7.50 - 7,80 m
Data esecuzione prova: 26-29/08/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/117

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**20.12**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	620.96	574.36	523.22
Massa lorda secca (g)	519.28	481.73	436.95
Massa acqua contenuta (g)	101.68	92.63	86.27
Tara (g)	18.01	8.04	16.41
Massa netta secca (g)	501.27	473.69	420.54
Contenuto d'acqua W (%)	20.28	19.55	20.51

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**20.32**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	285.23	139.52	140.22
Massa dello stampo (g)	102.31	58.66	59.66
Massa terreno netta umida (g)	182.92	80.86	80.56
Volume dello stampo (cm^3)	86.86	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	20.65	20.20	20.12

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	**W (%)**	**20.12**
Peso di volume naturale	**γ_n (kN/m^3)**	**20.32**
Peso di volume secco	**γ_d (kN/m^3)**	**16.92**
Peso di volume saturo	**γ_s (kN/m^3)**	
Peso specifico dei grani	**G_s (Mg/m^3)**	
Porosita'	**n (%)**	
Indice dei pori	**e**	
Grado di saturazione	**S_r (%)**	

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	*Cave di Boissano Sr.l.*	*Rep: 11/117*	
Cantiere	*Ex Cava Segiunà*	Numero Campione	*1*
Sondaggio-Campione	*S4 - 1*	Profondità di prelievo (m)	*7.70*
Certificato	*2133 - 31/08/11*	*Verbale n° 121 del 26/08/11*	
Metodo di preparazio	*Indisturbato*		
Peso specifico	*2.72* *(Assunto)*		

CONDIZIONI INIZIALI	
Altezza (mm)	*76.20*
Diametro (mm)	*38.10*
Densità secca (kN/m³)	*17.26*
Indice dei vuoti	*0.544*
Contenuto d'acqua (%)	*19.6* [1]
Percentuale saturazione	*98*

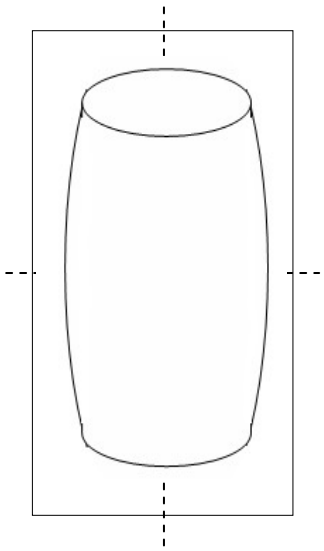
FASE DI ROTTURA	
Velocità di deformazione (%/min)	*0.66*
Condizioni a rottura	
Criterio di Rottura	*Massimo sforzo deviatorico*
Deformazione assiale (%)	*19.76*
Resistenza a compressione (kPa)	*66.9*
Correzione per la membrana (kPa)	*0.0*
Sforzo principale minore (kPa)	*50*
Sforzo principale maggiore (kPa)	*117*

Coesione non drenata Cu (media di 3 provini)

Cu = 33.45 kPa

Lo Sperimentatore
Dr. Elisabetta Siciliano Viglieri

IMMAGINE PROVINO A ROTTURA



[1] *Ottenuta da ottenuto da trimming*

Lo Sperimentatore
.....

Mod. 07 D3 Rev.0 del 02/05/11

Il Direttore
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

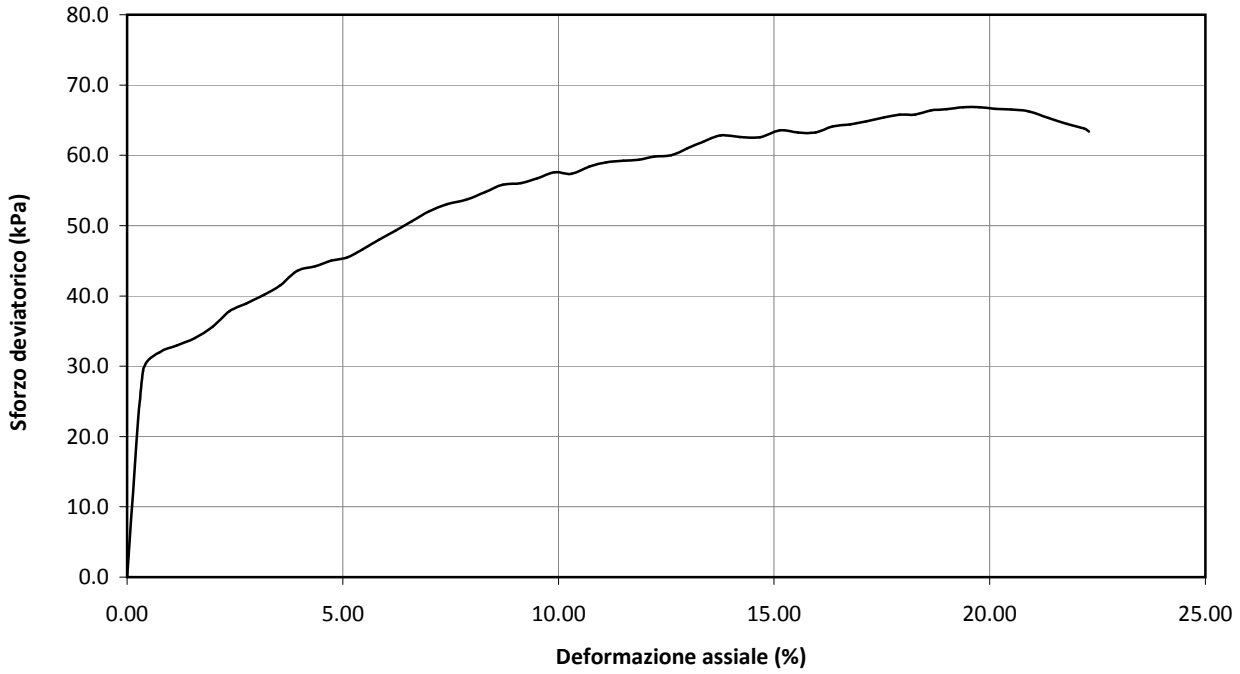
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

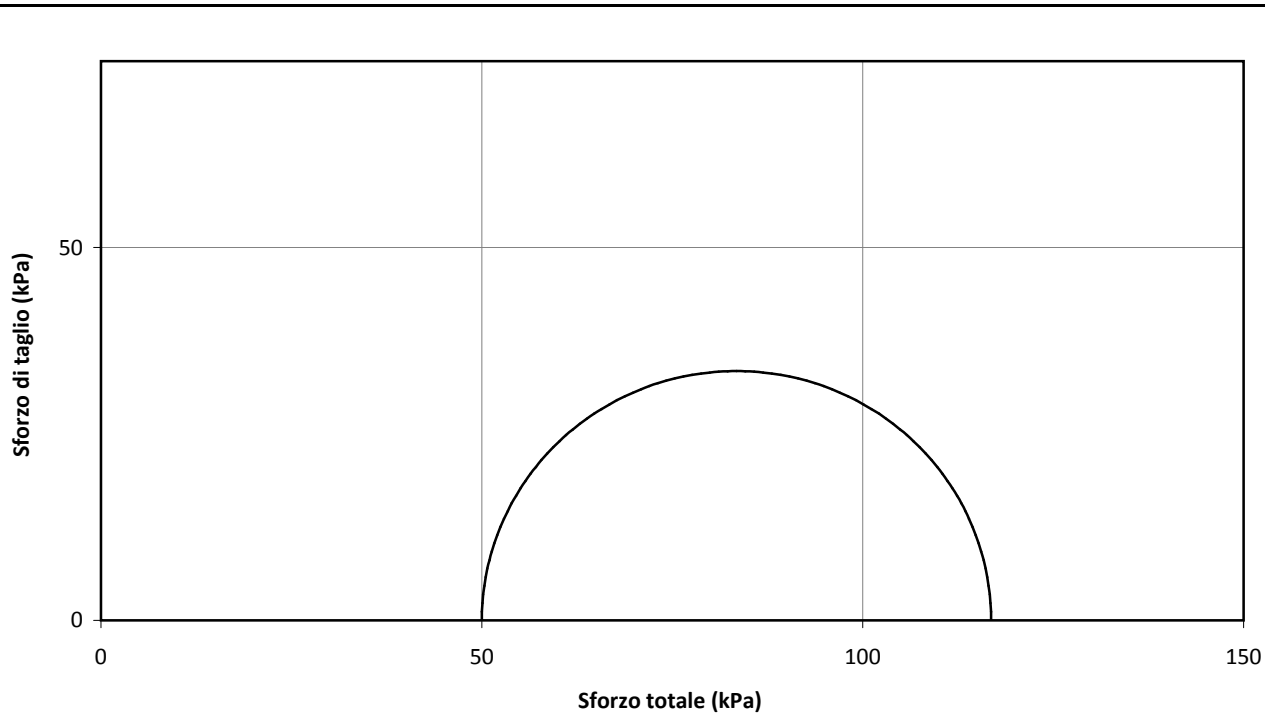
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	*Cave di Boissano Sr.l.*	*Rep: 11/117*	
Cantiere	*Ex Cava Segiunà*	Numero Campione	*1*
Sondaggio-Campione	*S4 - 1*	Profondità di prelievo (m)	*7.70*





Lo Sperimentatore
.....

Mod. 07 D3 Rev.0 del 02/05/11

Il Direttore
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

CARICA DATI

PROVINO 1 Pressione in cella (kPa) *50*

Dati acquisiti			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione (mm)	Carico (N)	Variazione di altezza (mm)	Variazione di carico (N)	Deformazione assiale (%)	Area (mm^2)	Sforzo deviatorico (kPa)
1	*0.00*	*0.0*	*0.00*	*0.0*	*0.00*	*1140.1*	*0.0*
2	*0.28*	*33.6*	*0.28*	*33.6*	*0.37*	*1144.3*	*29.4*
3	*0.57*	*36.7*	*0.57*	*36.7*	*0.75*	*1148.7*	*31.9*
4	*0.88*	*38.0*	*0.88*	*38.0*	*1.15*	*1153.4*	*32.9*
5	*1.20*	*39.4*	*1.20*	*39.4*	*1.57*	*1158.3*	*34.0*
6	*1.51*	*41.4*	*1.51*	*41.4*	*1.98*	*1163.1*	*35.6*
7	*1.81*	*44.2*	*1.81*	*44.2*	*2.38*	*1167.8*	*37.8*
8	*2.10*	*45.6*	*2.10*	*45.6*	*2.76*	*1172.4*	*38.9*
9	*2.42*	*47.3*	*2.42*	*47.3*	*3.18*	*1177.5*	*40.2*
10	*2.71*	*49.1*	*2.71*	*49.1*	*3.56*	*1182.1*	*41.5*
11	*3.01*	*51.7*	*3.01*	*51.7*	*3.95*	*1187.0*	*43.6*
12	*3.32*	*52.7*	*3.32*	*52.7*	*4.36*	*1192.0*	*44.2*
13	*3.61*	*53.9*	*3.61*	*53.9*	*4.74*	*1196.8*	*45.0*
14	*3.88*	*54.6*	*3.88*	*54.6*	*5.09*	*1201.3*	*45.5*
15	*4.16*	*56.2*	*4.16*	*56.2*	*5.46*	*1205.9*	*46.6*
16	*4.45*	*58.1*	*4.45*	*58.1*	*5.84*	*1210.8*	*48.0*
17	*4.74*	*59.9*	*4.74*	*59.9*	*6.22*	*1215.7*	*49.3*
18	*5.03*	*61.8*	*5.03*	*61.8*	*6.60*	*1220.7*	*50.6*
19	*5.34*	*63.8*	*5.34*	*63.8*	*7.01*	*1226.0*	*52.0*
20	*5.65*	*65.3*	*5.65*	*65.3*	*7.41*	*1231.4*	*53.0*
21	*5.99*	*66.4*	*5.99*	*66.4*	*7.86*	*1237.4*	*53.7*
22	*6.33*	*68.1*	*6.33*	*68.1*	*8.31*	*1243.4*	*54.8*
23	*6.64*	*69.7*	*6.64*	*69.7*	*8.71*	*1248.9*	*55.8*
24	*6.96*	*70.3*	*6.96*	*70.3*	*9.13*	*1254.7*	*56.0*
25	*7.25*	*71.5*	*7.25*	*71.5*	*9.51*	*1260.0*	*56.7*
26	*7.56*	*72.9*	*7.56*	*72.9*	*9.92*	*1265.7*	*57.6*
27	*7.85*	*72.9*	*7.85*	*72.9*	*10.30*	*1271.0*	*57.4*
28	*8.17*	*74.6*	*8.17*	*74.6*	*10.72*	*1277.0*	*58.4*
29	*8.47*	*75.7*	*8.47*	*75.7*	*11.12*	*1282.7*	*59.0*
30	*8.77*	*76.3*	*8.77*	*76.3*	*11.51*	*1288.4*	*59.2*
31	*9.04*	*76.8*	*9.04*	*76.8*	*11.86*	*1293.6*	*59.4*
32	*9.32*	*77.7*	*9.32*	*77.7*	*12.23*	*1299.0*	*59.8*
33	*9.61*	*78.3*	*9.61*	*78.3*	*12.61*	*1304.6*	*60.0*
34	*9.89*	*79.9*	*9.89*	*79.9*	*12.98*	*1310.1*	*61.0*

Lo Sperimentatore
.....

Mod.07 D3 Rev.0 del 02/05/11

Il Direttore
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

CARICA DATI

PROVINO 1 Pressione in cella (kPa) *50*

Dati acquisiti			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione (mm)	Carico (N)	Variazione di altezza (mm)	Variazione di carico (N)	Deformazione assiale (%)	Area (mm^2)	Sforzo deviatorico (kPa)
35	*10.18*	*81.5*	*10.18*	*81.5*	*13.36*	*1315.9*	*61.9*
36	*10.49*	*83.1*	*10.49*	*83.1*	*13.77*	*1322.1*	*62.9*
37	*10.82*	*83.2*	*10.82*	*83.2*	*14.20*	*1328.8*	*62.6*
38	*11.18*	*83.6*	*11.18*	*83.6*	*14.67*	*1336.1*	*62.6*
39	*11.53*	*85.4*	*11.53*	*85.4*	*15.13*	*1343.4*	*63.6*
40	*11.85*	*85.4*	*11.85*	*85.4*	*15.55*	*1350.0*	*63.3*
41	*12.16*	*85.8*	*12.16*	*85.8*	*15.96*	*1356.6*	*63.2*
42	*12.46*	*87.4*	*12.46*	*87.4*	*16.35*	*1363.0*	*64.1*
43	*12.77*	*88.2*	*12.77*	*88.2*	*16.76*	*1369.6*	*64.4*
44	*13.06*	*89.2*	*13.06*	*89.2*	*17.14*	*1375.9*	*64.8*
45	*13.37*	*90.4*	*13.37*	*90.4*	*17.55*	*1382.7*	*65.4*
46	*13.65*	*91.4*	*13.65*	*91.4*	*17.91*	*1388.9*	*65.8*
47	*13.92*	*91.8*	*13.92*	*91.8*	*18.27*	*1394.9*	*65.8*
48	*14.20*	*93.0*	*14.20*	*93.0*	*18.64*	*1401.2*	*66.4*
49	*14.48*	*93.7*	*14.48*	*93.7*	*19.00*	*1407.6*	*66.6*
50	*14.77*	*94.5*	*14.77*	*94.5*	*19.38*	*1414.2*	*66.8*
51	*15.06*	*95.0*	*15.06*	*95.0*	*19.76*	*1420.9*	*66.9*
52	*15.33*	*95.1*	*15.33*	*95.1*	*20.12*	*1427.2*	*66.6*
53	*15.62*	*95.4*	*15.62*	*95.4*	*20.50*	*1434.1*	*66.5*
54	*15.93*	*95.5*	*15.93*	*95.5*	*20.91*	*1441.4*	*66.3*
55	*16.27*	*94.7*	*16.27*	*94.7*	*21.35*	*1449.6*	*65.3*
56	*16.60*	*94.0*	*16.60*	*94.0*	*21.78*	*1457.6*	*64.5*
57	*16.91*	*93.5*	*16.91*	*93.5*	*22.19*	*1465.3*	*63.8*
58	*16.99*	*93.0*	*16.99*	*93.0*	*22.30*	*1467.2*	*63.4*

Lo Sperimentatore
.....

Il Direttore
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

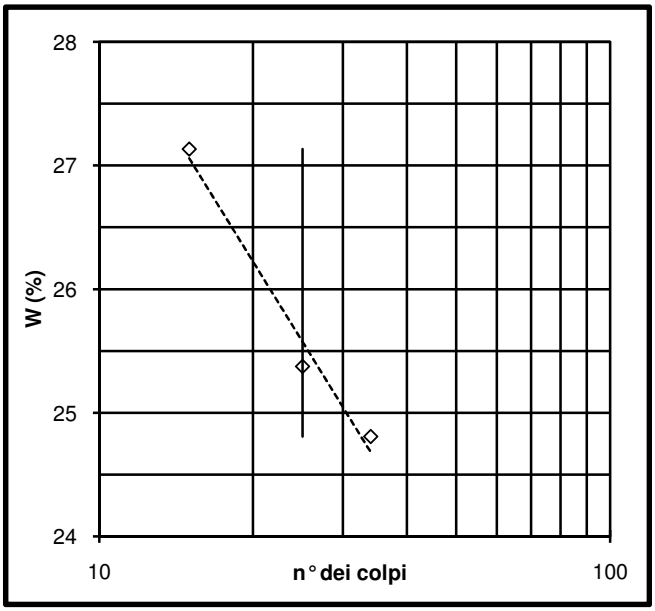
Data emissione: 31/08/11
Certificato n° 2131

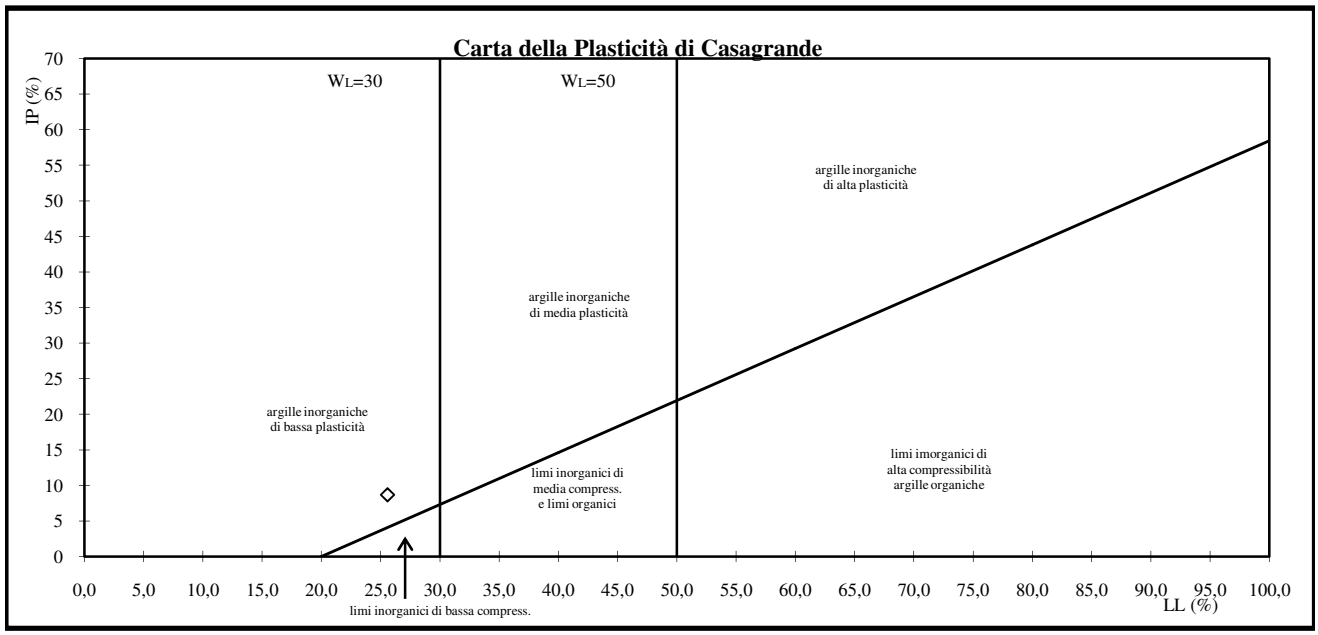
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex Cava Segiunà
Località:Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/11
Note:

Sondaggio: S4
Campione: 1
Profondità: 7.50 - 7,80 m
Data esecuzione prova: 30-31/08/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 11/117

Limite liquido		**LL (%) =**	**25.6**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	54.58	52.55	58.71
Massa secca + t (g)	52.64	50.52	55.49
Massa acqua contenuta (g)	1.94	2.03	3.22
Tara t (g)	45.49	42.52	42.51
Massa secca netta (g)	7.15	8.00	12.98
Contenuto d'acqua W (%)	27.13	25.37	24.81
Numero colpi	15	25	34
Limite plastico		**LP (%) =**	**16.9**
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		18.45	20.31
Massa secca + t (g)		17.12	18.71
Massa acqua contenuta (g)		1.33	1.60
Tara t (g)		9.18	9.32
Massa secca (g)		7.94	9.39
Contenuto d'acqua W (%)		16.75	17.04
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**8.7**





Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 30/08/2011

Certificato n°: 2127

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

Sondaggio: S.2
Campione: 1
Profondità da 37.00 m a 37.45 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 11/117
Litologia: Milonite

Superficie	**60.27**	**cm²**	**Diametro**	**87.6**	**mm**	**Altezza**	**166.3**	**mm**

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
21	0	0.78	0.13
47	0	1.11	0.18
86	0	1.89	0.31
196	0	3.23	0.54
345	0	4.46	0.74
487	0	5.24	0.87
575	0	6.13	1.02
874	0	6.47	1.07
458	0	5.46	0.91
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

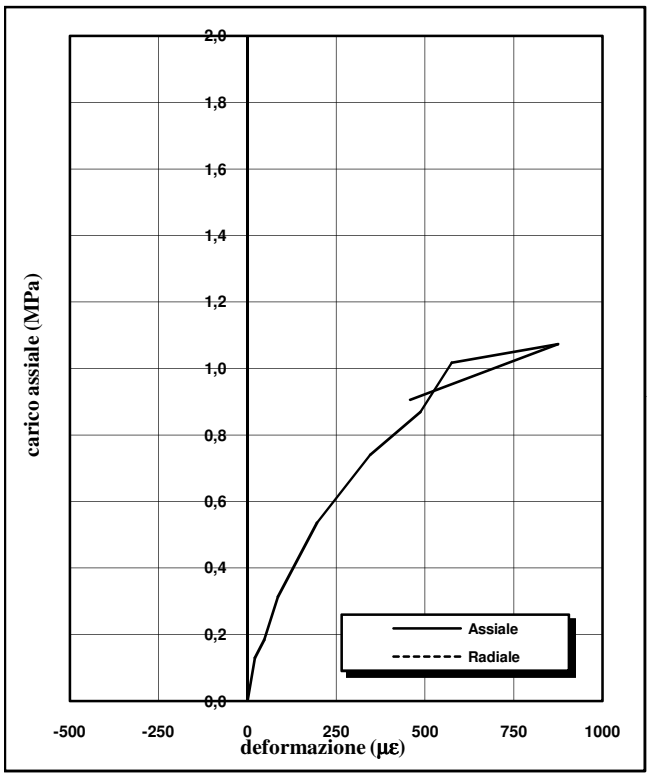
Data emissione: 30/08/2011

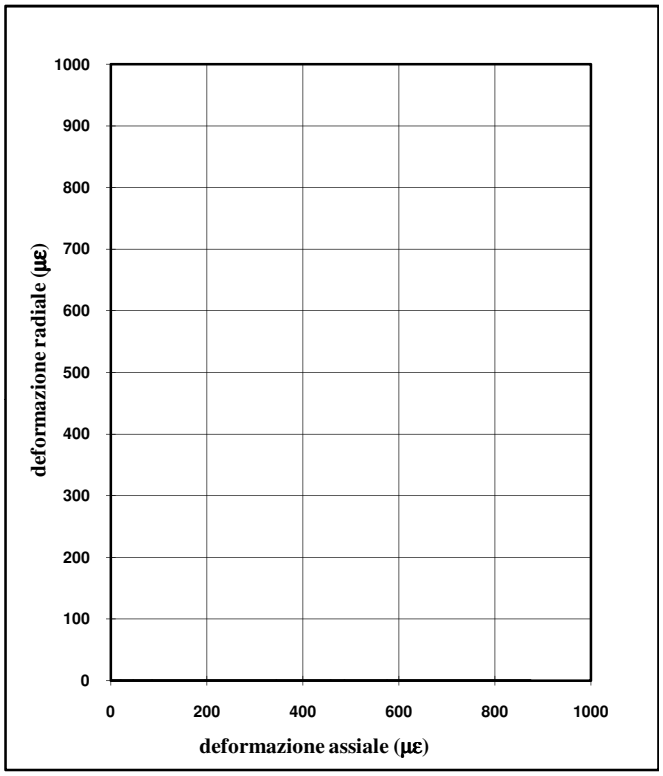
PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Certificato n°: 2127

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

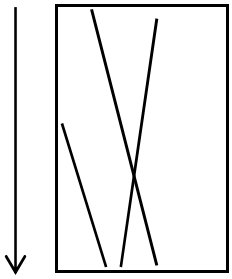
Sondaggio: S.2
Campione: 1
Profondità da 37.00 m a 37.45 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 11/117
Litologia: Milonite





Carico di rottura	**1.07**	MPa
Modulo tangente 50%	**2021**	MPa
Modulo secante 50%	**2734**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**---**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.1

Descrizione rottura: lungo diversi piani subverticali intersecanti.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 30/08/2011

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 2126

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

Sondaggio: S.2
Campione: 1
Profondità da 37.00 m a 37.45 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 11/117
Litologia: Milonite

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
87.6	166.3	2323.00	0.022781	1.00E-03	22.73

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 30/08/2011

Certificato n°: 2129

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

Sondaggio: S.5
Campione: 1
Profondità da 14.60 m a 15.00 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 11/117
Litologia: Dolomia

Superficie	66.91	cm^2	Diametro	92.3	mm	Altezza	174.4	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
54	0	0.33	0.05
73	0	1	0.15
117	0	2.34	0.35
154	0	3.23	0.48
187	0	3.9	0.58
221	0	4.24	0.63
254	0	4.68	0.70
314	0	4.79	0.72
362	0	5.35	0.80
409	0	5.79	0.87
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

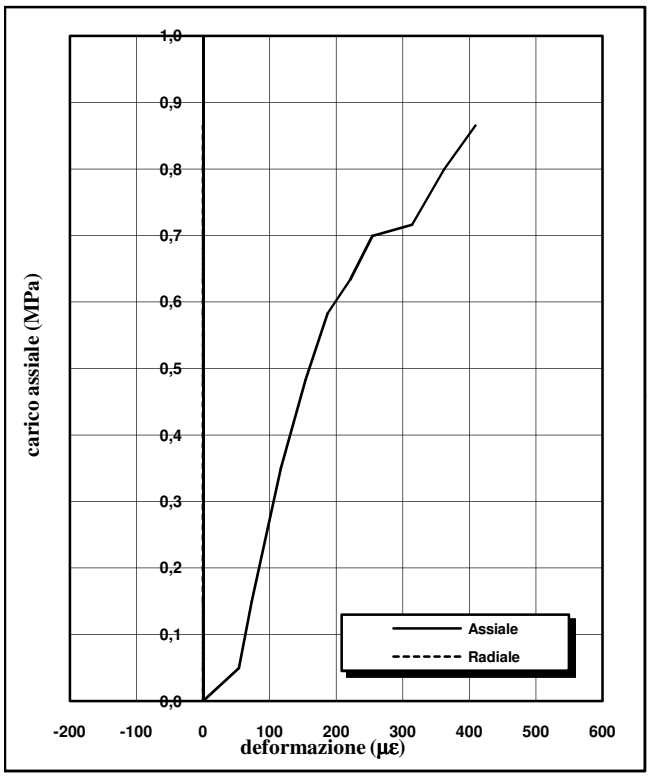
Data emissione: 30/08/2011

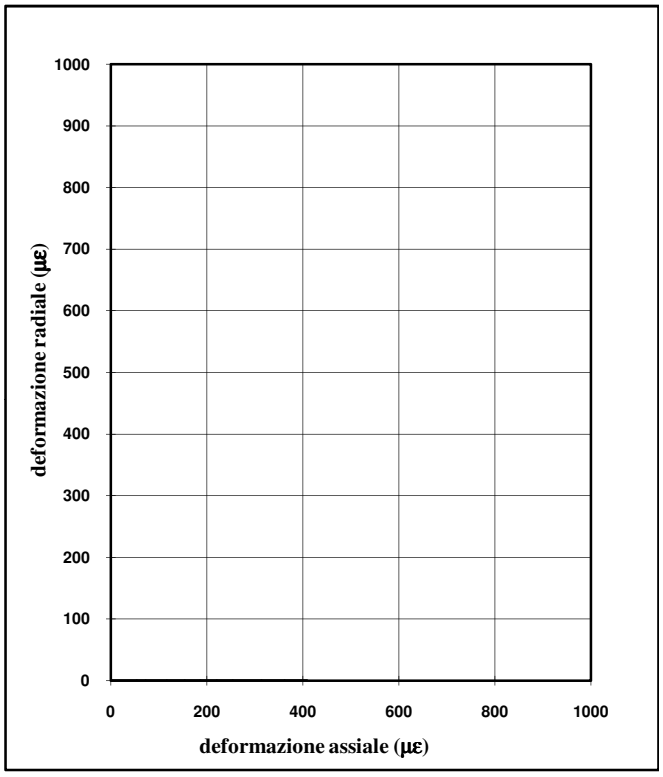
Certificato n°: 2129

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

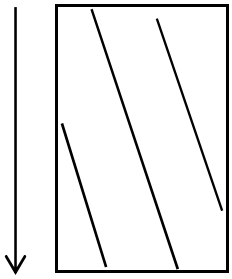
Sondaggio: S.5
Campione: 1
Profondità da 14.60 m a 15.00 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 11/117
Litologia: Dolomia





Carico di rottura	**0.87**	MPa
Modulo tangente 50%	**3595**	MPa
Modulo secante 50%	**3134**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**---**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.1

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 75°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 30/08/2011

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 2128

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: Ex cava Segiunà
Località: Boissano (SV)
Verbale di accettazione n°: 121
Data verbale: 26/08/2011
Note:

Sondaggio: S.5
Campione: 1
Profondità da 14.60 m a 15.00 m
Data esecuzione prova: 29/08/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 11/117
Litologia: Dolomia

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
92.3	174.4	2820.00	0.027655	1.17E-03	23.70

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

COMMITTENTE: **Cave Boissano S.r.l.** *Prova:* **Sondaggio S1**

CANTIERE: **ex cava Segiunà -Boissano**

DATA (inizio – fine): **4-18 Febbraio 2009**

Quota p.c.: **0 m**

Rivestimento	Note	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Prove Permeabilità: Profondità (m)	Prove Permeabilità: Tipo	Campioni	Profondità falda (m)	FOTO
	Preforo	1,0		Terreni di riporto eterogenei in matrice limo-argillosa-sabbiosa; colorazione marroncino chiaro, scheletro litico abbondante.							
		2,0		Trovante in materiale compatto (probabilmente quarziti)		25					
				Riporti sciolti in matrice limo-argillosa addensata colorazione giallo ocra con scheletro litico abbondante a pezzatura da media a fine							
				Trovante in materiale compatto							
				Campione non recuperato							
		4,0		Ciottoli calcareo-dolomitici e quarzitici in forma sciolta inglobati in matrice limo-argillosa e colorazione da marroncino chiaro a marrone scuro							
		6,0									
		7,2		Riporti con residui di lavorazione edili di colore da marrone chiaro-grigio fino a marrone scuro							
		10,2		Riporti costituiti da frammenti quarzitici in matrice sabbioso-limosa di colore biancastro; matrice di tipo micritico calcarea							
		11		Riporti con residui di lavorazione edili di colore marrone chiaro-grigio							
		11,5		Trovante fratturato di natura qurzitica e di colore grigio chiaro							
		12		Ghiaia a pezzatura centimetrica e decimetrica in matrice limo-argillosa di colorazione marroncino chiaro							
		13		Trovante qurzitico							
		13,4		Clasti calcarei di dimensioni millimetriche e decimetriche immersi in matrice limosa di colore marrone chiaro, scheletro litico debole							
		14,8		Trovante qurzitico							
		15,5		Ghiaia grossolana quarzitica e residui di scarifica stradale							
		16		Trovante quarzitico							
		16,2		Trovanti di brecce calcareo-dolomitiche ben ricementate							
		17									

COMMITTENTE: **Cave Boissano S.r.l.** *Prova:* **Sondaggio S1 da 17 a 38 m**

CANTIERE: **ex cava Segiunà -Boissano**

DATA (inizio – fine): **4-18 Febbraio 2009**

Quota p.c.: **0 m**

Rivestimento	Note	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Prove Permeabilità: Profondità (m)	Prove Permeabilità: Tipo	Campioni	Profondità falda (m)	FOTO
		17									
		19		Trovanti di piccoli dimensioni in quarziti degradanti in una ghiaia sciolta in matrice limo argillosa di colore da grigio chiaro a marroncino a tratti addensata							
		22						Lefranc C.C.			
		24,5		Ghiaia e piccoli trovanti in calcari cristallini							
		26		Sabbia grossolana sciolta in debole matrice limosa di colore grigio chiaro, litologia di tipo calcareo							
		28,6		Ghiaie sciolte a pezzatura centimetrica e piccoli trovanti in calcari cristallini con debole matrice argillosa di colorazione da grigio chiaro a marroncino							
		32		Breccia calcareo dolomitica di colorazione grigio scuro cementata fino a sciolta con pezzatura da ghiaiosa a sabbiosa						32,4	

COMMITTENTE: **Cave Boissano S.r.l.** *Prova:* **Sondaggio S2**

CANTIERE: **ex cava Segiunà -Boissano**

DATA (inizio – fine): **19-24 Febbraio 2009**

Quota p.c.: **0 m**

Rivestimento	Note	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Prove Permeabilità: Profondità (m)	Prove Permeabilità: Tipo	Campioni	Profondità falda (m)	FOTO
	Preforo	1,0		Terreni di riporto eterogenei ghiaiosi e sabbiosi in debole matrice limo-argillosa colorazione marroncino chiaro							
		3,0		Terreni di riporto costituiti da residui di lavorazioni edili e scarifica del manto stradale in matrice limoso-argillosa di colore marrone chiaro							
		4,0		Trovanti quarzitici fratturati di colore verde chiaro con scistosità pervasiva complanare alla pseudostratificazione							
		6,8		Ciottoli calcareo-dolomitici e quarzitici in forma sciolta inglobati in matrice limo-argillosa e colorazione da marroncino chiaro a marrone scuro a marrone scuro							
		7,7		Sabbia in matrice limosa addensata di colore da marrone chiaro a rossastro							
		8,8		Materiali di riporto con residui di lavorazioni edili mescolati a trovanti							
		10,6		Sabbie con ghiaie e clasti decimetrici in calcari immersi in matrice addensata							
		11,4		Ciottoli e trovanti fratturati in materiale quarzitico							
		12		Probabili scisti di Gorra di colore da grigio scuro a chiaro							
		13		Materiali di riporto limo argillosi poco addensati con scheletro litico in percentuale minoritaria di colore da marrone-giallo fino a grigio							
		14		Ghiaia e ciottoli allo stato sciolto o in presenza di debole matrice limosa grigio chiaro, litologia prevalentedi tipo calcareo dolomitica						14,6	
		15,6									
		16		Ghiaia e ciottoli allo stato sciolto o in presenza di debole matrice limosa di colore giallognolo							
		16,5		Ghiaia calcareo dolomitica allo stato semisciolto di pezzatura centimetrica							
		18		Breccia calcareo dolomitica di colore nero a pezzatura variabile da fine a grossolana e trovante sbrecciato							
		20									

COMMITTENTE: **Cave Boissano S.r.l.** *Prova:* **Sondaggio S2 da 20 a 23 m**

CANTIERE: **ex cava Segiunà -Boissano**

DATA (inizio – fine): **19-24 Febbraio 2009**

Quota p.c.: **0 m**

Rivestimento	Note	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Prove Permeabilità: Profondità (m)	Prove Permeabilità: Tipo	Campioni	Profondità falda (m)	FOTO
		20									
		22		Granulometria variabile con passaggi da ghiaiosi a sabbiosi allo stato sciolto in assenza di matrice di colore nero (calcari fetidi)				Lefranc C.V.	1		
		23							2		

COMMITTENTE: **Cave Boissano S.r.l.** *Prova:* **Sondaggio S3**

CANTIERE: **ex cava Segiunà -Boissano**

DATA (inizio – fine): **25-26 Febbraio 2009**

Quota p.c.: **0 m**

Rivestimento	Note	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Prove Permeabilità: Profondità (m)	Prove Permeabilità: Tipo	Campioni	Profondità falda (m)	FOTO
		1,0		Terreni di riporto eterogenei ghiaiosi e sabbiosi in debole matrice limo-argillosa colorazione marroncino chiaro A partire da 3,10 m scheletro litico grossolano							
		3,0									
		3,5									
		4,0		Trovanti calcarei con noduli di calcite molto fratturati e brecciati							
		6,0		Ghiaie calcaree di colore scuro in matrice argillosa di colore giallastro con argille prevalenti							
		7,0		Breccia dolomitica grigio scuro-nero debolmente cementata in blocchi							
		8,0		Ghiaia calcareo dolomitica sciolta di colore scuro in assenza di matrice							
		8,5		Breccia dolomitica grigio scuro-nero debolmente cementata in blocchi			Lefranc C.V.				
		10,2		Sabbie fini calcaree scure in assenza di matrice							
		12		Ghiaie e sabbie in matrice limosa di colore grigio chiara							
		13		Sabbie e ghiaie allo stato sciolto immersi in debole matrice di colore grigio da chiaro a scuro. La granulometria è condizionata sia dalla tettonica dell'area sia dal disturbo dovuto all'estrazione della carota							
		14					Lefranc C.V.				
		15								14,65	

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S1V

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7:Profondità 30 – 35 metri.



REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S2V

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S3V

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Sondaggio S1

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	-35 m.	260.26		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S1	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizzaz.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
1		Quarzite milonitizzata con passate più addensate e tessitura obliterata. Colorazione da grigio a verde chiaro		%RQD=0					(CS)	Rivestimento					
2															
3															
4															
5			5.00												
5		Quarzite con maggiore % di frazione fine a colore variabile da grigio-chiara a viola		%RQD=0											
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17			17.00												
17		Formazione di Caprauna con scistosità pervasiva di colore grigio-nero		%RQD=0											
18			18.10												
18		Quarzite milonitizzata con maggiore % di frazione fine a colore variabile da da viola a verde		%RQD=0											
19															
20			20.04												

Sondaggio S1

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	-35 m.	260.26		2
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano parodi	Cantiere loc. Segiunà Comune di Boissano			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S1-2	Continuo		

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
21		Quarzite milonitizzata con maggiore % di frazione fine, colore verdastro		%RQD=0						Rivestimento					
22															
23															
24															
25		Lente della Formazione di Caprauna	25.00 25.30												
26		Quarzite milonitizzata con scheletro litico in dolomia a pezzatura centimetrica di colore grigio		%RQD=0											
27															
28			28.60												
29		Quarzite milonitizzata con Scheletro litico in quarziti ed in pasta quarzitica di colore da marroncino-grigio fino a verde		%RQD=0											
30															
31															
32															
33															
34															
35			35.00												inclinometro -35.00m.
36															
37															
38															
39															
40															

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S1

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7:Profondità 30 – 35 metri.



Sondaggio S2

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	-61,5	262.09		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S2	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizza.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
1		terreni di copertura con prevalente scheletro litico cm con clasti spigolosi, matrice sabbioso-limosa, colore da marrone chiaro a grigio; passate in materiale fine debolmente addensate.							(CS)	Rivestimento					
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9		trovante in dolomia	9.00 9.10	%RQD=10											
		ghiaia quarzitica sciolta	9.50												
10		quarziti milonitizzate di colore marrone chiaro debolmente ricementate		%RQD=0											
11			11.40												
12		quarziti milonitizzate di colore grigio	12.60												
13		quarziti milonitizzate di colore da grigio a rosiccio a prevalente matrice limo-argillosa ad aspetto coesivo													
14															
15			15.02												
16		Quarziti milonitizzate a matrice portante di consistenza plastica con poco scheletro litico con clasti mm.													
17				%RQD=0											
18															
19															
20			20.00												

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	-61,5	262.09		2
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S2-2	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
21		quarziti milonitizzate di colore marrone chiaro,l matrice omogenea con clasti mm		%RQD=0						Rivestimento					
22															
23															
24			25.00												
25		quarziti milonitizzate di colore grigio chiaro con scheletro microbrecciato e clasti di colorazione verde e rossa		%RQD=0											
26															
27															
28															
29															
30			31.00												
31		quarziti milonitizzate di colore grigio chiaro con prevalente componente scheletrica		%RQD=0					(CD)						
32									31.72						
33									31,7 T6S						
34									(CS)						
35									34.60						
36									36.20						
37								37.00							
38								I 38.40	T6S						
39															
40															

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	-61,5	262.09		3
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Segiunà Comune di Boissano			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S2 3	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Class. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
41		ciottoli quarzitici grigio-verdi	41.02	%RQD=0						Rivestimento					
42		microbreccia ricementata di dolomia grigio-chiara, clasti a spigoli vivi con fenomeni carsificazione	42.60												
43		calcare cristallino col. gialla, fenomeni carsismo, clasti cm e dm in assenza di matrice													
44															
45			45.20												
46		calcare in contatto stratigrafico con dolomia grigio scura ad aspetto cristallino con frattura concoide	47.00	%RQD=60											
47		dolomia più scura, aspetto microbrecciato e scistosità pervasiva	48.02	%RQD=55											
48		dolomia con struttura riconoscibile e scistosità pervasiva ma compatta		%RQD=30											
49															
50			50.00												
51		microbreccia di quarzite in matrice nera limo-argillosa scheletro da mm a cm	51.00	%RQD=0											
		clasti calcarei	51.40												
		microbreccia di quarzite a scheletro quarzitico	52.00												
52		milonite di quarzite grigio-verde-marrone a matrice prevalente													
53															
54															
55			55.00												
		campione ad aspetto scistoso di passaggio fra quarziti e dolomia carsificata	56.00	%RQD=40											
56															
57			58.11	%RQD=90											
58		microbreccia di quarzite a scheletro quarzitico e dolomitico ad aspetto	59.02	%RQD=90											
59		carsificato	59.96	%RQD=60											
60															
61,5			61.50	%RQD=50											inclinometri -61.00 m.

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S2

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7:Profondità 30 – 35 metri.



Foto 8: Profondità 35 – 40 metri.



Foto 9: Profondità 40 – 45 metri.



Foto 10: Profondità 45 – 50 metri.



Foto 11: Profondità 50 – 55 metri.



Foto 12: Profondità 55 – 60 metri.



Foto 13: Profondità 60 – 61 metri.



Sondaggio S3

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano S.r.l.	-75 m	257.08		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			15-28/06/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S3	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizzaz.	Class. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
1		Calcare cristallino in ciottoli	1.50						(CD) 1.50 T6S	Rivestimento					
2		calcare cristallino in buone condizioni di conservazione carsificato di colore giallo chiaro con fenomeni di argillificazione	4.70	%RQD=80											
5		Cavità	5.02												
5		calcare con segni di percolazione d'acqua infrastrutturale	10.00	%RQD=90											
10		calcare compatto con fratturazione ricementata e presenza di minerali i scuri	15.00	%RQD=90											
15		calcare con minerali scuri cristallizzati nei giunti a seguito di percolazione di fluidi e ricristallizzazione di calcite	20.00	%RQD=90											
20															

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano S.r.l.	-75 m	257.08		2
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			15-28/06/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S3-2	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
21		calcare con pseudostratificazione a 45° rispetto la verticale di sondaggio. Fenomeni di carsificazione e di argillificazione lungo i giunti aperti		%RQD=90						Rivestimento					
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30		calcare con argillificazione di colore rossiccio	30.00	%RQD=45											
31		calcare con argillificazione di colore rossiccio	31.00	%RQD=50											
32		calcare con argillificazione di colore rossiccio	32.00	%RQD=100											
33															
34		calcare con argillificazione di colore rossiccio	34.00	%RQD=65											
35		calcare carsificato con percolazione di acqua	35.00	%RQD=35											
36		calcare più grigio, scistosità netta con bande bianche e grigie a formare un layering di calcare e dolomia	36.00	%RQD=30											
37															
38		calcare inquinato da minerali quarzitici e terrigeni a formare bande di colore rosso e viola	38.00	%RQD=60											
39															
40			40.00												

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano S.r.l.	-75 m	257.08		3
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			15-28/06/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S3-3	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
41		Dolomia con materiale quarzitico di colore grigio-rosso		%RQD=85											
42			42.00						(CS) 42.00	Rivestimento					
42		Milonite di rocce quarzitiche, consistenza in in terra sciolta,scistosità pervasiva e colore marrone e rosso		%RQD=0											
43															
44															
45			45.00												
45		Formazione di Caprauna di colore grigio scuro con residuo di scistosità, patine argillose grigio chiaro		%RQD=0											
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55			55.00												
55		Caprauna tatalmente milonitizzata di colore grigio-nero, scistosità percepibile; molta circolazione di acqua		%RQD=0											
56															
57															
58															
59															
60			60.00												

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano S.r.l.	-75 m	257.08		4
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			15-28/06/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S3-4	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
61		Formazione di caprauna		%RQD=0						Rivestimento					
62															
63															
64			64.70												
65		Breccia calcarea in condizioni di milonitizzazione con scheletro litico in ghiaia e ciottoli, pasta limo argillosa di colore giallo chiaro		%RQD=0											
66															
67			67.30												
68		fascia milonitica con quarziti e caprauna. A 73,5 ciottoli di calcare carsificato		%RQD=0											
69															
70															
71															
72															
73									(CD) 73.5 T6S						
74															
75			75.00												inclinometro -75.00 m.
76															
77															
78															
79															
80															

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S3

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7:Profondità 30 – 35 metri.



Foto 8: Profondità 35 – 40 metri.



Foto 9: Profondità 40 – 45 metri.



Foto 10: Profondità 45 – 50 metri.



Foto 11: Profondità 50 – 55 metri.



Foto 12: Profondità 55 – 60 metri.



Foto 13: Profondità 60 – 65 metri.



Foto 14: Profondità 65 – 70 metri.



Foto 15: Profondità 70 – 75 metri.



Sondaggio S4

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Bolssano	-31,0 m.	214.56		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Parodi Stefano	Cantiere loc. Seglunà Comune di Bolssano			10-20/05/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S4	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo stabilizzaz.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
1		riporto antropico	0.41						(CS)	Rivestimento					
2		Formazione di Caprauna disgregata in ciottoli centimetrici con evidente scistosità, colore grigio chiaro. Da 5 m. completamente disgregata per la circolazione di fango.		%RQD=0											
3															
4															
5															
6			6.50												
7		Termini indistinti fra Caprauna e quarziti molto alterate con scistosità pervasiva. I clasti sono subcentimetrici immersi in abbondante frazione fine; il colore varia da marrone chiaro a scuro fino a violaceo.		%RQD=0				7.50 R 7.80							C 10.00
8															
9															
10															
11															
12															
13			13.30						(CD) 13.3						
14		Breccia dolomitica con clasti mm e cm Frazione fine limo sabbiosa abbondante di colore grigio		%RQD=0					(CS) 14.3						
15															
16															
17															
18															
19															
20															C 20.00

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
		214.56		2
Operatore	Indagine Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano	Note1		Inizio/Fine Esecuzione 10-20/05/2011
Responsabile	Sondaggio S4 2	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda Comacchio MC450PI	Coordinate X Y

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
21		ghiaia e sabbia dolomitica in matrice limosa abbondante con qualche ciottolo centimetrico.		%RQD=0						Rivestimento					
22															
23															
24															
25															
26															
27			27.10												
28		la colorazione della dolomia diventa più scura e presenta una maggior frazione scheletrica con ghiaia e sabbia a pezzatura maggiore del tratto carotato in precedenza. La colorazione cambia da grigio chiaro a grigio scuro-nero. Si notano le vene di calcite.		%RQD=0					(CD) 29.0 T6S (CS) 30.0						
29															
30															C 30.00
31			31.02												
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S4

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Sondaggio S5

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano	40 m.	213.44		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Segiunà Comune di Boissano			2-9/05/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S5	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Lass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
1		Terreno vegetale e coltri eluvio-colluviali a granulometria grossolana con abbondante frazione fine.								Rivestimento					
2															
3			3.00						(CS) 3.00						
3		Materiale con caratteristiche analoghe all'orizzonte precedente ma più addensato Colore marrone chiaro		%RQD=0											
4			4.00												
4		Formazione di Caprauna. in ciottoli cm e dm di colore da marrone a grigio chiaro		%RQD=10											
5			5.00	%RQD=14											
6			6.00	%RQD=10											
7			7.00	%RQD=24											
8			8.00	%RQD=0											
9															
10			10.00												
10		Formazione Caprauna destrutturata a pezzatura ghiaiosa		%RQD=0					(CD) 10.50 T6S						
11			11.00	%RQD=25											
12			12.01	%RQD=23											
13			13.01												
13		Roccia fratturata scistosità pervasiva con incremento della % di cemento calcareo		%RQD=42											
14			14.00												
14		Campione di colore grigio chiaro convoluto, lenti di calcite (foto)		%RQD=71				14.60 I 15.00							
15			15.40												
16			16.00	%RQD=23											
16		roccia a pezzatura cm e subcm di colore grigio chiaro e con scarsa matrice calcarea		%RQD=0											
17															
18			18.00												
18		Formazione di Caprauna molto fratturata con vene di calcite		%RQD=0											
19															
20			20.00												

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
	40 m.	213.44		2
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			2-9/05/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S5-2	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
21		Formazione di Caprauna, roccia scistosa destrutturata con cemento calcareo in riduzione	21.00	%RQD=15						Rivestimento					
22															
23				%RQD=0											
24															
25															
26		Roccia più compatta	26.00	%RQD=65											
27		Formazione di Caprauna Roccia fratturata pezzatura cm e dm	27.02	%RQD=0											
28															
29			29.00	%RQD=45											
30		Formazione di Caprauna più compatta, scistosità pervasiva con marcate abbondanti vene di calcite	30.00	%RQD=46											
31			31.00	%RQD=81											
32			32.02	%RQD=80											
33			33.00	%RQD=36											
34			34.00	%RQD=94											
35			35.00	%RQD=73											
36			36.00	%RQD=96											
37			37.00	%RQD=94											
38			38.00	%RQD=84											
39			39.00	%RQD=100											
40			40.00												inclinometro -40.00 m.

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S5

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7: Profondità 30 – 35 metri.



Foto 8: Profondità 35-40 metri.



Sondaggio S6

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Cave di Boissano s.r.l.	40m.	268.17		1
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
Stefano Parodi	Cantiere loc. Seglunà Comune di Boissano			30/05-08/06/2011
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
	S6	Continuo	Comacchio MC450PI	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro / Inclinometro
1–20		Quarziti milonitizzate poco addensate con scheletro microbrecciato e matrice sabbioso-limosa in % minore. Colore grigio-viola e marrone chiaro	5.00	%RQD=0						Rivestimento					
		Quarziti milonitizzate in abbondante matrice sabbioso-limosa	7.80	%RQD=0											
		dolomia brecciata a scheletro sabbioso matrice limo-sabbiosa non plastica di colore grigio	14.00	%RQD=0											C 10.00
		dolomia con scheletro di dimensioni maggiori del precedente livello, cementata con vene di calcite	15.02	%RQD=0											
		breccia sciolta senza matrice di colore marrone grigio scuro	20.00	%RQD=0					(CD) 17.30 T6S (CS) 19.20						C 20.00

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
		268.17		2
Operatore	Indagine Cantiere loc. Segiunà Comune di Bolssano	Note1		Inizio/Fine Esecuzione 30/05-08/06/2011
Responsabile	Sondaggio S6-2	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda Comacchio MC450PI	Coordinate X Y

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro Inclinometro
21		microbreccia di dolomia sabbiosa di colore marrone chiaro		%RQD=0						Rivestimento					
22															
23															
24			25.00												
25		Cambio colorazione da marrone a grigio in funzione della maggior presenza di matrice limo-argillosa		%RQD=0											
26															
27															
28															
29			30.00												C 30.00
30		microbreccia in matrice argillosa ancora più abbondante		%RQD=0											
31															
32			33.00												
33		quarzite milonitizzata di colore da marrone chiaro a verde, matrice abbondante limo argillosa		%RQD=0											
34															
35			35.00												
35		quarziti milonitizzate di colore da marrone-verde a rosso a matrice portante		%RQD=0											
36															
37															
38															
39															
40			40.00												

REPORT FOTOGRAFICO SONDAGGIO S6

Foto 1: Profondità 0 – 5 metri.



Foto 2: Profondità 5 – 10 metri.



Foto 3: Profondità 10 – 15 metri.



Foto 4: Profondità 15 – 20 metri.



Foto 5: Profondità 20 – 25 metri.



Foto 6: Profondità 25 – 30 metri.



Foto 7: Profondità 30 – 35 metri.



Foto 8: Profondità 35-40 metri.



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: loc. La Segiunà
Località: Boissano

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	90 °

OPERATORE
GC

RESPONSABILE
GC

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M ≤10	8
Medio	DPM (Medium)	10<M <40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40≤M <60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M≥60	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

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

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software.*

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media + s
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media - s
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento d = 1 mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).
Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982),* applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione Nspt in presenza di falda

Nspt corretto = 15 + 0.5 × (Nspt - 15)

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) σ>5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) σ>15 t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young *(E_Y)*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa γ = 2,65 t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione *(Stress Ratio)*

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio *Vs (m/sec)*

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio *(G)*

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione *(Ko)*

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson 1983 Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max.*
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson 1983 Qc

Modulo Edometrico-Confinato *(Mo)*

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP< 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP< 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt <30) medie e molli (Nspt <4) e argille sabbiose (Nspt=6-12).

***Modulo Di Young** (EY)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa G=2,70 (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 6.20 mt
Quota 180.34 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	3	0.855	2.44	2.86	122.17	142.95
0.40	3	6	0.851	2.43	2.86	121.62	142.95
0.60	3	9	0.847	2.42	2.86	121.08	142.95
0.80	7	7	0.843	5.63	6.67	281.29	333.55
1.00	4	7	0.840	2.96	3.53	148.07	176.32
1.20	10	6	0.836	7.37	8.82	368.63	440.80
1.40	11	9	0.833	8.08	9.70	403.84	484.88
1.60	9	9	0.830	6.58	7.93	329.10	396.72
1.80	7	9	0.826	5.10	6.17	254.97	308.56
2.00	7	10	0.823	4.73	5.74	236.30	287.06
2.20	7	9	0.820	4.71	5.74	235.42	287.06
2.40	3	6	0.817	2.01	2.46	100.53	123.02
2.60	2	8	0.814	1.34	1.64	66.78	82.02
2.80	2	9	0.811	1.33	1.64	66.55	82.02
3.00	2	12	0.809	1.24	1.53	62.00	76.67
3.20	5	12	0.806	3.09	3.83	154.50	191.68
3.40	19	16	0.753	10.98	14.57	548.77	728.39
3.60	21	21	0.701	11.29	16.10	564.25	805.07
3.80	14	14	0.748	8.03	10.73	401.68	536.71
4.00	9	13	0.796	5.16	6.48	257.85	323.93
4.20	5	18	0.794	2.86	3.60	142.83	179.96
4.40	8	17	0.791	4.56	5.76	227.88	287.93
4.60	5	14	0.789	2.84	3.60	142.03	179.96
4.80	4	11	0.787	2.27	2.88	113.32	143.97
5.00	5	12	0.785	2.66	3.39	133.13	169.59
5.20	5	0	0.783	2.66	3.39	132.79	169.59
5.40	6	0	0.781	3.18	4.07	158.94	203.50
5.60	7	0	0.779	3.70	4.75	184.98	237.42
5.80	4	0	0.777	2.11	2.71	105.45	135.67
6.00	5	0	0.775	2.49	3.21	124.34	160.34
6.20	73	0	0.574	26.86	46.82	1343.09	2341.02

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Gibbs & Holtz 1957	31.37
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Gibbs & Holtz 1957	48.5
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Gibbs & Holtz 1957	37.94

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Japanese National Railway	29.47
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Japanese National Railway	34.11
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Japanese National Railway	32.21

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Bowles (1982) Sabbia Media	18.97
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Bowles (1982) Sabbia Media	15.87

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Meyerhof ed altri	16.38
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Meyerhof ed altri	20.20
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Meyerhof ed altri	19.02

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.73
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Terzaghi-Peck 1948-1967	24.22
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Ohsaki (Sabbie pulite)	46.23
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	124.89
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Ohsaki (Sabbie pulite)	93.29

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Ohta & Goto (1978) Limi	107.865
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Ohta & Goto (1978) Limi	151.456
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Ohta & Goto (1978) Limi	153.521

Modulo di reazione Ko

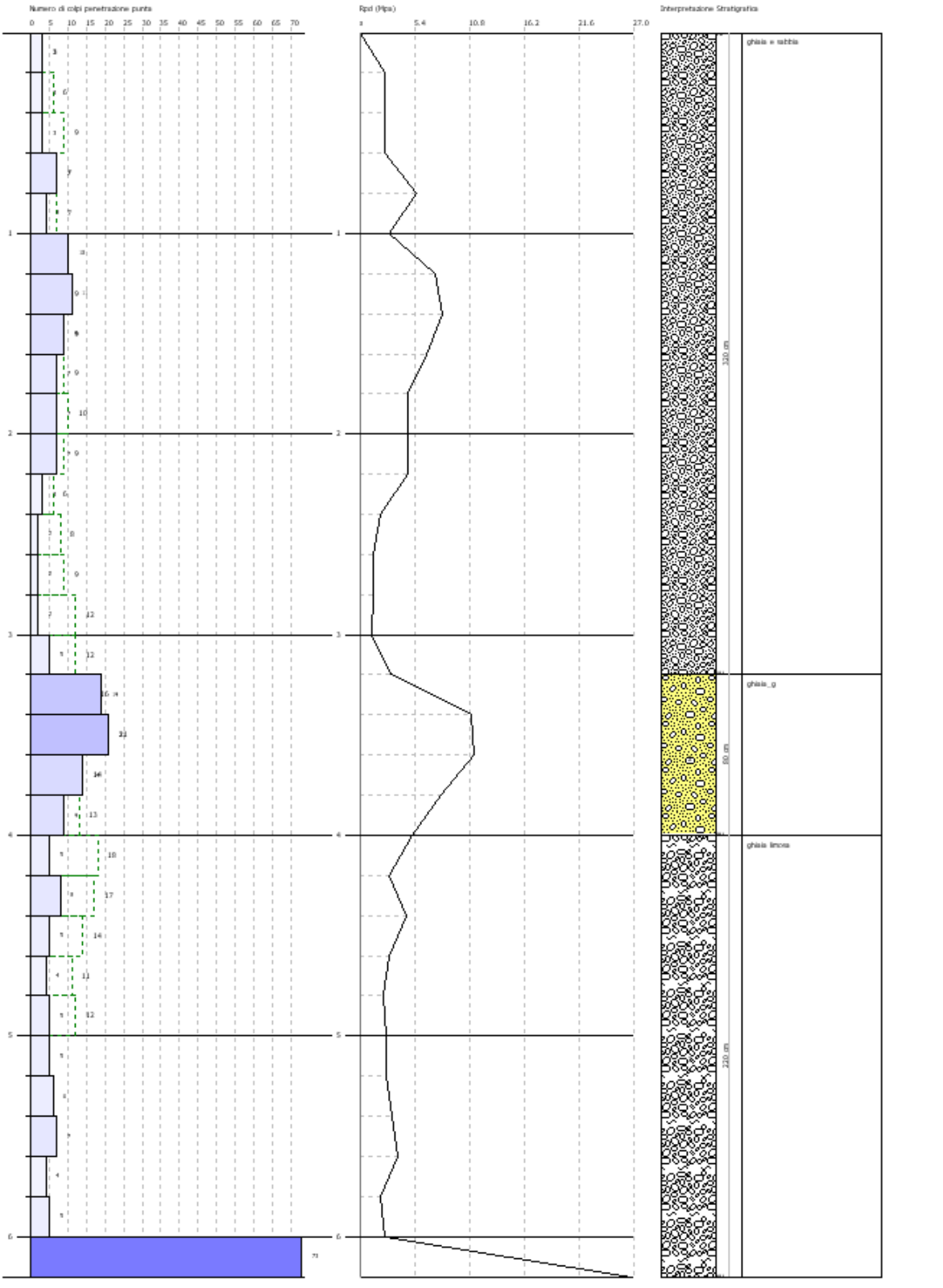
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	8.23	3.20	8.23	Navfac 1971-1982	1.72
Strato 2	23.69	4.00	23.69	Navfac 1971-1982	4.67
Strato 3	17.37	6.20	17.37	Navfac 1971-1982	3.58

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: loc. La Segiunà
Località: Boissano

Data: 22/09/2009

Scala 1:27



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 18.60 mt
Quota 186.33 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	6	1	0.855	4.89	5.72	244.34	285.90
0.40	4	3	0.851	3.24	3.81	162.16	190.60
0.60	5	4	0.847	4.04	4.76	201.80	238.25
0.80	12	7	0.843	9.64	11.44	482.21	571.80
1.00	10	6	0.840	7.40	8.82	370.17	440.80
1.20	8	7	0.836	5.90	7.05	294.90	352.64
1.40	6	7	0.833	4.41	5.29	220.28	264.48
1.60	5	8	0.830	3.66	4.41	182.83	220.40
1.80	11	9	0.826	8.01	9.70	400.67	484.88
2.00	11	12	0.823	7.43	9.02	371.33	451.09
2.20	13	11	0.770	8.21	10.66	410.56	533.11
2.40	9	12	0.817	6.03	7.38	301.59	369.07
2.60	5	11	0.814	3.34	4.10	166.95	205.04
2.80	9	9	0.811	5.99	7.38	299.47	369.07
3.00	6	14	0.809	3.72	4.60	186.01	230.02
3.20	6	13	0.806	3.71	4.60	185.40	230.02
3.40	7	12	0.803	4.31	5.37	215.60	268.36
3.60	9	13	0.801	5.53	6.90	276.32	345.03
3.80	10	13	0.798	6.12	7.67	306.08	383.37
4.00	12	21	0.796	6.88	8.64	343.80	431.90
4.20	10	17	0.794	5.71	7.20	285.66	359.92
4.40	11	15	0.791	6.27	7.92	313.34	395.91
4.60	14	18	0.739	7.45	10.08	372.49	503.88
4.80	13	20	0.737	6.90	9.36	344.88	467.89
5.00	12	26	0.785	6.39	8.14	319.51	407.01
5.20	18	23	0.733	8.95	12.21	447.51	610.51
5.40	20	25	0.731	9.92	13.57	495.90	678.34
5.60	20	20	0.729	9.89	13.57	494.60	678.34
5.80	18	25	0.727	8.88	12.21	444.01	610.51
6.00	17	36	0.725	7.91	10.90	395.51	545.17
6.20	15	28	0.724	6.96	9.62	348.13	481.03
6.40	14	28	0.722	6.48	8.98	324.16	448.96
6.60	12	27	0.770	5.93	7.70	296.45	384.82
6.80	16	34	0.719	7.38	10.26	368.79	513.10
7.00	14	35	0.717	6.11	8.52	305.34	425.76
7.20	14	0	0.716	6.09	8.52	304.69	425.76
7.40	17	0	0.714	7.38	10.34	369.21	516.99
7.60	15	0	0.713	6.50	9.12	325.11	456.17
7.80	13	0	0.711	5.62	7.91	281.21	395.35
8.00	16	0	0.710	6.57	9.25	328.45	462.67
8.20	17	0	0.709	6.97	9.83	348.32	491.59
8.40	14	0	0.707	5.73	8.10	286.32	404.84
8.60	13	0	0.706	5.31	7.52	265.39	375.92
8.80	18	0	0.705	7.34	10.41	366.81	520.50
9.00	24	0	0.653	8.65	13.23	432.28	661.50
9.20	20	0	0.702	7.74	11.02	387.13	551.25

9.40	18	0	0.701	6.96	9.92	347.84	496.12
9.60	25	0	0.650	8.96	13.78	447.86	689.06
9.80	22	0	0.649	7.87	12.13	393.42	606.37
10.00	28	0	0.648	9.55	14.74	477.49	737.22
10.20	30	0	0.647	10.21	15.80	510.73	789.87
10.40	27	0	0.646	9.18	14.22	458.89	710.89
10.60	16	0	0.694	5.85	8.43	292.55	421.27
10.80	19	0	0.693	6.94	10.01	346.87	500.25
11.00	26	0	0.642	8.42	13.10	420.89	655.24
11.20	30	0	0.641	9.70	15.12	484.85	756.05
11.40	30	0	0.640	9.68	15.12	484.08	756.05
11.60	16	0	0.689	5.56	8.06	277.92	403.22
11.80	15	0	0.688	5.20	7.56	260.17	378.02
12.00	37	0	0.587	10.50	17.88	525.06	894.16
12.20	20	0	0.686	6.63	9.67	331.66	483.33
12.40	18	0	0.685	5.96	8.70	298.05	435.00
12.60	16	0	0.684	5.29	7.73	264.54	386.66
12.80	18	0	0.683	5.94	8.70	297.16	435.00
13.00	37	0	0.582	10.00	17.18	499.96	858.89
13.20	40	0	0.531	9.86	18.57	493.11	928.53
13.40	24	0	0.630	7.02	11.14	350.99	557.12
13.60	13	0	0.679	4.10	6.04	204.89	301.77
13.80	15	0	0.678	4.72	6.96	236.04	348.20
14.00	14	0	0.677	4.23	6.25	211.60	312.65
14.20	12	0	0.726	3.89	5.36	194.48	267.99
14.40	15	0	0.675	4.52	6.70	225.98	334.98
14.60	18	0	0.673	5.41	8.04	270.72	401.98
14.80	21	0	0.622	5.84	9.38	291.85	468.98
15.00	19	0	0.671	5.49	8.18	274.36	408.80
15.20	16	0	0.670	4.61	6.89	230.63	344.25
15.40	23	0	0.619	6.12	9.90	306.17	494.86
15.60	19	0	0.667	5.46	8.18	272.86	408.80
15.80	19	0	0.666	5.45	8.18	272.33	408.80
16.00	14	0	0.665	3.86	5.81	193.21	290.59
16.20	14	0	0.664	3.86	5.81	192.82	290.59
16.40	14	0	0.662	3.85	5.81	192.42	290.59
16.60	13	0	0.661	3.57	5.40	178.29	269.84
16.80	14	0	0.659	3.83	5.81	191.59	290.59
17.00	17	0	0.658	4.48	6.82	224.21	340.84
17.20	22	0	0.606	5.35	8.82	267.43	441.09
17.40	20	0	0.655	5.25	8.02	262.54	400.99
17.60	17	0	0.653	4.45	6.82	222.61	340.84
17.80	16	0	0.651	4.18	6.42	208.98	320.79
18.00	18	0	0.650	4.54	6.98	226.76	349.00
18.20	20	0	0.648	5.03	7.76	251.28	387.78
18.40	22	0	0.596	5.09	8.53	254.32	426.55
18.60	30	0	0.594	6.91	11.63	345.72	581.66

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Gibbs & Holtz 1957	38.99
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Gibbs & Holtz 1957	40.55
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Gibbs & Holtz 1957	33.37

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Angolo d'attrito

		(m)	presenza falda		(°)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Japanese National Railway	30.61
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Japanese National Railway	33.22
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Japanese National Railway	35.93

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Bowles (1982) Sabbia Media	13.25
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Bowles (1982) Sabbia Media	17.52
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Bowles (1982) Sabbia Media	21.95

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m^3)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Meyerhof ed altri	17.65
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Meyerhof ed altri	19.71
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Meyerhof ed altri	20.89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m^3)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.63
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Terzaghi-Peck 1948-1967	24.52

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Ohsaki (Sabbie pulite)	66.05
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Ohsaki (Sabbie pulite)	110.21
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	154.76

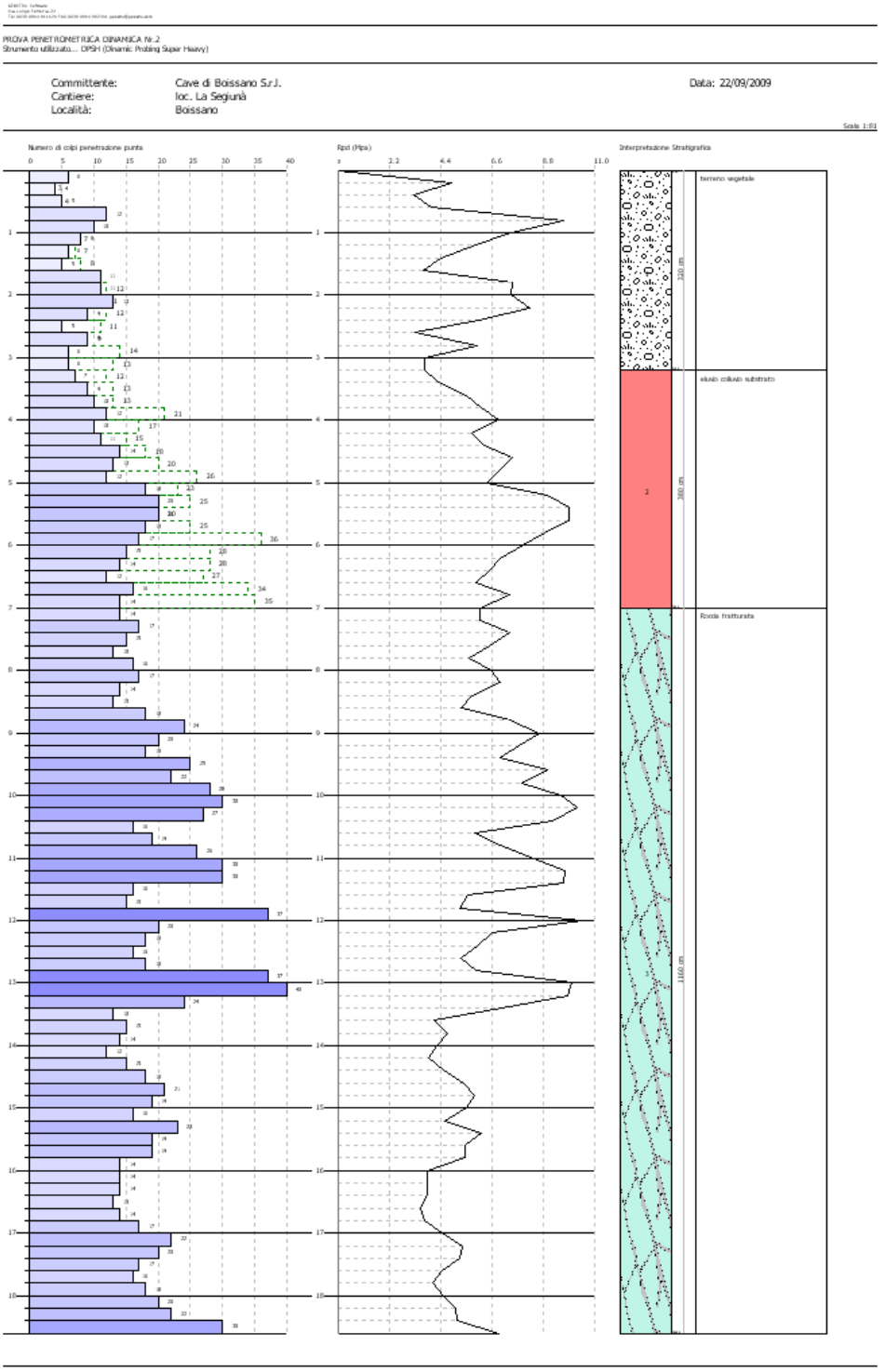
Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Ohta & Goto (1978) Limi	115.187
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Ohta & Goto (1978) Limi	158.303

Strato 3	29.76	18.60	29.76	Ohta & Goto (1978) Limi	201.257

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	12.03	3.20	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
Strato 2	20.74	7.00	20.74	Navfac 1971-1982	4.18
Strato 3	29.76	18.60	29.76	Navfac 1971-1982	5.58



PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 5.20 mt
Quota 192.47 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	1	0.855	3.26	3.81	162.89	190.60
0.40	12	3	0.851	9.73	11.44	486.47	571.80
0.60	9	6	0.847	7.26	8.58	363.24	428.85
0.80	9	9	0.843	7.23	8.58	361.66	428.85
1.00	5	5	0.840	3.70	4.41	185.08	220.40
1.20	4	6	0.836	2.95	3.53	147.45	176.32
1.40	5	6	0.833	3.67	4.41	183.56	220.40
1.60	3	5	0.830	2.19	2.64	109.70	132.24
1.80	3	6	0.826	2.19	2.64	109.27	132.24
2.00	2	7	0.823	1.35	1.64	67.51	82.02
2.20	6	4	0.820	4.04	4.92	201.79	246.05
2.40	5	14	0.817	3.35	4.10	167.55	205.04
2.60	6	17	0.814	4.01	4.92	200.34	246.05
2.80	7	13	0.811	4.66	5.74	232.92	287.06
3.00	6	18	0.809	3.72	4.60	186.01	230.02
3.20	19	0	0.756	11.01	14.57	550.67	728.39
3.40	12	0	0.803	7.39	9.20	369.60	460.04
3.60	7	0	0.801	4.30	5.37	214.92	268.36
3.80	10	0	0.798	6.12	7.67	306.08	383.37
4.00	21	0	0.696	10.52	15.12	526.07	755.83
4.20	12	0	0.794	6.86	8.64	342.80	431.90
4.40	8	0	0.791	4.56	5.76	227.88	287.93
4.60	12	0	0.789	6.82	8.64	340.87	431.90
4.80	9	0	0.787	5.10	6.48	254.96	323.93
5.00	10	0	0.785	5.33	6.78	266.26	339.17
5.20	10	0	0.783	5.31	6.78	265.57	339.17

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Gibbs & Holtz 1957	45.45
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Gibbs & Holtz 1957	26.98
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Gibbs & Holtz 1957	45.52
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Gibbs & Holtz 1957	35.5

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Japanese National Railway	30.95
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Japanese National Railway	29.12
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Japanese National Railway	33.23

Strato 4	15.3	5.20	15.3	Japanese National Railway	31.59

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Bowles (1982) Sabbia Media	13.81
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Bowles (1982) Sabbia Media	17.53
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Bowles (1982) Sabbia Media	14.86

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m^3)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Meyerhof ed altri	17.95
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Meyerhof ed altri	15.89
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Meyerhof ed altri	19.71
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Meyerhof ed altri	18.53

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m^3)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.63
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12

Modulo di deformazione a taglio dinamico

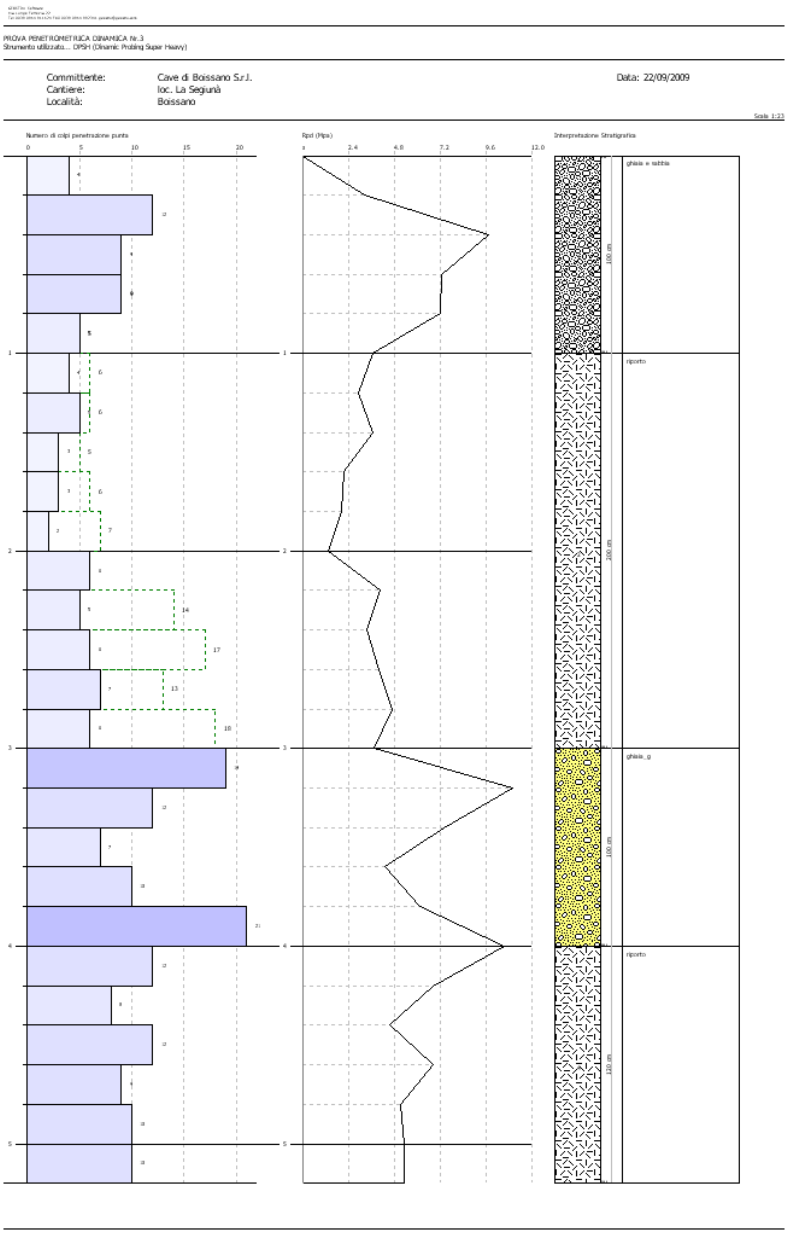
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Ohsaki (Sabbie pulite)	71.87
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Ohsaki (Sabbie pulite)	40.08
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	110.31
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Ohsaki (Sabbie pulite)	82.80

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Ohta & Goto (1978) Limi	93.466
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Ohta & Goto (1978) Limi	109.691
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Ohta & Goto (1978) Limi	147.234
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Ohta & Goto (1978) Limi	147.226

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	13.16	1.00	13.16	Navfac 1971-1982	2.76
Strato 2	7.07	3.00	7.07	Navfac 1971-1982	1.46
Strato 3	20.76	4.00	20.76	Navfac 1971-1982	4.18
Strato 4	15.3	5.20	15.3	Navfac 1971-1982	3.18



PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 5.60 mt
Quota 191.42 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0	0.855	0.81	0.95	40.72	47.65
0.40	5	0	0.851	4.05	4.76	202.69	238.25
0.60	8	0	0.847	6.46	7.62	322.88	381.20
0.80	11	0	0.843	8.84	10.48	442.03	524.15
1.00	6	0	0.840	4.44	5.29	222.10	264.48
1.20	11	0	0.836	8.11	9.70	405.49	484.88
1.40	6	0	0.833	4.41	5.29	220.28	264.48
1.60	6	0	0.830	4.39	5.29	219.40	264.48
1.80	3	0	0.826	2.19	2.64	109.27	132.24
2.00	3	0	0.823	2.03	2.46	101.27	123.02
2.20	6	0	0.820	4.04	4.92	201.79	246.05
2.40	6	0	0.817	4.02	4.92	201.06	246.05
2.60	8	0	0.814	5.34	6.56	267.13	328.07
2.80	6	0	0.811	3.99	4.92	199.65	246.05
3.00	22	0	0.709	11.95	16.87	597.70	843.40
3.20	7	0	0.806	4.33	5.37	216.30	268.36
3.40	14	0	0.753	8.09	10.73	404.36	536.71
3.60	5	0	0.801	3.07	3.83	153.51	191.68
3.80	2	0	0.798	1.22	1.53	61.22	76.67
4.00	2	0	0.796	1.15	1.44	57.30	71.98
4.20	2	0	0.794	1.14	1.44	57.13	71.98
4.40	8	0	0.791	4.56	5.76	227.88	287.93
4.60	7	0	0.789	3.98	5.04	198.84	251.94
4.80	5	0	0.787	2.83	3.60	141.65	179.96
5.00	6	0	0.785	3.20	4.07	159.75	203.50
5.20	4	0	0.783	2.12	2.71	106.23	135.67
5.40	9	0	0.781	4.77	6.11	238.42	305.25
5.60	7	0	0.779	3.70	4.75	184.98	237.42

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Gibbs & Holtz 1957	43.53
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Gibbs & Holtz 1957	29.86
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Gibbs & Holtz 1957	42.82
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Gibbs & Holtz 1957	22.31

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Japanese National Railway	30.7
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Japanese National Railway	29.48

Strato 3	18.05	3.60	18.05	Japanese National Railway	32.42
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Japanese National Railway	29.35

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Bowles (1982) Sabbia Media	13.40
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Bowles (1982) Sabbia Media	16.21
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Meyerhof ed altri	17.65
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Meyerhof ed altri	16.38
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Meyerhof ed altri	19.12
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Meyerhof ed altri	16.18

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.73
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.32
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63

Modulo di deformazione a taglio dinamico

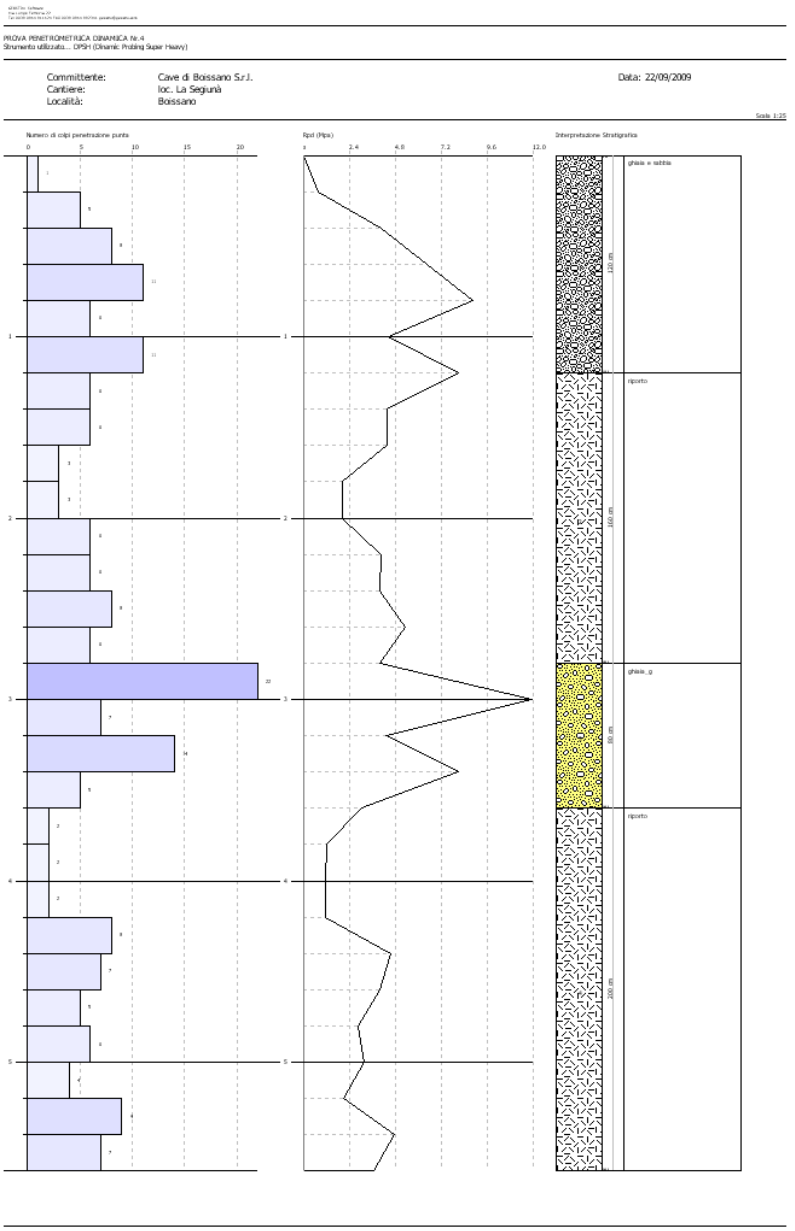
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Ohsaki (Sabbie pulite)	67.60
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Ohsaki (Sabbie pulite)	46.44
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Ohsaki (Sabbie pulite)	96.72
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Ohsaki (Sabbie pulite)	44.06

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Ohta & Goto (1978) Limi	95.728
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Ohta & Goto (1978) Limi	112.706
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Ohta & Goto (1978) Limi	141.249
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Ohta & Goto (1978) Limi	131.087

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	12.33	1.20	12.33	Navfac 1971-1982	2.59
Strato 2	8.27	2.80	8.27	Navfac 1971-1982	1.73
Strato 3	18.05	3.60	18.05	Navfac 1971-1982	3.70
Strato 4	7.82	5.60	7.82	Navfac 1971-1982	1.63



PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 14.20 mt
Quota 207.63 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	10	0	0.855	8.14	9.53	407.23	476.50
0.40	6	0	0.851	4.86	5.72	243.23	285.90
0.60	12	0	0.847	9.69	11.44	484.31	571.80
0.80	20	0	0.793	15.12	19.06	756.04	952.99
1.00	6	0	0.840	4.44	5.29	222.10	264.48
1.20	7	0	0.836	5.16	6.17	258.04	308.56
1.40	11	0	0.833	8.08	9.70	403.84	484.88
1.60	6	0	0.830	4.39	5.29	219.40	264.48
1.80	3	0	0.826	2.19	2.64	109.27	132.24
2.00	5	0	0.823	3.38	4.10	168.79	205.04
2.20	3	0	0.820	2.02	2.46	100.90	123.02
2.40	2	0	0.817	1.34	1.64	67.02	82.02
2.60	3	0	0.814	2.00	2.46	100.17	123.02
2.80	2	0	0.811	1.33	1.64	66.55	82.02
3.00	2	0	0.809	1.24	1.53	62.00	76.67
3.20	2	0	0.806	1.24	1.53	61.80	76.67
3.40	2	0	0.803	1.23	1.53	61.60	76.67
3.60	2	0	0.801	1.23	1.53	61.41	76.67
3.80	1	0	0.798	0.61	0.77	30.61	38.34
4.00	1	0	0.796	0.57	0.72	28.65	35.99
4.20	5	0	0.794	2.86	3.60	142.83	179.96
4.40	12	0	0.791	6.84	8.64	341.82	431.90
4.60	13	0	0.739	6.92	9.36	345.88	467.89
4.80	6	0	0.787	3.40	4.32	169.97	215.95
5.00	4	0	0.785	2.13	2.71	106.50	135.67
5.20	3	0	0.783	1.59	2.04	79.67	101.75
5.40	14	0	0.731	6.94	9.50	347.13	474.84
5.60	27	0	0.679	12.44	18.32	621.93	915.76
5.80	5	0	0.777	2.64	3.39	131.82	169.59
6.00	4	0	0.775	1.99	2.57	99.47	128.27
6.20	7	0	0.774	3.47	4.49	173.69	224.48
6.40	3	0	0.772	1.49	1.92	74.27	96.21
6.60	2	0	0.770	0.99	1.28	49.41	64.14
6.80	4	0	0.769	1.97	2.57	98.61	128.27
7.00	14	0	0.717	6.11	8.52	305.34	425.76
7.20	6	0	0.766	2.79	3.65	139.71	182.47
7.40	6	0	0.764	2.79	3.65	139.43	182.47
7.60	6	0	0.763	2.78	3.65	139.17	182.47
7.80	7	0	0.761	3.24	4.26	162.06	212.88
8.00	5	0	0.760	2.20	2.89	109.87	144.58
8.20	6	0	0.759	2.63	3.47	131.61	173.50
8.40	5	0	0.757	2.19	2.89	109.49	144.58
8.60	5	0	0.756	2.19	2.89	109.30	144.58
8.80	6	0	0.755	2.62	3.47	130.94	173.50
9.00	16	0	0.703	6.20	8.82	310.24	441.00
9.20	8	0	0.752	3.32	4.41	165.88	220.50
9.40	9	0	0.751	3.73	4.96	186.32	248.06

9.60	8	0	0.750	3.31	4.41	165.36	220.50
9.80	9	0	0.749	3.72	4.96	185.75	248.06
10.00	11	0	0.748	4.33	5.79	216.55	289.62
10.20	7	0	0.747	2.75	3.69	137.60	184.30
10.40	7	0	0.746	2.75	3.69	137.40	184.30
10.60	9	0	0.744	3.53	4.74	176.41	236.96
10.80	8	0	0.743	3.13	4.21	156.58	210.63
11.00	7	0	0.742	2.62	3.53	130.96	176.41
11.20	9	0	0.741	3.36	4.54	168.14	226.81
11.40	8	0	0.740	2.98	4.03	149.25	201.61
11.60	12	0	0.739	4.47	6.05	223.56	302.42
11.80	15	0	0.688	5.20	7.56	260.17	378.02
12.00	17	0	0.687	5.65	8.22	282.33	410.83
12.20	13	0	0.686	4.31	6.28	215.58	314.16
12.40	10	0	0.735	3.55	4.83	177.67	241.67
12.60	8	0	0.734	2.84	3.87	141.94	193.33
12.80	11	0	0.733	3.90	5.32	194.89	265.83
13.00	10	0	0.732	3.40	4.64	169.94	232.13
13.20	9	0	0.731	3.05	4.18	152.73	208.92
13.40	11	0	0.730	3.73	5.11	186.41	255.34
13.60	13	0	0.679	4.10	6.04	204.89	301.77
13.80	12	0	0.728	4.06	5.57	202.76	278.56
14.00	9	0	0.727	2.92	4.02	146.08	200.99
14.20	45	0	0.526	10.57	20.10	528.31	1004.95

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Gibbs & Holtz 1957	42.85
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Gibbs & Holtz 1957	10.29
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Gibbs & Holtz 1957	29.55
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Gibbs & Holtz 1957	22.06
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Gibbs & Holtz 1957	27.78

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Japanese National Railway	30.81
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Japanese National Railway	27.9
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Japanese National Railway	30.64
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Japanese National Railway	30.48
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Japanese National Railway	32.39

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Bowles (1982) Sabbia Media	13.58
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Bowles (1982) Sabbia Media	13.30
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Bowles (1982) Sabbia Media	13.04

Strato 5	20.95	14.20	17.975	Bowles (1982) Sabbia Media	16.17

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Meyerhof ed altri	17.85
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Meyerhof ed altri	14.22
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Meyerhof ed altri	17.65
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Meyerhof ed altri	17.46
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Meyerhof ed altri	19.12

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	69.45
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	17.96
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	66.52
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Ohsaki (Sabbie pulite)	63.83
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Ohsaki (Sabbie pulite)	96.34

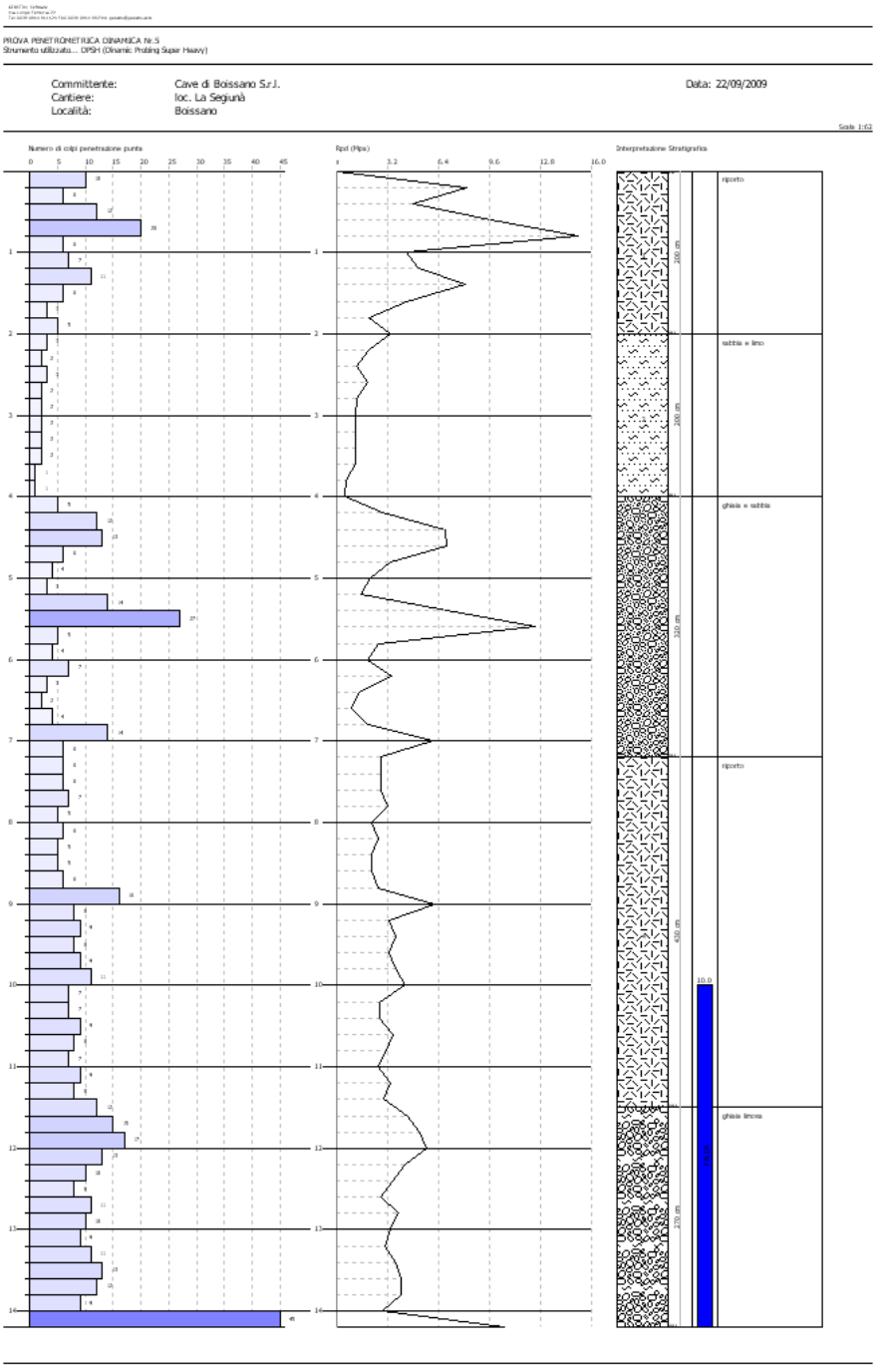
Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Ohta & Goto (1978) Limi	106.174
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Ohta & Goto (1978) Limi	102.329
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Ohta & Goto (1978)	146.882

				Limi	
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Ohta & Goto (1978) Limi	160.931
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Ohta & Goto (1978) Limi	184.585

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	12.69	2.00	12.69	Navfac 1971-1982	2.66
Strato 2	3.01	4.00	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
Strato 3	12.12	7.20	12.12	Navfac 1971-1982	2.55
Strato 4	11.6	11.50	11.6	Navfac 1971-1982	2.44
Strato 5	20.95	14.20	17.975	Navfac 1971-1982	3.69



PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 22/09/2009
Profondità prova 15.60 mt
Quota 208.12 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0	0.855	0.81	0.95	40.72	47.65
0.40	12	0	0.851	9.73	11.44	486.47	571.80
0.60	14	0	0.797	10.63	13.34	531.68	667.10
0.80	12	0	0.843	9.64	11.44	482.21	571.80
1.00	17	0	0.790	11.84	14.99	591.81	749.36
1.20	11	0	0.836	8.11	9.70	405.49	484.88
1.40	6	0	0.833	4.41	5.29	220.28	264.48
1.60	9	0	0.830	6.58	7.93	329.10	396.72
1.80	10	0	0.826	7.28	8.82	364.25	440.80
2.00	18	0	0.773	11.41	14.76	570.72	738.15
2.20	9	0	0.820	6.05	7.38	302.69	369.07
2.40	5	0	0.817	3.35	4.10	167.55	205.04
2.60	4	0	0.814	2.67	3.28	133.56	164.03
2.80	3	0	0.811	2.00	2.46	99.82	123.02
3.00	9	0	0.809	5.58	6.90	279.02	345.03
3.20	4	0	0.806	2.47	3.07	123.60	153.35
3.40	5	0	0.803	3.08	3.83	154.00	191.68
3.60	3	0	0.801	1.84	2.30	92.11	115.01
3.80	4	0	0.798	2.45	3.07	122.43	153.35
4.00	4	0	0.796	2.29	2.88	114.60	143.97
4.20	5	0	0.794	2.86	3.60	142.83	179.96
4.40	5	0	0.791	2.85	3.60	142.43	179.96
4.60	4	0	0.789	2.27	2.88	113.62	143.97
4.80	6	0	0.787	3.40	4.32	169.97	215.95
5.00	12	0	0.785	6.39	8.14	319.51	407.01
5.20	5	0	0.783	2.66	3.39	132.79	169.59
5.40	7	0	0.781	3.71	4.75	185.44	237.42
5.60	9	0	0.779	4.76	6.11	237.83	305.25
5.80	4	0	0.777	2.11	2.71	105.45	135.67
6.00	10	0	0.775	4.97	6.41	248.69	320.69
6.20	17	0	0.724	7.89	10.90	394.55	545.17
6.40	11	0	0.772	5.45	7.06	272.33	352.76
6.60	5	0	0.770	2.47	3.21	123.52	160.34
6.80	7	0	0.769	3.45	4.49	172.57	224.48
7.00	7	0	0.767	3.27	4.26	163.32	212.88
7.20	5	0	0.766	2.33	3.04	116.42	152.06
7.40	10	0	0.764	4.65	6.08	232.39	304.11
7.60	8	0	0.763	3.71	4.87	185.56	243.29
7.80	7	0	0.761	3.24	4.26	162.06	212.88
8.00	7	0	0.760	3.08	4.05	153.82	202.42
8.20	7	0	0.759	3.07	4.05	153.55	202.42
8.40	6	0	0.757	2.63	3.47	131.38	173.50
8.60	6	0	0.756	2.62	3.47	131.16	173.50
8.80	5	0	0.755	2.18	2.89	109.12	144.58
9.00	6	0	0.753	2.49	3.31	124.61	165.37
9.20	6	0	0.752	2.49	3.31	124.41	165.37
9.40	5	0	0.751	2.07	2.76	103.51	137.81

9.60	8	0	0.750	3.31	4.41	165.36	220.50
9.80	8	0	0.749	3.30	4.41	165.11	220.50
10.00	6	0	0.748	2.36	3.16	118.12	157.97
10.20	7	0	0.747	2.75	3.69	137.60	184.30
10.40	20	0	0.696	7.32	10.53	366.25	526.58
10.60	62	0	0.544	17.78	32.65	888.76	1632.41
10.80	26	0	0.643	8.81	13.69	440.44	684.56
11.00	15	0	0.692	5.23	7.56	261.72	378.02
11.20	16	0	0.691	5.58	8.06	278.75	403.22
11.40	17	0	0.690	5.91	8.57	295.73	428.43
11.60	21	0	0.639	6.77	10.58	338.31	529.23
11.80	6	0	0.738	2.23	3.02	111.63	151.21
12.00	10	0	0.737	3.56	4.83	178.16	241.67
12.20	12	0	0.736	4.27	5.80	213.49	290.00
12.40	12	0	0.735	4.26	5.80	213.20	290.00
12.60	13	0	0.684	4.30	6.28	214.94	314.16
12.80	9	0	0.733	3.19	4.35	159.45	217.50
13.00	9	0	0.732	3.06	4.18	152.95	208.92
13.20	7	0	0.731	2.38	3.25	118.79	162.49
13.40	8	0	0.730	2.71	3.71	135.57	185.71
13.60	10	0	0.729	3.38	4.64	169.21	232.13
13.80	9	0	0.728	3.04	4.18	152.07	208.92
14.00	8	0	0.727	2.60	3.57	129.85	178.66
14.20	18	0	0.676	5.43	8.04	271.62	401.98
14.40	20	0	0.675	6.03	8.93	301.30	446.64
14.60	18	0	0.673	5.41	8.04	270.72	401.98
14.80	12	0	0.722	3.87	5.36	193.57	267.99
15.00	12	0	0.721	3.72	5.16	186.19	258.19
15.20	23	0	0.620	6.14	9.90	306.78	494.86
15.40	29	0	0.619	7.72	12.48	386.05	623.95
15.60	31	0	0.567	7.57	13.34	378.49	666.98

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Gibbs & Holtz 1957	50.65
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Gibbs & Holtz 1957	25.45
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Gibbs & Holtz 1957	28.07
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Gibbs & Holtz 1957	20
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Gibbs & Holtz 1957	43.24
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Gibbs & Holtz 1957	20.39
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Gibbs & Holtz 1957	32.69

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Japanese National Railway	32.46
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Japanese National Railway	29.47
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Japanese National Railway	30.7
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Japanese National Railway	30.02
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Japanese National Railway	38.41
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Japanese National Railway	31.25
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Japanese National Railway	36.19

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Bowles (1982) Sabbia Media	16.28
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Bowles (1982) Sabbia Media	13.40
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Bowles (1982) Sabbia Media	12.29
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Bowles (1982) Sabbia Media	26.01
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Bowles (1982) Sabbia Media	14.30
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Bowles (1982) Sabbia Media	22.38

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Meyerhof ed altri	19.22
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Meyerhof ed altri	16.38
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Meyerhof ed altri	17.65
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Meyerhof ed altri	16.97
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Meyerhof ed altri	21.48
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Meyerhof ed altri	18.24
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Meyerhof ed altri	20.99

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.32
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.73
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Terzaghi-Peck 1948-1967	24.52
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Terzaghi-Peck 1948-	19.02

				1967	
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	24.52

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Ohsaki (Sabbie pulite)	97.53
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Ohsaki (Sabbie pulite)	46.23
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Ohsaki (Sabbie pulite)	67.60
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Ohsaki (Sabbie pulite)	55.83
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Ohsaki (Sabbie pulite)	194.92
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	77.04
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Ohsaki (Sabbie pulite)	159.10

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Ohta & Goto (1978) Limi	113.02
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Ohta & Goto (1978) Limi	125.456
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Ohta & Goto (1978) Limi	149.294
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Ohta & Goto (1978) Limi	154.5
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Ohta & Goto (1978) Limi	203.576
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Ohta & Goto (1978) Limi	177.011
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Ohta & Goto (1978) Limi	208.034

Modulo di reazione Ko

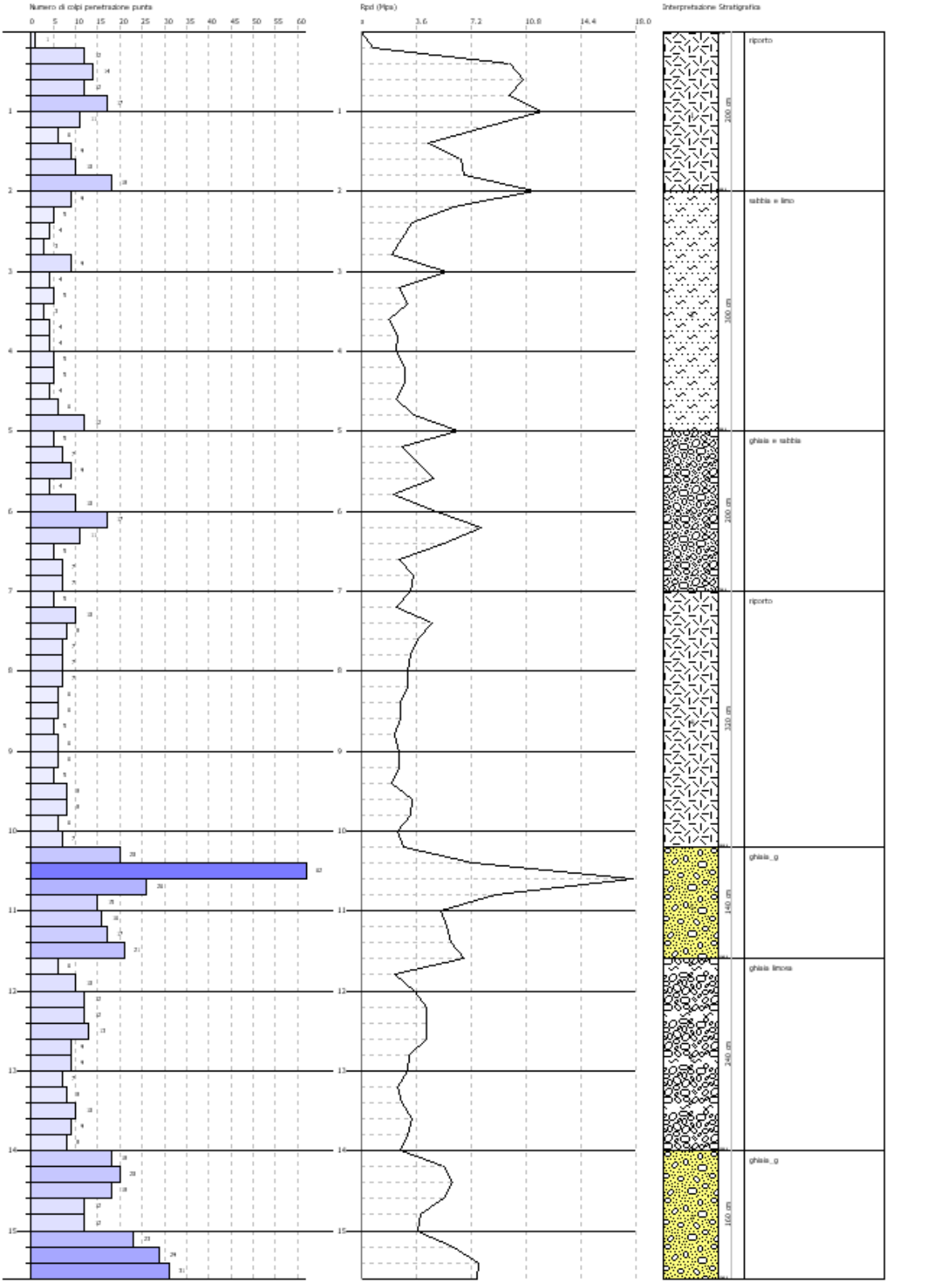
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm^3)
Strato 1	18.21	2.00	18.21	Navfac 1971-1982	3.73
Strato 2	8.23	5.00	8.23	Navfac 1971-1982	1.72
Strato 3	12.33	7.00	12.33	Navfac 1971-1982	2.59
Strato 4	10.06	10.20	10.06	Navfac 1971-1982	2.12
Strato 5	38.04	11.60	38.04	Navfac 1971-1982	6.65
Strato 6	14.17	14.00	14.17	Navfac 1971-1982	2.96
Strato 7	30.65	15.60	30.65	Navfac 1971-1982	5.70

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Cave di Boissano S.r.l.
Cantiere: loc. La Segiunà
Località: Boissano

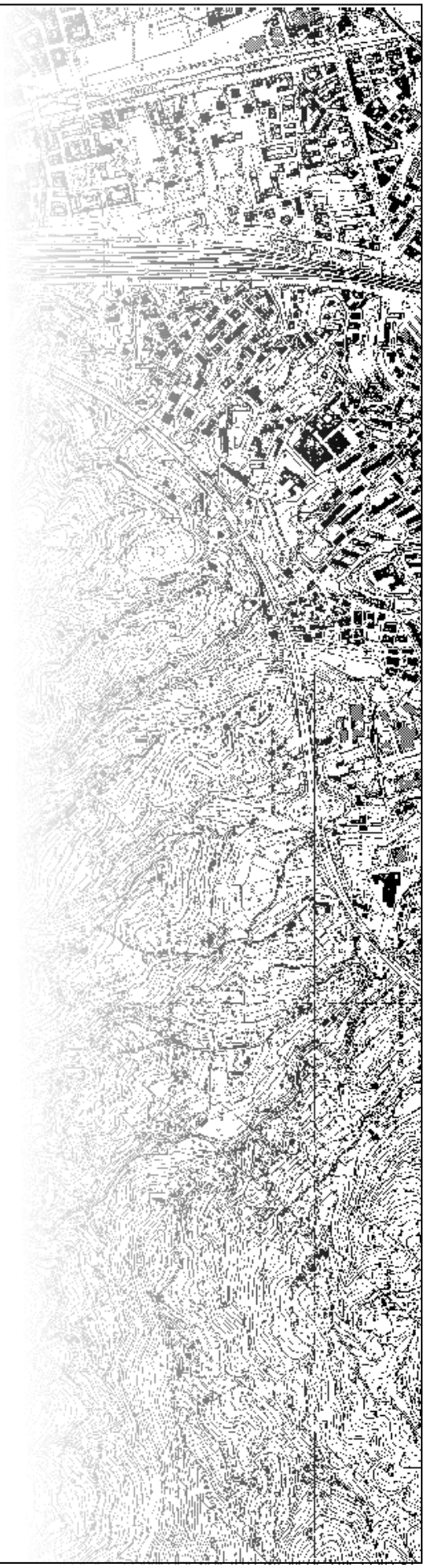
Data: 22/09/2009

Scala 1:60



STUDIO PROGEA
Dott. S. AICARDI
~ Geologo ~

via G. Leopardi 35 r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956Q Studio.Progea@gmail.com



RELAZIONE TECNICA DI SINTESI

OGGETTO DELL'INTERVENTO
Indagine geologico geofisica integrata (Earth Resistivity Tomography – Reflection Seismic) per la definizione di un modello del fronte di cava dismesso interessato da dissesti gravitativi.

COMMITTENTE : Cave di Boissano S.r.l.

LOCALITA' : La Segiunà– Boissano
Savona

Redazione a cura di

Dott. Sergio AICARDI (A.P. n°304)

Collaboratore
Dott. S. Pittaluga

10 marzo 2010

SOMMARIO DELLA RELAZIONE

1 Premessa 3

2 Tomografia Elettrica (E.R.T.) 3

2.1 Strumentazione e mezzi 3
2.2 Dettagli del rilievo 3
2.2.1 Modellistica delle caratteristiche elettriche *4*
2.3 Approccio interpretativo e sintesi dei risultati 5

3 Sismica Riflessione (R.S.) 7

3.1 Strumentazione e mezzi 7

4 Conclusioni 10

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

1 Premessa

Nella presente relazione vengono presentate le risultanze, in sintesi, delle indagini indirette eseguite sul sito di interesse della Committente, nell'area di cava dismessa interessata in passato da fenomeni gravitativi denominata La Segiunà nel territorio del Comune di Boissano in provincia di Savona.

Al fine di ottenere informazioni utili alla definizione di un modello del corpo roccioso che individui in particolare le articolazioni litologiche e le superficie di discontinuità su cui si impostano potenzialmente eventuali cinematismi gravitativi.

2 Tomografia Elettrica (E.R.T.)

2.1 Strumentazione e mezzi

La prospezione elettrica è stata eseguita con il resistivimetro Syscal PRO (in figura sotto) in grado di gestire una tensione massima pari a 800 V ed una corrente di 2500 mA con risoluzione pari a 10 µA e durata d'impulso selezionabile compresa tra 0.25 e 2 s.



Localizzazione delle linee al piede del blocco sommitale (contatto con la formazione di Caprauna in grigio) e sul pianoro di testa del calcare della formazione di Val Tanarello.

Nel caso è stata utilizzata la massima tensione possibile con un frequenza d'impulso pari a 2 Hz. L'impianto di ricezione ha una impedenza di 10 MΩ ed è in grado di rilevare tensioni nel range ± 10 V con una risoluzione pai a 1 µV (precisione 0.3%) per mezzo di 10 canali contemporanei di acquisizione.

Per quanto attiene la logistica è stato impiegato un mezzo fuoristrada e 4 operatori coordinati direttamente dallo scrivente.

2.2 Dettagli del rilievo

L'indagine è stata eseguita su diverse piste, lungo i quali è stata preventivamente rimossa la vegetazione come risulta dalla planimetria di Tav. 1.1.

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

Il posizionamento dell'indagine sul rilievo topografico opportunamente corredato dalla Carta Tecnica Regionale, fornito dalla Committente, è stata perfezionata utilizzando la registrazione della posizione assoluta a mezzo GPS degli elettrodi, premettendo georiferire il rilievo topografico ed il profilo geoelettrico.

Sono stati realizzati 3 dispositivi impiegando 48 elettrodi infissi nel terreno, disposti secondo una geometria complessa con spaziatura pari a 5 metri a copertura della massima lunghezza permessa dalla logistica, localizzati come risulta dalle tavole specifiche.

Sono stati acquisiti 2 configurazioni di Polo Dipolo con polo remoto in differenti posizioni.

Rispetto ad ognuna delle posizioni è stato utilizzato un unico polo remoto per tutte le linee che sono state perciò collegate da un cavo a terra disposto ad hoc.

Questa configurazione permette un incremento significativo della massima profondità raggiungibile, rispetto ai tradizionali dispositivi elettronici, fino a ottenere una penetrazione nominale di 50 m da p.c.

Per ogni configurazione è stata acquisita la polarizzazione indotta IP ottenuta misurando la curva di riduzione, nel tempo, della differenza di potenziale per ogni dipolo di misura, all'interruzione della corrente di energizzazione.

La grandezza produce una indicazione sul comportamento del mezzo interessato dal campo elettrico rispetto in particolare alla presenza di molecole polari, associate a soluzioni ricche in sali disciolti argille attivate da modeste quantità di acqua o metalli.

2.2.1 Modellistica delle caratteristiche elettriche

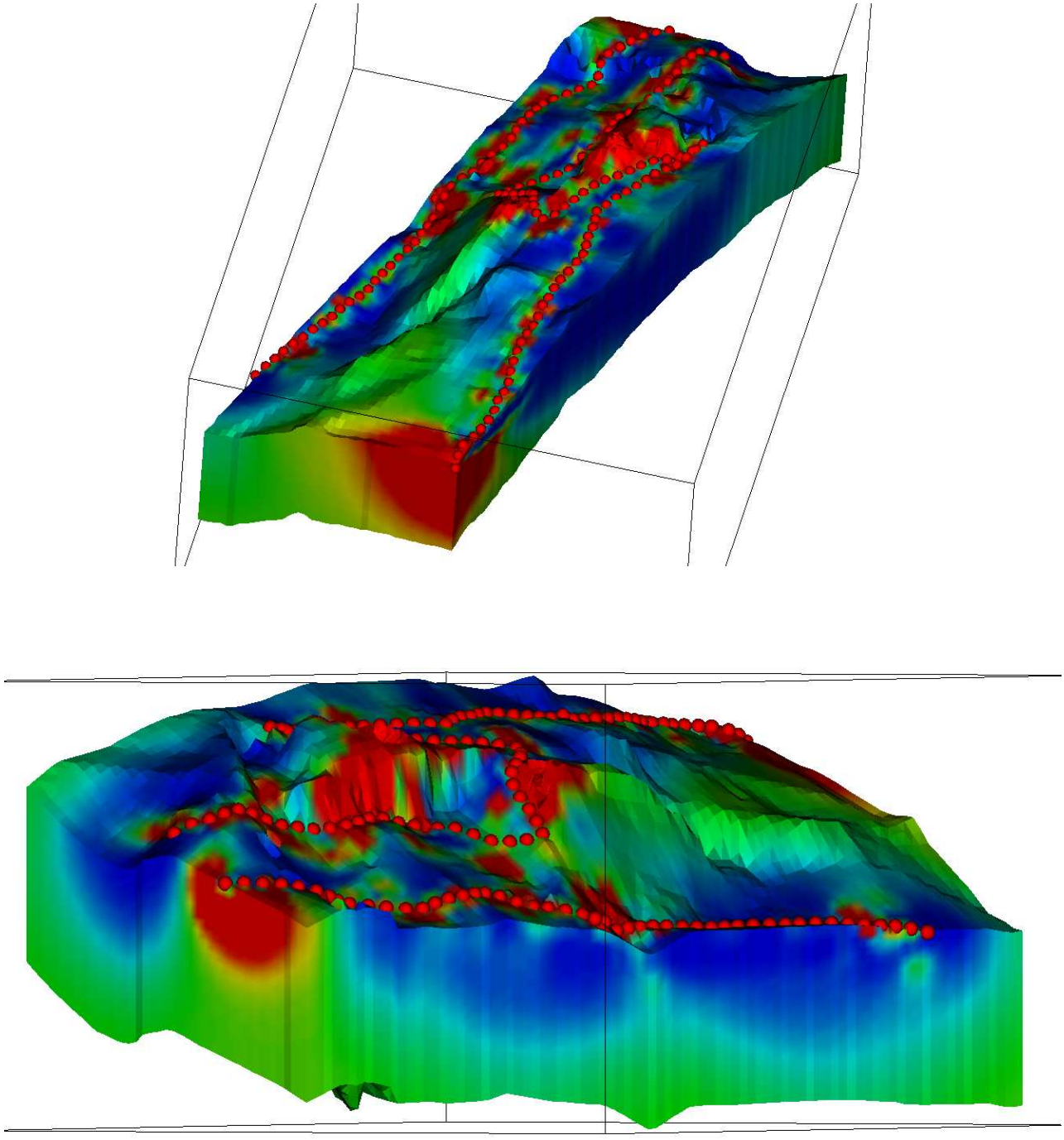
Data la complessità della morfologia di superficie, su versanti a quota ed esposizione differente, che ha interessato la disposizione elettronica, si è provveduto ad elaborare l'intero dataset con un algoritmo di inversione 3D implementato nel sw ERTLab.

Per le tre linee è stato quindi prodotto con un processo di inversione, un modello tridimensionale georiferito della variazione delle proprietà elettriche del terreno, entro un prisma teorico che racchiude le linea. Le sezioni presentate nelle tavole sono pertanto sezioni del prisma come risulta indicato negli elaborati grafici.

LA DETERMINAZIONE DELLA POSIZIONE DELLE ANOMALIE, PERTANTO DEVE ESSERE CONDOTTA RICORRENDO AL MODELLO DIGITALE GEORIFERITO E PUO' ESSERE RICAVATA SOLO IN MODO APPROSSIMATO (15%) DALLE TAVOLE GRAFICHE, RISPETTO PER QUANTO ATTIENE LE SEZIONI NON ORTOGONALI AI DATI DEL PRISMA LIMITE TEORICO.

Il modello ammette successive implementazioni con limitazioni di tipo geologico e idrogeologico che in seguito possano diventare disponibili a seguito di ulteriori rilievi ed indagini. La consultabilità del medesimo è possibile con software dedicato presso lo scrivente e consente determinazioni di posizione delle anomalie di interesse, eventualmente nuovamente modellate in considerazione di eventuali ulteriori acquisizioni dati di varia natura, con approssimazioni massime di 10 m circa.

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*



Prisma di distribuzione della resistività 0-15000 Kohm m

2.3 Approccio interpretativo e sintesi dei risultati

La resistività dei terreni è funzione sia della natura chimica del terreno stesso, sia della sua porosità, del contenuto in acqua e del contenuto in argilla. La sottostante tabella riporta gli intervalli di variabilità della resistività per i più comuni terreni e rocce. Nel caso in esame il contesto geologico espone un substrato roccioso sostanzialmente subaffiornate di natura carbonatica (cfr. Tav. 1).

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

L'obbiettivo dell'indagine, all'interno della profondità indagata, è di seguito articolato:

- *PRIMARIO identificazione, all'interno del massiccio carbonatico, della parte potenzialmente satura dell'acquifero.*
- *SECONDARIO identificazione delle potenziali vie di circolazione idrica ipogea, di tipo vadoso, che drenano il complesso.*

Resistività tipica dei terreni [Ωm][1]	
Calcare	50 ÷ 150
Argilla	1 ÷ 100
Ghiaia	100 ÷ 5000
Calcare	50 ÷ 107
Marna	1 ÷ 100
Quarzite	10 ÷ 108
Argilla	10 ÷ 1000
Sabbia	500 ÷ 5000
Arenaria	1 ÷ 108
Basalto	10 ÷ 107

Nei complessi carbonatici la presenza d'acqua in reticolo di deflusso vadoso o nelle porzioni sature è di frequente associata, come si è detto, alla presenza di depositi di argille residuali derivate dai processi di corrosione naturale. Tali porzioni del complesso, interessate da drenaggio o da condizioni di saturazione idrica, costituiscono il bersaglio dell'indagine.

Il metodo è in effetti sensibile alla caduta di resistività elettrica propria dei materiali saturi o ricchi in frazione argillosa.

Sulla scorta di dati bibliografici e sulla base di esperienze acquisite in precedenza per il substrato atteso è possibile stilare la seguente tabella:

Materiali	Calcari e Dolomie [Ωm]	Detrito [Ωm]	Argille [Ωm]	Metasedimenti Permiani [Ωm]
C. Sature	50-400	50-150	2-10	130-400
C. Insature	400-8000	3500	5-100	400-3200

Dall'esame della medesima si evince che la discriminazione tra massa carbonatica e reticolo di fatturazione interessato è quindi possibile.

L'eventuale presenza di acqua, anche in modesta quantità interagisce con le componenti argillose realizzando un effetto di ionizzazione superficiale dovuta a cationi e anioni non bilanciati che abbassa drasticamente la resistività elettrica; essa è soprattutto ben evidenziata dalla distribuzione della caricabilità ed in particolare dai flessi della curva di distribuzione della medesima, in corrispondenza di anomalie dipolari (rosso/blu) nelle tavole.

Tale configurazione segna in particolare i salti litologici cui sono associate fasce milonitiche, circolazione idrica e argillificazione.

Le tavole di sintesi riportano la distribuzione di resistività elettrica e caricabilità modellata.

Nella lettura delle medesime si consideri che:

Resistività elettrica superiori a 8000 Ωm sono relative a corpi rocciosi con caratteristiche che eccedono quelle proprie dei calcari e sono relative a manifestazioni carsiche ipogee. In particolare di seguito è stato introdotto uno schema assonometrico con la indicazione delle superficie isoresistive, estese all'intero modello e non solo relative alla sezione presentata nelle tavole, con valori propri > 12000 Ωm;

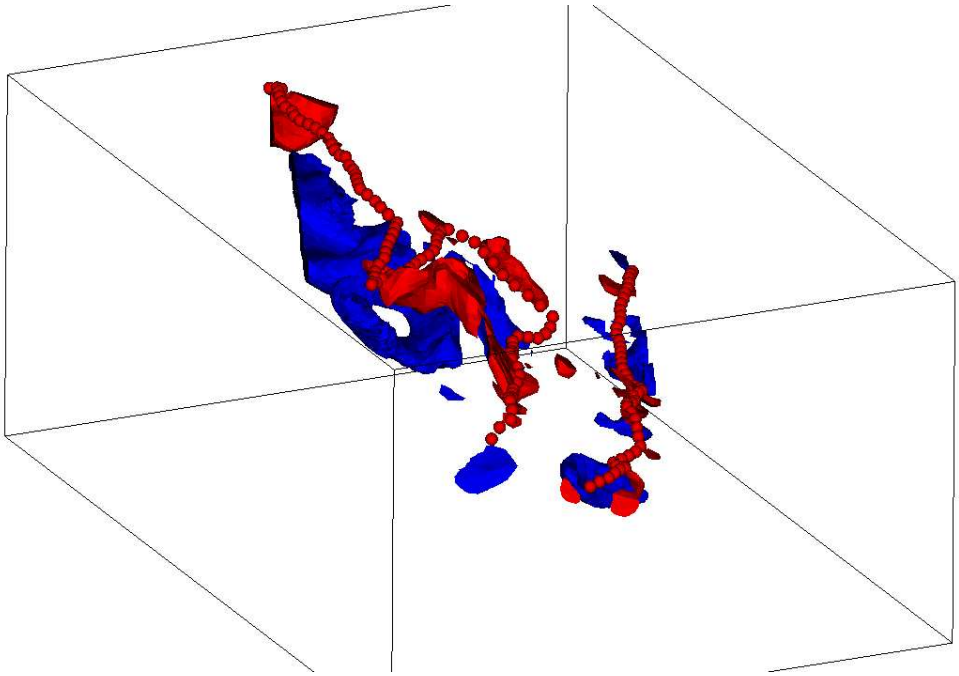
Le medesime, a causa del passo di campionamento utilizzato, non possono essere strettamente interpretate come volumi cavi quanto come inviluppo esteso all'intorno di tutte le cavità presenti nel volume inscritto;

Si consideri che la prospezione elettrica descrive il terreno in funzione della distribuzione della proprietà fisica studiata (resistività-caricabilità) e che i limiti eventualmente individuabili possono non corrispondere a bordi di corpi geometricamente definiti. Ciò è dovuto sia al fatto che la resistività elettrica

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

in un mezzo alterato varia spazialmente con continuità, indipendentemente dalla presenza di discontinuità abrupto, sia al particolare funzionale (smoothness constrain) impiegato nel calcolo della sezione.

Le zone che mostrano resistività minore <50 Ωm devono essere interpretate come comparti nei quali l'accumulo di argilla sia particolarmente sviluppato e dove sia maggiormente intensa le presenza idrica.



Volumi di distribuzione della resistività 0-50 ohm m (BLU) > 12 Kohm m (ROSSO) con indicazione delle linee elettrodiche.

La produzione degli schemi riportati nella presente è il risultato della struttura dati implementata e georiferita nel sistema (Gauss Boaga Roma 1940)

3 Sismica Riflessione (R.S.)

3.1 Strumentazione e mezzi

I dati a riflessione sono stati acquisiti con un sismografo digitale a 24 canali (tipo ECHO 24/2002). La finestra di registrazione è stata di 400 ms con una frequenza di campionamento di 131 micro-sec. Il gruppo geofonico era costituito da geofoni singoli a 100 hz di frequenza propria. L'energizzazione è stata eseguita con martello da 10 kg e con dispositivo energizzante a mezzo cartucca cal 8 industriale, con sincronizzazione di acquisizione mediante trigger su geofono sulla piastra di battuta e cavo di trasmissione allo strumento.



La geometria di acquisizione ha previsto una spaziatura geofonica di 2 m e spaziatura di energizzazione di 2. La procedura di acquisizione è stata di tipo roll-along con 6 energizzazioni in testa allo stendimento di 24 canali che copriva una distanza massima di 46 m. La copertura multipla del rilievo è stata di 6 volte. Sono state effettuate tre movimentazioni dello stendimento fino a coprire una distanza massima della 108 m incluse le registrazioni

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

esterne.

Analogamente a quanto effettuato per l'indagine elettrica il posizionamento dell'indagine, è stato perfezionato utilizzando la registrazione della posizione assoluta a mezzo GPS dei geofoni.



Linea sismica sul pianoro sommitale

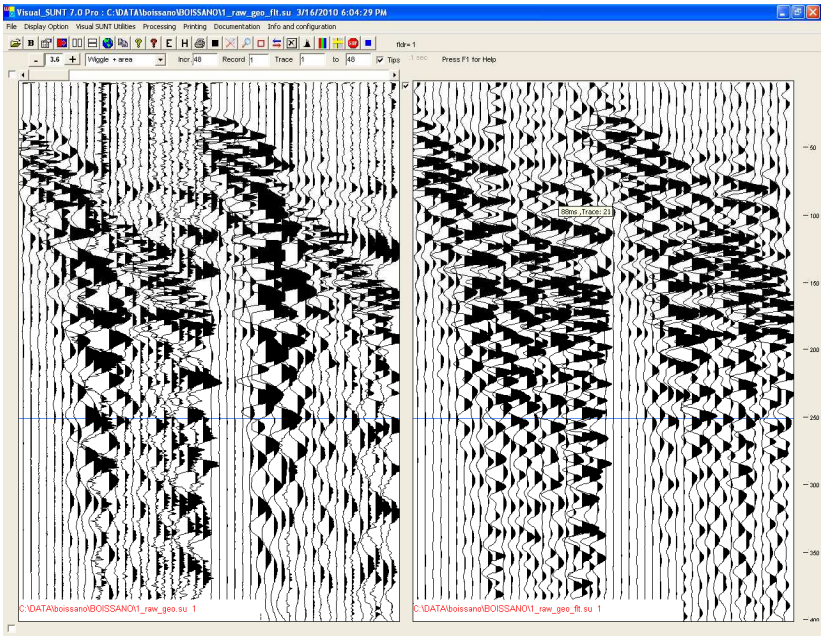
Per l'elaborazione del dato si è utilizzato il programma di trattamento di dati sismici a riflessione Seismic Unix versione PC (Visual Sunt Ver. 9).

I dati grezzi acquisiti in generale presentano un buon rapporto segnale disturbo, sebbene siano presenti alterazioni dovute al riverbero acustico prodotto dalle cavità evidenti in superficie ovvero occulte al di sotto della medesima, generate soprattutto in corrispondenza delle energizzazione a mezzo esploditore.

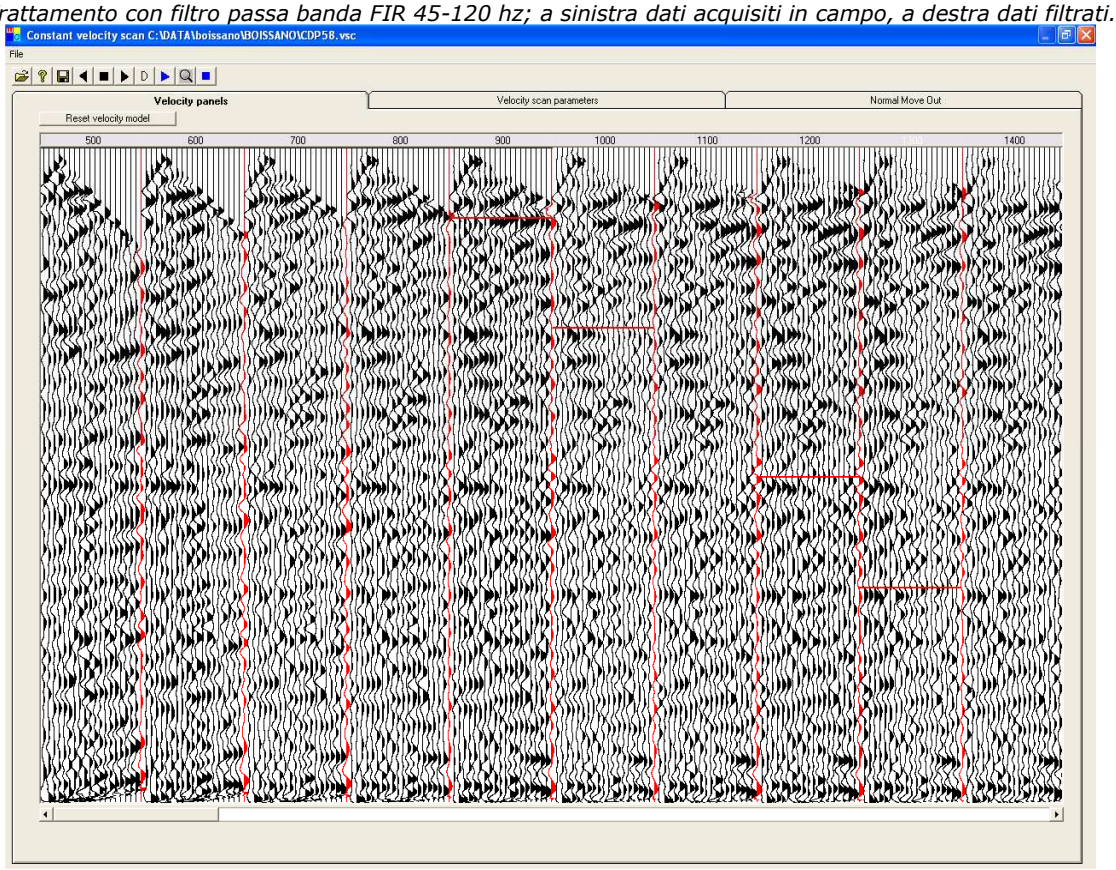
Per l'elaborazione del dato si sono seguiti i seguenti passi:

- *Conversione dal formato SEGY a formato SU (Seismic Unix)*
- *Caricamento dati (I dati constano di 18 record)*
- *Immissione della geometria*
- *Analisi spettrale e filtraggio con filtro passa banda FIR 45-120 hz*
- *Applicazione di guadagno AGC con finestra di 50 ms*
- *Sort del dato in CDP*
- *Analisi di velocità con la tecnica Constant Velocity Scan*
- *Correzione di NMO (normal Move Out)*
- *Stack di traccia*
- *Editing finale della sezione acquisita.*

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

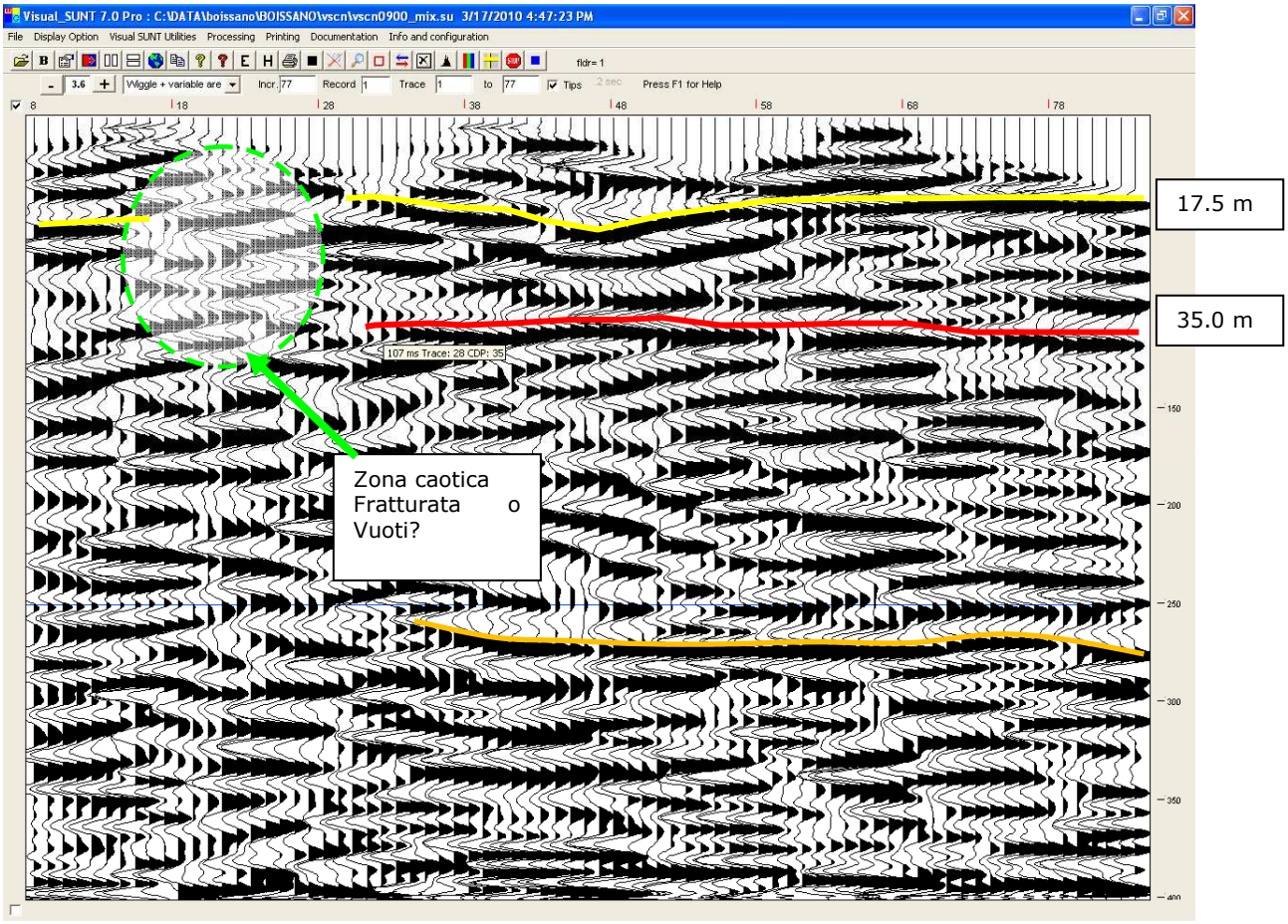


Trattamento con filtro passa banda FIR 45-120 hz; a sinistra dati acquisiti in campo, a destra dati filtrati.



Analisi di velocità con la tecnica Constant Velocity Scan relativo al CDP 58.

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*



Sezione Stack ed elementi interpretativi.

4 Conclusioni

Sulla scorta delle indagini e del rilevamento sviluppato è possibile formulare le seguenti considerazioni di sintesi conclusiva che facilitano la lettura del risultato presentato nelle tavole specifiche. La carta con l'ubicazione delle linee di indagine riporta la mappatura della resistività e della caricabilità. Su questa sono riportati come indicazione puntuale a favore della leggibilità, alcuni caratteri salienti che si evincono dalla elaborazione volumetrica e dal rilevamento geologico che non possono essere riprodotti planarmente.

La tavola 1.2 riporta le sezioni geologiche intermedie elaborate dallo studio del Dott. Guido Carieri, raffrontate con altrettante sezioni tomografiche al fine di verificarne riscontri e per fornire al Geologo incaricato una base finalizzata ad un ulteriore raffinamento interpretativo

In generale nella lettura delle tavole si devono ritenere occupate da materiali calcareo dolomitici le porzioni del modello con resistività superiore a 500 ohm m. Al contrario per valori inferiori a 100 ohm m ed in particolare a 50 ohm m si è in presenza di masse con abbondante frazione argillosa quando non impregnate d'acqua.

Un buon riscontro si ricava dalla risposta elettrica in corrispondenza della massa di riporti presente al piede del fronte studiato e del settore di affioramento degli scisti calcarei pertinenti alla Formazione di Caprauna, in condizioni di spiccata fatturazione, al piede del "blocco" studiato.

A tal propostito, nel contesto geologico strutturale di cui si tratta, i cui lineamenti sono stati approfonditi di concerto con il dott. Guido CARIERI, sono presenti corpi con segnatura di resistività

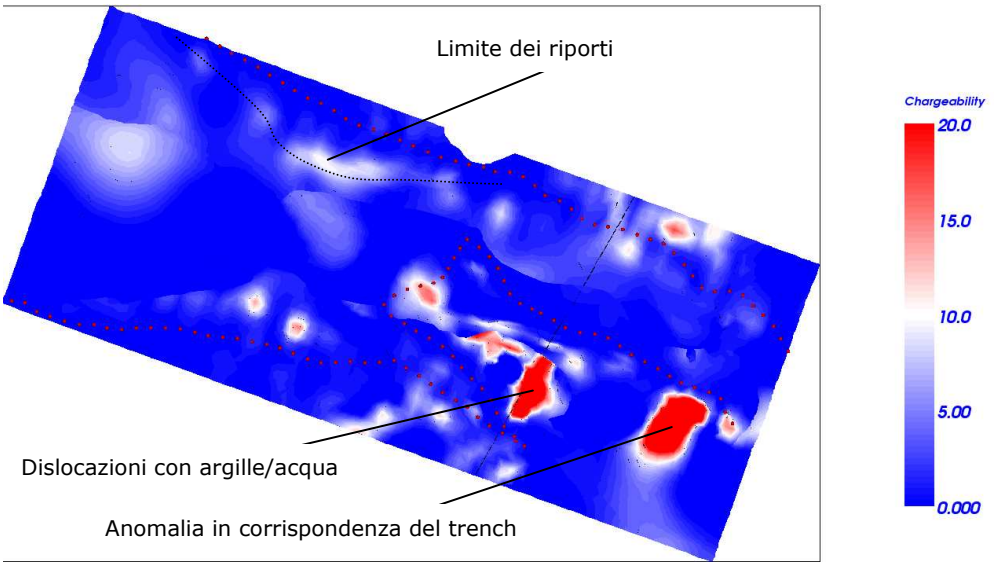
Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*

tendenzialmente bassa, che coincidono verosimilmente con fasce di roccia fratturata fino a milonisi spinta.

A questi caratteri si associa lo sviluppo di fenomeni di argillificazione o comunque di accumulo di argille residuali a spese di rocce calcaree e calcareo dolomitiche, impoverite rispetto al contenuto di carbonato di calcio ad opera delle acque circolanti. Tali processi dissolutivi causano, per quanto attiene le rocce pertinenti la formazione di Caprauna, un aumento significativo della frazione argillosa laddove i calcescisti che la compongono si presentino in condizioni fortemente fratturate e, di conseguenza, si offrano all'impoverimento spinto della componente carbonatica a causa della filtrazione idrica.

I fenomeni descritti implicano la potenziale presenza di elementi caricabili (argille umide acque sature di soluti) la cui distribuzione è condizionata dalle strutture presenti all'interno dei corpi indagati, le quali possono avere differenti genesi, dai motivi tettonico strutturali alla carsogenesi ai cinematismi gravitativi.

Tale caratteristica viene evidenziata dalla distribuzione di caricabilità rispetto a cui viene allegato, nello schema 1, un dettaglio del blocco. La carta che segue rappresenta la distribuzione di caricabilità ed è ottenuta per montaggio di 3 differenti slices a differenti altitudini del prisma risultante dall'inversione.



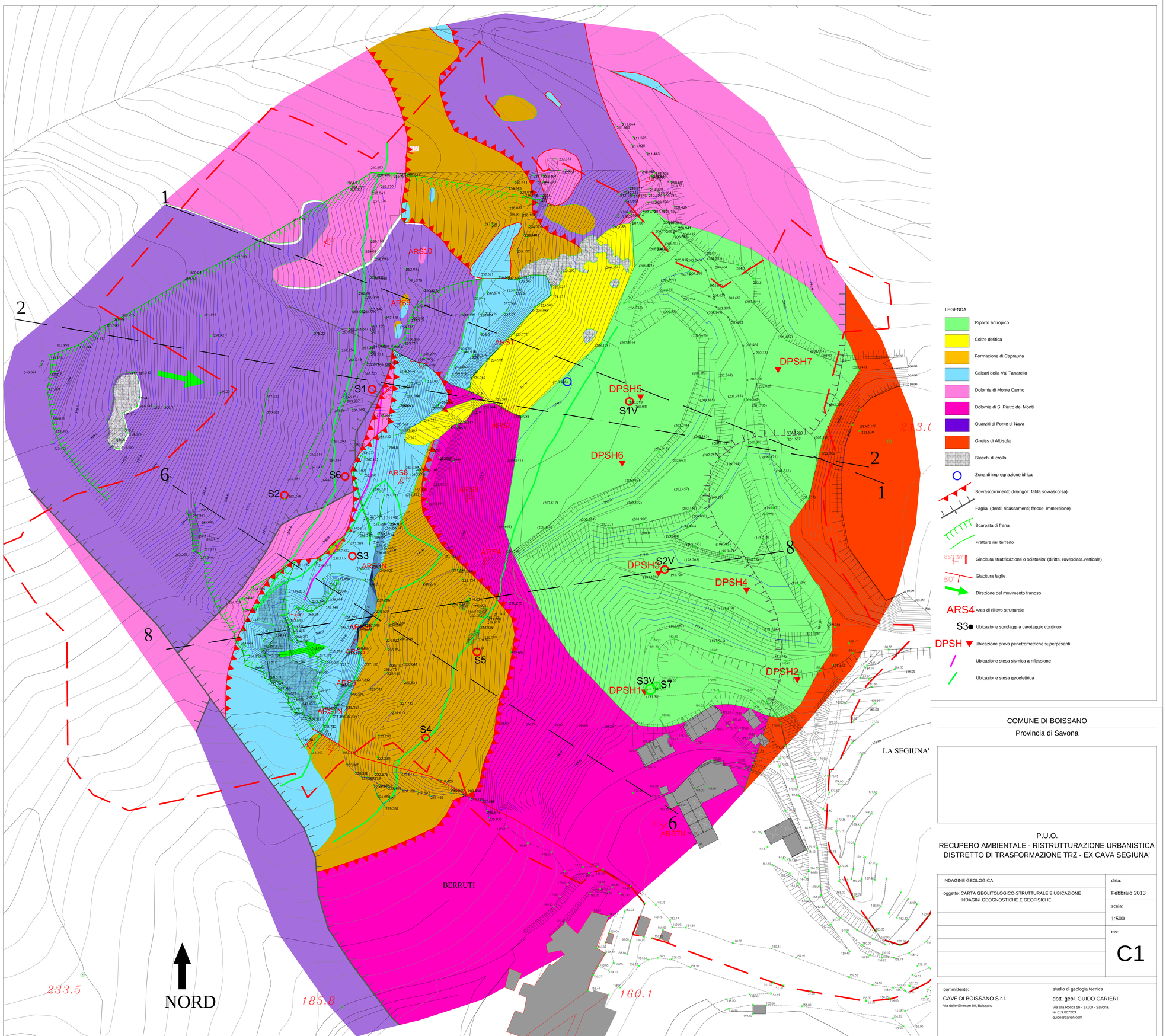
Risulta evidente un inviluppo curvo di anomalie che coincide con il limite dei riporti al piede del fronte e due anomalie principali, una delle quali coincide con la trincea.

Lo schema 2 si occupa di confrontare i risultati della tomografia geoelettrica con la sismica a riflessione. Si sono mutuamente riferite in particolare 2 slices approssimativamente coincidenti con la linea 2 e la parte alta della linea 3, rispetto alla sismica a riflessione.

Dal confronto emerge che uno degli orizzonti riflettivi è ben correlabile con l'aumento della resistività nella parte profonda della sezione elettrotomografica e con un massimo di caricabilità, mentre il riflettore a m 17 circa da p.c. è correlabile con la parte basale della massa resistiva e trova un riscontro nella principale anomalia di caricabilità, che è presente solo nel settore del "blocco" in esame. Tale assetto suggerisce che la massa carbonatica dislocata, ben riconoscibile per la segnatura alto resistiva, poggia su di un corpo conduttivo di potenza pari a 25 m circa. La strutturazione di questo elemento dal punto di vista della caricabilità e la sua natura geologica lascia concludere che il medesimo sia in condizioni fratturate, con parti significative caratterizzate da prevalente frazione argillosa e con impregnazione idrica almeno periodica.

Dott. Sergio AICARDI

Studio PROGEA
~Geologi Associati ~
Via G. Leopardi 35r 17100 Savona
Tel e Fax 019.825956 *Studio.Progea@gmail.it*



LEGENDA

- Riporto antropico
- Coltre detitica
- Formazione di Caprauna
- Calcari della Val Tanarello
- Dolomie di Monte Carmo
- Dolomie di S. Pietro dei Monti
- Quarziti di Ponte di Nava
- Gneiss di Albisola
- Blocchi di crollo
- Zona di impregnazione idrica
- Sovrascorrimento (triangoli: falda sovrascorsa)
- Faglia (denti: ribassamenti; frecce: immersione)
- Scarpata di frana
- Fratture nel terreno
- 85°/ 30° Giacitura stratificazione o scistosita' (diritta, rovesciata,verticale)
- 80° Giacitura faglie
- Direzione del movimento franoso
- ARS4 Area di rilievo strutturale
- S3● Ubicazione sondaggi a carotaggio continuo
- DPSH ▼ Ubicazione prova penetrometriche superpesanti
- Ubicazione stesa sismica a riflessione
- Ubicazione stesa geoelettrica

COMUNE DI BOISSANO

Provincia di Savona

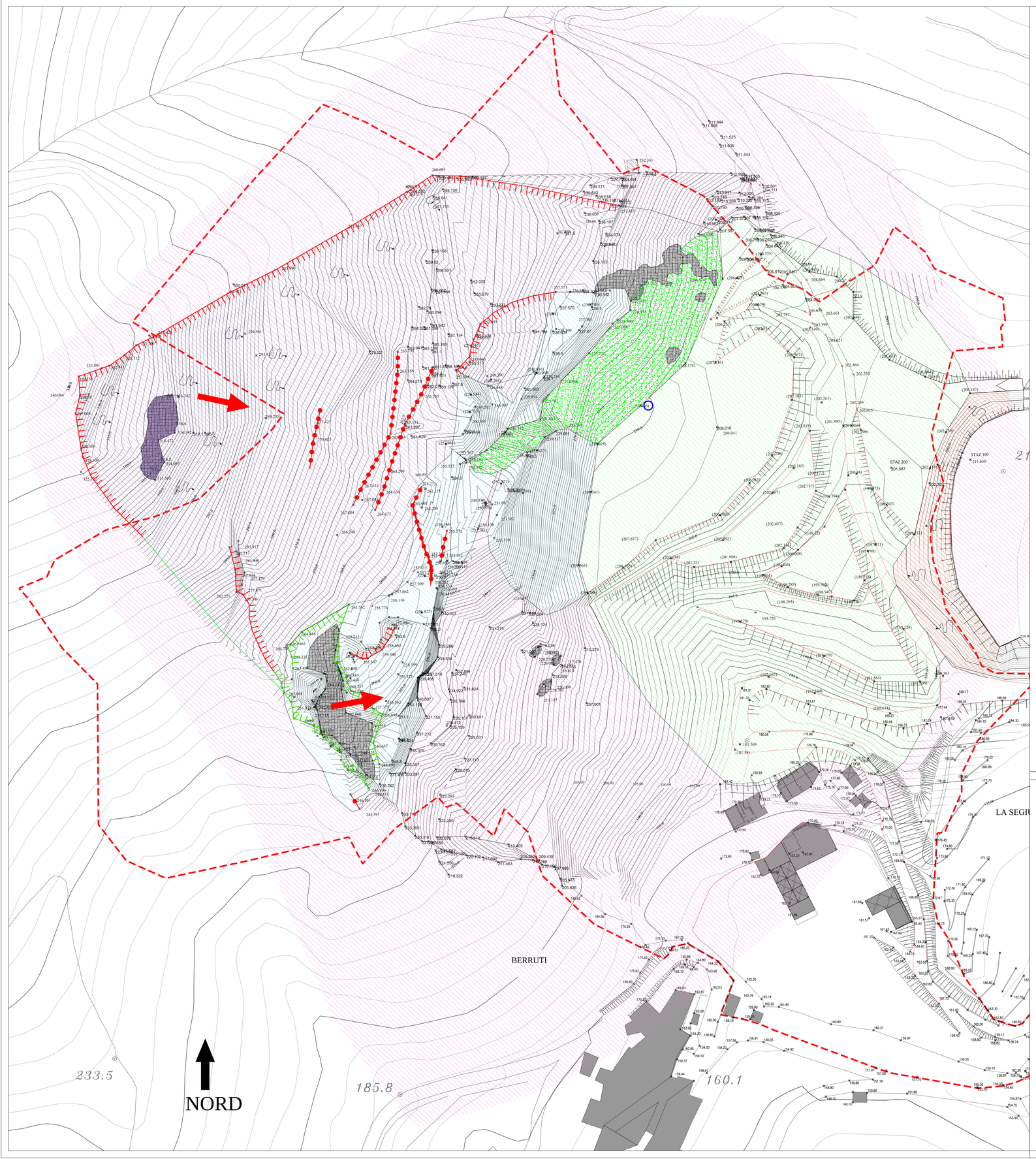
P.U.O.

RECUPERO AMBIENTALE - RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TRZ - EX CAVA SEGIUNA'

INDAGINE GEOLOGICA	data: Febbraio 2013
oggetto: CARTA GEOLITOLOGICO-STRUTTURALE E UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	scala: 1:500
	tav: C1

committente:
CAVE DI BOISSANO S.r.l.
Via delle Ginestre 80, Boissano

studio di geologia tecnica
dott. geol. GUIDO CARIERI
Via alla Rocca 5b - 17100 - Savona
tel 019.807203
guido@carieri.com



LEGENDA

- Riporto antropico
- Falde detritiche
- Aree soggette a fenomeni gravitativi di crollo in roccia
- Coltri sottili - roccia affiorante
- Aree in frana soggette a fenomeni gravitativi per "soil creep"
- Aree soggette ad erosione areale e/o concentrati in rivoli
- Accumuli in blocchi dovuti a fenomeni gravitativi di crollo in roccia
- Fratture per trazione
- Zona di impregnazione idrica
- Nicchia di distacco
- Trincea
- Direzione del movimento franoso
- Area soggetta ad erosione diffusa e/o incanalata

COMUNE DI BOISSANO

Provincia di Savona

P.U.O.

RECUPERO AMBIENTALE - RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TRZ - EX CAVA SEGIUNA'

INDAGINE GEOLOGICA	data:
oggetto: CARTA GEOMORFOLOGICA	Febbraio 2013
	scala:
	1:500
	tav:
	C2

committente:

CAVE DI BOISSANO S.r.l.

Via delle Ginestre 80, Boissano

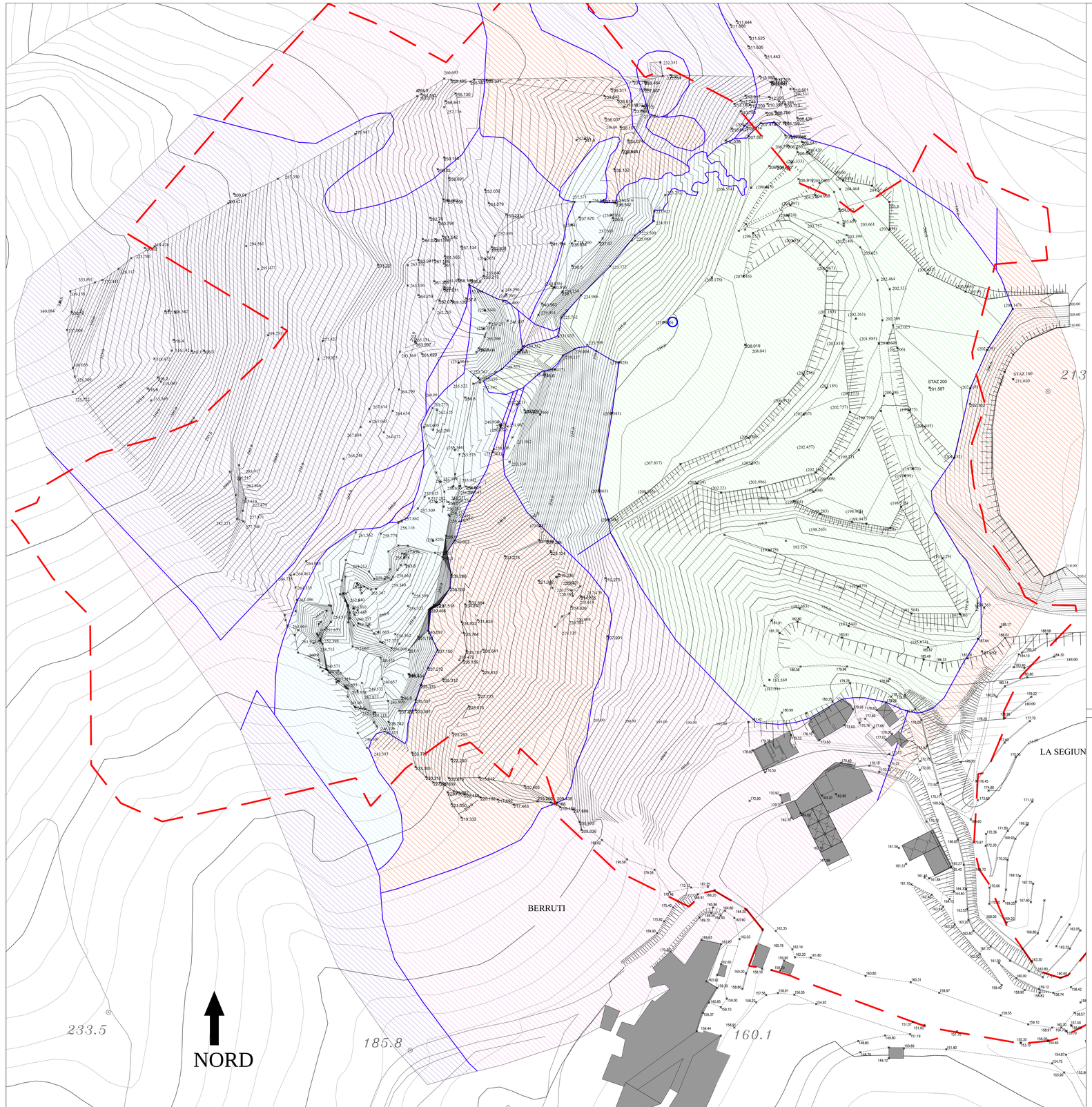
studio di geologia tecnica

dott. geol. GUIDO CARIERI

Via alla Rocca 5b - 17100 - Savona

tel 019.807203

guido@carieri.com



LEGENDA

- Aree a permeabilita' elevata per porosita'
- Aree a permeabilita' bassa per porosita'
- Aree a permeabilita' molto bassa per porosita'
- Aree a permeabilita' elevata per fratturazione e carsismo
- Aree a permeabilita' media per fratturazione e carsismo

Zona di impregnazione idrica

COMUNE DI BOISSANO

Provincia di Savona

P.U.O.

RECUPERO AMBIENTALE - RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA

DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TRZ - EX CAVA SEGIUNA'

INDAGINE GEOLOGICA	data:
oggetto: CARTA IDROGEOLOGICA	Febbraio 2013
	scala: 1:500
	tav: C3

committente:

CAVE DI BOISSANO S.r.l.

Via delle Ginestre 80, Boissano

studio di geologia tecnica

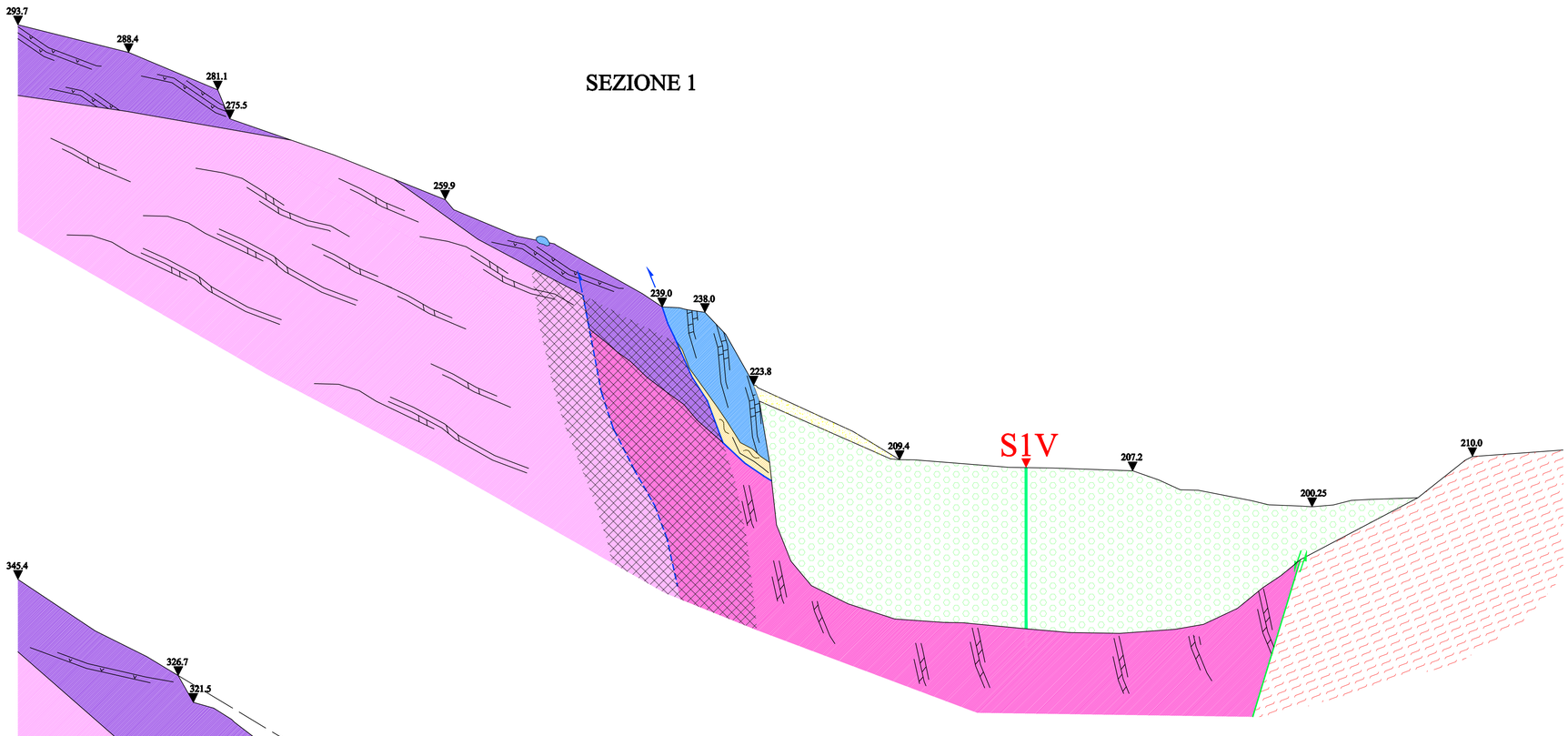
dott. geol. GUIDO CARIERI

Via alla Rocca 5b - 17100 - Savona

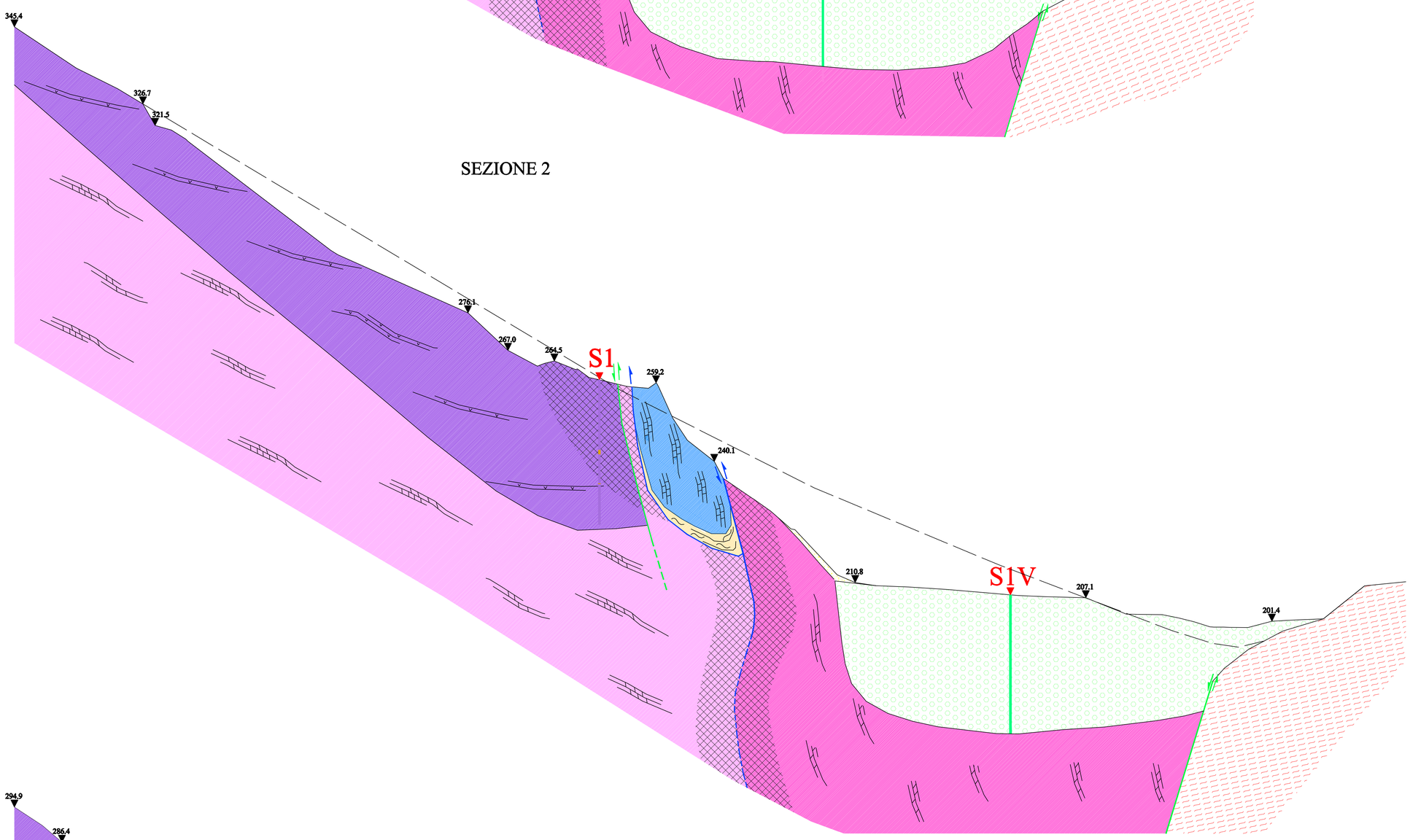
tel 019.807203

guido@carieri.com

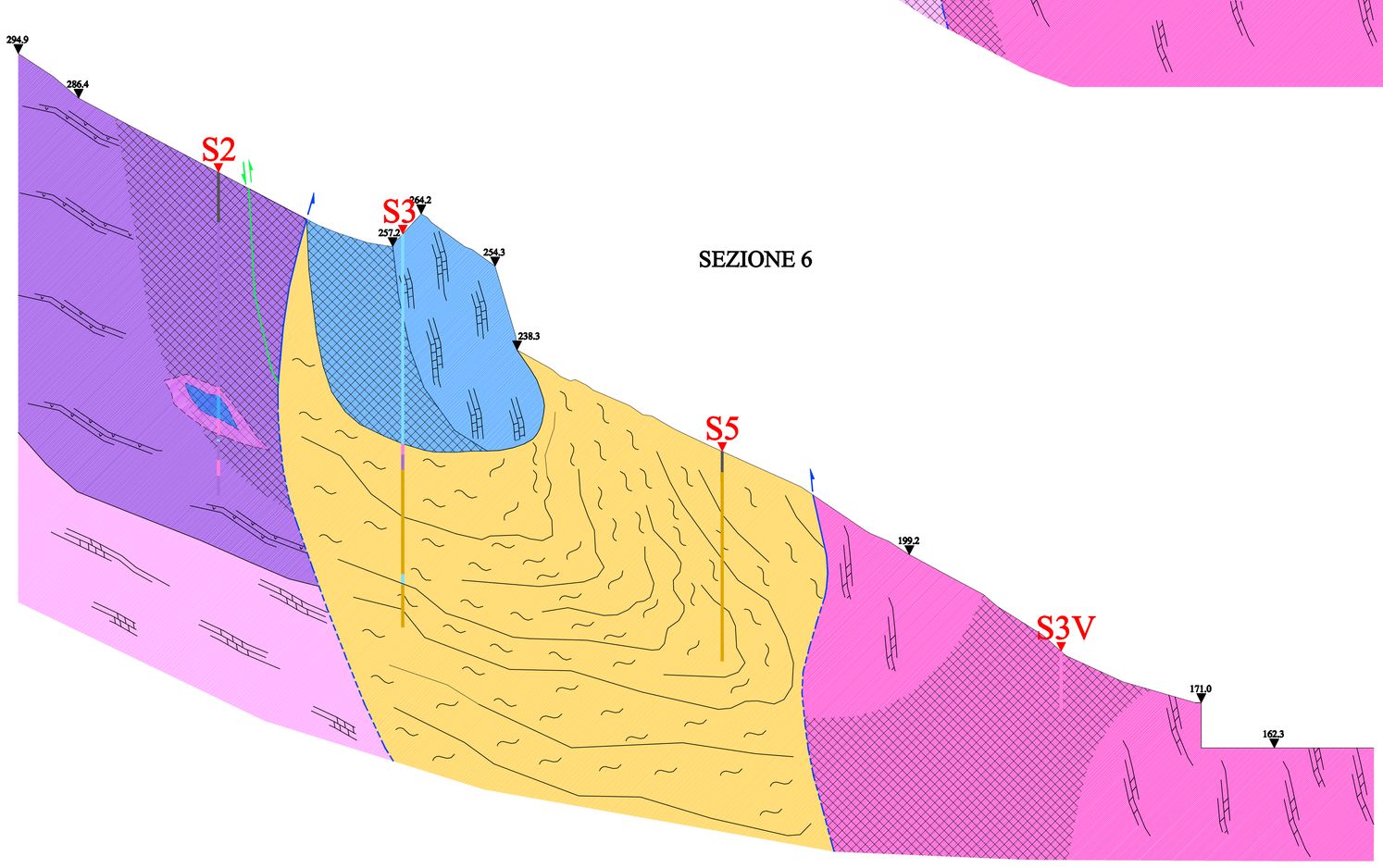
SEZIONE 1



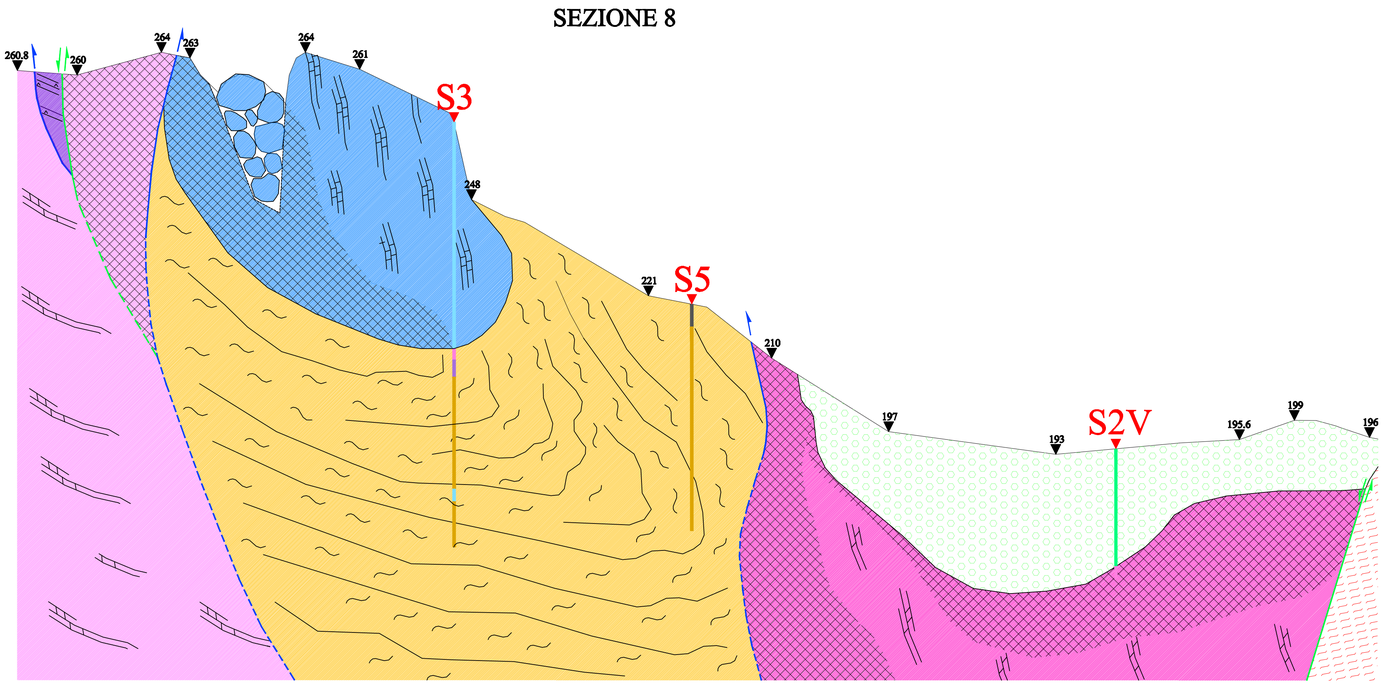
SEZIONE 2



SEZIONE 6



SEZIONE 8



LEGENDA

- Riporto antropico
- Coltre detitica
- Formazione di Caprauna
- Calcari della Val Tanarello
- Dolomie di S. Pietro dei Monti
- Dolomie di Monte Carmo
- Quarziti di Ponte di Nava
- Gneiss di Albisola
- Zone intensamente fratturate/milonitizzate
- Sovrascorrimento
- Faglia

COMUNE DI BOISSANO

Provincia di Savona

P.U.O.

RECUPERO AMBIENTALE - RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA

DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TRZ - EX CAVA SEGIUNA'

INDAGINE GEOLOGICA	data:
oggetto: SEZIONI GEOLOGICHE	Gennaio 2012
	scala: 1:500
	tav: C4

committente:
CAVE DI BOISSANO S.r.l.
Via delle Ginestre 80, Boissano

studio di geologia tecnica
dott. geol. GUIDO CARIERI
Via alla Rocca 5b - 17100 - Savona
tel 019.807203
guido@carieri.com