A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE
Comune di Rapallo
Opere di completamento del depuratore acque reflue

RELAZIONE DI SCREENING

Approfondimenti relativi alle prescrizioni a) e b)

del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011"Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso in Falda per la valutazione del rischio di inquinamento a carico del campo pozzi di Sant'Anna in caso di rottura e perdita delle vasche.



Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.:
Ing. Gianluca Fontana

Data emissione: Gennaio 2013

Preparato da:
Dott. Geol. Guido Paliaga
Dott. Geol. Luciano Minetti

Controllato da :
Dott. Geol. Carlo Baracco

1. Premessa

Il 27 settembre 2011 il Comune di Rapallo ha presentato lo studio di Screening ambientale relativo al Progetto preliminare del Depuratore della città di Rapallo (GE).
Il 16.01.2012 il Dipartimento Ambiente, Settore Valutazione Impatto Ambientale, della Regione Liguria ha trasmesso copia del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011 ad oggetto "Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni.
Nel Decreto vengono espresse una serie di prescrizioni che sono state accettate da parte del soggetto proponente.

2. Le prescrizioni sul rischio d'inquinamento del campo pozzi di S.Anna e riposte del loro recepimento

Dagli esiti dell'istruttoria condotta dal Settore VIA (n°487 del 29.12.2011), risulta che non è necessario assoggettare alla procedura di impatto ambientale (VIA) il progetto a condizione che in fase di progettazione definitiva/esecutiva siano svolti gli ulteriori approfondimenti e a regime applicate le cautele prescritte e vengano seguite una serie di prescrizioni.
In particolare per quello che riguarda il rischio d'inquinamento del campo pozzi di S.Anna sono state espresse le prescrizioni a) e b).
La prescrizione a) chiede che:
" per poter giungere alla perimetrazione sulla base del criterio temporale della fascia di rispetto dei pozzi di S.Anna, non è possibile escludere a priori la possibilità di accadimento di un aperdita delle vasche del depuratore, è pertanto necessario analizzare anche in tale ipotesi anche tale ipotesi, applicando apposita modellazione".
La prescrizione b) chiede che:
"In ogni caso dovranno essere adottate tutte le cautele costruttive prospettate nonché essere messi in atto i sistemi di sorveglianza, controllo e monitoraggio indicati "
Al fine di recepire la prescrizione saranno adottate tutte le cautele costruttive prospettate, viene ricordato che è comunque prevista l' impermeabilizzazione, se considerata necessaria dalle indagini definitive, dei litotipi al contorno delle vasche attraverso iniezioni. Saranno altresì predisposti i sistemi di sorveglianza, controllo e monitoraggio indicati.

2.1 Risposta alle prescrizioni

Le Risposte per il recepimento delle prescrizioni decretate (26.01.'12 sono le seguenti:
prescrizione a)
La prescrizione viene accettata. Al fine di recepire la prescrizione in oggetto in fase di progetto definitivo saranno realizzate le indagine geognostiche integrative, consistenti in sondaggi geognostici, prove in foro e prove di laboratorio, rilievi geomeccanici di dettaglio, previste nella relazione di Screening, Allegato1 punto 11 "Relazione Geologica e delle indagini Geognostiche". Attraverso dette indagini sarà possibile completare uno schema stratigrafico di dettaglio del sito che ospiterà l'opera e del suo intorno, sono previste altresì prove di permeabilità a gradini di pressione (prova Lugeon) nel basamento roccioso e prove di permeabilità sulla copertura terrosa (prove in foro e di laboratorio).
Attraverso i dati acquisiti sarà realizzato un modello che verifichi, attraverso il criterio temporale, la dinamica degli eventuali transiti in falda, in caso di perdite di contaminate dalle vasche dell'impianto, verso il campo pozzi di Sant'Anna.

prescrizione b):
La prescrizione viene accettata. Al fine di recepire la prescrizione saranno adottate tutte le cautele costruttive prospettate, viene ricordato che è comunque prevista l' impermeabilizzazione, se considerata necessaria dalle indagini definitive, dei litotipi al contorno delle vasche attraverso iniezioni. Saranno altresì predisposti i sistemi di sorveglianza, controllo e monitoraggio indicati

3. Il primo studio e le sue conclusioni
(All. 2 Relazione di Screening)

In considerazione di quanto riportato nella Normativa Nazionale e nelle Linee Guida Regionali e ancorché si voglia considerare un Depuratore come "centro di pericolo e/o lo svolgimento di attività pericolose" (si veda l'art. 21 del D.Lgs. 152/1999 qui riportato al punto 1.1), dove questo tipo di attività non è riportata, è stato condotto sia il primo studio che ha definito il modello geologico ed idrogeologico che interessa il sito ed il campo pozzi e sulla base, delle conoscenze acquisite con indagini geognostiche di prima fase dedicate e già a disposizione, è stato realizzato un modello matematico con la finalità di determinare i tempi di arrivo di un inquinante sversato nel Torrente Boate nelle condizioni più gravose corrispondenti alla mancanza di transito nel corso d'acqua e con tutti i pozzi in funzione.

E' necessario sottolineare che le "Linee guida per la delimitazione delle aree d i salvaguardia (dal PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE della Regione Liguria Allegato VII)" recitano:

"…La particolare complessità della situazione idrogeologica ligure, porta ad assumere come fondamentale, per la delineazione delle aree di salvaguardia di pozzi e sorgenti, il criterio temporale ed il criterio idrogeologico, a seconda della situazione riscontrata sul territorio. Si sconsiglia l'uso del criterio geometrico, limitandolo a situazioni specifiche….".

L'analisi ha portato alle seguenti conclusioni:

- l'eventuale sversamento nell'alveo del torrente Boate di sostanze provenienti dal depuratore potrebbero raggiungere i pozzi di emungimento, distanti circa 50 m in linea d'aria, (ponendo nel modello una serie di condizioni di natura cautelativa) in circa 28 mesi (840gg) dall'evento accidentale; in tale tempo dovrebbero pertanto essere intraprese tutte le azioni possibili per la rimozione delle sostanze sversate nell'incidente.

  Le "Linee guida per la delimitazione delle aree d i salvaguardia" (si veda PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE della Regione Liguria Allegato VII) riportano…. ….…*"L'intervallo di tempo è normalmente adottato sulla base della possibilità di eseguire controlli e in parte sulla base delle caratteristiche degli inquinanti. In ogni caso si consiglia di considerare un tempo di sicurezza non inferiore a 75/100 giorni, che corrisponde al tempo di sopravvivenza di buona parte dei virus più comuni trasportati in acqua"*

  Da cui si evince che il tempo stimato in 28 mesi (840 giorni), per il raggiungimento del campo pozzi da parte delle sostanze sversate, è sufficiente a definire la distanza come sicura
  Da cui si evince che il tempo stimato in 28 mesi (840 giorni), per il raggiungimento del campo pozzi da parte delle sostanze sversate, è sufficiente a definire la distanza come sicura
  Anche Il criterio Idrogeologico è soddisfatto poiché l'acquifero da cui emungono i pozzi di S.Anna risulta confinato e isolato dal zona dell'eventuale sversamento.

4. Sintesi sulle condizioni geologiche ed idrogeologiche del sito e le caratteristiche costruttive delle vasche

Al fine di recepire la prescrizione a) (riportata al punto 2) sono realizzate le indagine geognostiche integrative che rispondono alle esigenze della redazione del progetto definitivo, con l'esecuzione di sondaggi geognostici, prove in foro e prove di laboratorio, rilievi geomeccanici di dettaglio, previste nella relazione di Screening, e ulteriormente incrementate per dare una maggior conoscenza del sito.

Attraverso dette indagini è stato possibile completare uno schema stratigrafico di dettaglio del sito che ospiterà l'opera e del suo intorno, sono eseguite altresì prove di permeabilità a gradini di pressione (prova Lugeon) nel basamento roccioso e prove di permeabilità sulla copertura terrosa (prove in foro e di laboratorio).

Ad integrazione delle indagini geofisiche, svolte in fase preliminare, sono state eseguite 250 m di prospezioni geosismiche e 150 m di geoelettriche, sul sedime dell'impianto e del suo intorno, estesa all' alveo del Boate.

Questo ha permesso di costruire delle sezioni geologiche di dettaglio (11 sezioni trasversali) nel settore delle vasche ed un modello geologico/idrogeologico estesa sino all'area dei pozzi.

I dettagli delle indagini, le sezioni geologiche e tutte le informazioni che hanno consentito lo sviluppo dei modelli concettuali sono raccolte nell'All1 1 "Relazione Geologiche e delle Indagini Geognostiche" e suoi annessi.

Queste informazioni hanno consentito la realizzazione di un modello matematico numerico tridimensionale con soluzione alle differenze finite (codice di calcolo impiegato Visual Modflow Version: 2009.1 Premium Build: 4.4.0.156 sviluppato da Schlumberger Water Services) per la simulazione del deflusso di falda nel settore d'interesse

La modellazione ha considerato un ipotetico sversamento a carico di una vasca o più vasche nel loro settore frontale più prossimo al Campo Pozzi, che corrisponde allo scenario più severo.

Il dettaglio delle Analisi modellistiche e delle conclusioni raggiunte sono riportate al Punto 8.

<u>Sintesi sulla condizione Geologico Idrogeologica del sito alla luce delle nuove Indagini geognostiche e lo scenario considerato:</u>

- Le nuove indagini confermano sostanzialmente lo schema geologico/idrogeologico definito in fase preliminare, in questo contesto il fondo delle vasche è praticamente inserito, per tutto il loro sviluppo, nel rifrattore roccioso, qui rappresentato dai calcari marnosi del monte Antola, che risultano, dalle prove in foro, sostanzialmente impermeabili, sovrastato da materiali terrosi con rilevante presenza di fine con percentuali compresi soatanzialmente il tra il 30 e l'80 %, risultanti anch'essi, da prove di laboratorio sostanzialmente impermeabili.

- Questa situazione geologica è favorevole ad accogliere le vasche per le seguenti ragioni:

La roccia, praticamente presente su tutto il sedime delle vasche, rappresenta un'ottima fondazione perché definisce la stabilità globale dell'impianto e soprattutto determina l'assenza di cedimenti differenziali che possono essere, sostanzialmente, l'unica causa di lesione delle vasche stesse.

- La roccia ed il terreno circostanti, sostanzialmente impermeabili, inibiranno il transito degli eventuali percolazioni dalle vasche stesse.
- La coltre argillosa si estende all'alveo del Boate e continua sino al campo pozzi. isolando l'acquifero intercettato dal filtri dei pozzi dalle fondazioni dell'impianto.

Il criterio Idrogeologico è soddisfatto poiché l'acquifero da cui emungono i pozzi di S.Anna risulta isolato dal zona che ospiterà l'impianto

La prescrizione b) richiede che:
"In ogni caso dovranno essere adottate tutte le cautele costruttive prospettate nonché essere messi in atto i sistemi di sorveglianza, controllo e monitoraggio indicati "

Allo scopo di ottemperare alla prescrizione Le cautele passive adottate consistono nella progettazione comunque consueta delle vasche, tesa evitare ogni tipo di perdite che considera:

- spessori superiori ai 40 cm ; en
- calcestruzzi di altissima resistenza , impermeabili e particolarmente resistenti a qualsiasi deterioramento (es. cementi Rbk425, solfato resistenti, adittivati con allumina, copri ferri di oltre 7 cm ect);
- ulteriore trattamento impermeabilizzazione del fondo vasca;
- battenti di liquido (circa 4 m) nelle vasche che è praticamente ininfluente rispetto al tipo di vasca ed il suo spessore;
- le indagini svolte indicano rocce e terreni di fondazione sostanzialmente impermeabili, comunque se in fase di scavo venissero localizzati settori di roccia più trasmissivi, è prevista la loro impermeabilizzazione attraverso iniezioni.

Sarà altresì creato un sistema di drenaggio e controllo delle eventuali perdite e trafilamenti che saranno convogliati in un pozzo di aggottamento con controllo in continuo e eventualmente riconvogliati nell'impianto.

In conclusione si può asserire che:

- la rottura di vasche di questo tipo inserite in roccia è un evento realmente improbabile;
- nel caso di lesione essa consisterà in una fessura/cavillatura con una perdita davvero limitata;

- le caratteristiche di impermeabilità della roccia/terreni che accolgono le vasche ne impediranno la diffusione in falda;
- Il modello matematico che è in via di conclusione, dalle prime indicazioni in termini di un tempo di sicurezza " del criterio temporale della fascia di rispetto dei pozzi di S.Anna",dà risultati assolutamente più lunghi (pari 2400 mesi) circa 100 volte rispetto ai tempi valutati nel primo studio.
  per cui Il criterio temporale è ampiamente soddisfatto.

Come cautela attiva è previsto un monitoraggio in falda consistente in:
Una serie di piezometri posti lungo la sezione frontale dell'impianto che saranno opportunamente attrezzati con sonde multi parametriche in grado di rilevare, in tempo reale, il cambiamento del livello di falda ed i cambiamenti repentini delle principali caratteristiche chimico fisiche delle acque di falda. Sarà imposto il livello di soglia dei valori, concordato tra ASL e gestore che, se raggiunto, genererà il segnale d'allarme in tempo utile in modo da adottare le contromisure stabilite. L'allarme potrà essere posizionato sia negli uffici del Gestore dell'acquedotto (Acque Potabili) e nella struttura del depuratore.

Si ricorda comunque che in caso di eventuale di disattivazioni precauzionale del campo pozzi sono presenti altri punti di prelievo (attualmente dedicati allo studio e controllo della falda) a distanza superiore ai 200 m.

5. Le indagini geognostiche realizzate in fase definitiva

(Preparazione in avanzato Itinere)

6. Breve Inquadramento geologico ed idrogeologico del settore

Nella 1 è illustrata la geologia del bacino che risulta quasi interamente interessata dai calcari marnosi del monte Antola con depositi di tipo alluvionale, fluviale e/o costiero nelle porzioni basali del settore (quote prossime al livello medio marino).

La formazione del Monte Antola è caratterizzata da calcari marnosi e marne calcaree con alternanze di argille marnose, arenarie e calcareniti, tali rocce sono permeabili per fratturazione e blando carsismo per cui costituiscono l'acquifero principale che alimenta le falde idriche sotterranee locali.

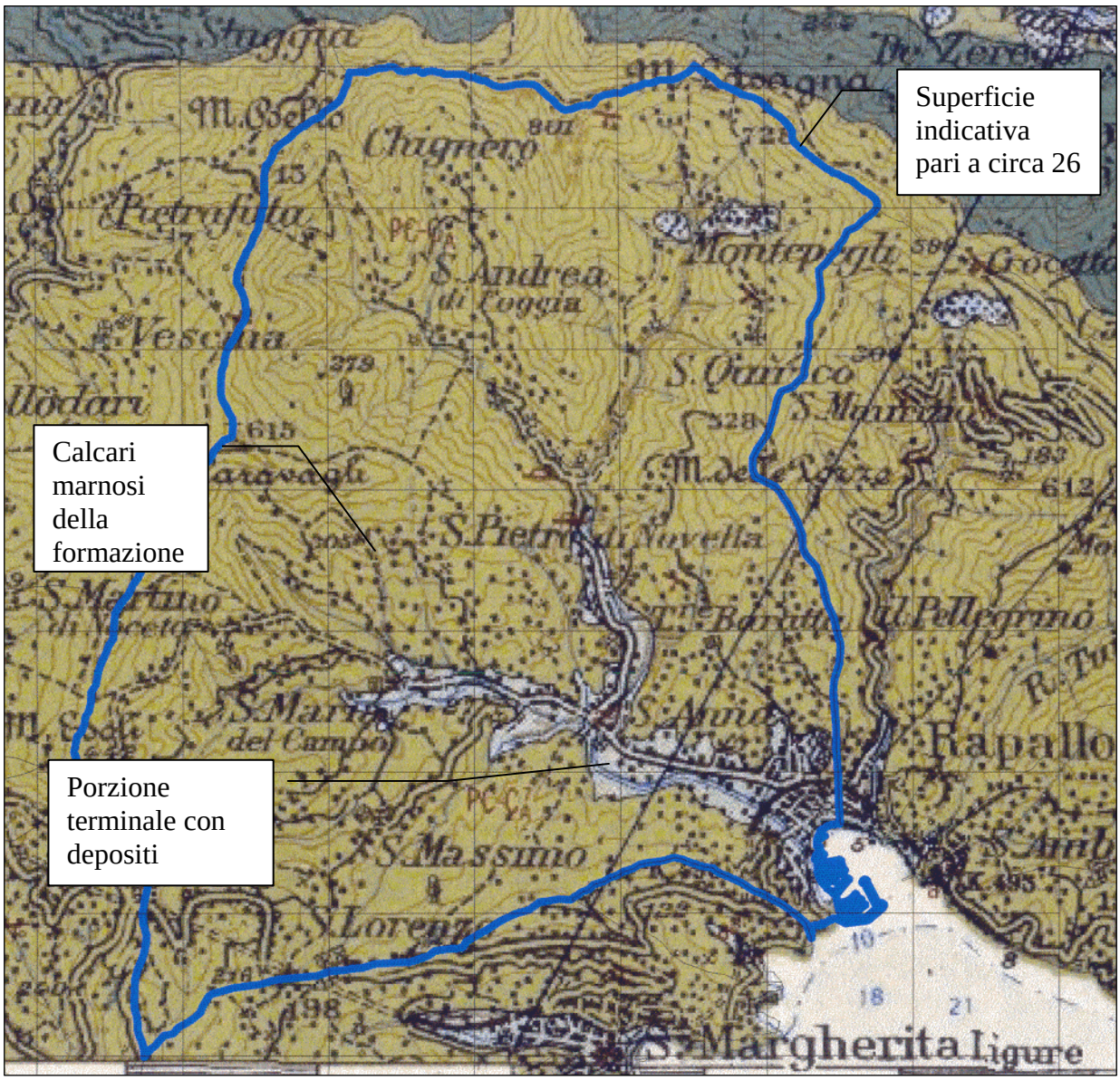


Figura 1. Inquadramento del Bacino idrografico del Torrente Boate (La linea in blu definisce i limiti del bacino). Fonte carta geologica d'Italia, foglio Rapallo.

I depositi alluvionali, che si trovano nelle porzioni vallive del bacino, sono sede di acquiferi porosi caratterizzati da spessori di qualche decina di metri circa. Nel paragrafo seguente sono approfondite le considerazioni in merito ai depositi sedimentari e relativi corpi acquiferi (acquifero alluvionale ed in roccia).

Il bacino imbrifero presenta caratteristiche tipiche derivate dalle litologie calcaree presenti in Liguria, sopra indicate dove i corsi d'acqua, vista la difficoltà d'erosione di questa roccia, sono impostati principalmente sulle direzioni preferenziali della tettonica, con morfologie molto acclivi e piane vallive modeste, spessori del pacco alluvionale ridotti e tanti; nel nostro caso i 700 m di quota dello spartiacque settentrionale distano dalla foce solo circa 6 km, con tempi di transito delle acque di superficie e di alimentazione della falda molto ridotti.

Da tutto ciò deriva la disponibilità di risorsa relativamente modesta e legata alle regime piovoso stagionale.

7. Definizione dell'idrostruttura del corpo alluvionale

Tramite la cartografia geologica regionale e nazionale di riferimento e gli studi appositamente effettuati per il presente incarico è stato definito il contorno delle alluvioni recenti, costituenti la porzione terminale (poco meno di 2 km circa a partire dalla foce, settore di confluenza tra i torrenti Santa Maria e San Pietro) dell'asta torrentizia del Torrente Boate (cfr. la seguente Figura); tale settore ha un'estensione pari a circa 1,7 km quadrati a cui corrisponderebbe una ricarica annua dell'acquifero sottostante da parte delle precipitazioni dirette pari a poco più di un milione di metri cubi (circa 1.100.000 m^3 all'anno).

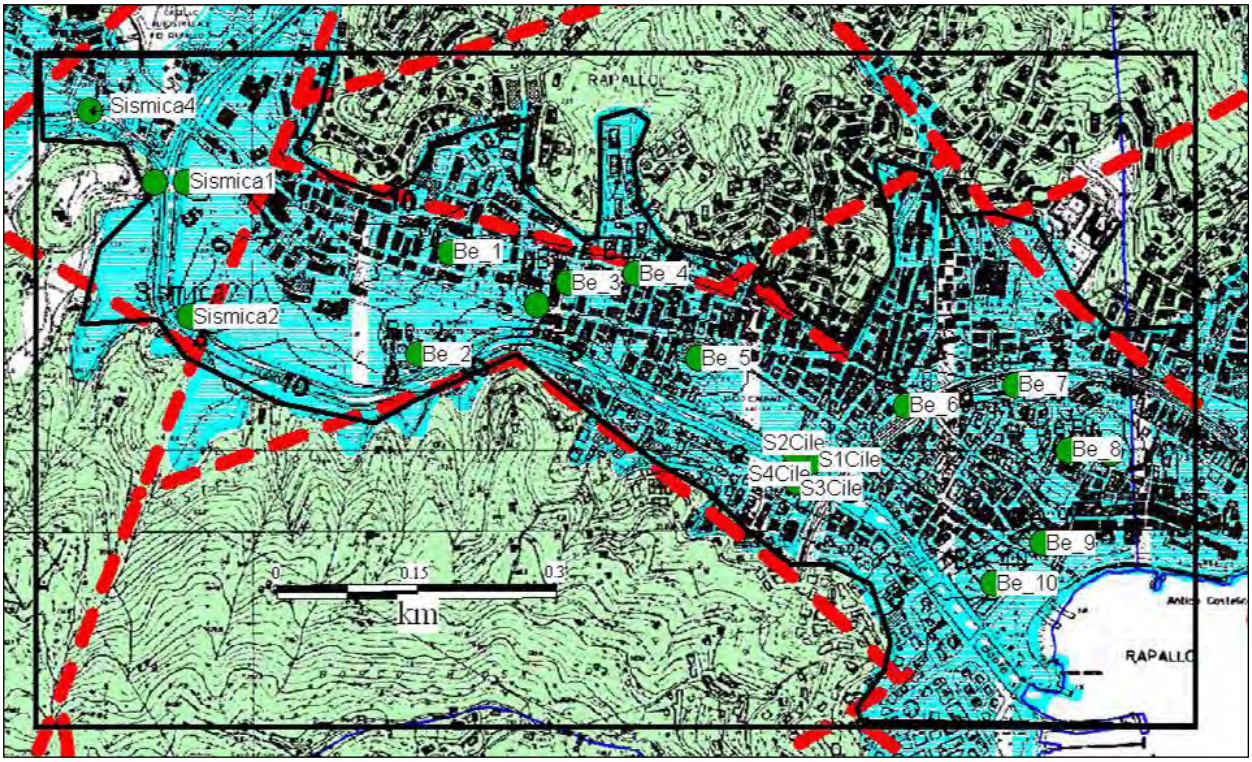


Figura 2. Particolare dei sedimenti alluvionali recenti (area in colore azzurro all'interno del rettangolo nero) nella porzione terminale del Torrente Boate e dell'ubicazione dei pozzi e dei sondaggi utilizzati per la modellazione (nella figura i pozzi, i sondaggi e le indagini geofisiche appositamente effettuate sono indicati con il simbolo del cerchio colore verde), in verde i settori con roccia calcarea della formazione del Monte Antola, le linee rosse tratteggiate indicano le faglie presunte (scala grafica).

Le informazioni riportate in Figura 4 sono state utilizzate per una prima definizione dell'andamento del substrato roccioso nella zona terminale dell'acquifero alluvionale (sino al settore di confluenza tra i torrenti Santa Maria e San Pietro in quanto per tale zona sono disponibili un numero significativo di informazioni geologiche). E'da segnalare che i dati utilizzati includono anche i risultati di campagne geofisiche di prospezione sismica appositamente realizzate nell'ambito dell'incarico in questione.

La seguente Figura riporta una possibile modellazione del substrato roccioso effettuata sulla base delle informazioni disponibili.

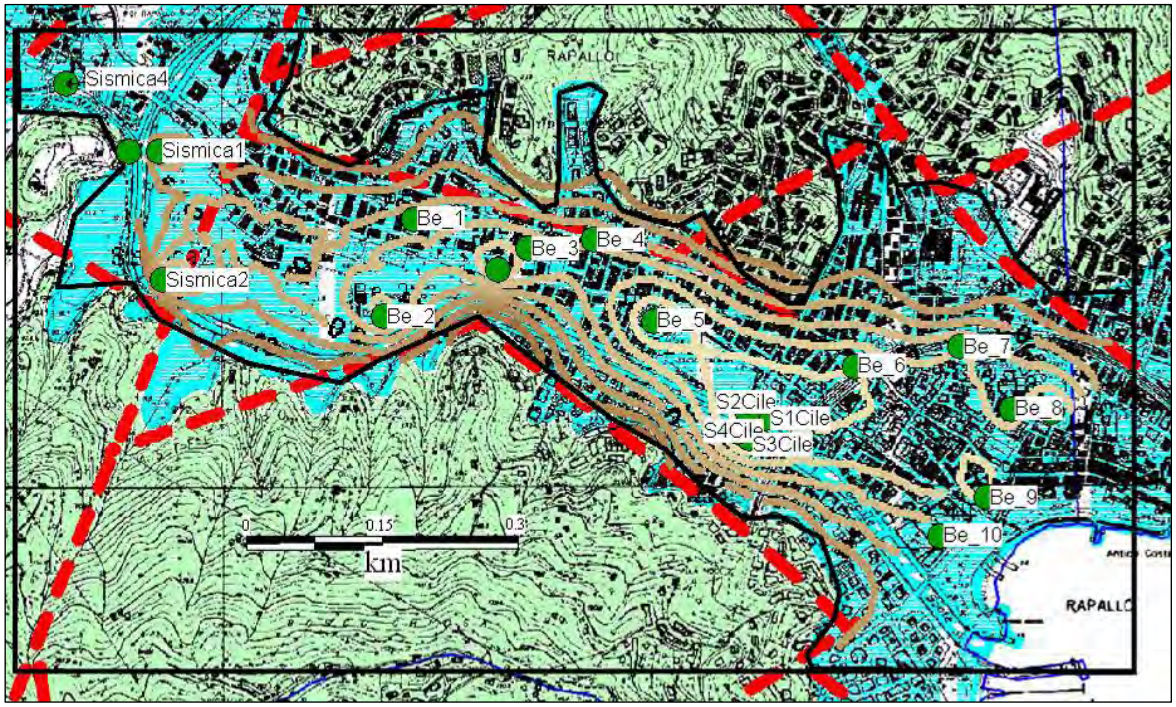


Figura 3. Settore d'indagine con evidenziate (in marrone) le isobate del substrato (equidistanza 5 m, curve in metri sul livello medio marino), i cerchi come nella figura precedente (colore verde) mostrano le informazioni geologiche (dirette – sondaggi- ed indirette –prospezioni geofisiche-) impiegate per la ricostruzione.

Una prima analisi di tale figura sembrerebbe indicare:

- profondità massime del corpo sedimentario sino a circa – 15 m sul livello medio marino;
- un volume complessivo occupato dal corpo principale dei depositi sedimentari pari a circa 4 – 5 milioni di metri cubi (stima per difetto sino al settore di confluenza tra i torrenti Santa Maria e San Pietro), circa 8 milioni se spinto alle alluvioni afferenti al pozzo S.Massimo e Cardinale, che corrisponde ad una ricarica con volume di acquifero disponibile di circa 1.2 milioni di m^3 e 2 milioni di m^3 se esteso.

Nella successiva Figura 4 sono illustrate le curve di eguale spessore (isopache) del materasso alluvionale.

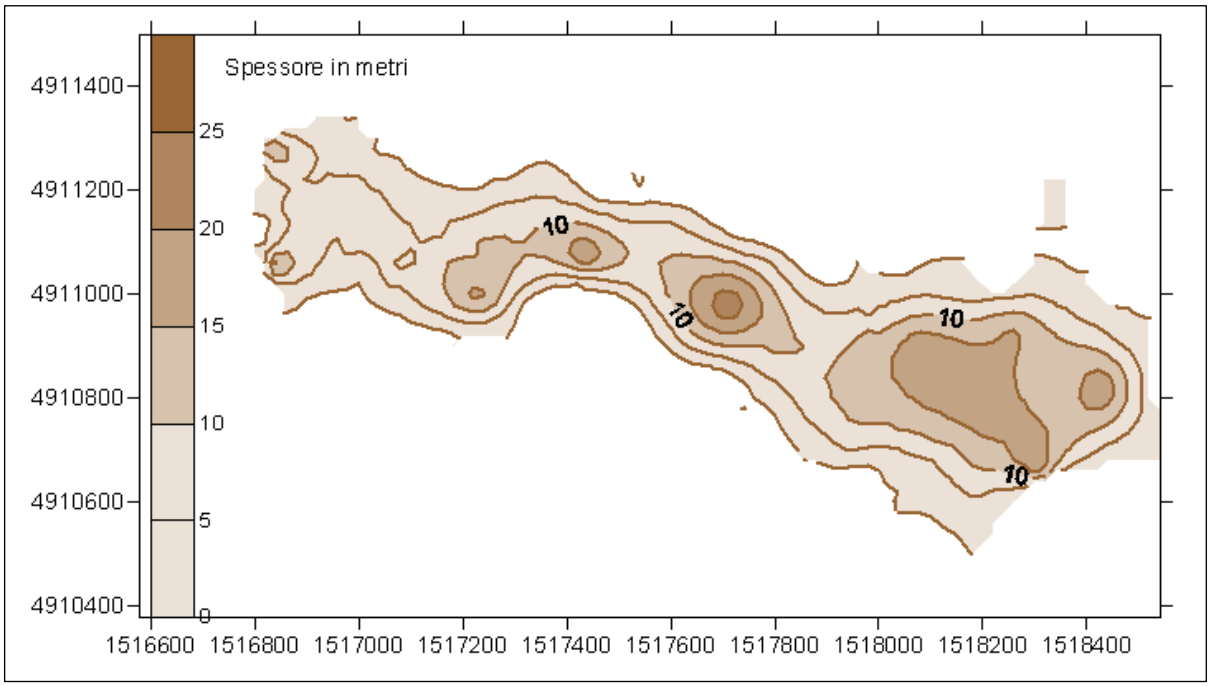


Figura 4. Carta interpretativa delle isopache del corpo alluvionale sede di falda acquifera in mezzo poroso (equidistanza 5 m, sistema di coordinate Gauss – Boaga).

Dall'analisi dei dati raccolti risulta come nei settori centrali gli spessori sembrerebbero raggiungere valori sino a poco oltre i 20-25 m. Infine per avere una prima indicazione sulle caratteristiche del corpo sedimentario sopra descritto, e sede della falda acquifera alluvionale, è stata condotta una campagna di ricerca ed analisi di dati stratigrafici per quanto riguarda il settore di piana alluvionale che giunge sino alla zona di confluenza tra i torrenti Santa Maria e San Pietro. Tutte le informazioni geologiche reperite (prevalentemente sondaggi, indagini geofisiche e studi geologici del settore) sono state uniformate alle classi idrogeologiche delle: ghiaie, sabbie, limi, argille e riporti antropici

di copertura; tali materiali sono i principali costituenti dell'acquifero alluvionale e sono contenuti sostanzialmente dal substrato roccioso in calcari marnosi, l'analisi ha rivelato la presenza di bassi localizzati dell'andamento del substrato che possono rappresentare trappole permanenti per il cuneo salino. I risultati di queste prime interpretazioni sono illustrati nelle seguenti

Figura e Figura interpretative (in cui la scala verticale è esagerata per ragioni di leggibilità).

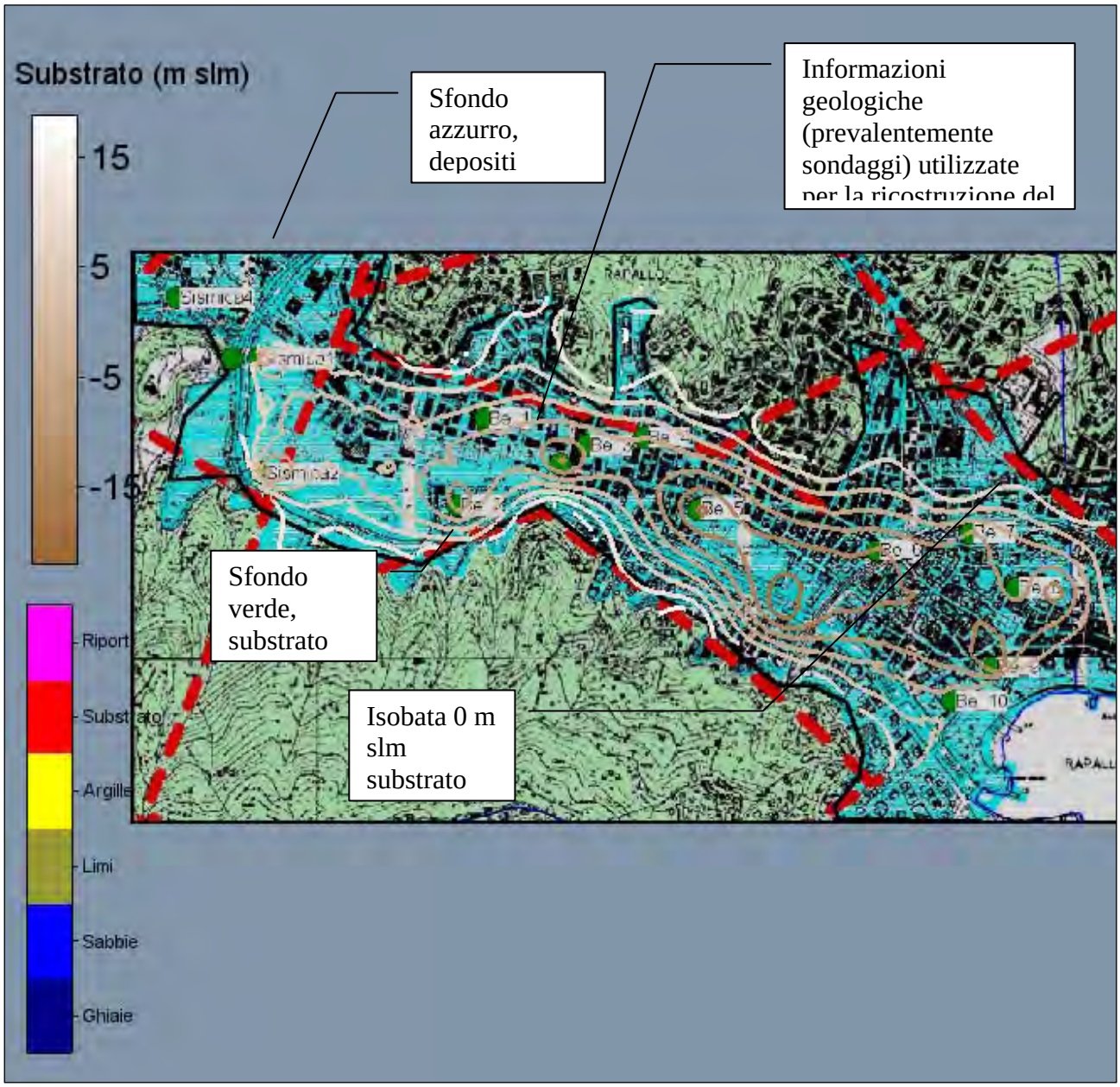


Figura 5. Vista dall'alto del settore alluvionale, con indicati i sondaggi distinti per tipologia di sedimento prevalente (in blu scuro le ghiaie, in blu le sabbie, in marroncino i limi, in giallo le argille, ed in viola i riporti, sullo sfondo la carta geologica di riferimento che riporta in verde il substrato roccioso ed in azzurro i depositi alluvionali).

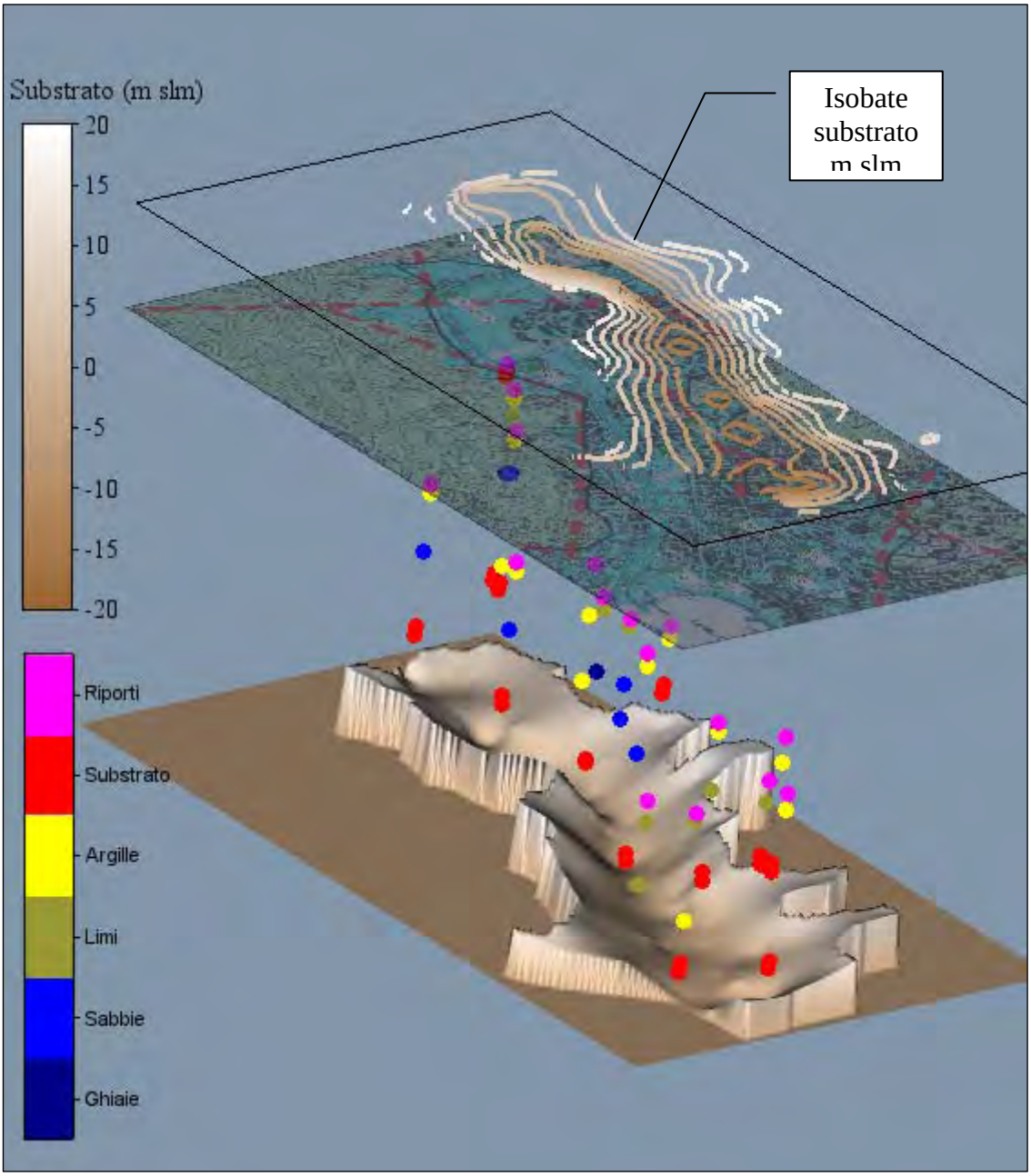


Figura 6. Vista da Sud Est con definizione del substrato (isobate marroni nella parte sovrastante dell'immagine ed inviluppo del substrato roccioso nella parte bassa) e dei sondaggi disponibili per la definizione delle caratteristiche stratigrafico-idrogeologiche del corpo sedimentario (figura con esagerazione della scala verticale).

Tramite un software proprietario di carattere sperimentale, basandosi sulle informazioni geologiche reperite (indicate con un pallino verde in Figure 5 e 7), è stato eseguita la ricostruzione generale del corpo alluvionale sedimentario della valle del torrente Boate, riconducendo i dati stratigrafici alle principali classi granulometriche/tipologie di materiale (quali: riporti, argille, limi, sabbie, ghiaie); la figura seguente mostra una serie di sezioni interpretative indicative dei risultati ottenuti.

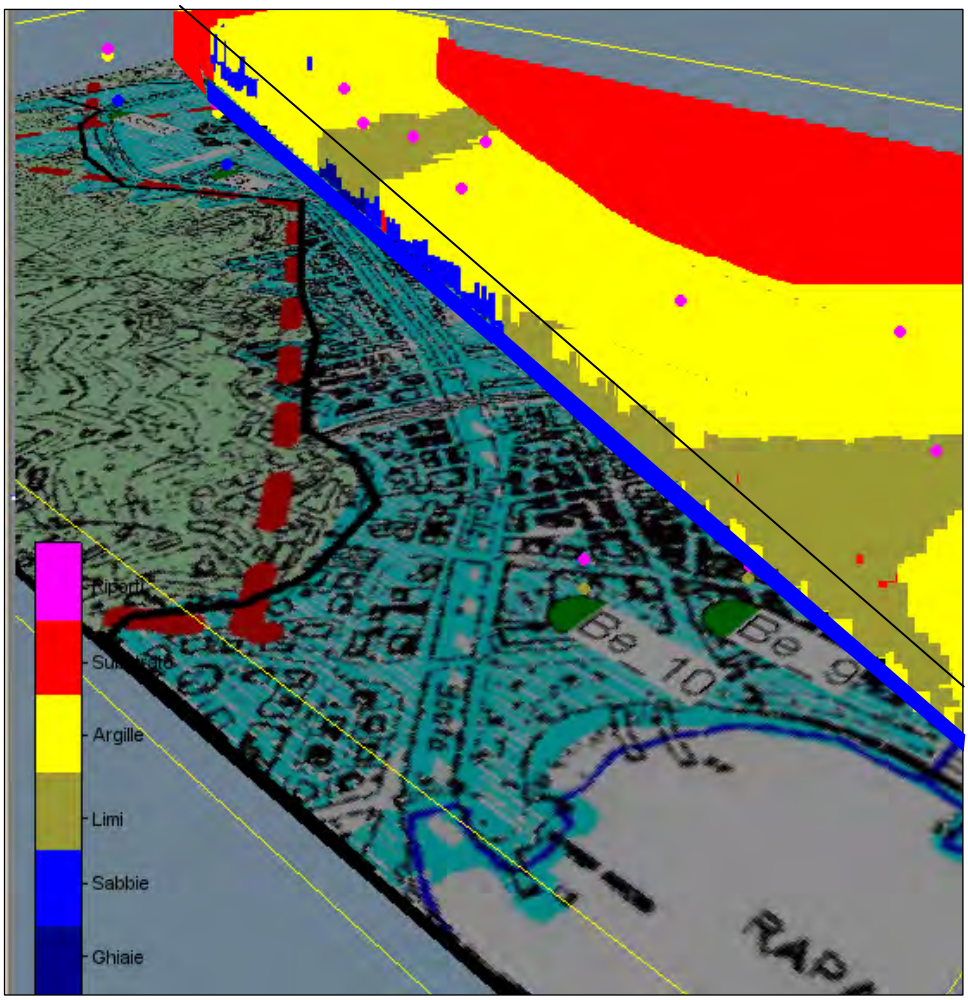


Figura 7. Vista indicativamente Est Sudest-Ovest nordoveest in modo da definire una sezione quasi longitudinale al corso d'acqua per la definizione delle caratteristiche stratigrafico-idrogeologiche del corpo sedimentario (in colore blu le ghiaie, in azzurro le sabbie, in marrone i limi e in giallo le argille o il substrato roccioso. Nota: figura con esagerazione della scala verticale).

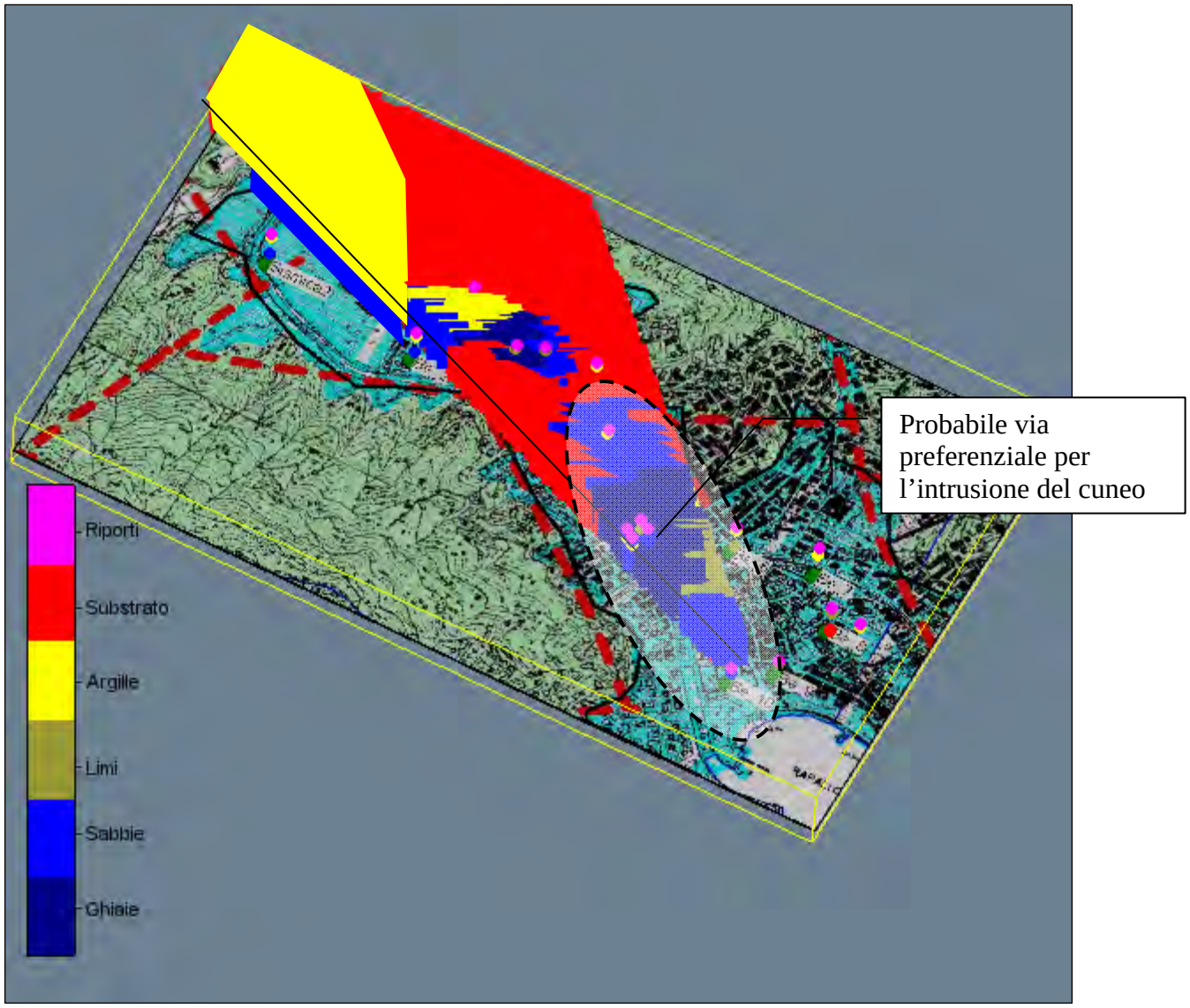


Figura 8. Stralcio vista da Sud della ricostruzione (versione 1.1) del corpo alluvionale sedimentario del torrente Boate –GEV- (in blu scuro le ghiaie, in blu le sabbie, in marroncino i limi, in giallo le argille, in rosso il substrato roccioso e in viola i riporti, scala verticale esagerata –circa 5 volte- rispetto all'orizzontale).

Un'analisi percentuale dei dati stratigrafici disponibili mostra che la classe granulometrica prevalente è quella delle argille cui seguono le sabbie e i limi ed infine le ghiaie (cfr. la seguente Figura 9).

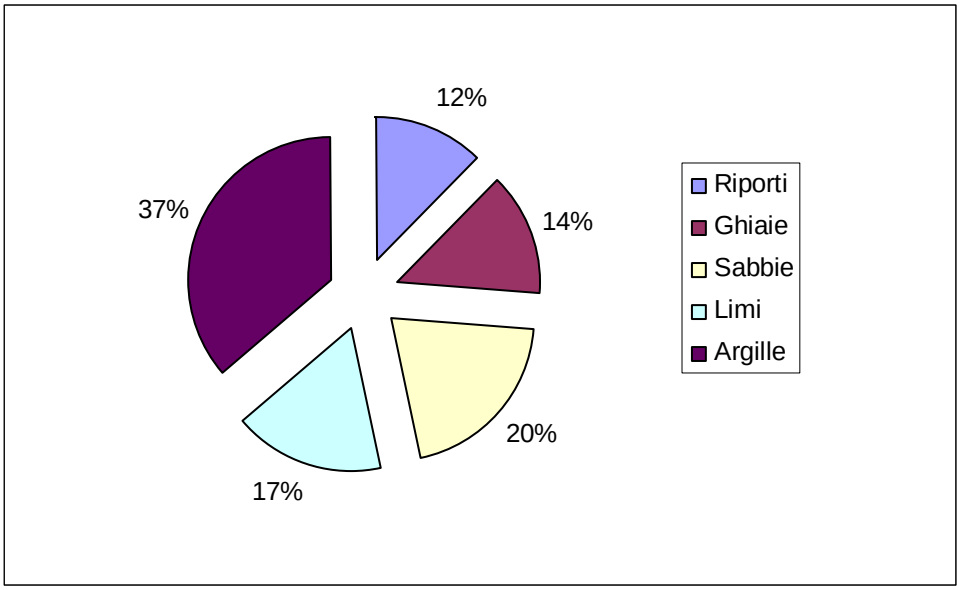


Figura 9. Analisi percentuale dei dati stratigrafici disponibili, interpretati secondo un'ottica idrogeologica.

Si segnala che i risultati riflettono i dati ad oggi reperiti (febbraio 2011) e che ogni integrazione può contribuire a migliorare la rappresentazione di quanto indagato (profondità substrato roccioso e composizione granulometrica principale del materasso alluvionale).

Ulteriori cosiderazioni derivate dallo studio del modello geologico ed idrogeologico del territorio indicano un tipo di sedimentazione che ha caratterizzato la parte terminale del bacino sostanzialmente ascrivibile ad un ambiente di tipo costiero palustre, da cui deriva la presenza di livelli sostanzialmente limoso argillosi di notevole spessore contraddistinti da una relativa continuità e che hanno determinato le seguenti condizioni:

- ✓ detti livelli argillosi rendono l'acquifero poduttivo sostanzialmente confinato e hanno rappresentato, in un contesto così intensamente popolato e conseguentemente soggetto ad episodi di inquinamento, l'insostituibile difesa dello stesso mantenendo costantemente negli anni le necessarie caratteristiche organolettiche dell'acqua.

- ✓ detti livelli condizionano sostanzialmente la ricarica della falda anche perché interessano lo stesso letto del Torrente Boate, che pare alimentata direttamente dai letti dei Torrenti S.Anna e San Pietro solo prima della loro confluenza nei tratti di maggiore pendenza; questo rende importante la reattività e la sensibilità alla ricarica del corpo acquifero

8. Modello concettuale del sito ed il Contesto geologico ed idrogeologico di riferimento

Lo scopo dell'analisi studio è quello di valutare le conseguenze sul campo pozzi (prelievo idropotabile) di Sanit'Anna a servizio della città di Rapallo (Ge), gestito da Acque Potabili, di un eventuale perdita delle vasche di trattamento del nuovo impianto di depurazione collocato in sponda sinistra del Torrente Boate, il settore frontale delle vasche si trova ad una distanza lineare di circa 75 m dai pozzi di prelievo; L'area destinata ad ospitare l'impianto è illustrata nella Figura 1 che segue.

Allo scopo è stato allestito, sulla base delle conoscenze pregresse, un modello matematico numerico tridimensionale con soluzione alle differenze finite (codice di calcolo impiegato Visual Modflow Version: 2011.1 Premium della casa Schlumberger Water Services) per la simulazione del deflusso di falda nel settore di interesse; il modello matematico ed il relativo modello geologico di base sono stati realizzati attraverso:

- sulle conoscenze pregresse del settore ed in particolare sui dati bibliografici disponibili;
- sulle indagini geognostiche realizzate nelle due fasi progettuali dell'impianto per le quali sono stati eseguiti 8 sondaggi geognostici, centinaia di metri di indagini geofisiche (Sismisca e geoelottriche) e prove geotecniche di laboratorio il cui dettaglio è riportato in All.1;
- sulle informazioni contenute nella cartografia geologico-idrogeologica ufficiale (Piano di Bacino del Torrente Boate –Ambito 15-);
- sulle analisi modellistiche già eseguite nel settore; in particolare precedenti modellazioni: "Acquifero del Torrente Boate (Rapallo, Genova); Prima Modellazione dei Sistemi di Alimentazione e Deflusso nel Bacino Idrografico di Pertinenza","Valutazione delle Modalità di Ricarica della Porzione Terminale dell'Acquifero Alluvionale del Torrente Boate (Rapallo, Genova) e loro Possibile Implementazione" e primo report in merito a "Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso di Falda per la Valutazione delle Conseguenze di un Potenziale Sversamento in merito alle Opere di Completamento del Depuratore Acque Reflue del Comune di Rapallo (Genova)" di cui il presente costituisce una prosecuzione alla luce delle recenti campagne geognositiche eseguite.

Tutte le assunzioni di seguito adottate per il modello predisposto sono di carattere cautelativo.

Per valutare le possibili conseguenze di una tale collocazione è stato ipotizzato un episodio di eventuale sversamento di liquido inquinante a partire dal lato maggiormente prossimale verso il campo pozzi delle vasche del depuratore, tramite il modello allestito, è stato valutato il destino di tale sveramento.

Per avere condizioni maggiormente cautelative è stato imposto un battente di 4-5 m circa sul punto di sversamento, non è stato considerato l'effetto svolto dalle pareti in calcestruzzo armato della vasca, ma solamente le caratteristiche idrauliche dei materiali confinanti (depositi sedimentari e substrato roccioso), e il contaminante viaggia per moti esclusivamte advettivi senza alcuna reazione nei confronti dei materiali attraversati, né è soggetto a fenomeni dispersivi.

Nel seguito del rapporto vengono illustrati i risultati ottenuti.



Figura 1. Vista del settore di intervento (in blu i pozzi idropotabili).

8.1 Contesto geologico ed idrogeologico di riferimento e modello concettuale del sito

Il contesto di intervento si colloca in una porzione intensamente antropizzata del tratto terminale del torrente Boate (a circa 1200 m dalla foce); prendendo a riferimento l'alveo del corso d'acqua, in sinistra idrografica delle sue arginature artificiali è presente il campo pozzi IDRO TIGULLIO (immediatamente a valle di alcuni campi da golf) e, in destra idrografica e leggermente a valle del campo pozzi, si troverebbe il sito di potenziale collocazione dell'impianto di depurazione. La distanza lineare minima tra i due siti di interesse è di circa 70 m.

La geologia del settore, in sponda sinistra del torrente Boate corrispondente al Campo Pozzi di Sant'Anna, è così schematizzabile (cfr. l'Allegato 1. Colonna stratigrafica di riferimento per i pozzi di emungimento del campo IDRO TIGULLIO):

- un primo orizzonte superficiale di qualche metro di spessore in materiali di riporto;
- un livello di 4 – 5 m di spessore di ghiaie con sabbia ed argille;
- un orizzonte argilloso (argilla rossa alluvionale in Allegato 1) di 2,5 m di spessore che, sulla base dei dati bibliografici raccolti e delle indagini eseguite, mostra una continuità laterale con spessori anche superiori ai 2,5 m;
- un orizzonte di ghiaia e sabbia di 6 m di spessore che costituisce il corpo acquifero da cui vengono prelevate le acque dai pozzi idropotabili;
- uno strato sottostante di circa 3 m di spessore, classificato come argilla dura rossa metamorfica (cfr. Allegato 1), che rappresenta il probabile cappellaccio di alterazione del sottostante substrato roccioso in calcari del monte Antola.

I filtri di captazione del campo pozzi sono posizionati nelle ghiaie acquifere poste a circa 9 m dal Piano campagan.

In sponda destra le indagini di dettaglio hanno permesso di riscontrare la presenza di materiali limo argillosi (con percentuale dell'argilla che cresce spostandosi dal sito del depuratore verso il torrente Boate), con spessori massimi fino a circa 5 m, al di sopra di un substrato roccioso in calcari marnosi del monte Antola piuttosto massivo (le prove di permeabilità in foro hanno fornito valori pressochè nulli).

Le condizioni topografiche sono desunte dallo studio per la risistemazione idraulica del torrente Boate che riporta una sezione dettagliata proprio in corrispondenza del settore di intervento.

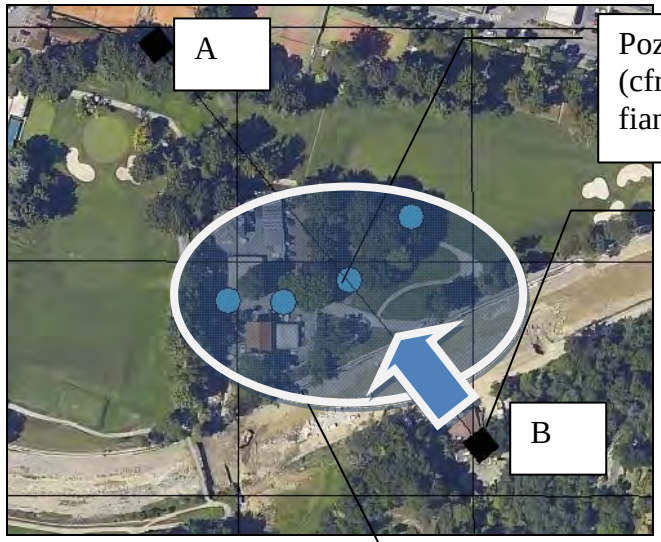
Il modello concettuale vede dunque un potenziale evento di sversamento in corrispondenza del limite della vasca più vicina al campo pozzi con i limitrofi pozzi dell'acquedotto in funzione (con gli emungimenti pari a 1000 metri cubi al giorno per ciascun pozzo –portate massime registrate per il campo pozzi -mese di gennaio 2009 -).

La seguente Figura 2 mostra lo schema concettuale di riferimento in cui l'ipotetico contaminante potrebbe percolare nel sottosuolo e venire richiamato dal cono di depressione determinato dal campo pozzi, con tutti i pozzi considerati cautelativamente a massimo regime.

Il modello allestito presume le seguenti condizioni cautelative:

- campo pozzi funzionante a regime massimo;
- particelle contaminanti che si muovono per sola advezione, ossia moto equivalente a quello di una particella di acqua senza alcuna reazione o ritardo causato dall'interazione con le acque e/o i sedimenti circostanti;
- presenza di un battente costante pari a circa 4-5 m al di sopra del punto di sversamento che può spingere ulteriormente i materiali verso il cono di depressione esercitato dal campo pozzi in funzione.

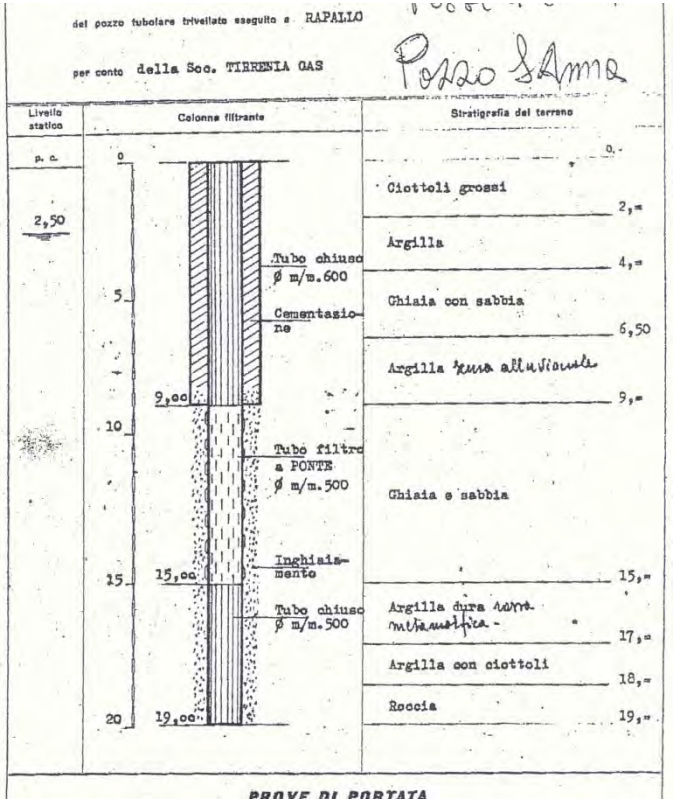
Figura 2. Sezione geologica e modello concettuale del sito (scala 1:100).



Pozzo Sant'Anna n. 3 (cfr. la stratigrafia a fianco)

Posizione impianto depurazione e punto di sversamento

Cono di depressione esercitato dal campo pozzi (qualitativo e direzione e verso del deflusso delle acque sotterranee)



Per definire le caratteristiche dell'acquifero alluvionale (conducibilità idraulica) sono state utilizzati i valori da prove di laboratorio sui campioni prelevati in sito, i valori da prove di pompaggio in sito su pozzi del campo Sant'Anna (rispettivamente Allegato 2. Prove di laboratorio su campioni prelevati presso l'alveo del torrente Boate ed Allegato 3. Prove di pompaggio sul pozzo numero 4 del campo pozzi di San'Anna), da prove appositamente allestite in corrispondenza dell'intervento in questione e valori da bibliografia per materiali corrispondenti.

In particolare la permeabilità dell'orizzonte argilloso è stata ricavata dalle prove effettuate in laboratorio operando scelte cautelative (valori di alta permeabilità nel dominio delle argille); la permeabilità media dei materiali alluvionali acquiferi è stata ricavata da prove di laboratorio (prelievo di campioni, ricostruzione degli stessi per diversi valori di addensamento e test di permeabilità per ciascun valore di addensamento –cfr. Allegato 2-) e la permeabilità dell'acquifero "sviluppato" dalla presenza del campo pozzi è ricavata dalla prova di pompaggio (cfr. Allegato 3) e poi leggermente modificata durante la fase di taratura del modello; le prove in sito per determinare le permeabilità della roccia hanno dato valori da bassissimi a nulli derivati dalla presenza di riempimento argillosi presenti nel modesto reticolo fessurativo presente nell'ammasso roccioso. Sono stati adottati valori più cautelativi risultanti da prove nella stessa formazione rocciosa (calcari del monte Antola) effettuate su condizioni fessurative simili.

Le caratteristiche idrauliche dei materiali presenti sono illustrate nella seguente Tabella 1.

Materiale	**Conducibilità idraulica (m/s)**	**Fonte**
Acquifero alluvionale	Da 10 -3 a 10 -5	Bibliografia e prove in sito
Limi argillosi in corrispondenza dell'impianto in progetto	Da 10-7 a 10-9	Prove in sito (riscontrati anche valori di 10 -10)
Substrato roccioso	Da 10-7 a 10-8	(le prove in loco hanno fornito valori da ridottissimi a nulli)

Tabella 1. Caratteristiche idrogeologiche assegnate ai diversi materiali.

In merito al regime di falda vigente nell'intorno del campo pozzi questo è stato ricavato dal modello di deflusso di falda a scala di bacino precedentemente allestito per studiare le modalità di alimentazione del campo pozzi, le sue potenzialità e le possibili interferenze con il cuneo salino; la seguente figura riporta uno stralcio della piezometria ricavata dalle simulazioni eseguite con il modello sopra indicato.

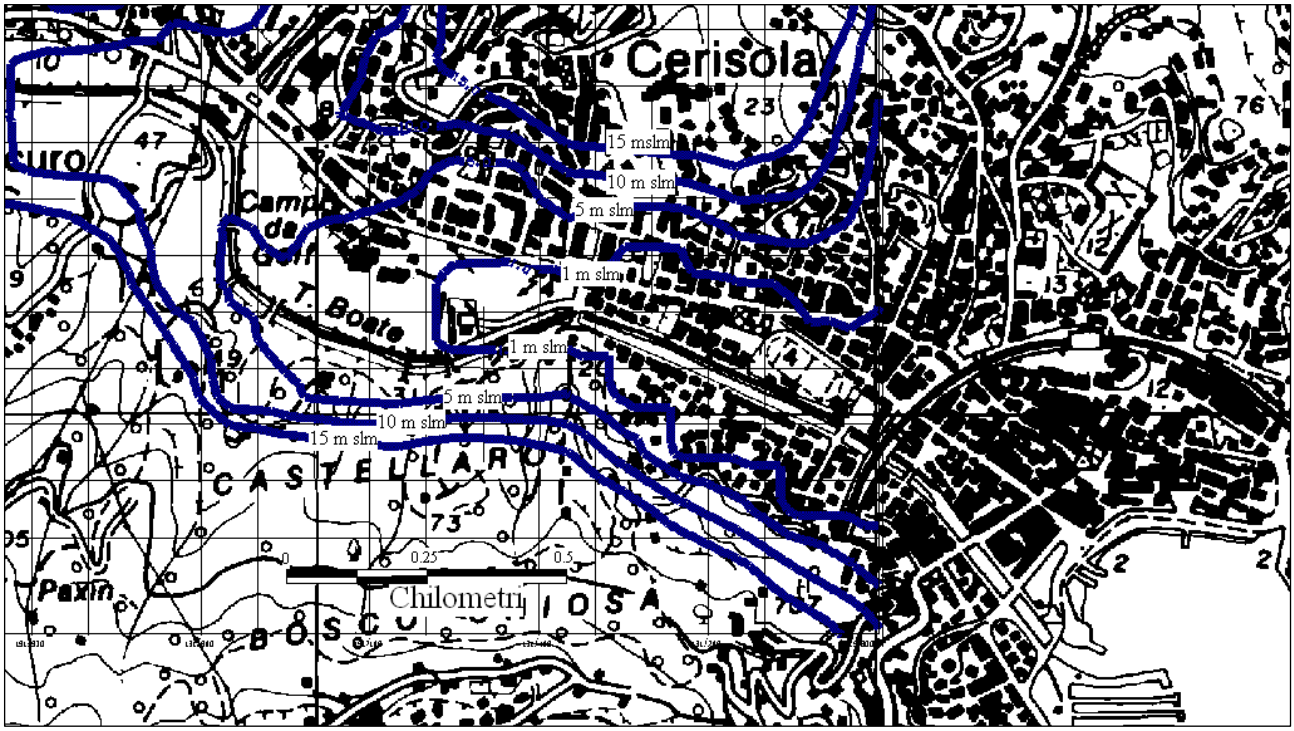


Figura 3. Piezometria del settore terminale del torrente Boate (Rapallo, Genova) secondo i risultati delle modellazioni eseguite (valori delle isofreatiche in metri slm).

8.2 Il codice di calcolo

Il codice di calcolo Modflow con le routine ad esso associate, è un modello alle differenze finite in grado di simulare il flusso dell'acqua attraverso i mezzi porosi ed i relativi fenomeni di trasporto. Il codice sorgente, scritto in linguaggio Fortran 77, ha una struttura modulare costituita da un programma principale ed una serie di sottoprogrammi indipendenti. Ciascun modulo tratta specifiche caratteristiche del sistema idrogeologico da simulare, ovvero un particolare metodo di risoluzione del sistema d'equazioni che descrivono il flusso.

Il codice adottato per gli scenari in esame è Visual Modflow Version: 2011.1 Premium prodotto da Schlumberger Water Services. La versione Visual MODFLOW permette di utilizzare il modello MODFLOW operando con un'interfaccia grafica dedicata.

Tale versione consente l'allestimento di scenari di flusso e trasporto (anche tridimensionali) con analisi e quantificazione dei fenomeni indagati.

Nel caso in esame è stato implementato un modello tridimensionale nel settore del campo pozzi che ha simulato/permesso di stimare:

- la situazione di deflusso di falda con regimi massimi di portate dal campo pozzi;
- l'eventuale tragitto della contaminazione dal punto di sversamento verso il campo pozzi e le tempistiche di arrivo al primo pozzo idropotabile.

8.3 Risultati dell'analisi modellistica di falda

La seguente Figura 4 mostra le condizioni iniziali con il campo pozzi con i pozzi in attività (prelievo di 1000 metri cubi al giorno per ciascun pozzo) ed il punto di sversamento del contaminante in corrispondenza dell'alveo del torrente Boate a circa 70 m dal pozzo n. 3 (il più vicino in linea d'aria al punto di contaminazione)

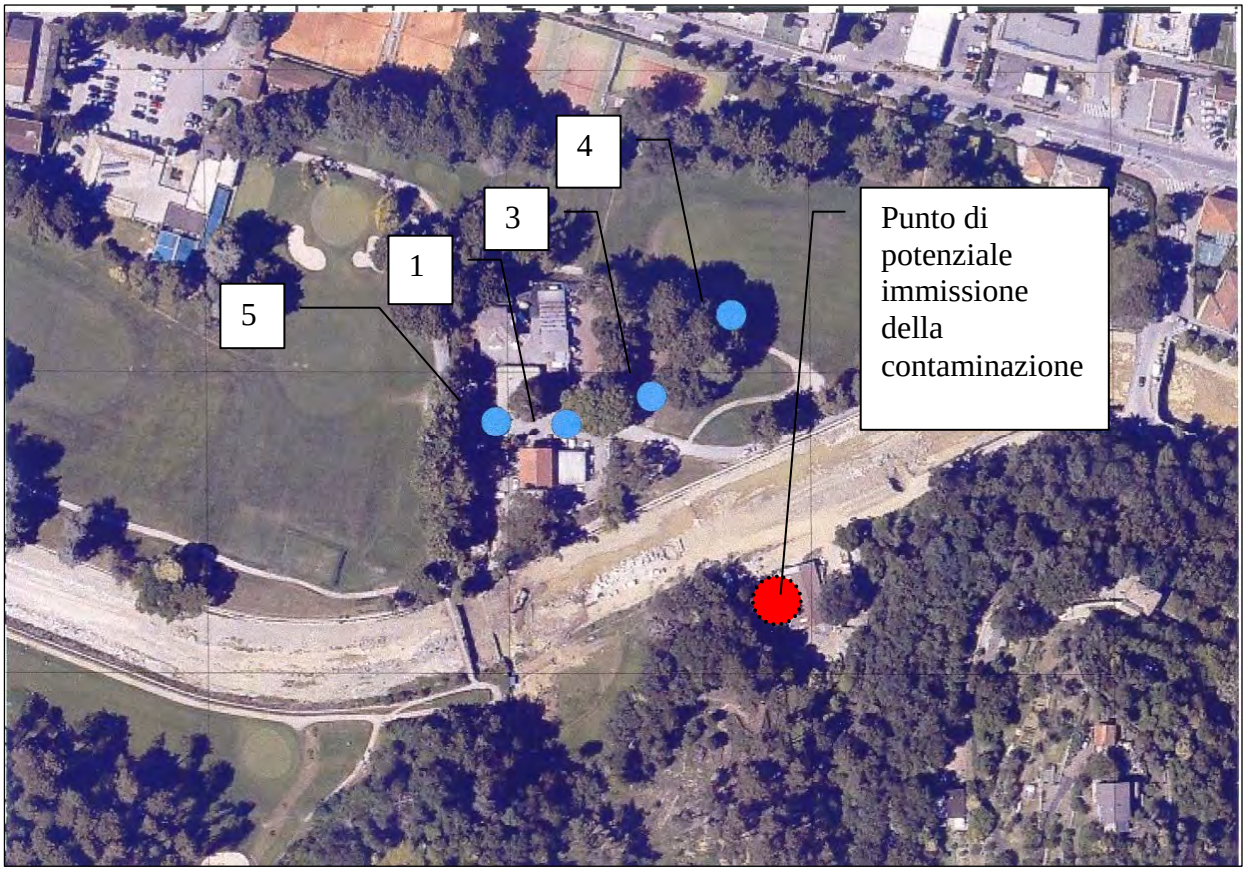


Figura 4. condizioni iniziali per le simulazioni eseguite (cerchi azzurri pozzi del campo Acque Potabili, in nero il punto origine della contaminazione).

La contaminazione, potrebbe essere richiamata dal cono di depressione esercitato dal campo pozzi verso i pozzi medesimi. Il modello valuta i tempi ipotetici impiegati dal punto di sversamento sino al campo pozzi.

Le successive **Figura 5**, **Figura 6** e **Figura 7** riportano gli esiti della modellazione dell'ipotetico evento di contaminazione in cui si nota (linee rosse) che il contaminante viene richiamato verso il campo pozzi (nello specifico verso il pozzo numero 3) con tempistiche assai lunghe.

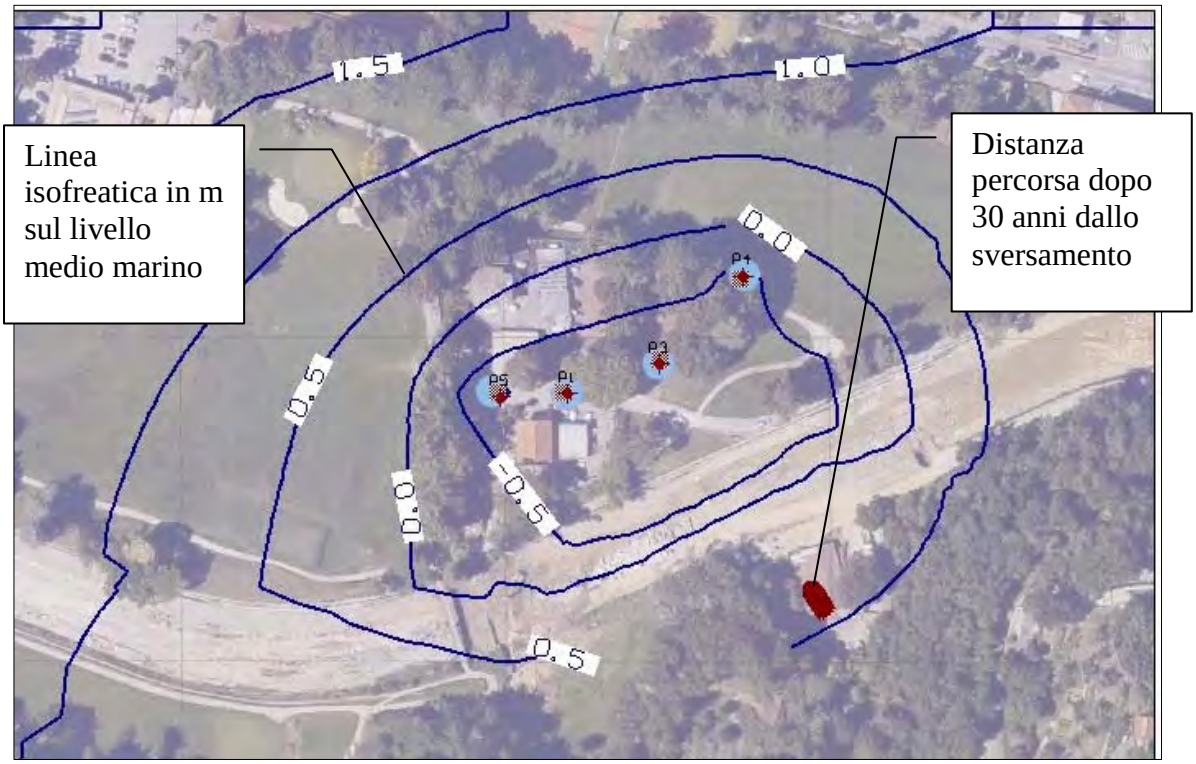


Figura 5. Vista planimetrica del potenziale tragitto delle particelle di contaminazione verso il campo pozzi dopo circa 30 anni dallo sversamento (fonte Google Maps).

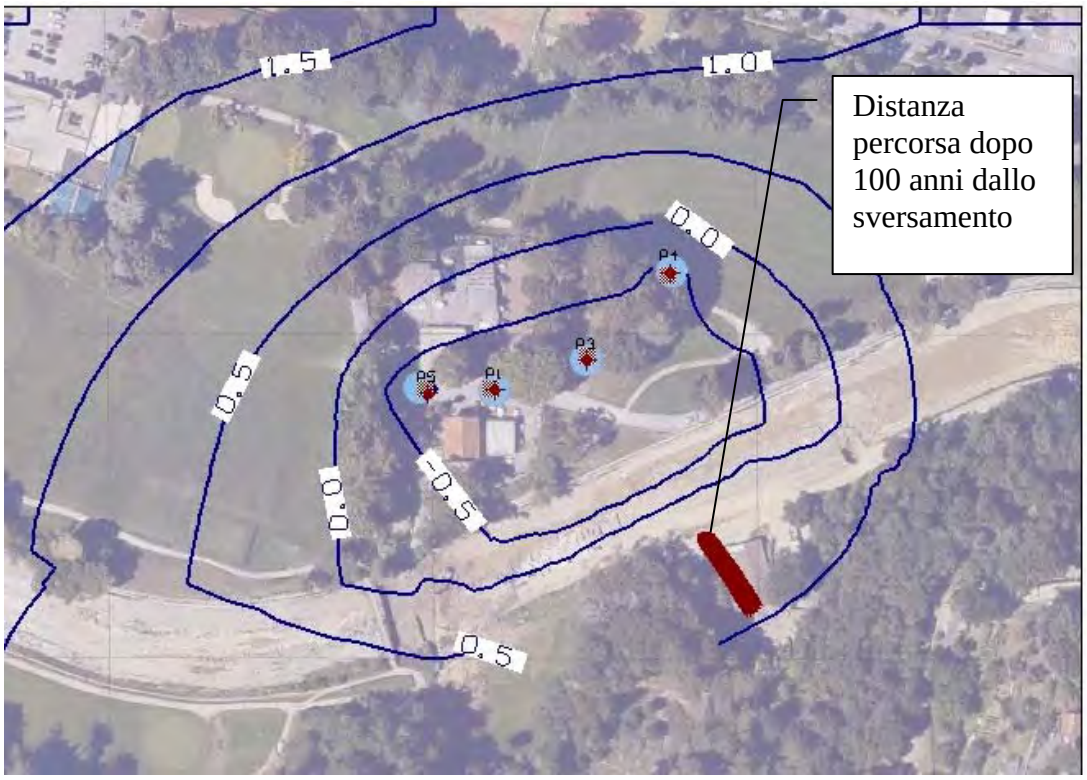


Figura 6. Vista planimetrica del potenziale tragitto delle particelle di contaminazione verso il campo pozzi dopo circa 100 anni dallo sversamento (fonte Google Maps).

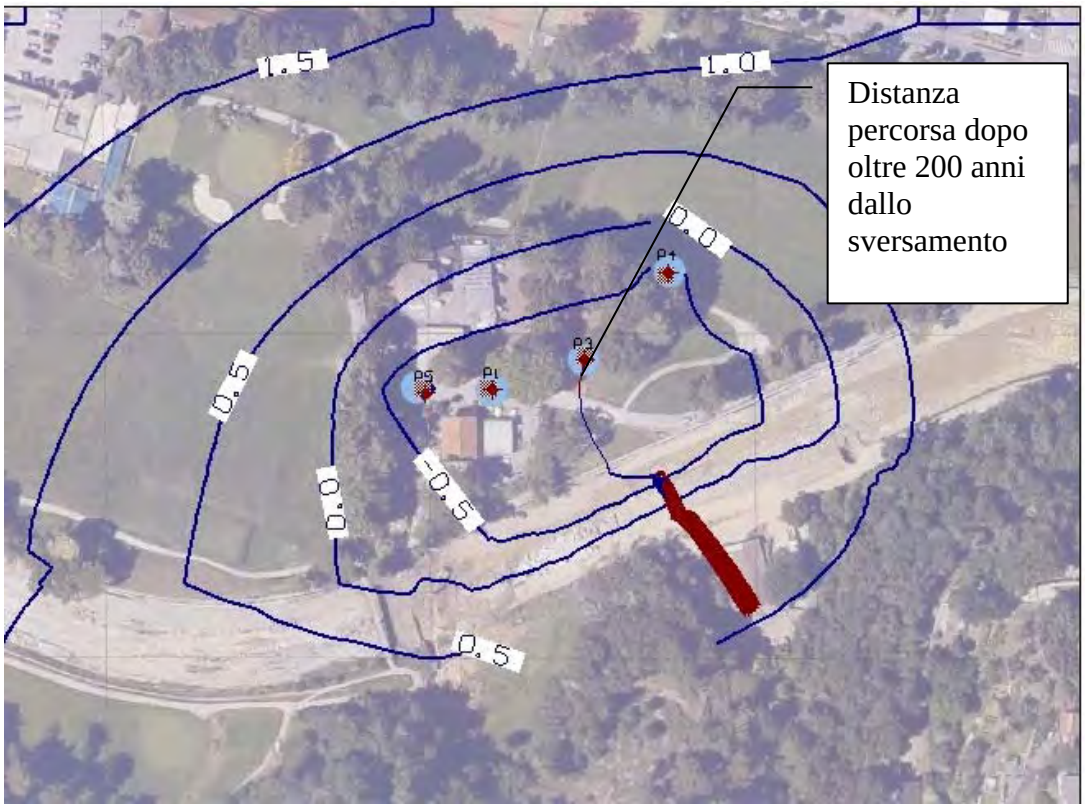


Figura 7. Vista planimetrica del potenziale tragitto delle particelle di contaminazione verso il campo pozzi dopo circa oltre 200 anni dallo sversamento (fonte Google Maps).

Le simulazioni eseguite, nel caso cautelativo di particelle di contaminante non reattive con i materiali in cui vengono a contatto, che si muovono per pura advezione senza fenomeni dispersivi o diffusivi e con pozzi funzionanti ai massimi regimi di emungimento, mostrano che le tempistiche per l'arrivo del potenziale contaminante dal punto di sversamento, collocato al centro dell'alveo del torrente Boate, al campo pozzi (in particolare al pozzo n. 3 che risulta quello prossimo al punto di sversamento), risultano pari ad oltre circa 200 anni.

9. Conclusioni

Al fine di verificare e quantificare la possibilità che un evento accidentale determini la possibilità di contaminazione del campo pozzi Sant'Anna, è stato allestito un modello matematico numerico tridimensionale alle differenze finite di flusso di falda e di trasporto.
I risultati ottenuti mostrano che, nel caso di un'eventuale perdita dalle vasche di trattamento del nuovo impianto di depurazione collocato in sponda destra del Torrente Boate, le sostanze inquinanti potrebbero raggiungere i pozzi di emungimento, distanti circa 70 m in linea d'aria, (ponendo nel modello una serie di condizioni di natura cautelativa) in circa 2400 mesi dall'evento accidentale.

Dalle indicazioni riportate nelle "Linee guida per la delimitazione delle aree d i salvaguardia" (si veda PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE della Regione Liguria Allegato VII)…. *"Il tempo di sicurezza di norma utilizzato è di 60 giorni per la zona di rispetto ristretta e 180 o 365 giorni per quella allargata, in funzione del grado di rischio di contaminazione della risorsa e del tipo di protezione applicato. L'intervallo di tempo è normalmente adottato sulla base della possibilità di eseguire controlli e in parte sulla base delle caratteristiche degli inquinanti. In ogni caso si consiglia di considerare un tempo di sicurezza non inferiore a 75/100 giorni, che corrisponde al tempo di sopravvivenza di buona parte dei virus più comuni trasportati in acqua"*

Da cui si evince che il tempo stimato , per il raggiungimento del campo pozzi da parte delle sostanze sversate, è largamente sufficiente a definire la distanza come sicura ed il criterio temporale è soddisfatto.
Il criterio Idrogeologico è altrettanto soddisfatto poiché, dal modello geologico-idrogeologico l'acquifero da cui emungono i pozzi di S.Anna appare, alla scala locale, confinato ed isolato dalla zona che ospiterà l'impianto.

Dr. Geol. Luciano Minetti



A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE
Comune di Rapallo
Opere di completamento del depuratore acque reflue
RELAZIONE DI SCREENING
Approfondimenti relativi alle prescrizioni a) e b)

del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011"Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso in Falda per la valutazione del rischio di inquinamento a carico del campo pozzi di Sant'Anna in caso di rottura e perdita delle vasche.

Allegato 1
Relazione Geologico e delle Indagini Geognostive
(progetto definitivo del Depuratore di Rapallo)



Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.: Ing. Gianluca Fontana	**Data emissione**: Gennaio 2013	
	Preparato da: Dott. Geol. Carlo Baracco **Controllato da :** Dott. Geol. Luciano Minetti	Nota : Rapporto e Modello Geologico Geotecnico in Itinere/Conclusione *1a Revisione*

CARATTERISTICHE DI QUESTO DOCUMENTO

TIPO DI DOCUMENTO	Preparato da	Controllato da	Data di emissione	Revisione
RELAZIONE GEOLOGICA E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	CB	LM	Febbraio 2013	0

Percorso e nome del file	Vecchiog\DOC|Dep.Rapallo\Indagini\Relazione-SITORONCO.doc
Autore	Carlo Baracco
Nome del Progetto	Depuratore acque reflue del Comune di Rapallo
Committente	Mediterranea delle Acque SpA - Genova

Distribuzione Copie

Rev.	N° Totale Copie	Rilasciate a:	N°
1		Med. Delle Acque SpA	
		Comune di Rapallo	
		Idrotigullio SpA	

Abbreviazioni e Simboli

NC	Terreni normalconsolidati
OC	Terreni sovraconsolidati
OCR	Grado di Sovraconsolidazione
RMR	Rock Mass Rating
GSI	Geological Strength Index
PP	Penetrometro da tasca
SPT	Standard Penetration Test
TD-CD	Prova di taglio diretto tipo consolidata-drenata
TX-CIU	Prova triassiale tipo consolidata-isotropamente-non drenata
c'	Coesione efficace, kN/m^2
c_u	Coesione non drenata, kN/m^2
D_r	Densità relativa, %
E_i	Modulo di deformabilità della roccia integra, MPa
E_d	Modulo di Young drenato, MPa
G	Modulo di taglio,MPa
G_{max}	Modulo di taglio dinamico, MPa
GS	Peso specifico assoluto di grani
IP	Indice di Plasticità
LL	Limite Liquido,%
LP	Limite Plastico, %
N	Numero di colpi SPT di campo
$N_{1(60)}$	Numero di colpi SPT corretto
k	Coefficiente di permeabilità, m/s
K_O	Coefficiente di spinta a riposo
K_A	Coefficiente di spinta attiva
K_P	Coefficiente di resistenza passiva
V_p	Velocità delle onde di compressione, m/s
V_s	Velocità delle onde di taglio, m/s
σ_{vo}	Tensione litostatica totale, kPa
σ'_{vo}	Tensione litostatica efficace, kPa
σ'_p	Tensione litostatica di preconsolidazione, kPa
σ_{ci}	Resistenza a compressione non confinata della roccia integra, MPa
ν	Coefficiente di Poisson
γ	Massa volumica, kg/m^3
γ'	Massa volumica efficace, kg/m^3
W_n	Contenuto in acqua naturale, %
ϕ'	Angolo di attrito efficace, °
ϕ'_{cv}	Angolo di attrito allo stato critico, °

SOMMARIO DEI CONTENUTI *(Preparazione in avanzato Itinere)*

1. PREMESSA .....

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO4

3. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA
3.1 GEOMORFOLOGIA
3.2 GEOLOGIA
3.3 IDROGEOLOGIA
3.4 ASPETTI RELATIVI AGLI ELEMENTI DI RISCHIO .....
3.4.1 RISCHIO DI INONDABILITÀ .....
3.4.2 RISCHIO IDROGEOLOGICO .....
3.4.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO .....
3.4.4 ACCLIVITÀ .....
3.4.5 ELEMENTI DI RISCHIO .....
3.4.6 FRANOSITÀ REALE .....
3.4.7 RETICOLO IDROGRAFICO .....

4. RILIEVI GEOLOGICI

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE Errore. Il segnalibro non è definito.

6. MODELLLO LITOSTRATIGRAFICO PRELIMINARE Errore. Il segnalibro non è definito.

7. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO
7.1 CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI SCIOLTI
7.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AL TAGLIO E DEFORMABILITÀ DEI TERRENI DI COPERTURA
7.2.1 PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO**Errore. Il segnalibro non è definito.**
7.2.2 PARAMETRI DI DEFORMABILITÀ**Errore. Il segnalibro non è definito.**
7.3 PROPRIETA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO**Errore. Il segnalibro non è definito.**

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO**Errore. Il segnalibro non è definito.**

9. ASPETTI GEOTECNICI IN FASE DI COSTRUZIONE Errore. Il segnalibro non è definito.

10. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO Errore. Il segnalibro non è definito.

11. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE INTEGRATIVE
11.1 RILIEVI GEOMECCANICI**Errore. Il segnalibro non è definito.**
11.2 SONDAGGI**Errore. Il segnalibro non è definito.**
11.3 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Bibliografia

ANNESSI
Annesso 1 Stratigrafie dei sondaggi con documentazione fotografica
Annesso 2 Profili sismostratigrafici
Annesso 3 Certificati prove geotecniche di laboratorio

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 11 marzo 1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
D.M. 14 gennaio 2008	Norme Tecniche per le Costruzioni
B.U. R. L. n°47, 19 novembre 2008	Classificazione sismica del territorio della Regione Liguria
D.lgs 3 aprile 2006 n°152	Norme in materia ambientale
D.lgs. 16 gennaio 2008 n°4	Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.lgs 3/4/2006 recante norme in materia ambientale.

2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA

3.1 Geomorfologia

L'area destinata ad ospitare il depuratore è ubicata in una vallecola in sponda destra del Torrente Boate e percorsa da un rivo affluente di destra dello stesso. Gli aspetti morfologici non sono particolarmente significativi, l'area è ricoperta da terreni coltre eluvio colluviale di granulometria da media a grossolana di spessore compreso tra 1 e 3 m secondo la cartografia di Piano, in realtà le indagini geognostiche hanno evidenziato spessori mediamente superiori, compresi infatti tra 3 e 6m. La roccia di base (Flysch di Monte Antola) in affioramento è alterata o molto alterata, sempre fratturata. Sono presenti locali manifestazioni di erosione spondale. Al livello degli approfondimenti di questo studio preliminare pare non siano presenti fenomeni franosi o segni predisposizione al dissesto-

Il quadro geomorfologico dell'area di progetto, esteso al suo intorno, è rappresentato nella Figura 2.

3.2 Geologia

L'area di progetto ricade nella parte mediana della valle del T.Boate, l'area non è particolarmente urbanizzata ma gli affioramenti di calcare marnoso del substrato sono rari e poco estesi. Il Flysch di M.te Antola è costituito da una sequenza ritmica di potenti strati torbiditici calcareo – marnosi, compatti e fratturati con interstratificazioni argillitiche, talvolta scistose e strati calcarenitici ed arenacei meno frequenti.

Il substrato calcareo marnoso è ricoperto da medi spessori (3-6m) di coltre eluvio colluviale costituita da uno scheletro di clasti calcarei centimetrici, immersi in una abbondante matrice fine e plastica

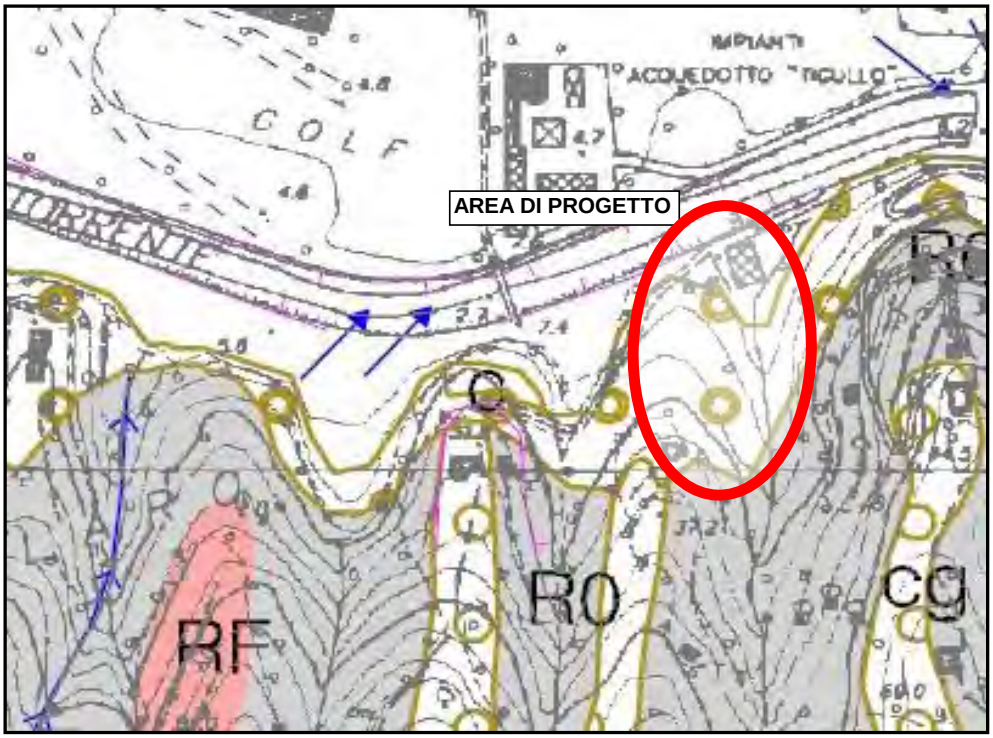
Il quadro geologico dell'area di progetto, esteso al suo intorno è rappresentato nella Figura 3.

3.3 Idrogeologia

Tutta la superficie dell'area è come detto, ricoperta da terreni di coltre in prevalenza fini e poco permeabili per porosità. Il substrato calcareo marnoso è permeabile per fratturazione, la presenza di interstrati argillitici può, localmente, ridurre significativamente la permeabilità dell'ammasso roccioso.

Al momento della esecuzione delle indagini geognostiche (aprile 2011) non si è riscontrata al presenza di falda entro la massima profondità di penetrazione delle perforazioni.
In queste condizioni non vi è quindi alcuna interferenza al moto delle acqua di circolazione sottosuperficiale.

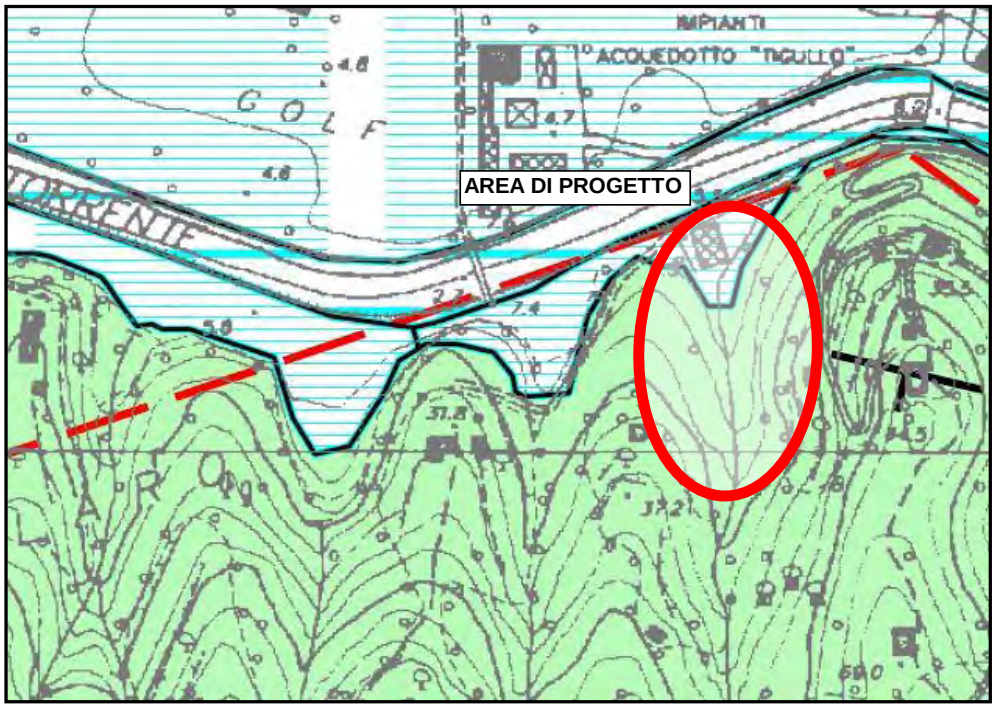
La Figura 4 che segue illustra la situazione idrogeologica del sito.



LEGENDA

	Aree prive di caratteri morfologici caratteristici
	Coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali di spessore da 1 a 3m
RF	Roccia subaffiorante alterata e molto fratturata
R0	Roccia subaffiorante

FIGURA 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)
FIGURA 3 - CARTA GEO-LITOLOGICA



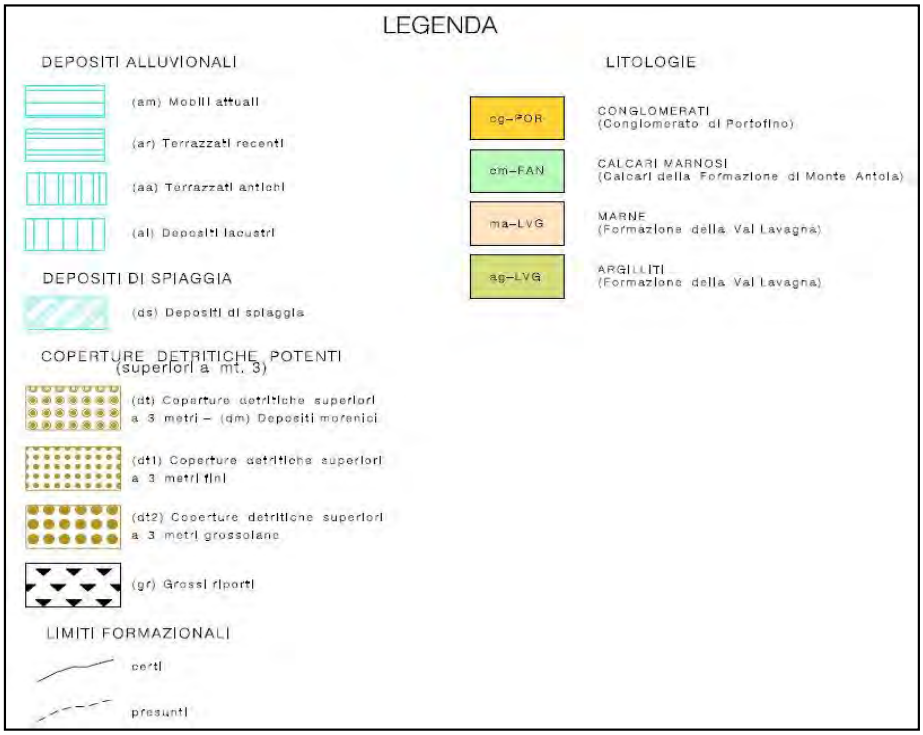


FIGURA 3 - CARTA GEO-LITOLOGICA
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

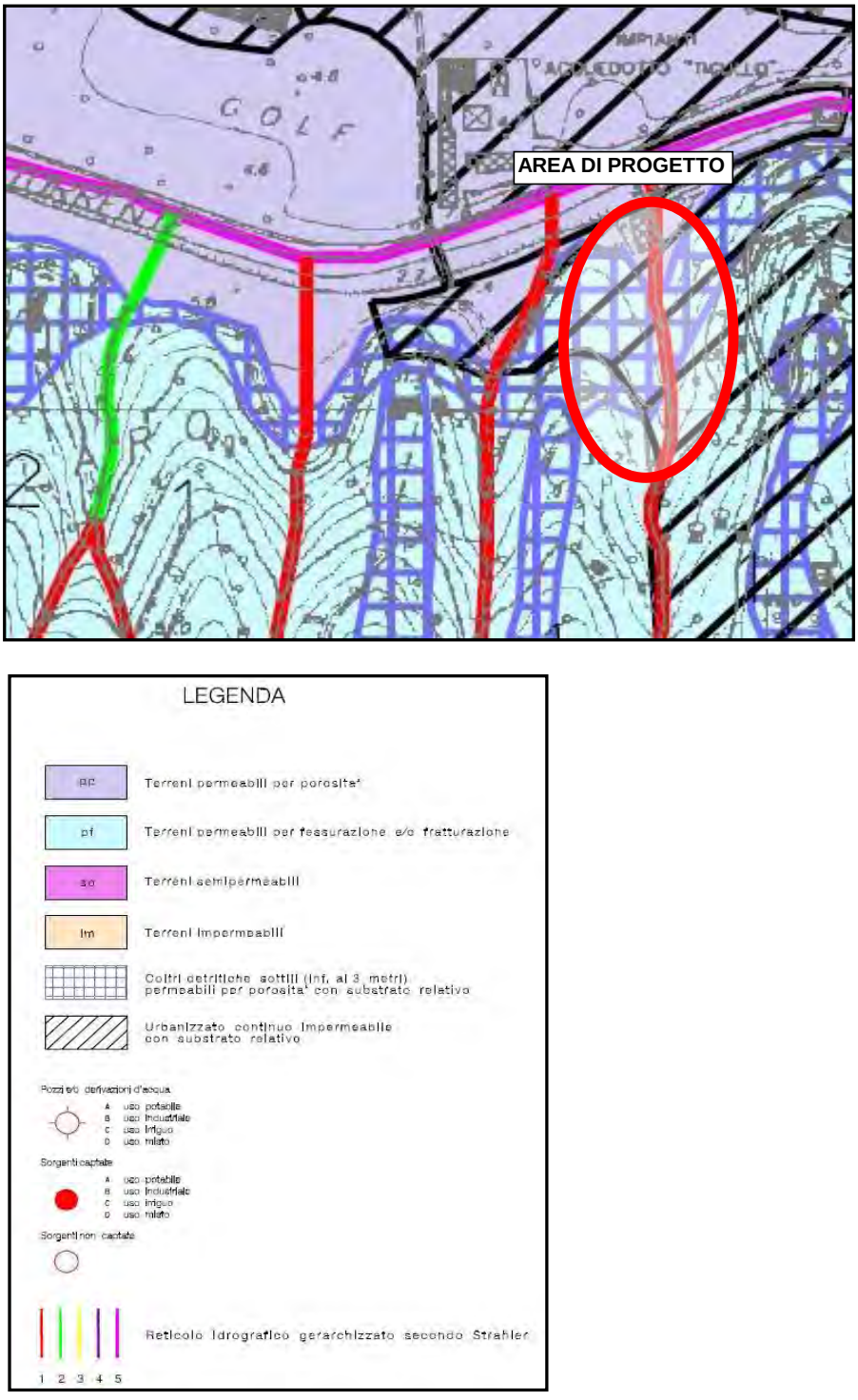


FIGURA 4 - CARTA IDROGEOLOGICA
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

3.4 Aspetti relativi agli elementi di rischio

L'incidenza sull'area di progetto degli aspetti relativi ai fattori di rischio idrogeologico presentati nel seguito sono tratti dalla documentazione cartografica allegata al Piano di Bacino Stralcio dell'Ambito Regionale 15 della Provincia di Genova. (Approvato con DCP n° 67 del 12-12-2002 , successivamente modificato con DCP n° 24 del 21-03-2007)

3.4.1 Rischio di inondabilità

La zona di progetto non ricade in alcuna area classificata inondabile con tempi di ritorno compresi tra 50 e 500 anni. Si osserva, peraltro, che soltanto una area di modesta estensione al contorno risulta inondabile con tempo di ritorno fino a 200 anni, si veda la Figura 5 che segue.

3.4.2 Rischio idrogeologico

La zona di progetto ricade in area classificata a rischio medio o moderato (R1, R2) così come le aree limitrofe, si veda la Figura 6 che segue.

3.4.3 Suscettività al dissesto

La zona di progetto ricade in area classificata a suscettività al dissesto bassa (Pg1) o media (Pg2) anche le aree circostanti ricadono nelle medesime classi, si veda la Figura 7 che segue.

3.4.4 Acclività

L'area di progetto ricade in zona caratterizzata da acclività da bassa (10-20%) a moderata (20-35%), si veda la Figura 8 che segue.

3.4.5 Elementi di rischio

L'area di progetto ricade in area classificata E3, ovvero con presenza di centri urbani, insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici, storici e artisitici, si veda la Figura 9 seguente.

3.4.6 Franosità reale

Nell'area di progetto e al suo intorno sono assenti fenomeni franosi, si veda la Figura 10 che segue.

3.4.7 Reticolo idrografico

Un rivo significativo scorre in prossimità' del sedime del nuovo depuratore, vedere la Figura 11 che segue.

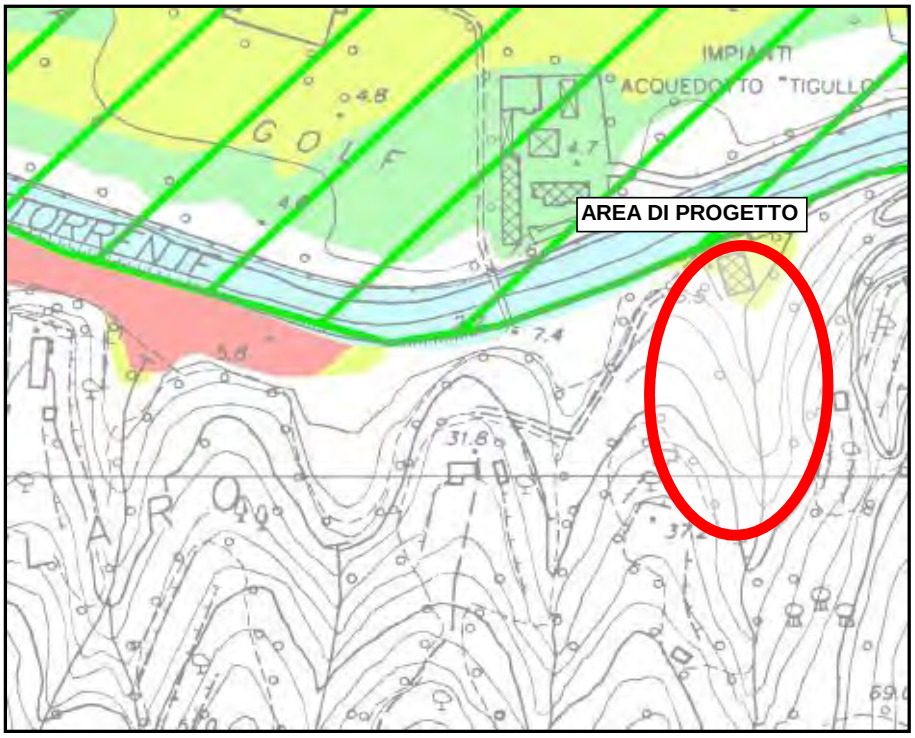




FIGURA 5 - CARTA DELLE AREE INONDABILI
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

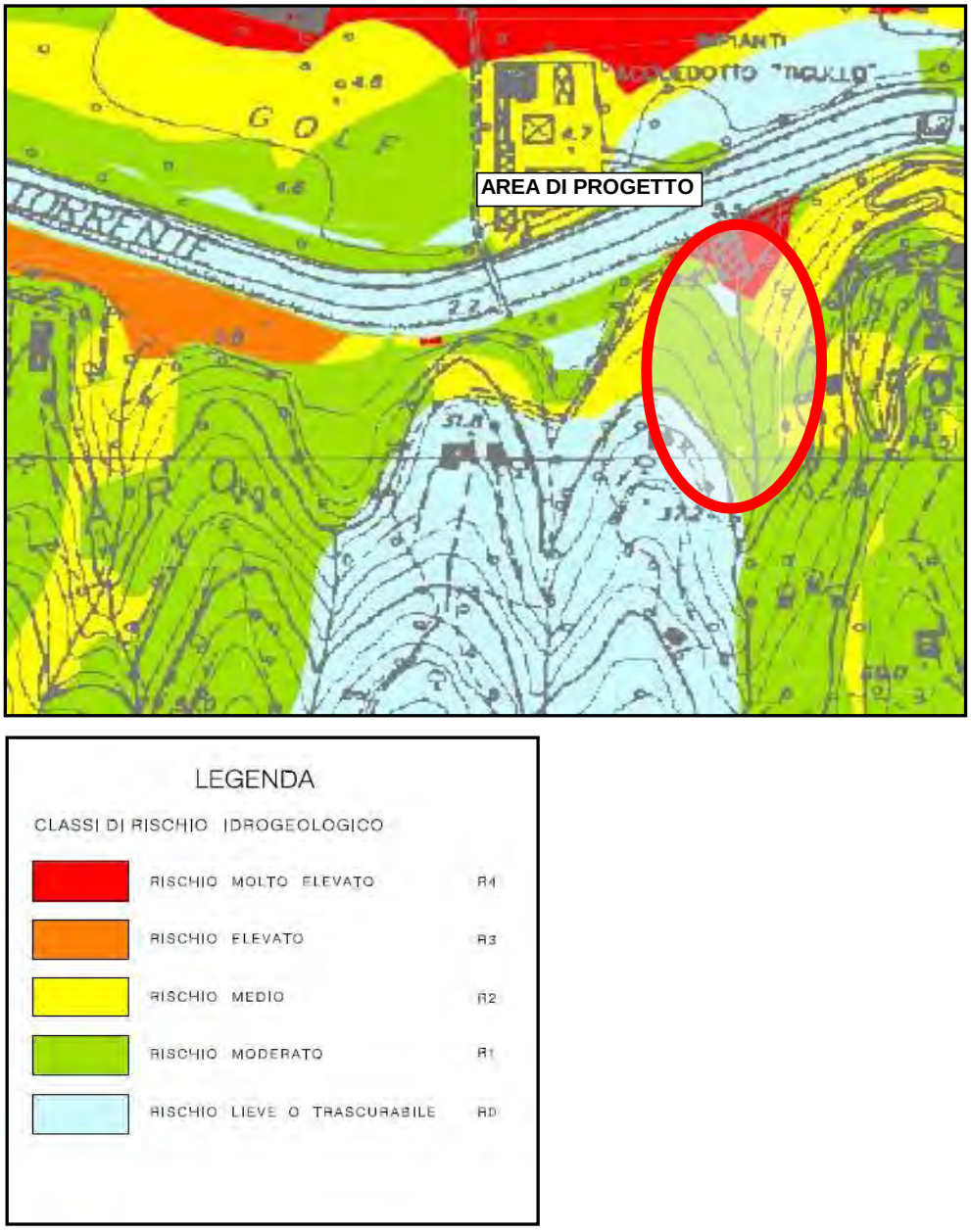
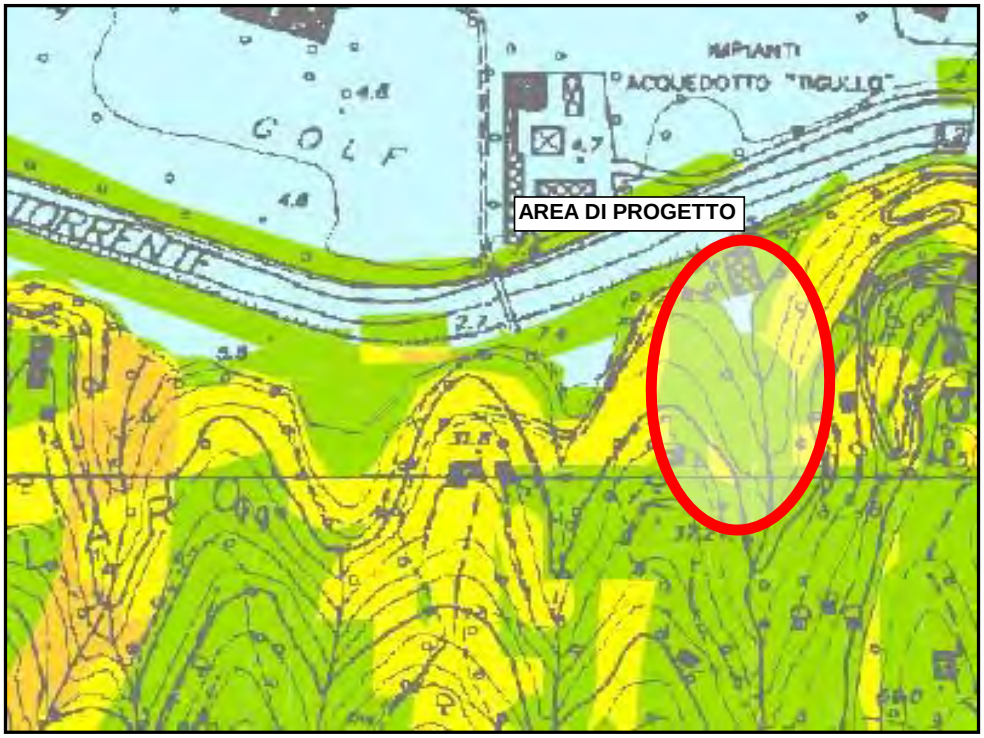


FIGURA 6 - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



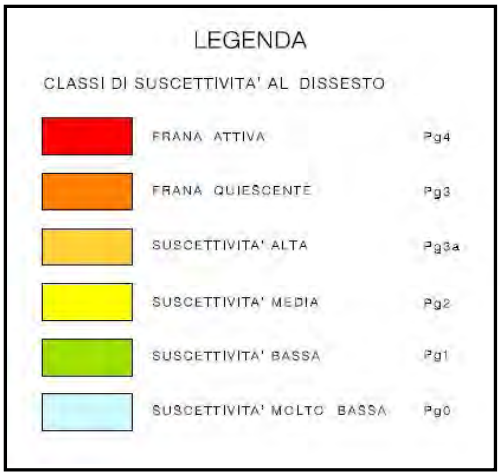
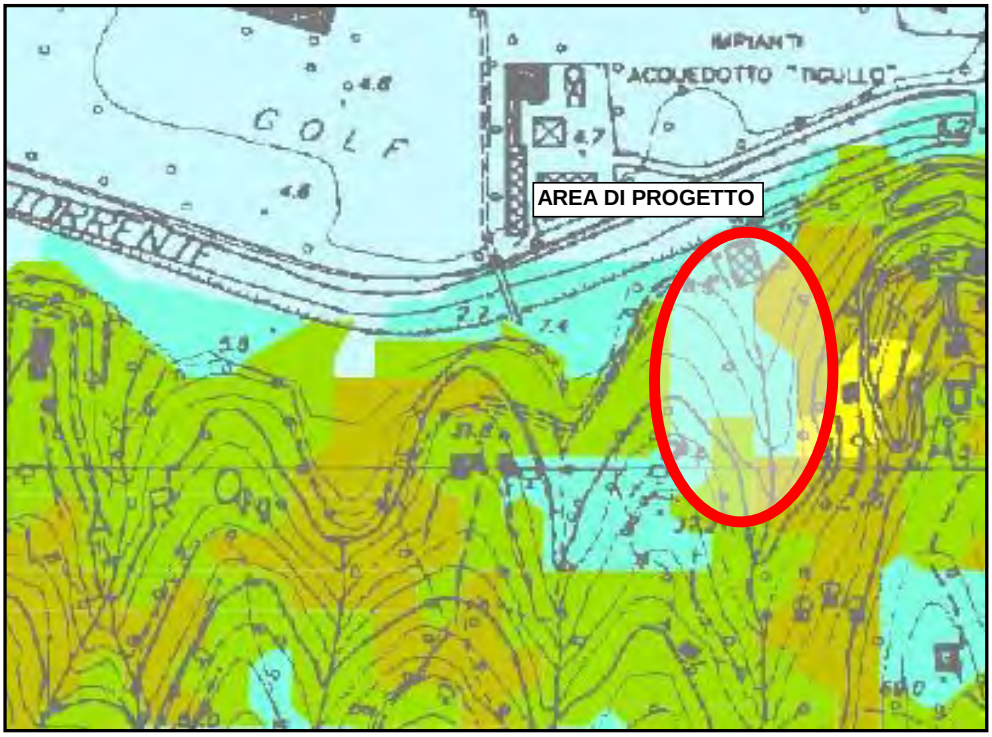


FIGURA 7 - CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



LEGENDA

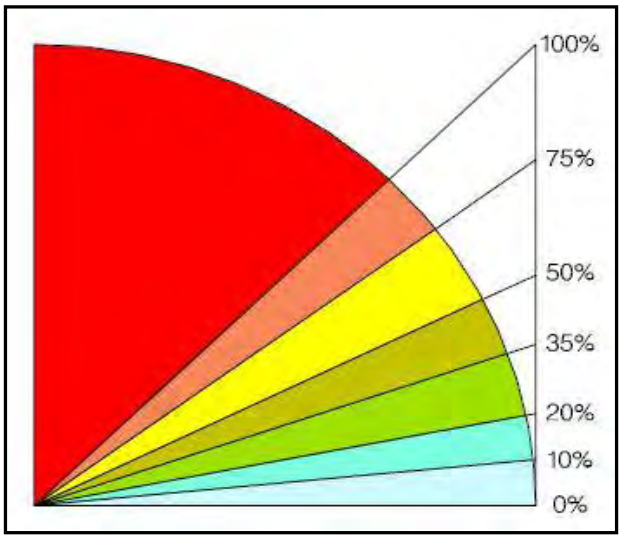


FIGURA 8 - CARTA DELL'ACCLIVITA'
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

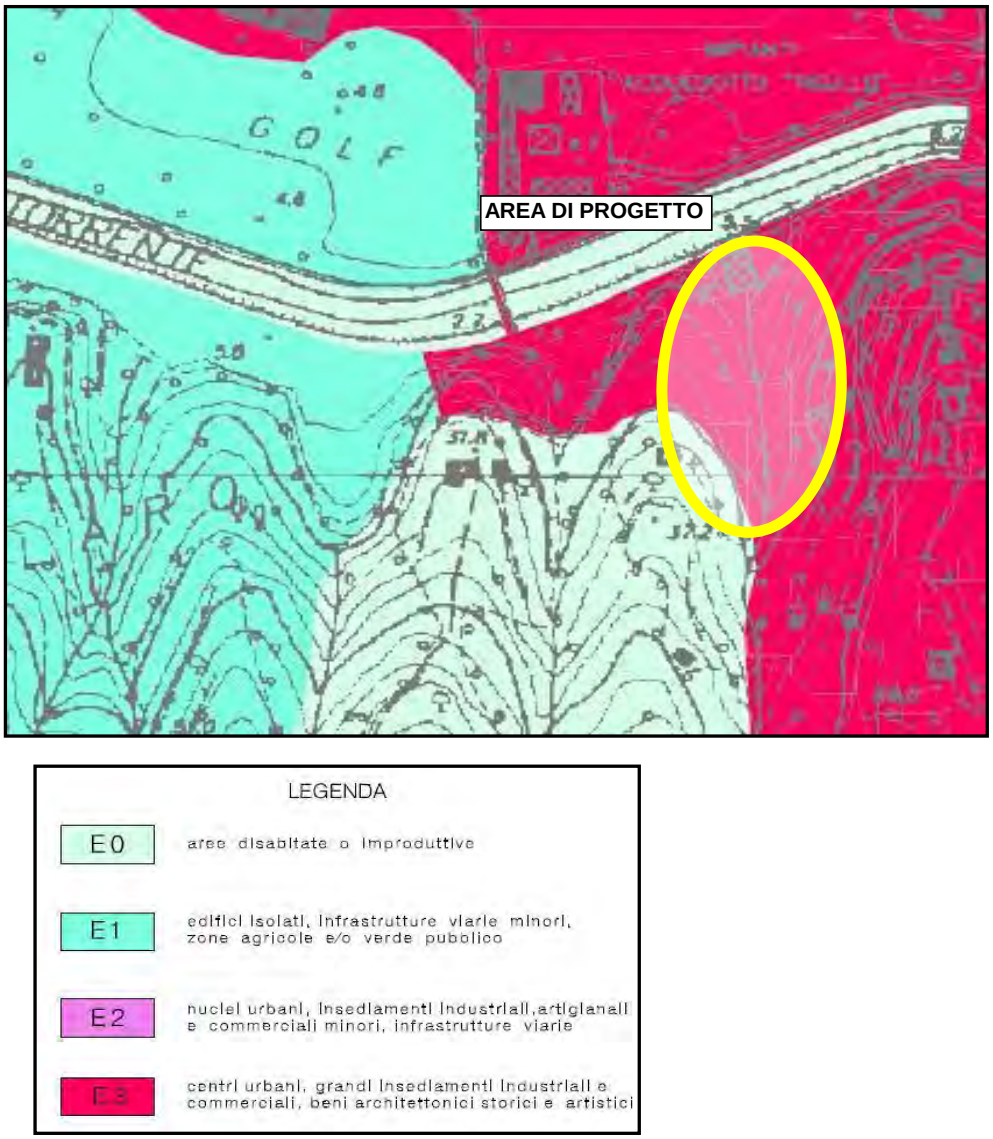
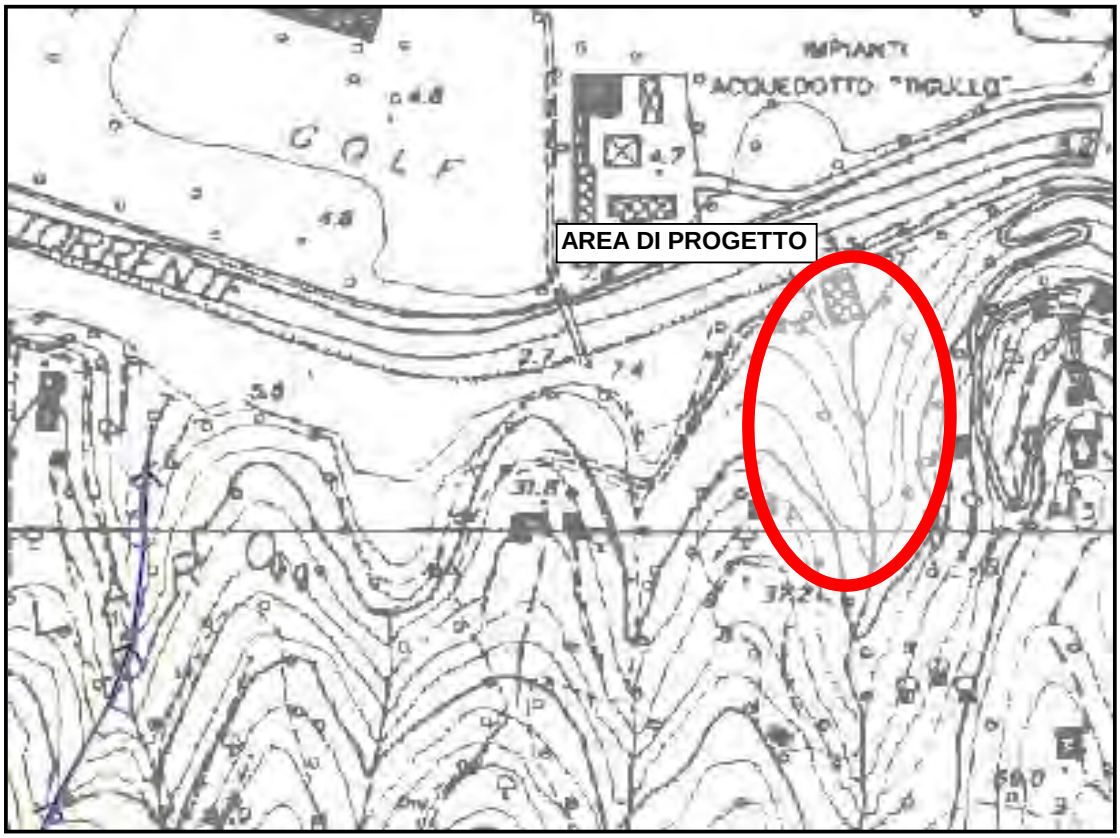
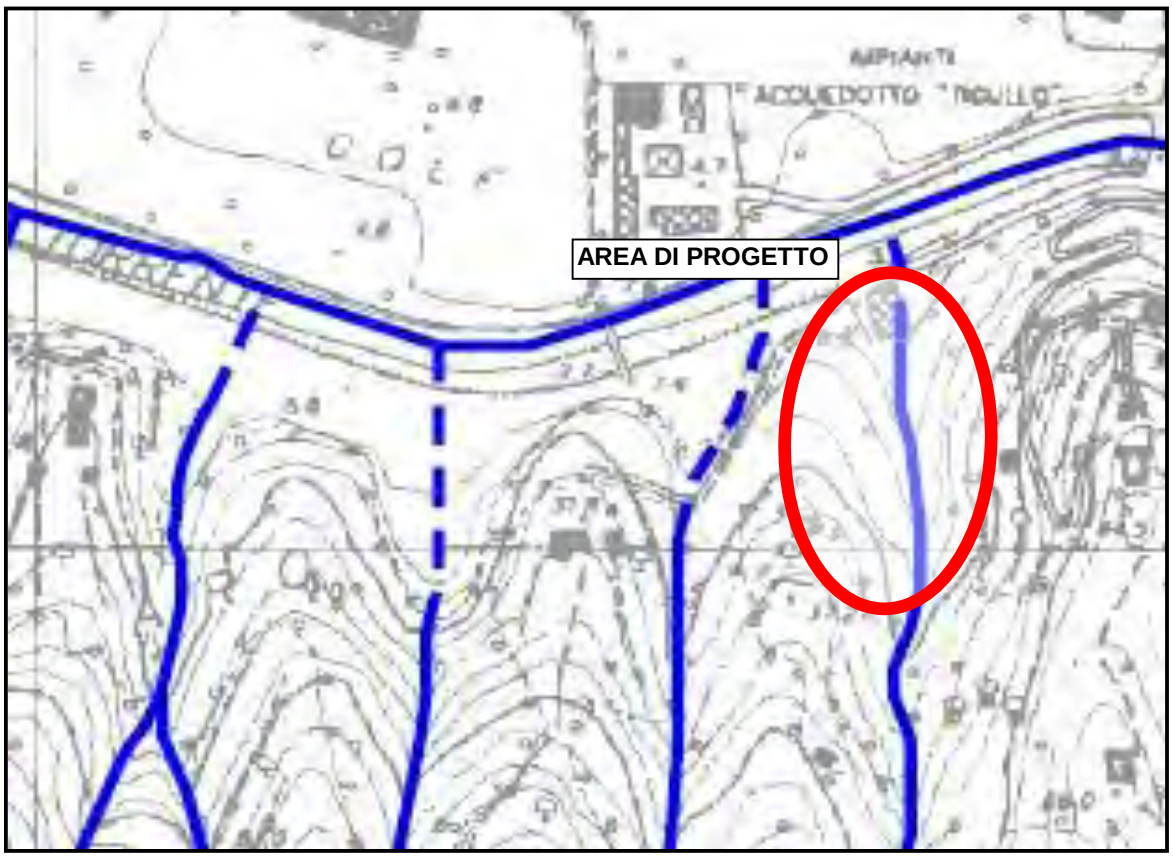


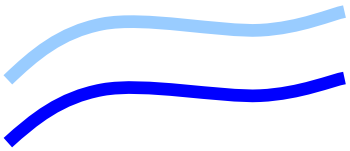
FIGURA 9 - CARTA DEGLI ELEMENTI DI RISCHIO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



FRANE ASSENTI

FIGURA 10 - CARTA DELLA FRANOSITA' REALE
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)





Rivi non significativi

Rivi significativi

FIGURA 11 - CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

RILIEVI GEOLOGICI *(Preparazione in avanzato Itinere)*

4 RILIEVI GEOLOGIC

(PREPARAZIONE IN AVANZATO ITINERE)

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

(Preparazione in avanzato Itinere)

6 MODELLLO LITOSTRATIGRAFICO

(Preparazione in avanzato Itinere)

7. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO

(Preparazione in avanzato Itinere)

8. **CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO**

(Preparazione in avanzato Itinere)

9. ASPETTI GEOTECNICI IN FASE DI COSTRUZIONE

(Preparazione in avanzato Itinere)

10. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

(Preparazione in avanzato Itinere)

11. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE INTEGRATIVEERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

(Preparazione in avanzato Itinere)

Figure e Tavole

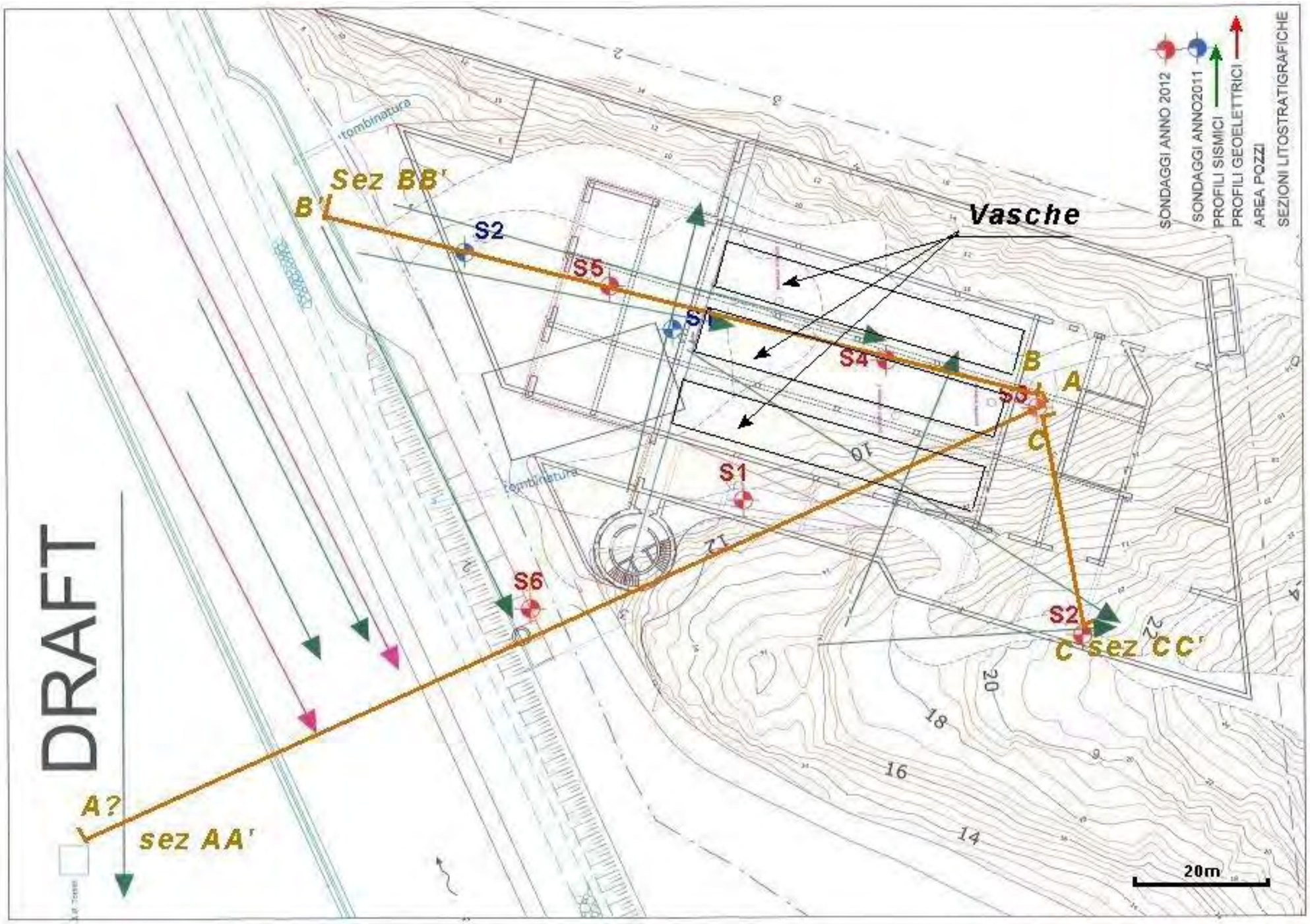


Fig.1 Posizione indagini

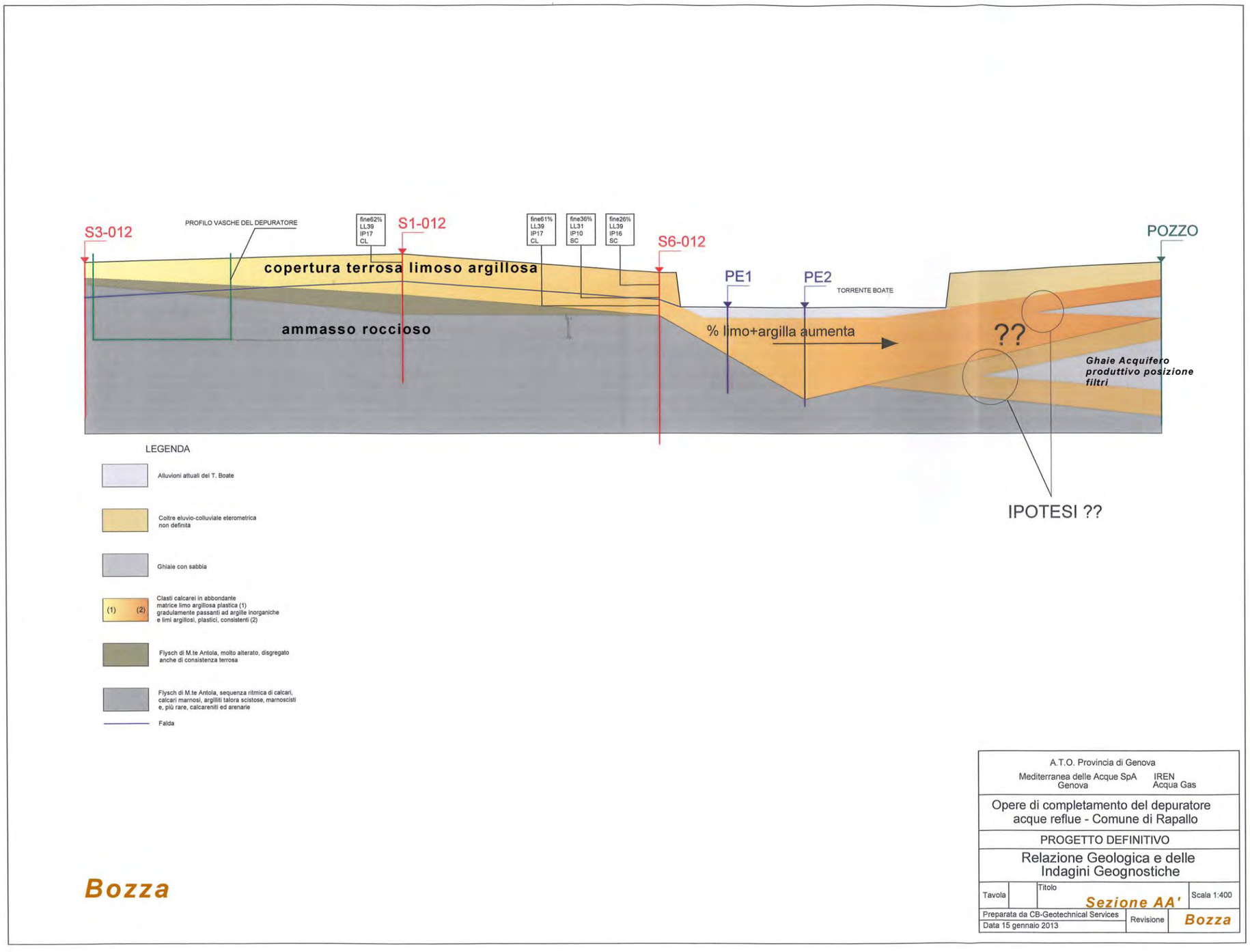


Fig.2 Sezione A-A'

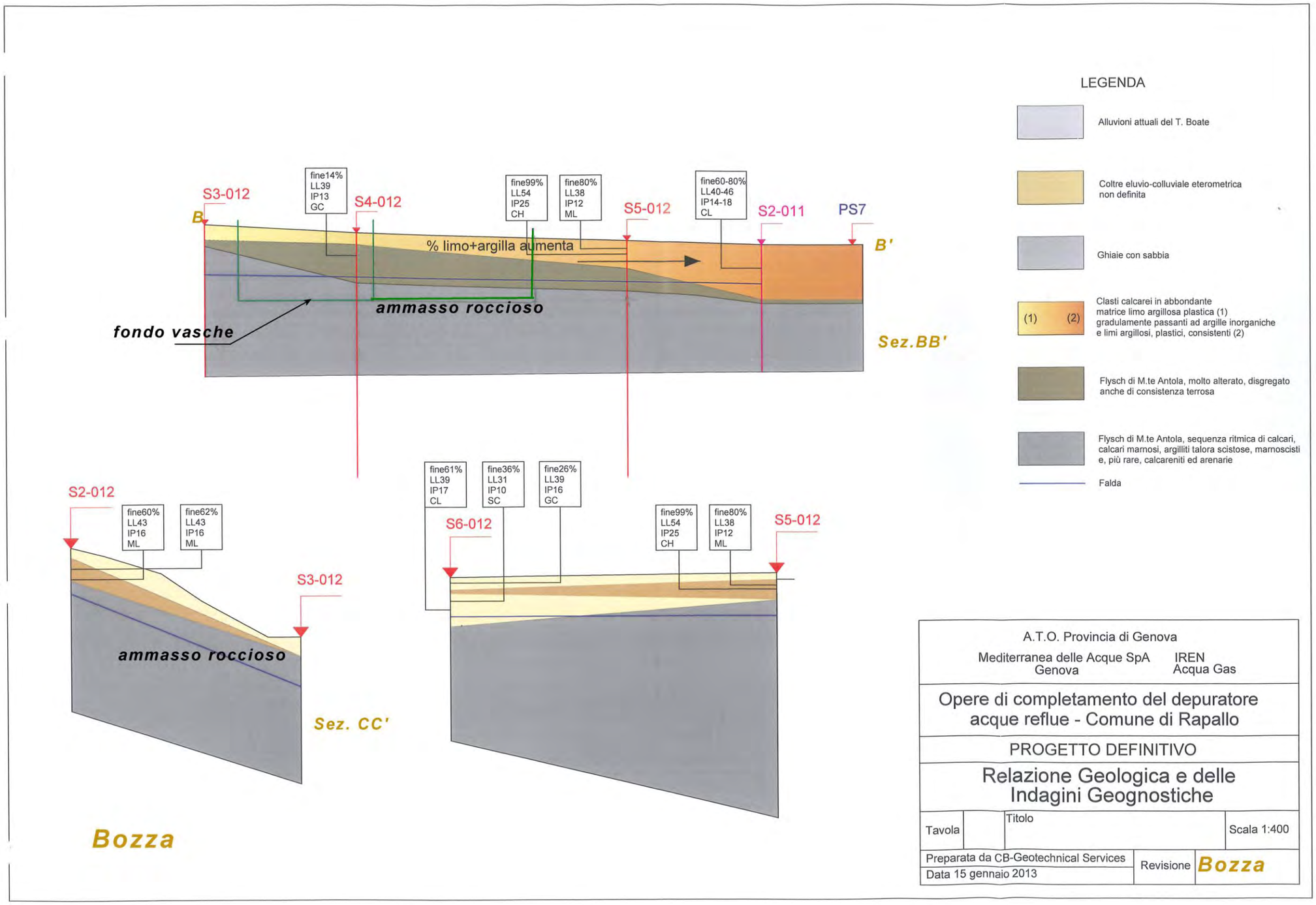


Fig.3 Sezioni B-B'; C-C'

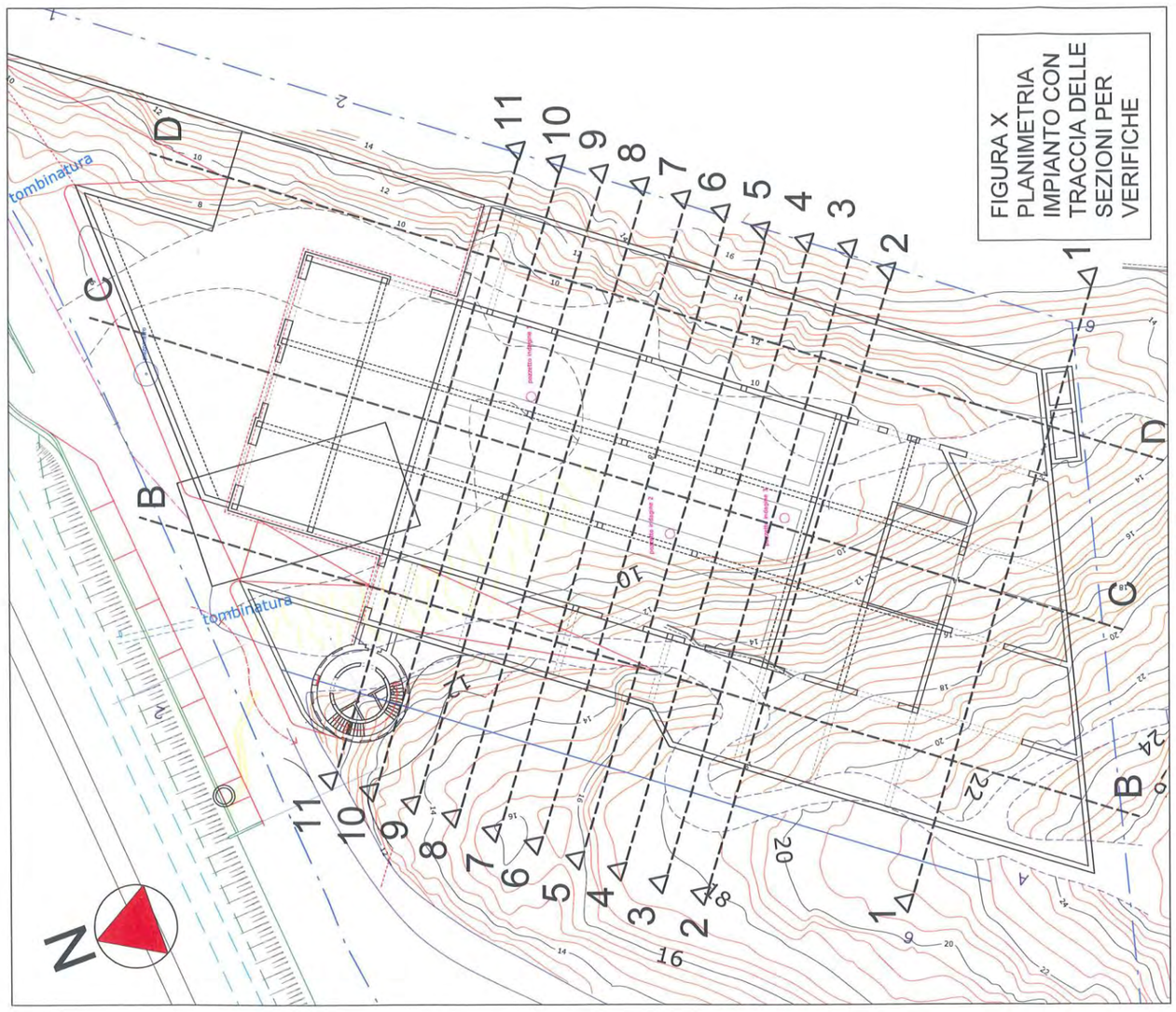


Fig4 Posizioni 11 sezioni trasversali in zona Vasche

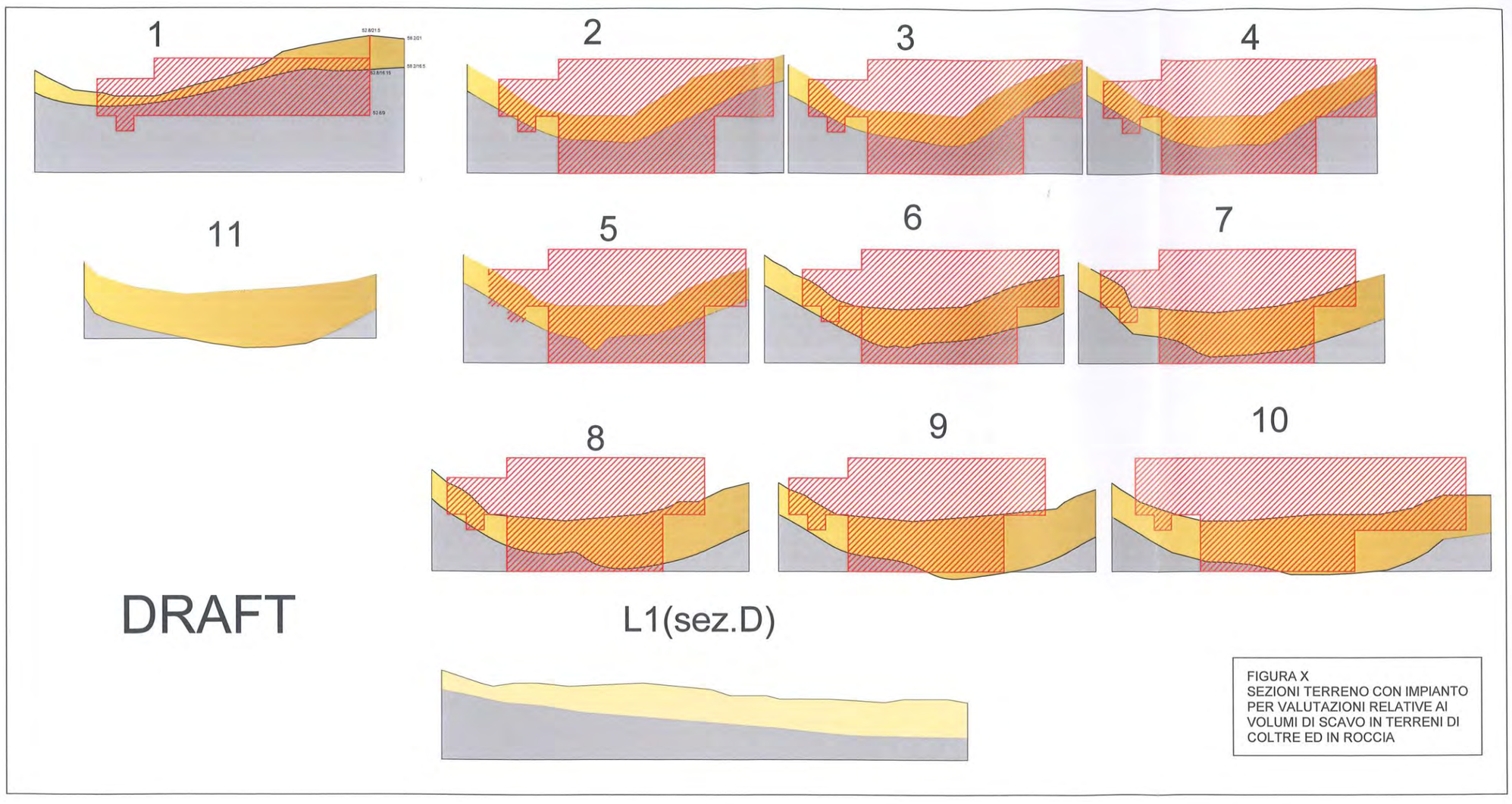


Fig.5 Le 11 sezioni

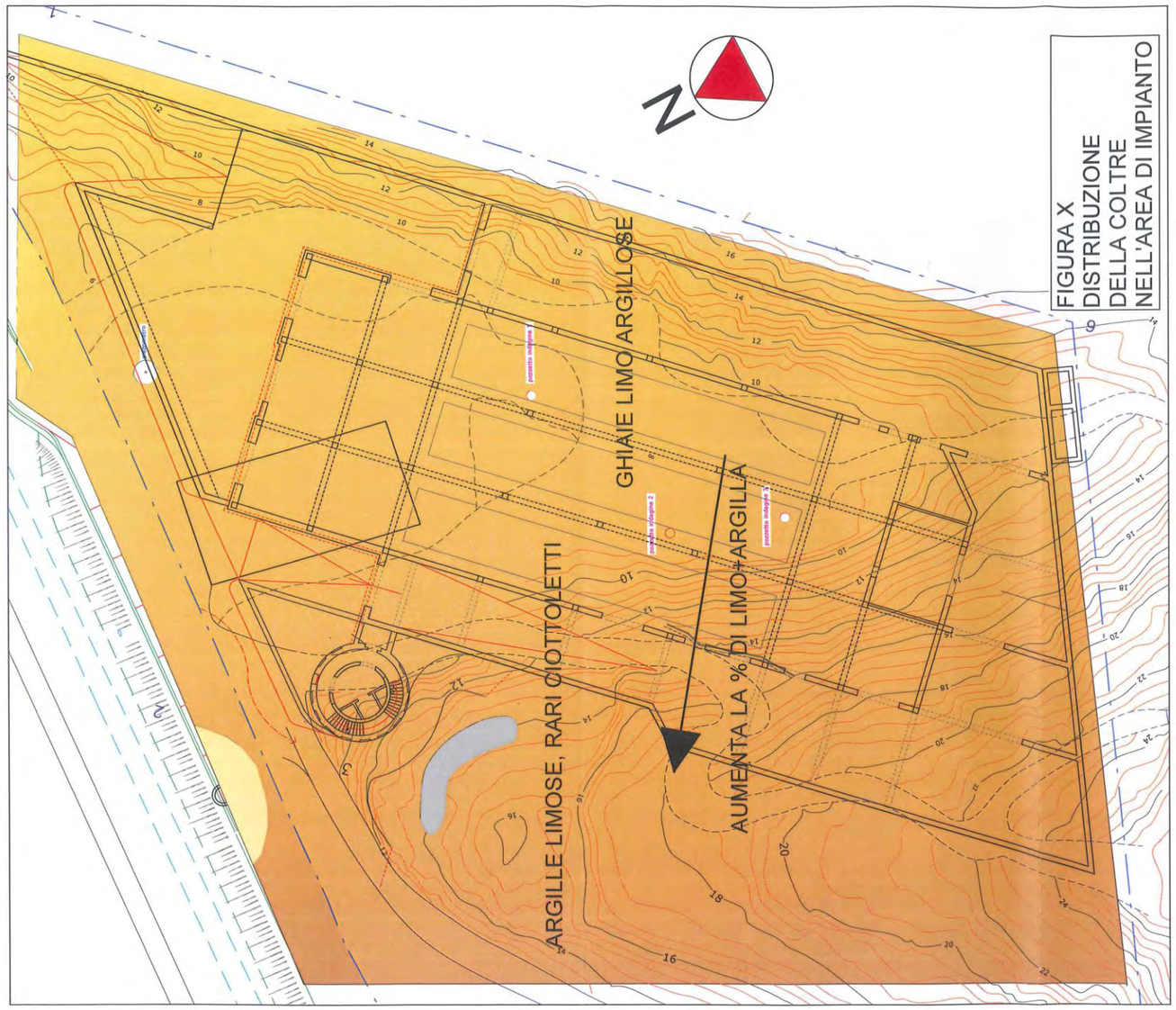


Fig.6 Andamento Coltre Terrosa

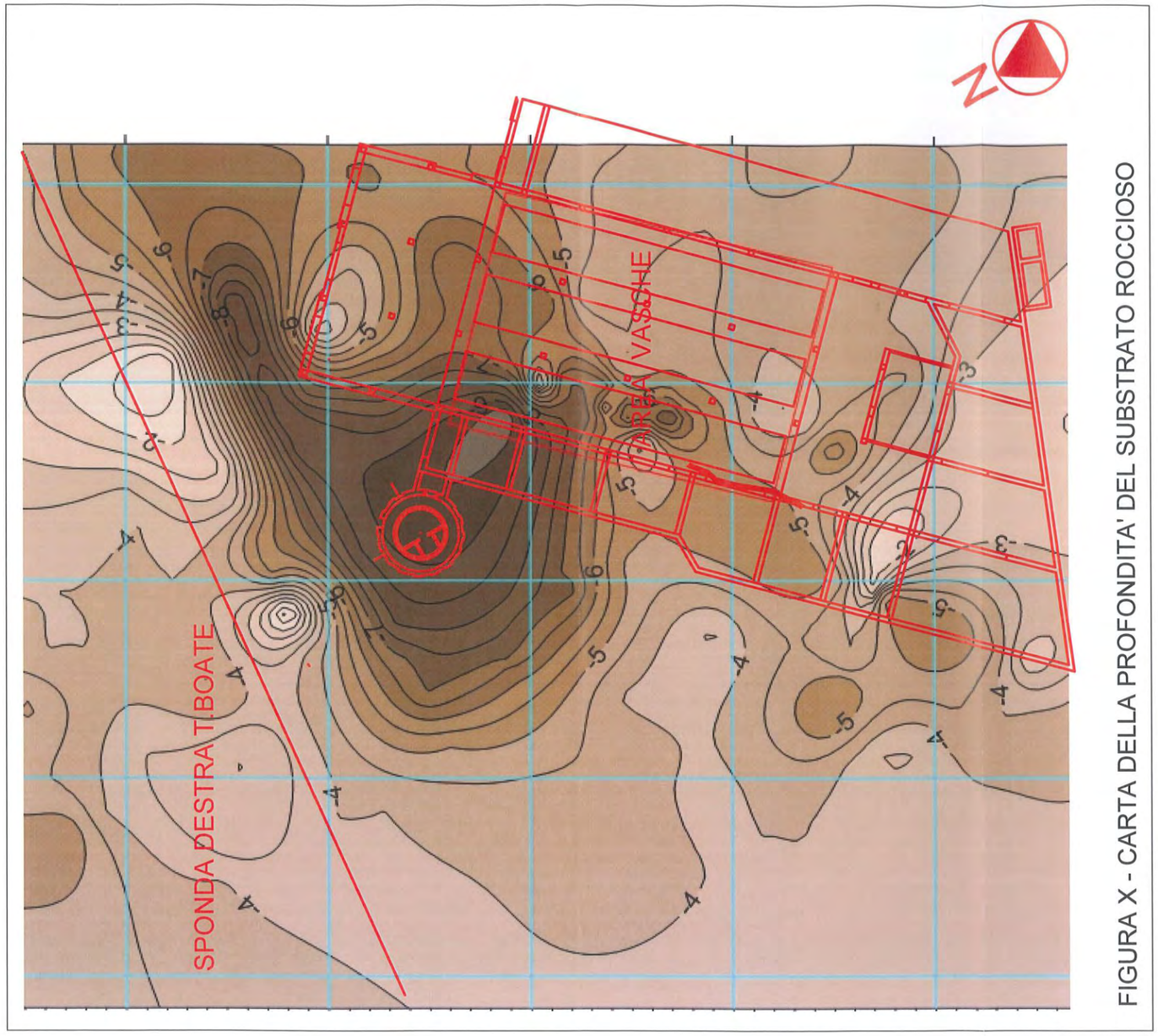


Fig.6 Andamento Rifrattore Roccioso

TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI PROVE DI LABORATORIO

Sond.	Camp.	Prof. (m)	Um.nat. Wn%	Fraz. fine %	Fraz.Arg %	Massa vol. kg/mc	Lim. Liq. LL%	Ind. Plas. IP	Class.	Ind. Liq I_L	Ind. cons. Ic	Res.non dren. cu kN/m2	Ang.att.eff. deg.	Coes. eff. c' kN/m2	Res.comp. Co (Mpa)	Res.traz. st(MPa)	Mod.def. E (Mpa)	Coef.Poiss.
S1/11	CR-1	1.0-2.0	32,04	75.10			44	15		0,20	0,80							
S1/11	CR-2	2.0-3.0	24,46	60.38		1896	42	15		-0,17	1,17							
S1/11	CR3	3.0-3.5	21,07	56.39		1755	43	16		-0,37	1,37							
S1/11	CAR-1	3.7-4.0				2680									149			
S1/11	CAR-3	13.0-13.4				2639									31			
S2/11	CR-1	1.0-2.0	21,1	79.40			46	18		-0,38	1,38							
S2/11	CR-2	3.0-4.0	29,55	69.70			39	13		0,27	0,73							
S2/11	CR-3	4.0-5.0	24,52	75.60			41	15		-0,10	1,10							
S2/11	CI-1	1.4-2.0	26,22	75.94			42	15		-0,05	1,05	83	30	3.2				
S2/11	CI-2	5.4-6.0	30,55	58.60			40	14		0,33	0,68							
S2/11	CAR-1	7.0-7.5				2624									66		37.3	
S2/11	CAR-2	8.0-8.6				2626									61			
S2/11	CAR-3	12.3-12.7				2626									76			
S1/12	CR-1	2,0-2,5		61,90			39	17										
S1/12	CAR-1	5,1-5,6				2211									64,5	6,3	24,3	0,29
S1/12	CAR-2	9,0-9,7				2654									64,6			
S2/12	SPT1	2,5-2,95		61,51			43	16										
S2/12	CR-2	3,4-3,6	23,21	60,44	6,63	1975	43	16		-0,24	1,24	99,8	35	9,4				
S2/12	CAR-1	4,7-4,9	-			2647									83,5	7,2	27,95	0,26
S2/12	CAR-2	6,7-7,0				2611									58,5			
S2/12	CAR-3	9,4-9,8				2570									18,9			
S3/12	CAR-1	3,6-3,8				2614									68	5,76	8,46	0,3
S3/12	CAR-2	5,0-5,3				2644									41,9			
S3/12	CAR-3	9,0-9,4				2635									57,7	5,56	33,41	0,22
S4/12	CR-1	3,8-4,0		14,39			39	13										
S4/12	CAR-1	6,1-6,4				2404									10,74			
S4/12	CAR-2	8,2-8,5				2631									24,04			
S5/12	CR1	1,50-1,9		80,4			38	12										
S5/12	CI-1	2,0-2,6	33,03	99,55	12,03	1801	54	25		0,16	0,84	137,1	30,7	4,85				
S5/12	CAR-1	4,0-4,3				2616									93,27	8,32	27,95	0,13
S5/12	CAR-2	6,7-7,0				2628									95,31			
S5/12	CAR-3	9,5-10,0				2488									121,6			
S6/12	SPT1	3,0-3,45		25,51			39	16										
S6/12	CR-1	4,0-4,5	25,12	35,73	4,16		31	10		0,41	0,59							
S6/12	CR-1BIS	4,5-5,0		60,59			39	17										
S6/12	CAR-1	6,4-6,6				2625									19,23	8,66	8,27	0,18
S6/12	CAR-2	10,7-10,9				2634									61,5			
S6/12	CAR-3	12,7-13,0																

Fig7. Tabella 1 Risultati Prove di laboratorio

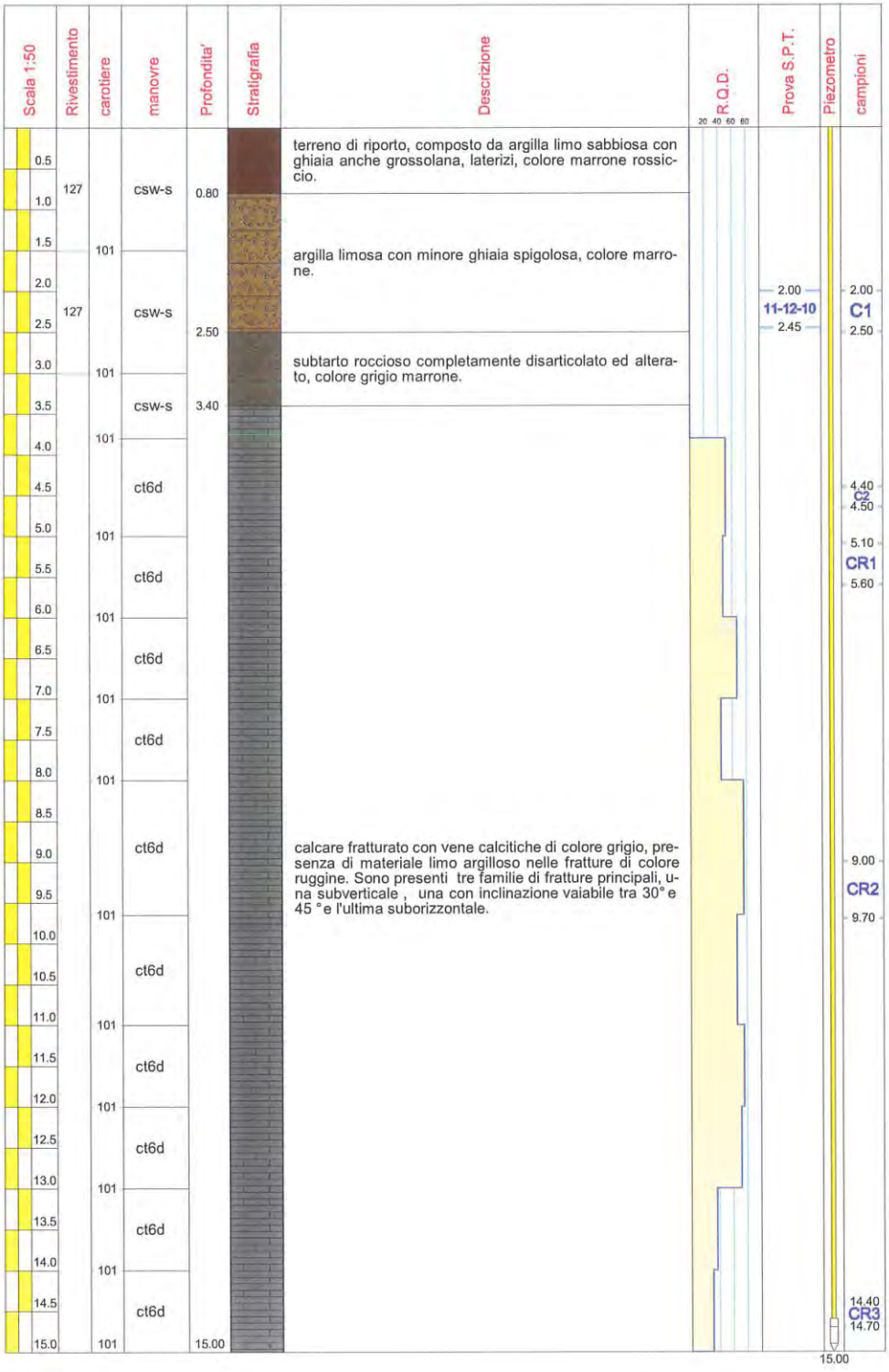
Stratigrafie sondaggi geognostici

Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere	Rapallo (GE)
Località	Loc. Ronco
Data Inizio	28/08/2012
Data Fine	29/08/2012

SONDAGGIO	FOGLIO
S1	1

GEOLOGO
Laura Spalluto

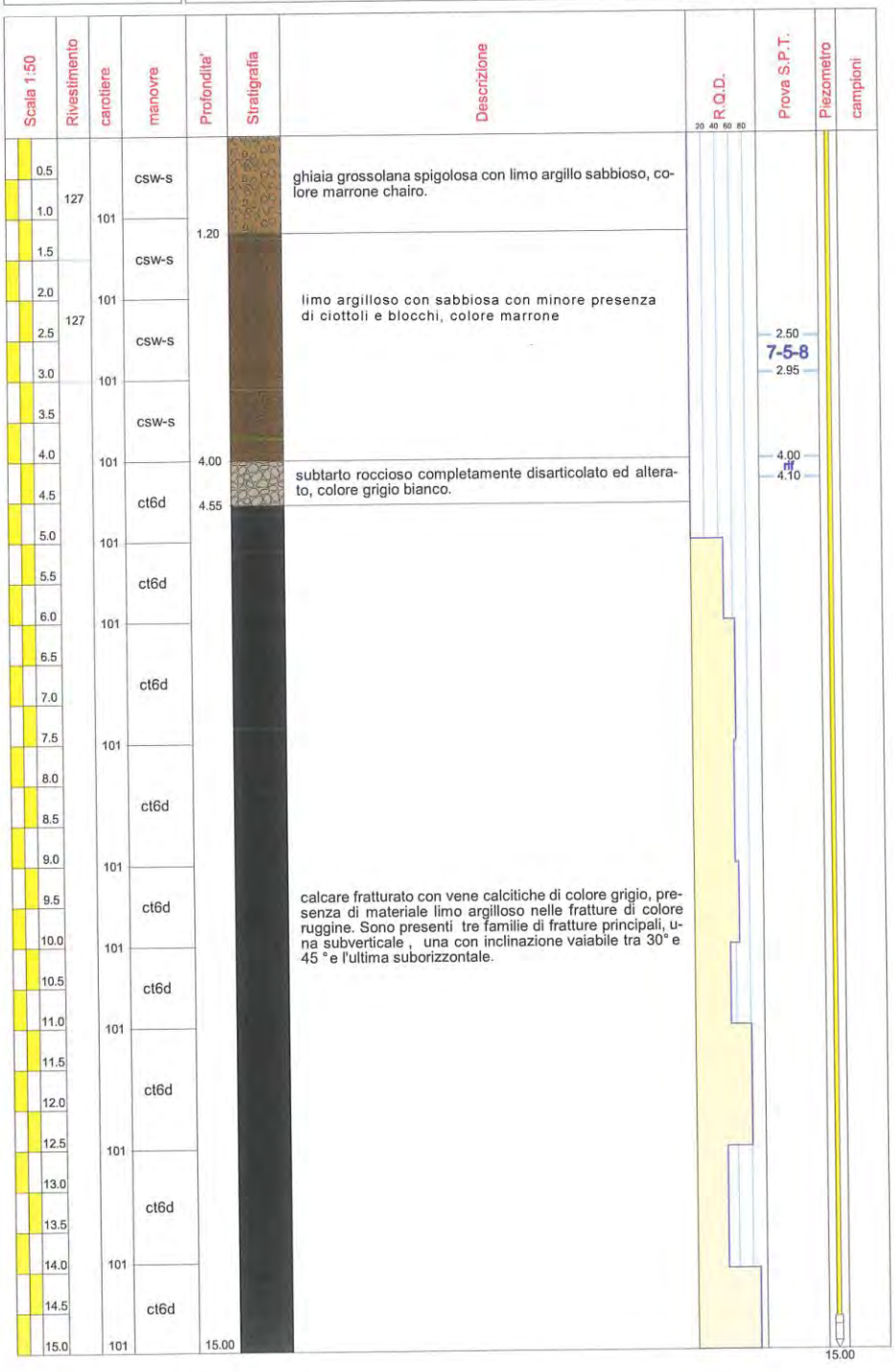


Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere	Rapallo (GE)
Località	Loc. Ronco
Data Inizio	29/08/2012
Data Fine	31/08/2012

SONDAGGIO	FOGLIO
S2	1

GEOLOGO
Laura Spalluto

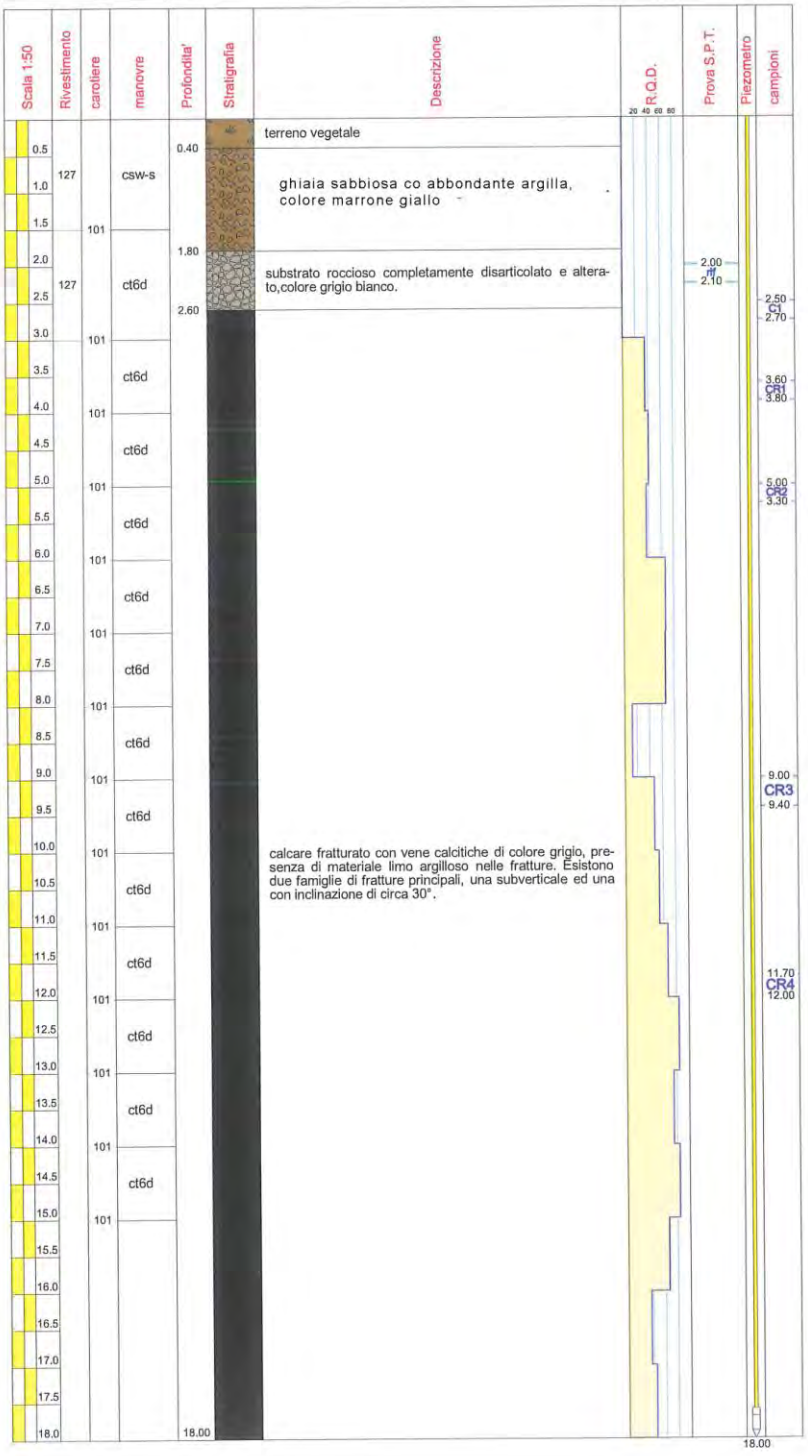


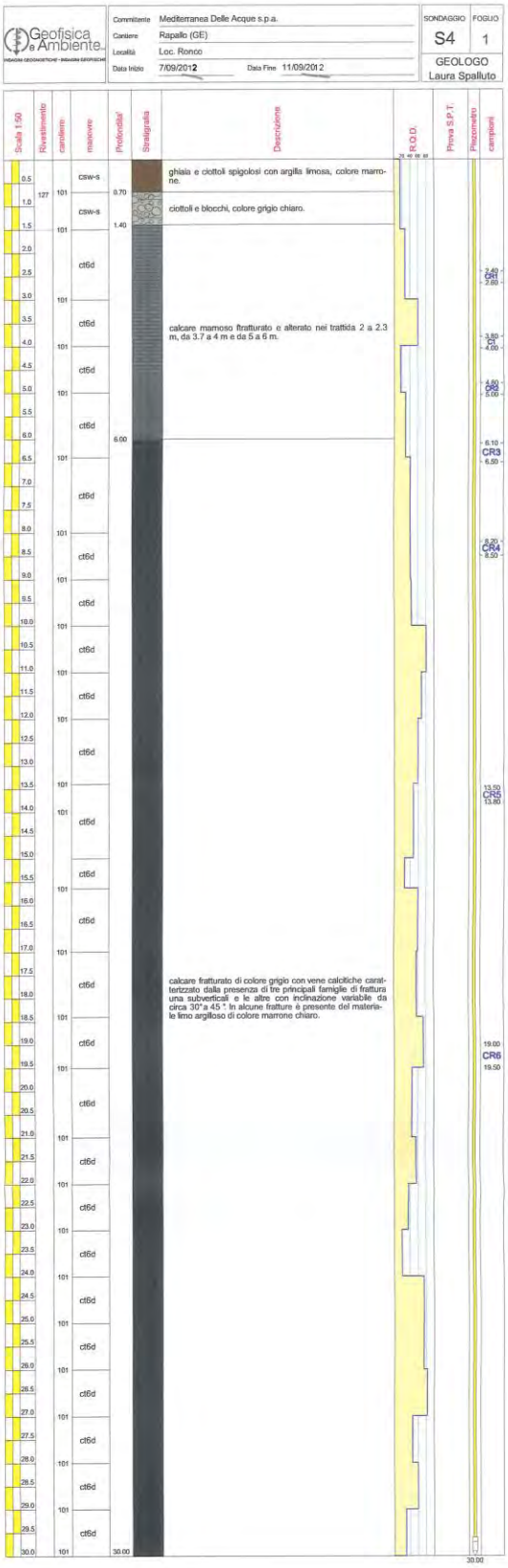
Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

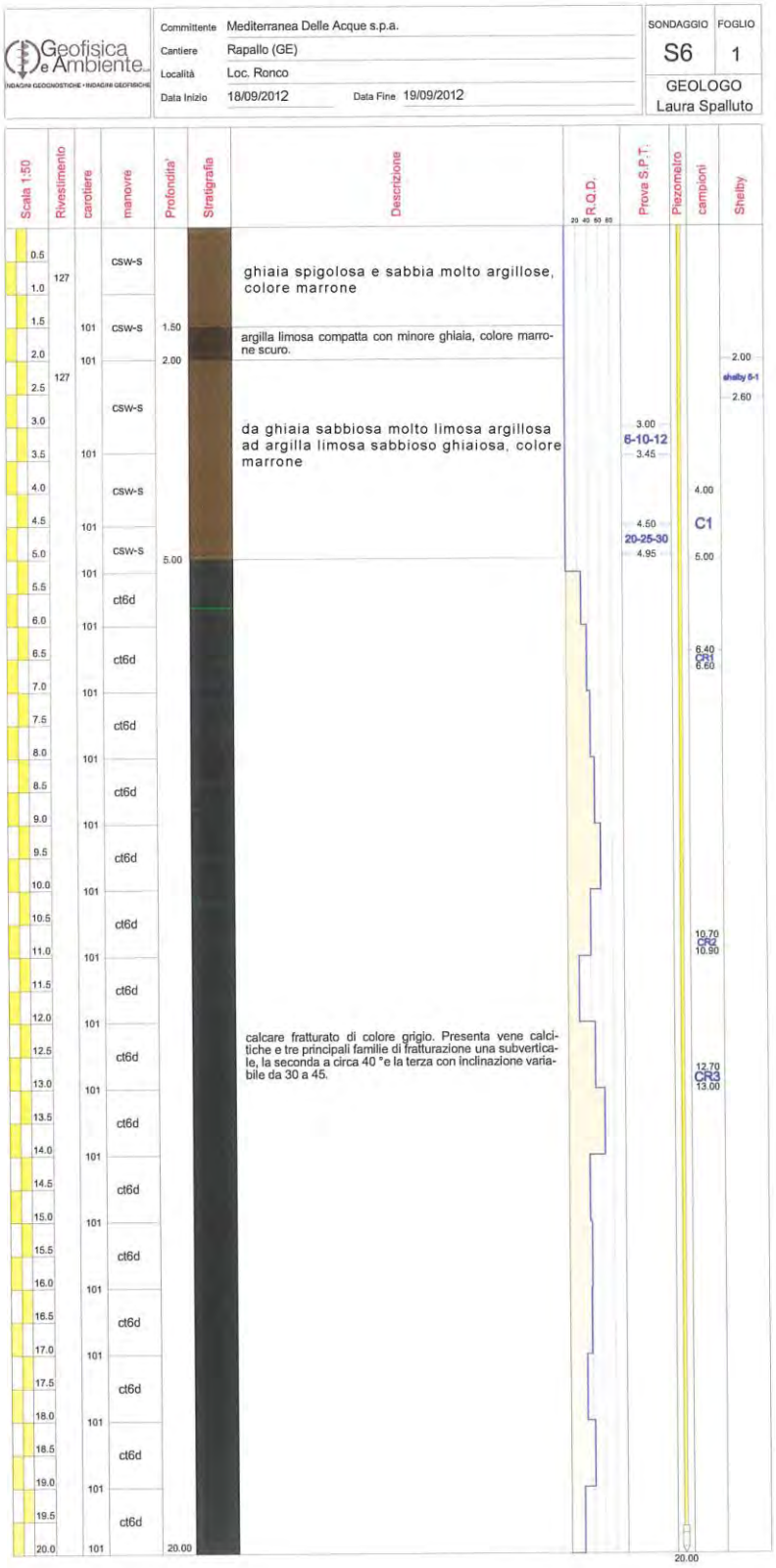
Committente	Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere	Rapallo (GE)
Località	Loc. Ronco
Data Inizio	04/09/2012
Data Fine	06/09/2012

SONDAGGIO	FOGLIO
S3	1

GEOLOGO
Laura Spalluto




Geofisica e Ambiente
Committente Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere Rapallo (GE)
Località Loc. Ronco
Data Inizio 7/09/2012
Data Fine 11/09/2012
SONDAGGIO S4
FOGLIO 1
GEOLOGO Laura Spalluto
Scala 1:50
Rivestimento
carotiere
manovre
Profondita'
Stratigrafia
Descrizione
R.Q.D.
Prova S.P.T.
Piezometro
campioni
ghiaia e ciottoli spigolosi con argilla limosa, colore marrone.
ciottoli e blocchi, colore grigio chiaro.
calcare marnoso fratturato e alterato nei trattida 2 a 2.3 m, da 3.7 a 4 m e da 5 a 6 m.
calcare fratturato di colore grigio con vene calciticlie caratterizzato dalla presenza di tre principali famiglie di frattura una subverticali e le altre con inclinazione variabile da circa 30°a 45 °.In alcune fratture è presente del materiale limo argilloso di colore marrone chiaro.
CSW-S
CSW-S
ct6d
0.70
1.40
6.00
30.00
CR1
CR2
CR3
CR4
CR5
CR6


Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE
Committente Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere Rapallo (GE)
Località Loc. Ronco
Data Inizio 18/09/2012
Data Fine 19/09/2012
SONDAGGIO S6
FOGLIO 1
GEOLOGO Laura Spalluto
Scala 1:50
Rivestimento
carotiere
manovre
Profondita'
Stratigrafia
Descrizione
R.Q.D.
Prova S.P.T.
Piezometro
campioni
Shelby
ghiaia spigolosa e sabbia molto argillose, colore marrone
argilla limosa compatta con minore ghiaia, colore marrone scuro.
da ghiaia sabbiosa molto limosa argillosa ad argilla limosa sabbioso ghiaiosa, colore marrone
calcare fratturato di colore grigio. Presenta vene calcitiche e tre principali famille di fratturazione una subverticale, la seconda a circa 40 °e la terza con inclinazione variabile da 30 a 45.
1.50
2.00
5.00
20.00
3.00
6-10-12
3.45
4.50
20-25-30
4.95
4.00
C1
5.00
6.40
CR1
6.60
10.70
CR2
10.90
12.70
CR3
13.00
2.00
shelby S-1
2.60

A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE
Comune di Rapallo
Opere di completamento del depuratore acque reflue
RELAZIONE DI SCREENING
Approfondimenti relativi alle prescrizioni a) e b)

del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011"Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso in Falda per la valutazione del rischio di inquinamento a carico del campo pozzi di Sant'Anna in caso di rottura e perdita delle vasche.

Allegato 2

La Normativa

Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.:
Ing. Gianluca Fontana

Data emissione: Gennaio 2013

Preparato da:
Dott. Geol. Carlo Baracco

Controllato da :
Dott. Geol. Luciano Minetti

Nota :
Rapporto e Modello Geologico Geotecnico in Itinere/Conclusione

1a Revisione

1. La Normativa

La determinazione delle aree Le aree di salvaguardia, così come disciplinato prima dall'art. 21 del D.Lgs. 152/1999, dalle "Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 D. Lgs. 152/99" dell'Accordo Stato-Regioni-Province autonome del 12/12/2002, e poi dall'art. 94 del D. Lgs. 152/2006, sono distinte in zone di tutela assoluta, zone di rispetto (ristrette e/o allargate) e zone di protezione.

La zona di tutela assoluta deve avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione. Tale area, per quanto possibile, deve essere recintata, protetta da eventuali esondazioni di corpi idrici limitrofi e provvista di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche. Inoltre deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione ed alle infrastrutture di servizio.

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

a) Dispersioni di fanghi ed acque reflue, anche se depurati
b) Accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
c) Spandimenti di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche
d) Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade
e) Aree cimiteriali
f) Aperture di cave che possono essere in connessione con la falda
g) Apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica
h) Gestione di rifiuti
i) Stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
j) Centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli
k) Pozzi perdenti
l) Pascolo e stabulazione di bestiame che eccede i 170 Kg per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta. (comma 5, art. 21, D. Lgs. 152/99).

Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4 dell'art. 94 del d.lgs 152/2006, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le regioni e le

province autonome disciplinano , all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:

Fognature
Edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione
Opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio

Su proposta delle autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione. (comma 1, art. 94, D. Lgs. 152/06)

In assenza dell'individuazione da parte della regione della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione. (comma 6, art. 94, D. Lgs. 152/06)

Naturalmente tale estensione geometrica per la definizione della zona di rispetto è da considerarsi in via puramente transitoria, da adottarsi solamente per il tempo necessario a compiere i necessari studi tecnico-scientifici per la perimetrazione definitiva ad opera degli enti preposti.

Così come previsto dall'Accordo del 12 dicembre 2002, stipulato tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome, le aree di salvaguardia sono individuate secondo i seguenti criteri generali:

1. Le aree di salvaguardia di sorgenti, pozzi e punti di presa delle acque superficiali sono suddivise, ai sensi dell'articolo 94, comma 1, del decreto legislativo n° 152/06, in zona di tutela assoluta, zona di rispetto (ristretta e allargata) e zona di protezione.

2. I criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia e l'estensione delle diverse zone sono stabiliti in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle sorgenti, dei pozzi e dei punti di presa da acque superficiali.

3. Le singole zone sono individuate secondo i seguenti criteri:

a) criterio geometrico: di norma adottato per la delimitazione della zona di tutela assoluta e della zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali e, in via provvisoria, per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti;

b) **criterio temporale: basato sul tempo di sicurezza**, così come definito alla lettera t) dell'allegato 1. Si applica, in prevalenza, per la delimitazione definitiva della zona di rispetto di pozzi ed eventualmente di sorgenti, laddove applicabile. Tale criterio deve tenere conto degli elementi tecnici riportati nel Titolo II del presente allegato;

c**) <u>criterio idrogeologico: basato sugli elementi idrogeologici specifici dell'acquifero e dei suoi limiti</u>**, viene usualmente applicato alle zone di protezione alle captazioni da sorgenti ed alle zone di rispetto dei pozzi in condizioni idrogeologiche di particolari complessità che impediscono l'utilizzo del criterio temporale; fa parte del presente criterio anche il metodo basato sul tempo di dimezzamento della portata massima annuale delle sorgenti.

4. Le delimitazioni effettuate utilizzando i criteri di cui alle lettere b) e c) devono basarsi su studi geologici, idrogeologici, idrologici, idrochimici e microbiologici, e sui dati storici delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa interessata; detti studi sono finalizzati ad identificare e definire i limiti delle aree interessate dalla captazione e devono essere redatti sulla base dei contenuti degli allegati al presente regolamento.
5. La durata dell'applicazione del criterio di individuazione di cui alla lettera a) può essere prevista dalle Regioni per le sorgenti di limitata importanza sulla base di studi preliminari che individuino una scarsa urbanizzazione del bacino afferente alla captazione ed in attesa di ulteriori conoscenze sulla circolazione idrica sotterranea.
6. La gestione delle aree di salvaguardia, così come prevista anche dagli articoli 13 e 24 della legge 5 gennaio 1994, n. 36, deve prevedere interventi di manutenzione e riassetto e tenere conto del monitoraggio effettuato in conformità alle disposizioni del decreto legislativo n° 152/99.
7. Tra i criteri da considerare per l'eventuale revisione delle aree di salvaguardia, previa verifica da effettuare ogni 10 anni o in tempo minore se le condizioni lo richiedono, si indicano:

a) l'insorgere di fattori nuovi o cause che determinano variazioni rispetto alle condizioni che hanno consentito la delimitazione in atto, con particolare riferimento a variazioni quali-quantitative delle risorse idriche estratte, derivate, o a cambiamenti nell'assetto piezometrico determinati dall'insorgere di cause naturali o antropiche, o in presenza di più recenti acquisizioni tecniche e scientifiche;

b) la destinazione assegnata dai Piani Regolatori Generali (P.R.G.) e dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) ai territori interessati o interessabili dalle nuove aree di salvaguardia e l'eventuale presenza, su dette aree, di centri di pericolo.

La delimitazione delle aree di salvaguardia resta in vigore anche nel caso in cui le captazioni siano temporaneamente disattivate.

8. Nel caso in cui le aree di salvaguardia delle captazioni esistenti comprendano potenziali centri di pericolo per la qualità delle acque, è opportuno valutare tutte le opportunità per la gestione delle captazioni, compreso l'abbandono delle medesime; qualora ciò non sia possibile si possono adottare oltre alle misure di cui al successivo Titolo II, punto 3, anche ulteriori misure complementari quali:

a) l'intensificazione del monitoraggio quali-quantitativo;

b) l'interconnessione, ove possibile, della rete di distribuzione con altre fonti o reti di approvvigionamento;
c) il piano di intervento in caso di emergenza di cui al successivo Titolo II, punto 5;
d) la ristrutturazione delle opere di captazione.

1.1 Linee guida per la delimitazione delle aree d i salvaguardia

(dal PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE della Regione Liguria Allegato VII)

Di seguito sono indicate linee guida tecnico-scientifiche da utilizzarsi per la delimitazione delle aree di salvaguardia, in base ai diversi criteri di studio proposti dall'Accordo tra Stato, Regioni e Province autonome del 12/12/2002.

La particolare complessità della situazione idrogeologica ligure, porta ad assumere come fondamentale, per la delineazione delle aree di salvaguardia di pozzi e sorgenti, il criterio temporale ed il criterio idrogeologico, a seconda della situazione riscontrata sul territorio. Si sconsiglia l'uso del criterio geometrico, limitandolo a situazioni specifiche.

In particolare per le derivazioni idriche già in essere, qualora mancassero le necessarie conoscenze idrogeologiche, si utilizzerà il criterio geometrico per una prima delimitazione temporanea delle aree di salvaguardia ai fini di garantire comunque un livello minimo di tutela della risorsa idrica e della salute umana. Questa operazione, compresa l'individuazione degli eventuali centri di pericolo ricadenti nelle aree di salvaguardia, dovrà essere portata a termine entro e non oltre il 2015. Entro 5 anni dalla prima delimitazione temporanea, attraverso i necessari studi tecnico-scientifici-economici, dovrà essere posta in essere una delimitazione definitiva, ad opera degli enti preposti, secondo il criterio temporale o idrogeologico.

Per la delineazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque superficiali, salvo casi particolari, il criterio adottabile risulta senz'altro essere quello geometrico.

Per le nuove derivazioni ad uso idropotabile, si dovrà procedere alla individuazione delle Aree di Salvaguardia secondo il criterio temporale o idrogeologico adottando le linee guida di seguito riportate, che permetteranno di valutare l'adozione di un metodo piuttosto di un altro.

1.1.1 Pozzi in sedimenti sciolti

Per quanto riguarda la delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi adibiti all'emungimento di acqua a scopo idropotabile, bisogna precisare che, nella nostra Regione, questi ultimi sono per la maggior parte terebrati nelle numerose piane alluvionali formatesi allo sbocco delle valli presso il Mar Ligure o, nel versante padano, nelle zone più ampie e meandriformi dei torrenti dove sono presenti diversi ordini di terrazzi alluvionali. Questo aspetto, per alcuni versi, avvicina le nostre "microrealtà" alla "macrorealtà" riscontrata nella Pianura Padana, peraltro già studiata da vari autori in diversi lavori. La caratteristica di fondo condivisa dalle due situazioni è data dal fatto che in ambedue i casi, i pozzi sono terebrati in piane alluvionali; le similitudini però finiscono qui per diversi motivi. Innanzi tutto le

dimensioni delle piane alluvionali: quella padana, se paragonata alle nostre "micro-piane", è praticamente illimitata sia in senso orizzontale che in senso verticale, si parla di un area di circa 3000 Km2 e di una potenza complessiva di sedimenti di diverse centinaia di m a fronte di un'area di circa 65 Km2 e di una potenza di circa 70 m per la piana alluvionale ligure più estesa (Magra-Vara). Inoltre, dal punto di vista stratigrafico, le eteropie in senso orizzontale e verticale presenti nei i diversi strati sedimentari delle piane alluvionali liguri, sono molto più frequenti e complesse. Difatti gli eventi di piena alluvionale dei brevi e scoscesi corsi d'acqua liguri, nei millenni, hanno determinato un apporto discontinuo e litologicamente e granulometricamente estremamente vario di sedimenti, con la conseguenza di una circolazione idrica sotterranea particolarmente complessa. Frequenti sono i casi di acquiferi multifalda, circolanti in un materasso alluvionale complessivo di soli 40/50 m, in cui, alla luce dei dati attuali, difficilmente si riescono a conoscere con certezza le interazioni "verticali" fra le diverse falde sovrapposte e la circolazione idrica "orizzontale" all'interno di ogni singola falda. Tutto ciò viene complicato ulteriormente dal fatto che normalmente le piane costiere liguri sono fortemente antropizzate (interamente occupate dagli insediamenti urbani ed industriali) ed, in alcuni casi, compromesse dall'intrusione del cuneo salino in prossimità della fascia costiera. Ciò porta a considerare la maggior parte dei nostri acquiferi di tipo "urbano" e quindi particolarmente vulnerabili.

Assodati tali presupposti, si possono suggerire delle linee guida per la delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi terebrati in alluvioni sciolte.

La zona di tutela assoluta:

- Così come normato dal D. Lgs. 152/99 e ribadito dall'Accordo del 12 dicembre 2002, dovrà avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione.
- Tale area, per quanto possibile, dovrà essere recintata, protetta da eventuali esondazioni di corpi idrici limitrofi e provvista di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche.
- Deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione ed alle infrastrutture di servizio.
- Per una protezione più efficace di tale zona, nel caso in cui i pozzi siano terebrati in aree sottoposte a forti pressioni, sarà necessario prevedere associata alla protezione statica, costituita da divieti, vincoli e regolamenti, una protezione di tipo dinamica, che presuma sistemi di allarme in grado di segnalare in tempo reale eventuali cambiamenti repentini delle principali caratteristiche chimico fisiche delle acque emunte dall'opera di presa.

Per la perimetrazione della zona di rispetto, ristretta e/o allargata, la migliore modalità operativa da seguire, per i pozzi terebrati nei sedimenti sciolti delle piane alluvionali, appare senza dubbio quella del criterio temporale.

- Questo criterio basato sulla determinazione delle isocrone, linee che congiungono i punti d'uguale tempo d'arrivo delle particelle d'acqua ad un'opera di captazione con un percorso attraverso il mezzo saturo, non esclude ma anzi necessita di approfonditi studi sulla struttura idrogeologica del sottosuolo da cui si possano desumere le principali caratteristiche fisiche (trasmissività, coefficiente di permeabilità, coefficiente di immagazzinamento, gradiente idraulico, raggio di influenza del pompaggio,…).

- Il tempo di sicurezza di norma utilizzato è di 60 giorni per la zona di rispetto ristretta e 180 o 365 giorni per quella allargata, in funzione del grado di rischio di contaminazione della risorsa e del tipo di protezione applicato.
- L'intervallo di tempo è normalmente adottato sulla base della possibilità di eseguire controlli e in parte sulla base delle caratteristiche degli inquinanti. In ogni caso si consiglia di considerare un tempo di sicurezza non inferiore a 75/100 giorni, che corrisponde al tempo di sopravvivenza di buona parte dei virus più comuni trasportati in acqua.
- Affinché la zona di protezione individuata sia realmente affidabile, è comunque necessario:
    - costruire degli algoritmi semplici per la stima dei tempi d'arrivo, partendo dai valori medi dei principali parametri idrogeologici
    - elaborare dei veri e propri modelli di flusso complessi, nel caso in cui, invece, si abbia una conoscenza approfondita e puntuale di tutti i parametri chimico-fisici del mezzo insaturo attraversato dalle acque percolanti e del mezzo saturo ospitante l'acquifero vero e proprio.
    - tener ben presente la capacità autodepurante del terreno sia del mezzo insaturo sia di. quello saturo, considerando le caratteristiche chimico-fisiche del tipo di inquinante che potrebbe attraversarlo (a scopo cautelativo ciascun inquinante viene comunque considerato conservativo e quindi non soggetto a degradazione, adsorbimento, decadimento, precipitazione di fasi solide…).
- Così come per l'area di tutela assoluta, per una protezione più efficace della zona di rispetto, nel caso in cui i pozzi siano terebrati in aree sottoposte a forti pressioni, sarà necessario prevedere associata alla protezione statica, costituita da divieti, vincoli e regolamenti, una protezione di tipo dinamica, che presuma sistemi di allarme in grado di segnalare in tempo reale eventuali cambiamenti repentini delle principali caratteristiche chimico fisiche delle acque emunte dall'opera di presa.

  Tali sistemi di allarme consisteranno, per esempio, in una serie di piezometri posti al perimetro dell'area di rispetto, opportunamente attrezzati ed in grado di rilevare qualsiasi cambiamento repentino del livello di falda e delle principali caratteristiche chimico fisiche della risorsa idrica sotterranea in tempo utile per valutare la causa di tali cambiamenti e l'eventuale contromisura da adottare per garantire l'idonea qualità dell'acqua derivata. Su questi piezometri dovranno inoltre essere compiute delle campagne di campionamento opportunamente cadenzate in relazione ai tempi di sicurezza scelti per la delimitazione dell'area stessa.

A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE
Comune di Rapallo
Opere di completamento del depuratore acque reflue
RELAZIONE DI SCREENING
Approfondimenti relativi alle prescrizioni a) e b)

del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011"Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso in Falda per la valutazione del rischio di inquinamento a carico del campo pozzi di Sant'Anna in caso di rottura e perdita delle vasche.

Allegato 1
Relazione Geologico e delle Indagini Geognostive
(progetto definitivo del Depuratore di Rapallo)

Annesso 1
Prove geotecniche di laboratorio

Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.:
Ing. Gianluca Fontana

Data emissione: Gennaio 2013

Preparato da:
Dott. Geol. Carlo Baracco

Controllato da :
Dott. Geol. Luciano Minetti

Nota :
Rapporto e Modello Geologico Geotecnico in Itinere/Conclusione

1a Revisione

A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE

Comune di Rapallo

Opere di completamento del depuratore acque reflue

RELAZIONE DI SCREENING

Approfondimenti relativi alle prescrizioni a) e b) del Decreto del Dirigente n.3931 del 30.12.2011"Verifica screening ex l.r. 38/98. Progetto preliminare del depuratore di Rapallo (GE). Proponente Comune di Rapallo (GE). No VIA con Prescrizioni

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso in Falda per la valutazione del rischio di inquinamento a carico del campo pozzi di Sant'Anna in caso di rottura e perdita delle vasche.

Allegato 1

Relazione Geologico e delle Indagini Geognostive

(progetto definitivo del Depuratore di Rapallo)

Annesso 2

Rilievi Geomeccanici

Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.: Ing. Gianluca Fontana	**Data emissione**: Gennaio 2013	
	Preparato da: Dott.Geol. Barbara Musante Dott. Geol. Carlo Baracco **Controllato da :** Dott. Geol. Luciano Minetti	Nota : Rapporto e Modello Geologico Geotecnico in Itinere/Conclusione ***1a Revisione***

SCHEDA DI RILEVAMENTO GEOMECCANICO

COMITTENTE: GEOTECHNICAL SERVICES

LOCALITA': RONCO - RAPALLO | STAZIONE: 1 | SCHEDA: 1 DI 2 | DATA: 30/10/2012

CARATTERISTICHE DELL'AFFIORAMENTO

DIREZIONE: 350° | INCLINAZIONE: 60° | ALTEZZA (m): da 2 a 5 | LUNGHEZZA (m): 40,0

UNITA'/FORMAZIONE: CALCARI DI MONTE ANTOLA | LITOLOGIA: CALCARI MARNOSI - ARGILLOSCISTI

	GIAC.		TIPO DISCONT.				CONDIZIONI DISCONTINUITA'																								RESIST. GIUNTI		FREQUENZA DELLE DISCONTINUITA'				
							SCABREZZA				PERSISTENZA					APERTURA					RIEMPIMENTO					COND.IDRAUL			ALTERAZIONE										
N. PROGRL. /VO	DIR. IMMERSIONE	INCLINAZIONE	STRATIFICAZIONE	FRATTURA	SCISTOSITA'	FAGLIA	MORF. PIANA	MORF. DISCONTINUA	MORF. ONDULATA	JRC	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m	SERRATO	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm	ASSENTE	DURO<5mm	DURO>5mm	PLASTICO<5mm	PLASTICO>5mm	ASCIUTTO	UMIDO/BAGNATO	FLUSSO	NON ALTERATI	LEGG. ALTERATI	MOD. ALTERATI	MOLTO ALTERATI	COMPL. ALTERATI	VALORE SCLEROM.	ORIENT.SCLEROM.	CLASSI DI FREQUENZA	STRATIFICAZIONE	SCISTOSITA' 1	SCISTOSITA' 2	FRATTURA 1
1	200	45	X						X	7			X							X				X		X				X			34		> 2 m				
2	185	44	X						X	9			X							X				X		X				X			34		0.6-2 m				
3	180	44	X						X	13			X							X				X		X				X			38		200-600 mm	X			X (*)
4	185	40	X						X	13			X							X				X		X				X			28		60-200 mm				X
5	190	47	X						X	9			X							X				X		X					X		22		<60 mm				
6	180	43	X				X			5			X							X				X		X					X		28						
7	195	55	X						X	13			X					X						X		X					X		24						
8	185	50	X				X			5		X						X						X		X				X			34						
9	200	30	X				X			5		X						X						X		X				X			0						
10	190	44	X				X			3		X							X					X		X				X			0						
11	185	40	X						X	9		X						X						X		X				X			30		> 2 m				
12	195	40	X						X	9		X							X					X		X				X			24		0.6-2 m	X			
13	200	35	X						X	9			X					X						X		X				X			26		200-600 mm	X			
14	190	45	X						X	13			X					X						X		X					X		20		60-200 mm				
15	180	40	X						X	13			X							X					X	X					X			0		<60 mm				

(*) : + frequente.
Sono presenti segni di carsismo.

FRATTURA 2 | FRATTURA 3 | FRATTURA 4 | FRATTURA 5

DIDASCALIE

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

FOTOGRAFIE

1



2



3



SCHEDA DI RILEVAMENTO GEOMECCANICO

COMITTENTE GEOTECHNICAL SERVICES

LOCALITA' RONCO - RAPALLO **STAZIONE** 1 **SCHEDA** 2 **DI** 2 **DATA** 30/10/2012

CARATTERISTICHE DELL'AFFIORAMENTO

DIREZIONE 350° INCLINAZIONE 60° ALTEZZA (m) da 2 a 5 LUNGHEZZA (m) 40,0

UNITA'/FORMAZIONE CALCARI DI MONTE ANTOLA **LITOLOGIA** CALCARI MARNOSI - ARGILLOSCISTI

	GIAC.		TIPO DISCONT.				CONDIZIONI DISCONTINUITA'																										RESIST. GIUNTI		FREQUENZA DELLE DISCONTINUITA'				
							SCABREZZA				PERSISTENZA					APERTURA					RIEMPIMENTO					COND.IDRAUL			ALTERAZIONE										
N. PROGR.—SIVO	DIR. IMMERSIONE	INCLINAZIONE	STRATIFICAZIONE	FRATTURA	SCISTOSITA'	FAGLIA	MORF. PIANA	MORF. DISCONTINUA	MORF. ONDULATA	JRC	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m	SERRATO	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm	ASSENTE	DURO<5mm	DURO>5mm	PLASTICO<5mm	PLASTICO>5mm	ASCIUTTO	UMIDO/BAGNATO	FLUSSO	NON ALTERATI	LEGG. ALTERATI	MOD. ALTERATI	MOLTO ALTERATI	COMPL. ALTERATI	VALORE SCLEROM.	ORIENT. SCLEROM.	CLASSI DI FREQUENZA	STRATIFICAZIONE	SCISTOSITA' 1	SCISTOSITA' 2	FRATTURA 1
16	360	20		X					X	13	X									X	X					X					X		20	↙	> 2 m				
17	5	32		X					X	13	X									X				X		X					X		30	↙	0.6-2 m				
18	355	30		X					X	13	X								X					X		X					X		46	↙	200-600 mm				
19	345	45		X				X		15	X								X		X					X					X		36	↙	60-200 mm				
20	355	45		X				X		15		X							X		X					X				X			0	↙	<60 mm				
21	342	52		X					X	13	X									X					X		X					X		22	↙					
22	338	50		X				X		15	X									X					X		X					X		16	↙					
23	343	53		X				X		15		X								X	X				X		X					X		14	↙					
24	339	50		X				X		15		X							X					X		X					X		18	↙					
25	345	45		X					X	13	X								X		X					X					X		36	↙					
26	320	45		X				X		15	X								X					X		X					X		22	↙	> 2 m				
27	80	80		X					X	11	X								X		X					X					X		30	↘	0.6-2 m				
8	260	78		X					X	11	X								X		X					X					X		40	↘	200-600 mm				
29	260	85		X					X	11	X									X					X						X		12	↘	60-200 mm				
30	290	60		X				X		17	X									X	X					X					X		24	↘	<60 mm				
31	75	75		X				X		17	X									X					X		X					X		18	↘	La Frattura 1 presenta una morfologia ondulata a larga scala.				
32	80	80		X					X	11	X									X	X					X					X		34	↘					
33	280	65		X				X		17	X								X		X					X					X		54	↘					
34	65	85		X					X	11	X									X					X						X		35	↘					
35	70	85		X				X		17	X									X	X					X					X		48	↘					
36	85	80		X				X		17	X								X		X					X					X		22	↘					

DIDASCALIE

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

FOTOGRAFIE

1

2

3

SCHEDA DI RILEVAMENTO GEOMECCANICO

COMITTENTE: GEOTECHNICAL SERVICES

LOCALITA': RONCO - RAPALLO | STAZIONE: 2 | SCHEDA: 1 DI 2 | DATA: 30/10/2012

CARATTERISTICHE DELL'AFFIORAMENTO

DIREZIONE: 320° | INCLINAZIONE: 55° | ALTEZZA (m): 2,0 | LUNGHEZZA (m): 2,0

UNITA'/FORMAZIONE: CALCARI DI MONTE ANTOLA | LITOLOGIA: CALCARI MARNOSI - ARGILLOSCISTI

	GIAC.		TIPO DISCONT.				CONDIZIONI DISCONTINUITA'																								RESIST. GIUNTI		FREQUENZA DELLE DISCONTINUITA'				
							SCABREZZA				PERSISTENZA					APERTURA					RIEMPIMENTO					COND.IDRAUL.			ALTERAZIONE										
N. PRI. ESSIVO	DIR. IMMERSIONE	INCLINAZIONE	STRATIFICAZIONE	FRATTURA	SCISTOSITA'	FAGLIA	MORF. PIANA	MORF. DISCONTINUA	MORF. ONDULATA	JRC	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m	SERRATO	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm	ASSENTE	DURO<5mm	DURO>5mm	PLASTICO<5mm	PLASTICO>5mm	ASCIUTTO	UMIDO/BAGNATO	FLUSSO	NON ALTERATI	LEGG. ALTERATI	MOD. ALTERATI	MOLTO ALTERATI	COMPL. ALTERATI	VALORE SCLEROM.	ORIENT. SCLEROM.	CLASSI DI FREQUENZA	STRATIFICAZIONE	SCISTOSITA' 1	SCISTOSITA' 2	FRATTURA 1
1	170	33	X				X			7	X								X		X					X					X		0		> 2 m				
2	175	40	X				X			7	X								X					X		X					X		0		0.6-2 m				
3	160	35	X				X			7	X									X				X		X						X		10		200-600 mm	X(-)			
4	170	35	X					X		11	X									X				X		X						X		0		60-200 mm	X			X
5	175	42	X				X			7	X								X					X		X						X		0		<60 mm	X			X
6	180	40	X					X		11	X									X	X					X						X		12						
7	175	34	X					X		11	X									X				X		X						X		0						
8	15			X			X			3	X								X					X		X						X		0						
9	360			X				X		15	X								X		X					X						X		0						
10	10			X				X		15	X									X				X		X						X		0						
11	350			X			X			5	X									X				X		X					X			0		> 2 m				
12	355			X				X		13	X								X		X					X							X		10		0.6-2 m				
13	15			X				X		15	X								X					X		X							X		0		200-600 mm	X			
14	10			X				X		15	X									X	X					X							X		16		60-200 mm	X			
15	360			X			X			5	X									X						X	X					X			10		<60 mm				
16	345			X			X			3	X									X						X	X						X		0		L'ammasso roccioso è completamente alterato. (-): molto rara				

DIDASCALIE

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

FOTOGRAFIE

1



2



3



SCHEDA DI RILEVAMENTO GEOMECCANICO

COMITTENTE GEOTECHNICAL SERVICES

LOCALITA' RONCO - RAPALLO **STAZIONE** 2 **SCHEDA** 2 **DI** 2 **DATA** 30/10/2012

CARATTERISTICHE DELL'AFFIORAMENTO

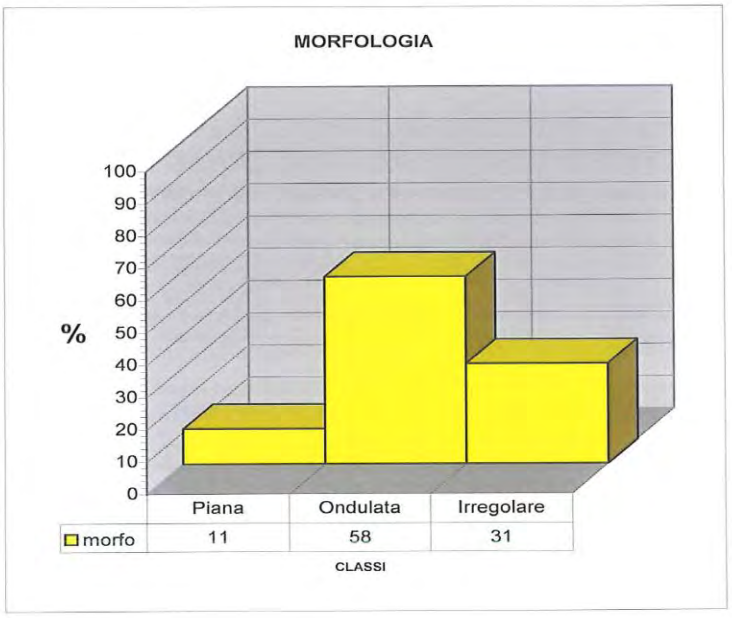
DIREZIONE 320° INCLINAZIONE 55° ALTEZZA (m) 2,0 LUNGHEZZA (m) 2,0

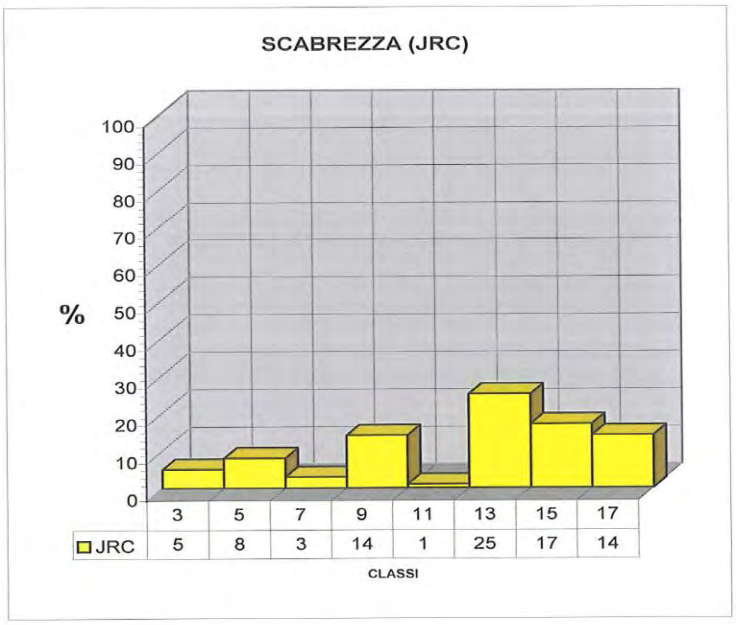
UNITA'/FORMAZIONE CALCARI DI MONTE ANTOLA **LITOLOGIA** CALCARI MARNOSI - ARGILLOSCISTI

	GIAC.		TIPO DISCONT.				CONDIZIONI DISCONTINUITA'																										RESIST. GIUNTI		FREQUENZA DELLE DISCONTINUITA'				
							SCABREZZA				PERSISTENZA					APERTURA					RIEMPIMENTO					COND.IDRAUL			ALTERAZIONE										
N. PROGRESSIVO	DIR. IMMERSIONE	INCLINAZIONE	STRATIFICAZIONE	FRATTURA	SCISTOSITA'	FAGLIA	MORF. PIANA	MORF. DISCONTINUA	MORF. ONDULATA	JRC	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m	SERRATO	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm	ASSENTE	DURO<5mm	DURO>5mm	PLASTICO<5mm	PLASTICO>5mm	ASCIUTTO	UMIDO/BAGNATO	FLUSSO	NON ALTERATI	LEGG. ALTERATI	MOD. ALTERATI	MOLTO ALTERATI	COMPL. ALTERATI	VALORE SCLEROM.	ORIENT.SCLEROM.	CLASSI DI FREQUENZA	STRATIFICAZIONE	SCISTOSITA' 1	SCISTOSITA' 2	FRATTURA 1
17	275	77		X			X			3	X						X				X					X						X	12	↘	> 2 m				
18	280	80		X			X			5	X							X			X					X						X	10	↘	0.6-2 m				
19	290	80		X			X			3	X							X			X					X						X	0	↘	200-600 mm				
20	265	75		X			X			3	X						X				X					X					X			0	↘	60-200 mm				
21	290	80		X			X			5	X									X	X					X					X			0	↘	<60 mm				
22	295	75		X			X			7	X								X		X					X						X	14	↘		FRATTURA 2	FRATTURA 3	FRATTURA 4	FRATTURA 5
23	285	70		X			X			3	X						X				X					X						X	0	↘					
24	270	80		X			X			5	X						X				X					X						X	0	↘					

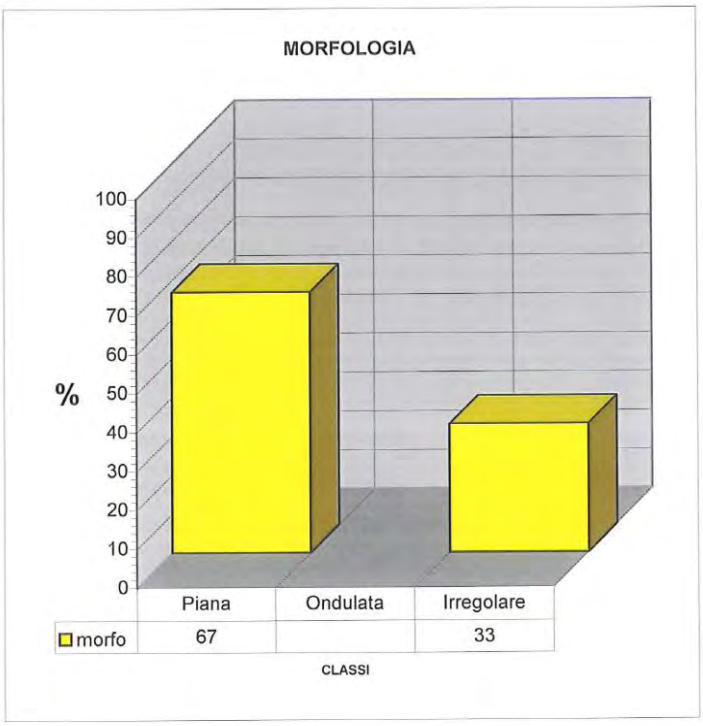
		STAZIONE 1 %	STAZIONE 2 %	STAZ. 1 & 2 %
MORFOLOGIA	Piana	11	67	33
	Ondulata	58		35
	Irregolare	31	33	32
JRC	3	5	25	13
	5	8	21	13
	7	3	21	10
	9	14		8
	11	1	13	13
	13	25	4	17
	15	17	16	17
	17	14		9
PERSISTENZA	<1m	50	100	70
	1-3m	22		13
	3-10m	28		17
APERTURA	chiusi		17	7
	0,1-1mm	19	8	15
	1-5mm	28	33	30
	>5mm	53	42	48
RIEMPIMENTO	assente	33	54	42
	plast<5mm	25	17	22
	plast>5mm	42	29	36
COND.IDRAUL.	asciutto		100	40
	umidità	100		60
ALTERAZIONE	mod.alterati	40		28
	alterati	60	29	48
	molto alter.		71	24
SPAZIATURA	<60mm	6		3
	60-200mm	86	67	32
	200-600mm	8	17	58
	0,6-2m		16	7
SHR	<10	11	64	33
	10-20	19	36	25
	20-30	36		22
	30-40	25		15
	>40	11		5

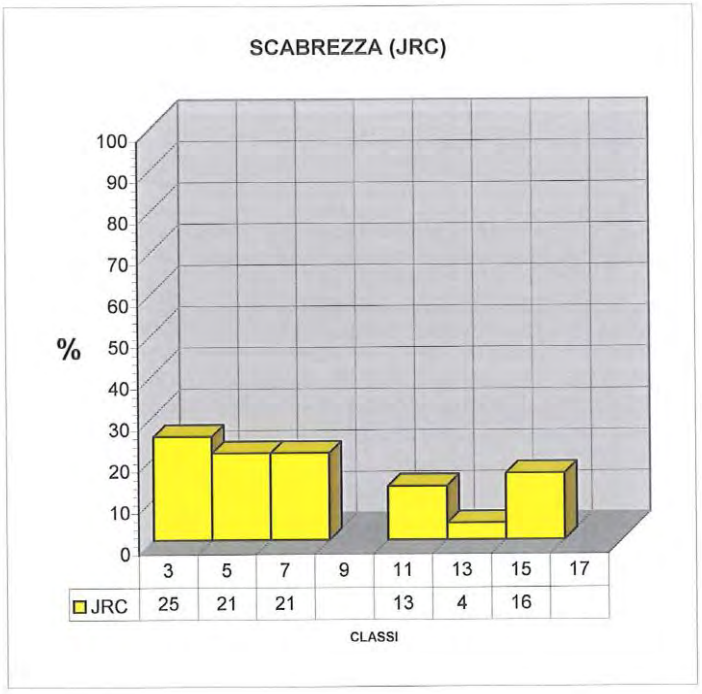
1


MORFOLOGIA
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Piana
Ondulata
Irregolare
morfo
11
58
31
CLASSI

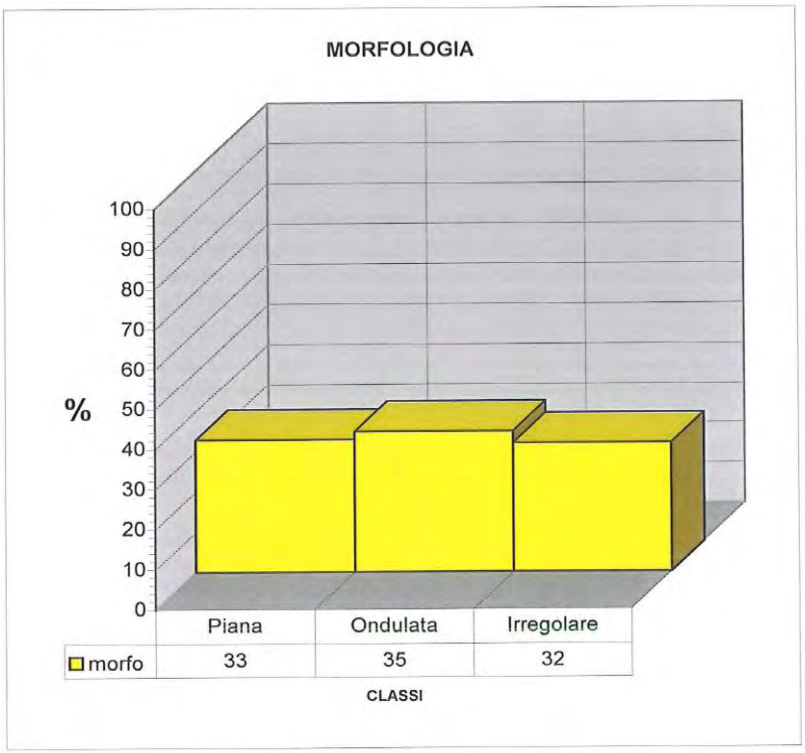

SCABREZZA (JRC)
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
3
5
7
9
11
13
15
17
JRC
5
8
3
14
1
25
17
14
CLASSI

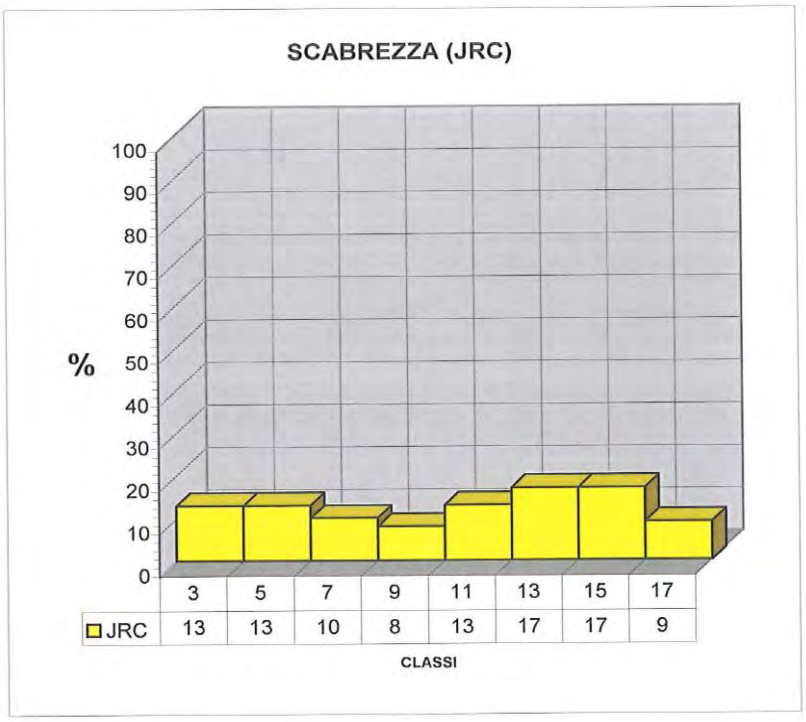
2

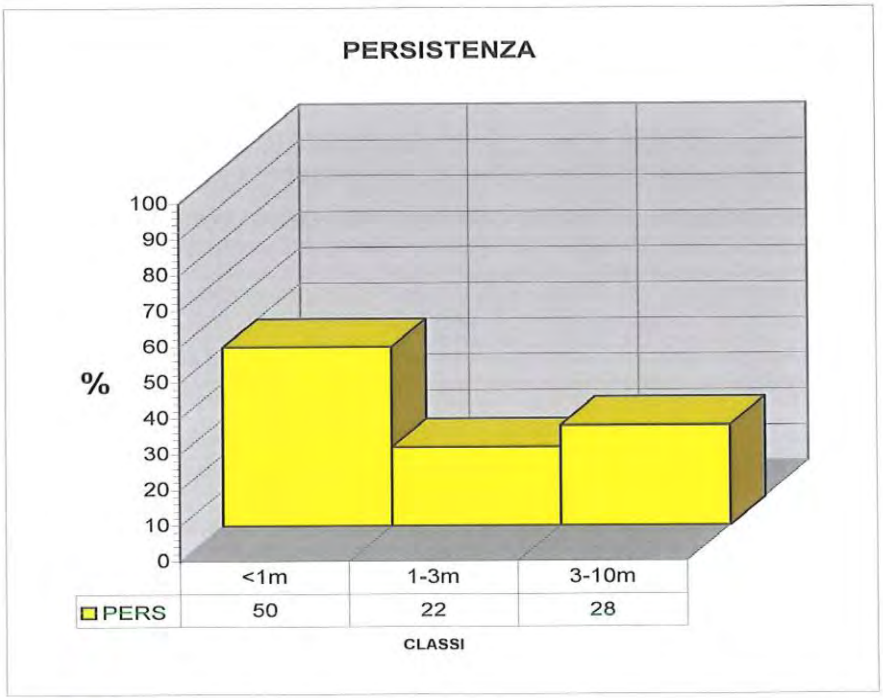

MORFOLOGIA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
Piana
Ondulata
Irregolare
morfo
67
33
CLASSI

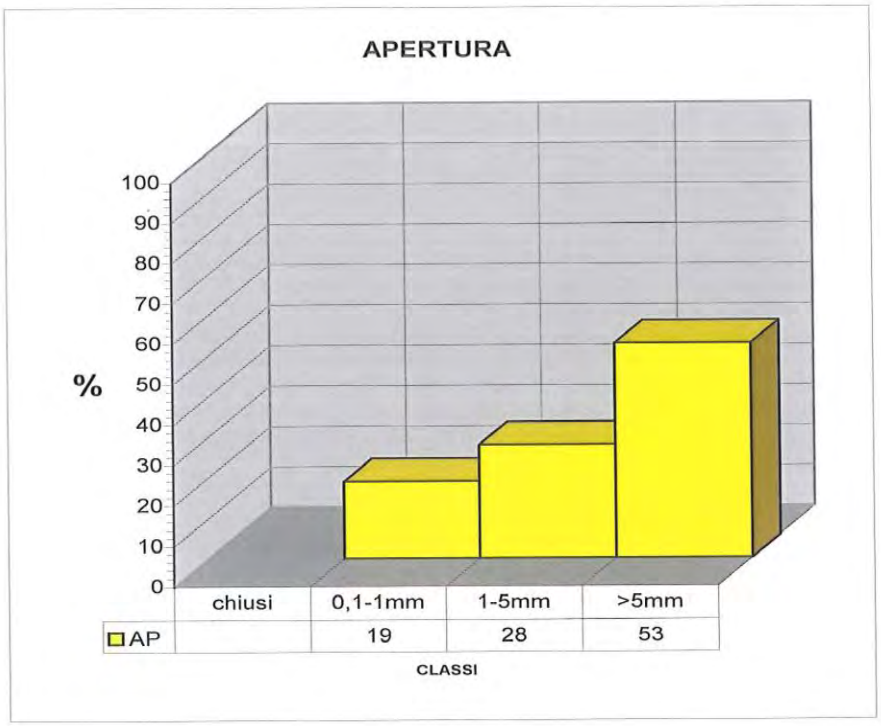

SCABREZZA (JRC)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
3
5
7
9
11
13
15
17
JRC
25
21
21
13
4
16
CLASSI

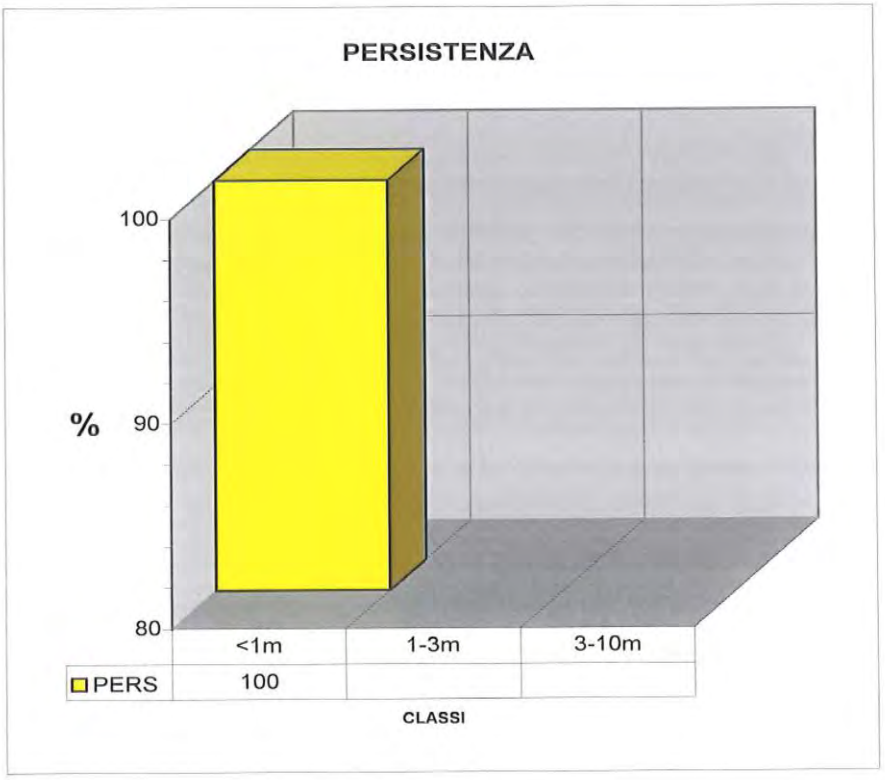
1+2

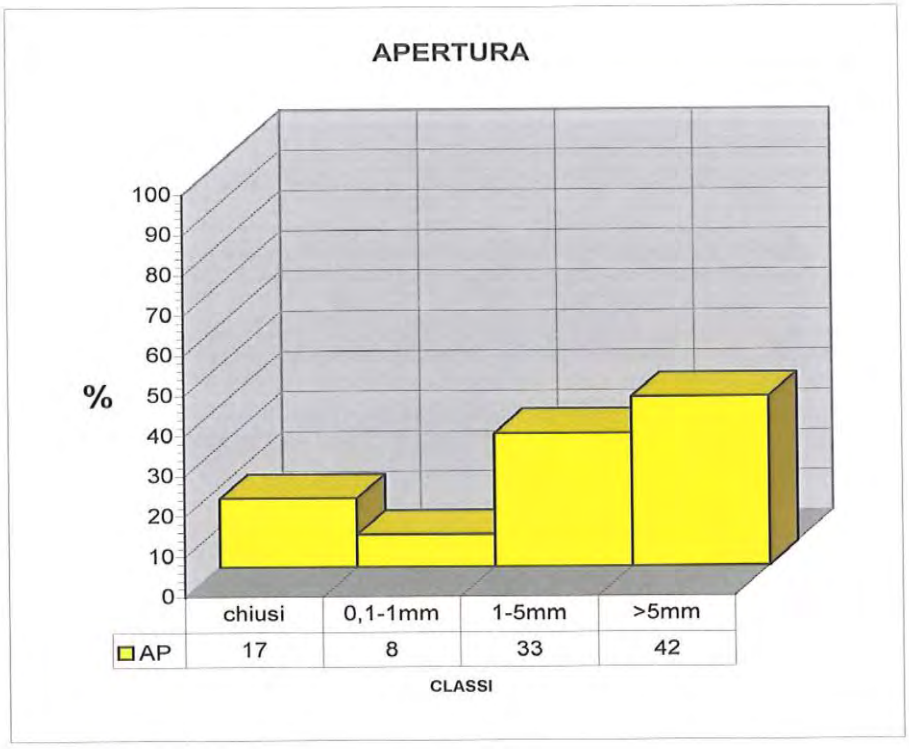

MORFOLOGIA
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
Piana
Ondulata
Irregolare
morfo
33
35
32
CLASSI

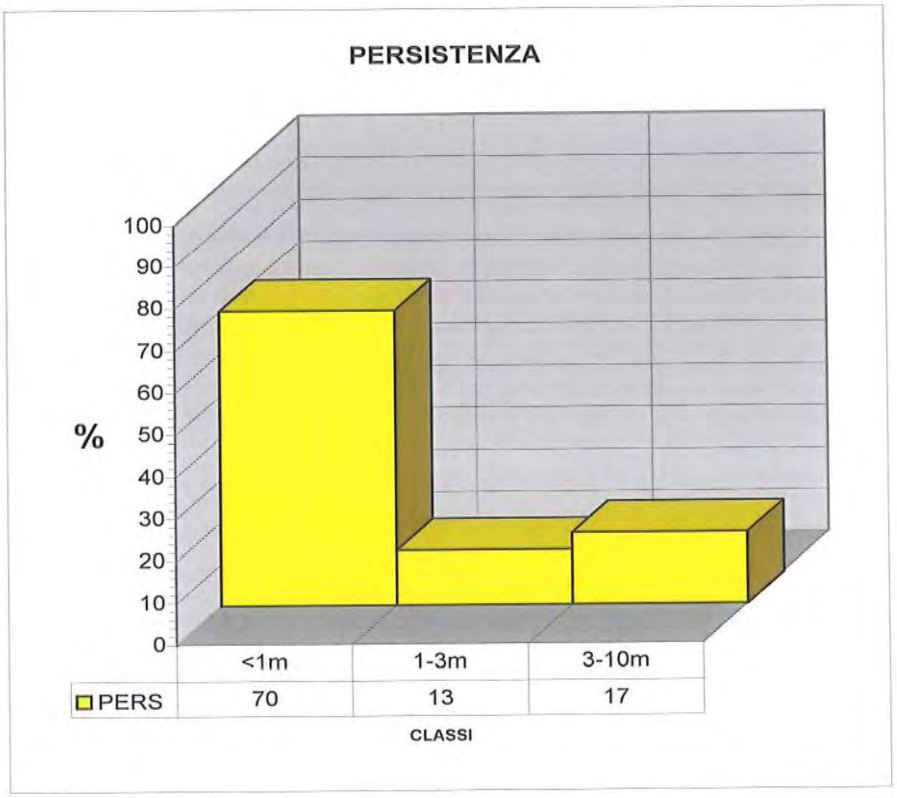

SCABREZZA (JRC)
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
3
5
7
9
11
13
15
17
JRC
13
13
10
8
13
17
17
9
CLASSI

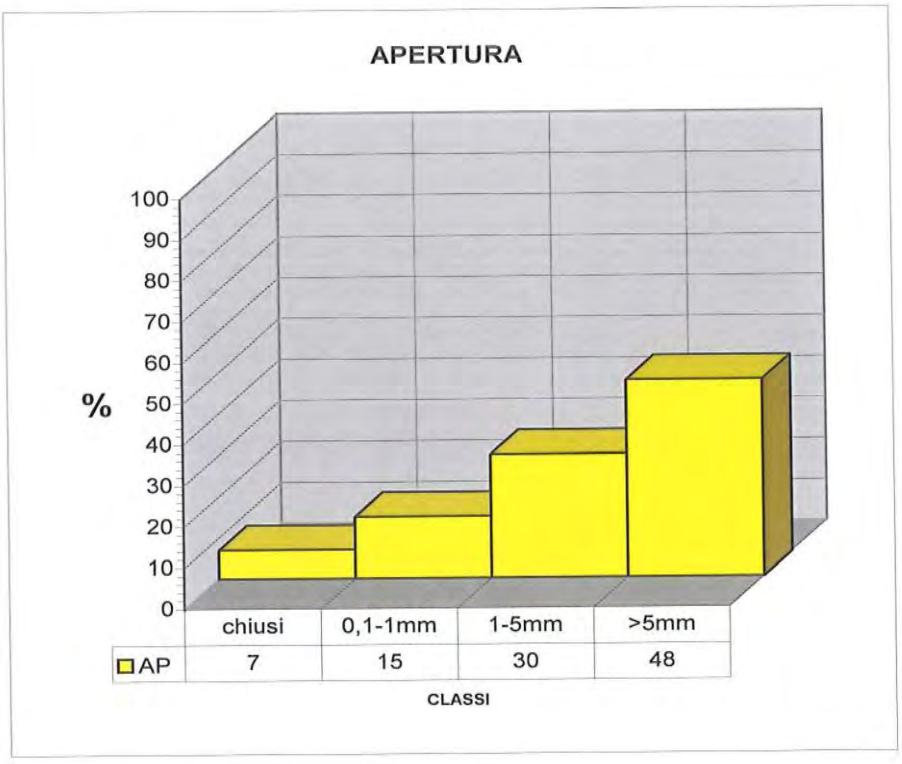

PERSISTENZA
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
<1m
1-3m
3-10m
PERS
50
22
28
CLASSI

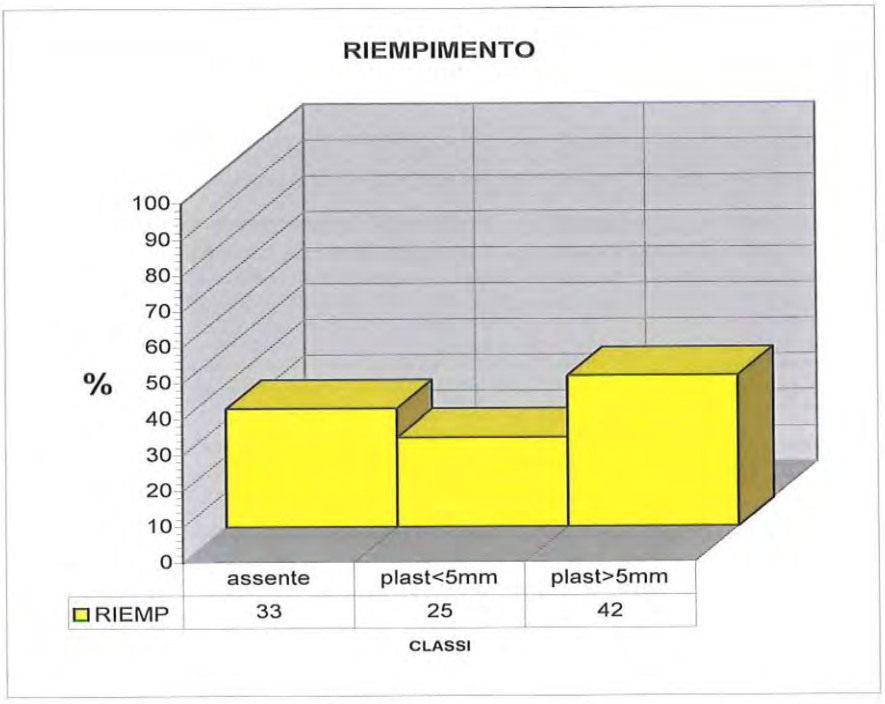

APERTURA
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
chiusi
0,1-1mm
1-5mm
>5mm
AP
19
28
53
CLASSI

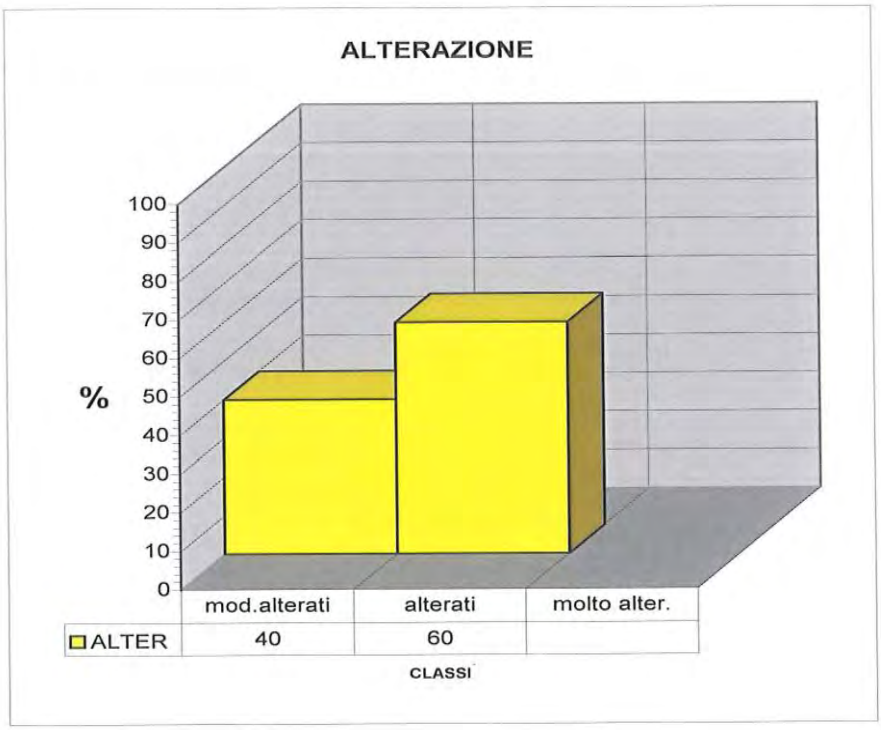

PERSISTENZA
100
90
80
%
<1m
1-3m
3-10m
PERS
100
CLASSI

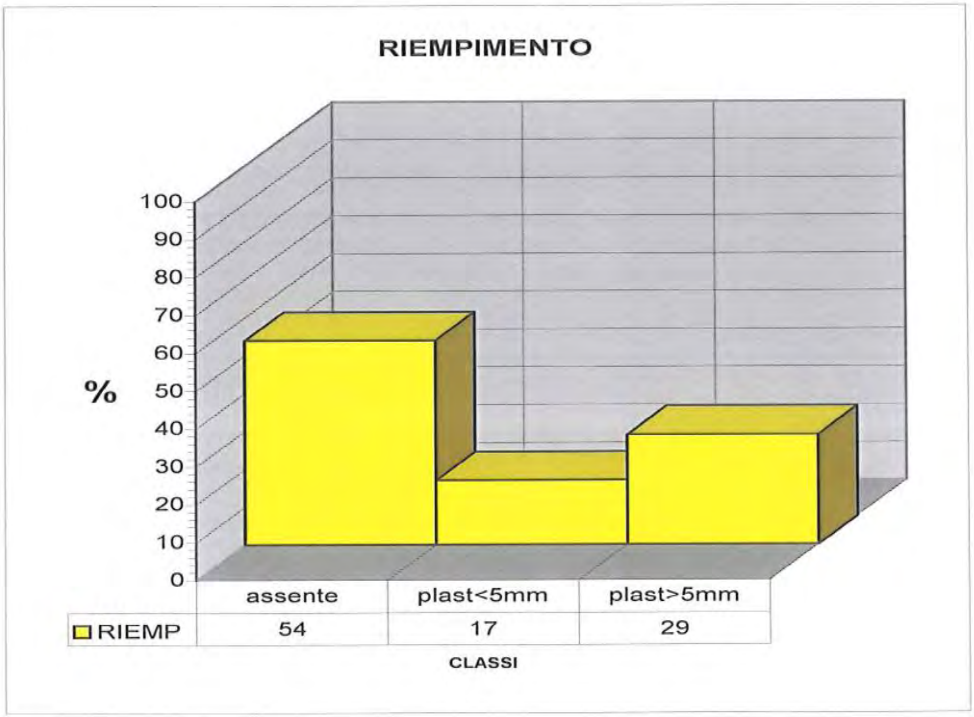

APERTURA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
chiusi
0,1-1mm
1-5mm
>5mm
AP
17
8
33
42
CLASSI

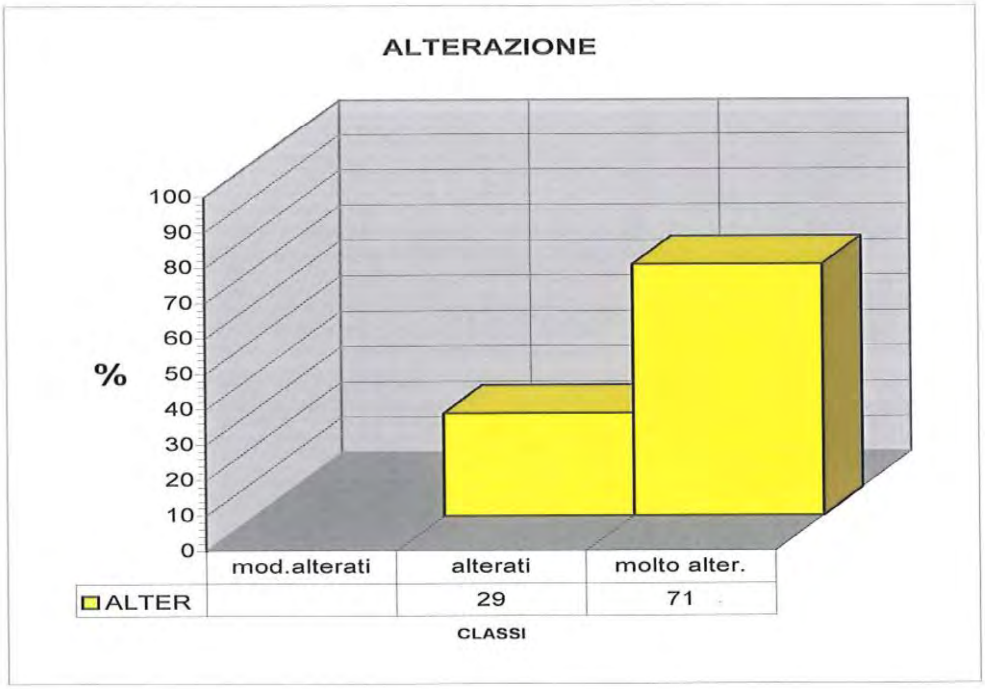

PERSISTENZA
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
<1m
1-3m
3-10m
PERS
70
13
17
CLASSI

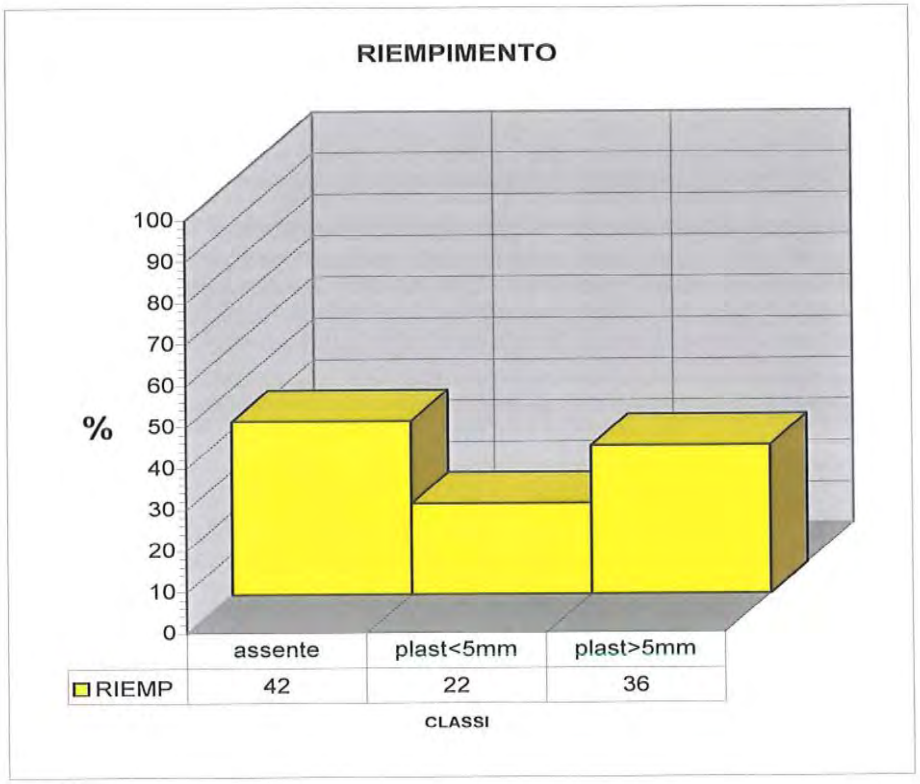

APERTURA
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
chiusi
0,1-1mm
1-5mm
>5mm
AP
7
15
30
48
CLASSI

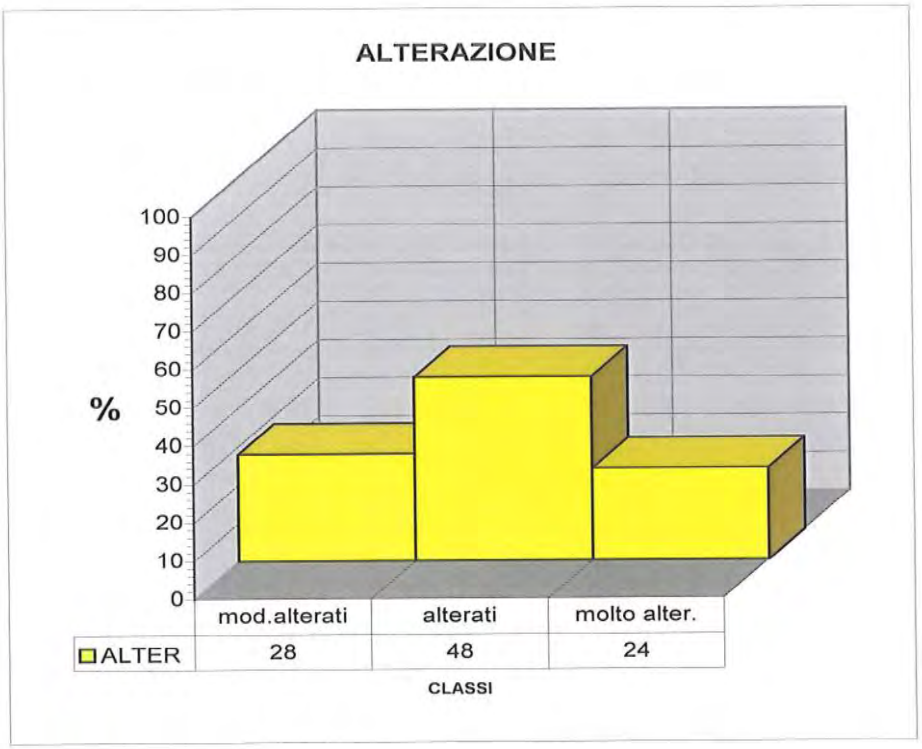

RIEMPIMENTO
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
assente
plast<5mm
plast>5mm
RIEMP
33
25
42
CLASSI

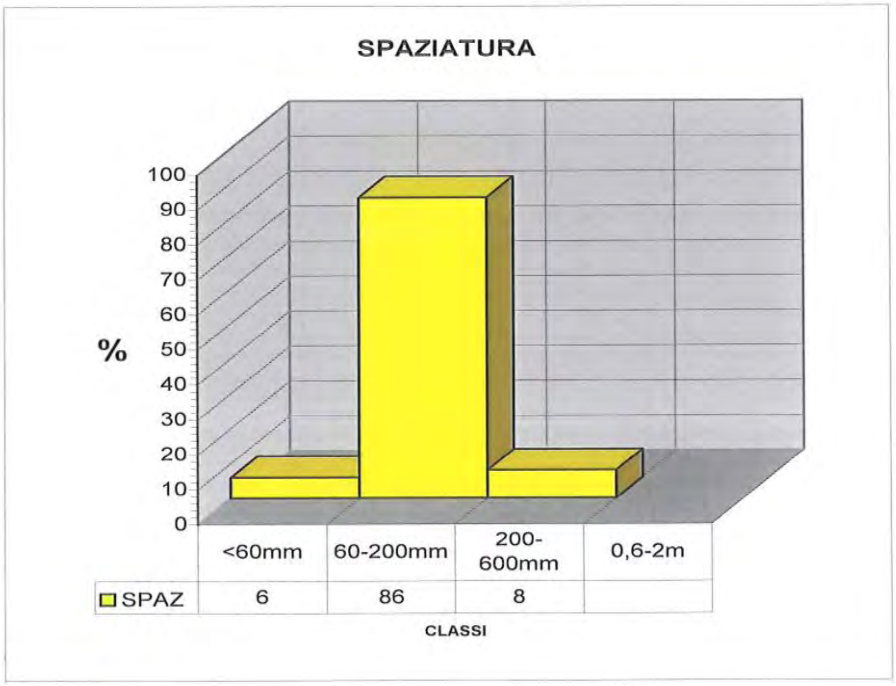

ALTERAZIONE
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
mod.alterati
alterati
molto alter.
ALTER
40
60
CLASSI

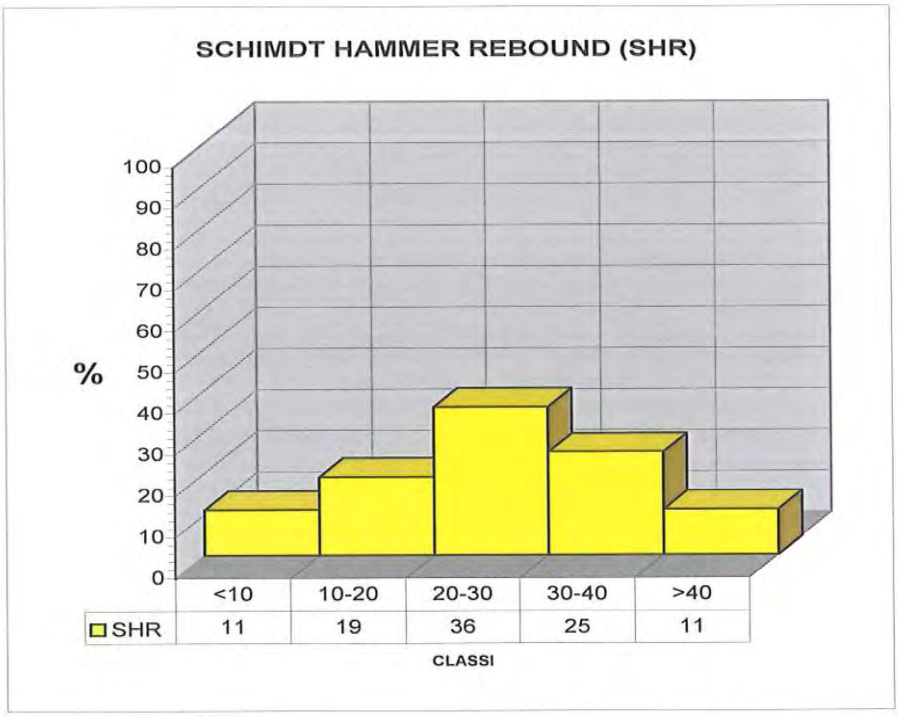

RIEMPIMENTO
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
assente
plast<5mm
plast>5mm
RIEMP
54
17
29
CLASSI

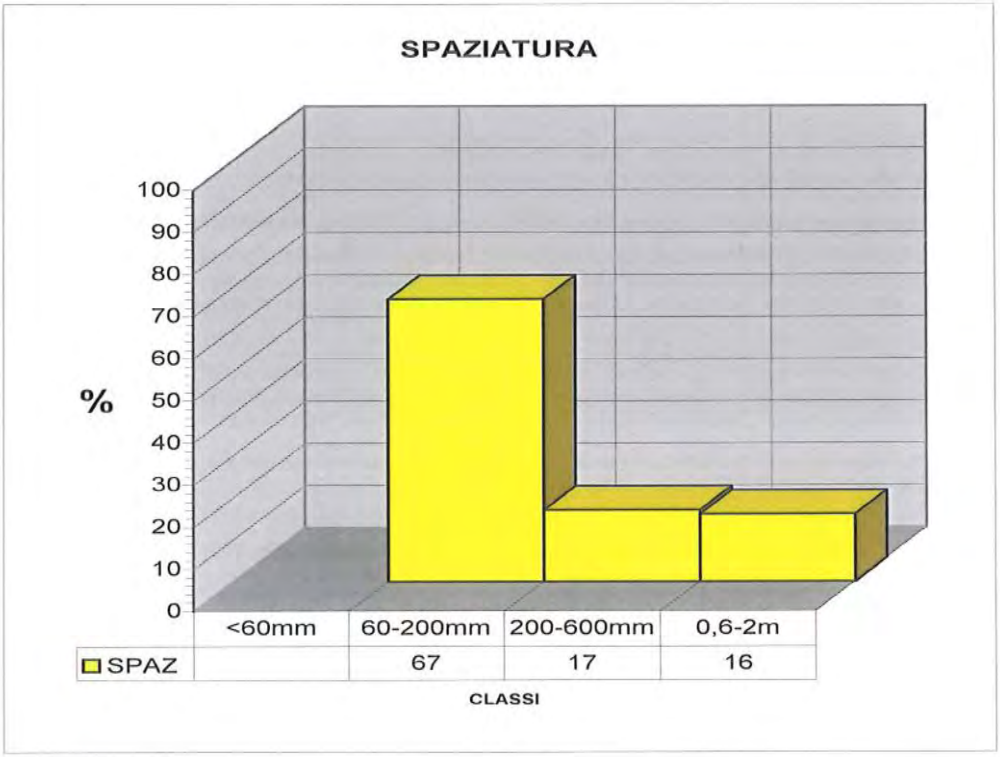

ALTERAZIONE
100
90
80
70
60
%
50
40
30
20
10
0
mod.alterati
alterati
molto alter.
ALTER
29
71
CLASSI

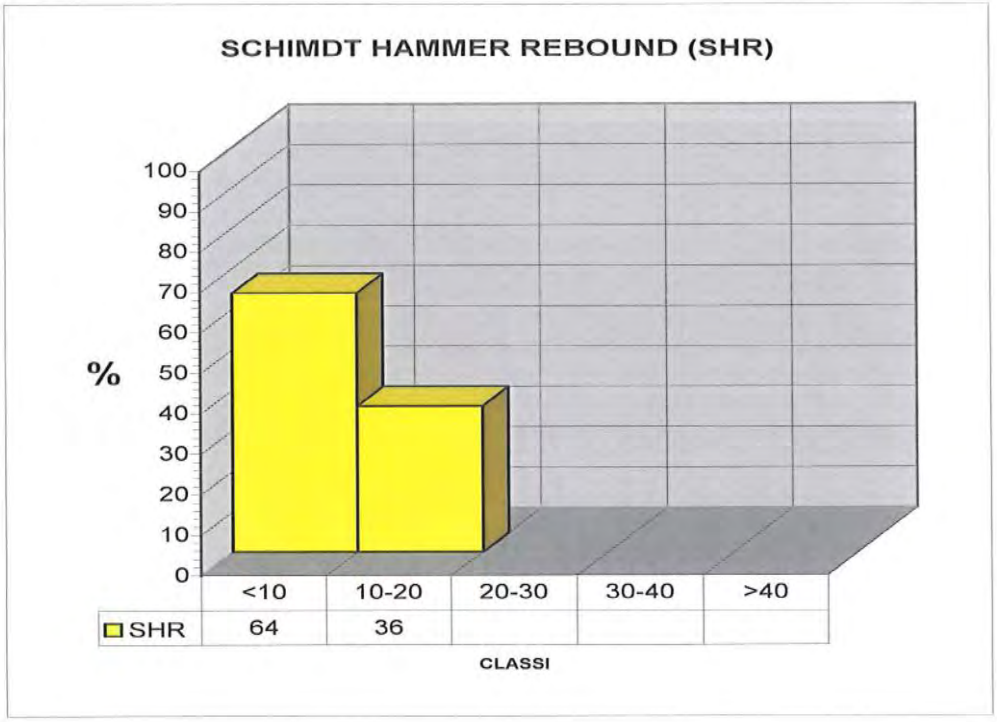

RIEMPIMENTO
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
assente
plast<5mm
plast>5mm
RIEMP
42
22
36
CLASSI

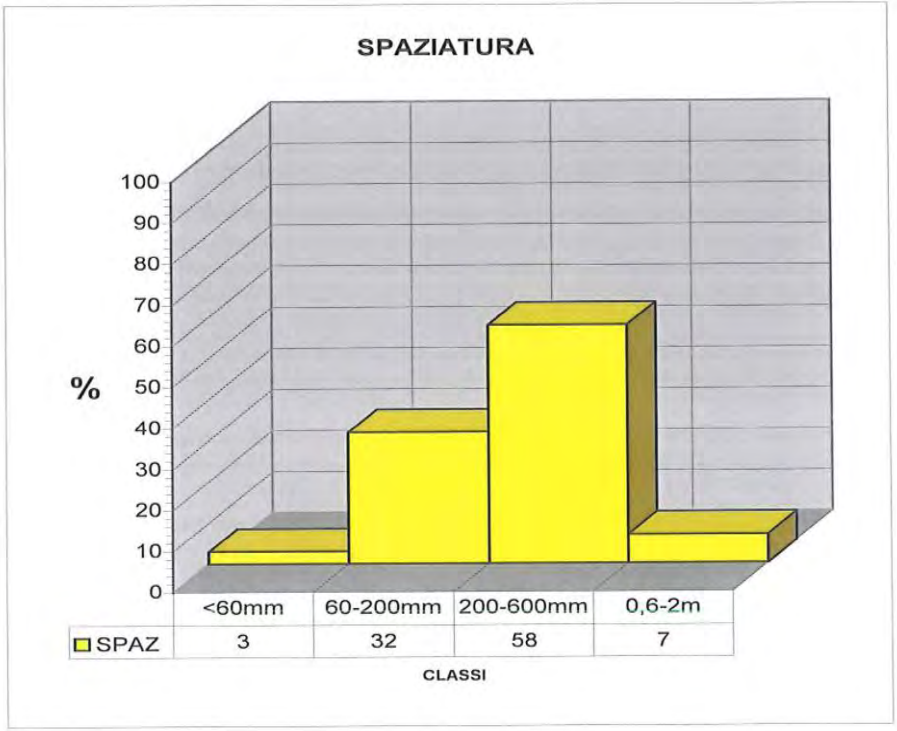

ALTERAZIONE
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
mod.alterati
alterati
molto alter.
ALTER
28
48
24
CLASSI

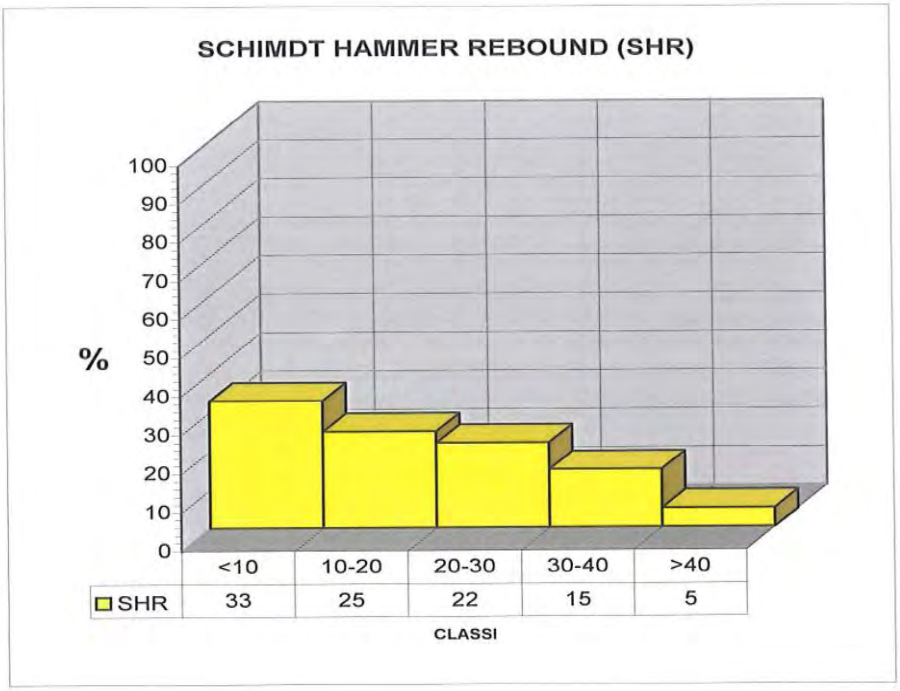

SPAZIATURA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<60mm
60-200mm
200-600mm
0,6-2m
SPAZ
6
86
8
CLASSI


SCHIMDT HAMMER REBOUND (SHR)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<10
10-20
20-30
30-40
>40
SHR
11
19
36
25
11
CLASSI

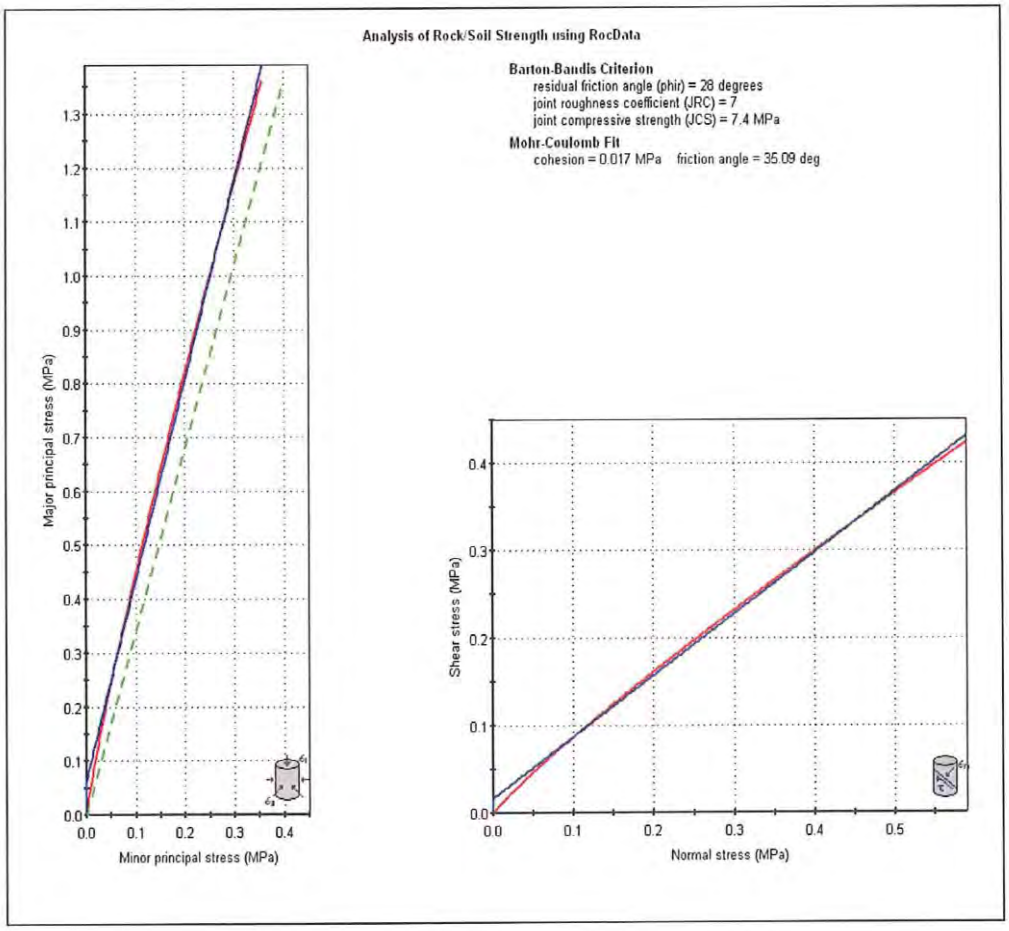

SPAZIATURA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<60mm
60-200mm
200-600mm
0,6-2m
SPAZ
67
17
16
CLASSI


SCHIMDT HAMMER REBOUND (SHR)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<10
10-20
20-30
30-40
>40
SHR
64
36
CLASSI

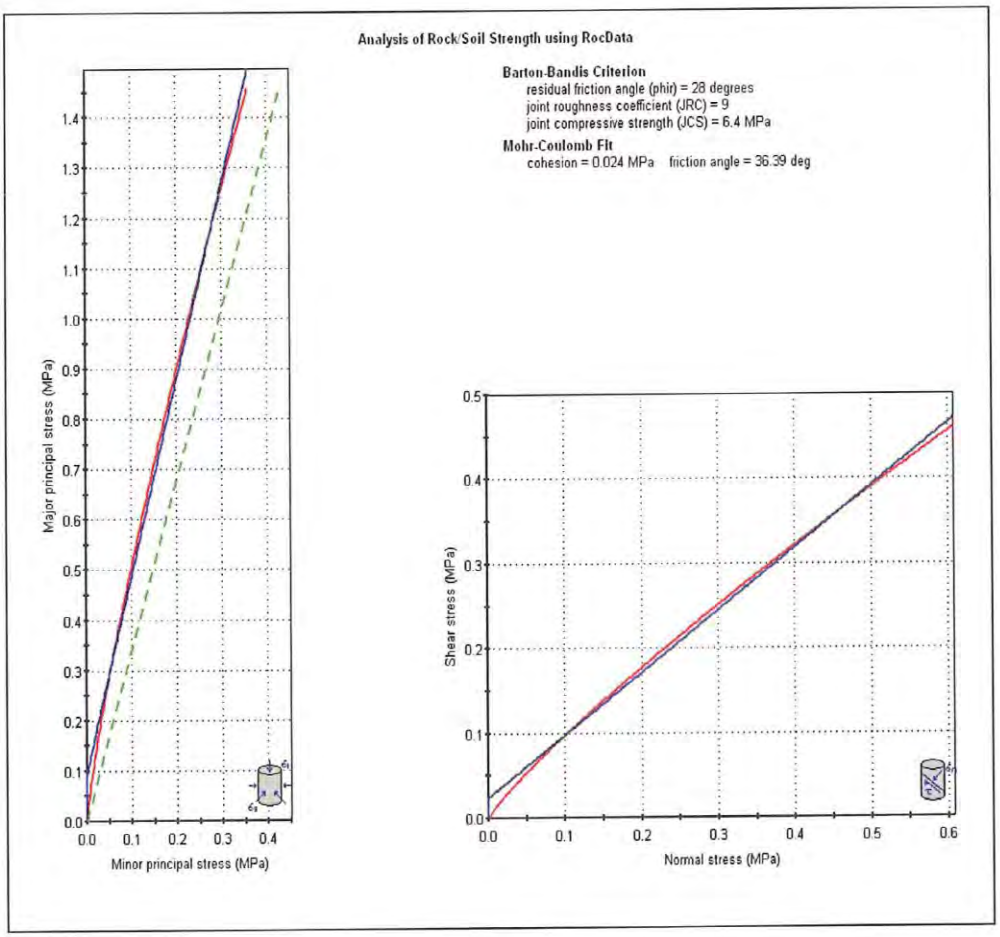

SPAZIATURA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<60mm
60-200mm
200-600mm
0,6-2m
SPAZ
3
32
58
7
CLASSI


SCHIMDT HAMMER REBOUND (SHR)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
<10
10-20
20-30
30-40
>40
SHR
33
25
22
15
5
CLASSI

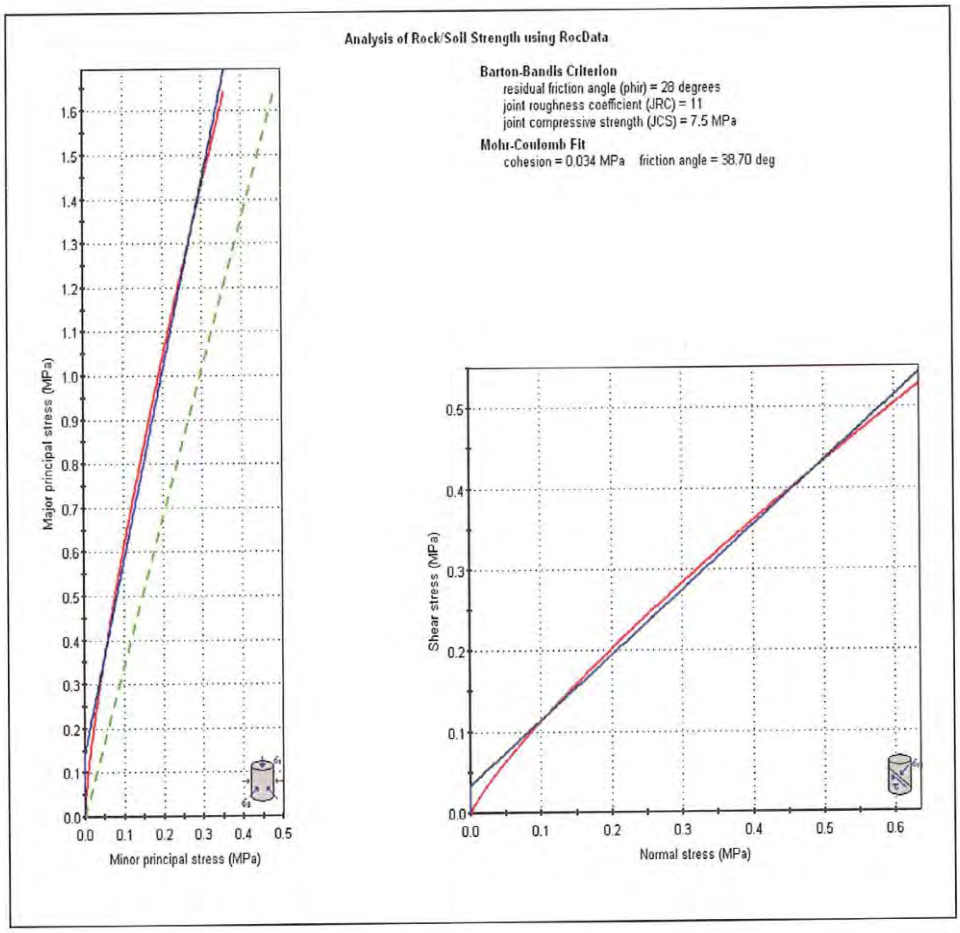
Barton-Bandis Criterion		
basic friction angle	28	degrees
joint roughness coefficient JRC	7	
joint compressive strength	7,40	MPa
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
signmax	0,59	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	17	kPa
phi	35,1	degrees



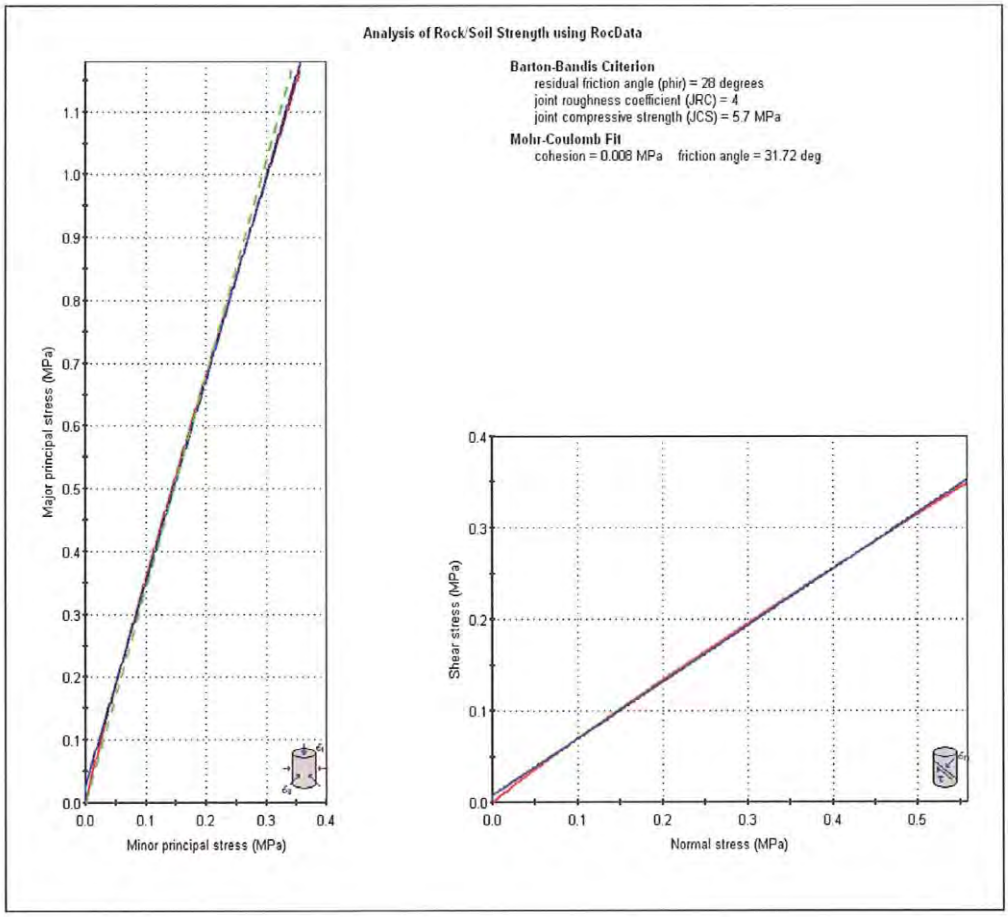
Barton-Bandis Criterion		
basic friction angle	28	degrees
joint roughness coefficient JRC	9	
joint compressive strength	6,40	MPa
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
signmax	0,607	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	24	kPa
phi	36,4	degrees



Barton-Bandis Criterion		
basic friction angle	28	degrees
joint roughness coefficient JRC	11	
joint compressive strength	7,50	MPa
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
signmax	0,635	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	34,4	kPa
phi	38,7	degrees

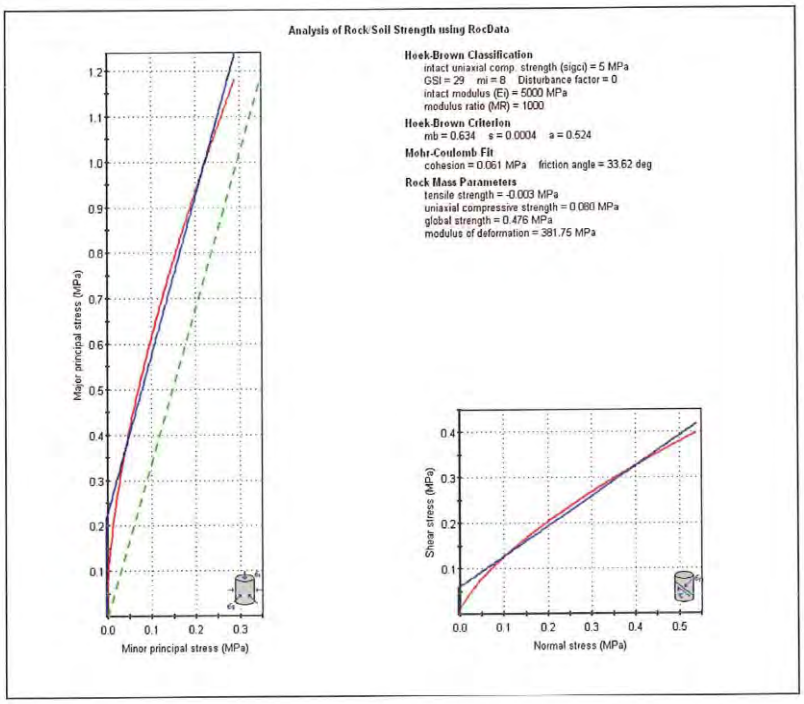


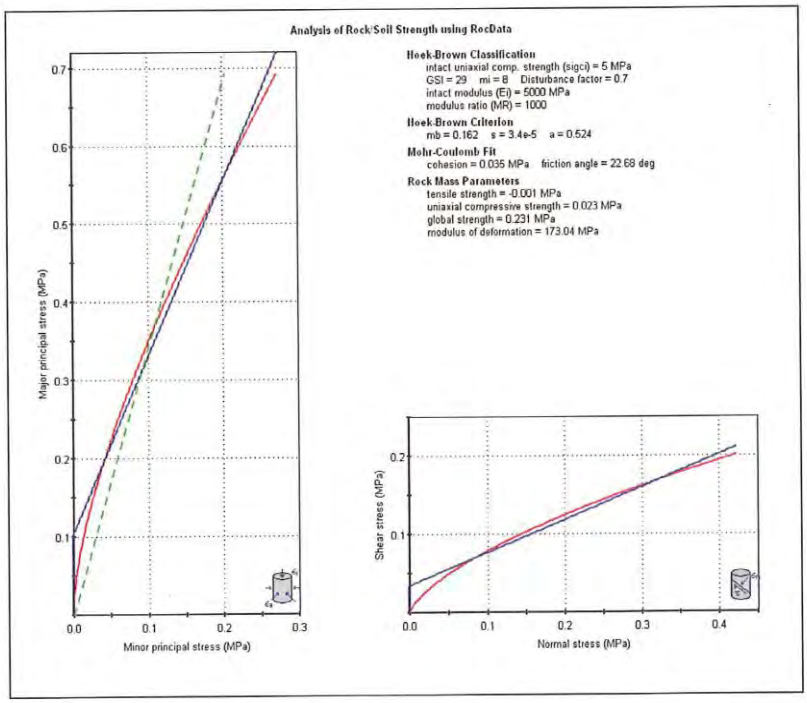
Barton-Bandis Criterion		
basic friction angle	28	degrees
joint roughness coefficient JRC	4	
joint compressive strength	5,70	MPa
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
signmax	0,558	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	8	kPa
phi	31,7	degrees



Hoek-Brown Classification		
sigci	5	MPa
GSI	29	
mi	8	
D	0	
Ei	5000	
MR	1000	
Hoek-Brown Criterion		
mb	0,634	
s	0,000400	
a	0,524	
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
sig3max	0,291	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	61	Kpa
phi	33,6	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0,0030	MPa
sigc	0,080	MPa
sigcm	0,48	MPa
Erm	382	MPa

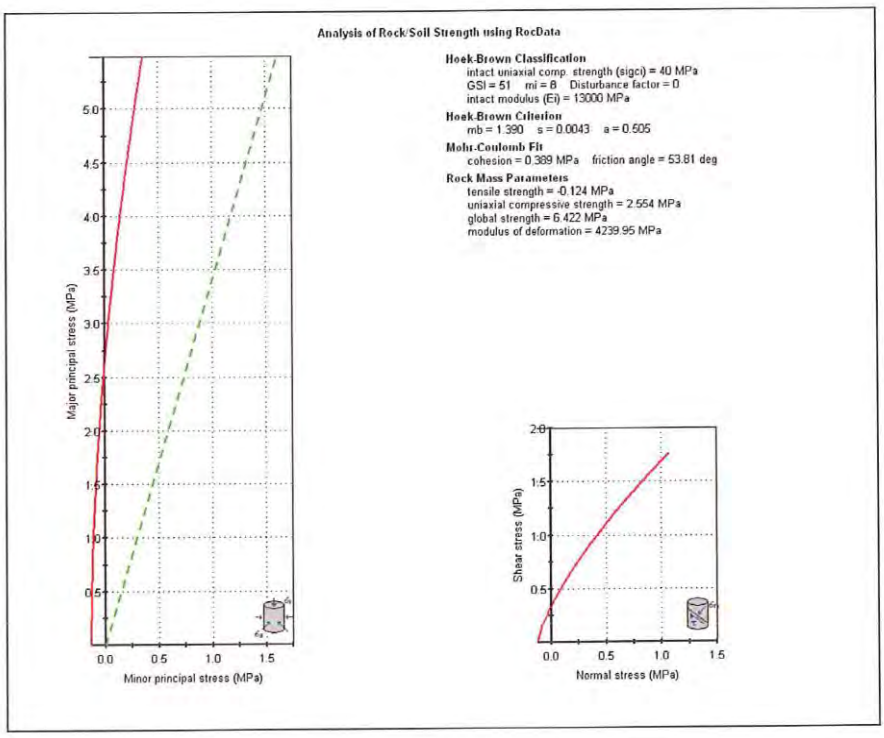
Hoek-Brown Classification		
sigci	5	MPa
GSI	29	
mi	8	
D	0,7	
Ei	5000	
MR	1000	
Hoek-Brown Criterion		
mb	1,162	
s	0,000034	
a	0,524	
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
sig3max	0,273	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	35	Kpa
phi	22,7	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0,001	MPa
sigc	0,023	MPa
sigcm	0,23	MPa
Erm	173	MPa

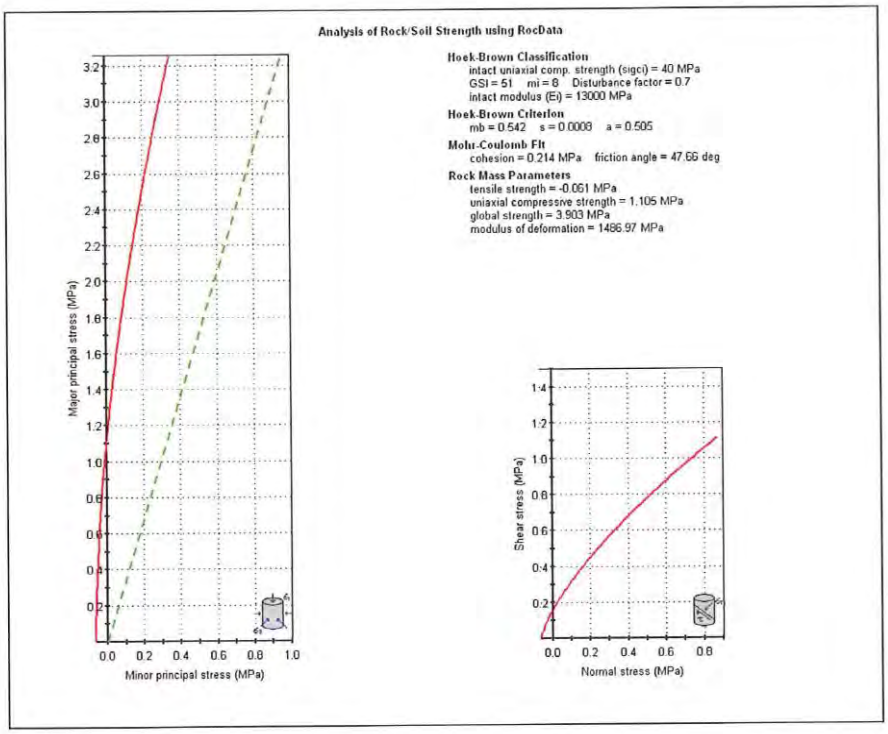

Analysis of Rock/Soil Strength using RocData
Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 5 MPa
GSI = 29 mi = 8 Disturbance factor = 0
intact modulus (Ei) = 5000 MPa
modulus ratio (MR) = 1000
Hoek-Brown Criterion
mb = 0.634 s = 0.0004 a = 0.524
Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.061 MPa friction angle = 33.62 deg
Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.003 MPa
uniaxial compressive strength = 0.080 MPa
global strength = 0.476 MPa
modulus of deformation = 381.75 MPa
Major principal stress (MPa)
Minor principal stress (MPa)
Shear stress (MPa)
Normal stress (MPa)


Analysis of Rock/Soil Strength using RocData
Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 5 MPa
GSI = 29 mi = 8 Disturbance factor = 0.7
intact modulus (Ei) = 5000 MPa
modulus ratio (MR) = 1000
Hoek-Brown Criterion
mb = 0.162 s = 3.4e-5 a = 0.524
Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.035 MPa friction angle = 22.68 deg
Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.001 MPa
uniaxial compressive strength = 0.023 MPa
global strength = 0.231 MPa
modulus of deformation = 173.04 MPa
Major principal stress (MPa)
Minor principal stress (MPa)
Shear stress (MPa)
Normal stress (MPa)

Hoek-Brown Classification		
sigci	40	MPa
GSI	51	
mi	8	
D	0	
Ei	13000	
MR		
Hoek-Brown Criterion		
mb	1,39	
s	0,004300	
a	0,505	
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
sig3max	0,367	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	389	Kpa
phi	53,8	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0,1240	MPa
sigc	2,550	MPa
sigcm	6,4	MPa
Erm	4240	MPa

Hoek-Brown Classification		
sigci	40	MPa
GSI	51	
mi	8	
D	0,7	
Ei	13000	
MR		
Hoek-Brown Criterion		
mb	0,542	
s	0,000800	
a	0,505	
Failure Envelope Range		
Application	Slopes	
sig3max	0,3515	MPa
Unit Weight	0,0265	MN/m3
Slope Height	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	214	Kpa
phi	47,7	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0,0610	MPa
sigc	1,110	MPa
sigcm	3,9	MPa
Erm	1487	MPa


Analysis of Rock/Soil Strength using RocData
Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 40 MPa
GSI = 51 mi = 8 Disturbance factor = 0
intact modulus (Ei) = 13000 MPa
Hoek-Brown Criterion
mb = 1.390 s = 0.0043 a = 0.505
Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.389 MPa friction angle = 53.81 deg
Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.124 MPa
uniaxial compressive strength = 2.554 MPa
global strength = 6.422 MPa
modulus of deformation = 4239.95 MPa
Major principal stress (MPa)
Minor principal stress (MPa)
Shear stress (MPa)
Normal stress (MPa)


Analysis of Rock/Soil Strength using RocData
Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 40 MPa
GSI = 51 mi = 8 Disturbance factor = 0.7
intact modulus (Ei) = 13000 MPa
Hoek-Brown Criterion
mb = 0.542 s = 0.0008 a = 0.505
Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.214 MPa friction angle = 47.66 deg
Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.061 MPa
uniaxial compressive strength = 1.105 MPa
global strength = 3.903 MPa
modulus of deformation = 1486.97 MPa
Major principal stress (MPa)
Minor principal stress (MPa)
Shear stress (MPa)
Normal stress (MPa)

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S1 CAR1
Profondità (m) :	5.10 - 5.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	22 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S1 CAR1
Profondità (m) :	5.10 - 5.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 6.23 Altezza : 12.51

Peso di volume (kN/m^3) : 22.11

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 196.53 Temperatura (°C) : 18.1

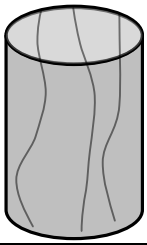
σ_c (MPa) : 64.47 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	24.30
ν	-	0.29

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 6.28 - 45.07 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

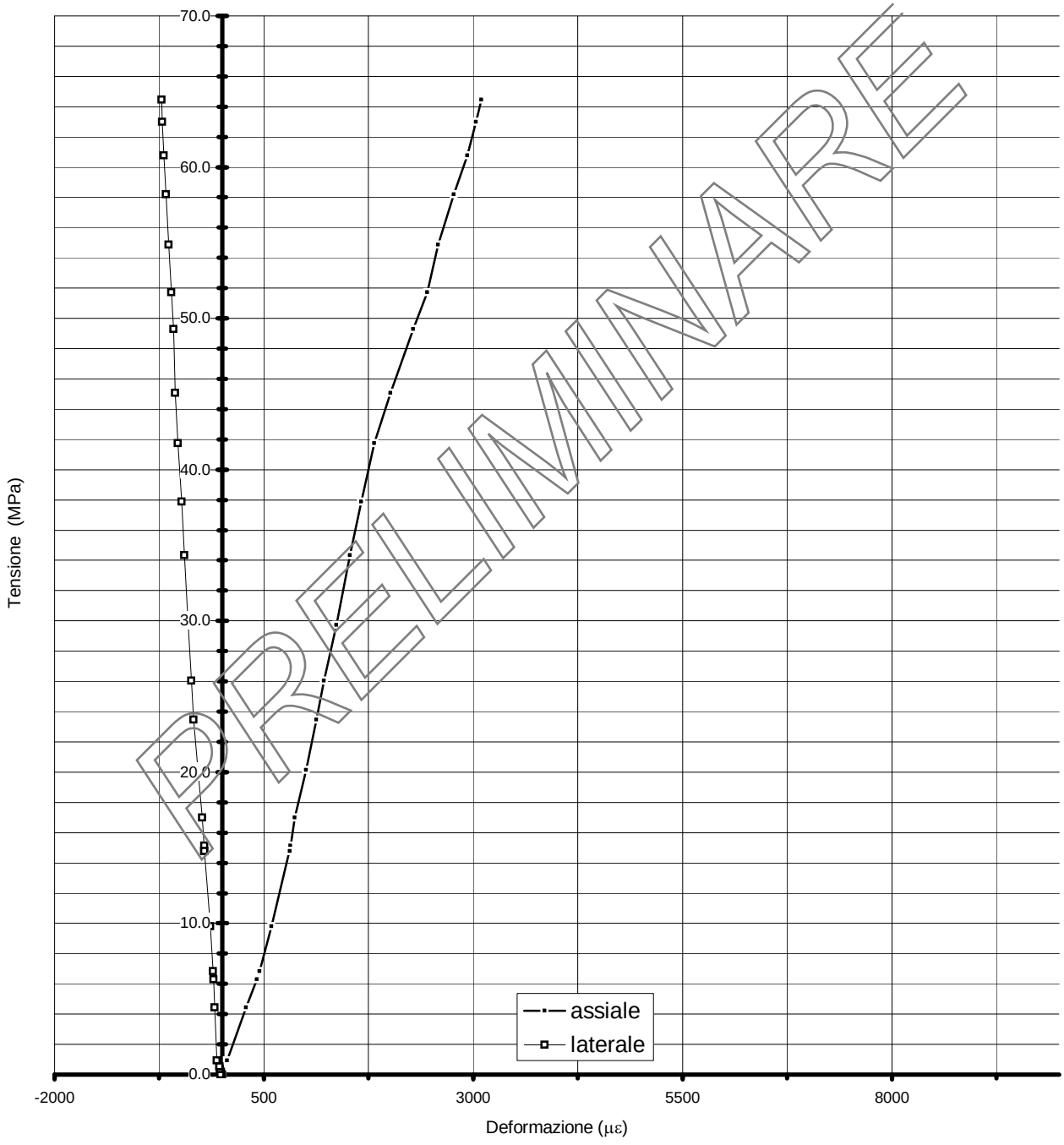
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S1 CAR1
Profondità (m) : 5.10 - 5.60



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 CAR1
Profondità (m) :	5.10 - 5.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore Tecnico :		Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore :		Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 CAR1 Profondità (m) : 5.10 - 5.60

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.85 Altezza (cm) : 4.99

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.43

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

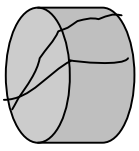
Carico (kN) : 38.6

σ_t (MPa) : 6.27

PRELIMINARE

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 CAR 2
Profondità (m) :	9.00 - 9.70
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 CAR 2 Profondità (m) : 9.00 - 9.70

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.82 Altezza (cm) : 16.27

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.54

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

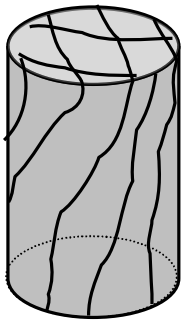
ROTTURA

Carico (kN) : 310.1 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **64.57** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 CAR1
Profondità (m) :	4.70 - 4.90
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 CAR1 Profondità (m) : 4.70 - 4.90

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.84 Altezza (cm) : 3.98

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.11

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

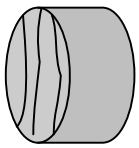
Carico (kN) : 35.1

σ_t (MPa) : 7.16

PRELIMINARE

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 CAR1
Profondità (m) :	4.70 - 4.90
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	24 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 CAR1
Profondità (m) :	4.70 - 4.90
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7.83 Altezza : 16.28

Peso di volume (kN/m^3) : 26.47

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 401.98 Temperatura (°C) : 18.1

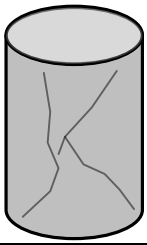
σ_c (MPa) : 83.48 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	27.95
ν	-	0.26

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 13.73 - 63.14 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

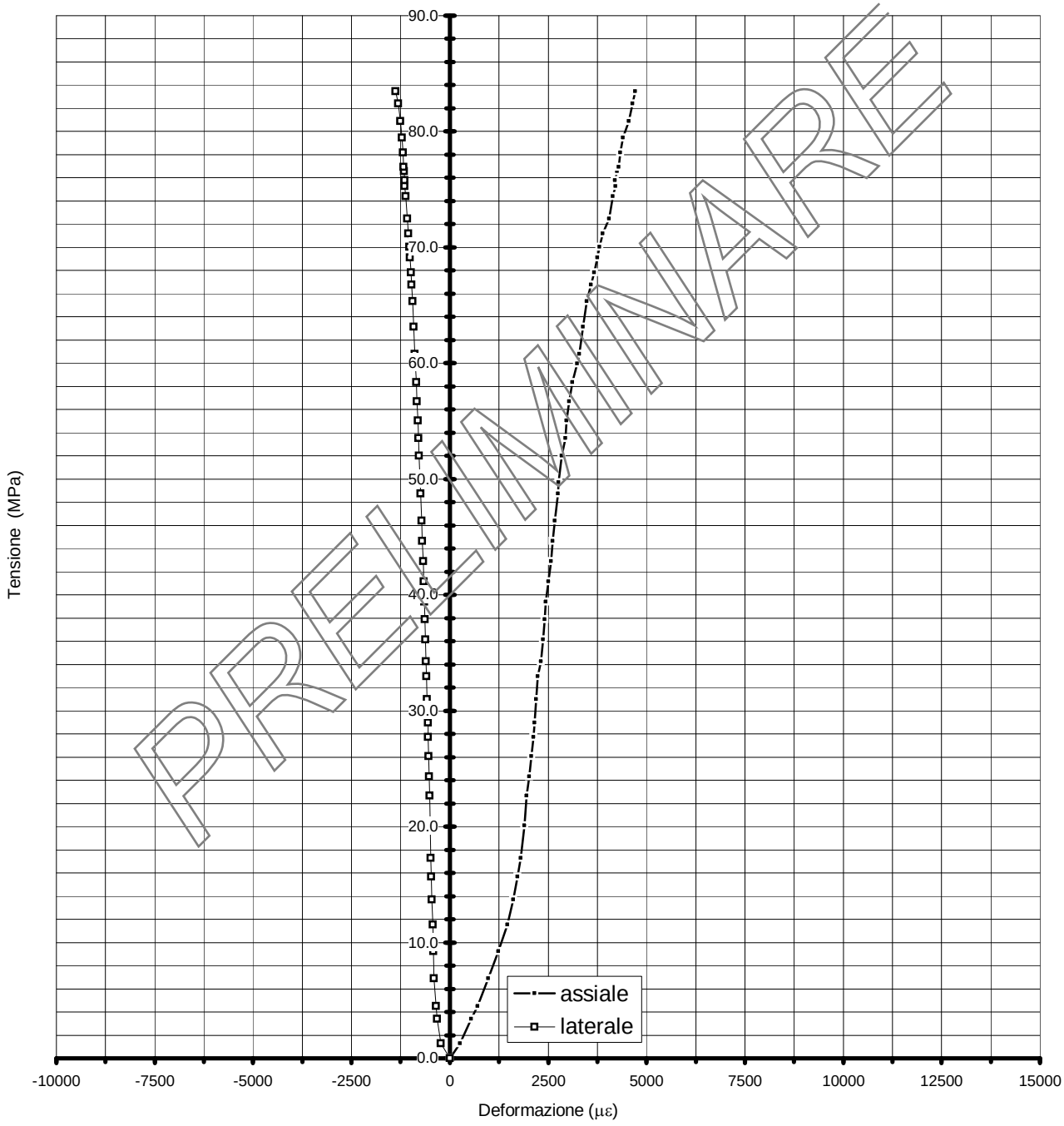
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 CAR1
Profondità (m) : 4.70 - 4.90



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 CAR 2
Profondità (m) :	6.70 - 7.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 CAR 2 Profondità (m) : 6.70 - 7.00

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.84 Altezza (cm) : 15.99

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.11

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

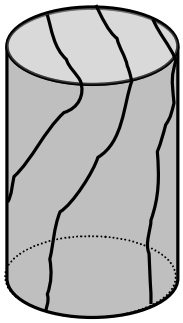
ROTTURA

Carico (kN) : 280.7 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **58.15** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 CAR 3
Profondità (m) :	9.40 - 9.80
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 CAR 3 Profondità (m) : 9.40 - 9.80

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.80 Altezza (cm) : 16.03

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 25.70

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

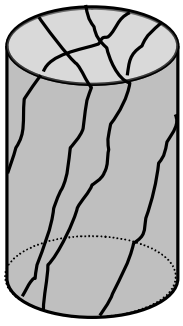
ROTTURA

Carico (kN) : 90.2 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **18.88** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2-CR2
Profondità (m) :	3.40 - 3.60
Tipo del Campione :	Semi-indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo ghiaioso di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	19 ottobre 2012

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	**X**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. campione : S2-CR2
Profondità (m) : 3.40 - 3.60

PRELIMINARE

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	22.02
Sabbia (%)	17.54
Limo (%)	53.81
Argilla (%)	6.63
P_{200} (%)	60.44
Diam. max (mm)	22.7

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

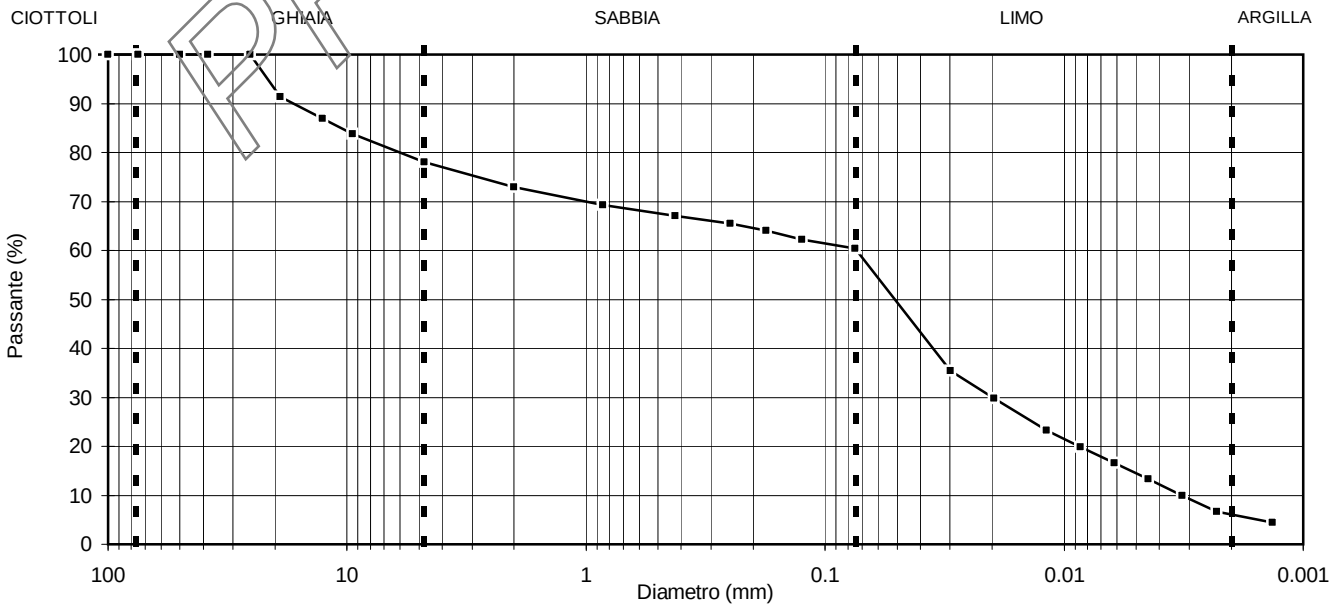
D_{60} (mm)	0.074
D_{50} (mm)	0.051
D_{30} (mm)	0.020
D_{10} (mm)	0.003
C_c	1.67
C_u	22.92

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	91.35
12.70	86.97
9.50	83.82
4.75	77.98
2.00	72.94
0.85	69.30
0.425	67.00
0.250	65.45
0.177	64.09
0.125	62.26
0.075	60.44

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0.0300	35.38
0.0197	29.86
0.0119	23.22
0.0086	19.90
0.0062	16.59
0.0045	13.27
0.0032	9.95
0.0023	6.63
0.0013	4.42



Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2-CR2
Profondità (m) :	3.40 - 3.60

Peso lordo umido	(g)	669.97
Peso lordo secco	(g)	601.77
Peso tara	(g)	307.88
Peso netto secco	(g)	293.89
Peso acqua	(g)	68.20
Contenuto in acqua	(%)	**23.21**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. campione : S2-CR2
Profondità (m) : 3.40 - 3.60

PRELIMINARE

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

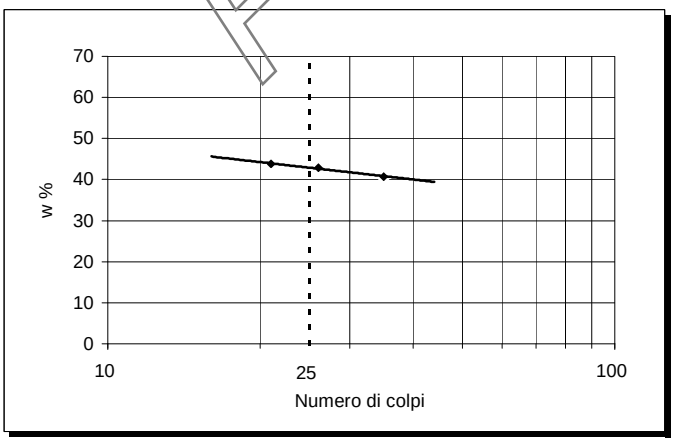
Numero colpi (N)	35	26	21		
Peso lordo umido (g)	32.72	35.01	41.15		
Peso lordo secco (g)	30.91	32.45	36.55		
Tara (g)	26.47	26.47	26.06		
Peso netto secco (g)	4.44	5.98	10.49		
Peso acqua (g)	1.81	2.56	4.60	w % (per N=25)	43.0
Contenuto acqua (%)	40.8	42.8	43.9		

LIMITE PLASTICO

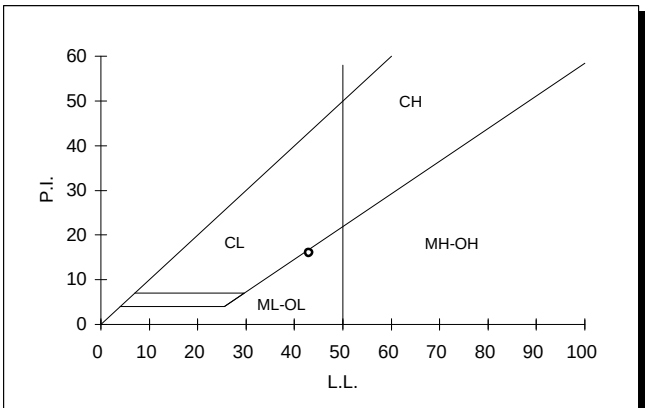
Peso lordo umido (g)	29.56	30.23		
Peso lordo secco (g)	28.92	29.44		
Tara (g)	26.60	26.51		
Peso netto secco (g)	2.32	2.93		
Peso acqua (g)	0.64	0.79		
Contenuto acqua (%)	27.6	27.0	w % medio	27.3

LIMITE DI LIQUIDITA' 43
LIMITE DI PLASTICITA' 27
INDICE PLASTICITA' 16

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2-CR2
Profondità (m) :	3.40 - 3.60

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	5.00
Altezza	(cm)	10.00
Peso lordo	(g)	395.25
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	395.25
Volume	(cm^3)	196.35
Peso di volume	(kN/m^3)	**19.75**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S3 CAR 1
Profondità (m) :	3.60 - 3.80
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S3 CAR 1 Profondità (m) : 3.60 - 3.80

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.82 Altezza (cm) : 15.72

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 25.84

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

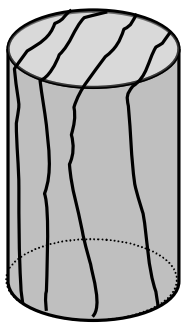
ROTTURA

Carico (kN) : 372.5 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **77.56** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S3 CAR1
Profondità (m) :	3.60 - 3.80
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	24 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S3 CAR1
Profondità (m) :	3.60 - 3.80
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7.79 Altezza : 15.73

Peso di volume (kN/m^3) : 26.43

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 278.91 Temperatura (°C) : 21.0

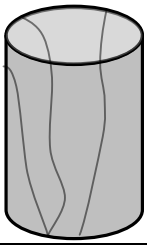
σ_c (MPa) : 58.52 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	8.46
ν	-	0.30

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 8.67 - 43.28 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

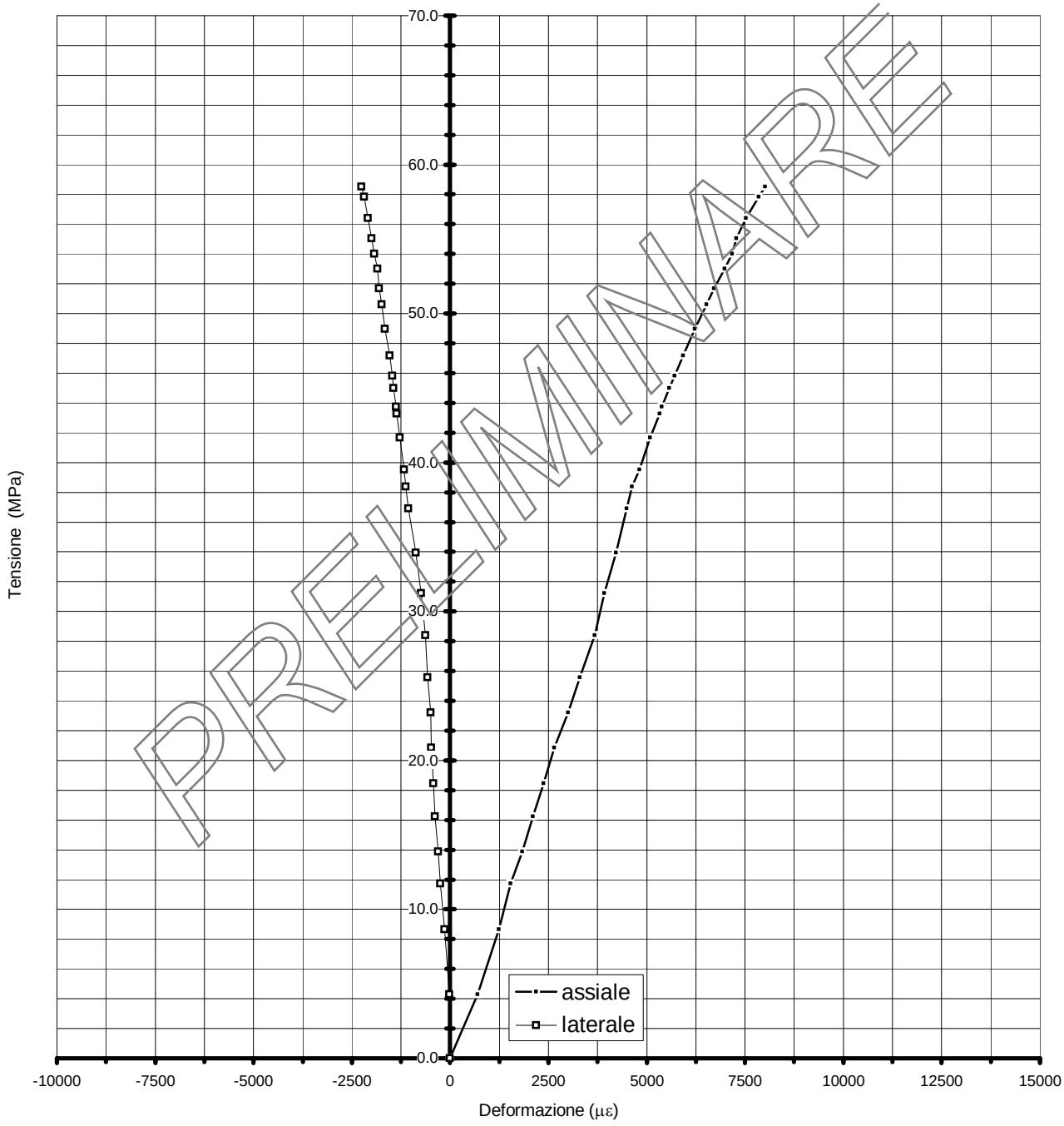
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S3 CAR1
Profondità (m) : 3.60 - 3.80



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S3 CAR1
Profondità (m) :	3.60 - 3.80
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S3 CAR1 Profondità (m) : 3.60 - 3.80

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.79 Altezza (cm) : 3.90

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 23.02

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

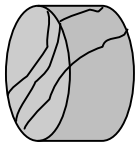
Carico (kN) : 27.5

σ_t (MPa) : 5.76

PRELIMINARE

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S3 CAR 2
Profondità (m) :	5.00 - 5.30
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S3 CAR 2 Profondità (m) : 5.00 - 5.30

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.80 Altezza (cm) : 15.93

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.44

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

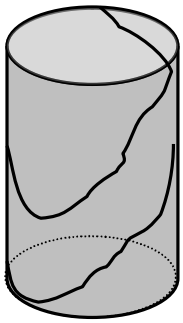
ROTTURA

Carico (kN) : 200.4 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **41.94** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S3 CAR3
Profondità (m) :	9.00 - 9.40
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	22 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S3 CAR3
Profondità (m) :	9.00 - 9.40
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7.82 Altezza : 16.27

Peso di volume (kN/m^3) : 26.35

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 277.00 Temperatura (°C) : 21.0

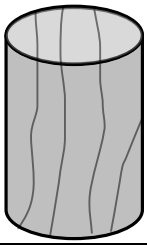
σ_c (MPa) : 57.67 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	33.41
ν	-	0.22

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 7.62 - 47.48 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

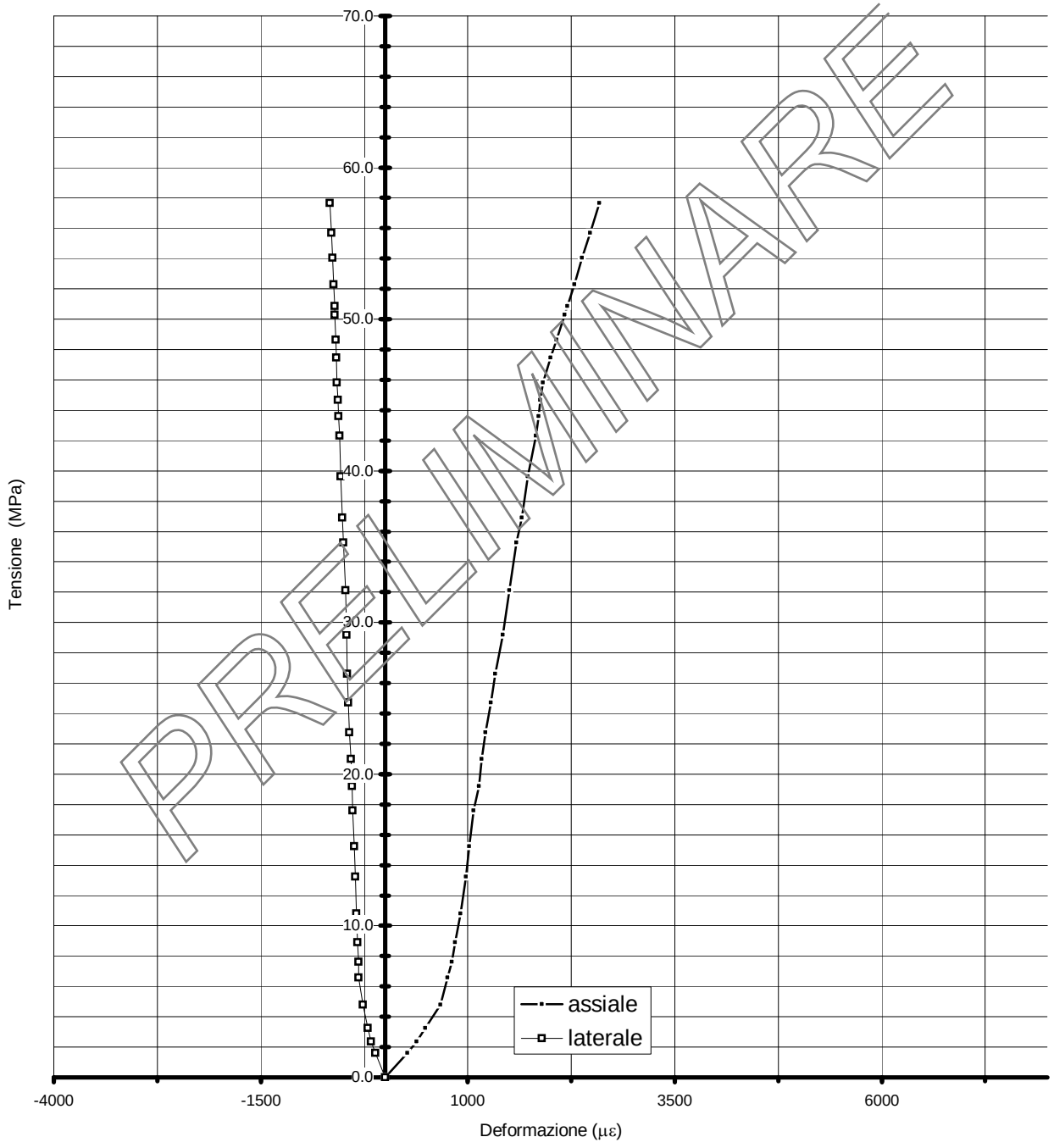
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S3 CAR3
Profondità (m) : 9.00 - 9.40



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S4 CAR2
Profondità (m) :	4.80 - 5.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

PRELIMINARE

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S4 CAR2 Profondità (m) : 4.80 - 5.00

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.81 Altezza (cm) : 3.77

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.15

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

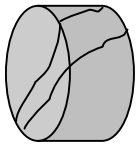
Carico (kN) : 25.7

σ_t (MPa) : 5.56

PRELIMINARE

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S4 CAR 3
Profondità (m) :	6.10 - 6.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S4 CAR 3 Profondità (m) : 6.10 - 6.50

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.82 Altezza (cm) : 15.69

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.04

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

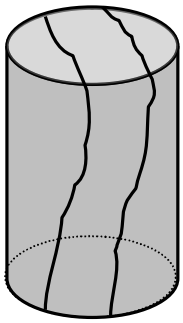
ROTTURA

Carico (kN) : 51.6 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **10.74** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S4 CAR 4
Profondità (m) :	8.20 - 8.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S4 CAR 4 Profondità (m) : 8.20 - 8.50

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.83 Altezza (cm) : 16.18

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.31

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

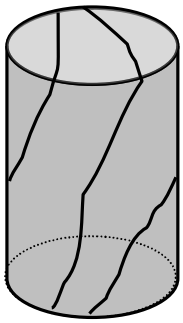
ROTTURA

Carico (kN) : 92.4 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **19.19** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S4-CR1
Profondità (m) :	3.80 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	15 ottobre 2012

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. campione : S4-CR1
Profondità (m) : 3.80 - 4.00

PRELIMINARE

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	63.43
Sabbia (%)	22.18
Limo (%)	12.69
Argilla (%)	1.70
P_{200} (%)	14.39
Diam. max (mm)	35.0

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

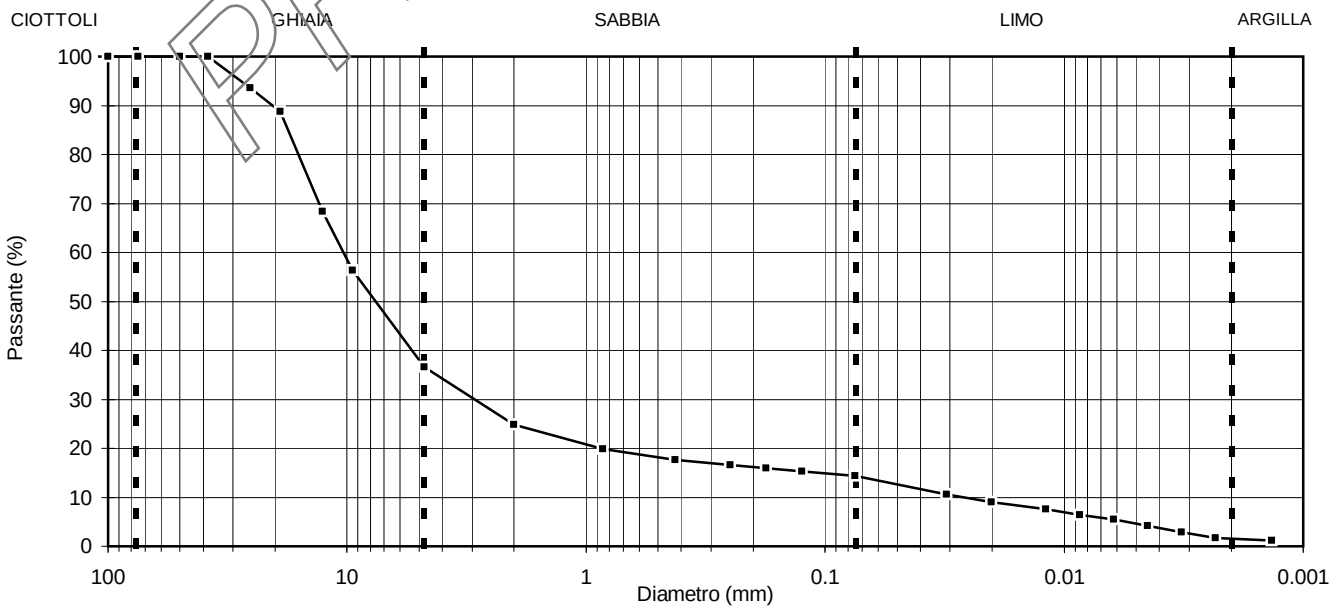
D_{60} (mm)	10.376
D_{50} (mm)	7.610
D_{30} (mm)	2.924
D_{10} (mm)	0.026
C_c	31.15
C_u	392.18

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	93.66
19.00	88.82
12.70	68.37
9.50	56.35
4.75	36.57
2.00	24.88
0.85	19.81
0.425	17.61
0.250	16.55
0.177	15.92
0.125	15.24
0.075	14.39

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0.0309	10.55
0.0201	9.04
0.0120	7.54
0.0086	6.41
0.0062	5.46
0.0045	4.14
0.0032	2.83
0.0023	1.70
0.0014	1.13



Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. campione : S4-CR1
Profondità (m) : 3.80 - 4.00

PRELIMINARE

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	31	24	18
Peso lordo umido (g)	42.25	46.85	49.25
Peso lordo secco (g)	38.00	40.90	42.42
Tara (g)	26.48	26.15	26.06
Peso netto secco (g)	11.52	14.75	16.36
Peso acqua (g)	4.25	5.95	6.83
Contenuto acqua (%)	36.9	40.3	41.7

w % (per N=25) 39.4

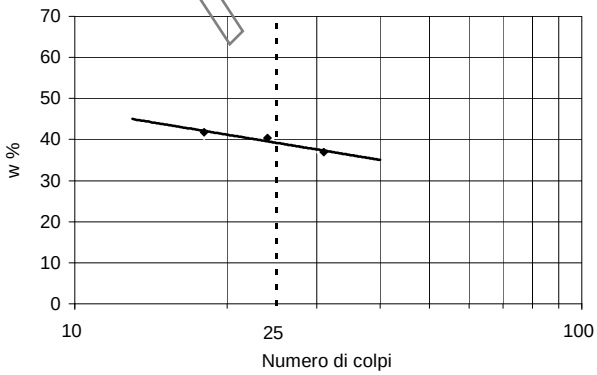
LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	35.21	36.12
Peso lordo secco (g)	33.40	34.12
Tara (g)	26.47	26.51
Peso netto secco (g)	6.93	7.61
Peso acqua (g)	1.81	2.00
Contenuto acqua (%)	26.1	26.3

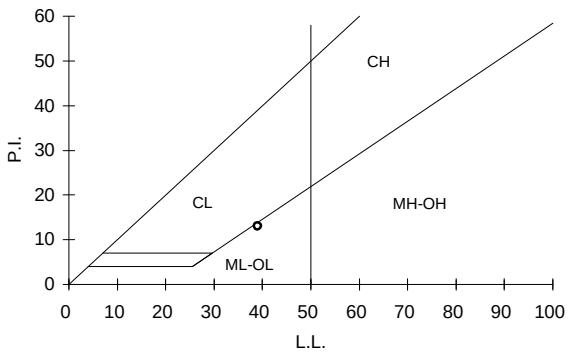
w % medio 26.2

LIMITE DI LIQUIDITA' 39
LIMITE DI PLASTICITA' 26
INDICE PLASTICITA' 13

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

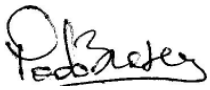
Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S5 CAR1
Profondità (m) :	4.00 - 4.30
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore Tecnico :		Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore :		Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.I.
GEOTECHNICAL and ENGINE
Laboratorio Geotecnico - Geno

PROVA DI ROTTURA PER TRA

Cliente Geofisica e Ambiente S.a.s.
Loca Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI
Identificazi S5 Quota (m) : 4.00 - 4
Desc Calcare marnoso Colore gric
Dime Diam 7.85 Altez 3.62

CARATTERISTICHE FISICHE
Peso di vo ###
Condizioni di umidita ad inizio prov

ROTTURA
Velocita di 0.2
Caric 41.6
σ : (9.32

Schizzo del provino a rottura
NOTE :



Direttore Laboratorio (...)

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S5 CAR1
Profondità (m) :	4.00 - 4.30
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	22 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S5 CAR1
Profondità (m) :	4.00 - 4.30
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7.83 Altezza : 15.88

Peso di volume (kN/m^3) : 26.16

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 449.10 Temperatura (°C) : 18.0

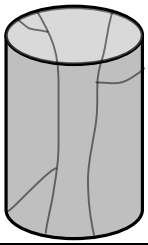
σ_c (MPa) : 93.27 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	27.95
ν	-	0.13

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 12.63 - 84.07 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

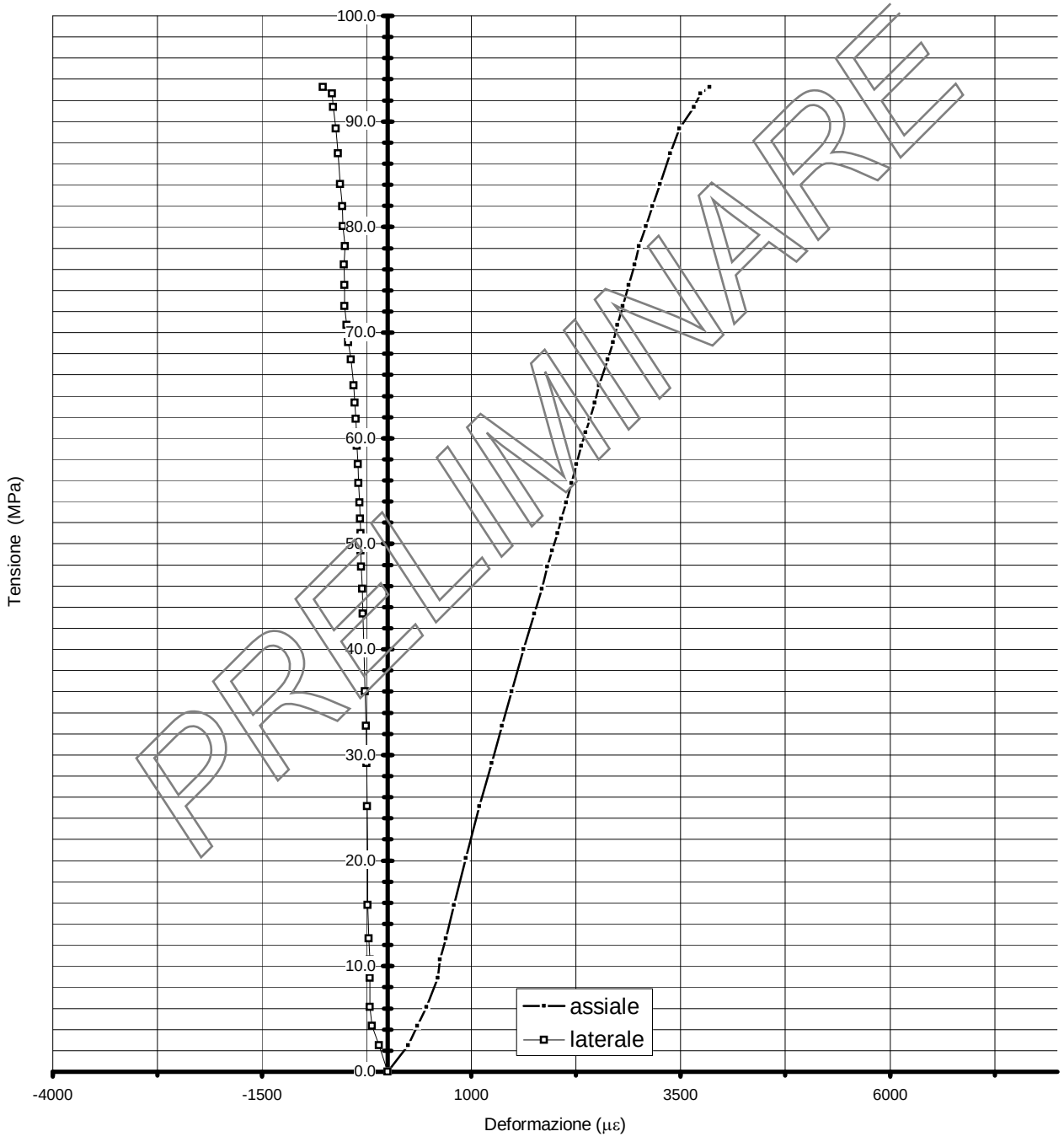
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S5 CAR1
Profondità (m) : 4.00 - 4.30



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S5 CAR 2
Profondità (m) :	6.70 - 7.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S5 CAR 2 Profondità (m) : 6.70 - 7.00

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.85 Altezza (cm) : 16.11

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.28

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

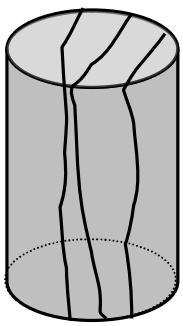
ROTTURA

Carico (kN) : 461.3 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **95.31** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S5 CAR 3
Profondità (m) :	9.50 - 10.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S5 CAR 3 Profondità (m) : 9.50 - 10.00

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.84 Altezza (cm) : 16.43

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.21

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

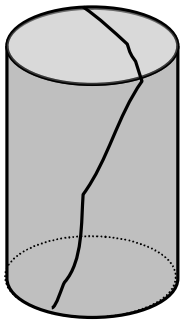
ROTTURA

Carico (kN) : 121.0 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **25.06** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S5-Ci1
Profondità (m) :	2.00 - 2.30
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Argilla di alta plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	CH

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	15 ottobre 2012

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	**X**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

PRELIMINARE

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S5-Ci1
Profondità (m) : 2.00 - 2.30

PRELIMINARE

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	0.00
Limo (%)	93.19
Argilla (%)	6.81
P_{200} (%)	100.00
Diam. max (mm)	35.0

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

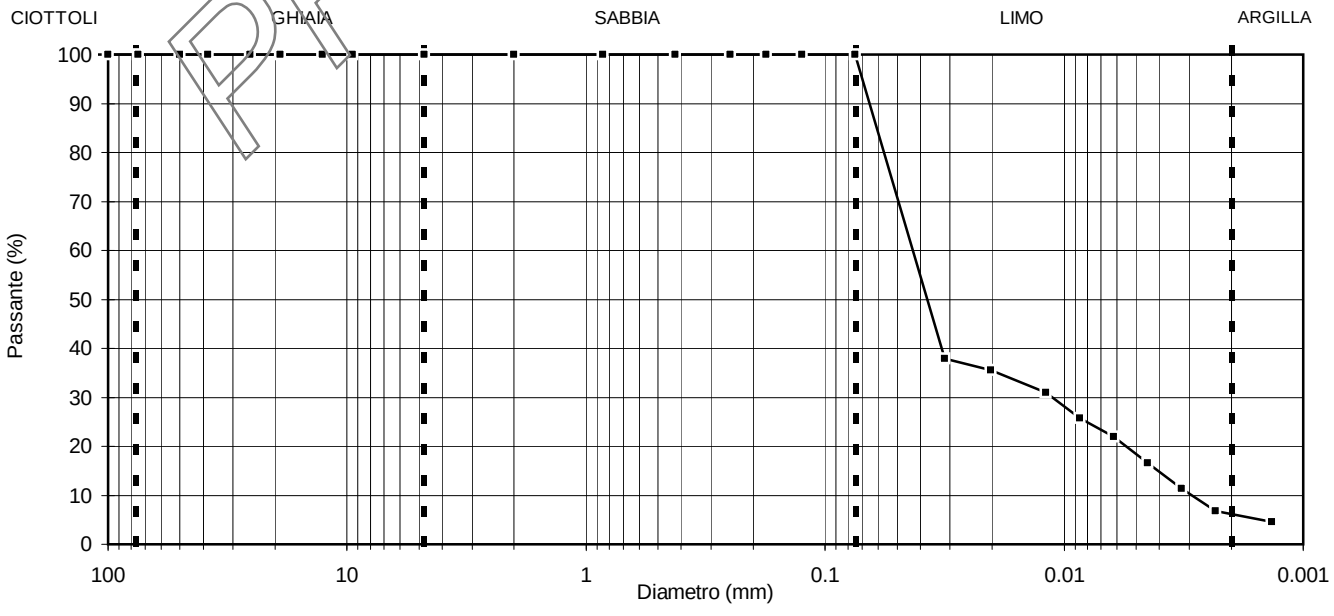
D_{60} (mm)	0.605
D_{50} (mm)	0.160
D_{30} (mm)	0.011
D_{10} (mm)	0.003
C_c	0.07
C_u	206.49

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	100.00
0.85	100.00
0.425	100.00
0.250	100.00
0.177	100.00
0.125	100.00
0.075	100.00

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0.0316	37.86
0.0202	35.59
0.0119	31.04
0.0086	25.74
0.0062	21.96
0.0045	16.66
0.0032	11.36
0.0023	6.81
0.0014	4.54



Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S5-Ci1
Profondità (m) :	2.00 - 2.30

Peso lordo umido	(g)	1187.23
Peso lordo secco	(g)	964.08
Peso tara	(g)	288.44
Peso netto secco	(g)	675.64
Peso acqua	(g)	223.15
Contenuto in acqua	(%)	**33.03**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S5-Ci1
Profondità (m) : 2.00 - 2.30

PRELIMINARE

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

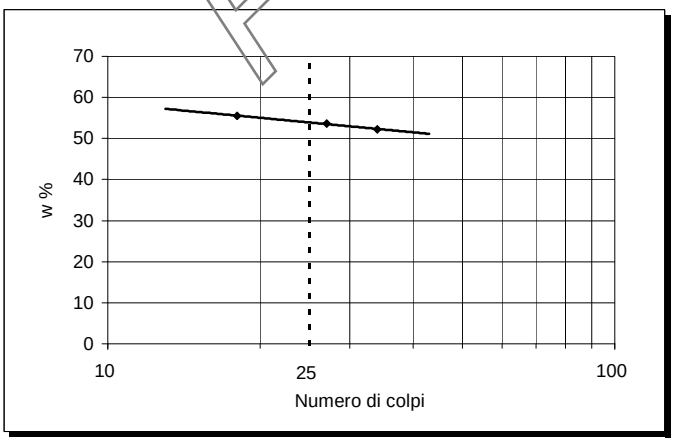
Numero colpi (N)	34	27	18		
Peso lordo umido (g)	42.74	44.58	46.69		
Peso lordo secco (g)	37.13	38.15	39.47		
Tara (g)	26.40	26.15	26.47		
Peso netto secco (g)	10.73	12.00	13.00		
Peso acqua (g)	5.61	6.43	7.22	w % (per N=25)	54.1
Contenuto acqua (%)	52.3	53.6	55.5		

LIMITE PLASTICO

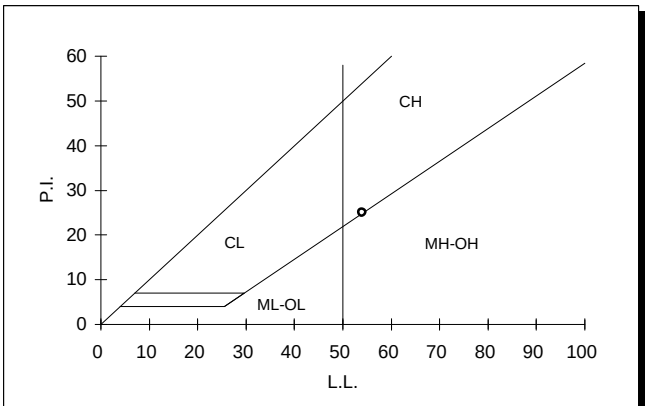
Peso lordo umido (g)	29.99	29.84		
Peso lordo secco (g)	29.20	29.04		
Tara (g)	26.48	26.26		
Peso netto secco (g)	2.72	2.78		
Peso acqua (g)	0.79	0.80		
Contenuto acqua (%)	29.0	28.8	w % medio	28.9

LIMITE DI LIQUIDITA' 54
LIMITE DI PLASTICITA' 29
INDICE PLASTICITA' 25

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S5-Ci1
Profondità (m) :	2.00 - 2.30

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	5.11
Altezza	(cm)	9.80
Peso lordo	(g)	368.89
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	368.89
Volume	(cm^3)	200.98
Peso di volume	(kN/m^3)	**18.01**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S6 CAR1
Profondità (m) :	6.40 - 6.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA**
	" PROVA BRASILIANA "
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3967-05**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 CAR1 Profondità (m) : 6.40 - 6.60

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.83 Altezza (cm) : 3.96

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.40

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

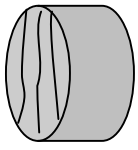
Carico (kN) : 42.2

σ_t (MPa) : 8.66

PRELIMINARE

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S6 CAR1
Profondità (m) :	6.40 - 6.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	22 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

PRELIMINARE

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S6 CAR1
Profondità (m) :	6.40 - 6.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7.83 Altezza : 15.78

Peso di volume (kN/m^3) : 26.25

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

ROTTURA

Carico (kN) : 92.62 Temperatura (°C) : 21.0

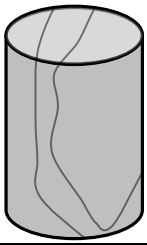
σ_c (MPa) : 19.23 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	8.27
ν	-	0.18

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 4.21 - 16.82 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : GO

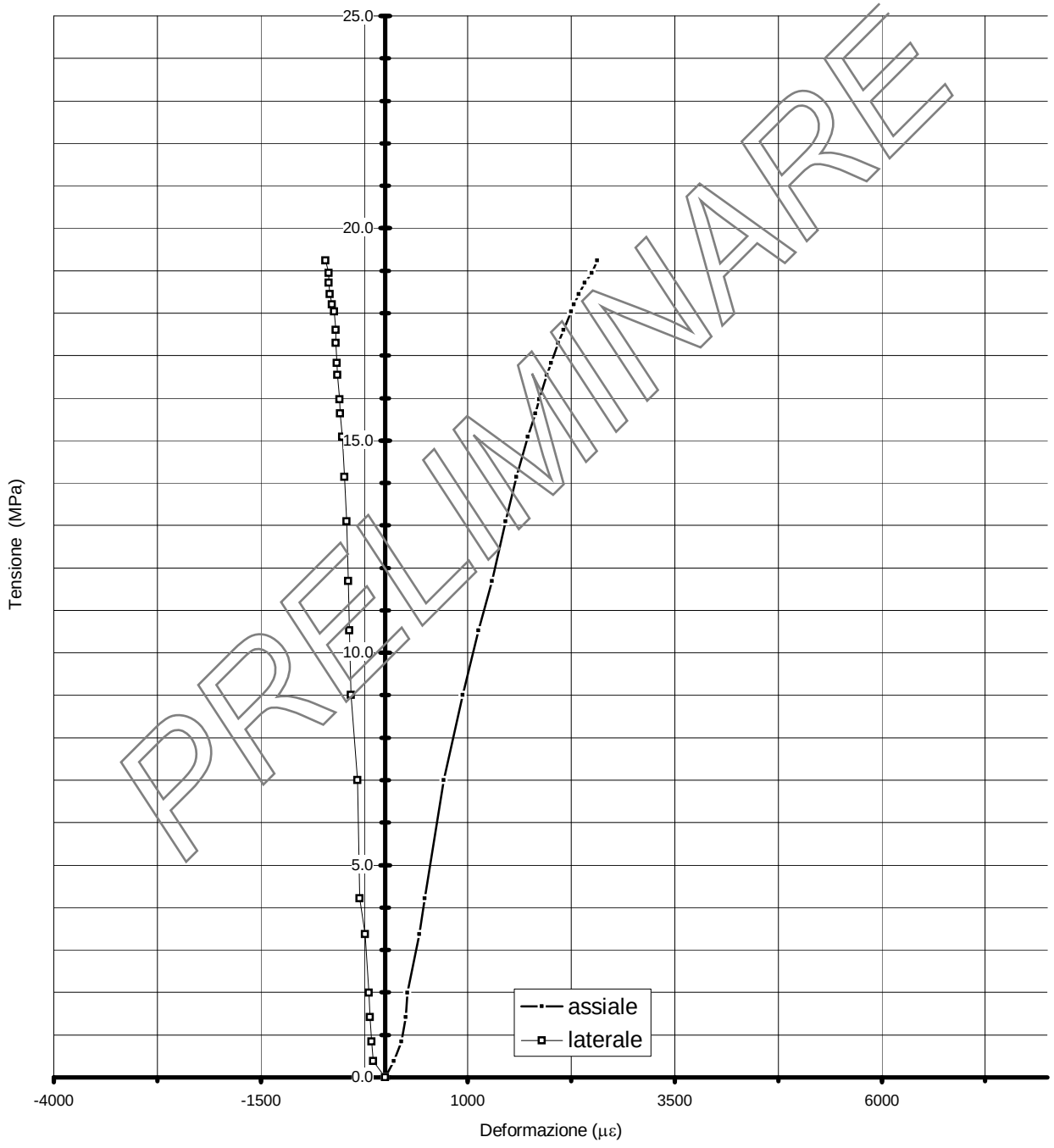
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - A.S.T.M. D 7012-07- METODO D

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S6 CAR1
Profondità (m) : 6.40 - 6.60



PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S6 CAR 2
Profondità (m) :	10.70 - 10.90
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 CAR 2 Profondità (m) : 10.70 - 10.90

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.83 Altezza (cm) : 15.94

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26.34

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

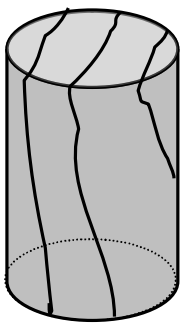
ROTTURA

Carico (kN) : 296.3 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **61.53** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S6 CAR 3
Profondità (m) :	12.70 - 13.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	18 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 CAR 3 Profondità (m) : 12.70 - 13.00

Descrizione : Calcare marnoso. Colore grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.81 Altezza (cm) : 16.18

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.88

Condizioni di umidità ad inizio prova : Asciugato all'aria

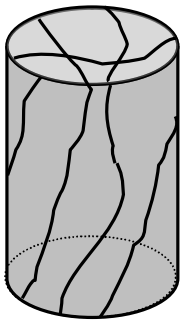
ROTTURA

Carico (kN) : 582.7 Temperatura (°C) : 20.5

σ (MPa) : **121.63** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0.15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : GO

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S6-CR1
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	SC

Data Ricevimento :	27 dicembre 2011
Data Esecuzione Prova :	30 dicembre 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

PRELIMINARE

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S6-CR1
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	21.78
Sabbia (%)	42.49
Limo (%)	31.57
Argilla (%)	4.16
P_{200} (%)	35.73
Diam. max (mm)	15.0

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	1.896
D_{50} (mm)	0.794
D_{30} (mm)	0.043
D_{10} (mm)	0.004
C_c	0.21
C_u	426.70

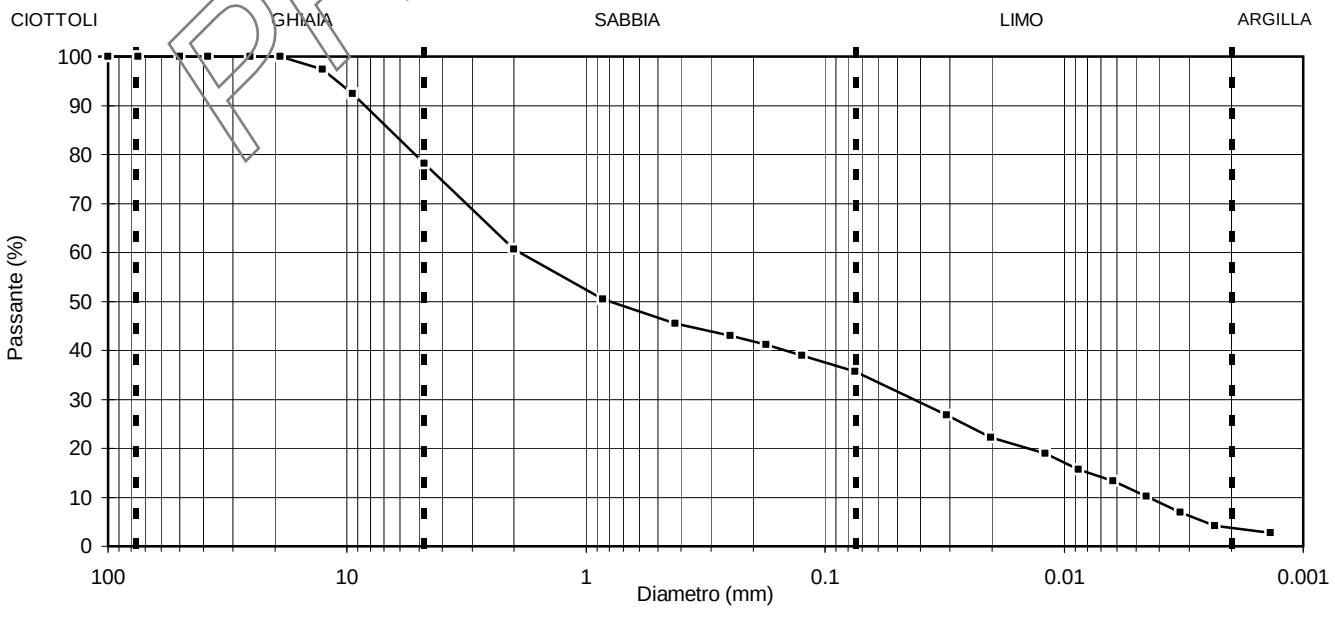
SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	97.40
9.50	92.45
4.75	78.22
2.00	60.63
0.85	50.49
0.425	45.51
0.250	42.96
0.177	41.13
0.125	38.96
0.075	35.73

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0.0310	26.79
0.0203	22.17
0.0120	18.94
0.0087	15.70
0.0063	13.39
0.0045	10.16
0.0033	6.93
0.0023	4.16
0.0014	2.77

PRELIMINARE



Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località : Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S6-CR1
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

PRELIMINARE

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	35	28	16
Peso lordo umido (g)	46.50	44.71	45.64
Peso lordo secco (g)	42.07	40.34	40.89
Tara (g)	26.60	26.06	26.26
Peso netto secco (g)	15.47	14.28	14.63
Peso acqua (g)	4.43	4.37	4.75
Contenuto acqua (%)	28.6	30.6	32.5

w % (per N=25) 30.8

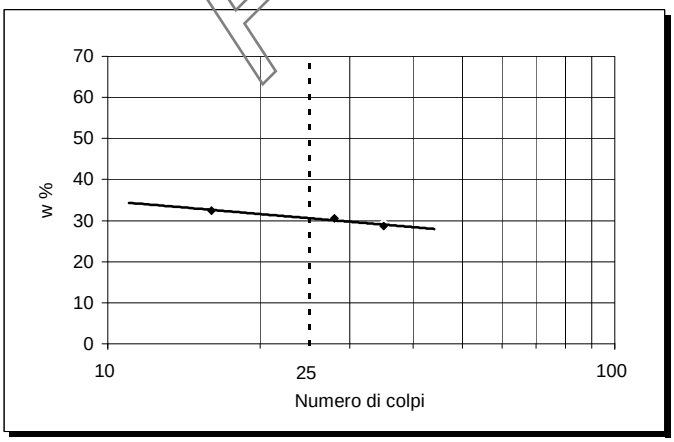
LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	30.60	30.23
Peso lordo secco (g)	29.88	29.56
Tara (g)	26.47	26.47
Peso netto secco (g)	3.41	3.09
Peso acqua (g)	0.72	0.67
Contenuto acqua (%)	21.1	21.7

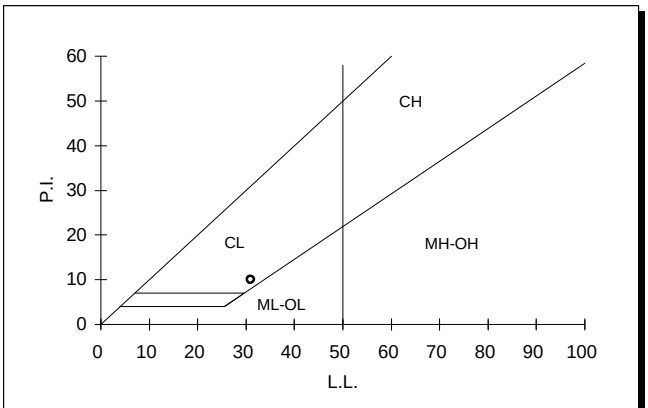
w % medio 21.4

LIMITE DI LIQUIDITA' 31
LIMITE DI PLASTICITA' 21
INDICE PLASTICITA' 10

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2-CR2
Profondità (m) :	3.40 - 3.60
Tipo del Campione :	Semi-indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo ghiaioso di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	19 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3080-04**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

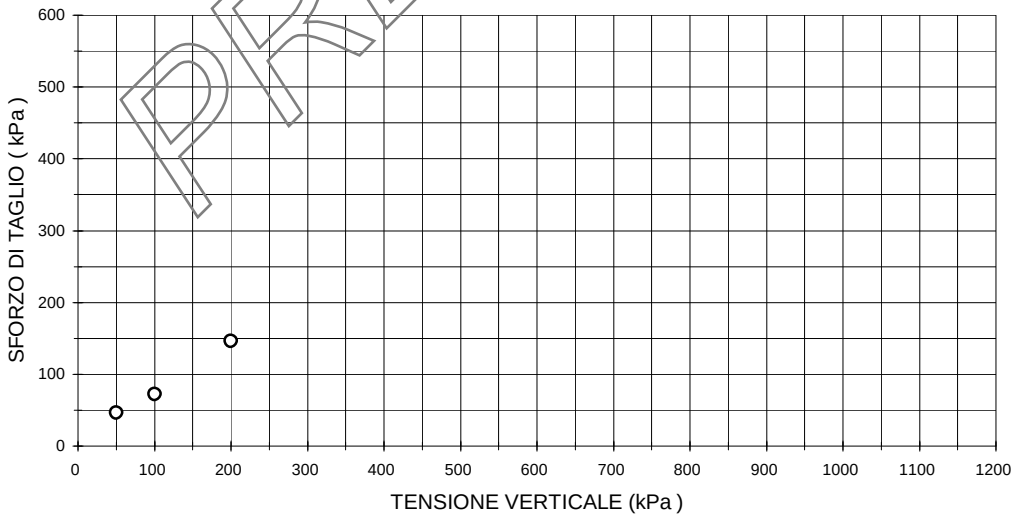
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. Campione : S2-CR2
Profondità (m) : 3.40 - 3.60
Tipo di prova : CD
Dimensioni provino (cm) Altezza : 2.24 Lato : 6.00
Prova eseguita in scatola di Casagrande a sezione quadrata

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume inizale (kN/m^3)	19.70	19.66	19.73
umidità iniziale (%)	23.21	25.38	24.94
densità secca iniziale (kN/m^3)	15.99	15.68	15.79

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0.39	-0.77	-1.59
def. verticale a rottura (mm)	-0.17	-0.26	-0.28
def. orizzontale a rottura (mm)	9.40	7.48	7.35
tensione di taglio di picco (kPa)	46.7	72.0	146.6
peso di volume finale (kN/m^3)	19.75	19.65	20.13
umidità finale (%)	20.04	19.10	16.19
densità secca finale (kN/m^3)	16.45	16.50	17.33

ROTTURA



Note :
Prova eseguita sulla frazione del terreno passante al setaccio ASTM 4 (4.76 mm)

Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

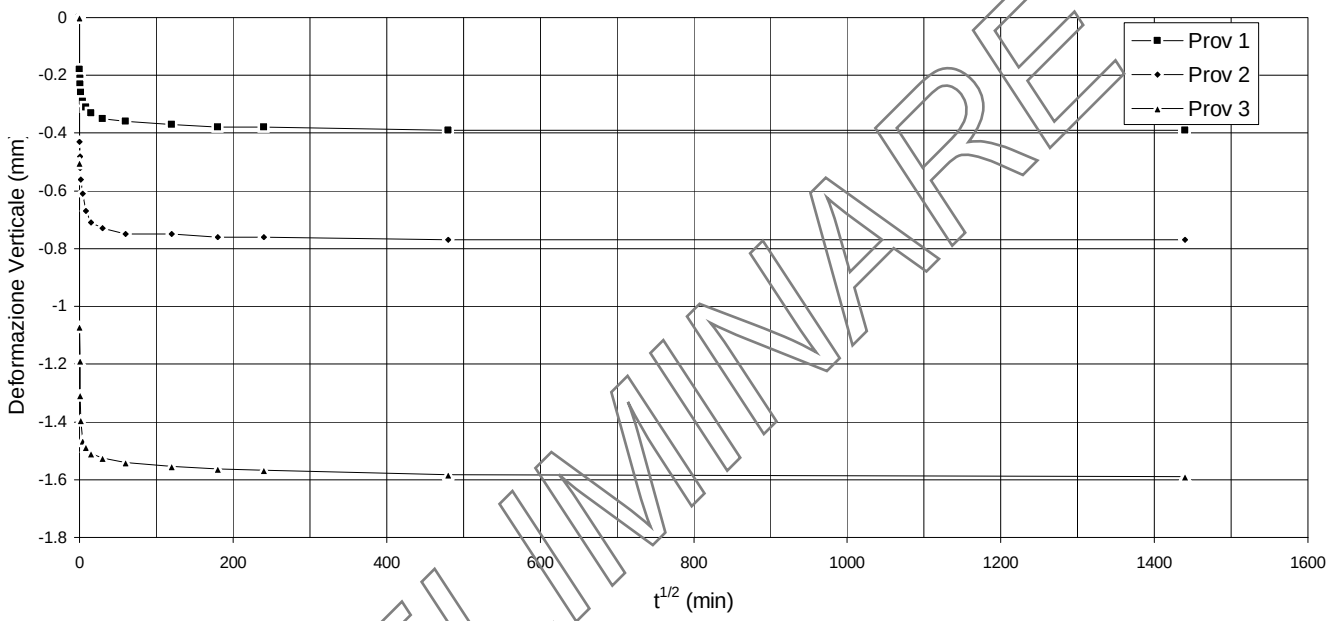
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

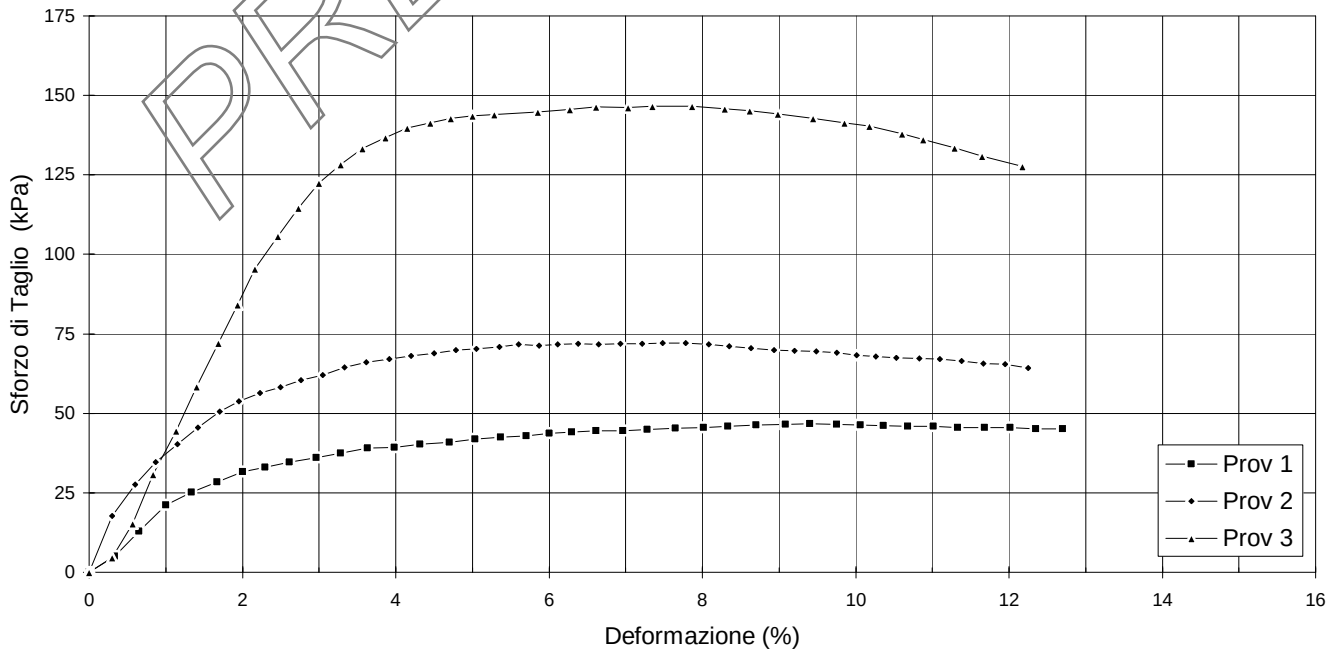
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. Campione : S2-CR2
Profondità (m) : 3.40 - 3.60

CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE QUADRATA DEL TEMPO



ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE



PRELIMINARE

Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Id. Campione :	S5-Ci1
Profondità (m) :	2.00 - 2.30
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Argilla di alta plasticità

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	15 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3080-04**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

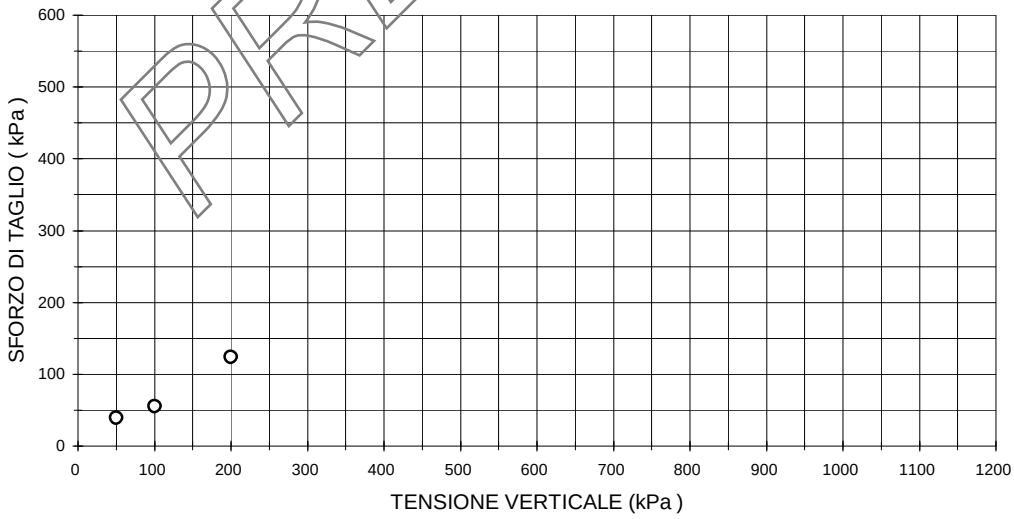
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. Campione : S5-Ci1
Profondità (m) : 2.00 - 2.30
Tipo di prova : CD
Dimensioni provino (cm) Altezza : 2.27 Lato : 6.00
Prova eseguita in scatola di Casagrande a sezione quadrata

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume inizale (kN/m^3)	17.99	17.98	18.00
umidità iniziale (%)	33.03	31.19	30.96
densità secca iniziale (kN/m^3)	13.53	13.71	13.74

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-1.09	-1.31	-1.60
def. verticale a rottura (mm)	-0.32	-0.44	-0.29
def. orizzontale a rottura (mm)	8.28	8.00	5.47
tensione di taglio di picco (kPa)	39.5	54.9	124.2
peso di volume finale (kN/m^3)	18.84	19.02	18.78
umidità finale (%)	30.68	27.71	24.12
densità secca finale (kN/m^3)	14.42	14.90	15.13

ROTTURA



Note :
Prova eseguita sulla frazione del terreno passante al setaccio ASTM 4 (4.76 mm)

Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

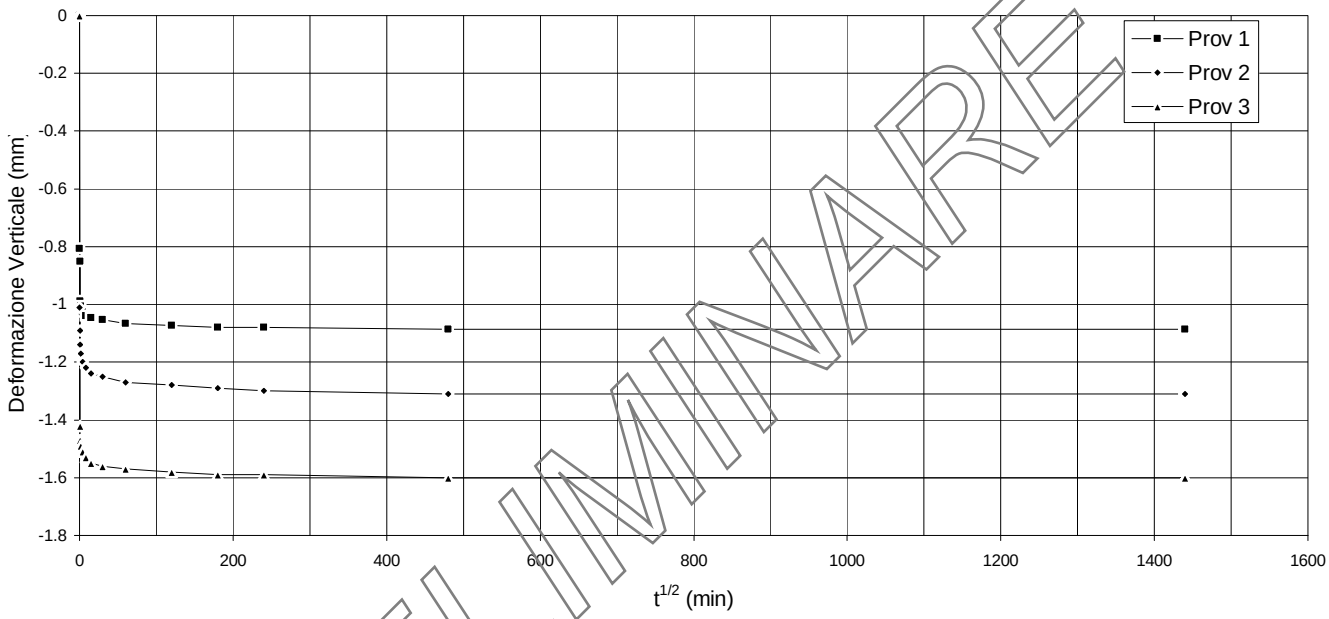
PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

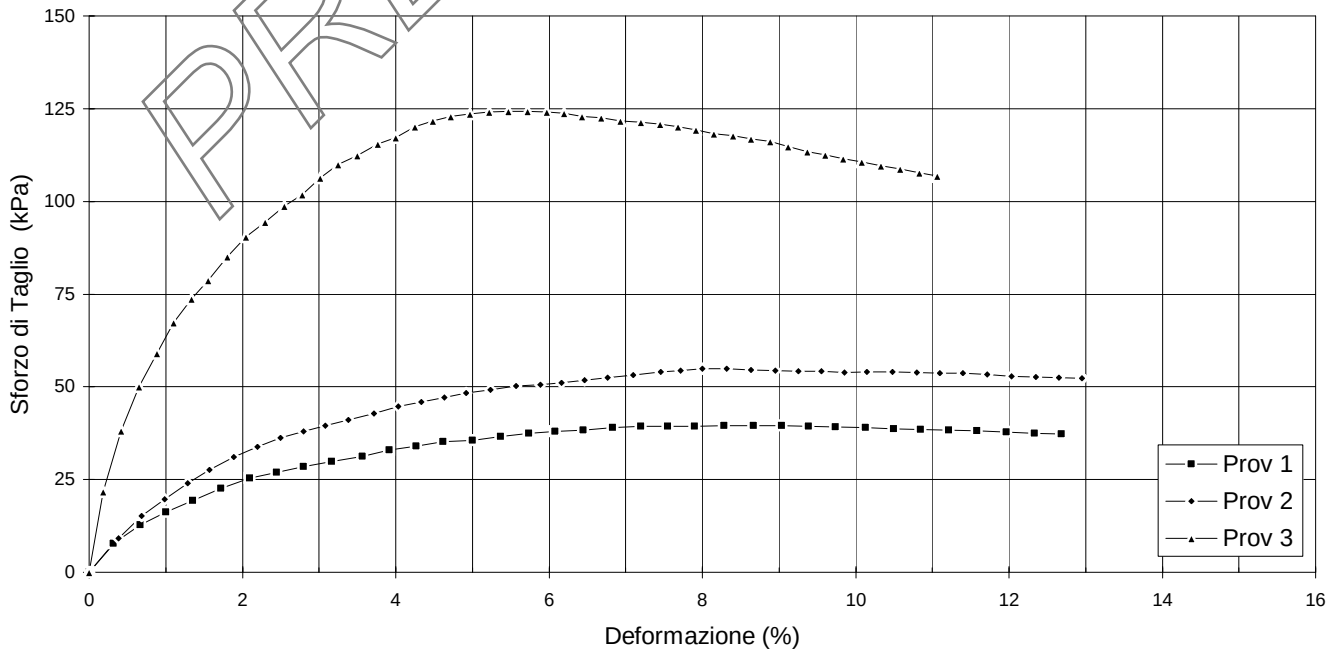
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Geofisica e Ambiente Sas
Località : Rapallo (GE)
Id. Campione : S5-Ci1
Profondità (m) : 2.00 - 2.30

CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE QUADRATA DEL TEMPO



ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE



PRELIMINARE

Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas
Località :	Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2-CR2
Profondità (m) :	3.40 - 3.60
Tipo del Campione :	Semi-indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo ghiaioso di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	31 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2850-03a - 2007**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

PRELIMINARE

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA - ASTM D2850-03a

Cliente :	Geofisica e Ambiente Sas		
Località :	Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S2-CR2	Profondità (m) :	3.40 - 3.60
Tipo del campione :	Semi-indisturbato		
Dimensioni provino :	Altezza (cm) : 15.62	Diametro (cm) :	8.15
Velocità di deformazione :	1.0 %/min		
Metodo di acquisizione dati :	Acquisizione elettronica mediante trasduttori di forza e deformazione		

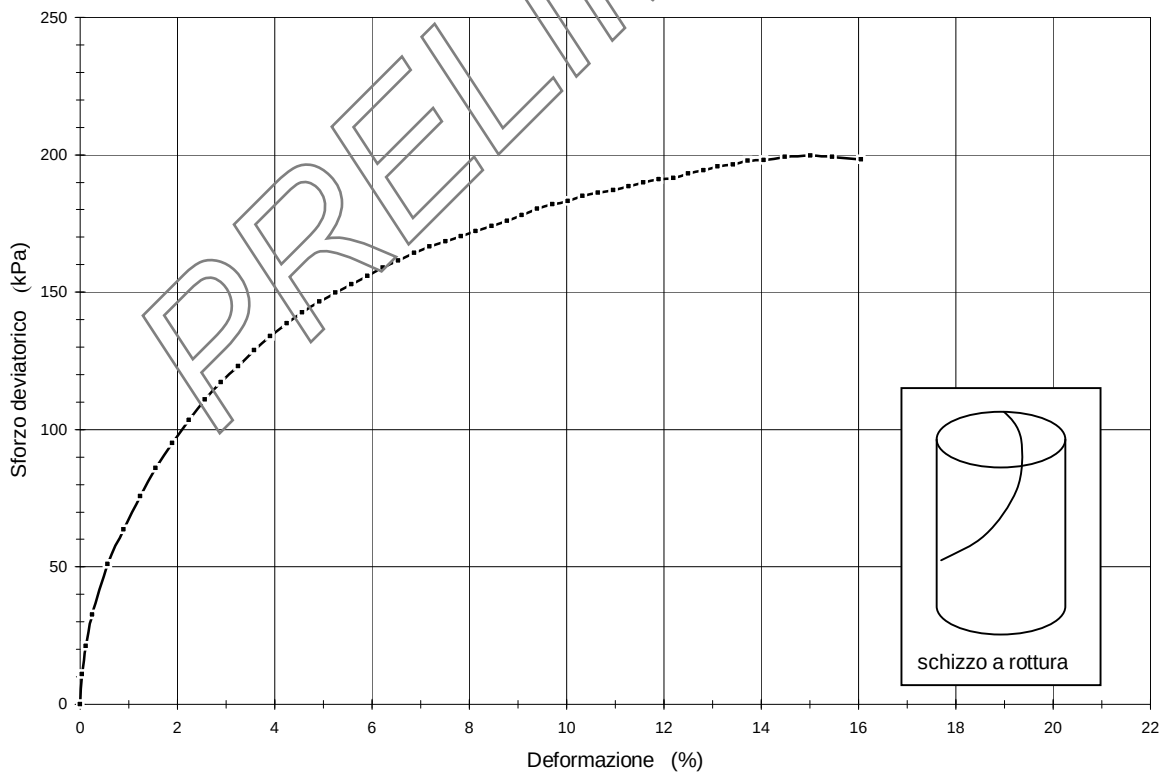
CARATTERISTICHE INIZIALI

Peso di volume (kN/m^3)	19.62
Contenuto in acqua (w%)	23.21
Densità secca (kN/m^3)	15.93
Peso specifico (stimato)	2.7
Indice dei vuoti e	0.66
Grado di Saturazione (Sr%)	94.5

FASE DI ROTTURA

σ_1 (kPa)	269.6
σ_3 (kPa)	70.0
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	199.6
Deformazione (%)	15.0
Coesione non drenata C_u (kPa)	99.8

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



PRELIMINARE

Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S5-Ci1
Profondità (m) :	2.00 - 2.30
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Argilla di alta plasticità

Data Ricevimento :	2 ottobre 2012
Data Esecuzione Prova :	31 ottobre 2012
Denominazione Prova :	**PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2850-03a - 2007**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

PRELIMINARE

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA - ASTM D2850-03a

Cliente :	Geofisica e Ambiente S.a.s.		
Località :	Loc. Ronco - Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S5-Ci1	Profondità (m) :	2.00 - 2.30
Tipo del campione :	Indisturbato		
Dimensioni provino :	Altezza (cm) : 10.00	Diametro (cm) :	5.00
Velocità di deformazione :	1.0 %/min		
Metodo di acquisizione dati :	Acquisizione elettronica mediante trasduttori di forza e deformazione		

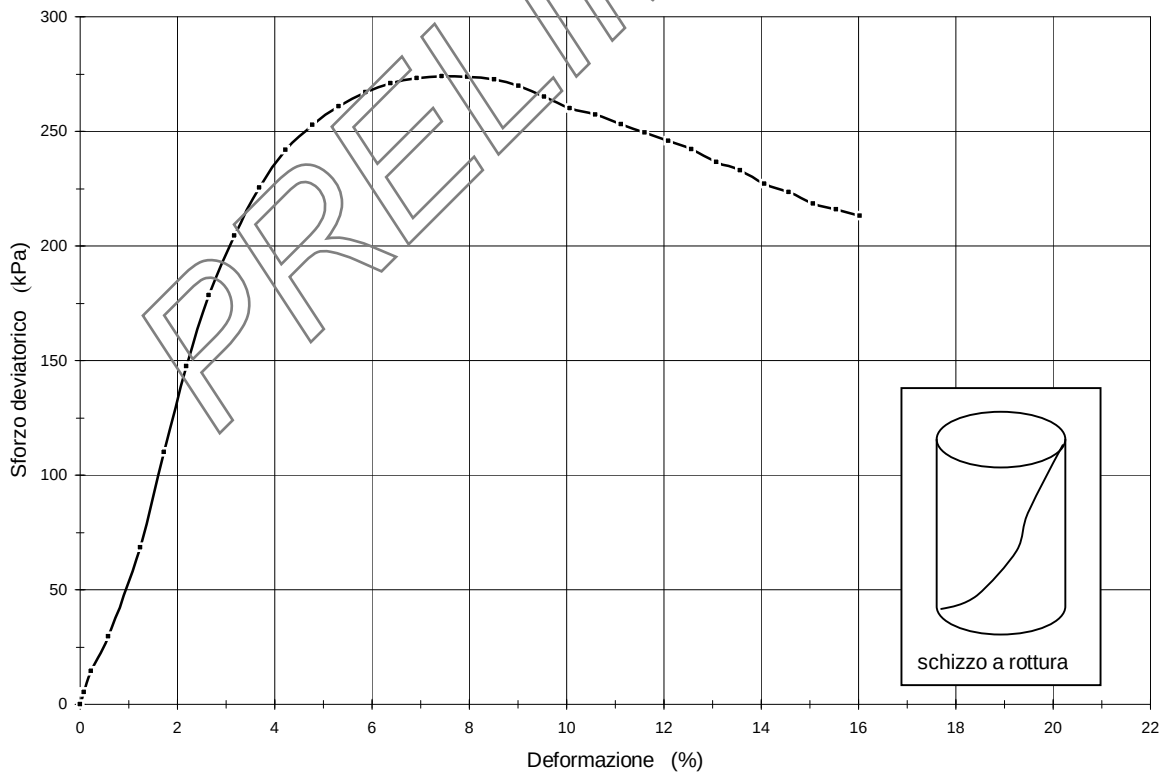
CARATTERISTICHE INIZIALI

Peso di volume (kN/m^3)	18.42
Contenuto in acqua (w%)	33.03
Densità secca (kN/m^3)	13.85
Peso specifico (stimato)	2.7
Indice dei vuoti e	0.91
Grado di Saturazione (Sr%)	97.7

FASE DI ROTTURA

σ_1 (kPa)	314.1
σ_3 (kPa)	40.0
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	274.1
Deformazione (%)	7.4
Coesione non drenata C_u (kPa)	137.1

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



PRELIMINARE

Direttore : PBY

Operatore : GO