



COMUNE DI SESTRI LEVANTE

PROVINCIA DI GENOVA

**Opere in variante
al Permesso di Costruire n. 160 del 05/11/2009
per realizzazione Complesso alberghiero
in Via Fabbrica Valle**

**RELAZIONE GEOLOGICA
(Aggiornamento)**

Committenti: Sig.ri Caffarata Alessandro e Andrea

Geol. Gian Paolo Chella



Sestri Levante, 07 Aprile 2015

S O M M A R I O

1. PREMESSE	3
1.1. Organizzazione e finalità dell'indagine.....	3
1.2. Normativa geologica di riferimento	3
2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	4
3. IDROGEOLOGIA.....	5
4. INDAGINI PREGRESSE	5
4.1. Sondaggi a carotaggio.....	5
4.2. Prove SPT	6
4.3. Prove di laboratorio	7
4.4. Prova CPT	8
5. INDAGINE INTEGRATIVA.....	11
5.1. Prove penetrometriche dinamiche.....	11
5.2. Indagini geofisica	13
5.3. Sintesi parametri geotecnici delle coltri.....	15
6. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA.....	15
7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO.....	17
8. CONCLUSIONI	22

Allegati:

- Corografia scala 1 : 5.000;
- Estratti dal Piano di Bacino stralcio Ambito 17;
- Carta Geologico-Geomorfologica di dettaglio, scala 1:400;
- Sezione geologica, A--A; scala 1 : 200.
- Stratigrafie carotaggi e fotografie cassette;
- Certificati di laboratorio;
- Elaborati prova statica (CPT);
- Istogrammi prove penetrometriche dinamiche.

1. PREMESSE

1.1. Organizzazione e finalità dell'indagine

I Sig.ri Caffarata hanno incaricato lo scrivente di produrre l'aggiornamento della perizia geologica esecutiva a corredo della Variante al P. di C. n.160 del 05/11/2009 per la realizzazione di un complesso alberghiero in Via Fabbbrica e Valle. Tale variante consiste essenzialmente nello spostamento a valle (Sudest) del complesso alberghiero.

Di conseguenza si è dovuta integrare la precedente ed esaustiva campagna d'indagine geognostica costistuita da:

- n°5 prove penetrometriche dinamiche continue
- n° 3 carotaggi continui S1, S2 ed S3 spinti rispettivamente alla profondità di 8.0, 5.0 e 8.3 metri e contestuale esecuzione di prove SPT in avanzamento;
- analisi di laboratorio geotecnico su alcuni campioni di terreno estratti nel carotaggio S3;
- n° 1 prova penetrometrica statica.

con n.3 prove penetrometriche dinamiche ed una stesa sismica a rifrazione.

1.2. Normativa geologica di riferimento

L'area nella quale è previsto l'intervento è inserita, secondo la Normativa Geologica recentemente adottata ed allegata al P.U.C., in *Ambito di fondovalle* come *Classe I: Aree non critiche non insediate*.

L'intervento a progetto può essere classificato come *intervento rilevante* in quanto comporta la realizzazione di strutture edilizie anche residenziali, di volume superiore a 500 m³.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino stralcio del Torrente Gromolo – Ambito 17, si evidenzia quanto segue:

- nella Carta della Pericolosità Geomorfologica l'area è censita in classe di suscettività al dissesto bassa e molto bassa (Pg1 e Pg0);
- per quanto riguarda la Carta del Reticolo Idrografico oltre al torrente Gromolo, è presente un rio nel fondovalle che si mantiene a distanza superiore di 40 metri sia nei confronti del nuovo albergo che dello scavo per la realizzazione della piscina (vedi planimetrie allegate al progetto).
- nella Carta della Fasce di Esondabilità l'area non risulta soggetta a particolari problematiche di carattere idraulico;

L'indagine è stata condotta in conformità con gli adempimenti al D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" e alla relativa Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle NTC".

2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area di sedime oggetto del presente rapporto è ubicata al piede della collina in prossimità di un crinale roccioso che degrada dolcemente in direzione Est-Sudest ad una quota di circa 20 metri s.l.m. in sponda orografica destra del Torrente Gromolo.

La zona è prevalentemente esposta sul versante meridionale.

Il versante in esame presenta un profilo abbastanza regolare con una acclività media del 35-40 % circa che decresce rapidamente al piede della collina in prossimità del raccordo con la piana alluvionale.

La zona di studio, debolmente degradante verso Sud appartiene alla Formazione nota in letteratura nota come "Scisti della Val Lavagna" le cui caratteristiche di litofacies sono costituite da argilliti anche varicolori che si alternano in modo discontinuo a livelli di quarzo-areniti e marne calcaree, localmente la facies predominante è costituita da argilliti in livelli da centimetrici a decimetrici.

I litotipi sopra menzionati sono riscontrabili alla base (radice) dei terrazzamenti a monte dell'intervento e sporadicamente lungo la strada privata d'accesso in corrispondenza del crinale; gli affioramenti mostrano un ripiegamento che rende l'ammasso roccioso particolarmente fratturato e variabile sia in direzione che immersione.

Lungo il versante sono presenti coltri di copertura detritiche, comprensive del cappellaccio d'alterazione del substrato, di spessore modesto 2÷3 metri che aumentano di potenza nel settore Ovest e nel settore Sud al raccordo con la piana alluvionale dove si raggiungono rispettivamente i 6,5 metri e gli 8 metri circa.

Le argilliti sopra descritte sono ricoperte a partire da 15 metri s.l.m. , zona in cui avviene il cambio di pendenza, dai depositi alluvionali antichi e recenti del Torrente Gromolo. Tali depositi sono costituiti da una frazione ghiaioso-ciottolosa in matrice sabbiosa-limo-argillosa più o meno abbondante, la granulometria varia a seconda della posizione rispetto all'alveo ed è quindi funzione della storia della sua evoluzione, è variabile sia arealmente sia verticalmente, alternandosi vari cicli sedimentari; è possibile la deposizione di materiali fini in amigdali a composizione prevalentemente argillosa.

3. IDROGEOLOGIA

Deflusso superficiale

La rete idrografica principale è caratterizzata dal Torrente Gromolo, che scorre ad Est dall'intervento a progetto a distanza maggiore di 100 metri.

A Sudovest è presente un altro corso d'acqua, anch'esso censito nella Carta del Reticolo Idrografico che si mantiene a distanza superiore di 40 metri dall'intervento (vedi planimetrie di progetto).

Deflusso sotterraneo

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi presenti nella zona, possiamo distinguere i seguenti comportamenti in base alla diversa permeabilità:

- *Argilloscisti della Val Lavagna* – sono impermeabili in condizioni di integrità, limitatamente permeabili per fratturazione e fessurazione in quanto il materiale d'alterazione di natura argillosa s'infiltra nelle fratture e tende a sigillarle.
- *Alluvioni antiche e recenti del Torrente Gromolo*- la prevalenza di fusi granulometrici nell'ambito delle classi della ghiaia, della sabbia e del silt inducono a considerare tali terreni permeabili per porosità. La presenza di lenti discontinue di materiali argillo-limosi rende localmente tali orizzonti pressoché impermeabili.
- *Coltri detriche di copertura*- permeabili per porosità: sono costituiti da materiale terroso sciolto con permeabilità proporzionale alla frazione sabbiosa e grossolana presente nel fuso granulometrico e crescente con essa.

4. INDAGINI PREGRESSE

Nelle precedenti fasi d'indagine sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche dinamiche continue, n° 3 sondaggi a carotaggio ed una prova penetrometrica statica.

Per quanto riguarda le prove penetrometriche dinamiche eseguite nella precedente fase d'indagine, non si ritiene utile riportarne gli esiti nel presente rapporto.

4.1.Sondaggi a carotaggio

Nella precedente fase esecutiva sono stati eseguiti n° 3 sondaggi a carotaggio continuo, ubicati come in allegato, ed eseguito dalla Ditta Borghi Drill S.r.l. di Chiavari con sonda Fraste PL tra il 23 e il 26 Marzo 2010.

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche del sondaggio e le prove in foro che sono state effettuate. Si rimanda agli allegati per la consultazione della stratigrafia dettagliata e delle fotografie delle cassette.

Sondaggio S1	Caratteristiche
	<p>Profondità totale di perforazione dal p.c. (m): -8.0</p> <p>Profondità substrato (m): -2.0</p> <p>Prove S.P.T.: 1 (a -1.5 m)</p>
Sondaggio S2	Caratteristiche
	<p>Profondità totale di perforazione dal p.c. (m): -5.0</p> <p>Profondità substrato (m): -3.5</p> <p>Prove S.P.T.: 1 (a -1.5 m)</p>
Sondaggio S3	Caratteristiche
	<p>Profondità totale di perforazione dal p.c. (m): -8.3</p> <p>Profondità substrato (m): -6.7</p> <p>Prove S.P.T.: 2 (rispettivamente a -1.5 e a 3.0m)</p> <p>Analisi di laboratorio: granulometrie e limiti su due campioni rimaneggiati estratti</p>

4.2.Prove SPT

Durante l'esecuzione delle indagini, sono state eseguite alcune prove SPT in avanzamento nei fori di sondaggio. Le prove sono state indicativamente eseguite alle seguenti profondità 1.5 e 3.0 metri .

La prova penetrometrica dinamica SPT permette di ottenere un valore N_{spt} di resistenza alla penetrazione che può essere correlato con i principali parametri geotecnici quali la densità relativa e l'angolo d'attrito; può essere eseguita su qualunque tipo di terreno anche se il normale campo d'applicazione è rivolto essenzialmente ai terreni granulari.

La prova si effettua per infissione di un campionatore con una batteria di aste sulla testa delle quali agisce un maglio da 63.5 Kg che cade da un'altezza di 76 centimetri. I primi 15 centimetri della prova (denominato tratto di avviamento N_1) vengono annotati, ma scartati nel conteggio di N_{spt} che è dato dalla somma di N_2 ed N_3 presi rispettivamente a 30 e a 45 centimetri di infissione del campionatore.

Le seguenti tabelle riportano in prima approssimazione ed in attesa delle indagini esecutive per ogni carotaggio la profondità di esecuzione della prova con la relativa stratigrafia, il numero di colpi (N_{spt}), l'angolo di resistenza al taglio (ϕ).

CAROTAGGIO S1			
Profondità	Terreno	$N_1+N_2+N_3$	ϕ
1.5	Cappellaccio	5-30-50/13	$>45^\circ$

CAROTAGGIO S2			
Profondità	Terreno	$N_1+N_2+N_3$	ϕ
1.5	Cappellaccio	15-28-26	43°

CAROTAGGIO S3			
Profondità	Terreno	$N_1+N_2+N_3$	ϕ
1.5	Sabbia e ghiaia	2-3-6	$27^\circ \div 30^\circ$
3.0	Sabbia e ghiaia	6-13-9	33°

La stima della resistenza al taglio è stata eseguita con correlazione diretta $N_{spt}-\phi$ mediante i seguenti metodi:

Road Bridge Specification: valido per sabbie fini o limose:

$$\phi = \sqrt{15 N_{SPT}} + 15$$

Japanese National Railway: valido per sabbie medie - grosse fino a sabbie ghiaiose: $\phi = 0,3 N_{SPT} + 27$

Confortati dalla bibliografia su terreni simili si può stimare un peso di volume (γ) di 19 KN/m^3 .

4.3. Prove di laboratorio

Si è ritenuto utile in questa fase eseguire n° 02 analisi granulometriche sui terreni estratti mediante campionatore SPT in S3 rispettivamente alla profondità di 1.5 e 3.0 metri, al fine di determinare i relativi Limiti di Consistenza per la

valutazione del comportamento plastico nonché la frazione fine presente per valutare la suscettività a liquefazione del terreno.

Tali prove consentono di confortare le osservazioni descritte mediante riconoscimento diretto sui campioni estratti durante le operazioni di carotaggio nonché di verificare le stratigrafie desunte dalle prove CPT.

1. CAMPIONE S3-SPT1: Sabbia limosa di bassa plasticità prelevato alla profondità di 1.50-1.95 metri p.c. tramite campionatore SPT .

Classificazione ASTM	SM
Frazione fine	43 %
Indice di plasticità	≈ 15

2. CAMPIONE S3-SPT2: Limi e argille inorganiche prelevata alla profondità di 3.00-3.45 metri p.c. tramite campionatore SPT.

Classificazione ASTM	ML-CL
Frazione fine	60 %
Indice di plasticità	≈ 14

4.4.Prova CPT

In data 7 Aprile 2010 è stata eseguita n° 1 prova penetrometrica statica denominata **CPT** (vedi ubicazione ed elaborazione in allegato) con penetrometro statico olandese tipo “Gouda”, meccanico, montato su carro cingolato (Penetrometro Pagani), al fine di determinare lo spessore dei depositi alluvionali prevalentemente fini riscontrati e stimarne le caratteristiche geotecniche.

Lo strumento usato è un penetrometro autoancorante tramite eliche laterali di Fabbricazione PAGANI mod. TG63/73-100.



CPT

La spinta massima dello strumento è di 10 t e va ad agire su di una punta conica meccanica telescopica con manicotto laterale del tipo standardizzato “Begemann”; la registrazione della lettura di resistenza all’infissione della punta e di quella del manicotto laterale, permette, in caso di perfetto scorrimento del cono, di valutare la resistenza alla punta R_p e di stimare la natura dei terreni attraversati.

Le caratteristiche strumentali sono le seguenti (cfr. *Caratteristiche tecniche in allegato*):

PUNTA CONICA MECCANICA

Diametro base del cono	ϕ	=	35.7 mm
Area base del cono	A	=	10 cm ²
Angolo apertura del cono	α	=	60°

MANICOTTO LATERALE TIPO “BEGEMANN”

Diametro manicotto cilindrico	ϕ	=	35.7 mm
Altezza manicotto cilindrico	h	=	133 mm
Area sup. laterale manicotto	A_m	=	150 cm ²
Velocità avanzamento punta		=	2 cm / sec (± 0.5 cm / sec)
Spinta massima strumento		=	10t
Costante di trasformazione	Ct	=	10

Nelle tabelle di prova, per ogni 20 cm di avanzamento si riportano i seguenti valori:

L_p = Lettura di punta = Lettura di campagna durante l’infissione della sola punta

L_L = Lettura laterale = Lettura di campagna relativa all’infissione di punta e manicotto laterale

R_p (kg/cm²) = resistenza alla punta = $L_p \times Ct / 10$

R_L (kg/cm²) = resistenza laterale locale = $(L_L - L_p)_{(riferite\ ai\ 20cm\ inferiori)} \times Ct / 150$

R_p / R_L = “rapporto Begemann”, (parametro utilizzato per la valutazione del tipo di terreno attraversato)

Per la prova viene inoltre fornita una valutazione delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati sulla base delle correlazioni bibliografiche più diffuse reperibili in letteratura.

I valori pari a 0 indicati nei primi 40 cm dei diagrammi corrispondono al preforo effettuato per passare il livello superficiale e ad una prima infissione senza misurazione per poter mettere in efficienza lo scorrimento del manicotto laterale.

Sulla base delle osservazioni effettuate durante l’esecuzione della prova si ritiene che la stessa sia stata portata a termine in maniera efficace ed i risultati siano da considerare pertanto attendibili; in particolare si è sempre controllato e verificato adeguato lo scorrimento del manicotto laterale rispetto alla punta.

***** Commento ai risultati *****

La prova CPT consente di dedurre una stratigrafia in accordo con quella fornita dall’esecuzione del carotaggio S3 e al riconoscimento in laboratorio dei

materiali attraversati e risulta quindi costituita da terreni gradati molto assortiti (ghiaie e sabbie limo-argillose).

Pertanto al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni attraversati, la prova è stata analizzata in un unico diagramma prendendo in esame le caratteristiche di Resistenza alla punta (R_p) e di Resistenza laterale (R_L).

PROVA CPT

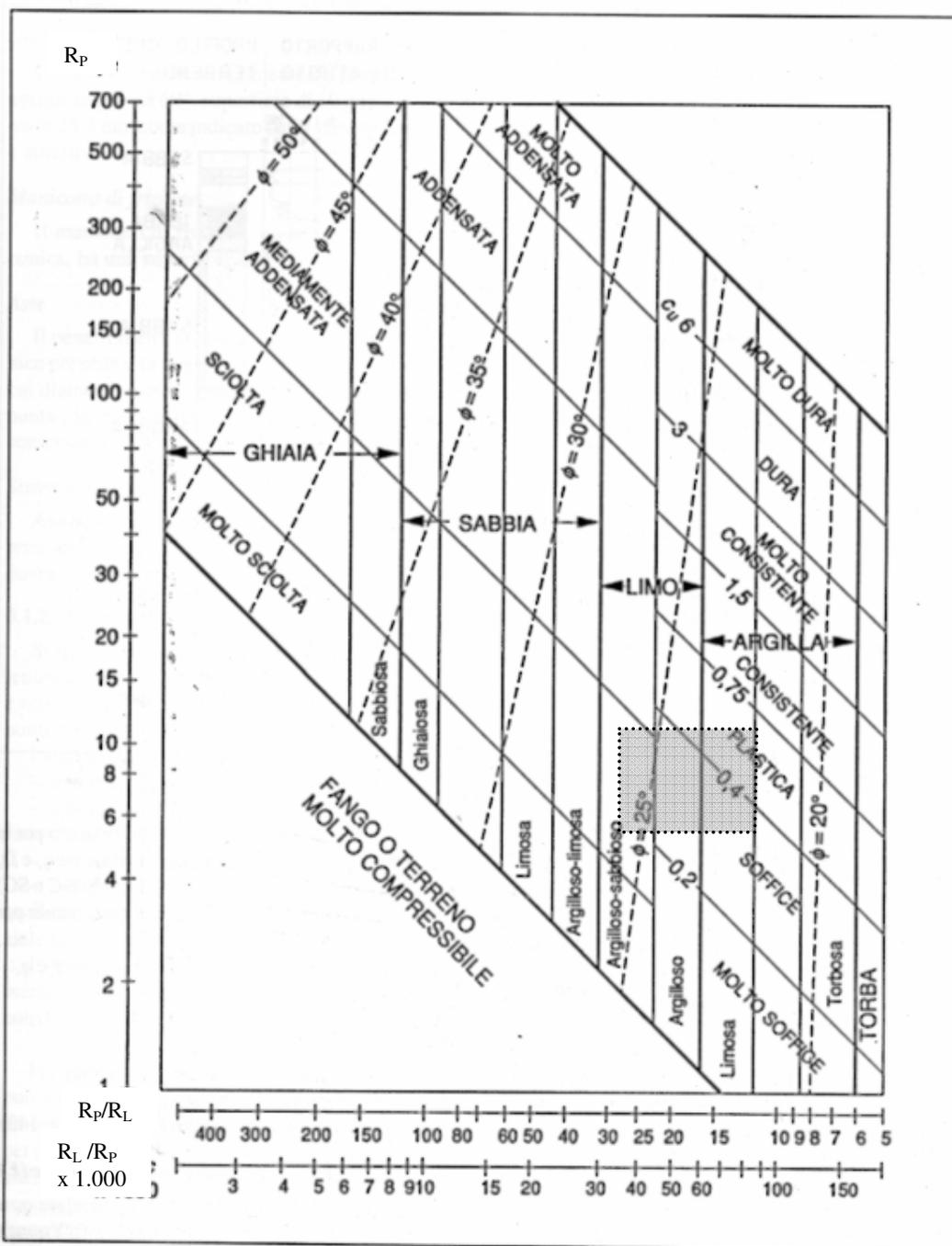


Grafico per la ricostruzione della litologia in funzione di R_p e R_L (R_p , R_L e c_u in Kg/cm^2) (Searle).

In particolare con l'ausilio del grafico di sopra riportato, si sono ricostruite le caratteristiche litologiche e stratigrafiche in funzione di R_p e R_L .

In grigio è evidenziato il "range" di variazione dei parametri caratteristici nei primi 2.6 metri di terreno a comportamento prevalentemente coesivo: l'importante frazione fine presente fa sì che il terreno nelle prove in situ per le sue caratteristiche di rottura (R_p e R_L) sia prevalentemente identificabile o meglio, si comporti, come un limo sabbioso-argilloso.

Per tali terreni si può indicare in condizioni a breve termine una coesione non drenata media C_u pari a 0.32 Kg/cm^2 , in condizioni a lungo termine un angolo d'attrito $22^\circ < \phi' < 25^\circ$ ed un peso di volume (γ) approssimativamente pari a 19 kN/m^3 .

5. INDAGINE INTEGRATIVA

In questa fase d'indagine integrativa a corredo della variante progettuale che prevede lo spostamento verso valle (Sudest) di tutto il complesso alberghiero, sulla scorta della precedente ed esaustiva campagna d'indagine geognostica condotta, si è ritenuto utile eseguire tre prove penetrometriche dinamiche: due nei punti più a valle dell'edificio a progetto e una in corrispondenza della piscina. È stata eseguita anche una stesa sismica a rifrazione al fine di estendere arealmente la stratigrafia del carotaggio (S2) posto immediatamente a monte della struttura nonchè a verifica e controllo delle informazioni desunte dall'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche.

5.1. Prove penetrometriche dinamiche

Al fine di stimare le caratteristiche geotecniche della coltre di copertura ed il suo spessore si è ritenuto utile eseguire, , n° 3 prove penetrometriche mediante strumentazione medio-leggera (TECNOTEST TP 223/S) dotata di maglio da 30 Kg con volata da 20 cm, ubicate come in cartografia allegata

Le prove hanno evidenziato la presenza di:

PROVA PENETROMETRICA 1

Terreno vegetale agricolo sino - 0.2 dal p.c.
Limo argilloso sino a -3.0 m dal p.c.;
Sabbia ghiaiosa limosa fino a -4.6 m dal p.
Limo argilloso sino a -5.2 m dal p.c.;
Sabbia e ghiaia fino a -7.0 m dal p.c.;
Substrato alterato sino - 7.9 m dal p.c.;



PROVA PENETROMETRICA 2

Terreno vegetale agricolo sino - 0.3 dal p.c.;
Limo argilloso sino a -1.3 m dal p.c.;
Substrato alterato sino - 1.8 m dal p.c..



PROVA PENETROMETRICA 3

Terreno vegetale agricolo sino - 0.2 dal p.c.;
Limo argilloso sino a -1.4 m dal p.c.;
Ghiaia e sabbia fino a -3.0 m dal p.c.;
Substrato alterato sino - 3.4 m dal p.c..



Si possono stimare le caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati associando l'indice N_{10} all'indice N_{spt} della prova Standard Penetration Test secondo la correlazione di Bruzzi e Cestari ('83) si ha $N_{spt} \approx 0.75 N_{10}$. ed i valori di N_{spt} possono essere utilizzati per stimare l'angolo di resistenza al taglio ϕ' della coltre con correlazione diretta $N_{spt}-\phi$ mediante le relazioni proposte da Meyerof e Peck-Hanson.

Per i terreni fini (limo argilloso) si può stimare un angolo di attrito medio efficace $25^\circ < \phi' < 28^\circ$, mentre per quelli granulari (sabbia ghiaiosa) si può stimare un angolo di attrito medio efficace $29^\circ < \phi' < 30^\circ$; i valori di coesione sono da ritenersi nulli in condizioni di pressioni efficaci. Il peso di volume (γ) è approssimativamente pari a $19-20 \text{ kN/m}^3$.

5.2. Indagine geofisica

La stratigrafia desunta mediante accertamenti puntuali (carotaggi) è stata estesa arealmente mediante indagine geofisica ed in particolare con l'esecuzione di n. 1 profilo sismico a rifrazione.

L'indagine è finalizzata alla ricostruzione della stratigrafia sismica, utile per la definizione del modello geologico di riferimento dell'area in esame.

Il sondaggio è stato effettuato con un sismografo DoReMi della "Sara electronic instruments" a 16 canali digitali a 16 bit. L'interpretazione dei dati è stata effettuata per la prova a rifrazione con il software "smartRefract 2013.1"

L'indagine sismica a rifrazione è un'indagine indiretta che utilizza i contrasti di velocità delle onde sismiche. La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidità del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato. Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la legge di Snell dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un'onda sismica di compressione (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono. Per poter ricostruire la variazione di velocità delle onde di compressione nel sottosuolo è necessario eseguire più energizzazioni in posizioni differenti. L'interpretazione della prova è basata sul metodo del reciproco globale (PALMER, Derecke. An introduction to the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. *Geophysics*, 1981, 46.11: 1508-1518.)

La linea di acquisizione utilizzata per la prova è lunga 30 m. con la distanza intergeofonica di 2 m.

La posizione delle energizzazioni, effettuate per mezzo di mazza battente da 4 Kg, è la seguente:

SHOT	1	2	3	4	5
Ascissa [m]	0.0	9	25	41	50

Dall'analisi delle dromocrone di seguito riportate è stato possibile ricostruire il profilo stratigrafico, individuando due sismo strati, il primo con velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p) pari a circa 248 m/s, riconducibile a terreno sciolto di copertura per uno spessore variabile da 1,5 a 2 metri ed il secondo con velocità di propagazione pari a circa 2754 m/s, compatibile con il substrato roccioso.

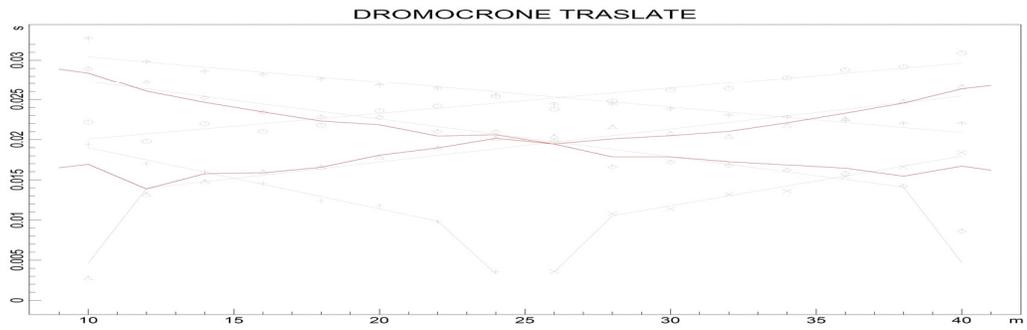
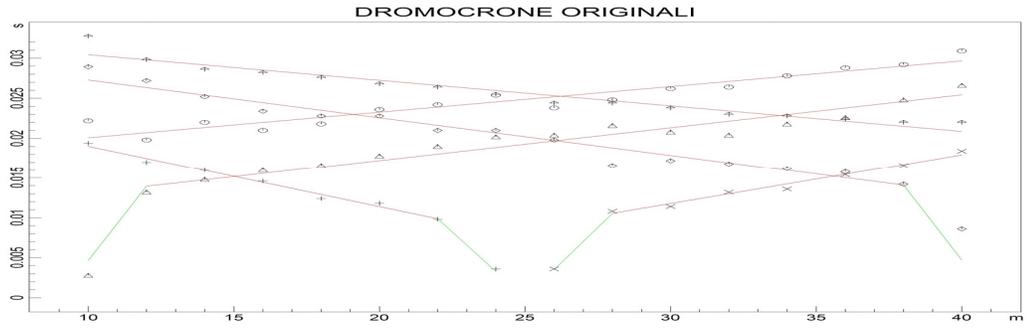
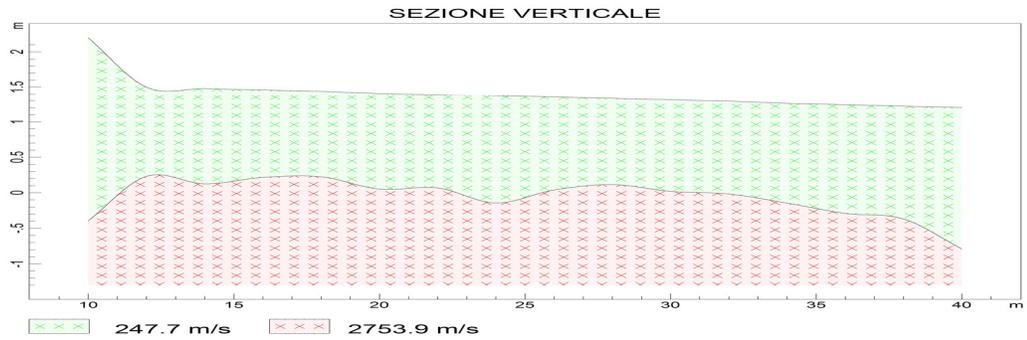
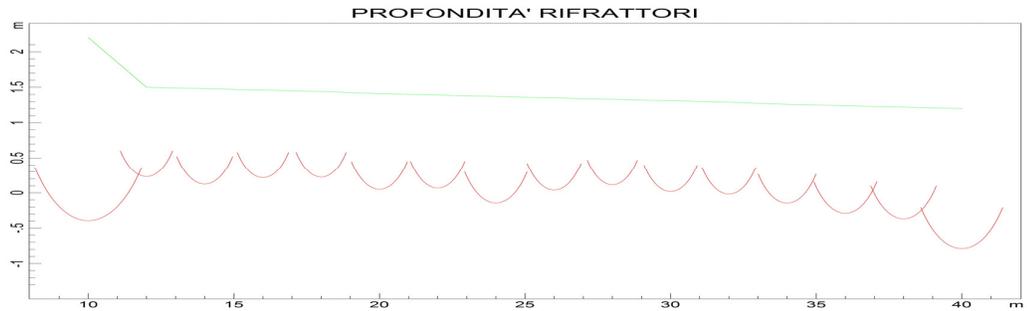


Grafico delle dromocrone

www.geoandsoft.com



Profilo sismico verticale

www.geoandsoft.com

5.3.Sintesi parametri geotecnici delle coltri

In considerazione della variabilità laterale ed eterogeneità delle coltri di copertura è stato necessario eseguire delle semplificazioni stratigrafiche: pertanto si forniscono le seguenti parametrizzazioni.

Coltre colluviale: costituita da terreni fini (limo argilloso) è presente soprattutto nel settore Ovest e Sudest in corrispondenza del raccordo con la piana alluvionale, le indagini svolte su tali terreni permettono di indicare su tali terreni un angolo d'attrito efficace medio $22^\circ < \phi' < 25^\circ$ ed in condizioni a breve termine una coesione non drenata media C_u pari a 0.32 Kg/cm^2 .

Il peso di volume (γ) della coltre può essere considerato pari a 19 kN/m^3 .

Coltre eluviale: le indagini permettono di indicare su tali terreni un angolo d'attrito efficace $29^\circ < \phi' < 30^\circ$. Il peso di volume (γ) della coltre può essere considerato pari a 20 kN/m^3 .

6. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

E' stato effettuato un rilievo geostrutturale sul versante in prossimità dell'area di intervento. La roccia in affioramento appare intensamente piegata e fratturata e sono state quindi rilevate giaciture medie.

Sono state individuate tre famiglie di superfici di discontinuità compressive della stratificazione; e si è inoltre constatata la presenza di un certo numero di fratture indipendenti.

Sono riportate di seguito le giaciture delle famiglie di giunti nelle stazioni geomeccaniche rilevate.

G 1:

STRATIFICAZIONE	$270^\circ\text{-}290^\circ/30^\circ\text{-}25^\circ$
SET 1	$190^\circ/80^\circ$
SET 2	$50^\circ/75^\circ$

G 2:

STRATIFICAZIONE	$270^\circ/40^\circ$
-----------------	----------------------

Per stimare quindi i parametri geotecnici dell'ammasso roccioso si è ricorsi al nuovo criterio di rottura (Edizione 2002) di Hoek-Brown. Con questa nuova versione della formulazione del criterio vengono fornite funzioni uniche

e continue, definite in tutto il campo di valori che può assumere GSI (Geological Strength Index), per la determinazione dei parametri del criterio.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left(m_b \times \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + S \right)^a$$

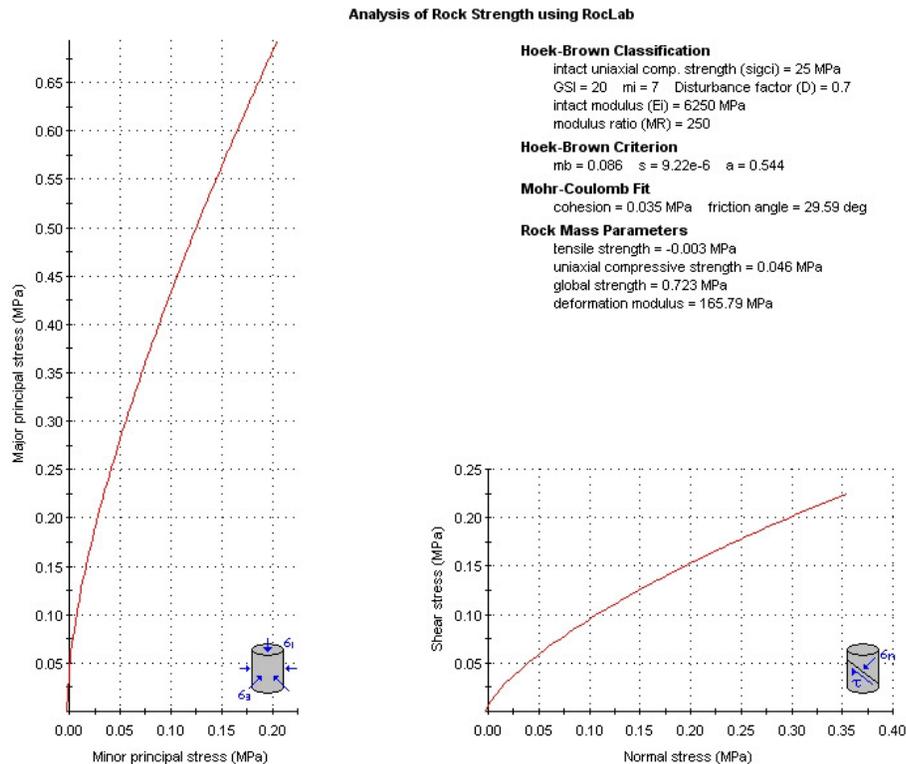
dove:

- σ_1 è lo sforzo principale massimo applicato a rottura;
- σ_3 è lo sforzo principale minimo applicato a rottura;
- σ_{ci} è la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- m_b , S e a sono coefficienti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso ed in particolare:

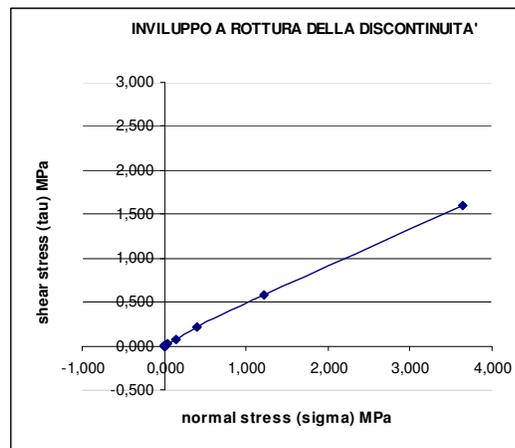
$$m_b = m_i \times e^{\frac{GSI-100}{28-14D}} \quad S = e^{\frac{GSI-100}{9-3D}} \quad a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right)$$

Tale criterio di rottura, dopo l'introduzione del fattore di disturbo D che definisce i pendii come ammassi "molto disturbati", risulta adatto a descrivere il comportamento di ammassi rocciosi a matrice debole.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici (coesione e angolo d'attrito) dell'ammasso roccioso sano, si rimanda al grafico di seguito allegato.



Il valori di resistenza a compressione monoassiale verticale degli Argilloscisti sani, ricavato mediante correlazioni dei test sclerometrici eseguiti con Martello di Schmidt, è compresa fra 25 e 40 MPa; in condizioni di alterazione scende a valori molto bassi che non superano i 10-15 Mpa.

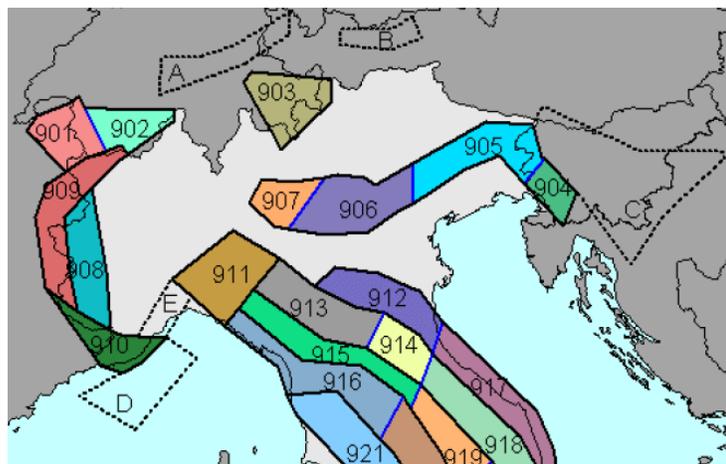


La resistenza al taglio lungo i giunti naturali in condizione di normale alterazione, è medio-bassa e ponendo un coefficiente di rugosità pari a 4 e una resistenza delle pareti del giunto pari a 10 MPa in un basso campo tensionale fra 0.135 e 0.145 MPa, si ottiene un angolo d'attrito medio a 28° ed una coesione media di 5 KPa.

In base alla presenza di materiali molli interstrato non andrà cautelativamente considerata la componente coesiva.

7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio del Tigullio è sede di attività sismica generalmente modesta in termini d'intensità. La Carta di seguito allegata riporta la Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia dove sono evidenziate alcune delle 42 zone-sorgente. Si può dedurre che il Tigullio Orientale (da Sestri Levante a Chiavari) è inserito in una delle cinque fasce longitudinali parallele alla catena appenninica e più precisamente nella ZS 916, mentre il Tigullio occidentale (da Zoagli a Camogli), è inserito all'interno della zona di "svincolo" fra tali zone-sorgente e la zona asismica.



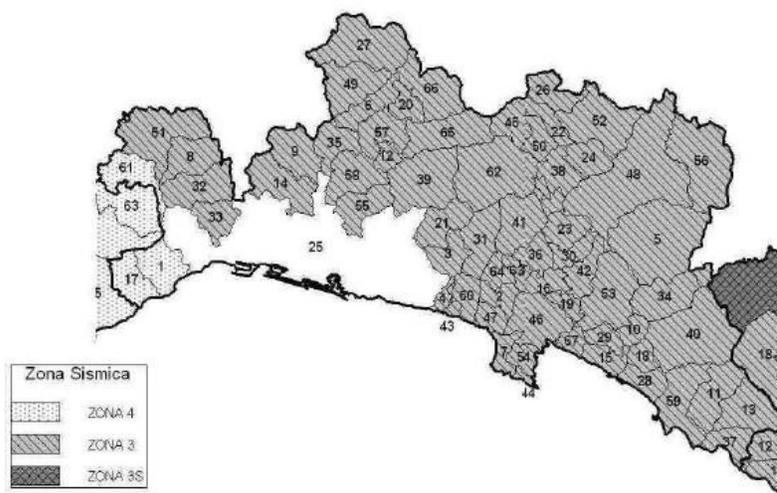
Le zone 916 e 920 coincidono con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismo tettonico di Meletti et Al. (2000). Queste zone sono caratterizzate da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati; la maggior frequenza di questi eventi nella zona 920 suggerisce di distinguerla dall'adiacente zona 916.

La fascia che dalla Lunigiana arriva fino al confine Abruzzo-Molise è indicata come l'area a maggior rilascio di energia dell'Appennino centro-settentrionale in quanto corrisponde al settore più interno della catena appenninica ed è interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche; questa lunga fascia è stata suddivisa in tre zone (915, 919 e 923) dove la zona 915 pur avendo al suo interno le aree della Garfagnana, della Lunigiana e del Mugello, appare complessivamente caratterizzata da tassi di sismicità leggermente inferiori.

Il territorio del Comune di Sestri Levante successivamente all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 pubblicata in data 20.03.2003, ricade in zona 3. La recente Delibera di Giunta Regionale n. 1362 del 19 Novembre 2010 "Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" che ha sostituito la classificazione sismica precedentemente disposta con D.G.R. n.1308 del 28 Aprile 2008 riclassifica il territorio del Comune come zona sismica 3, dove l'accelerazione sismica orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% con tempo di ritorno 50 anni, è 0.15g.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA

dettaglio Provincia di Genova



Con l'entrata in vigore delle NTC con D.M. 14 Gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica deve essere fornita mediante un criterio sito-dipendente e non più con un approccio zona-dipendente. Pertanto l'azione sismica di progetto va definita in base alla risposta sismica locale (azione

sismica quale emerge in “superficie” a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido) mediante specifiche analisi, o in assenza di tali analisi, sulla base di un approccio semplificato che si basa sull’identificazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Nel caso in esame, la struttura alberghiera ricade nella categoria di sottosuolo di fondazione A (*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato d’alterazione, con spessore massimo pari a 3 m), mentre la piscina ricade nella categoria di sottosuolo di fondazione E.

Indicativamente per il nuovo albergo a progetto, salvo diverse indicazioni del Progettista, si può indicare una vita nominale Vn (numero di anni d’uso della struttura) maggiore o uguale a 50, una Classe d’uso (Cu) pari a II corrispondente a costruzioni il cui uso preveda un normale affollamento, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, a cui corrisponde quindi un coefficiente d’uso pari a 1.

Come periodo di riferimento per l’azione sismica si dovrà considerare:

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss) e di amplificazione topografica (St) considerati, sono entrambi pari a 1,0.

Pertanto il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche è espresso dalla seguente relazione:

$$S = S_s \times S_t = 1,0$$

I parametri sismici sono stati dedotti con programma GEOSTRU -PS che è un software atto ad individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. I parametri sismici stimati per la Stabilità dei pendii e fondazioni sono i seguenti:

Sito in esame.

latitudine: 44,279732
longitudine: 9,419612
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17590	Lat: 44,2632 Lon: 9,3714	Distanza: 4254,994
Sito 2 ID: 17591	Lat: 44,2656 Lon: 9,4411	Distanza: 2319,015
Sito 3 ID: 17369	Lat: 44,3156 Lon: 9,4377	Distanza: 4238,407
Sito 4 ID: 17368	Lat: 44,3132 Lon: 9,3680	Distanza: 5543,856

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

Stato limite Operatività (SLO)	Stato limite di Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
P _{Vr} : 81 % Tr: 30 [anni] a _g : 0,034 g Fo: 2,511 Tc*: 0,208 [s]	P _{Vr} : 63 % Tr: 50 [anni] a _g : 0,043 g Fo: 2,522 Tc*: 0,235 [s]	P _{Vr} : 10 % Tr: 475 [anni] a _g : 0,109 g Fo: 2,408 Tc*: 0,285 [s]	P _{Vr} : 5 % Tr: 975 [anni] a _g : 0,144 g Fo: 2,387 Tc*: 0,288 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO:	SLD	SLV	SLC (Pendii – fondazioni)
Ss: 1,000 Cc: 1,000 St: 1,000 Kh: 0,007 Kv: 0,003 a _{max} : 0,338 Beta: 0,200	Ss: 1,000 Cc: 1,000 St: 1,000 Kh: 0,009 Kv: 0,004 a _{max} : 0,419 Beta: 0,200	Ss: 1,000 Cc: 1,000 St: 1,000 Kh: 0,030 Kv: 0,015 a _{max} : 1,073 Beta: 0,270	Ss: 1,000 Cc: 1,000 St: 1,000 Kh: 0,039 Kv: 0,019 a _{max} : 1,414 Beta: 0,270

Nel caso della piscina l'opera ricade nella categoria di sottosuolo di fondazione E (*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento*).

Salvo diverse indicazioni del Progettista, si può indicare una vita nominale V_n (numero di anni d'uso della struttura) uguale a 50, una Classe d'uso (Cu) pari a I a cui corrisponde quindi un coefficiente d'uso pari a 0,7.

Come periodo di riferimento per l'azione sismica si dovrà considerare:

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1 = 35 \text{ anni}$$

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) è pari a 1,6 in quanto la categoria di sottosuolo di fondazione è la E; il coefficiente di amplificazione topografica (S_t) deve essere assunto pari a 1,0 in quanto il sito d'intervento è ubicato nella pianura alluvionale.

Pertanto il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche è espresso dalla seguente relazione:

$$S = S_s \times S_t = 1,6$$

I parametri sismici dedotti per i muri di sostegno risultano i seguenti:

Sito in esame.

latitudine: 44,279295
 longitudine: 9,419903
 Classe: 1
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17590 Lat: 44,2632 Lon: 9,3714 Distanza: 4255,327
 Sito 2 ID: 17591 Lat: 44,2656 Lon: 9,4411 Distanza: 2269,228
 Sito 3 ID: 17369 Lat: 44,3156 Lon: 9,4377 Distanza: 4276,357
 Sito 4 ID: 17368 Lat: 44,3132 Lon: 9,3680 Distanza: 5593,647

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 35 anni
 Coefficiente cu: 0,7

Stato limite Operatività (SLO)	Stato limite di Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
P _{Vr} : 81 % Tr: 30 [anni] a _g : 0,034 g Fo: 2,511 Tc*: 0,208 [s]	P _{Vr} : 63 % Tr: 35 [anni] a _g : 0,037 g Fo: 2,515 Tc*: 0,216 [s]	P _{Vr} : 10 % Tr: 332 [anni] a _g : 0,093 g Fo: 2,458 Tc*: 0,281 [s]	P _{Vr} : 5 % Tr: 682 [anni] a _g : 0,126 g Fo: 2,398 Tc*: 0,287 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO:	SLD	SLV	SLC (Fondazioni)
Ss: 1,600	Ss: 1,600	Ss: 1,600	Ss: 1,600
Cc: 2,160	Cc: 2,120	Cc: 1,910	Cc: 1,900
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,011	Kh: 0,012	Kh: 0,030	Kh: 0,048
Kv: 0,006	Kv: 0,006	Kv: 0,015	Kv: 0,024
a _{max} : 0,541	a _{max} : 0,577	a _{max} : 1,464	a _{max} : 1,972
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240

8. CONCLUSIONI

In conclusione si ribadisce che dal punto di vista geologico non sono state rilevate problematiche tali da limitare l'intervento a progetto.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino stralcio – Ambito 17, si evidenzia che nella Carta della Pericolosità Geomorfologica la zona è censita a Suscettività bassa e molto bassa, mentre nella Carta del Reticolo Idrografico è segnalato un corso d'acqua, oltre al torrente Gromolo, che si mantiene a distanza superiore di 40 metri dagli interventi a progetto. Nella Carta delle Fasce di Esondabilità, la zona di intervento non è interessata da alcuna problematica di carattere idraulico

Per scongiurare cedimenti differenziali sarà necessario garantire l'uniformità del piano fondale con l'approfondimento delle fondazioni del fabbricato e di tutte le opere di contenimento fino al substrato roccioso sano. Tale prescrizione potrà essere facilmente ottenuta in rapporto agli spessori delle coltri e all'entità degli sbancamenti a progetto nel settore a Nordovest del fabbricato, mentre a Sudest potrà rendersi necessario un approfondimento fondazionale

In considerazione che l'inserimento della fondazione del fabbricato comporta sbancamenti di altezza fino a 5 metri circa e che la situazione al contorno non è condizionata dalla presenza di altri manufatti, si potrà procedere all'esecuzione degli scavi col metodo dei campioni, in periodo asciutto prevedendo scarpate compatibili con i parametri geotecnici dei materiali stimati nei precedenti paragrafi. In corrispondenza dello spigolo Nordovest del fabbricato dove l'altezza di scavo risulta massima si dovrà procedere con la gradonatura della scarpata. L'ampiezza dei campioni dovrà essere valutata in corso d'opera e si dovrà provvedere celermente a sostenere i fronti con il rispettivo elemento di muro.

Dovrà essere realizzato un setto drenante fra il fronte di scavo e le strutture in modo da eliminare la possibilità di fenomeni di umidità e di capillarità; le acque così captate saranno allontanate ad idonee vie di deflusso.

Per quanto riguarda invece la realizzazione della piscina in considerazione delle caratteristiche particolarmente scadenti del sedime d'imposta, si dovrà ricorrere ad una fondazione di tipo a platea. Tale soluzione dovrà essere preceduta dalla posa in opera di materiale arido di cava steso in strati di idoneo spessore e adeguatamente rullati e costipati.

Contestualmente alle consuete verifiche strutturali dovrà essere redatta

una Relazione Geotecnica con le verifiche agli stati limite relative alle opere interagenti con i terreni di fondazione

Tutti gli interventi dovranno essere verificati dal punto di vista geologico durante la fase esecutiva e adattati alle situazioni che potrebbero insorgere. Rimangono quindi fondamentali le osservazioni in corso d'opera e la validità delle ipotesi di progetto andrà "controllata" durante la costruzione, come peraltro previsto dalla legge.

Il sottoscritto professionista conferma per questa fase di studio la più completa disponibilità.

Geol. Gian Paolo Chella.

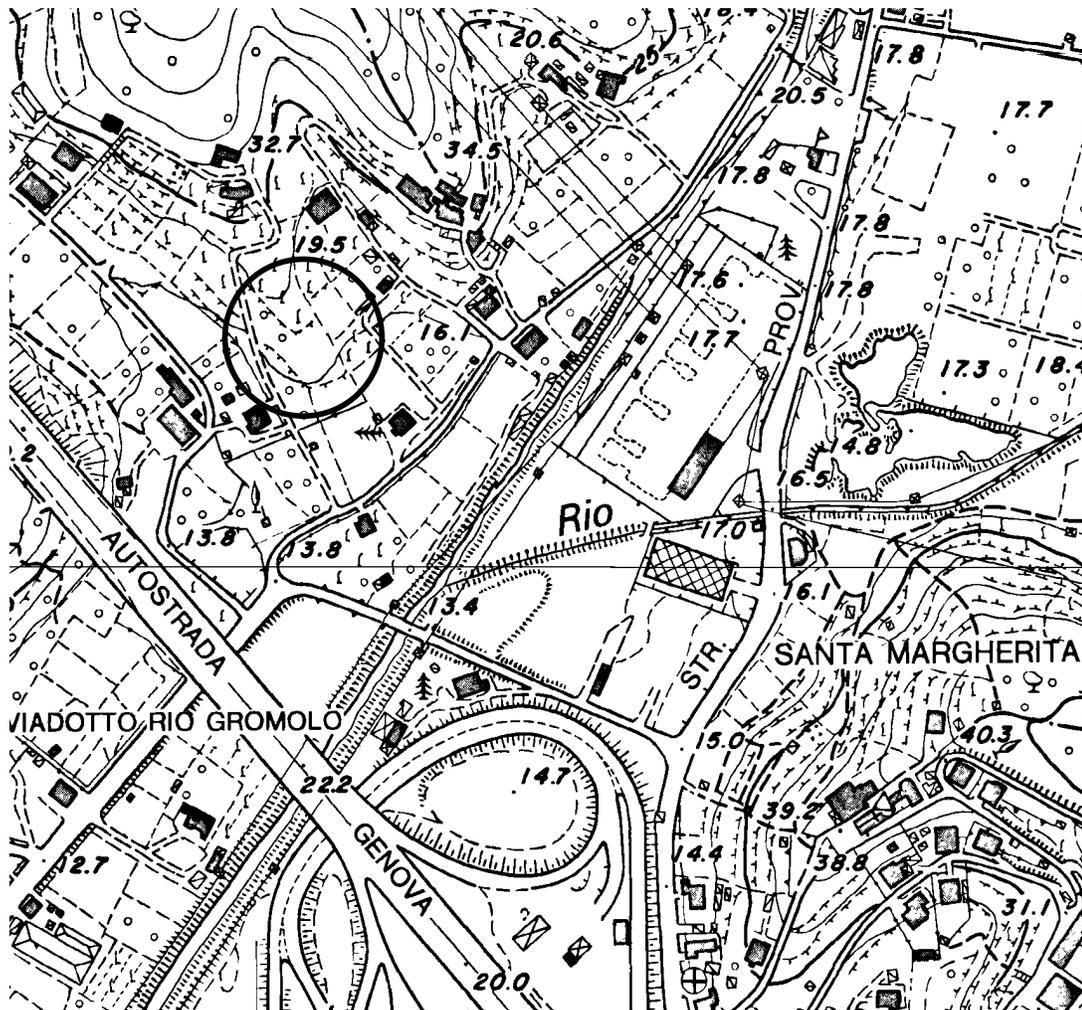


POSIZIONE DELL'ELEMENTO NEL FOGLIO 1: 50000

QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI 1: 50000

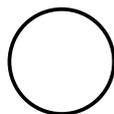
24'	010	020	030	040
21'	050	060	070	080
18'	090	100	110	120
15'		140	150	160
12'				
	40'	35'	30'	25'

214 BARGAGLI	215 BEDONIA	216 BORGO VAL DI TARO
231 CHIAVARI	232 SESTRI LEVANTE	233 PONTREMOLI
	247 LEVANTO	248 LA SPEZIA

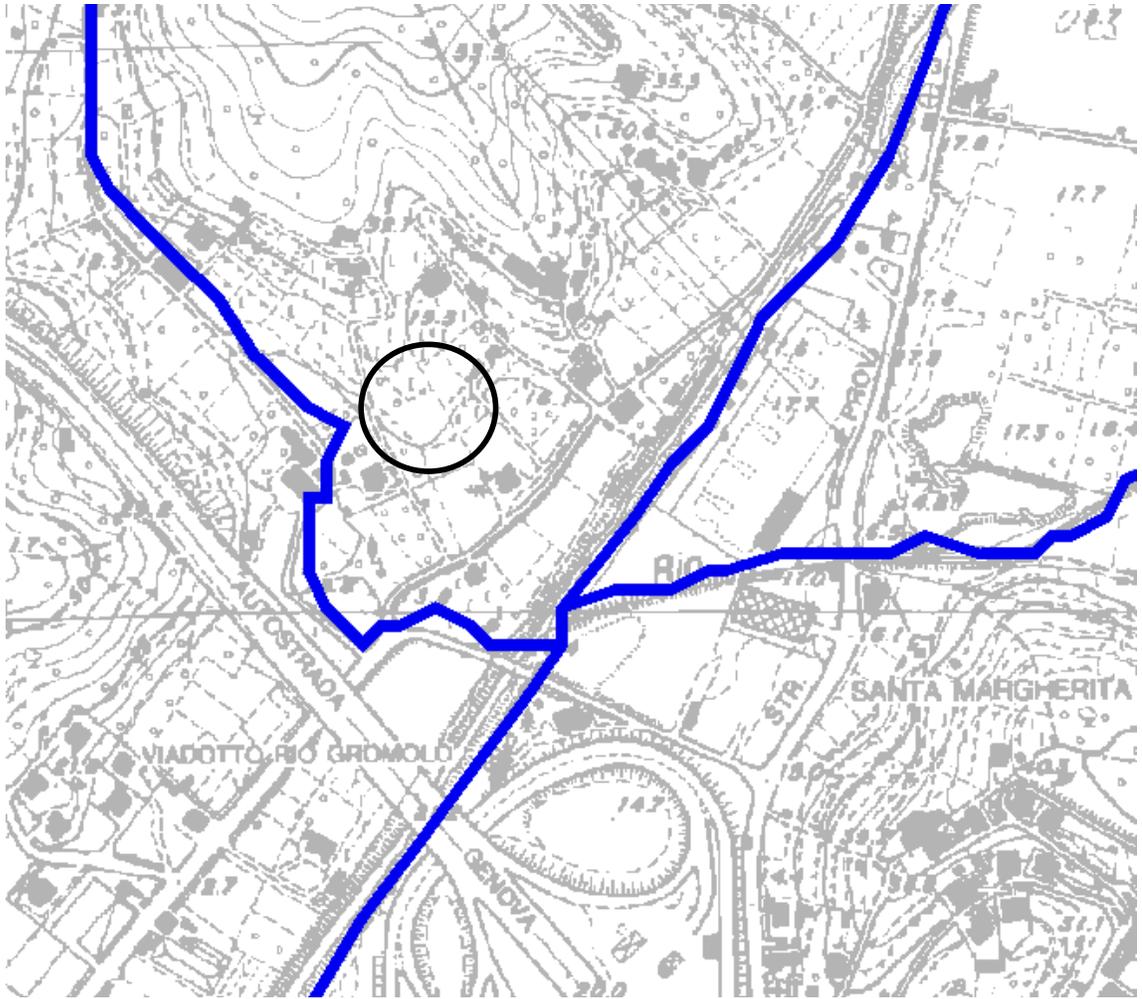


COROGRAFIA

SCALA 1 : 5.000

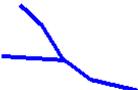


Ubicazione dell'intervento



CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
Piano di Bacino stralcio – Ambito 17
Torrente Gromolo

LEGENDA

- 
Limite del Piano di Bacino
- 
Reticolo idrografico



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Piano di Bacino stralcio – Ambito 17

Torrente Gromolo

LEGENDA

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Esecutore: Geologo Gian Paolo Chella

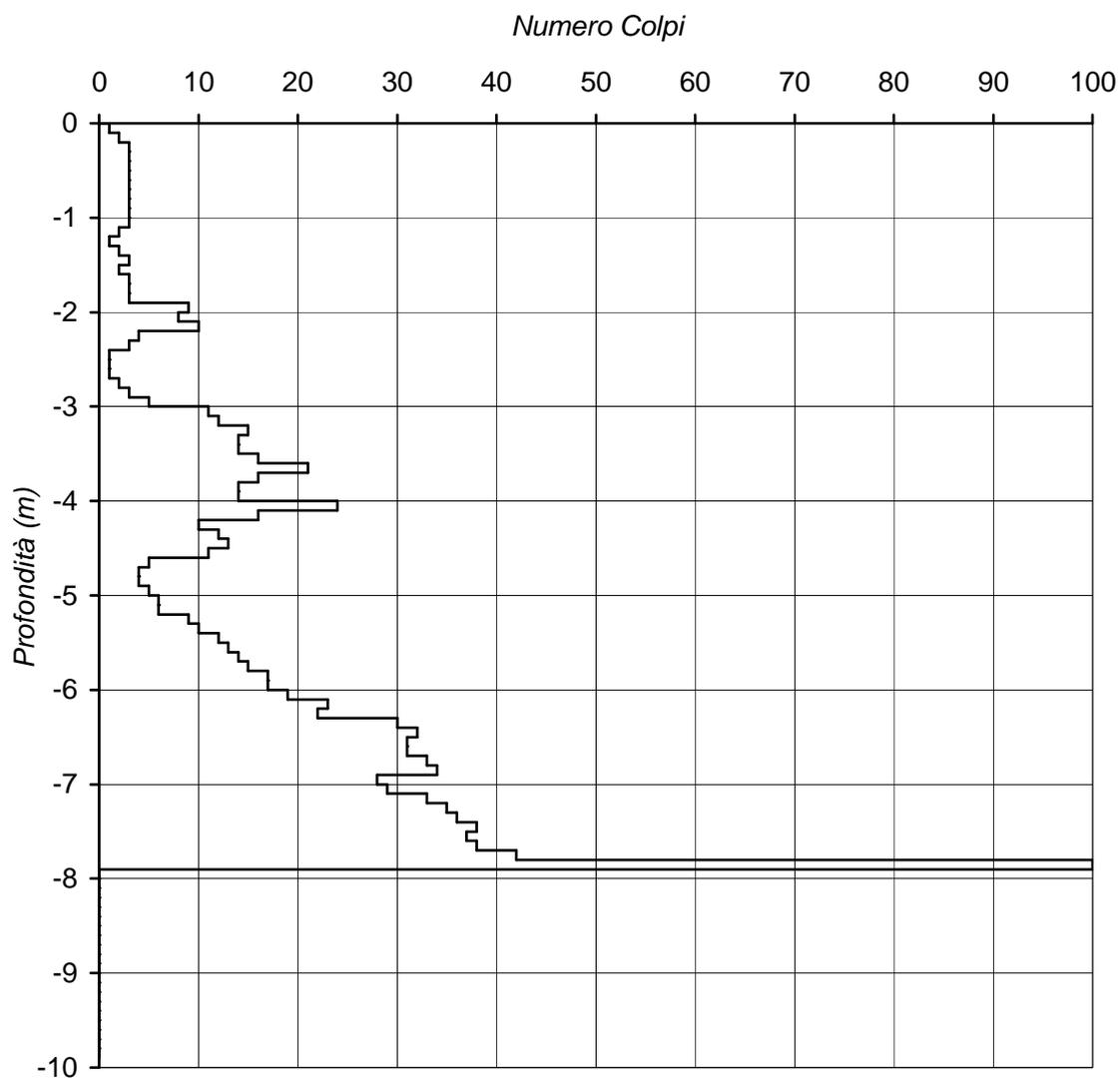
PROVA N. 1

Commitente: Sig. Luigi Caffarata

Data: 24/3/15

Progetto: Variante al P. di C. n. 160/09

Località: Sestri Levante (Ge)

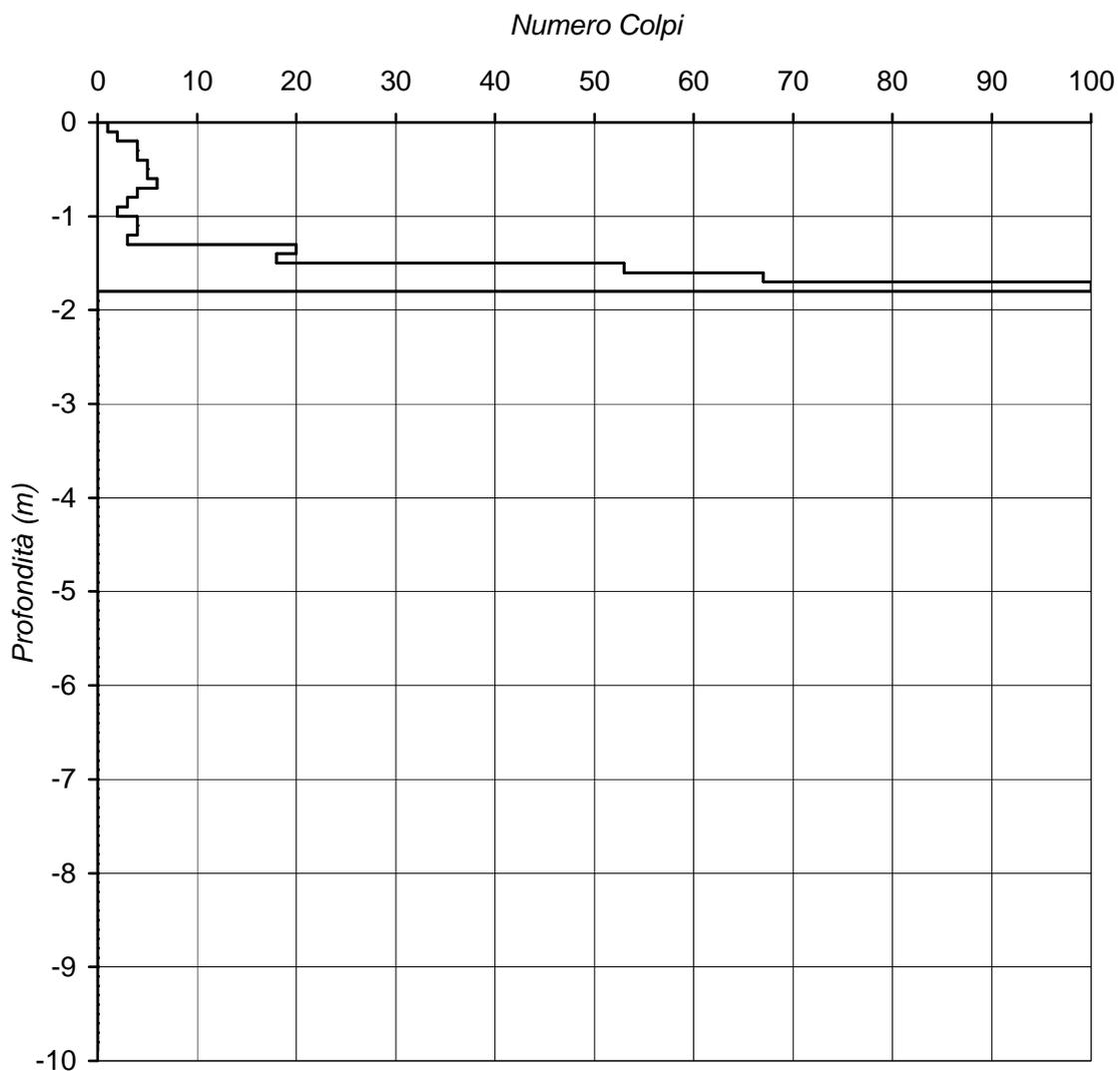


CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

Massa	Kg	30
Volata del maglio	cm	20
Sezione della punta	cm ²	10
Passo di misura	cm	10
Massa dell'incudine	Kg	6
Lunghezza dell'asta	cm	100
Massa dell'asta	Kg	2,5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Esecutore: Geologio Gian Paolo Chella	PROVA N. 2
Commitente: Sig. Luigi Caffarata	Data: 24/3/15
Progetto: Variante al P. di C. n. 160/09	Località: Sestri Levante (Ge)



CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

Massa	Kg	30
Volata del maglio	cm	20
Sezione della punta	cm ²	10
Passo di misura	cm	10
Massa dell'incudine	Kg	6
Lunghezza dell'asta	cm	100
Massa dell'asta	Kg	2,5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Esecutore: Geologo Gian Paolo Chella

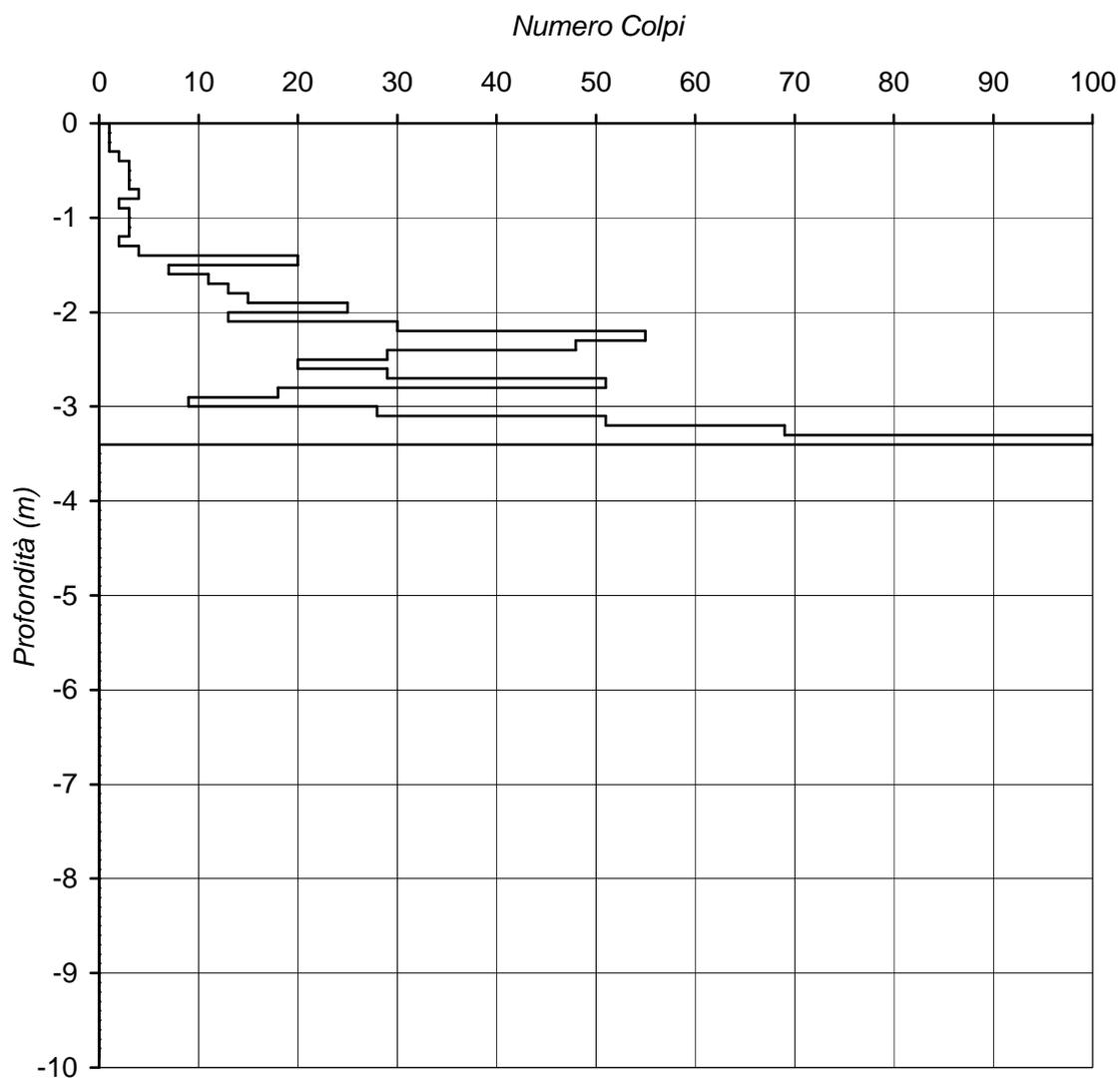
PROVA N. 3

Commitente: Sig. Luigi Caffarata

Data: 24/3/15

Progetto: Variante al P. di C. n. 160/09

Località: Sestri Levante (Ge)



CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

Massa	Kg	30
Volata del maglio	cm	20
Sezione della punta	cm ²	10
Passo di misura	cm	10
Massa dell'incudine	Kg	6
Lunghezza dell'asta	cm	100
Massa dell'asta	Kg	2,5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA S1

Profondità: 0,00 ÷ 5,00 metri



Profondità: 5,00 ÷ 8,00 metri



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA S2

Profondità: 0,00 ÷ 5,00 metri



Riferimento: Sig.ri Caffarata	Sondaggio: S 3
Località: Via Fabbrica e Valle	Quota: 16 msl
Impresa esecutrice: Borghi Drill S.r.l.	Data: 25 Marzo 2010
Coordinate:	Redattore: Studio Associato Berruti-Chella
Perforazione: carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
						0,2									Terreno vegetale agricolo
					1	SPT 1 < 1,50 < 1,95					2-3-6	9			Sabbia e ghiaia con matrice limosa colore marrone fino a 2.30 m colore ocra fino a 3.40 m
					2										
					3	SPT 2 < 3,00 < 3,45					6-13-9	22			
					4								3,4		Cappellaccio d'alterazione del substrato roccioso
					5										
					6										
					7								6,7		Substrato roccioso (Argilloscisti della Val Lavagna)
					8								8,3		

104

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA S3

Profondità: 0,00 ÷ 5,00 metri



Profondità: 5,00 ÷ 8,30 metri





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

Data emissione: 9/04/10

Certificato n° 410

ANALISI GRANULOMETRICA

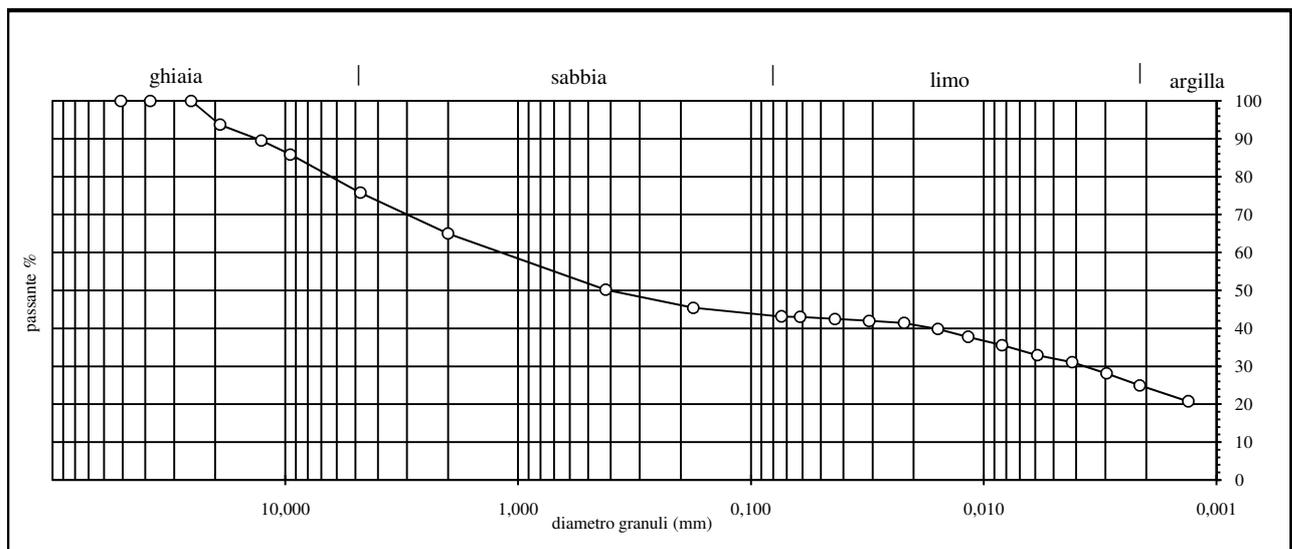
Committente: Sig. Caffarata	Sondaggio: S3
Cantiere:	Campione: CR1
Località: Sestri Levante (GE)	Profondità: 1,50-1,70 m
Verbale di accettazione n°: 41	Data esecuzione prova: 1-6/04/10
Data verbale: 30/03/10	Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Note:	Rep: 10/44

Analisi con setacci			M (gr) = 493,06			Analisi con areometro		
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°		
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00	1	152 H	
1" 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Areometro tipo esametafosfato di sodio		
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. dispersivo Cd	-1	
3/4"	19,10	30,85	6,26	6,26	93,74	Correz. menisco Cm	0,5	
1/2"	12,70	20,66	4,19	10,45	89,55	Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T	
3/8"	9,52	18,25	3,70	14,15	85,85	Campione secco Psp (g)	40	
4	4,76	49,59	10,06	24,21	75,79	Peso spec. f<0,074 (Gs) = 2,72		
10	2,00	53,03	10,76	34,96	65,04	Costante K = 0,986		
40	0,42	73,07	14,82	49,78	50,22			
80	0,177	23,47	4,76	54,54	45,46			
200	0,074	11,58	2,35	56,89	43,11			
Fondo		212,56						

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0,5	16,0	41,0	41,5	0,00	0,0614	40,50	99,83	43,04
1	16,0	40,5	41,0	0,00	0,0436	40,00	98,60	42,51
2	16,0	40,0	40,5	0,00	0,0309	39,50	97,37	41,98
4	16,0	39,5	40,0	0,00	0,0220	39,00	96,14	41,44
8	16,0	38,0	38,5	0,00	0,0157	37,50	92,44	39,85
15	16,0	36,0	36,5	0,00	0,0116	35,50	87,51	37,72
30	16,0	34,0	34,5	0,00	0,0084	33,50	82,58	35,60
60	18,0	31,0	31,5	0,50	0,0059	31,00	76,42	32,94
120	19,0	29,0	29,5	0,75	0,0042	29,25	72,10	31,08
240	20,0	26,0	26,5	1,00	0,0030	26,50	65,32	28,16
480	20,0	23,0	23,5	1,00	0,0021	23,50	57,93	24,97
1440	16,0	20,0	20,5	0,00	0,0013	19,50	48,07	20,72

Classificazione	USCS SM	CNR-UNI
-----------------	---------	---------

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
24,21	32,68	18,85	24,26



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

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

Data emissione: 9/04/10

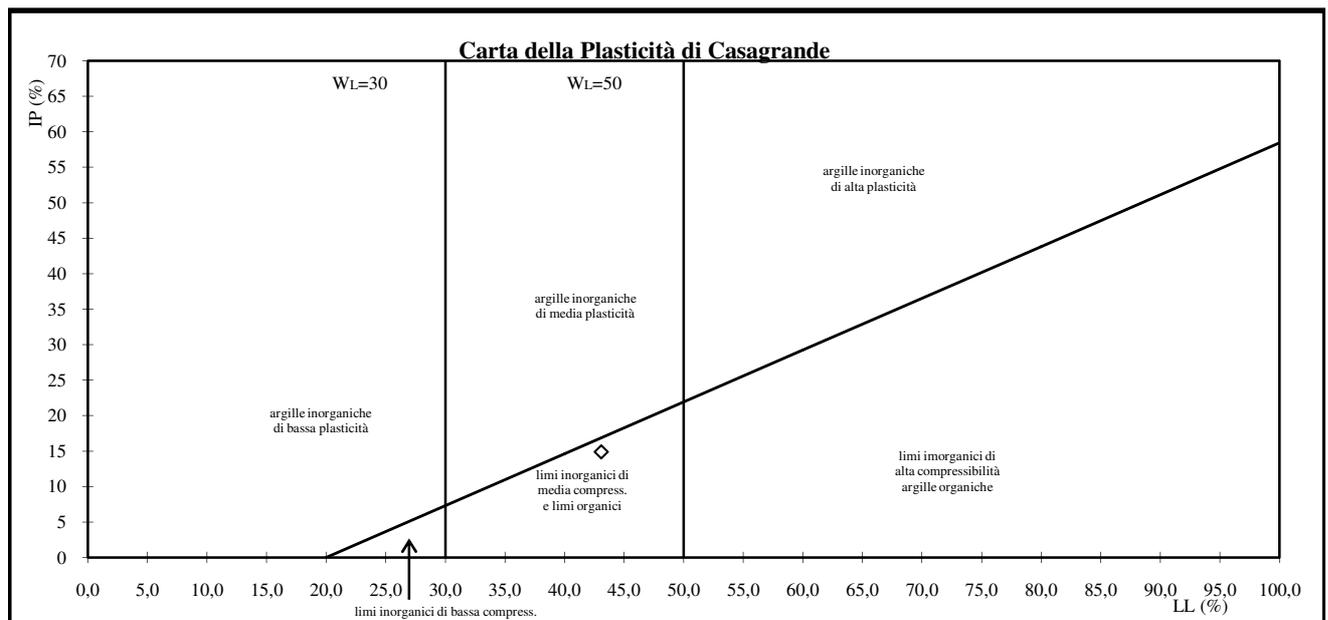
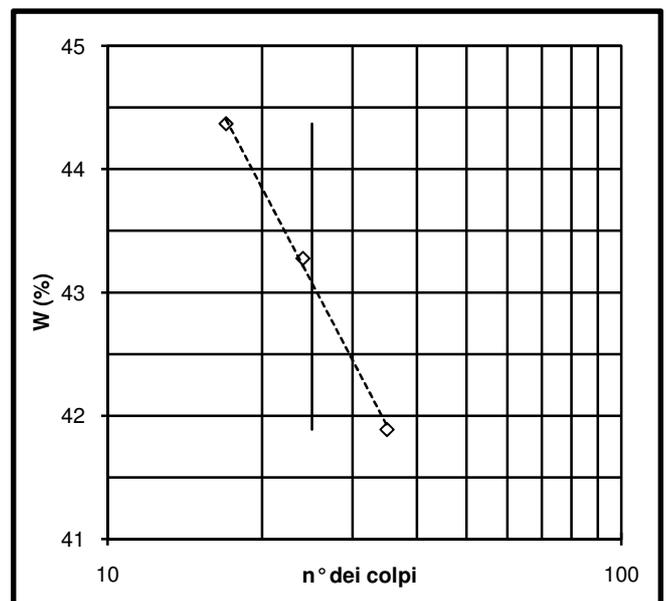
Certificato n° 411

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Sig. Caffarata
Cantiere:
Località: Sestri Levante (GE)
Verbale di accettazione n°: 41
Data verbale: 30/03/10
Note:

Sondaggio: S3
Campione: CR1
Profondità: 1,50-1,70 m
Data esecuzione prova: 1-2/04/10
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/44

Limite liquido	LL (%) = 43,1		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	53,16	54,21	50,82
Massa secca + t (g)	50,52	51,12	48,47
Massa acqua contenuta (g)	2,64	3,09	2,35
Tara t (g)	44,57	43,98	42,86
Massa secca netta (g)	5,95	7,14	5,61
Contenuto d'acqua W (%)	44,37	43,28	41,89
Numero colpi	17	24	35
Limite plastico	LP (%) = 28,2		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	16,24	16,33	
Massa secca + t (g)	14,70	14,75	
Massa acqua contenuta (g)	1,54	1,58	
Tara t (g)	9,22	9,16	
Massa secca (g)	5,48	5,59	
Contenuto d'acqua W (%)	28,10	28,26	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP		14,9



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

Data emissione: 9/04/10

Certificato n° 412

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Sig. Caffarata
Cantiere:
Località: Sestri Levante (GE)
Verbale di accettazione n°: 41
Data verbale: 30/03/10
Note:

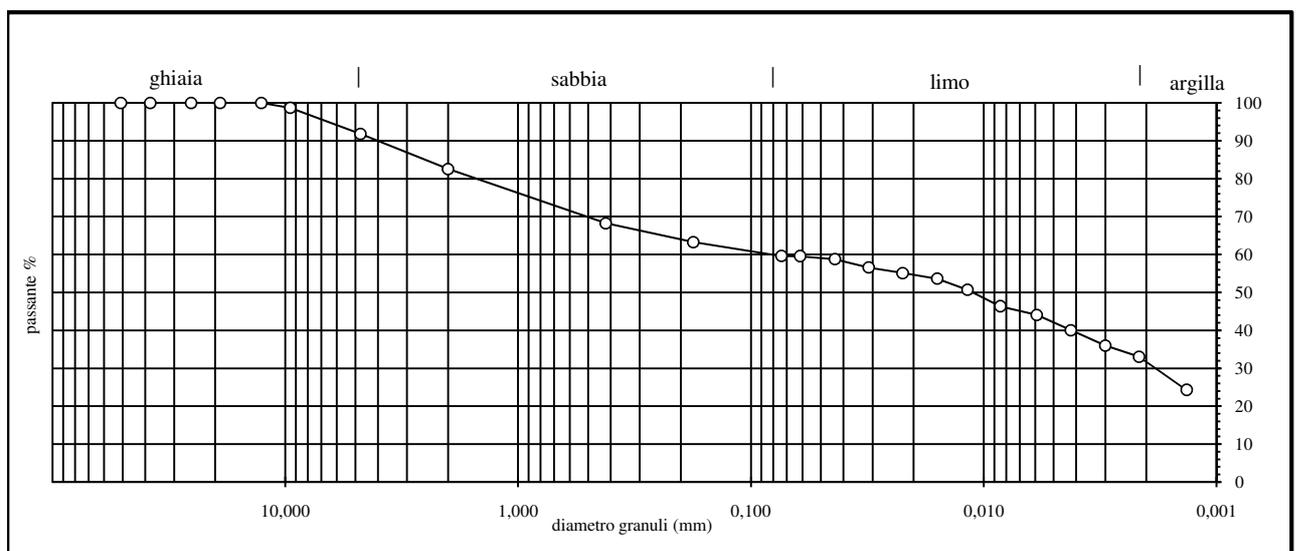
Sondaggio: S3
Campione: CR2
Profondità: 3,00-3,30 m
Data esecuzione prova: 1-9/04/10
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/44

Analisi con setacci		M (gr) = 547,95				Analisi con areometro	
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00	Areometro tipo	1
1" 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Areometro tipo	152 H
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	Dispersivo	esametafosfato di sodio
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. dispersivo Cd	-1
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. menisco Cm	0,5
3/8"	9,52	7,14	1,30	1,30	98,70	Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T
4	4,76	37,56	6,85	8,16	91,84	Campione secco Psp (g)	40
10	2,00	50,74	9,26	17,42	82,58		
40	0,42	78,42	14,31	31,73	68,27	Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2,72
80	0,177	27,31	4,98	36,71	63,29	Costante K =	0,986
200	0,074	19,99	3,65	40,36	59,64		
Fondo		326,79					

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0,5	16,0	41,0	41,5	0,00	0,0614	40,50	99,83	59,54
1	16,0	40,5	41,0	0,00	0,0436	40,00	98,60	58,80
2	16,0	39,0	39,5	0,00	0,0312	38,50	94,90	56,60
4	16,0	38,0	38,5	0,00	0,0222	37,50	92,44	55,13
8	16,0	37,0	37,5	0,00	0,0158	36,50	89,97	53,66
15	16,0	35,0	35,5	0,00	0,0117	34,50	85,04	50,72
30	16,0	32,0	32,5	0,00	0,0085	31,50	77,65	46,31
60	18,0	30,0	30,5	0,50	0,0059	30,00	73,95	44,10
120	19,0	27,0	27,5	0,75	0,0042	27,25	67,17	40,06
240	20,0	24,0	24,5	1,00	0,0030	24,50	60,39	36,02
480	20,0	22,0	22,5	1,00	0,0022	22,50	55,46	33,08
1440	16,0	17,0	17,5	0,00	0,0013	16,50	40,67	24,26

Classificazione	USCS ML-CL	CNR-UNI

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
8,16	32,20	28,21	31,43





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

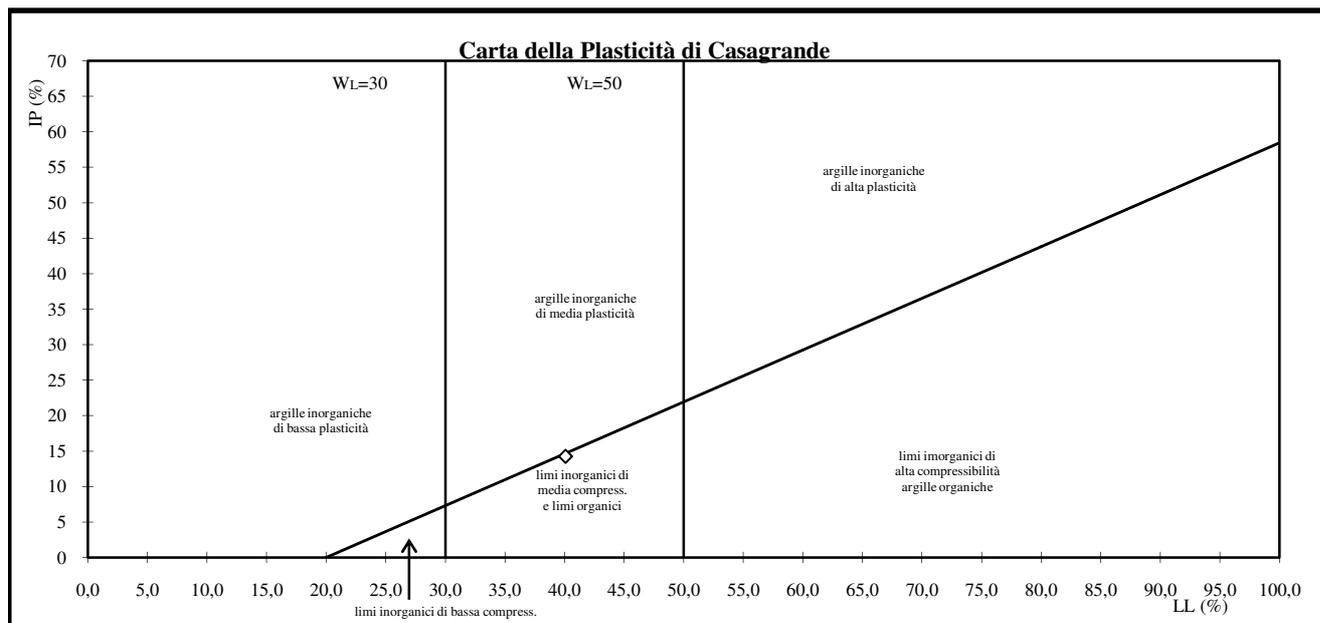
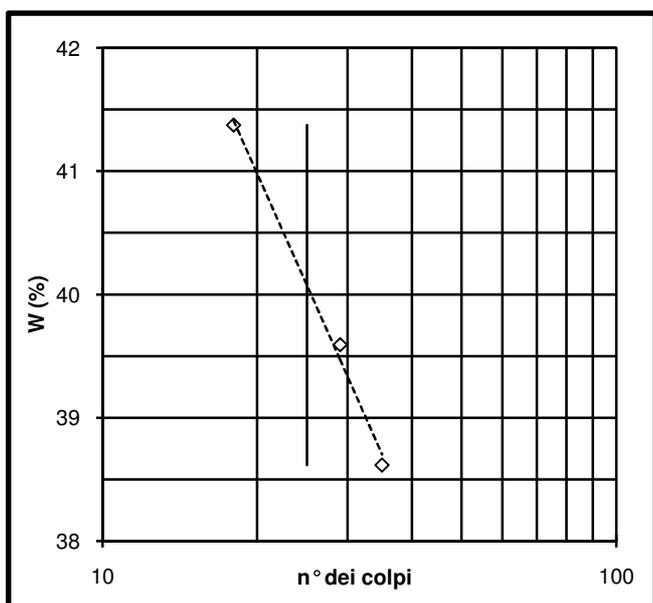
Data emissione: 9/04/10
Certificato n° 413

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Sig. Caffarata
Cantiere:
Località: Sestri Levante (GE)
Verbale di accettazione n°: 41
Data verbale: 30/03/10
Note:

Sondaggio: S3
Campione: CR2
Profondità: 3,00-3,30 m
Data esecuzione prova: 1-2/04/10
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/44

Limite liquido	LL (%) = 40,1		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	56,90	59,00	55,03
Massa secca + t (g)	53,35	55,88	51,96
Massa acqua contenuta (g)	3,55	3,12	3,07
Tara t (g)	44,77	48,00	44,01
Massa secca netta (g)	8,58	7,88	7,95
Contenuto d'acqua W (%)	41,38	39,59	38,62
Numero colpi	18	29	35
Limite plastico	LP (%) = 25,9		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	17,82	16,47	
Massa secca + t (g)	16,04	14,96	
Massa acqua contenuta (g)	1,78	1,51	
Tara t (g)	9,19	9,09	
Massa secca (g)	6,85	5,87	
Contenuto d'acqua W (%)	25,99	25,72	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP		14,2



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-08

- committente : Sig. Caffarata
 - lavoro : Progetto di nuovo insediamento alberghiero
 - località : Sestri Levante (GE)
 - note :

- data : 07/04/2010
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp kg/cm ²	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp kg/cm ²	RL	Rp/RL
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	3,40	20,0	24,0	20,0	0,87	23,0
0,40	----	----	--	0,20	----	3,60	26,0	39,0	26,0	0,73	35,0
0,60	9,0	12,0	9,0	0,60	15,0	3,80	20,0	31,0	20,0	0,53	37,0
0,80	5,0	14,0	5,0	0,33	15,0	4,00	11,0	19,0	11,0	0,47	24,0
1,00	5,0	10,0	5,0	0,20	25,0	4,20	12,0	19,0	12,0	0,27	45,0
1,20	8,0	11,0	8,0	0,33	24,0	4,40	18,0	22,0	18,0	0,47	39,0
1,40	5,0	10,0	5,0	0,47	11,0	4,60	9,0	16,0	9,0	0,53	17,0
1,60	3,0	10,0	3,0	0,40	7,0	4,80	6,0	14,0	6,0	0,20	30,0
1,80	11,0	17,0	11,0	0,53	21,0	5,00	25,0	28,0	25,0	0,20	125,0
2,00	5,0	13,0	5,0	0,47	11,0	5,20	14,0	17,0	14,0	1,80	8,0
2,20	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0	5,40	29,0	56,0	29,0	0,40	72,0
2,40	6,0	13,0	6,0	0,73	8,0	5,60	36,0	42,0	36,0	0,80	45,0
2,60	5,0	16,0	5,0	0,40	12,0	5,80	21,0	33,0	21,0	1,27	17,0
2,80	12,0	18,0	12,0	0,20	60,0	6,00	6,0	25,0	6,0	0,73	8,0
3,00	18,0	21,0	18,0	0,80	22,0	6,20	40,0	51,0	40,0	6,93	6,0
3,20	11,0	23,0	11,0	0,27	41,0	6,40	12,0	116,0	12,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

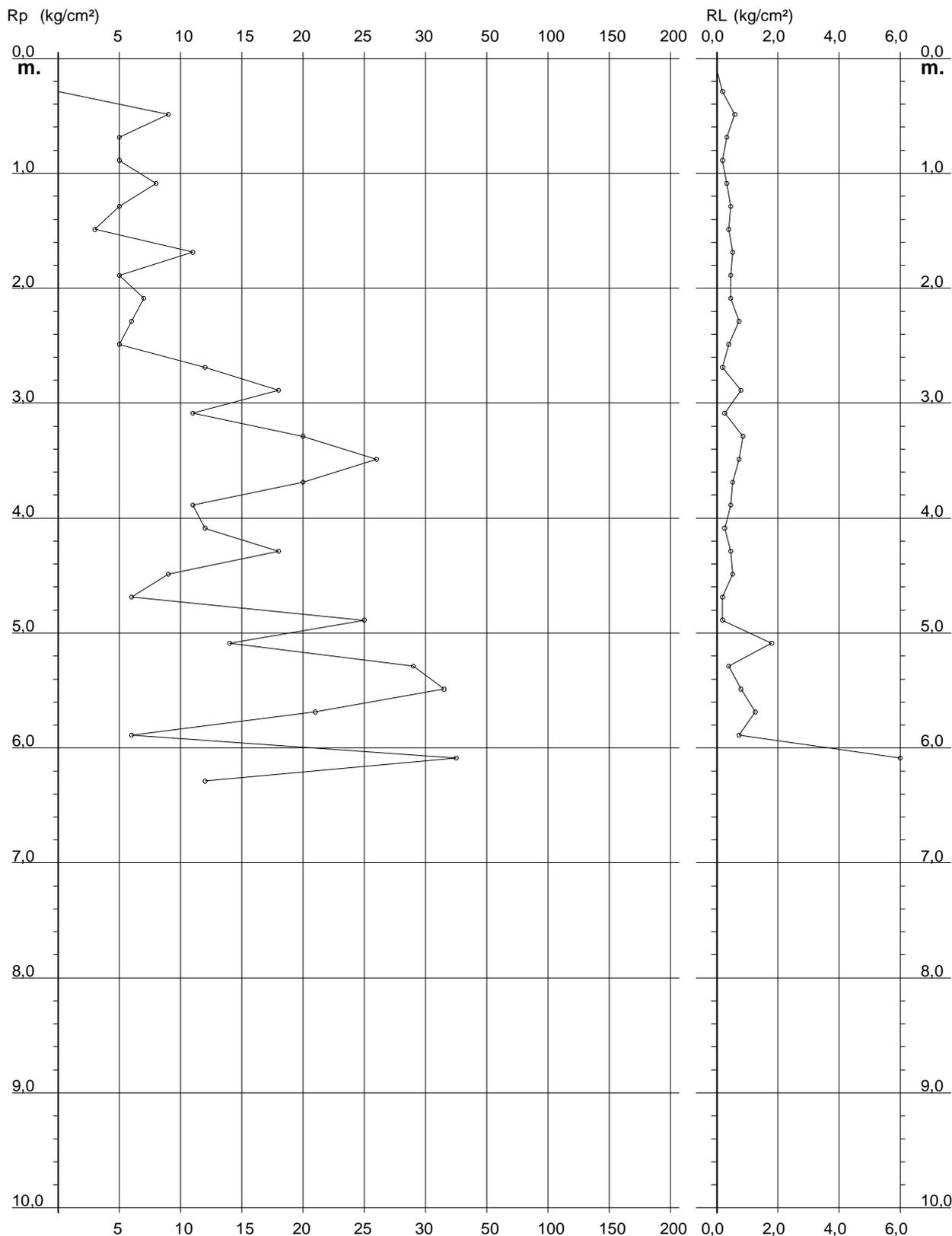
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-08

- committente : Sig. Caffarata
 - lavoro : Progetto di nuovo insediamento alberghiero
 - località : Sestri Levante (GE)

- data : 07/04/2010
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



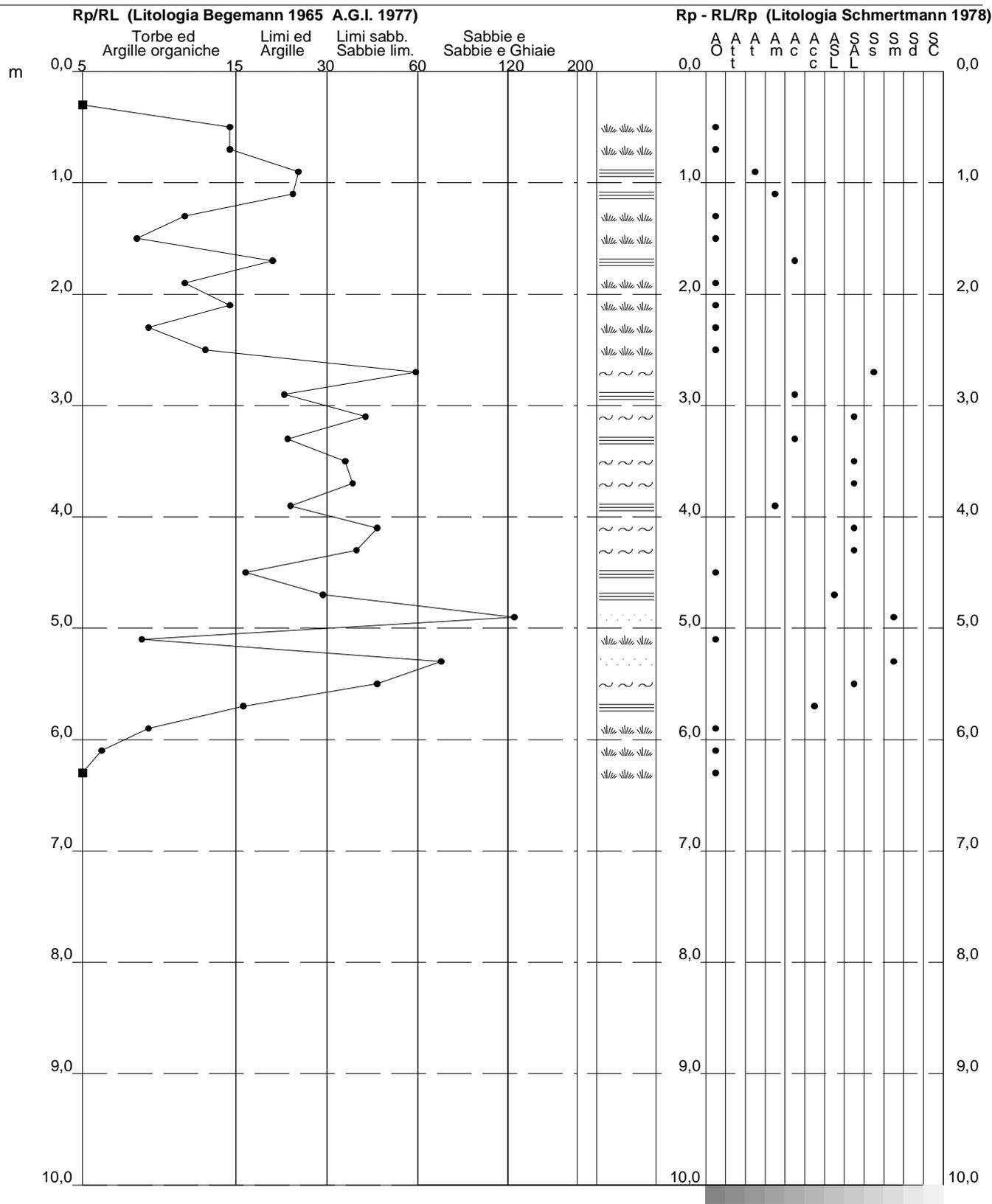
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-08

- committente : Sig. Caffarata
 - lavoro : Progetto di nuovo insediamento alberghiero
 - località : Sestri Levante (GE)
 - note :

- data : 07/04/2010
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Postazione della prova penetrometrica CPT 1

