A.T.O. PROVINCIA DI GENOVA

PROGETTO PRELIMINARE
Comune di Rapallo
Opere di completamento del depuratore acque reflue
RELAZIONE DI SCREENING

Allegato 1
Relazione Geologica e delle indagini Geognostiche



Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.: Ing. Gianluca Fontana	**Data emissione**: Giugno 2011	
	Preparato da: Dott. Geol. Carlo Baracco **Controllato da**: Dott. Geol. Luciano Minetti	

CARATTERISTICHE DI QUESTO DOCUMENTO

TIPO DI DOCUMENTO	Preparato da	Controllato da	Data di emissione	Revisione
RELAZIONE GEOLOGICA E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	CB	LM	22 maggio 2011	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	1 carta + CD
		Comune di Rapallo	1 carta + CD
		Idrotigullio SpA	1 carta + CD

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

1. PREMESSA 6

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 8

3. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA 9
3.1 GEOMORFOLOGIA 9
3.2 GEOLOGIA 9
3.3 IDROGEOLOGIA 10
3.4 ASPETTI RELATIVI AGLI ELEMENTI DI RISCHIO 14
3.4.1 RISCHIO DI INONDABILITÀ 14
3.4.2 RISCHIO IDROGEOLOGICO 14
3.4.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO 14
3.4.4 ACCLIVITÀ 14
3.4.5 ELEMENTI DI RISCHIO 15
3.4.6 FRANOSITÀ REALE 15
3.4.7 RETICOLO IDROGRAFICO 15

4. RILIEVI GEOLOGICI 23

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE 26

6. MODELLLO LITOSTRATIGRAFICO PRELIMINARE 28

7. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO 30
7.1 CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI SCIOLTI 30
7.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AL TAGLIO E DEFORMABILITÀ DEI TERRENI DI COPERTURA 32
7.2.1 PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO 32
7.2.2 PARAMETRI DI DEFORMABILITÀ 34
7.3 PROPRIETA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO 35

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO 37

9. ASPETTI GEOTECNICI IN FASE DI COSTRUZIONE 39

10. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO 41

11. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE INTEGRATIVE 43
11.1 RILIEVI GEOMECCANICI 43
11.2 SONDAGGI 44
11.3 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO 44

Bibliografia

ALLEGATI

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

Indice delle figure

Figura 1 Foto aerea del sito di progetto
Figura 2 Carta geomorfologica
Figura 3 Carta geolitologica
Figura 4 Carta idrogeologica
Figura 5 Aree inondabili
Figura 6 Aree a rischio idrogeologico
Figura 7 Suscettività al dissesto
Figura 8 Acclività
Figura 9 Elementi a rischio
Figura 10 Franosità reale
Figura 11 Reticolo idrografico
Figura 12 Carta dell'ubicazione degli affioramenti
Figure 13-16 Fotografie degli affioramenti
Figura 17 Ubicazione delle indagini geognostiche
Figura 18 Resistenza a taglio non drenata

1. PREMESSA

IDRO TIGULLIO prevede di realizzare il completamento del trattamento delle acque reflue di Rapallo mediante la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione biologica. Il sito prescelto per realizzare l'impianto è ubicato in una vallecola in sponda destra del Torrente Boate, in località via Cava Ronco.

A causa della morfologia del sito i volumi del nuovo impianto saranno ricavati parte in scavo e parte in elevazione, le dimensioni in pianta della struttura sono pari ad una lunghezza di 74m per una larghezza di 23m, la massima profondità di scavo sarà di circa 12m in corrispondenza dello spigolo sud-ovest dell'edificio. In conseguenza della morfologia del sito sarà necessario realizzare estesi fronti scavo, parte in terreni di coltre e parte in roccia. La stabilità dei fronti di scavo potrà essere garantita, ad esempio, realizzando paratie di micropali con tiranti di rinforzo in numero e disposizione adeguata a ciascun caso.

L'area destinata ad ospitare l'impianto è illustrata nella Fig 1 che segue



Fig 1

In questa Relazione si presentano, dopo un inquadramento generale del sito per gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali ed ai tematismi relativi ai rischi di natura idrogeologica estratti dai documenti del Piano di Bacino dell'Ambito 15 della Provincia di Genova, i primi risultati delle indagini geognostiche e geotecniche in corso. Queste informazioni, benché parziali, consentono una prima valutazione delle condizioni litostratigrafiche e geotecniche dei terreni che saranno scavati per costruire l'impianto.

2. 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.

3. 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

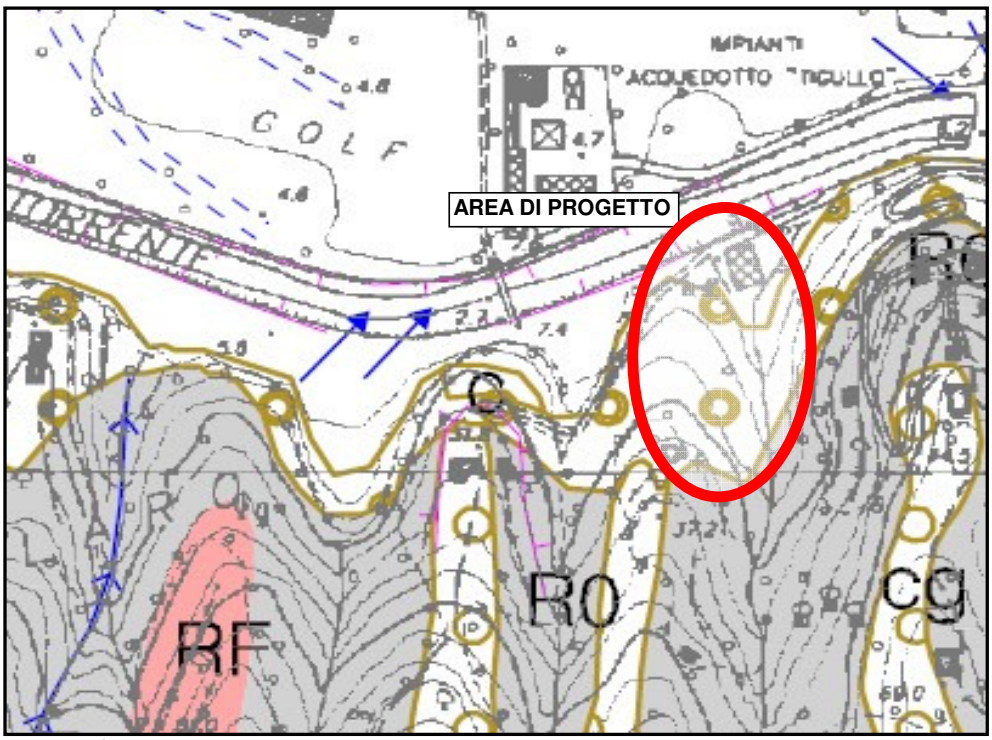
Il quadro geologico dell'area di progetto, esteso al suo intorno è rappresentato nella Figura 3.

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.

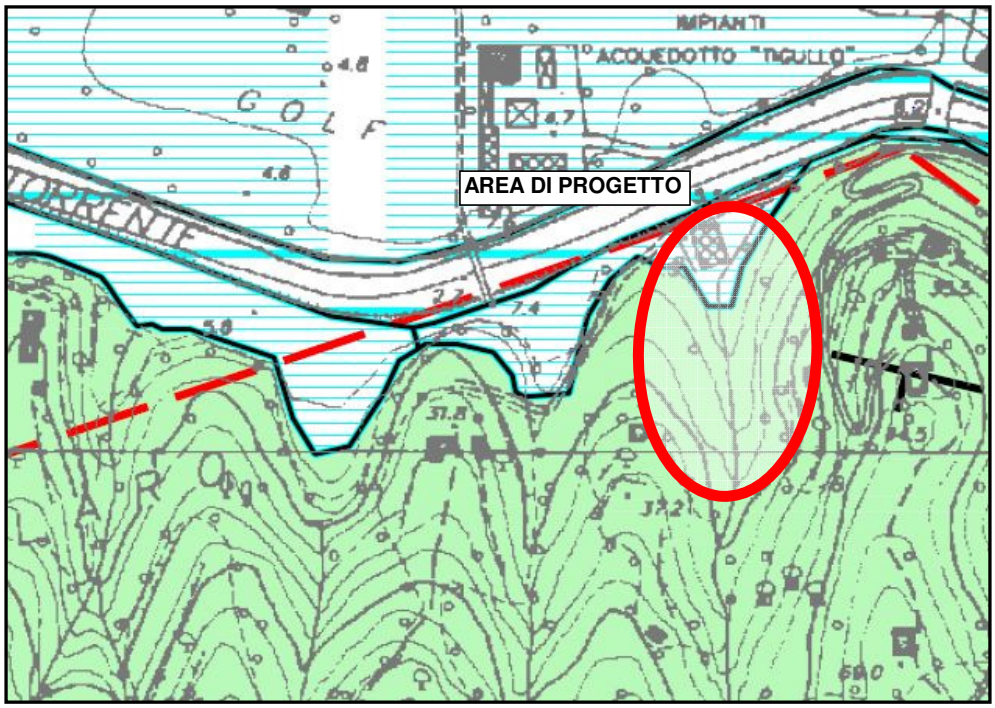


LEGENDA

	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 3 - CARTA GEO-LITOLOGICA

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



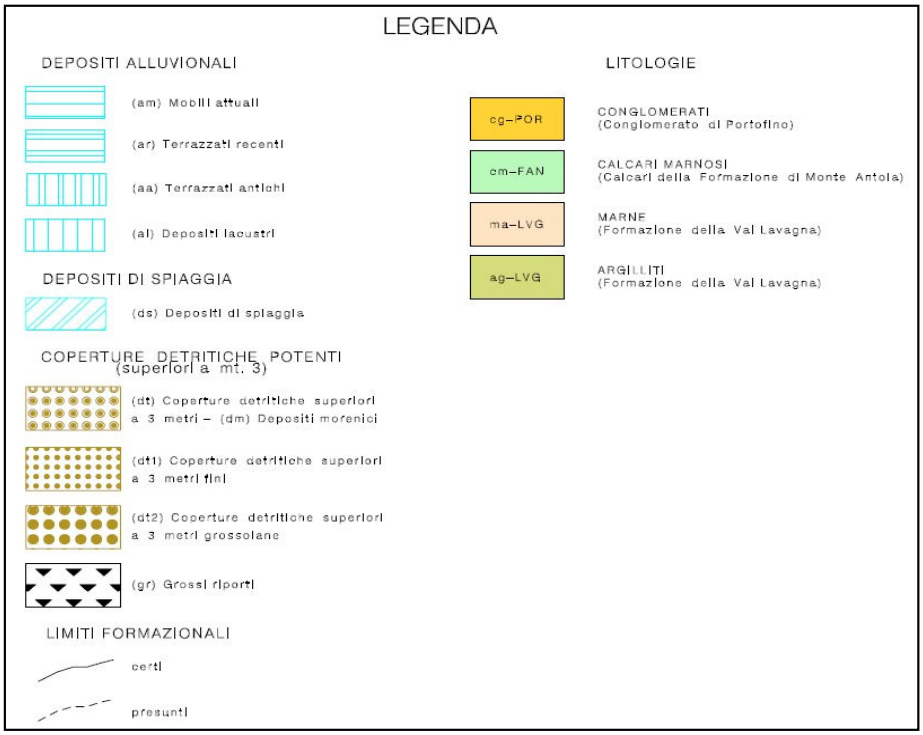


FIGURA 3 - CARTA GEO-LITOLOGICA
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

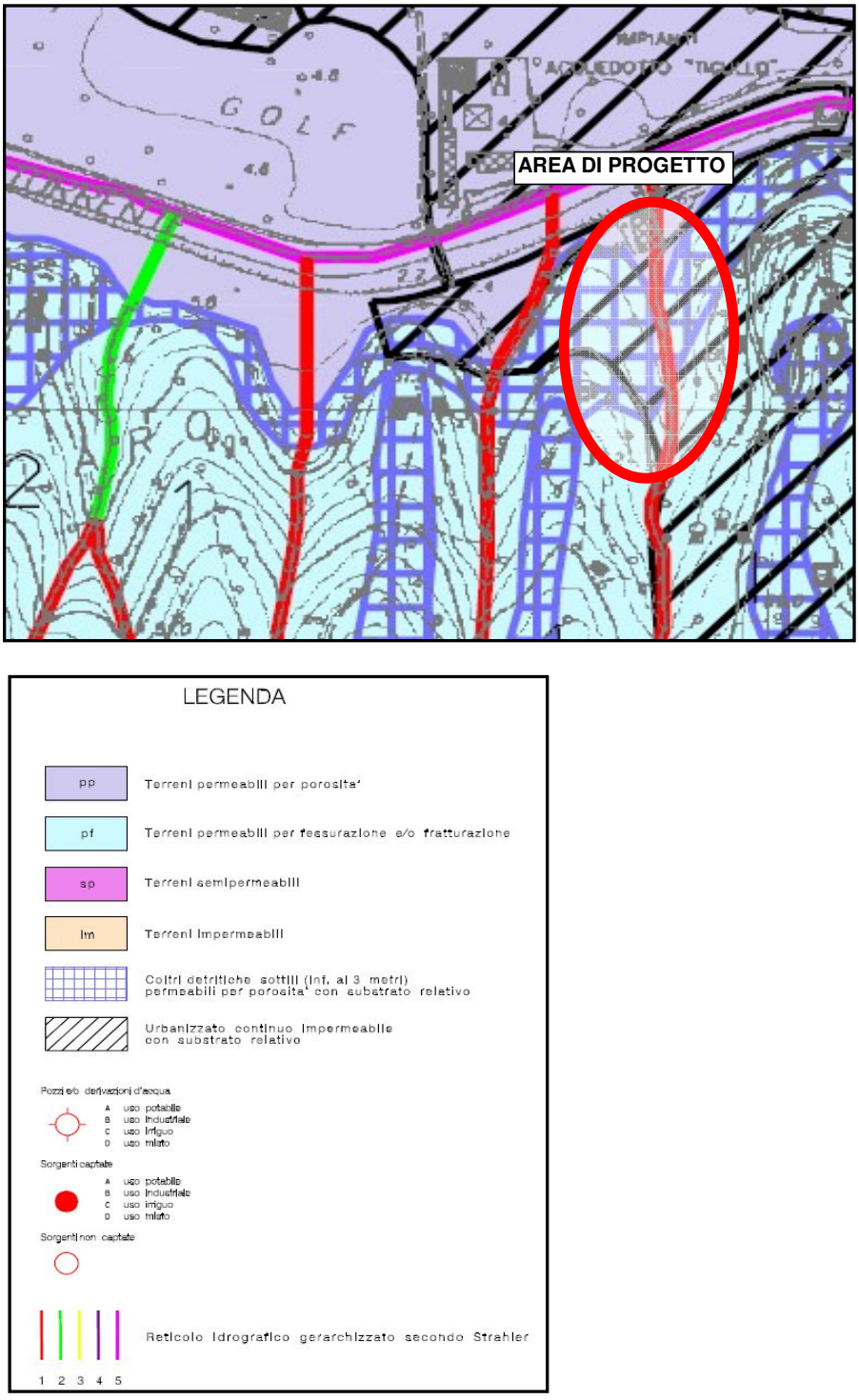


FIGURA 4 - CARTA IDROGEOLOGICA
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

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.

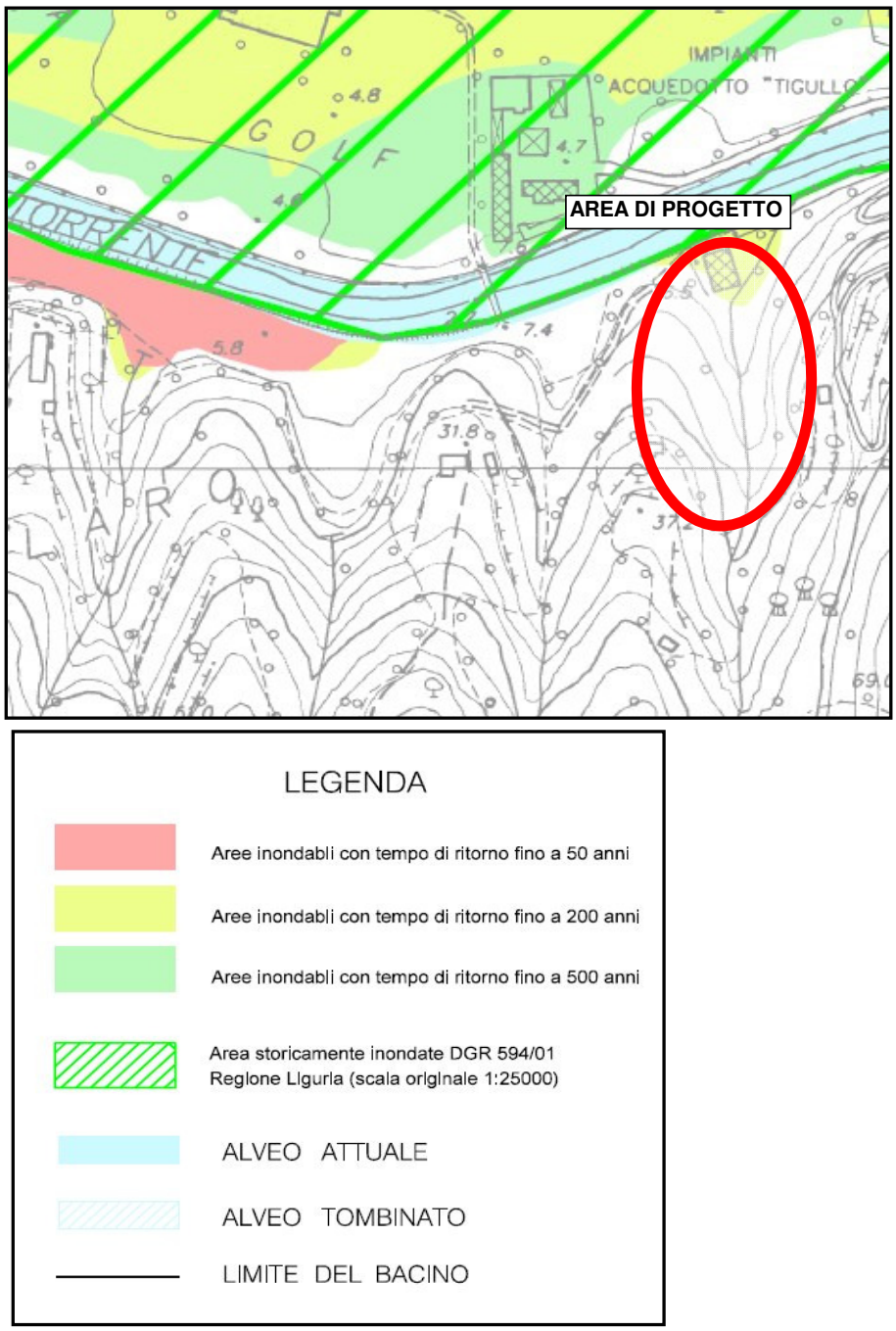


FIGURA 5 - CARTA DELLE AREE INONDABILI
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

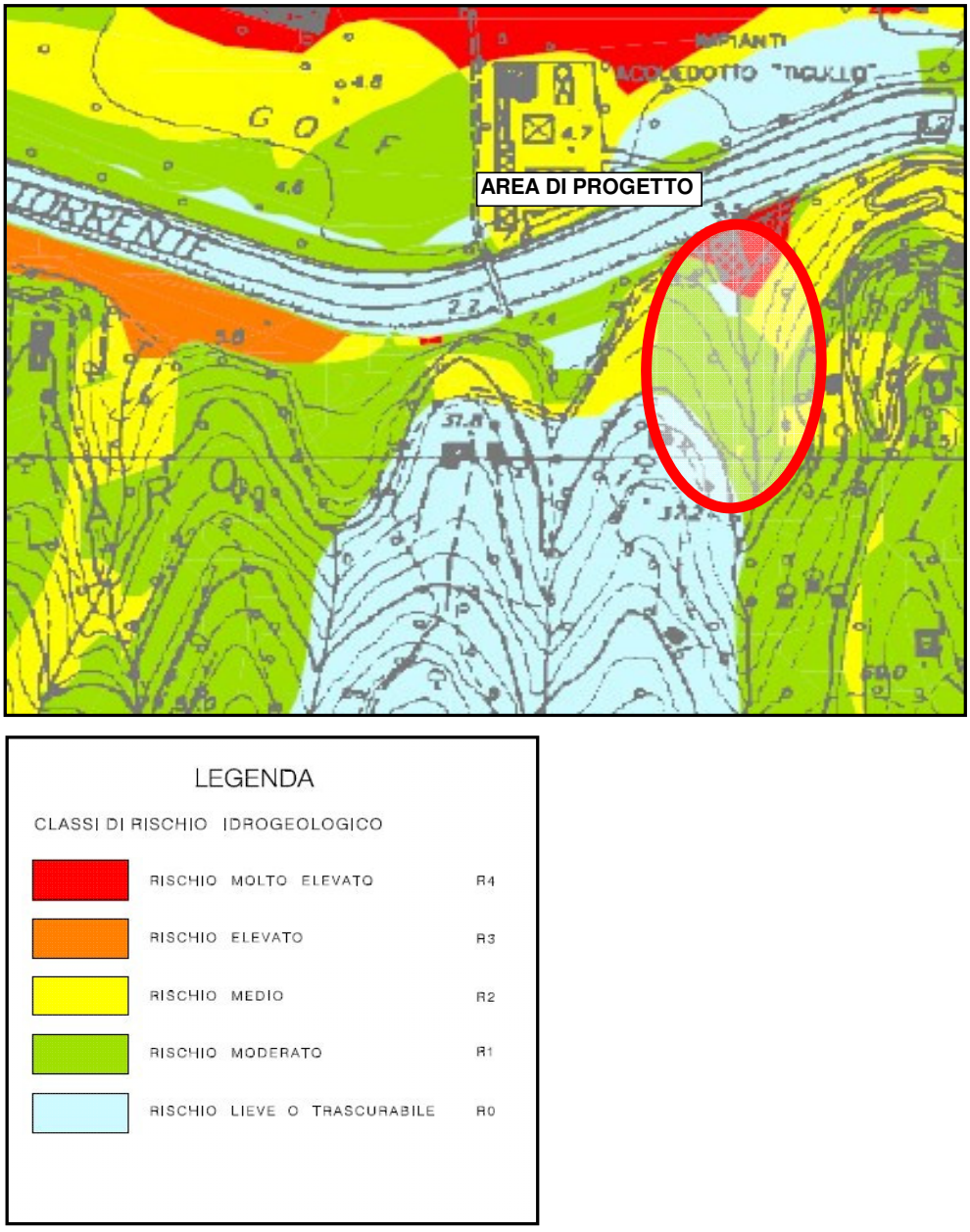
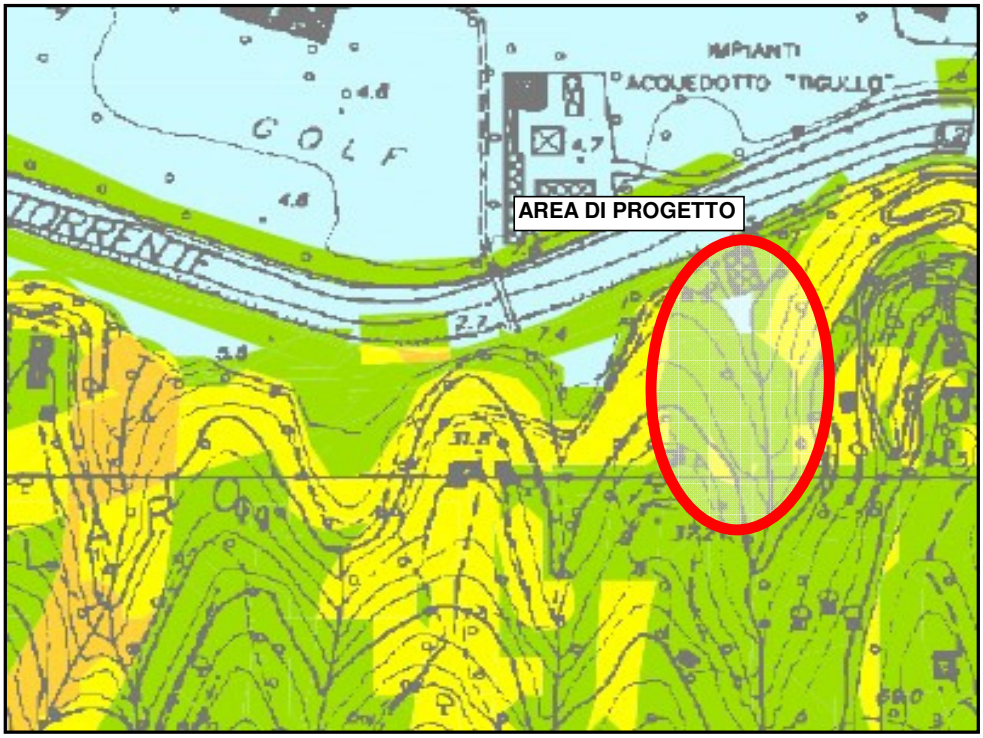


FIGURA 6 - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



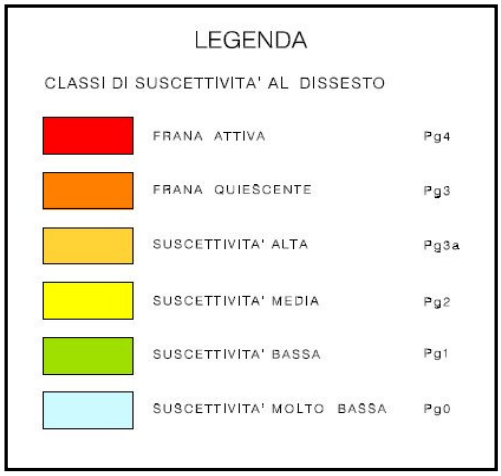
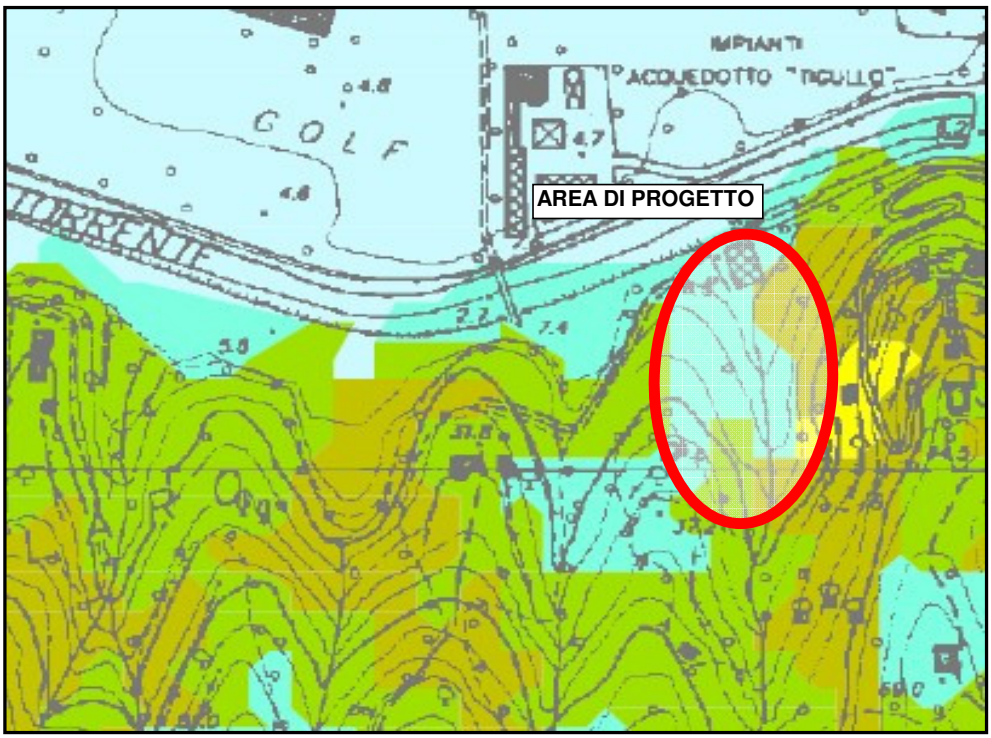


FIGURA 7 - CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



LEGENDA

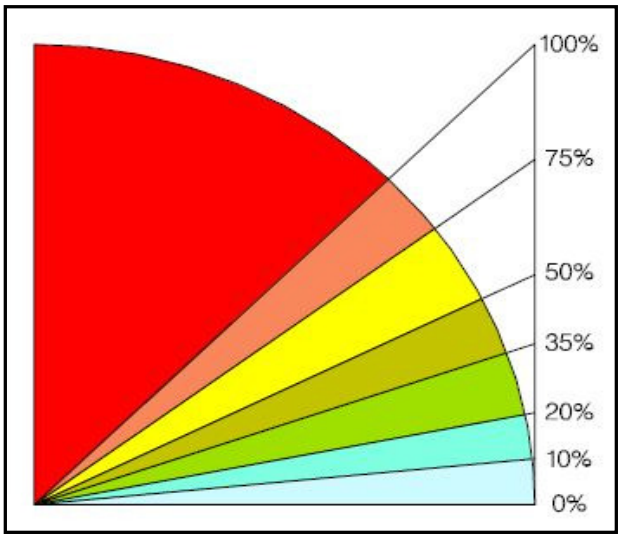


FIGURA 8 - CARTA DELL'ACCLIVITA'
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)

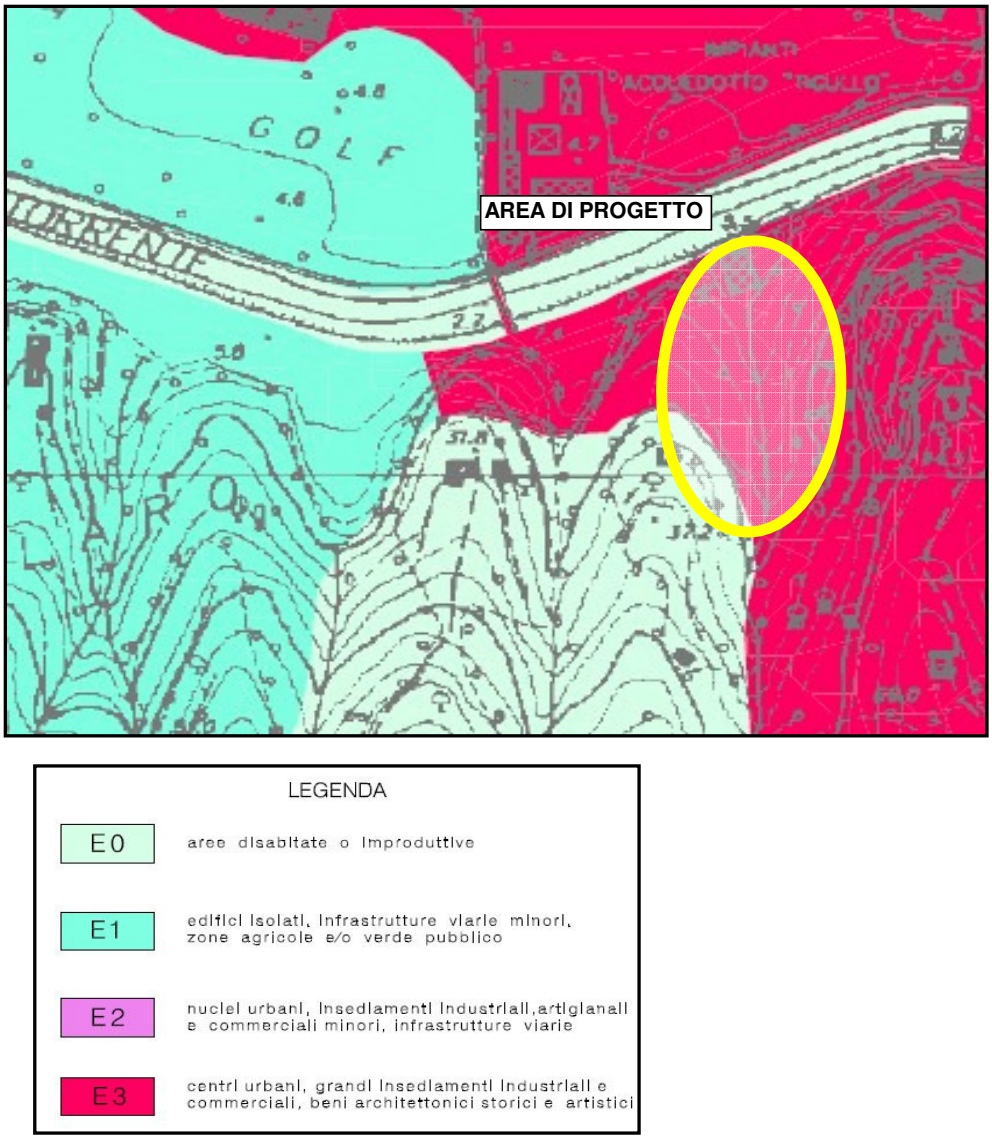
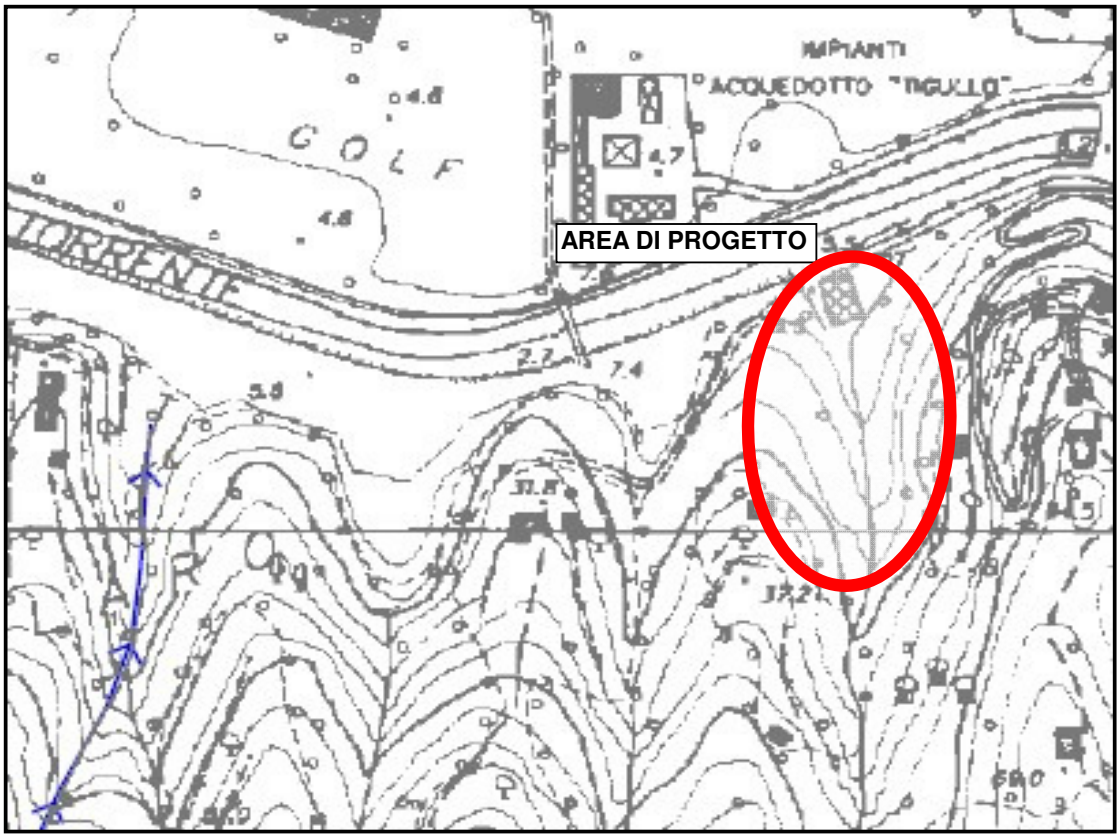


FIGURA 9 - CARTA DEGLI ELEMENTI DI RISCHIO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino - Provincia di Genova, Ambito 15)



FRANE ASSENTI

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

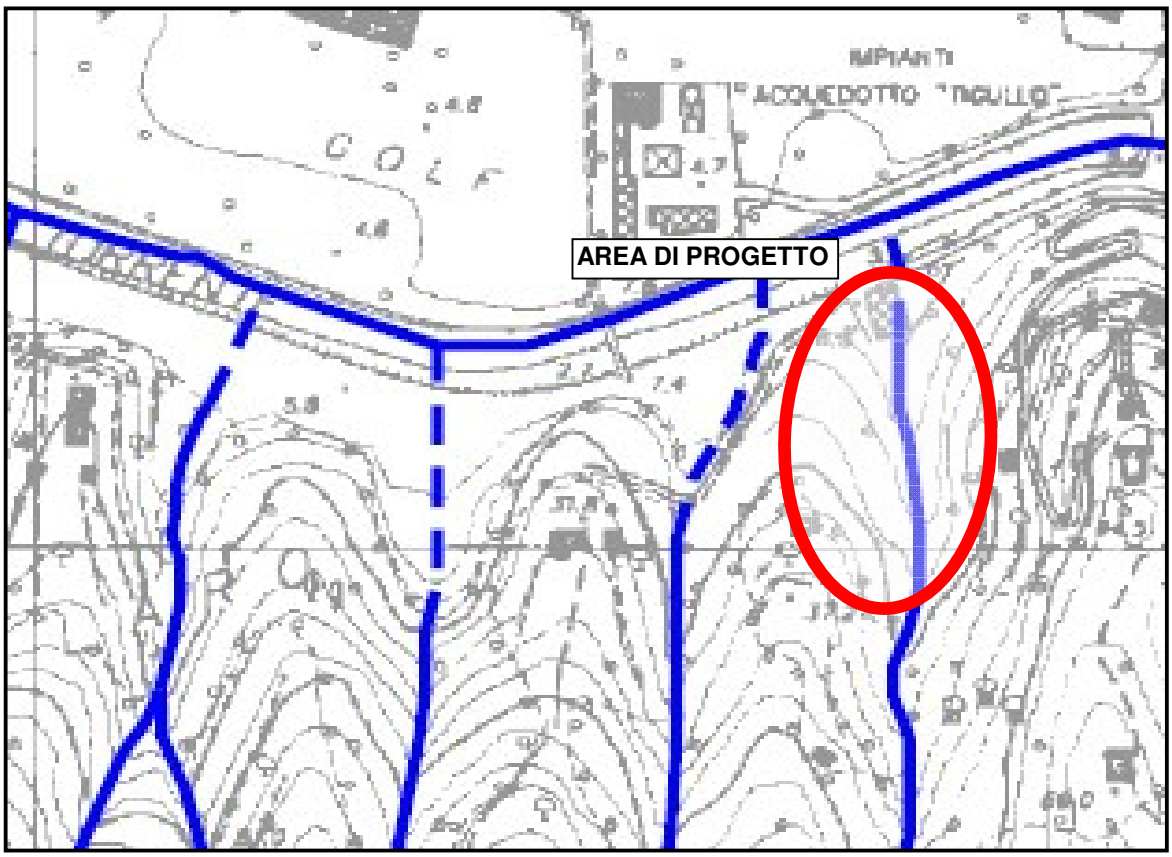


FIGURA 11 - CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
(stralcio da cartografica di Piano di Bacino – Provincia di Genova, Ambito 15)

4. RILIEVI GEOLOGICI

Nella zona destinata alla costruzione del depuratore gli affioramenti del substrato sono pochi e poco estesi, ne sono stati individuati 4, la posizione dei quali è indicata nella Figura 12 che segue , mentre foto delle figure 13, 14, 15, 16 li rappresentano.

L'ammasso roccioso si presenta fratturato secondo lo schema tipico del Flysch di Monte Antola organizzato su 3 famiglie di giunti, circa ortogonali tra loro, più un quarto sistema meno evidente.

La giacitura media di strato immerge circa a Sud con inclinazioni comprese tra 35° e 45°: Lo spessore degli strati è di ordine decimetrico, alla base dell'affioramento 1si osserva un interstrato argillitico. L'ammasso roccioso si presenta, nel complesso, alterato e fratturato. Appare in migliore stato di conservazione la roccia affiorante in alveo (Affioramento 4)

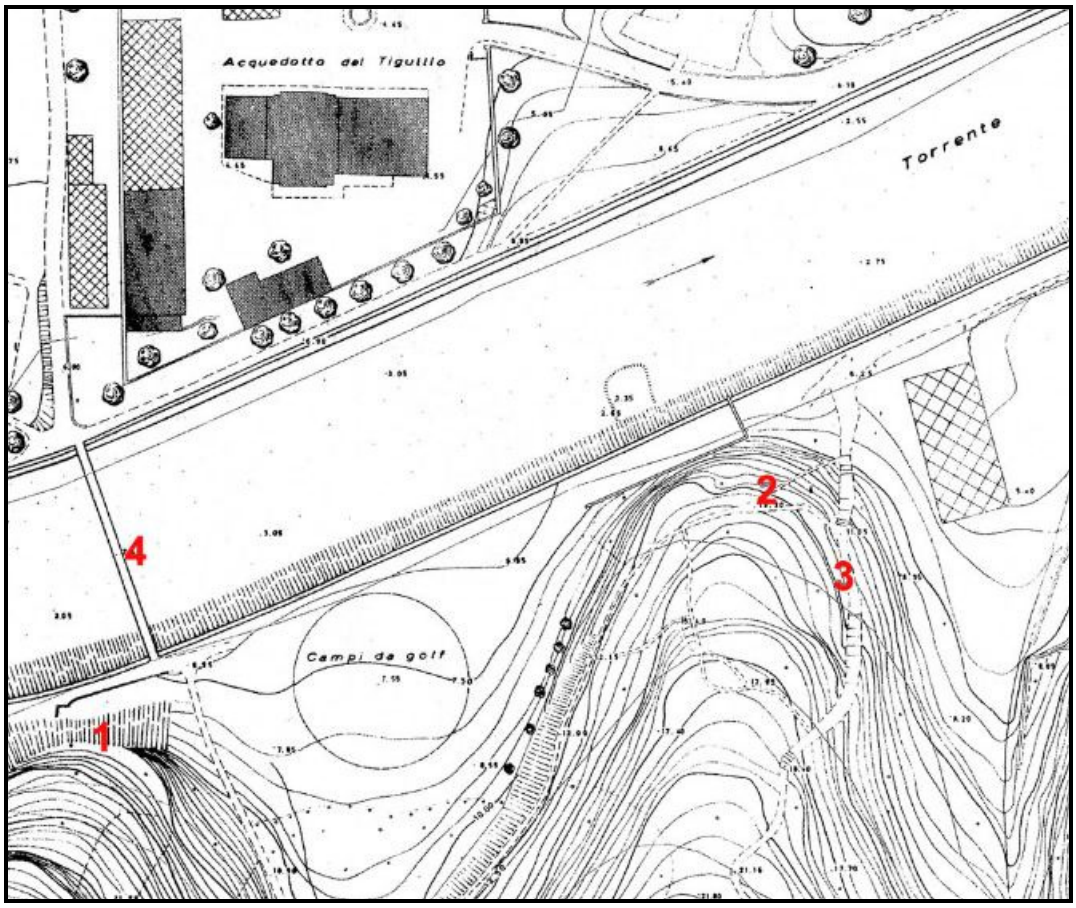


Figura 12 – Affioramenti del substrato flyschoide



Figura 13 – Affioramento 1



Figura 14 – Affioramento 2



Figura 15 – Affioramento 3



Figura16 – Affioramento 4

In base alle osservazioni di campo relative al grado di fratturazione e di alterazione della roccia, ai valori di RQD calcolati dall'osservazione delle carote (mediamente 40-50%) e della resistenza a compressione della roccia integra, pari, mediamente,a 68MPa, è possibile attribuire, preliminarmente, all'ammasso roccioso un valore di GSI compreso tra 25 e 40.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Sono state condotte alcune indagini geognostiche e geofisiche preliminari, comunque sufficienti a fornire un quadro ragionevolmente dettagliato per questa fase di studio. In questa fase sono stati eseguiti 2 sondaggi a carotaggio continuo ed asse verticale, ciascuno della lunghezza di 15m. Nel corso delle perforazioni sono state eseguite alcune prove SPT nei terreni di coltre, prelevati campioni indisturbati (2), rimaneggiati (6), e carote di roccia (5) da impiegarsi per eseguire prove geotecniche i cui risultati saranno illustrati in un successivo capitolo.

Si allegano le stratigrafie e le fotografie relative ai sondaggi (Allegato 1). Sono stati inoltre eseguiti 4 profili sismici a rifrazione. I risultati dell'indagine geosismica sono presentati nell'Allegato 3.

I campioni, rimaneggiati e indisturbati raccolti nel corso delle due perforazioni a carotaggio continuo sono stati utilizzati per eseguire le seguenti prove geotecniche in laboratorio,

Campioni rimaneggiati

Curva di distribuzione granulometrica
Limiti di consistenza

Campioni indisturbati

Determinazione del contenuto in acqua naturale, Wn
Determinazione della massa volumica, γ
Determinazione del peso specifico assoluto, GS
Curva di distribuzione granulometrica
Determinazione della % di frazione argillosa mediante areometria
Limiti di consistenza, LL-LP-IP
Prova di taglio diretto tipo TD-CD per la determinazione dei parameri di resistenza al taglio in termini di tensioni effettive (coesione c' e angolo di attrito ϕ')

Prova triassiale tipo UU (Non consolidata – Non drenata) con restituzione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali (c_u)

Campioni di roccia

Determinazione della massa volumica, γ
Determinazione della resistenza a compressione non confinata della roccia integra, σ_{ci} sia semplice sia con controllo della deformazione per la determinazione del Modulo di Deformabilità, E_i, e del coefficiente di Poisson ν

La posizione dei punti di indagine e delle stese sismiche è riportata nella Figura 17 che segue.

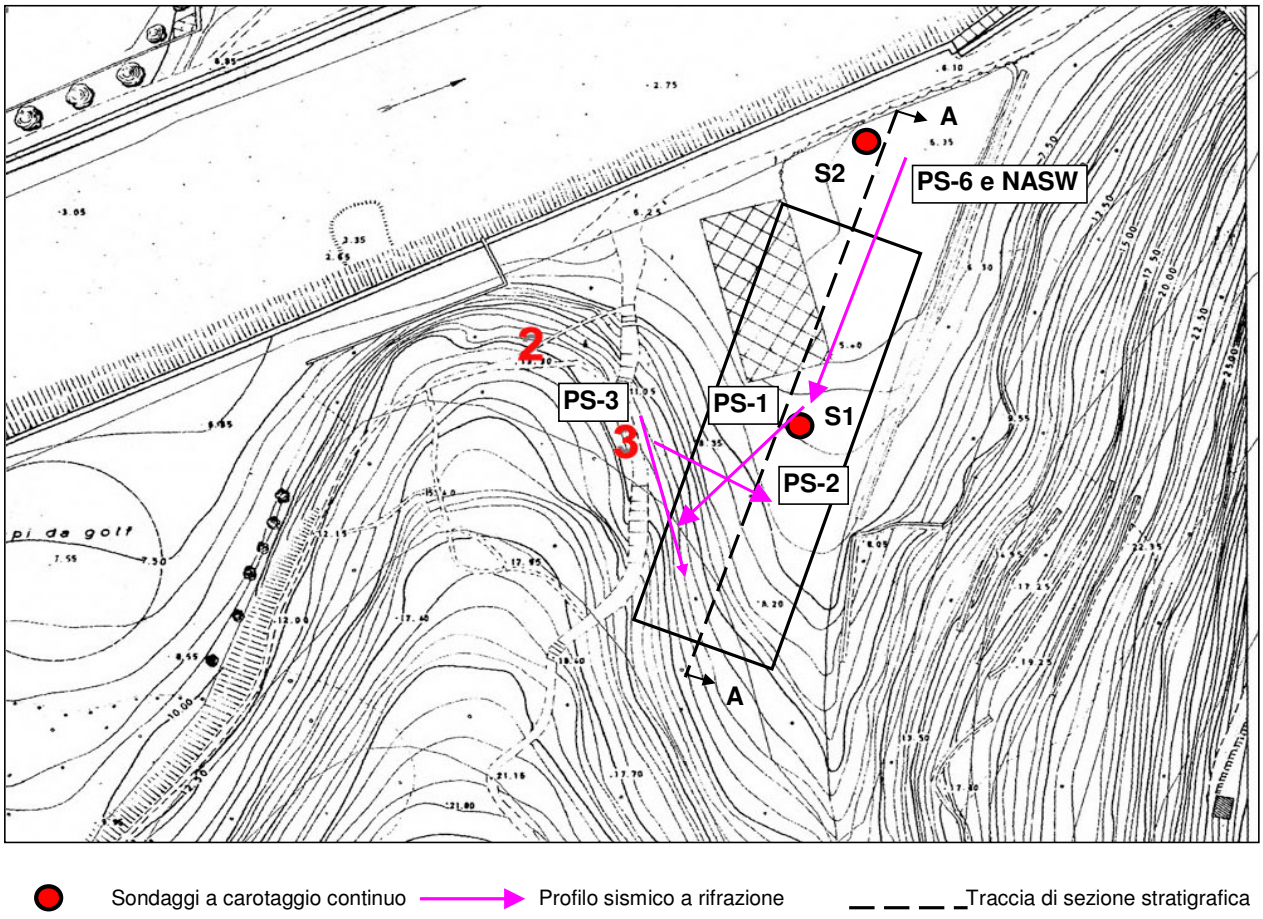


Figura 17 – Ubicazione delle indagini geognostiche

6. MODELLLO LITOSTRATIGRAFICO PRELIMINARE

Le indicazione dei sondaggi e dei profili sismostratigrafici è possibile formulare una prima elaborazione dell'assetto stratigrafico del sito.

La sequenza stratigrafica tipica risulta sostanzialmente uniforme e semplice: si individua infatti un sistema a 2/3 strati che, dall'alto verso il basso, presentano le seguenti caratteristiche di composizione.

Strato R Terreno di riporto, e' presente nel sondaggio S1 per uno spessore di circa 3.0 3.5m, è costituito da ghiaia, frammenti di laterizi, asfalto, ecc. in matrice limo - argillosa

Strato C: E' costituito da terreni di coltre eluvio-colluviale nei quali prevale nettamente la componente limo-argillosa, fine e plastica rispetto allo scheletro grossolano è costituito da clasti di calcare marnoso materiali di riporto, di natura essenzialmente granulare, eterometrica, lo spessore in corrispondenza del sondaggio S2 è di 6,50m

Strato S Substrato roccioso costituito in prevalenza da calcari marnosi appartenenti al flysch dell'Unità di Monte Antola, la roccia si presenta alterata al tetto e diffusamente fratturata lungo tutto il tratto carotato.

Questa sequenza stratigrafica è rappresentata nella sezione A-A di Figura 18 seguente.

In linea generale questo assetto è confermato anche dai profili sismo stratigrafici (vedere Allegato 2) nei quali si evidenziano quattro strati a velocità crescente delle onde P:

Strato	Vp (m/s)	Spessore m (min. - max)	Litologia
1	<700	2-4	coltre/riporti poco/med. densi o consist.
2	700-1700	1-6	coltre densa o consistente/capp.substrato
3	2000-2500	1-3	substrato alterato molto fratturato
4	>2500	?	substrato poco alterato, med. fratturato

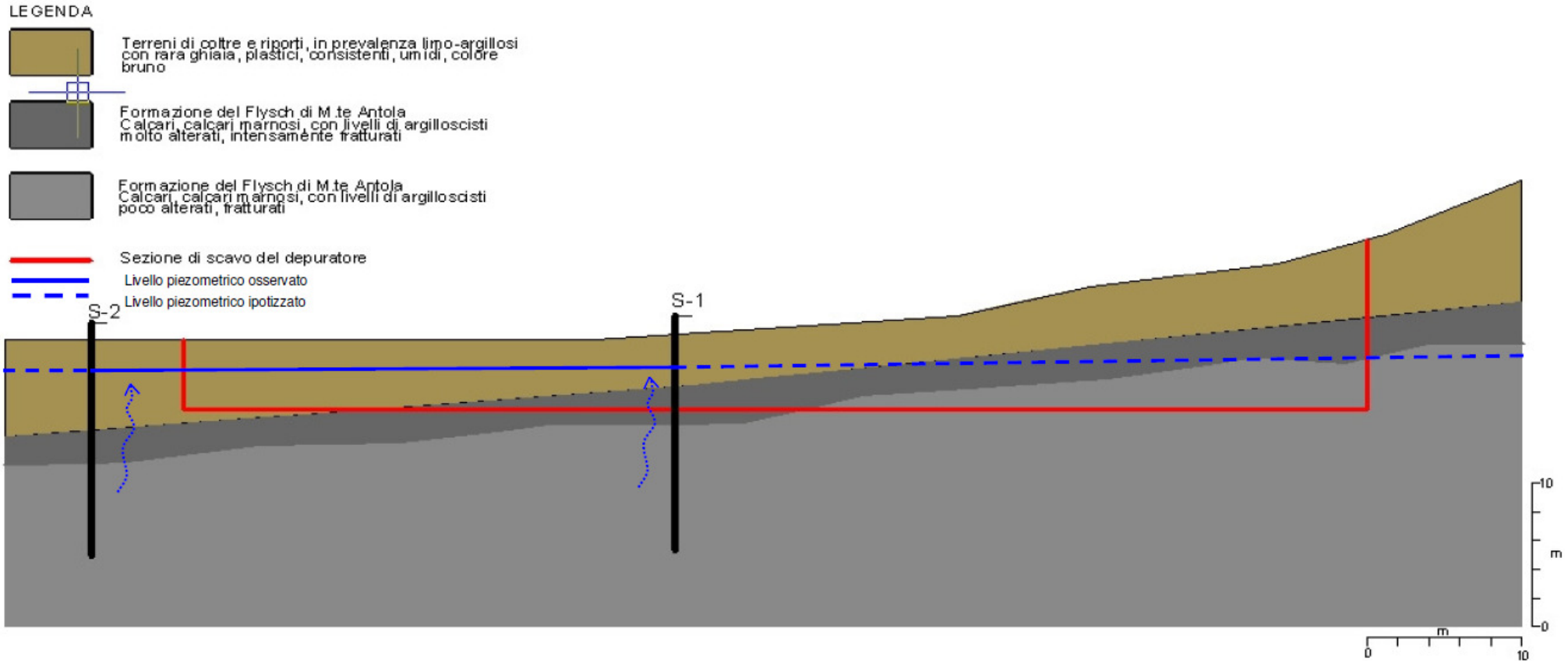


Figura 18 – Sezione litostratigrafia A-A

7. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO

Sulla base dei risultati delle prove in foro eseguite nei sondaggi e delle prove di laboratorio è possibile tracciare un quadro preliminare relativo alle proprietà geotecniche di terreni che saranno interessati dallo scavo e dalla realizzazione delle strutture dell'impianto.

Le caratterizzazioni formulate in questo capitolo sono suscettibili di variazioni in relazione ai risultati di ulteriori indagini e prove che saranno eseguite per il progetto definitivo.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite 3 prove di penetrazione dinamica tipo Standard Penetration Test (nel seguito SPT), mentre sono stati prelevati 5 campioni rimaneggiati, 2 campioni indisturbati dei terreni di copertura e 5 spezzoni di carote della roccia del substrato calcareo

7.1 CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI SCIOLTI

Dei campioni rimaneggiati sono state determinate le seguenti proprietà:

la massa volumica
la curva di distribuzione granulometrica,
le caratteristiche di plasticità (Limiti di Atterberg)

Dei campioni indisturbati sono state determinate le seguenti proprietà

Determinazione del contenuto in acqua naturale, Wn
Determinazione della massa volumica, γ
Determinazione del peso specifico assoluto, GS
Curva di distribuzione granulometrica
Determinazione della % di frazione argillosa mediante areometria
Limiti di consistenza, LL-LP-IP
Prova di taglio diretto tipo TD-CD per la determinazione dei parameri di resistenza al taglio in termini di tensioni effettive (coesione c' e angolo di attrito ϕ')
Prova triassiale tipo UU (Non consolidata – Non drenata) con restituzione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali (c_u)

I risultati delle prove di classificazione e di resistenza ad oggi disponibili, sono riassunti nella Tabella 1 seguente

Tabella 1

TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI PROVE DI LABORATORIO													
Sond.	Camp.	Prof. (m)	Um.nat. Wn%	Fraz. fine %	Massa vol. kg/mc	Lim. Liq. LL%	Ind. Plas. IP	Ind. cons. Ic	Res.non dren. cu kN/m2	Ang.att.eff. deg.	Coes. eff. c' kN/m2	Res.comp. Co (Mpa)	Mod.def. E (Mpa)
S1	CR-1	1.0-2.0	32.04	75.10		44	15	0.66					
S1	CR-2	2.0-3.0	24.46	60.38	18.96			1.17					
S1	CR3	3.0-3.5	21.07	56.39	17.55	43	16	1.39					
S1	CAR-1	3.7-4.0			26.80							149	
S1	CAR-3	13.0-13.4			26.39							31	
S2	CR-1	1.0-2.0	21.07	79.40				1.39					
S2	CR-2	3.0-4.0	29.55	69.70				0.73					
S2	CR-3	4.0-5.0	24.52	75.60				1.16					
S2	CI-1	1.4-2.0	26.22	75.94		42	15	1.05	83	30	3.2		
S2	CI-2	5.4-6.0	30.55	58.60		40	14	0.77					
S2	CAR-1	7.0-7.5			26.24							66	37.3
S2	CAR-2	8.0-8.6			26.26							61	
S2	CAR-3	12.3-12.7			26.26							76	

I terreni della copertura sono delle argille inorganiche di media plasticità, limoso – sabbiose (CL o ML).

La frazione fine (particelle di dimensioni minori di 0,075mm) è compresa tra 60% e 80%, il valore medio è 69%.

La massa volumica media è di 1825 Mg/m^3.

Il limite liquido LL è compreso tra 40% e 44%, il valore medio è 42%
Il limite plastico LP è compreso tra 26% e 29%, il valore medio è 27,3%
Pertanto l'Indice Plastico IP varia tra 14 e 16 con valore medio di 15.

7.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AL TAGLIO E DEFORMABILITÀ DEI TERRENI DI COPERTURA

7.2.1 Parametri di resistenza al taglio

Da prove SPT

Le prove SPT eseguite in foro hanno dato i seguenti risultati

Prof.(m)	N
2,00-2,45	12 – 16, media 14
4,00-4,45	17

La prova SPT nei terreni coesivi fornisce valori molto approssimati della c_u e, in genere, non utilizzabile per la progettazione, se non per stime largamente preliminari ed approssimate,

con la relazione generale (EPRI, 1990):

$$c_u/p_a = 0,06N$$

si calcola:

Per profondità di 2m, N=14 c_u = 84kPa
Per profondità di 4m, N=17 c_u = 102kPa

Da prove triassiali UU

E' stato possibile eseguire una sola prova triassiale UU (sondaggio S2, campione Ci1, profondità 1,50-2,00m) l valore di cu calcolato è risultato di 83kPa.

Da proprietà indici

Una stima del valore della resistenza non drenata cu può essere effettuata dall'Indice di Liquidità ***($I_L = W_n - LP / IP$)*** utilizzando la relazione:

$c_u/p_a = 1{,}7\exp^{(-4{,}6IL)}$

Il confronto tra i valori di cu calcolati nei modi suddetti è illustrato nel grafico che segue (Figura 19) su grafico è anche riportata curva di crescita della cu per un terreno argilloso NC

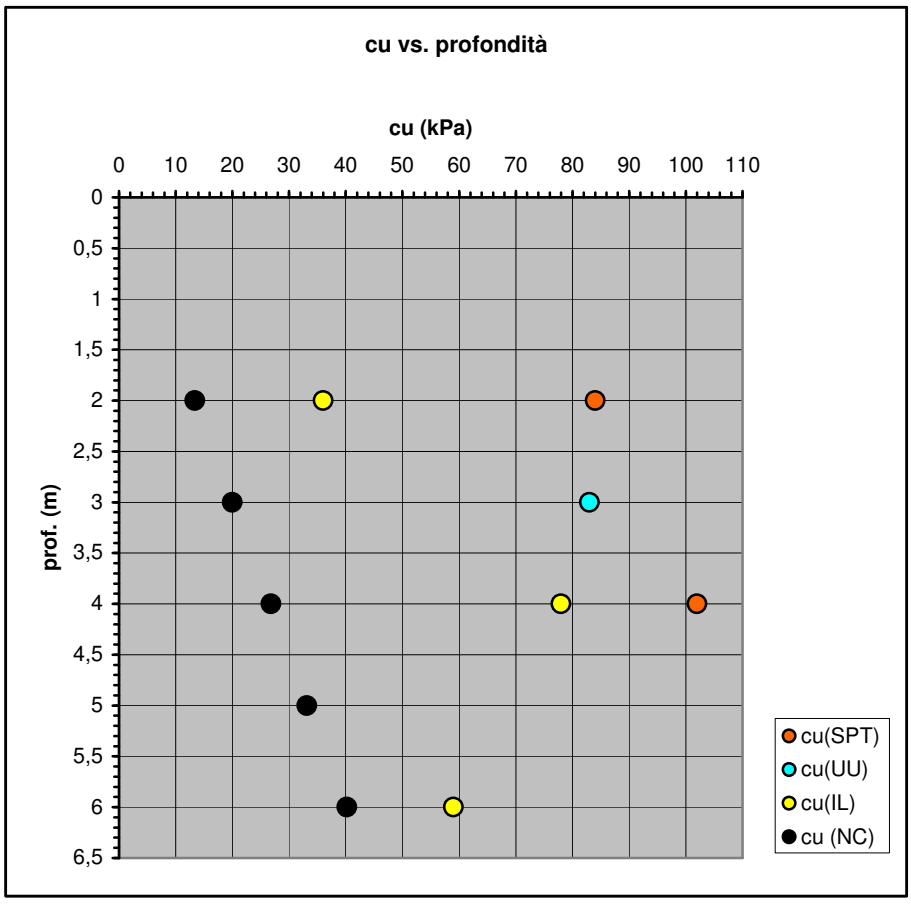


Figura 19

Dal grafico si osserva che i terreni sono consistenti anche per profondi modeste, quindi sovraconsolidati, il grado di sovraconsolidazione (OCR) è calcolato mediante la relazione seguente:

$$c_u / \sigma'_{vo}(OC) / c_u / \sigma'_{vo}(NC) = OCR^{0,8}$$

si calcola:

prof. (m)	OCR
2	10
3	6
4	3,8
6	1,6

Si tratta molto probabilmente di sovraconsolidazione meccanica per essiccamento.

Per quanto riguarda la resistenza a taglio in termini efficaci (ϕ', c'), questa è stata determinata mediante la prova di taglio diretto lenta (consolidata – drenata) che ha fornito i seguenti risultati:

angolo di attrito effettivo ϕ' = 30°
coesione efficace c' = 3,2kPa

7.2.2 Parametri di deformabilità

Deformabilità in condizioni non drenate

Il parametro E_u può essere stimato dalla relazione che lega il rapporto E_u/c_u in funzione di OCR e IP (Duncan&Buchignani):

OCR	IP	E_u/c_u	c_u(kPa)	E_u(MPa)
10	15	400	80	32
6	15	400	80	32
4	15	500	78	39
1	15	600	59	35,4

Deformabilità in condizioni drenate

L'indice di ricompressione (scarico – ricarico) C_r e di compressione vergine C_c possono essere stimati dalla relazione con IP (EPRI, 1990):

C_r = IP/370 = 15/370 = 0,040

C_c = IP/74 = 15/74 = 0,20

7.3 PROPRIETA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Le proprietà della roccia in ammasso superficiale sono definite in base alle seguenti assunzioni:

Resistenza della roccia integra $\sigma_{c(i)}$ 68MPa
Modulo di deformabilità della roccia integra $E_{(i)}$ 37GPa
Valore del Geological Strenght Index (GSI, Hoek, 2002) stimato da osservazione degli affioramenti 30(min.) – 40(max)
mi= 8

Si calcolano i seguenti parametri riferiti all'ammasso roccioso

Criterio di rottura di Hoek&Brown

Per GSI = 30

$\sigma_{c(m)}$ 6.6MPa
$\sigma_{t(m)}$ -0.04MPa
$E_{(m)}$ 3GPa

Per GSI = 40

$\sigma_{c(m)}$ 8.5MPa
$\sigma_{t(m)}$ -0.09MPa
$E_{(m)}$ 6GPa

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

GSI = 30, ϕ = 22,8° c = 2,2MPa
GSI = 40 ϕ = 25,8° c = 2,7MPa

Questi valori hanno valore preliminare, dovranno essere riconsiderati a seguito di rilievi e indagini di maggior dettaglio.

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Una prima caratterizzazione sismica dell'area è condotta in base ai risultati dell'indagine NASW eseguita secondo il profilo 6 (si vedano le Figure 20 e 21 che seguono) che permette di calcolare il valore di Vs.

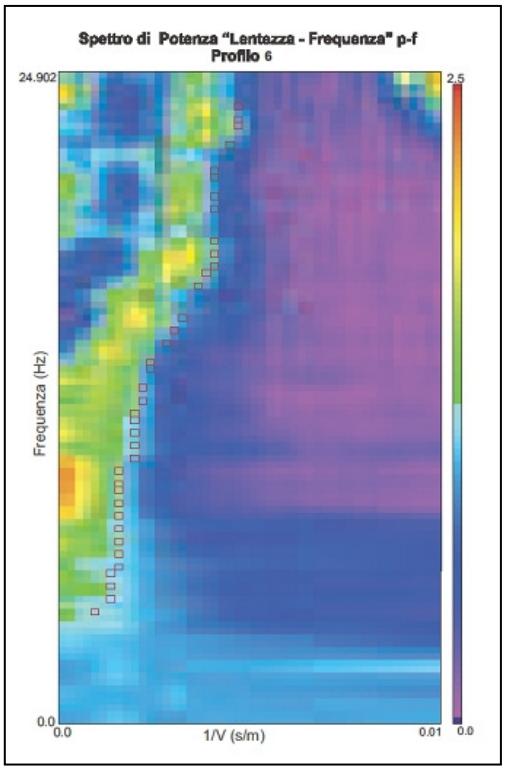


Figura 20

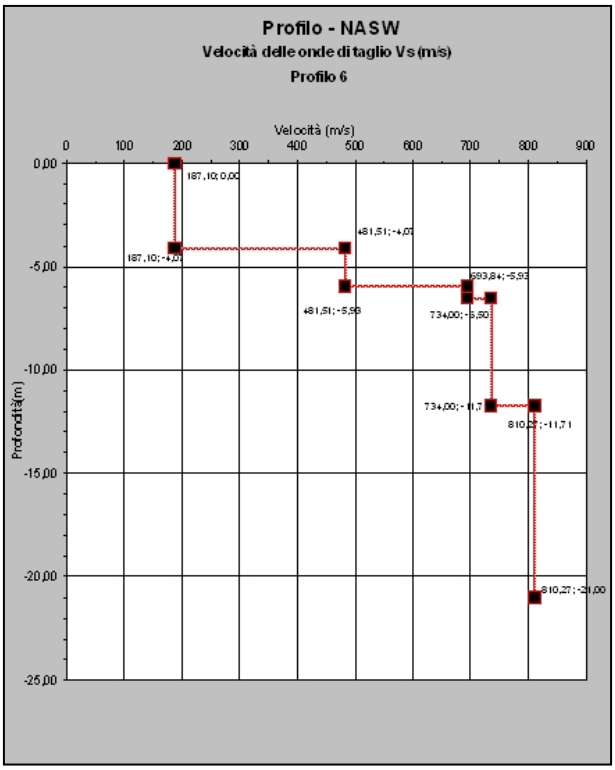


Figura 21

Il valore di $V_{s(30)}$ è 560m/s, tale valore può essere sottostimato in quanto la Vs è stata definita solo fino alla profondità di 21m e il valore ultimo determinato è stato considerato costante fino alla profondità di 30m.

Il valore di Vs(30) = 560m/s identifica un sottosuolo di Categoria B (NTC, 2008):
"*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità*"

I parametri sismici del sito, assumendo una classe d'uso II, sono riportati nella Tabella 2 alla pagina che segue.

Tabella 2

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		B			
Classe uso		II			
V_N	anni	50			
C_u		1			
V_R	anni	50			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	30	50	475	975
a_g	g	0,031	0,038	0,090	0,119
F_o		2,505	2,553	2,529	2,491
T_c	s	0,202	0,219	0,286	0,292
S_s		1,20			
C_c		1,52	1,49	1,41	
S_t		1,00			
kh		0,007	0,009	0,022	0,034
kv		0,004	0,005	0,011	0,017
a_{max}	m/s^2	0,365	0,449	1,063	1,404
β		0,200	0,200	0,200	0,240

Significato dei simboli	
V_N	vita nominale della struttura
C_u	coefficiente che dipende dalla classe d'uso
V_R	periodo di riferimento dell'azione sismica
P_{VR}	periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica
T_R	tempo di ritorno
a_g	accelerazione orizzontale di riferimento massima su suolo rigido (Cat. A)
F_o	fattore di amplificazione spettrale massima su suolo rigido
T_c	periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica
C_c	coefficiente correttivo del periodo Tc
S_t	coefficiente di correzione topografica
kh	coefficiente sismico orizzontale
kv	coefficiente sismico verticale
a_{max}	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
β	coeffciente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

9. ASPETTI GEOTECNICI IN FASE DI COSTRUZIONE

La costruzione del depuratore prevede l'esecuzione di significativi scavi essendo parte dell'impianto interrata. I principali aspetti geotecnici riguardano i tipi di materiali che saranno interessati dagli scavi e relativi volumi e le opere necessarie a garantite la stabilità dei fronti di scavo sia durante la fase costruttiva sia a lungo termine.

Per quanto concerne i tipi di materiali da scavare questi saranno essenzialmente due: i terrene sciolti che costituiscono la coltre di copertura, in parte anche rappresentati da materiali di riporto e la roccia del substrato flyschoide; questo ultimo è verosimilmente suddivisibile in due parti: lo strato superiore più alterato e, probabilmente, disaggregato passante a roccia leggermente alterata, lapidea e fratturata.

In base alle attuali impostazioni progettuali e ai risultati delle indagini geognostiche preliminari è possibile proporre una stima dei volumi di materiale da scavare:

terreni sciolti, mediamente addensati, plastici	≈ 15.000m^3
roccia, incluso cappellaccio	≈ 4.500m^3

Per quanto riguarda le metodologie di scavo, i terreni sciolti potranno essere scavati utilizzando un escavatore a braccio rovescio di potenza e capacità di carico adeguata ai volumi da scavare nei tempi esecutivi previsti. La roccia potrà essere abbattuta con modalità diversificate in funzione dello stato di conservazione: è ragionevole ipotizzare che lo strato di cappellaccio possa essere rimosso direttamente con la benna dell'escavatore, mentre la roccia più competente dovrà essere abbattuta con il martellone. Anche in questo caso la scelta dell'attrezzatura è funzione dei volumi giornalieri da movimentare in funzione delle tempistiche esecutive previste nel progetto.

Gli scavi a fronte verticali dovranno essere adeguatamente sostenuti e resi stabili sia in fase provvisionale sia a lungo termine. La stabilizzazione potrà essere affidata a paratie di micropali con tiranti a trefoli (berlinese) dimensionate per resistere alle spinte delle terre con adeguato fattore di sicurezza secondo NTC (2008). In via del tutto indicativa si ipotizza quanto segue

Micropali di diametro 180-220mm, armati con tubo di acciaio di diametro esterno tipicamente non inferiore a 100mm dotato di appositi centratori, iniettati con miscela cemento-acqua-bentonite con rapporto cemento/acqua non inferiore a 2. E consigliabile che l'iniezione sia del tipo ripetuta-controllata eseguita mediante un tubo valvolato a doppio otturatore (iniezione tipo IRS, iniezione ripetuta selettiva, pali tipo Tubfix).

In funzione dell'altezza libera massima del fronte da stabilizzare, si assume che la lunghezza media totale dei micropali sia di 15m.

Il perimetro da cinturare con la berlinese è di circa 400m, ipotizzando un interasse dei micropali diametro 200mm, di 0,6m si calcolano necessari 670 micropali per una lunghezza totale, approssimativa, di 10.000m.

La paratia sarà resa stabile mediante l'inserimento di tiranti a trefoli, si considera, in prima approssimazione di realizzare, mediamente, una doppia fila di tiranti con diametro del foro di 100-120mm, disposti secondo una maglia di 2,0m di lato, si assume che la lunghezza media di ciascun tirante sia di 12m (potrà essere maggiore se il tratto attivo interesserà i soli terreni sciolti, minore se risulterà inserito in roccia. I trefoli dei tiranti, nel numero calcolato necessario per esercitare la forza di contrasto necessaria a verificare la stabilità della paratia di micropali, saranno di acciaio armonico, tipicamente di diametro 0,6", messi in opera con gli appositi centratori, trattandosi di tiranti permanenti saranno realizzati mediante doppia iniezione con inguainati per tutta la lunghezza, nel tratto libero la guaina sarà del tipo liscio, mentre nel tratto attivo sarà utilizzata una guaina corrugata. L'iniezione della guaina nel tratto libero, attivo e nel "sacco otturatore" sarà eseguita attraverso valvole di non ritorno (manchettes). L'iniezione della miscela nell'intercapedine tra guaina e terreno nel tratto attivo avviene attraverso apposite valvole passanti e può essere ripetuta, anche d alta pressione per ottenere le "sbulbature" nel terreno circostante il tirante, migliorando coì le prestazioni dello stesso.

Nel caso di una maglia di 2,0x2,0m si tratta di realizzare 400 tiranti per una lunghezza complessiva di 400x12m = 4800m..

10. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Ai fini della gestione delle terre e rocce prodotte nel corso degli scavi si fa riferimento ai "Criteri Regionali per la Gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo – CT VIA 8 luglio 2008 – parere n. 145-225.

I suddetti criteri si applicano a opere e interventi pubblici e privati che prevedano la produzione e l'utilizzo di terre e rocce da scavo secondo quanto indicato dall'art. 186 del titolo I della parte quarta del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 " Norme in materia ambientale" corretto ed integrato dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norma in materia ambientale".

Questi specificano le modalità per:

1. l'accertamento della qualità delle terre e rocce da scavo (punti e ed f del comma 1 dell'art. 186 del titolo I della parte quarta del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.);

2. la dimostrazione dell'integrale utilizzo delle terre e rocce da scavo (punto g del comma 1 dell'art. 186 del titolo I della parte quarta del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.).

In osservanza a detti criteri come riportato al punto III) MODALITA' DI VERIFICA DELL'ASSENZA DI CONTAMINAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO E DELLA RISPONDENZA DELLE STESSE AL PROGETTO DI UTILIZZO, che recita **:**

…." *L'accertamento della qualità dei materiali di scavo mediante indagine ambientale sul sito di produzione è sempre da prevedersi qualora gli usi, anche pregressi, del sito di produzione siano tali da ritenere possibile la contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque, e/o le caratteristiche chimico fisiche del substrato e delle coperture naturali del sito di produzione siano tali da generare rischi per la salute dell'uomo e/o alterare negativamente la qualità delle matrici ambientali interessate con riferimento al sito di utilizzo.*

Ciò premesso, si stabilisce che:

c) Nel caso di progetti che prevedano lo scavo di terre e rocce internamente o in prossimità di aree non riconducibili a:
(i) siti di produzione con potenziale inquinamento del suolo superficiale,
(ii) siti di produzione interessati da attività potenzialmente contaminanti

(iii) affioramenti delle Pietre verdi, così come definiti al paragrafo II dei presenti criteri,

le indagini ambientali non sono ritenute obbligatorie, fatte salve la responsabilità del progettista e le eventuali determinazioni dell'Autorità competente"

Si ritiene che il sito oggetto dell'intervento ricada nelle condizioni di cui al punto *c)* precedente*;* infatti non si rileva alcuna delle situazioni (i); (ii) o (iii). Ciò nonostante, a maggior tutela, sarà comunque effettuato un campionamento dei materiali prodotti nel corso degli scavi e le successive prove di caratterizzazione.

Comunque è stata prevista l'attivazione di un'audit di caratterizzazione interno con prelievo di campioni dei litotipi presenti e di acque, prelevate da un piezometro, che sono g stati avviati ad un laboratorio ufficiale per determinare le qualità chimico fisiche le analisi sono state completate ed il risultato riporta che non si sono riscontrati superi dei limiti di legge. Lo studio di caratterizzazione è integralmente riportato nell'Allegato 3 della relazione di Screening a titolo "Indagini di Caratterizzazione Preliminare dei Terreni e delle Acque

11. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE INTEGRATIVE

Per la stesura del Progetto definitivo è necessario eseguire rilievi geomeccanici e indagini geognostiche integrative. Questa nuova campagna di indagini si articolerà sull'esecuzione di ulteriori sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove in foro e prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati dei terreni sciolti e ulteriori campioni di roccia del substrato mentre i rilievi geomeccanici saranno orientati a fornire un maggior dettaglio delle condizioni e delle proprietà della roccia.

11.1 RILIEVI GEOMECCANICI

Gli affioramenti individuati all'intorno del sito di progetto saranno oggetto di osservazione e registrazione delle caratteristiche della roccia esposta. In particolare saranno registarti i seguenti parametri :

- Giacitura di piani di stratificazione e fratturazione presenti nell'ammasso espressa come inclinazione e direzione di immersione,
- Tipo di discontinuità (stratificazione, fatturazione, scistosità, faglia)
- Morfologia della superficie di discontinuità a scala metrica
- Scabrezza della superficie, scalata numericamente secondo il criterio di Barton
- Continuità (persistenza) del giunto
- Apertura dei lembi della discontinuità
- Grado di alterazione della superficie del giunto
- Presenza e natura del materiale di riempimento del giunto
- Frequenza (spaziatura) delle discontinuità
- Condizioni idrauliche del giunto
- Resistenza della roccia adiacente alla discontinuità, determinata mediante misure puntuali con sclerometro

Gli altri parametri necessari alla classificazione dell'ammasso, RQD e resistenza della roccia integra, saranno definiti, rispettivamente, in base alle carote recuperate dai sondaggi e da prove di compressione condotte in laboratorio.

Queste osservazioni e misure saranno registrate su apposite schede di campagna. I dati raccolti saranno elaborati statisticamente e utilizzati per definire l'Indice di Classificazione RMR (Rock Mass Rating) secondo il criterio di Bieniawsky (1989) da quale sarà poi

calcolato il valore di GSI in base al quale saranno parametrizzate le proprietà meccaniche della roccia alla scala di ammasso.

11.2 SONDAGGI

Dovranno essere eseguiti, in aggiunta ai due completati, altri 3 sondaggi a carotaggio continuo ed asse verticale di lunghezza 20ml ciascuno, così posizionati: un sondaggio in corrispondenza della mezzeria del prospetto sud della struttura (circa allineato con S1 e S2), un sondaggio posizionato in corrispondenza dello spigolo ovest dello stesso lato, un sondaggio in corrispondenza dello spigolo est del lato nord della struttura.

In ciascun sondaggio saranno espletate le seguenti operazioni:

- esecuzione di una prova SPT nei terreni sciolti con la frequenza di una prova ogni due metri di avanzamento della perforazione
- esecuzione di almeno una prova di permeabilità a gravità (prova Lefranc) nei terreni sciolti
- esecuzione di una prova di permeabilità a gradini di pressione (prova Lugeon) nel basamento roccioso
- prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati e spezzoni di carota di roccia nel nuemro necessario a rappresentare in modo significativo la natura e la variabilità verticale dei terreni sciolti e della roccia del substrato.
- Restituzione del profilo geomeccanico del tratto di perforazione penetrato nel substrato roccioso.

In almeno due dei tre sondaggi sarà installato un piezometro del tipo da specificare successivamente.

11.3 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

I campioni rimaneggiati e indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi saranno utilizzati per eseguire le seguenti prove, le cui quantità saranno stabilite successivamente.

- Prove di riconoscimento e classificazione tutti i tipi di campioni
- Prove per la determinazione dei parametri indice tutti i tipi di campioni

- Prove per la determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità in condizioni non drenate (tensioni totali) campioni indisturbati
- Prove per la determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità in condizioni drenate (tensioni efficaci) campioni indisturbati
- Prove per la determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità della roccia integra carote

BIBLIOGRAFIA

- Bieniawsky Z.T, 1989, Rock Mass Classification, Wiley & Sons editor, NY (USA)
- Cestari F, 2009, “Prove Geotecniche in Situ”, edizioni GEO-GRAPH, Segrate (MI).
- Kuhlawy F.H. & Mayne P.W. - Electric Power Research Institute (EPRI), 1990, “Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design”, Cornell University, Ithaca (NY).
- National Highway Institute, 2001, “Manual on Subsurface Investigations”, Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.
- Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. Infrastruttture 14 gennaio 2008
- Pasqualini E., 1983, “Standard Penetration Test”, Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, XI Ciclo: Parametri di Progetto da Prove in Situ, Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Torino.
- Provincia di Genova, Piano di Bacino – Ambito 15

ALLEGATO 1

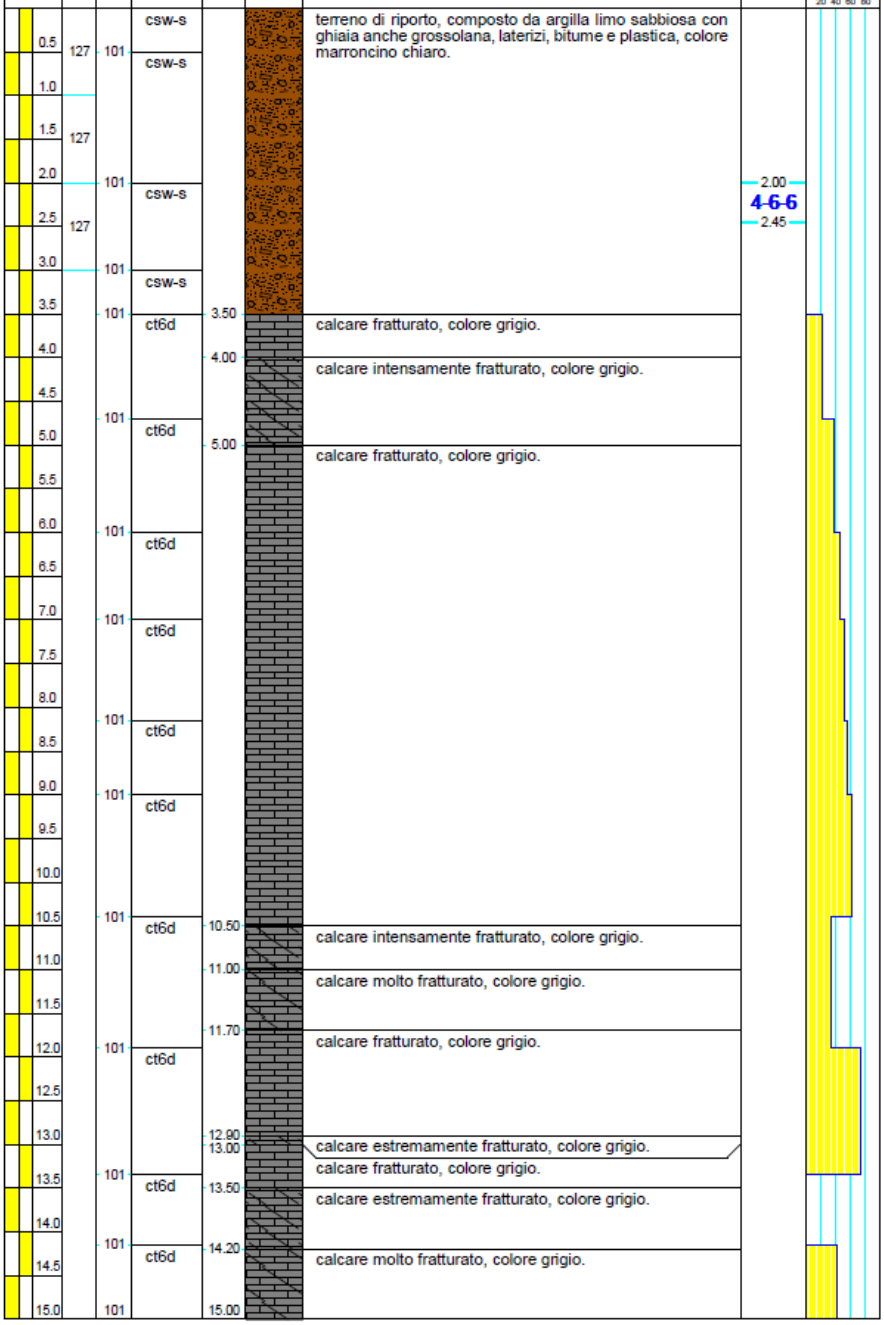
Stratigrafie dei sondaggi con documentazione fotografica

Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE - INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere	Rapallo (GE)
Località	Loc. Ronco
Data Inizio	04/04/2011
Data Fine	06/04/2011

SONDAGGIO	FOGLIO
S1	1

GEOLOGO
Laura Spalluto



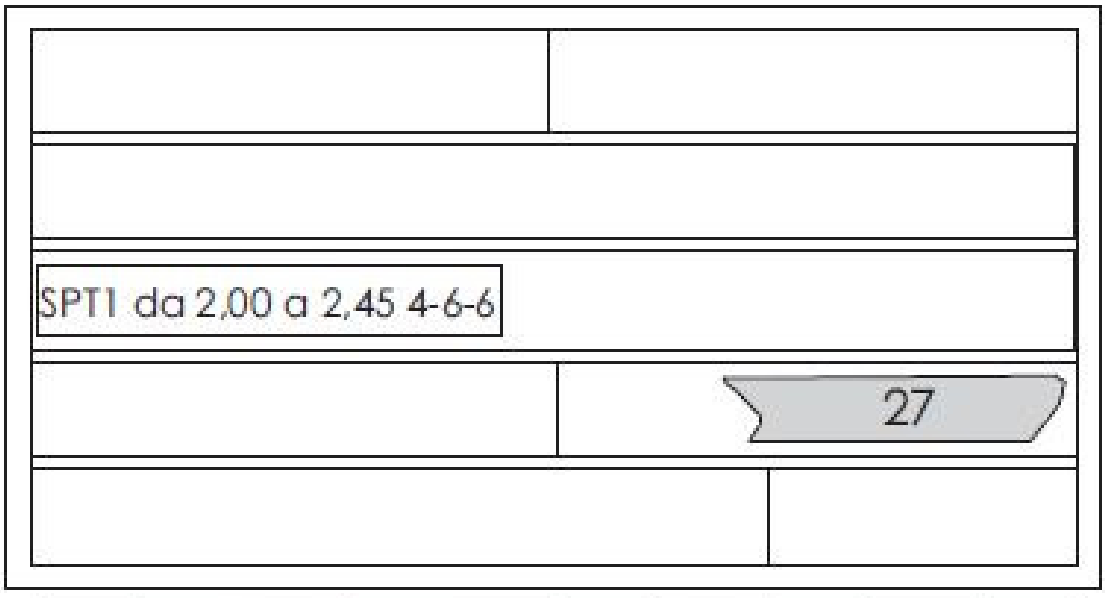


Postazione sondaggio S1

Geofisica e Ambiente



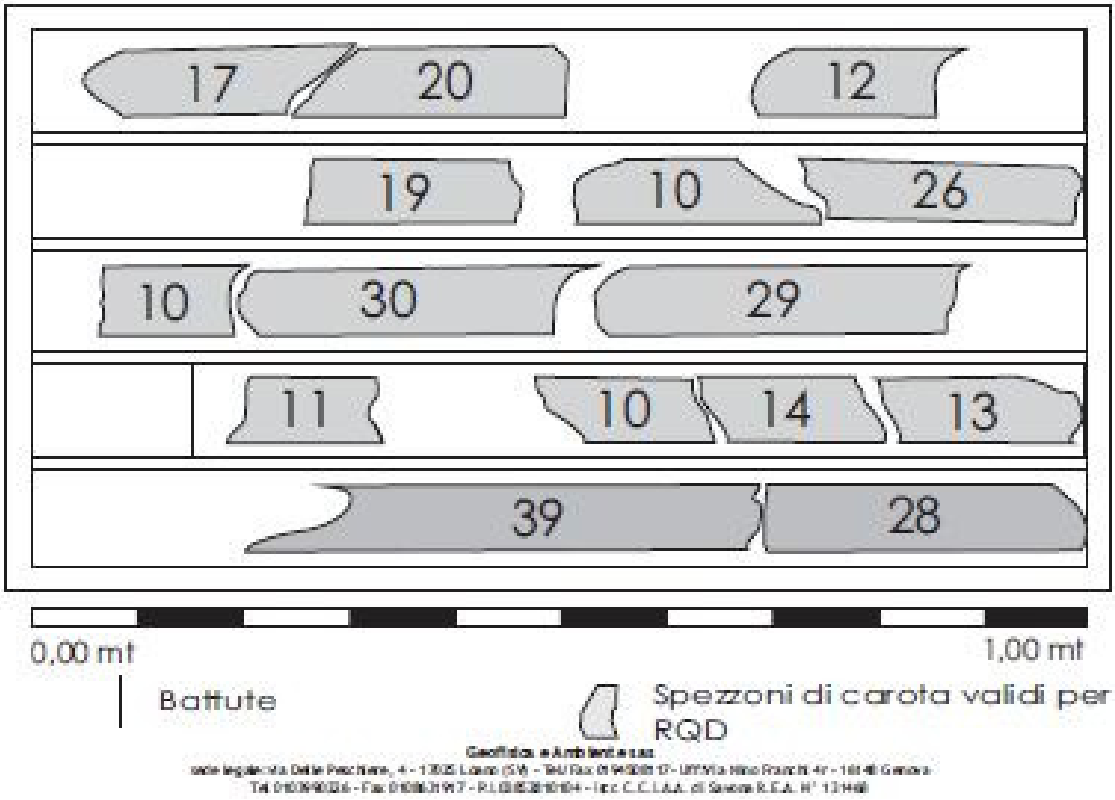
Sondaggio S1 cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



Geofisica e Ambiente



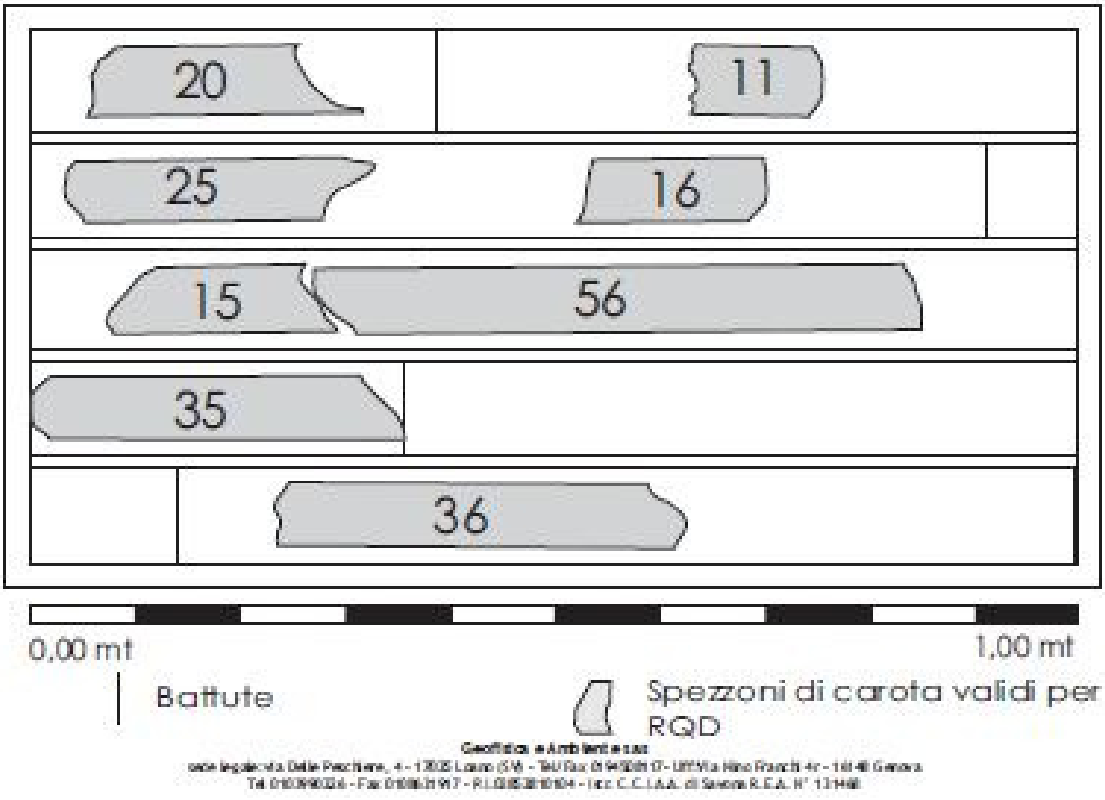
Sondaggio S1 cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri



Geofisica e Ambiente



Sondaggio S1 cassetta C3 da 10,00 a 15,00 metri

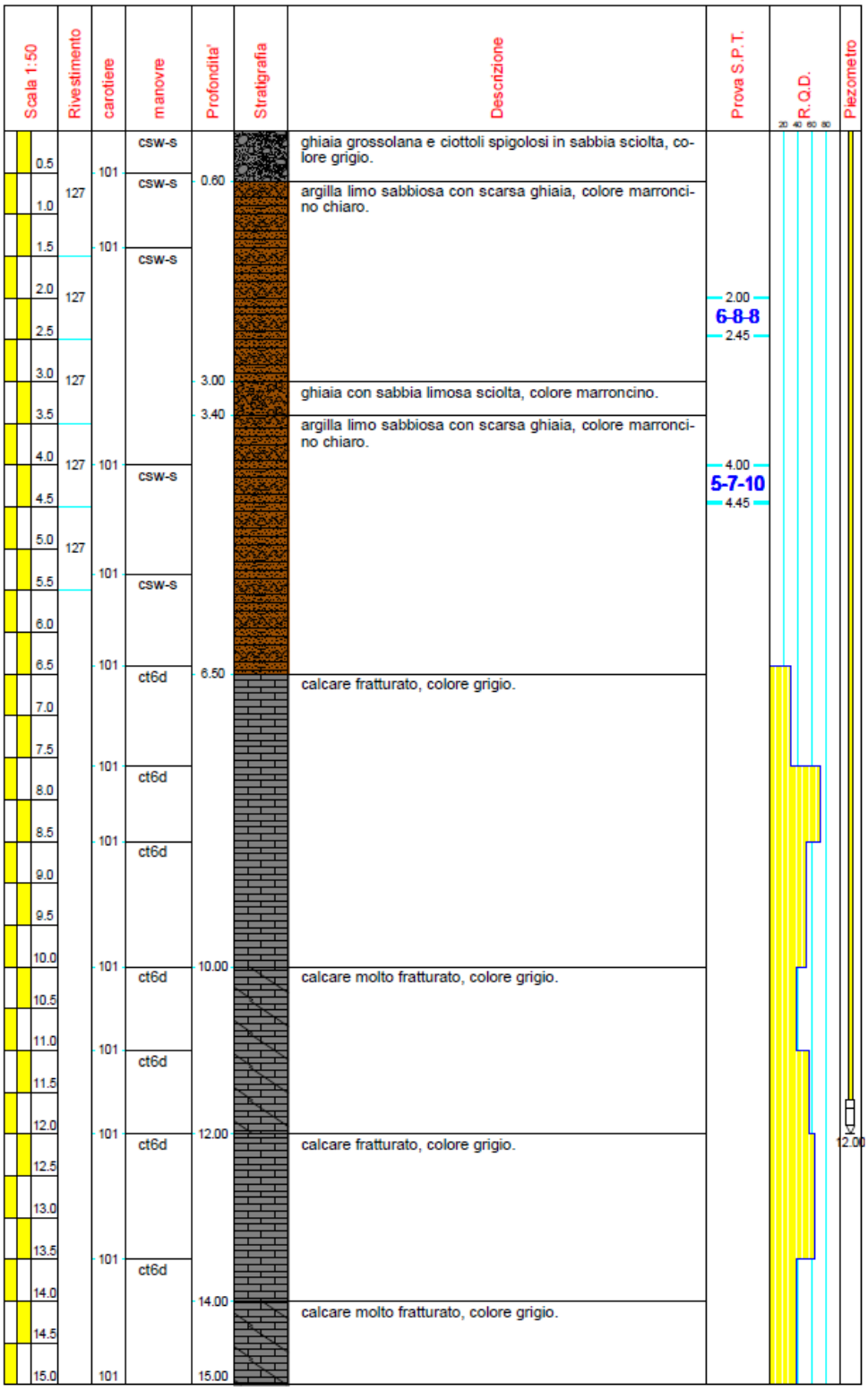


Geofisica e Ambiente
INDAGINI GEOGNOSTICHE - INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere	Rapallo (GE)
Località	Loc. Ronco
Data Inizio	06/04/2011
Data Fine	08/04/2011

SONDAGGIO	FOGLIO
S2	1

GEOLOGO
Laura Spalluto



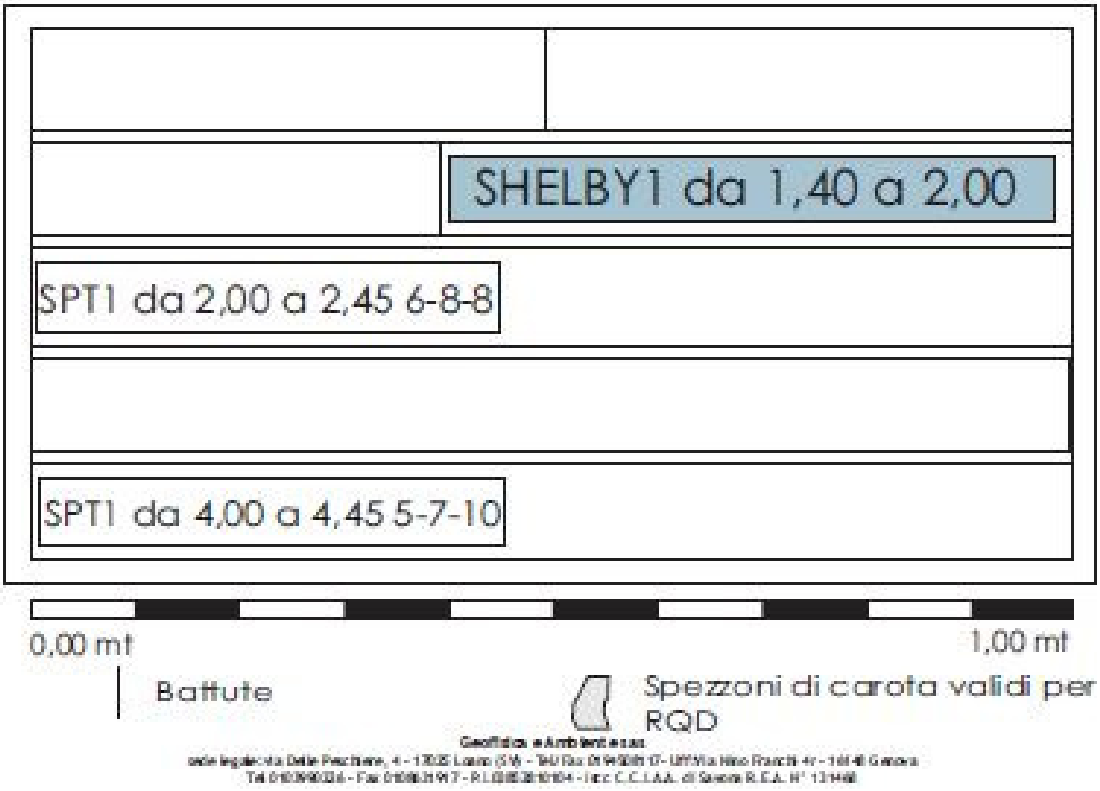


Postazione sondaggio S2

Geofisica e Ambiente...



Sondaggio S2 cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri

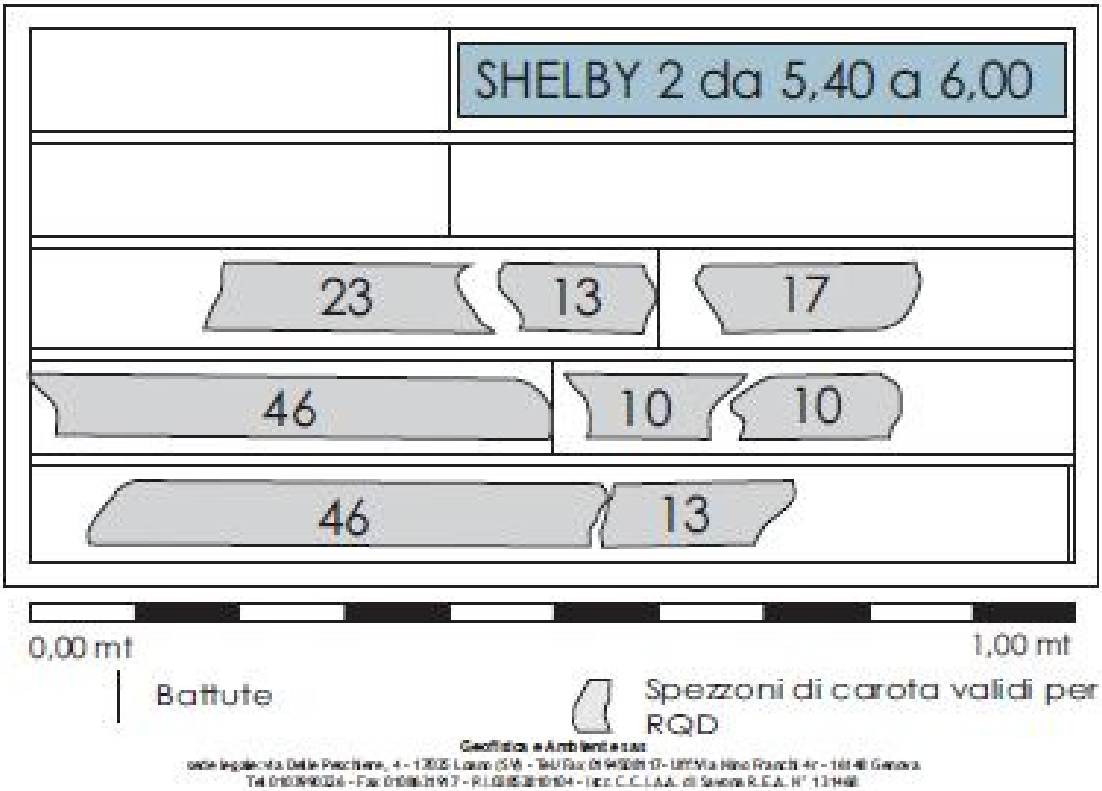


Geofisica e Ambiente s.a.s.

Geofisica e Ambiente



Sondaggio S2 cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

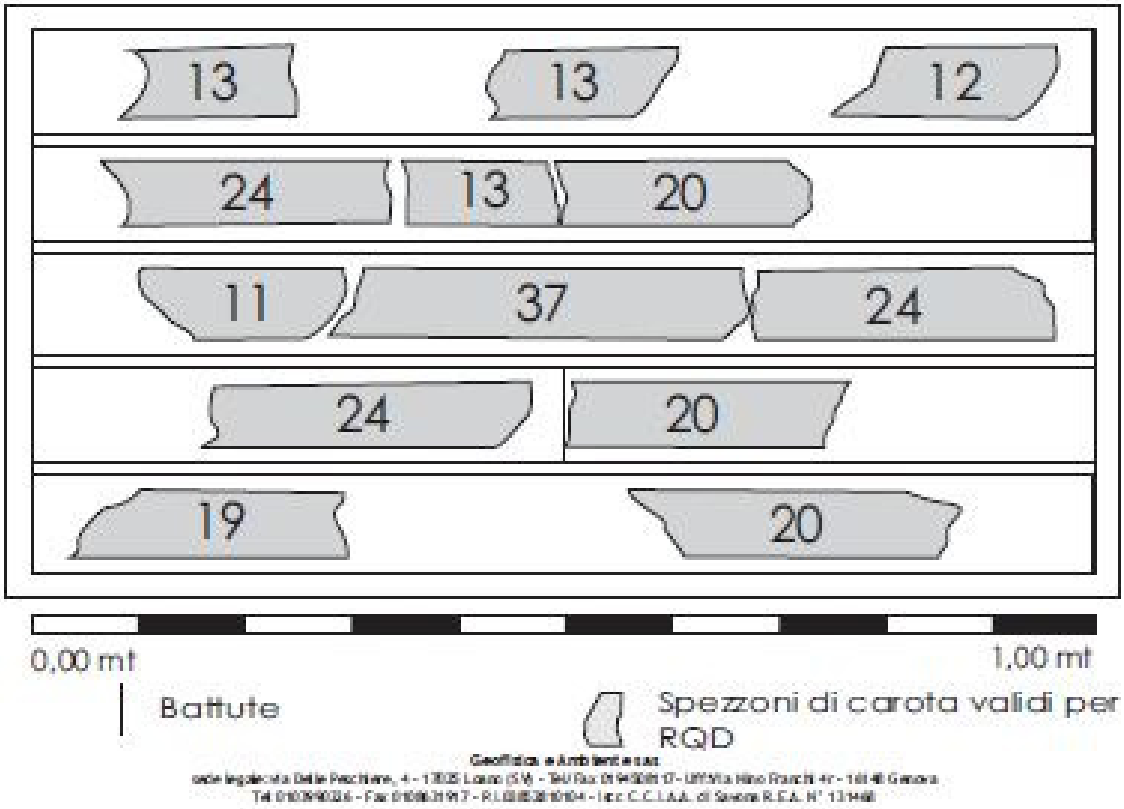


Geofisica e Ambiente s.a.s.
sede legale via Delle Peschiere, 4 - 19038 Sarzana (SP) - Tel/Fax 0187620617 - Uff. Via Hugo Foscolo 4r - 16149 Genova
Tel 0106590034 - Fax 0106591917 - P.I. 01053810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Genova R.E.A. N° 131448

Geofisica e Ambiente

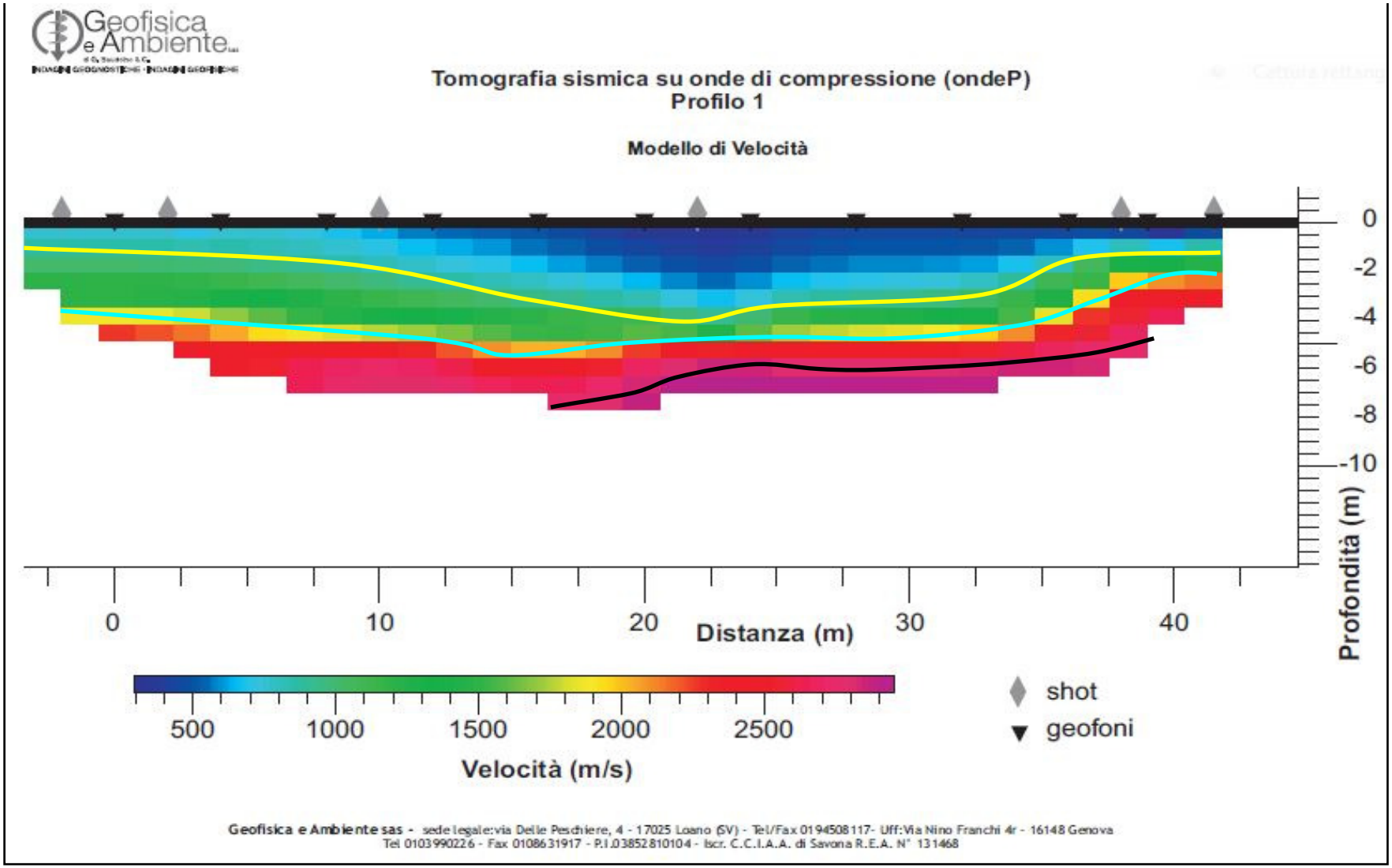


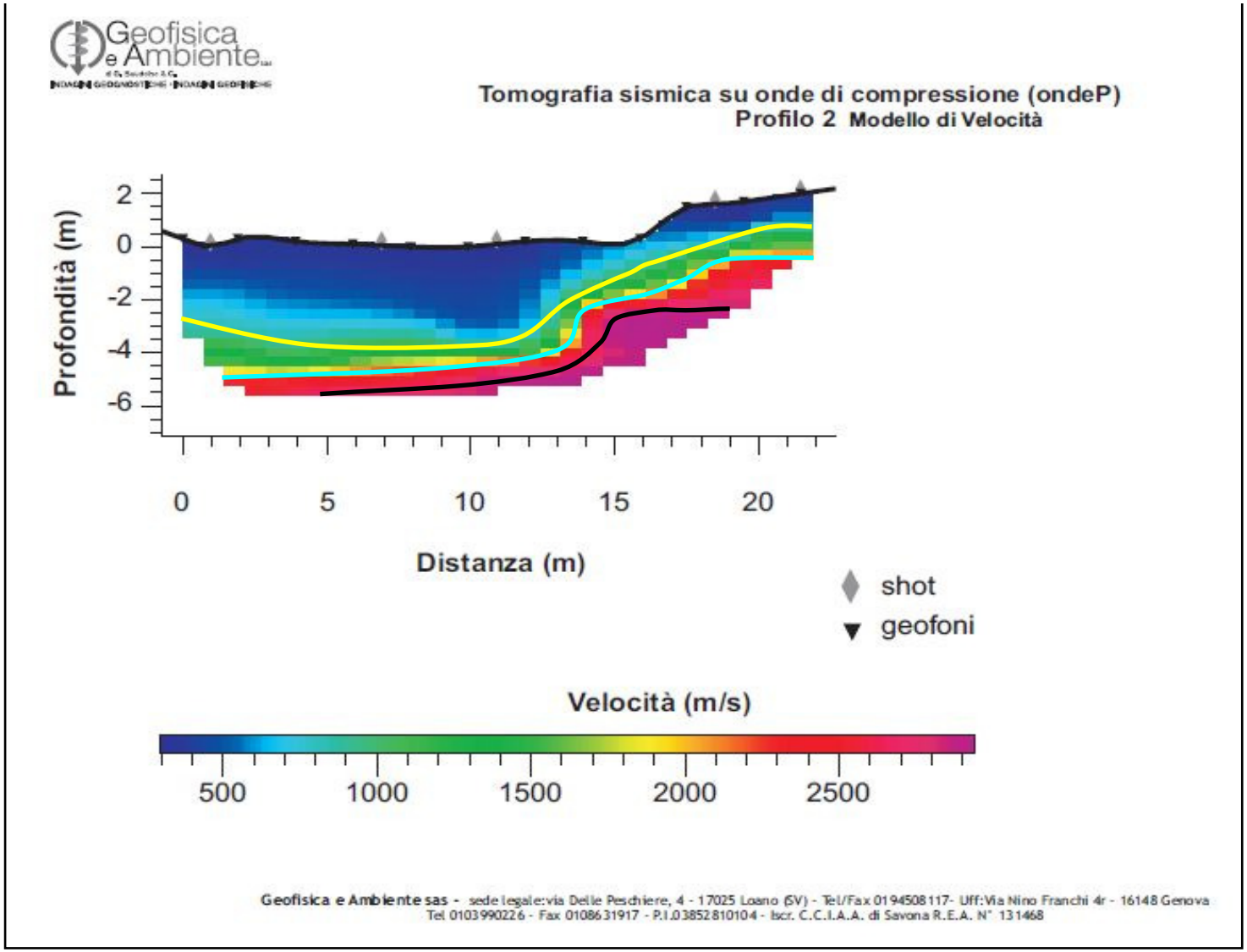
Sondaggio S2 cassetta C3 da 10,00 a 15,00 metri

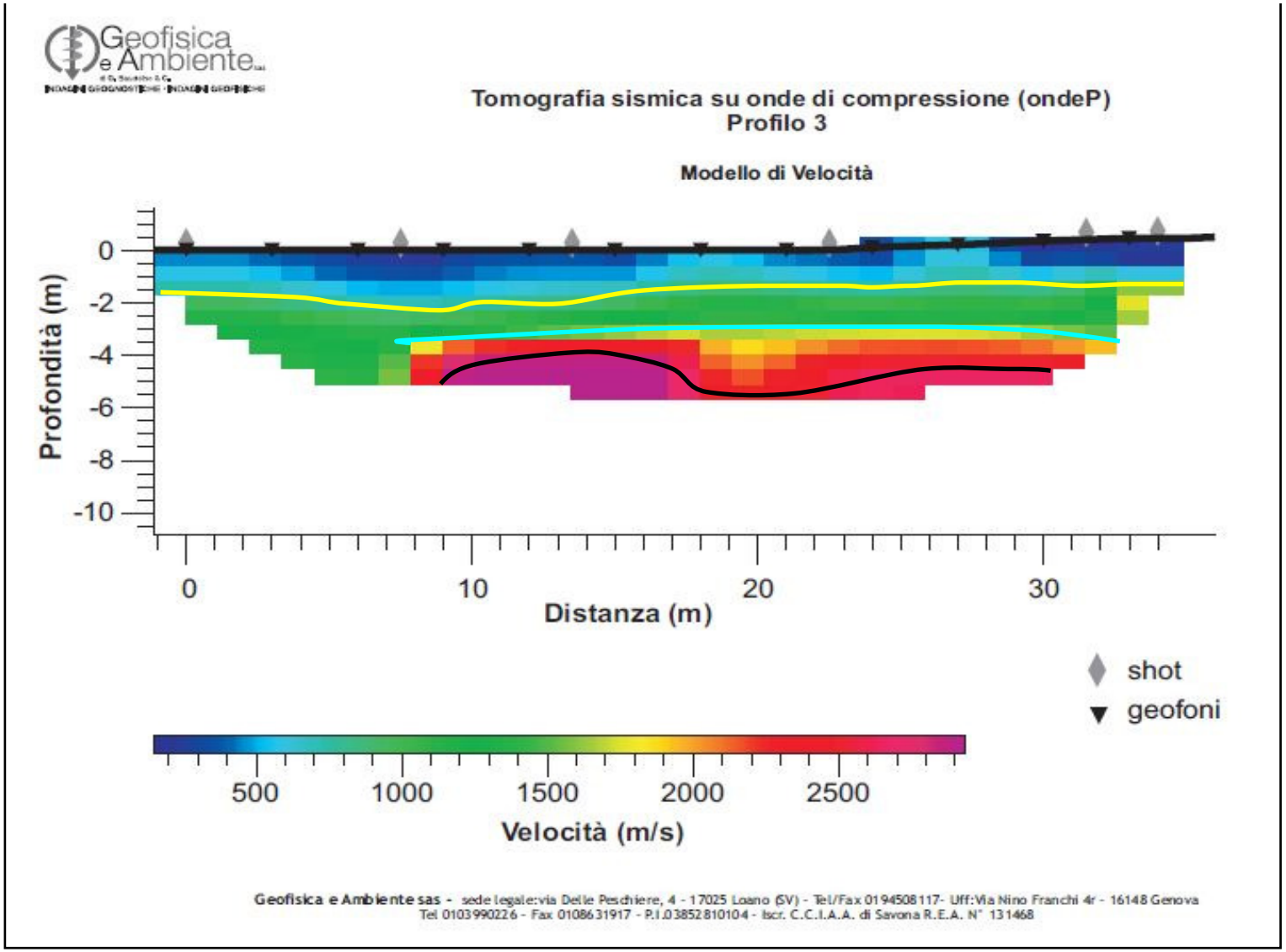


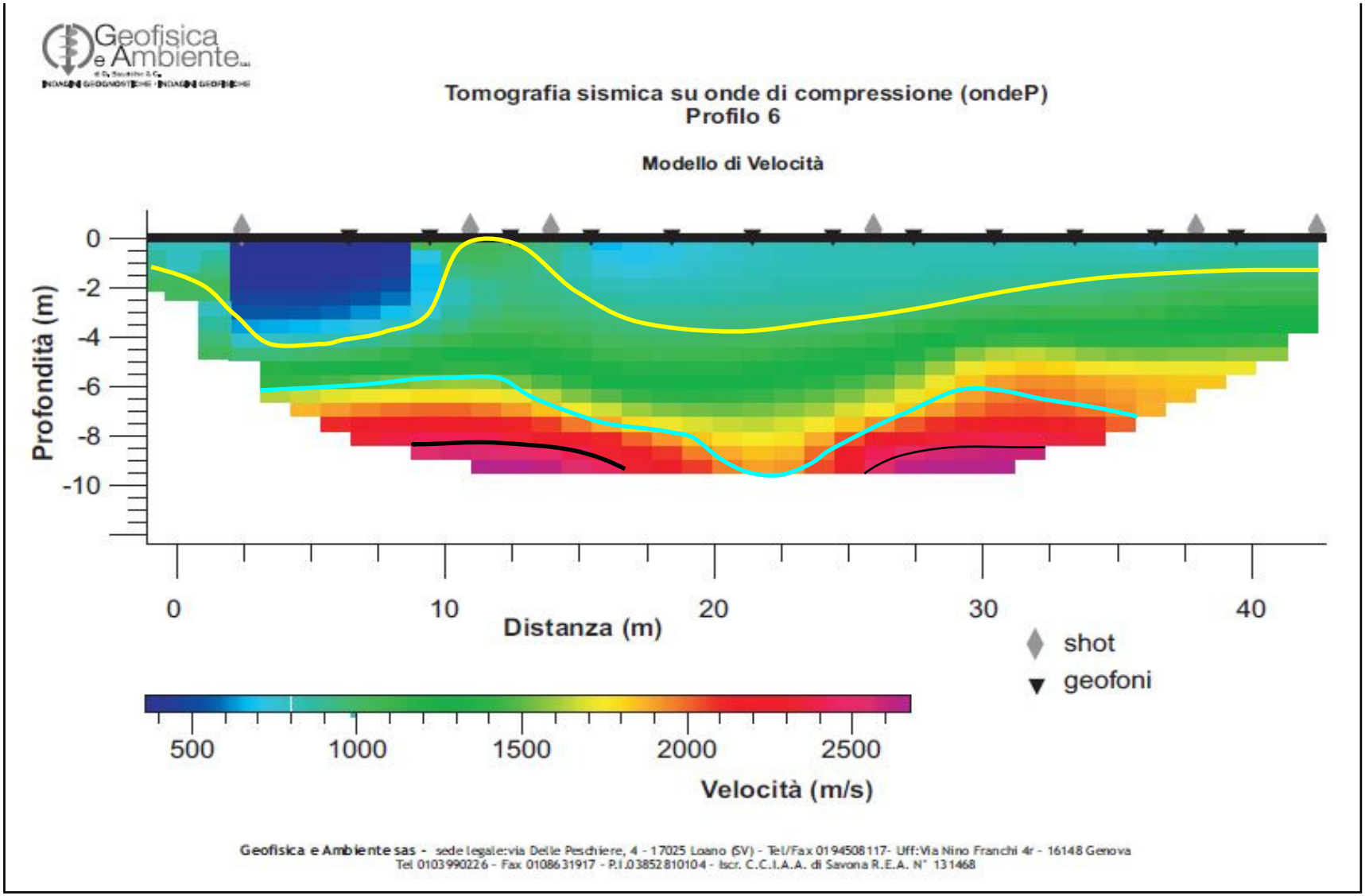
ALLEGATO 2

Profili sismo stratigrafici


Geofisica e Ambiente
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 1
Modello di Velocità
0
-2
-4
-6
-8
-10
Profondità (m)
0
10
20
Distanza (m)
30
40
500
1000
1500
2000
2500
Velocità (m/s)
shot
geofoni
Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468


Geofisica e Ambiente
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 2 Modello di Velocità
Profondità (m)
2
0
-2
-4
-6
0
5
10
15
20
Distanza (m)
shot
geofoni
Velocità (m/s)
500
1000
1500
2000
2500
Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468


Geofisica e Ambiente
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 3
Modello di Velocità
Profondità (m)
0
-2
-4
-6
-8
-10
0
10
20
30
Distanza (m)
shot
geofoni
500
1000
1500
2000
2500
Velocità (m/s)
Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel./Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468


Geofisica e Ambiente
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 6
Modello di Velocità
Profondità (m)
0
-2
-4
-6
-8
-10
0
10
20
30
40
Distanza (m)
shot
geofoni
500
1000
1500
2000
2500
Velocità (m/s)
Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

ALLEGATO 3

Certificati delle prove geotecniche di laboratorio

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

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 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	**x**
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

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

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	4,94
Sabbia (%)	19,97
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	75,09
Diam. max (mm)	15,2

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

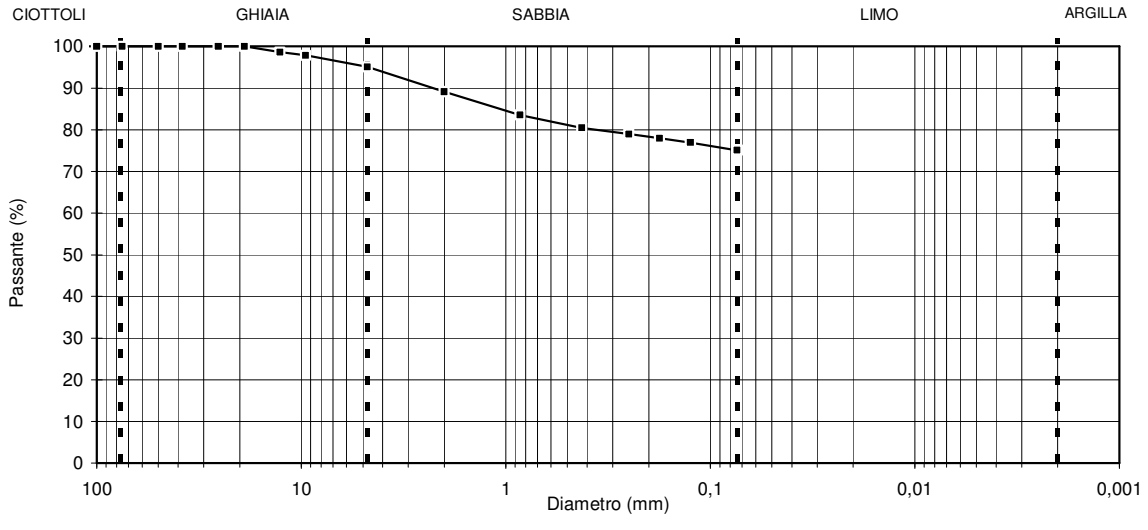
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

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	98,60
9,50	97,84
4,75	95,06
2,00	89,12
0,85	83,52
0,425	80,49
0,250	78,98
0,177	77,99
0,125	76,92
0,075	75,09

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY
Operatore : GO

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

11-039-01
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1917,00
Peso lordo secco	(g)	1573,10
Peso tara	(g)	499,72
Peso netto secco	(g)	1073,38
Peso acqua	(g)	343,90
Contenuto in acqua	(%)	**32,04**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	26	21	17
Peso lordo umido (g)	53,68	50,17	49,25
Peso lordo secco (g)	45,15	42,29	41,87
Tara (g)	25,67	25,38	26,52
Peso netto secco (g)	19,48	16,91	15,35
Peso acqua (g)	8,53	7,88	7,38
Contenuto acqua (%)	43,8	46,6	48,1

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,48
Intercetta	56,40
Coeff. Correl.	-0,99

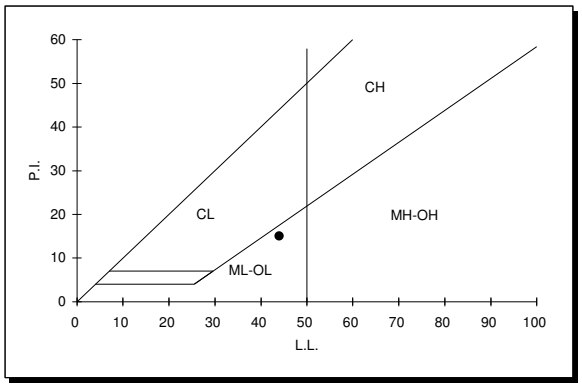
w % (per N=25) 44,4

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	23,36	24,53
Peso lordo secco (g)	21,73	22,60
Tara (g)	16,23	15,91
Peso netto secco (g)	5,50	6,69
Peso acqua (g)	1,63	1,93
Contenuto acqua (%)	29,6	28,8

w % medio 29,2

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 44

LIMITE DI PLASTICITA' 29

INDICE PLASTICITA' 15

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

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

Cert. N°. 11-039-02
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
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

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

11-039-02
04/05/2011

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	200,72	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	79,53	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	121,19	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**60,38**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

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

11-039-02
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1431,80
Peso lordo secco	(g)	1186,50
Peso tara	(g)	183,80
Peso netto secco	(g)	1002,70
Peso acqua	(g)	245,30
Contenuto in acqua	(%)	**24,46**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

11-039-02
04/05/2011

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

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,23
Altezza	(cm)	12,15
Peso lordo	(g)	1249,50
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1249,50
Volume	(cm^3)	646,35
Peso di volume	(kN/m^3)	**18,96**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 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	**x**
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

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

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 3.50

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	12,63
Sabbia (%)	30,99
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	56,38
Diam. max (mm)	14,7

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

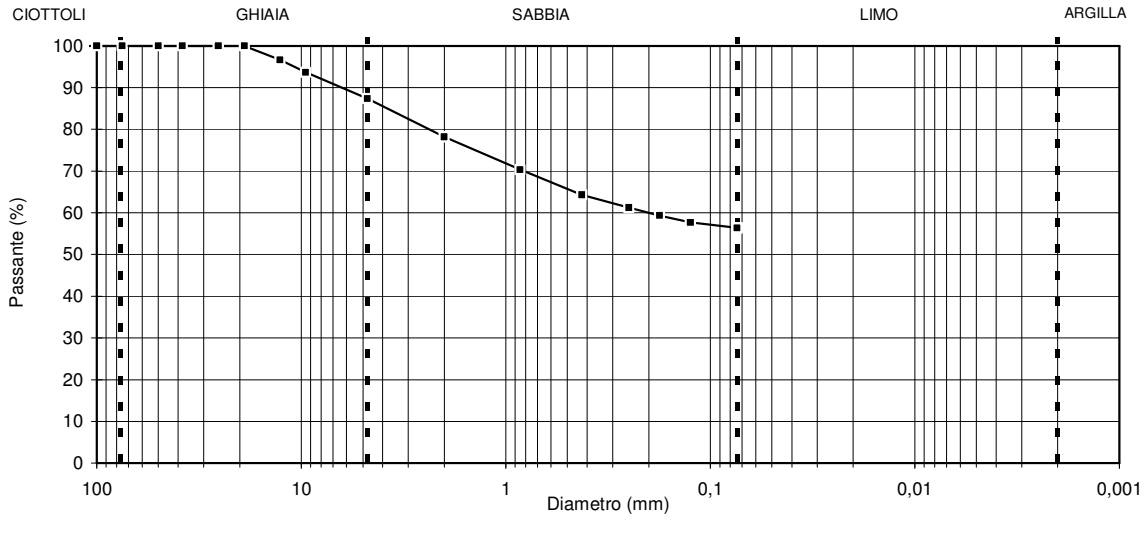
D_{60} (mm)	0,20
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

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	96,67
9,50	93,64
4,75	87,37
2,00	78,22
0,85	70,36
0,425	64,29
0,250	61,22
0,177	59,32
0,125	57,72
0,075	56,38

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY Operatore : GO

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

11-039-03
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50

Peso lordo umido	(g)	2170,00
Peso lordo secco	(g)	1872,00
Peso tara	(g)	457,60
Peso netto secco	(g)	1414,40
Peso acqua	(g)	298,00
Contenuto in acqua	(%)	**21,07**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 3.50

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	33	23	18
Peso lordo umido (g)	45,21	47,25	46,32
Peso lordo secco (g)	40,25	38,00	39,54
Tara (g)	28,00	16,55	24,73
Peso netto secco (g)	12,25	21,45	14,81
Peso acqua (g)	4,96	9,25	6,78
Contenuto acqua (%)	40,5	43,1	45,8

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,34
Intercetta	51,52
Coeff. Correl.	-0,98

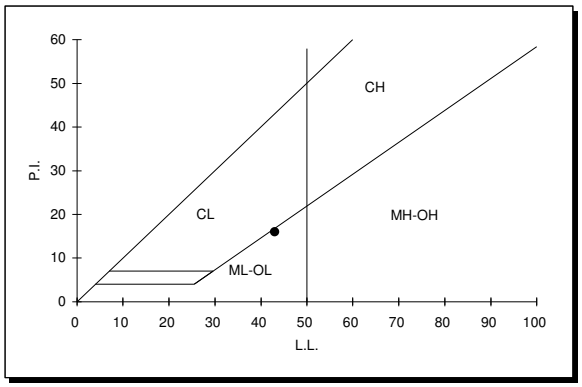
w % (per N=25) 43,0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	28,25	29,66
Peso lordo secco (g)	25,75	26,78
Tara (g)	16,34	16,01
Peso netto secco (g)	9,41	10,77
Peso acqua (g)	2,50	2,88
Contenuto acqua (%)	26,6	26,7

w % medio 26,7

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 43

LIMITE DI PLASTICITA' 27

INDICE PLASTICITA' 16

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

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

11-039-03
04/05/2011

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

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,28
Altezza	(cm)	10,80
Peso lordo	(g)	1040,40
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1040,40
Volume	(cm^3)	581,53
Peso di volume	(kN/m^3)	**17,55**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

< G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 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	**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	**x**
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

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

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	8,74
Sabbia (%)	15,32
Limo (%)	62,59
Argilla (%)	13,35
P_{200} (%)	75,94
Diam. max (mm)	12,3

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

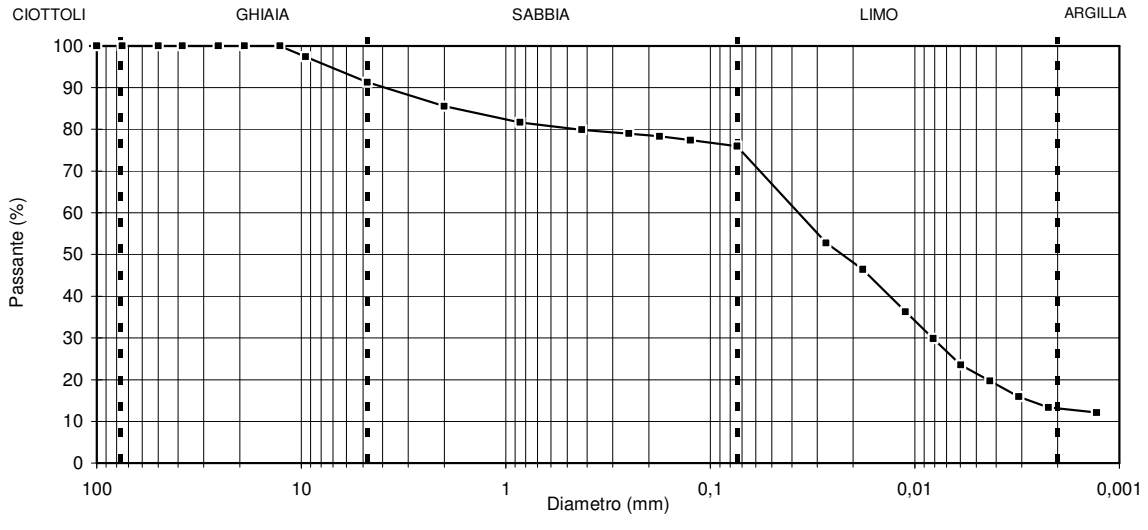
D_{60} (mm)	0,04
D_{30} (mm)	0,01
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

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	97,37
4,75	91,26
2,00	85,52
0,85	81,65
0,425	79,89
0,250	78,99
0,177	78,30
0,125	77,42
0,075	75,94

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0,0271	52,78
0,0180	46,42
0,0111	36,25
0,0081	29,89
0,0060	23,53
0,0043	19,71
0,0031	15,90
0,0022	13,35
0,0013	12,08



Direttore : PBY Operatore : GO

< G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

11-039-04
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	708,50
Peso lordo secco	(g)	620,40
Peso tara	(g)	284,42
Peso netto secco	(g)	335,98
Peso acqua	(g)	88,10
Contenuto in acqua	(%)	**26,22**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	35	26	17
Peso lordo umido (g)	52,78	45,23	49,13
Peso lordo secco (g)	42,65	36,65	38,97
Tara (g)	16,62	16,34	15,91
Peso netto secco (g)	26,03	20,31	23,06
Peso acqua (g)	10,13	8,58	10,16
Contenuto acqua (%)	38,9	42,2	44,1

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,29
Intercetta	49,17
Coeff. Correl.	-0,99

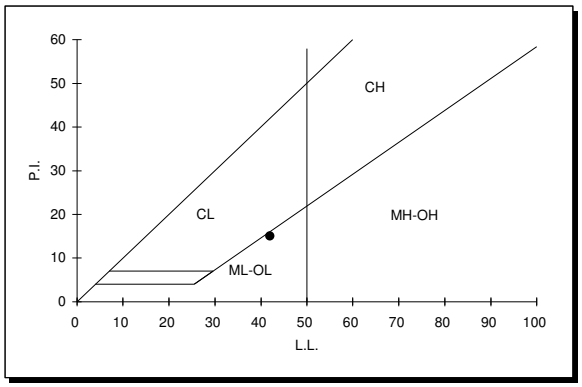
w % (per N=25) 42,0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25,26	26,52
Peso lordo secco (g)	23,34	24,27
Tara (g)	16,34	16,01
Peso netto secco (g)	7,00	8,26
Peso acqua (g)	1,92	2,25
Contenuto acqua (%)	27,4	27,2

w % medio 27,3

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 42

LIMITE DI PLASTICITA' 27

INDICE PLASTICITA' 15

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

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

11-039-04
04/05/2011

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

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,41
Altezza	(cm)	17,11
Peso lordo	(g)	1806,00
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1806,00
Volume	(cm^3)	950,46
Peso di volume	(kN/m^3)	**18,64**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

11-039-04
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-06

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Picnometro n°		3
Peso picnometro	(g)	136,80
Peso materiale secco	(g)	30,07
Peso picnometro dopo ebollizione	(g)	469,45
Temperatura	(°C)	30,0
Peso picnometro + materiale secco	(g)	166,87
Peso picnometro + acqua	(g)	450,15
Peso mat. secco + picnometro + acqua	(g)	480,22
Volume campione	(cm^3)	10,82
Peso Specifico Assoluto		**2,780**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	26,22	%
Peso di volume:	γ	18,64	kN/m^3
Peso specifico assoluto:	G_s	2,780	-

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	14,77	kN/m^3
Porosità:	n	0,46	-
Indice dei vuoti:	e	0,85	-
Grado di saturazione:	S_r	0,86	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	19,27	kN/m^3

Note

Direttore : PBY

Operatore : GO

< G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 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	**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

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

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	11,41
Sabbia (%)	29,96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	58,63
Diam. max (mm)	15,5

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

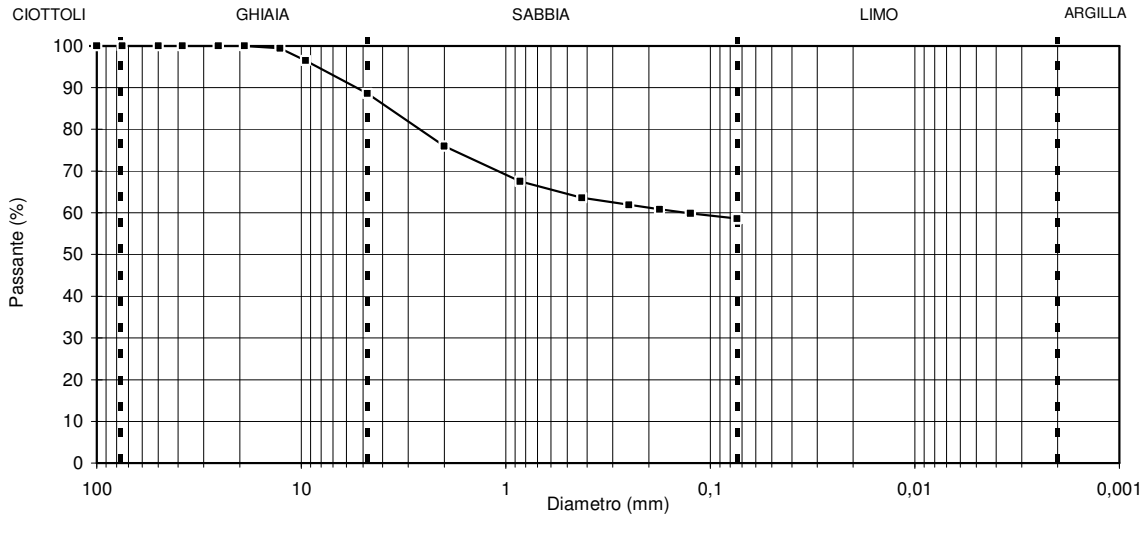
D_{60} (mm)	0,13
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

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	99,41
9,50	96,46
4,75	88,59
2,00	75,95
0,85	67,53
0,425	63,58
0,250	61,86
0,177	60,83
0,125	59,83
0,075	58,63

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY Operatore : GO

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

11-039-05
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00

Peso lordo umido	(g)	2546,00
Peso lordo secco	(g)	2057,00
Peso tara	(g)	456,50
Peso netto secco	(g)	1600,50
Peso acqua	(g)	489,00
Contenuto in acqua	(%)	**30,55**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	30	28	19
Peso lordo umido (g)	55,74	42,30	59,00
Peso lordo secco (g)	44,71	34,85	46,54
Tara (g)	16,40	16,02	16,37
Peso netto secco (g)	28,31	18,83	30,17
Peso acqua (g)	11,03	7,45	12,46
Contenuto acqua (%)	39,0	39,6	41,3

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,21
Intercetta	45,24
Coeff. Correl.	-1,00

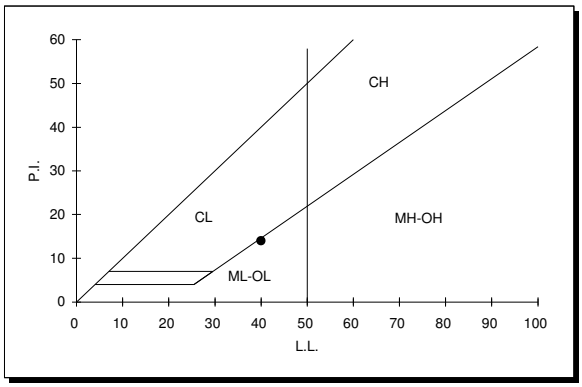
w % (per N=25) 40,1

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	82,69	86,82
Peso lordo secco (g)	80,02	83,22
Tara (g)	69,77	69,07
Peso netto secco (g)	10,25	14,15
Peso acqua (g)	2,67	3,60
Contenuto acqua (%)	26,0	25,4

w % medio 25,7

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 40

LIMITE DI PLASTICITA' 26

INDICE PLASTICITA' 14

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

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

11-039-05
04/05/2011

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

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,15
Altezza	(cm)	11,20
Peso lordo	(g)	1157,10
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1157,10
Volume	(cm^3)	584,28
Peso di volume	(kN/m^3)	**19,43**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	30,55	%
Peso di volume:	γ	19,43	kN/m^3
Peso specifico assoluto:	G_s	2,924	-

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	14,88	kN/m^3
Porosità:	n	0,48	-
Indice dei vuoti:	e	0,93	-
Grado di saturazione:	S_r	0,96	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	19,60	kN/m^3

Note

Direttore : PBY

Operatore : GO

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

Cert. N°. 11-039-06
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
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

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

11-039-06
04/05/2011

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	224,70	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	46,37	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	178,33	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**79,36**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

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

11-039-06
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	2170,00
Peso lordo secco	(g)	1872,00
Peso tara	(g)	457,60
Peso netto secco	(g)	1414,40
Peso acqua	(g)	298,00
Contenuto in acqua	(%)	**21,07**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-07
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
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

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

11-039-07
04/05/2011

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	249,12	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	75,54	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	173,58	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**69,68**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

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

11-039-07
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1512,30
Peso lordo secco	(g)	1200,50
Peso tara	(g)	145,18
Peso netto secco	(g)	1055,32
Peso acqua	(g)	311,80
Contenuto in acqua	(%)	**29,55**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

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

Cert. N°. 11-039-08
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr3
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 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	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
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

< *G.E.T.*
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-08
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Cr3
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	5,42
Sabbia (%)	18,95
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	75,63
Diam. max (mm)	14,5

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

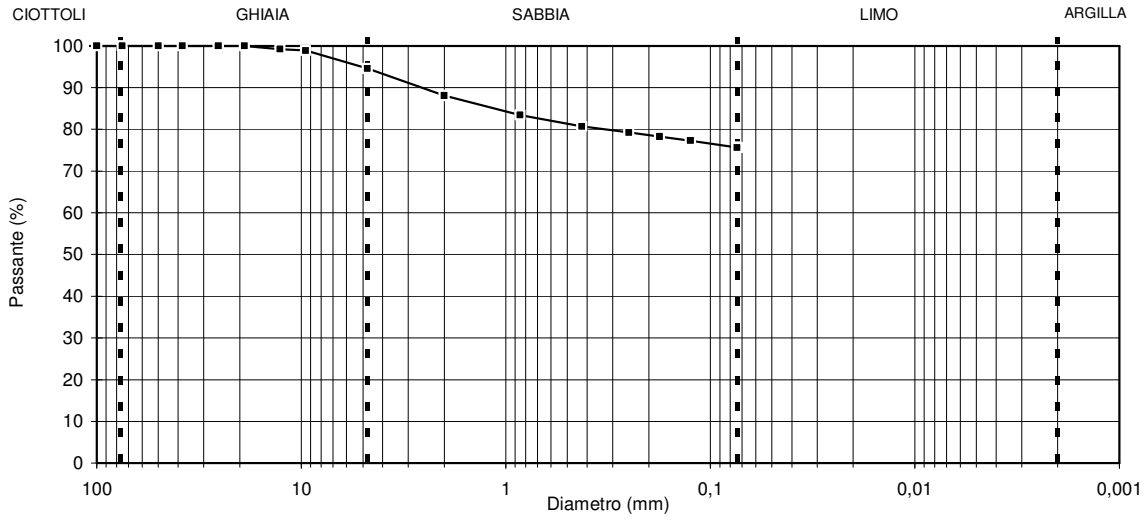
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

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	99,22
9,50	98,91
4,75	94,58
2,00	88,11
0,85	83,44
0,425	80,69
0,250	79,21
0,177	78,26
0,125	77,29
0,075	75,63

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY Operatore : GO

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

11-039-08
04/05/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr3
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1051,00
Peso lordo secco	(g)	880,10
Peso tara	(g)	183,20
Peso netto secco	(g)	696,90
Peso acqua	(g)	170,90
Contenuto in acqua	(%)	**24,52**

Direttore : PBY Operatore : GO

Note :

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

Pag. 1 / 2
Cert. N°. 11-039-09
Data 06/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 - Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticita' con sabbia

Data Ricevimento :	14 marzo 2011
Data Esecuzione Prova :	28 marzo 2011
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

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

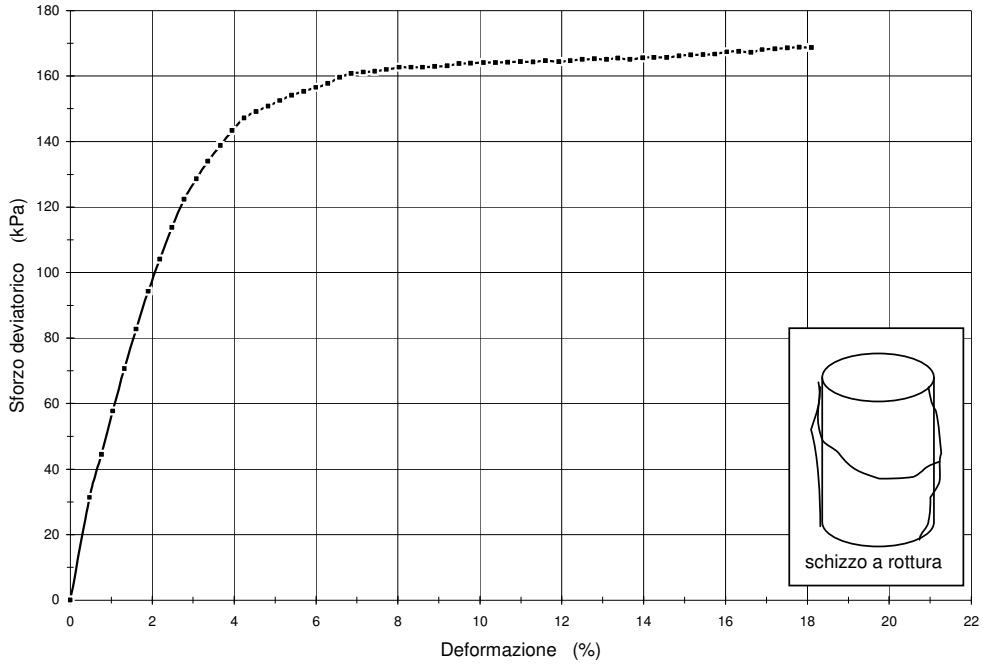
Pag. 2 / 2
Cert. N°. 11-039-09
Data 06/05/2011

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

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.		
Località :	Ronco - Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S2 - Ci1	Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del campione :	Indisturbato		
Dimensioni provino :	Altezza (cm) : 17,11	Diametro (cm) :	8,41
Velocità di deformazione :	1.0 %/min		
Metodo di acquisizione dati :	Acquisizione elettronica mediante trasduttori di forza e deformazione		

CARATTERISTICHE INIZIALI		**FASE DI ROTTURA**	
Peso di volume (kN/m^3)	18,64	σ_1 (kPa)	196,3
Contenuto in acqua (w%)	26,22	σ_3 (kPa)	30,0
Densità secca (kN/m^3)	14,77	σ_1 - σ_3 (kPa)	166,3
Peso specifico (misurato)	2,78	Deformazione (%)	15,0
Indice dei vuoti e	0,85	Coesione non drenata C_u (kPa)	83,1
Grado di Saturazione (Sr%)	86,1		

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



Direttore : PBY

Operatore : GO

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

Pag. 1 / 4
Cert. N°. 11-039-10
Data 06/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3080-04**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 4
Cert. N°. 11-039-10
Data 06/05/2011

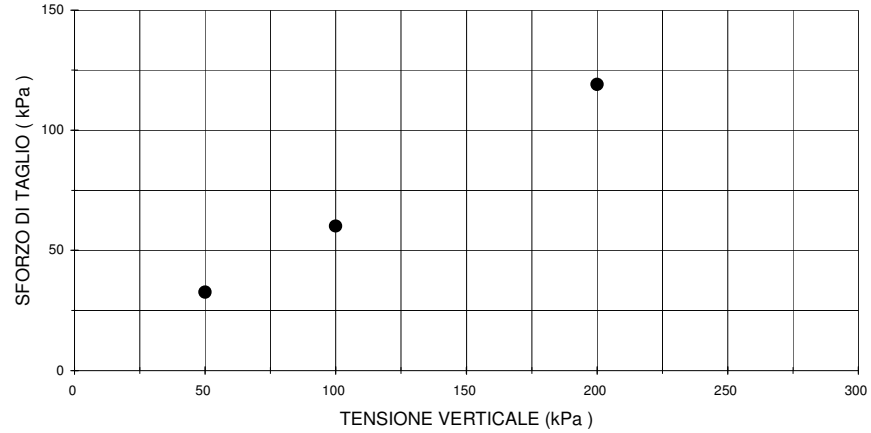
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00
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)	18,78	18,74	18,75
umidità iniziale (%)	26,22	26,14	26,58
densità secca iniziale (kN/m^3)	14,88	14,86	14,82

CONDIZIONI A ROTTURA	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0,56	-0,72	-1,11
def. verticale a rottura (mm)	-0,14	-0,16	-0,32
def. orizzontale a rottura (mm)	5,57	6,63	9,02
tensione di taglio di picco (kPa)	32,6	60,1	119,1
peso di volume finale (kN/m^3)	19,68	19,78	19,98
umidità finale (%)	27,67	27,02	25,78
densità secca finale (kN/m^3)	15,41	15,57	15,89

ROTTURA



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

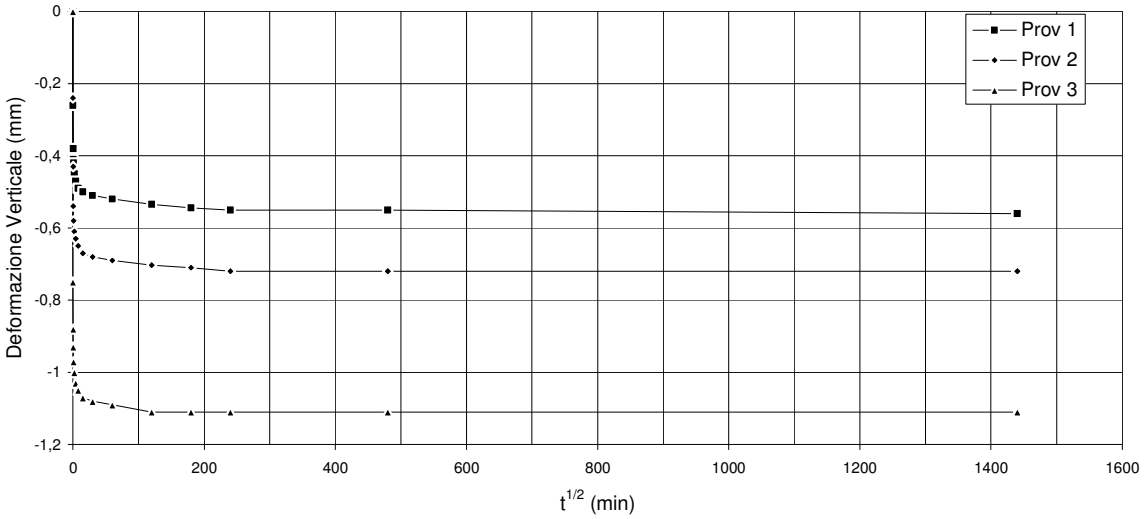
Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

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

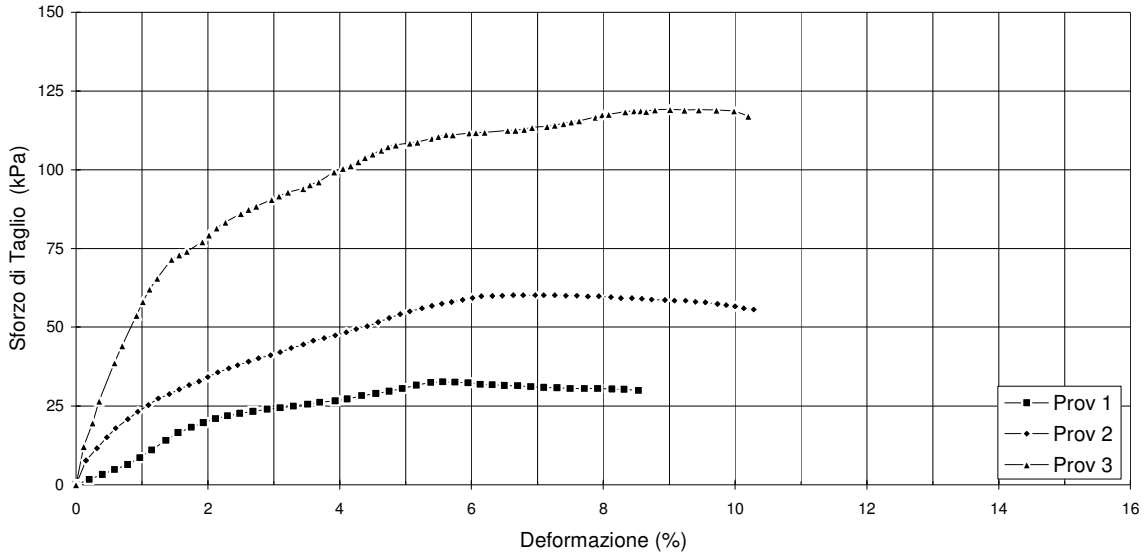
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE QUADRATA DEL TEMPO



ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE



Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

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

Pag. 4 / 4
Cert. N°. 11-039-10
Data 06/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

PROVINO 1		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,20	0,00	1,64
0,40	0,00	3,19
0,58	0,00	4,78
0,78	-0,01	6,36
0,97	-0,01	8,56
1,15	-0,02	11,03
1,37	-0,02	14,11
1,55	-0,02	16,56
1,75	-0,03	18,22
1,93	-0,04	19,69
2,12	-0,05	20,97
2,30	-0,06	21,83
2,48	-0,07	22,69
2,68	-0,08	23,28
2,90	-0,09	23,94
3,10	-0,09	24,44
3,30	-0,10	24,92
3,52	-0,10	25,53
3,70	-0,11	26,14
3,93	-0,11	26,58
4,12	-0,12	27,17
4,33	-0,12	28,25
4,55	-0,13	28,97
4,75	-0,13	29,61
4,95	-0,14	30,56
5,17	-0,14	31,61
5,38	-0,14	32,47
5,57	-0,14	32,64
5,75	-0,15	32,56
5,95	-0,15	32,36
6,13	-0,15	31,83
6,32	-0,15	31,72
6,50	-0,15	31,50
6,70	-0,15	31,42
6,90	-0,15	31,11
7,10	-0,15	30,89
7,30	-0,15	30,78
7,50	-0,15	30,56
7,72	-0,15	30,53
7,92	-0,15	30,56
8,13	-0,15	30,36
8,32	-0,15	30,25
8,53	-0,15	29,94

PROVINO 2		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,15	-0,01	7,67
0,32	-0,02	11,53
0,47	-0,03	15,03
0,60	-0,04	17,90
0,78	-0,04	20,83
0,93	-0,05	23,17
1,10	-0,06	25,27
1,25	-0,07	27,33
1,42	-0,07	28,73
1,57	-0,08	30,30
1,72	-0,09	31,67
1,87	-0,09	32,83
2,00	-0,10	34,20
2,15	-0,10	35,70
2,32	-0,10	36,87
2,45	-0,11	38,00
2,62	-0,11	39,10
2,77	-0,11	40,13
2,95	-0,12	41,13
3,10	-0,12	42,07
3,27	-0,12	43,40
3,45	-0,13	44,50
3,60	-0,13	45,73
3,77	-0,13	46,57
3,93	-0,14	47,37
4,10	-0,14	48,40
4,25	-0,14	49,40
4,42	-0,14	50,33
4,58	-0,14	51,57
4,75	-0,14	52,90
4,92	-0,15	54,10
5,07	-0,15	55,00
5,25	-0,15	55,93
5,40	-0,15	56,77
5,55	-0,15	57,47
5,70	-0,15	58,00
5,87	-0,15	58,67
6,02	-0,16	59,30
6,15	-0,16	59,83
6,32	-0,16	59,93
6,47	-0,16	60,00
6,63	-0,16	60,13
6,78	-0,16	60,13
6,97	-0,17	60,13
7,10	-0,17	60,13
7,27	-0,17	60,13
7,43	-0,17	60,00
7,60	-0,17	60,00
7,77	-0,18	59,73
7,93	-0,18	59,83
8,12	-0,19	59,53
8,27	-0,19	59,20
8,43	-0,20	59,20
8,58	-0,20	59,00
8,73	-0,21	58,80
8,93	-0,22	58,60
9,08	-0,22	58,40
9,25	-0,22	58,40
9,40	-0,22	58,10
9,55	-0,23	57,90
9,73	-0,23	57,33
9,87	-0,23	57,07
10,00	-0,23	56,57
10,13	-0,23	55,93
10,28	-0,23	55,63

PROVINO 3		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,12	-0,01	12,13
0,25	-0,01	19,68
0,35	-0,01	26,55
0,58	-0,01	38,71
0,70	-0,01	44,15
0,92	-0,01	53,78
1,02	-0,02	58,18
1,12	-0,02	62,06
1,23	-0,03	65,57
1,45	-0,04	71,56
1,57	-0,05	73,00
1,68	-0,06	74,10
1,92	-0,07	77,12
2,02	-0,08	79,35
2,13	-0,09	81,55
2,27	-0,10	83,36
2,50	-0,11	86,08
2,62	-0,12	87,39
2,73	-0,13	88,43
2,97	-0,13	90,54
3,08	-0,14	91,64
3,22	-0,14	92,92
3,45	-0,15	94,05
3,55	-0,16	95,27
3,68	-0,17	96,16
3,92	-0,18	99,40
4,05	-0,18	100,38
4,17	-0,19	101,26
4,28	-0,19	102,58
4,38	-0,20	103,89
4,50	-0,20	104,93
4,63	-0,20	106,27
4,73	-0,20	107,28
4,85	-0,21	107,86
5,07	-0,22	108,41
5,18	-0,22	108,84
5,40	-0,24	109,97
5,50	-0,24	110,55
5,62	-0,25	111,16
5,72	-0,26	111,04
5,97	-0,26	111,65
6,07	-0,26	111,80
6,20	-0,26	111,83
6,55	-0,27	112,44
6,67	-0,27	112,57
6,80	-0,28	112,81
6,92	-0,28	113,42
7,15	-0,29	113,79
7,27	-0,29	114,16
7,40	-0,29	114,71
7,52	-0,29	115,23
7,63	-0,30	115,50
7,88	-0,30	116,66
7,98	-0,30	117,46
8,08	-0,30	117,58
8,33	-0,31	118,46
8,47	-0,31	118,71
8,57	-0,31	118,68
8,65	-0,31	118,53
8,78	-0,32	119,04
9,02	-0,32	119,11
9,23	-0,32	118,92
9,45	-0,32	119,01
9,72	-0,33	118,92
9,98	-0,33	118,71
10,20	-0,33	117,03

PROVA DI TAGLIO DIRETTO ASTM D3080-04 INTERPRETAZIONE RISULTATI

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.		
Località :	Ronco - Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S2 Ci1	Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :	0,004
Dimensioni provino (cm)	Altezza : 2,24	Lato :	6,00

Prova eseguita in scatola di Casagrande a sezione quadrata

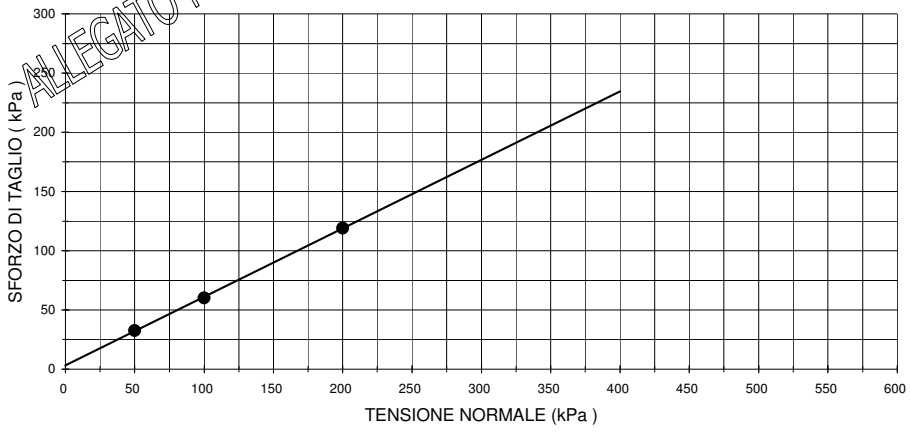
CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume inizale (kN/m^3)	18,78	18,74	18,75
umidità iniziale (%)	26,22	26,14	26,58
densità secca iniziale (kN/m^3)	14,88	14,86	14,82

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0,56	-0,72	-1,11
def. verticale a rottura (mm)	-0,14	-0,16	-0,32
def. orizzontale a rottura (%)	5,57	6,63	9,02
tensione di taglio di picco (kPa)	32,6	60,1	119,1
tensione di taglio residuo (kPa)	55,6	N.D.	N.D.
peso di volume finale (kN/m^3)	19,68	19,78	19,98
umidità finale (%)	27,67	27,02	25,78
densità secca finale (kN/m^3)	15,41	15,57	15,89

ALLEGATO NON FACENTE PARTE DEL CERTIFICATO DI PROVA

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO		valore di picco
Angolo di attrito efficace :	(deg)	30,0
Coesione efficace :	(kPa)	3,2

RETTA INVILUPPO ROTTURA



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

Pag. 1 / 2
Cert. N°. 11-039-11
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Car1
Profondità (m) :	3.70 - 4.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
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

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 2
Cert. N°. 11-039-11
Data 03/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 Car1 Profondità (m) : 3.70 - 4.00

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,54 Altezza (cm) : 15,46

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,80

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

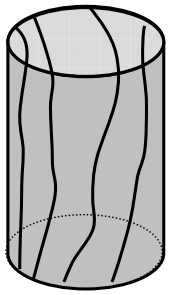
ROTTURA

Carico (kN) : 666,8 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **149,34** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

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

Pag. 1 / 2
Cert. N°. 11-039-12
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Car3
Profondità (m) :	13.00 - 13.40
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
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

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 2
Cert. N°. 11-039-12
Data 03/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 Car3 Profondità (m) : 13.00 - 13.40

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,79 Altezza (cm) : 15,50

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,39

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

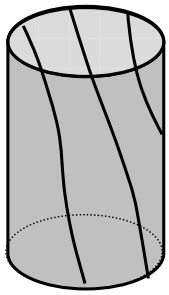
ROTTURA

Carico (kN) : 146,7 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **30,78** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

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

Pag. 1 / 2
Cert. N°. 11-039-13
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Car1
Profondità (m) :	8.00 - 8.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
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

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 2
Cert. N°. 11-039-13
Data 03/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 Car1 Profondità (m) : 8.00 - 8.60

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,74 Altezza (cm) : 16,40

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,63

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

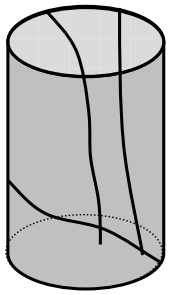
ROTTURA

Carico (kN) : 287,8 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **61,17** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

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

Pag. 1 / 2
Cert. N°. 11-039-14
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Car2
Profondità (m) :	12.30 - 12.70
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
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

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 2
Cert. N°. 11-039-14
Data 03/05/2011

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

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 Car2 Profondità (m) : 12.30 - 12.70

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,80 Altezza (cm) : 16,78

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,26

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

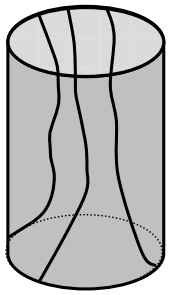
ROTTURA

Carico (kN) : 364,1 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **76,20** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

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

Pag. 1 / 3
Cert. N°. 11-039-15
Data 05/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Car 1
Profondità (m) :	7.00 - 7.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	5 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Cristiano Pastore

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

Pag. 2 / 3
Cert. N°. 11-039-15
Data 05/05/2011

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Car 1
Profondità (m) :	7.00 - 7.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7,80 Altezza : 13,69

Peso di volume (kN/m^3) : 26,24

Condizioni di umidità ad inizio prova : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico (kN) : 313,59 Temperatura (°C) : 21,50

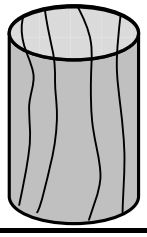
σ_c (MPa) : 65,63 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	37,26
ν	-	0,33

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 9,66 - 65,63 MPa)

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

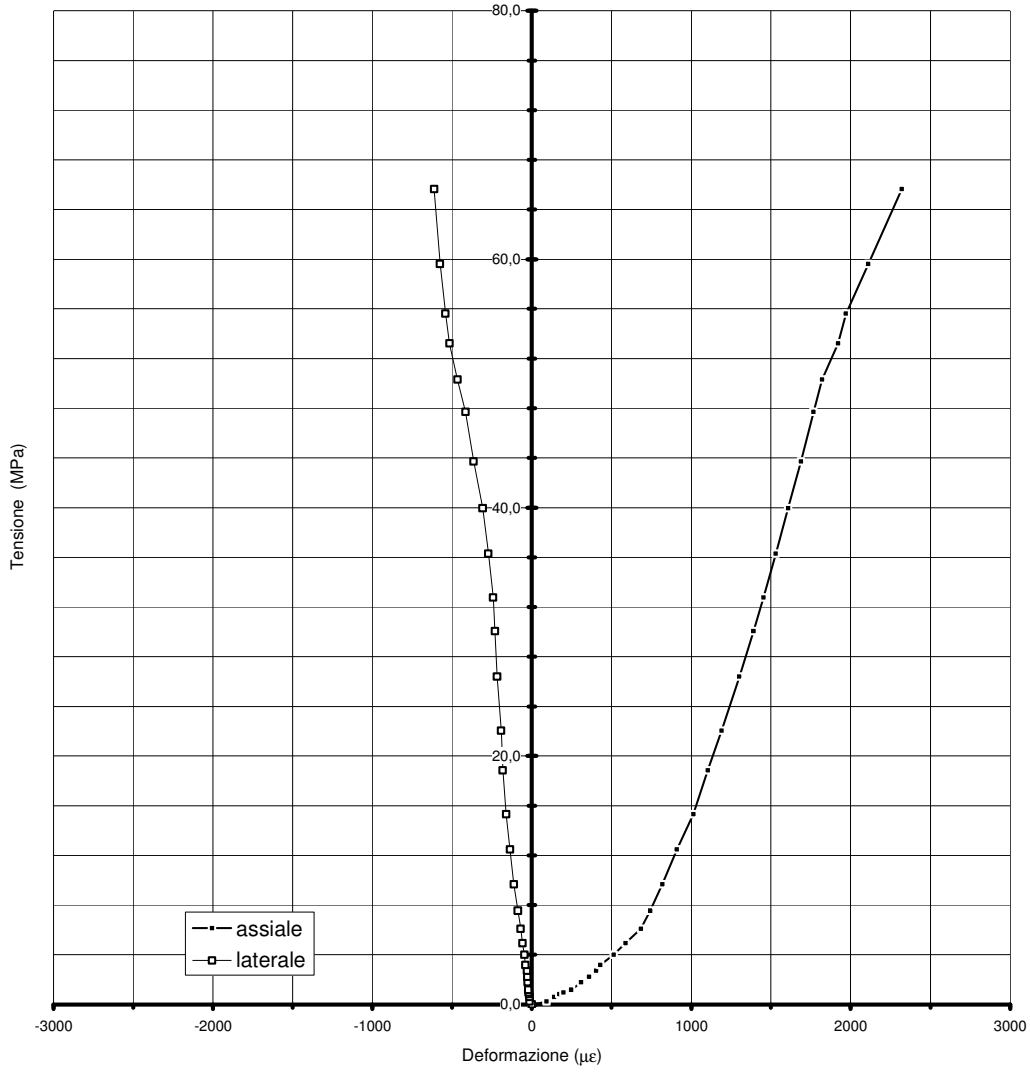
G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Pag. 3 / 3
Cert. N°. 11-039-15
Data 05/05/2011

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Car 1
Profondità (m) : 7.00 - 7.50



x a	x l	y
818	112	9,66
2320	612	65,63

ETAN	37,26017	9,66
POISSON	0,332889	65,63