



COMUNE DI GENOVA



PROGETTO EDILIZIO PER LA REALIZZAZIONE DI FABBRICATO A DESTINAZIONE PRODUTTIVA CON FUNZIONI LOGISTICHE COMPORANTE UN AGGIORNAMENTO DEL PUC

UBICAZIONE: VIA UGO POLONIO - LOCALITA' TRASTA - COMUNE DI GENOVA

COMMITTENTE:

SOGEGROSS S.P.A.



SOGEGROSS S.p.A.
Lungotorrente Secca, 3a
16163 Genova
C.Fisc./P.IVA: 01226470993

LUNGOTORRENTE SECCA 3A,
16163 - GENOVA

PROGETTO:

*Studio Associato
Ing. Ottonello T.&T.*

Via delle Fabbriche, 35 B/r - 16158 Genova
Tel. 010 6134689 - Fax 010 6135114
E-Mail : tiziana.ottonello@aleph.it

INDAGINI GEOLOGICHE E RELAZIONE GEOLOGICA:

**STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.ESSA ELISABETTA BARBORO**

Via L. Cibrario, 31/6 - 16154 Genova
Tel. 335 6450816
E-Mail : ebarboro@gmail.com

LANDSCAPE DESIGN:

DODI MOSS

Architecture|Planning|Landscape|Engineering

Arch. Egizia Gasparini
Arch. Valentina Dallaturca
Dott.nat. Fabrizio Oneto (consulenza naturalistica)
Dott. agr. Ettore Zauli (consulenza agronomica)

Via di Canneto il Lungo, 19 - 16123 Genova
010.2759057
E-Mail : info@dodimoss.eu

DESCRIZIONE

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA:

DOC.09.revA

DATA: 22 MARZO 2018

SCALA:

FORMATO:

SoGEGROSS S.P.A.

VIA LUNGOTORRENTE SECCA, 3-3A - 16138 GENOVA (GE)

**PROGETTO EDILIZIO PER LA REALIZZAZIONE DI
FABBRICATO PRODUTTIVO CON FUNZIONI LOGISTICHE
E SISTEMAZIONE GENERALE DELLE AREE LIMITROFE
COMPORANTE AGGIORNAMENTO DEL P.U.C. VIGENTE**

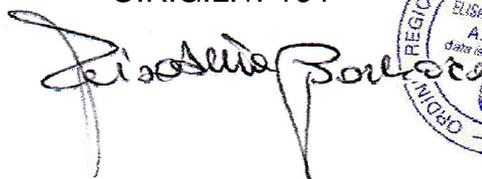
**- VIA UGO POLONIO 14 GE - TRASTA -
EX OFFICINE MANUTENZIONE VETTURE FERROVIARIE
MUNICIPIO V – VAL POLCEVERA**

- RELAZIONE GEOLOGICA rev.B

MARZO 2018

DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

O.R.G.L. N°164



Rif 2/2018

RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA AL PROGETTO EDILIZIO PER LA REALIZZAZIONE DI FABBRICATO PRODUTTIVO CON FUNZIONI LOGISTICHE E SISTEMAZIONE GENERALE DELLE AREE LIMITROFE COMPORTANTE AGGIORNAMENTO DEL P.U.C. - VIA UGO POLONIO 14 EX OFFICINE MANUTENZIONE VETTURE FERROVIARIE- GENOVA- TRASTA -

PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione geologica inerente l'intervento di cui all'oggetto in Via Ugo Polonio 14 in Genova-Trasta.

Presa visione degli elaborati progettuali Ing. Tiziana Ottonello di Genova, la sottoscritta si è recata nei luoghi in oggetto allo scopo di rilevare l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni, valutando la compatibilità dell'intervento con le condizioni di stabilità locali.

L'intervento prevede una integrale riqualificazione dell'area tramite la realizzazione di un complesso produttivo destinato alla logistica e sue sistemazione esterne pertinenti all'attività, ed aree verdi attrezzate a scapito oneri.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, il quale è propedeutico per la redazione del modello geotecnico, facente parte integrante della relazione d'opera geotecnica; si intende inoltre che i contenuti della presente relazione risultano a livello di progettazione preliminare e quindi i argomenti trattati raggiungono l'obiettivo dell'accertamento della fattibilità dell'opera così come definito dai dettami delle NTC 2008.

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche medie dei terreni sono state ottenute sulla base del rilievo di dettaglio e dei dati ricavati dalle indagini geognostiche eseguite sull'area in esame e da indagini geognostiche pregresse reperite.

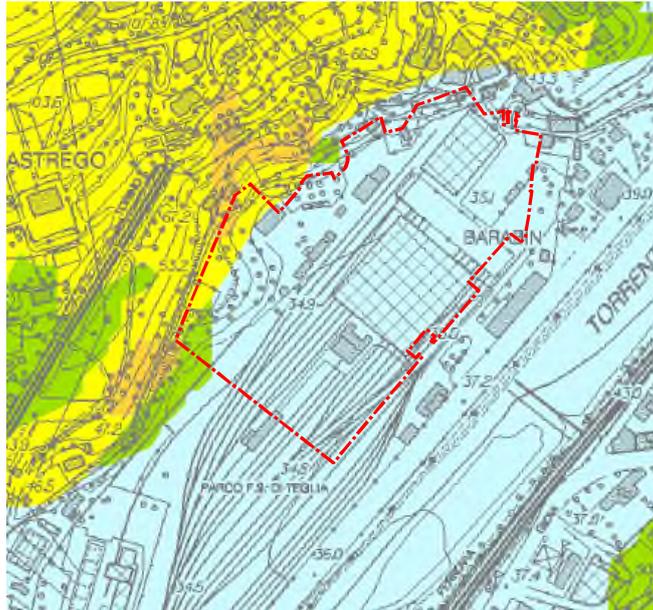
Di seguito verranno specificate le condizioni di stabilità sia dei terreni investigati che delle strutture esistenti rispetto al contesto geologico dell'area, ed infine verranno date alcune osservazioni sulla fattibilità dell'intervento con le adeguate opere da eseguirsi, in fase esecutiva, in aggiunta e/o in sostituzione a quelle previste a progetto.

In base agli elementi emersi dall'indagine di dettaglio si espongono di seguito le considerazioni e conclusioni scaturite.

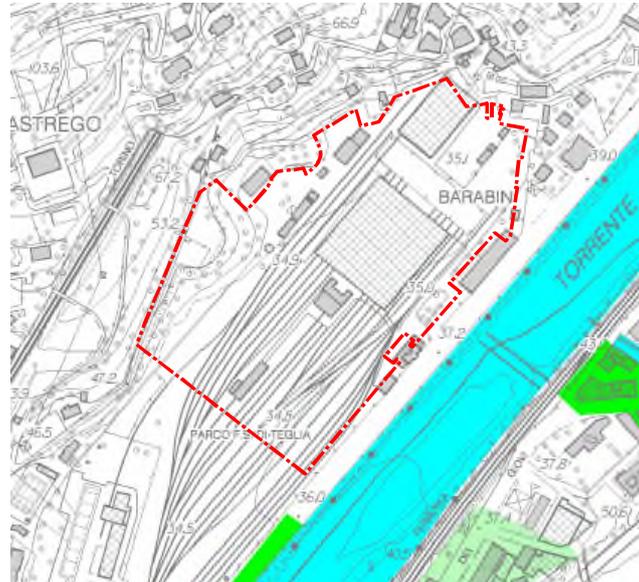
NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M.14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009
- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1988)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

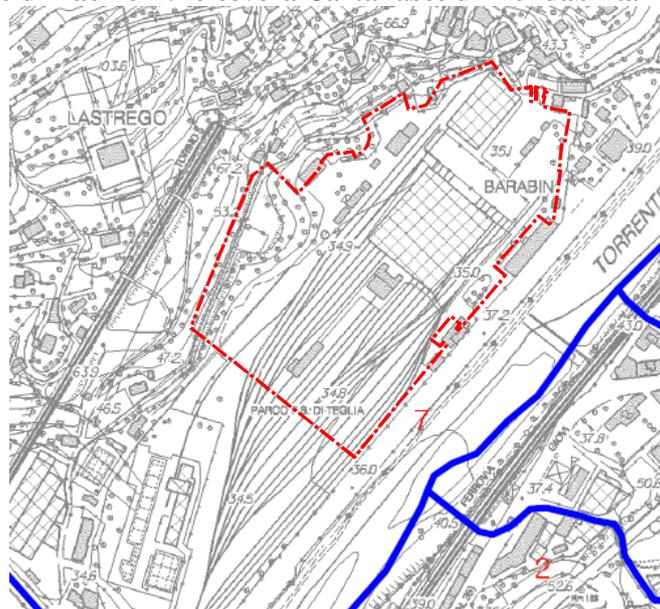
PUC tav.27 vincoli geologico ed idraulico



Piano di Bacino T.Polcevera Carta suscettività al dissesto



Piano di Bacino T.Polcevera Carta fasce di inondabilità



Piano di Bacino T.Polcevera Carta del reticolo idrografico significativo



Piano di Bacino T.Polcevera Carta dei vicoli

Per quanto riguarda il Piano di Bacino del T.Polcevera il comparto risulta ricadere in aree a suscettività al dissesto molto bassa Pg0 per quasi l'intero suo sviluppo, mentre per una piccola porzione, posta a monte, risulta essere in aree a suscettività al dissesto bassa Pg1 e media Pg2, per tali porzioni non sono previste edificazioni, nel progetto in esame. L'area non risulta inoltre essere in fasce di inondabilità, né attraversata da rivi significativi; infine non è sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame, rappresentata in cartografia in scala 1:5.000 dall'elemento n°213112 "Bolzaneto" della carta tecnica regionale, è collocata in sponda idrografica di destra del Torrente Polcevera, in posizione limitrofa al centro di Genova Bolzaneto e più precisamente in via Polonio 14 nell'ex area ferroviaria di Trasta.

La quota media dell'area in esame si aggira sui 34 mt s.l.m.m. Attualmente il comparto è interamente interessato da gli edifici a servizio delle attività di manutenzione vettura ferroviarie, dal campo base del Cocif e da un'intensa urbanizzazione, comprensiva del centro abitato di Genova Bolzaneto; a monte si intravedono ancora residui di aree terrazzate con tessuto urbano sparso.

MODELLO GEOLOGICO

GEOMORFOLOGIA

La zona d'intervento è ubicata in sponda idrografica di destra del T.Polcevera nella parte di fondovalle urbanizzata.

L'elemento morfologico dominante è determinato dalla piana fluviale del T.Polcevera caratterizzata da depositi alluvionali recenti. I depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, costituenti l'apporto solido del bacino del T.Polcevera.

La piana si raccorda a tratti, dove l'urbanizzazione non ne ha cancellato la sua presenza, con i versanti con una falda detritica, debolmente inclinata, costituente una frangia pedemontana di detrito colluviale frammista a matrice alluvionale.

I versanti a monte, verso le frazioni di Murta e Trasta, risultano ben strutturati nella formazione rocciosa di base, già a mezzacosta, ed appaiono non profondamente mutati rispetto all'originario assetto morfologico che li caratterizzava, anche se interessati da urbanizzazioni diffuse e/o concentrate su assi viarie comunali, ed attraversati da direttrici viarie importanti e secondarie, tra cui la trat-

ta ferroviaria Genova-Torino.

La dove si registrano valori di acclività meno elevate, i versanti risultano impostati su coltri detritiche eluvio –colluviali, spesso rimaneggiate dall'attività antropica di costruzione che dall'attività agricola; infatti sono frequenti le sistemazioni a terrazzamento costituite da ristette spianate sostenute e valle da scarpate terrose e da muri a secco o in cemento.

Nel dettaglio il comparto risulta impostata sulla piana alluvionale, competente al T.Polcevera, pianeggiante, in larga parte interessato da copertura urbana, rinvenendosi pertanto nelle porzioni superficiali frequenti riporti ed interventi di impermeabilizzazione, e rimodellata nelle sue parti verso monte con sbancamenti sorretti da muri in cls.

Inoltre il pendio degrada verso la piana alluvionale, creata del vicino corso del T.Polcevera, la quale nel tempo ha subito rimaneggiamenti dovuti inizialmente a lavorazioni agricole e successivamente ad attività antropiche, relativamente ai primi due metri di profondità.

Quindi l'azione di sistemazione e rimodellamento effettuata da parte dell'uomo e l'avanzamento dell'urbanizzazione hanno fatto sì che le morfologie siano state in gran parte mascherate.

Nel dettaglio il comparto risulta in larga parte interessato da copertura urbana, rinvenendosi pertanto nelle porzioni superficiali frequenti riporti ed interventi di impermeabilizzazione.

L'area di interesse è collocata nell'ambito della piana alluvionale, ma in prossimità del piedi collinare, per cui i depositi alluvionali si interdigitano con i materiali derivanti dal progressivo disfacimento del versante, la cui ossatura litologica è rappresentata da metapeliti scistose di colore nero, lastroidi, con intercalazioni di arenarie quarzose fini in strati di spessore medio e sottile.

La zona non evidenzia particolari strutture geomorfologiche attive e le condizioni di stabilità appaiono buone, poiché non si sono rilevati evidenti fenomeni di dissesto in atto e/o quiescenti.

Tale situazione ha trovato anche riscontro positivo dall'analisi diretta dei manufatti esistenti, i quali non mostrano segni né di cedimento né di instabilità.

L'area in oggetto risulta quindi, da un punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, idonea all'intervento previsto.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'area in esame fa parte della litozona argolloscistosa filladica, costituita da scisti argilloso-filladici grigi o grigio-brunastri, alterati in rossiccio, spesso in alternanza con intercalazioni di calcari cristallini grigi, talora selciferi, in strati medio-sottili; verso l'alto si arricchisce progressivamente di straterelli gradati di siltiti e quarzareniti finissime, fittamente laminate.

Per la locuzione dei litotipi incontrati nel corso del rilevamento geologico, si è fatto riferimento alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 foglio N°82 "Genova"; più nello specifico la zona in esame fa parte dell'Unità tettonicometamorfica del M.te Fignon, facendo riferimento alla nuova cartografia geologica del progetto CARG Foglio 213 "Genova", L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio in esame ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

La porzione di territorio in esame fa parte, dal punto di vista geologico, del settore centrale della cosiddetta zona Sestri-Voltaggio.

Gli studi più recenti sulla struttura e sull'evoluzione geodinamica delle varie unità che compongono la zona Sestri-Voltaggio sono quelli realizzati da Cortesogno e Haccard, pubblicati nelle Memorie della Società Geologica Italiana vol. 28- 1984 (ediz. 1986).

In questo fondamentale lavoro si distinguono all'interno della zona Sestri-Voltaggio tre distinte unità tettoniche, allungate in direzione N-S, immergenti verso E al di sotto delle unità appenniniche flyschoidi dell'Antola e sovrascorse verso W sulla serie ofiolitico-calcescistosa del Gruppo di Voltri. Il

piano di sovrapposizione tettonica è stato successivamente raddrizzato da una tardiva fase plicativa fino quasi alla verticalizzazione; queste direttrici tettoniche sono suturate verso N, fuori dai limiti del bacino considerato, dalle unità eoceniche-oligoceniche costituite da brecce e mollasse, mentre a S una serie di faglie plioceniche pongono l'intera struttura a contatto con le marne, le sabbie ed i conglomerati pliocenici.

In un quadro paleogeografico semplificato, la storia evolutiva della zona Sestri-Voltaggio può essere riassunta come il progressivo sovrascorrimento di due unità di fondale oceanico del bacino ligure piemontese e di una unità di piattaforma (probabilmente sul lato piemontese del bacino) sulle ofioliti del gruppo di Voltri, e dell'appilamento a sua volta delle unità appenniniche del M. An-tola sulle unità della Sestri Voltaggio; in sostanza, queste unità rappresentano frammenti provenienti da diverse zone di un medesimo bacino oceanico che, in seguito alla chiusura di quest'ultimo, sono sovrascorsi l'uno sull'altro in direzione da E a W.

Le tre menzionate unità tettoniche possono essere così distinte: Unità Triassico - Liassica di M. Gazzo-Isoverde, Unità Giurassico - Cretacea di Cravasco-Voltaggio e Unità Giurassico Cretacea di M. Figogna o di Timone.

L'area in esame appartiene all'Unità di M.te Figonia, costituita da metargilliti di facies più alta della stessa unità. La formazione presenta una notevole variabilità di litotipi e si possono riconoscere tre litozone principali: argiloscistosa filladica, siltoso-arenacea e marnosa.

L'area in esame fa parte della litozona argiloscistosa filladica appartenente alla Formazione degli Argiloscisti di Murta, costituita da scisti argilloso-filladici grigi o grigio-brunastri, alterati in rossiccio, spesso in alternanza con intercalazioni di calcari cristallini grigi, talora selciferi, in strati medio-sottili; verso l'alto si arricchisce progressivamente di straterelli gradati di siltiti e quarzareniti finissime, fittamente laminate.

Tale litozona affiora estesamente nella parte medio-bassa del versante destro del torrente Polcevera, lungo una fascia che attraversa gli abitati di Fegino, Monticelli, Lastrego, Murta, Cassanego, S. Biagio, Campomorone.

I livelli più superficiali del bed rock sono intensamente fratturati; i piani di fratturazione sbloccano la formazione in direzione ortogonale a quella della scistosità.

La formazione si presenta affiorante e/o subaffiorante lungo la strada per Trasta in livelli molto alterati e passanti ad eluvio e colluvio di spessore variabile da 1 mt a 2 mt.

I due valori misurati di giacitura della scistosità sono - 23°S55° 320°E45° tale dato è derivato dalla media delle misurazioni effettuate sugli affioramenti rilevati

Le coltri eluvio-colluviale sono costituite da materiali fini limoso-sabbiosi con elementi e scaglie di argillite incluse, delle dimensioni dell'ordine della sabbia e ciottolo di spessore variabile con oscillazioni dal metro agli spessori più elevati, i quali superano abbondantemente i tre metri.

Da più dettagliate indagini sul versante posto a monte del comparto pianeggiante, si è rilevata la presenza di una sottile coltre detritica che sormonta un substrato roccioso composto da argilliti fortemente fratturate.

L'area in esame ricade nell'ambito dei depositi alluvionali del T. Polcevera; le alluvioni sono sormontate da materiali di riporto che assumono spessori differenti da punto a punto, nella fascia di transizione tra piana e versante i depositi alluvionali sono frammisti a frangia pedemontana.

Le alluvioni di natura fluviale presentano una granulometria prevalentemente grossolane ed poligenica in matrice sabbiosa poco limosa, non si escludono lenti a matrice più limosa.

Gli spessori di tali depositi, al centro e limite lato T.Polcevera, possono superare i 20 mt.

Infine sono presenti riporti con continuità su tutta l'area di indagine e la loro natura è alquanto eterogenea: generalmente si tratta di materiale a granulometria grossolana in scarsa matrice limosa.

LINEAMENTI TETTONICI

Le geometrie dei sistemi rocciosi possono essere meglio interpretate se inserite in una trattazione più specifica riguardante soprattutto gli aspetti salienti della tettonica ivi determinata.

Lo stretto rapporto tra fenomeni morfogenetici e fenomeni neotettonici sarebbe inoltre testimoniato dall'asimmetria degli affluenti dei corsi principali, da fenomeni di confluenza controcorrente nonché da una generale subsidenza attualmente in atto della fascia costiera ligure.

Tuttavia l'andamento della morfologia e della rete idrografica non sempre appare legato alla tettonica, poichè fortemente condizionato dal reticolo di faglie presenti nell'areale, le quali hanno dislocato e rimodellato l'originale morfologia dei versanti, distribuendo lungo particolari direzioni e linee gli affioramenti di rocce diversamente resistenti all'erosione ed alla denudazione.

La fascia fluviale della porzione media del T.Polcevera è vistosamente influenzata dalla tettonica: si evidenzia la presenza di un sovrascorrimento ad est verso l'Unità della Val Polcevera (formazione delle Argilliti di Montansei) e l'Unità di Timone-Bric Teiolo (formazione delle Argille a Palombini del passo della Bocchetta e sovrastanti metargilliti); tale sovrascorrimento risulta traslato successivamente, a livello della confluenza del T.Polcevera con il T.Secca, da una faglia diretta direzionata NE-SW.

I terreni metamorfici sono interessati da un reticolo di strutture fragili generato da due famiglie di faglie reciprocamente intersecantesi ad angolo acuto con direzione rispettiva SW-NE e E-W.

Il territorio indagato, fatte salve le complicazioni già riferite, non ha tuttavia evidenziato alcuna situazione riferibile a tangibili aspetti neotettonici attivi.

La fascia fluviale della porzione media del T.Polcevera è vistosamente influenzata dalla tettonica: si evidenzia la presenza di un sovrascorrimento ad est verso l'Unità della Val Polcevera (formazione delle Argilliti di Montansei) e l'Unità di Timone-Bric Teiolo (formazione delle Argille a Palombini del passo della Bocchetta e sovrastanti metargilliti); tale sovrascorrimento risulta traslato successivamente, a livello della confluenza del T.Polcevera con il T.Secca, da una faglia diretta direzionata NE-SW.

MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE DEFINITO MEDIANTE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE NEL COMPARTO IN ESAME

Campagna geognostica effettuata nel comparto in esame

Nel lotto di interesse sono stati eseguiti 7 pozzetti geognostici, ubicazione e stratigrafie sono in allegato, dai quali è emerso che l'area è ricoperta da un sottile stato di riporto antropico a scheletro grossolano, per poi passare al deposito composto prevalentemente da ghiaie a granulometria da grossolane a media in matrice sabbiosa debolmente limosa. Per quanto riguarda la parte posta a monte si è rinvenuto uno strato di materiale rimaneggiato competente sia ai depositi alluvionali che di frangia pedemontana, dimostrazione di un rimaneggiamento morfologico della porzione di versante a monte.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche dei terreni, è stata realizzata nel mese di novembre 2017 una campagna geognostica di dettaglio comprendente sondaggi meccanici, prove in sito, prove di laboratorio e indagini sismiche.

Sondaggi meccanici a rotazione

Nel periodo compreso tra il 06/11/2017 ed il 21/11/2017 sono stati realizzati dall'impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l., 6 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo con diametro di perforazione di 101 mm.

I sondaggi sono stati spinti fino alle profondità indicate nella tabella seguente:

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

Pz1	Pz2	Pz3	S4	Pz5	S6
10,00 mt.	10,00 mt.	10,00 mt.	15,00 mt.	10,00 mt.	15,00 mt.

In tutti i sondaggi, al di sotto di uno strato di riporti e terreni rimaneggiati a granulometria prevalentemente grossolana, ghiaioso-sabbiosa, di spessore variabile tra 1,80÷6,40 mt, è stata riscontrata la presenza di depositi alluvionali ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, debolmente limosi.

All'interno dei sondaggi Pz1, tra -1,80÷-4,90 mt di profondità ed S4, tra -2,40÷-5,30 mt di profondità, sono presenti lenti limose e limoso-argillose (con ghiaia e ghiaietto nel sondaggio Pz1).

In nessun sondaggio è stato raggiunto il substrato roccioso.

I fori di sondaggio Pz1, Pz2, Pz3 e Pz5 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto da 3".

Prove S.P.T.

All'interno dei fori di sondaggio Pz1, Pz2, Pz3 e Pz5 sono state realizzate 16 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a punta chiusa; da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni rimaneggiati di copertura e dei depositi alluvionali.

Tabella dei dati ricavati:

RIPORTI E TERRENI RIMANEGGIATI

Sondaggio	Prof. (m)	N_{SPT}	N₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
Pz2	-1,50	10	17,8	56,7	30,0
Pz2	-3,00	13	16,4	54,4	30,8
Pz2	-4,50	6	6,2	33,4	28,9
Pz3	-1,50	10	17,8	56,7	30,0
Pz3	-3,00	10	12,6	47,7	30,0
Pz3	-4,50	16	16,5	54,5	31,7
Pz5	-1,50	7	12,5	47,5	29,2
Pz5	-3,00	9	11,3	45,3	29,7
Pz5	-4,50	19	19,6	59,5	32,5
Pz5	-6,00	21	19,9	59,9	33,1

**DEPOSITI ALLUVIONALI COSTITUITI DA GHIAIA, GHIAIETTO E SABBIA
DEBOLMENTE LIMOSA**

Sondaggio	Prof. (m)	N_{SPT}	N₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
Pz1	-1,50	14	24,9	67,1	31,1
Pz1	-6,00	18	17,3	55,8	32,2
Pz2	-6,00	15	13,7	49,8	31,4
Pz3	-6,00	17	15,1	52,3	32,0

DEPOSITI ALLUVIONALI LIMOSO-ARGILLOSI CON GHIAIA E GHIAIETTO

Sondaggio	Prof. (m)	N_{SPT}	N₁	c_u (Kg/cm²)
Pz1	-3,00	22	28,3	0,84
Pz1	-4,50	20	21,2	0,76

I valori di N_{SPT} sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, utilizzando la formula seguente:

$$N_1 = N \times C_N$$

dove $C_N = 1/\sigma_v^n$; $n=0,5$ (Liao & Whitman, 1985)

Va comunque fatto osservare che la distribuzione dei valori non risente in modo lineare della profondità, ma solamente delle condizioni locali di granulometria e addensamento.

I riporti ed i depositi alluvionali grossolani (ghiaioso-sabbiosi) sono incoerenti. Essendo in presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi, i valori sono stati aumentati in un rapporto di 65/60. In presenza di depositi ghiaiosi i valori ottenuti sono generalmente sovrastimati per la presenza di materiale lapideo grossolano.

Per la determinazione del grado di addensamento è stata utilizzata la correlazione proposta da Terzaghi e Peck (1948)-Skempton (1986), che utilizza il valore normalizzato di N_{SPT} (N_1):

per $D_r > 0,35$

$$(N_1)/D_r^2 = 60$$

Sia i riporti che i depositi alluvionali grossolani risultano mediamente addensati.

L'angolo di attrito efficace ϕ' è stato determinato utilizzando la correlazione diretta di Peck-Hanson & Thornburn:

$$\phi' = 27,2 + 0,28 N_{SPT}$$

I depositi alluvionali coesivi, a granulometria argillosa e argilloso-sabbiosa e sulla base delle prove effettuate, risultano molto consistenti.

Deve essere considerato che le prove S.P.T. non forniscono in generale valori attendibili per i terreni coesivi e pertanto i valori ottenuti vanno considerati solamente indicativi e applicati solo per stime di primo riferimento.

Facendo riferimento al metodo DM-7 (Design Manual for Soil Mechanics) per argille a bassa plasticità, si può stimare il valore medio di coesione non drenata c_u sulla base della formula seguente:

$$c_u = 0,038 N_{SPT} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Prove di Laboratorio

Le prove, commissionate al Laboratorio Geotecnico G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing S.r.l. di Genova hanno fornito risultati dai quali è possibile definire una serie di valori caratteristici dei materiali campionati.

I dati relativi alle prove effettuate sono riportati nei documenti in allegato.

All'interno dei sondaggi Pz1, Pz2, Pz3 e Pz5 sono stati prelevati 4 campioni di terreno rimaneggiati ed 1 campione indisturbato, da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Sui campioni rimaneggiati è stata effettuata la determinazione delle caratteristiche granulometriche e dei limiti di Atterberg, mentre sul campione indisturbato è stata effettuata la determinazione delle caratteristiche granulometriche, dei limiti di Atterberg, delle caratteristiche fisiche ed una prova di taglio diretto.

Segue lo schema della quota relativa di estrazione e del sondaggio:

Campione	Sondaggio	Profondità (mt.)	Livello	Prove
CR1	Pz1	-2,00/-3,00	Depositi alluvionali limoso-argillosi con ghiaia e ghiaietto	CG-Lim.
CI1	Pz1	-3,00/-3,50	Depositi alluvionali limoso-argillosi con ghiaia e ghiaietto	CG-CF-Lim.-c'- ϕ'
CR1	Pz2	-3,00/-4,00	Riporti e terreni rimaneggiati	CG-Lim.
CR1	Pz3	-4,00/-5,00	Riporti e terreni rimaneggiati	CG-Lim.
CR1	Pz5	-5,00/-6,00	Riporti e terreni rimaneggiati	CG-Lim.

- (*) CR = Campioni rimaneggiati;
 CI = campioni indisturbati
 CG = Caratteristiche granulometriche;
 CF = caratteristiche fisiche;
 Lim. = limiti di Atterberg;
 c' = coesione efficace;
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio efficace.

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ASTM D 422-63		<u>Pz1-CR1</u>	<u>Pz1-CI1</u>	<u>Pz2-CR1</u>	
Descrizione		Argilla di bassa plasticità	Argilla sabbiosa di bassa plasticità	Ghiaia limoso-argillosa con sabbia	
Classificazione (U.S.C.S.)		CL	CL	GC-GM	
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ASTM D 422-63		<u>Pz3-CR1</u>	<u>Pz5-CR1</u>		
Descrizione		Ghiaia argillosa con sabbia	Ghiaia limoso-argillosa con sabbia		
Classificazione (U.S.C.S.)		GC	GC-GM		
LIMITI (ASTM D 4318-10)	<u>Pz1-CR1</u>	<u>Pz1-CI1</u>	<u>Pz2-CR1</u>	<u>Pz3-CR1</u>	<u>Pz5-CR1</u>
Limite di liquidità (%)	30	40	24	22	23
Limite di plasticità (%)	21	25	19	14	17
Indice di plasticità	9	15	5	8	6
		CARATTERISTICHE FISICHE (ASTM D 2216-10) (ASTM D 7263-09)		<u>Pz1-CI1</u>	
		Contenuto in acqua (%)		19,8	
		Peso di volume (kN/m ³)		19,06	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO ASTM D3080-90			<u>Pz1-CI1</u>		
Coesione efficace (kPa)			9,75		
Angolo di attrito efficace (°)			30,7		

Prove di permeabilità Lefranc

All'interno dei fori di sondaggio Pz1, Pz2, Pz3 e Pz5 sono state eseguite 4 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile, in avanzamento, all'interno dei riporti e terreni rimaneggiati e dei depositi alluvionali costituiti da ghiaia, ghiaietto e sabbia debolmente limosa, per valutarne la permeabilità.

Le prove sono state realizzate a quote comprese tra i -3,00 mt. ed i -7,50 mt. dei fori di sondaggio, formando una tasca riempita in ghiaietto drenante e misurando la velocità di riequilibrio del livello di acqua nel foro dopo averlo alterato mediante immissione.

Il valore del coefficiente di permeabilità è fornito dalla seguente espressione:

$$K=A/FT$$

dove:

A = area della sezione interna trasversale del rivestimento (m²);

F = coefficiente che dipende dalla geometria e dalle dimensioni del tratto di foro lasciato libero e dalla presenza o meno di strati di confinamento;

T = tempo di riequilibrio (basic time-lag) (sec).

I risultati ottenuti sono i seguenti:

PROVA	SONDAGGIO	PROFONDITÀ (MT)	LIVELLO	K (MT/SEC)
1	Pz1	-6,50/-7,50	Depositi alluvionali costituiti da ghiaia, ghiaietto e sabbia debolmente limosa	4,54 X 10 ⁻⁶
2	Pz2	-3,50/-4,50	Riporti e terreni rimaneggiati	3,18 X 10 ⁻⁶
3	Pz3	-6,50/-7,50	Depositi alluvionali costituiti da ghiaia, ghiaietto e sabbia debolmente limosa	2,90 X 10 ⁻⁷
4	Pz5	-3,00/-4,00	Riporti e terreni rimaneggiati	7,13 X 10 ⁻⁵

Come si può ricavare dai risultati ottenuti i riporti ed i terreni rimaneggiati risultano caratterizzati da valori di permeabilità medi, mentre i depositi alluvionali grossolani, per la locale presenza di matrice fine limosa, presentano una permeabilità medio-bassa.

Misure Piezometriche

I fori di sondaggio Pz1, Pz2, Pz3 e Pz5 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto da 3", in modo da verificare la presenza e la quota di falda ed il comportamento della stessa nel tempo.

Di seguito vengono riportate le letture effettuate sui piezometri installati:

PIEZOMETRO	Pz1	Pz2	Pz3	Pz5
DATA MISURA	(mt) da p.c.	(mt) da p.c.	(mt) da p.c.	(mt) da p.c.
15/11/2017	-4,74	-5,28	-6,11	-4,41

Le letture, effettuate dopo breve tempo dal termine dell'esecuzione dei sondaggi, ha indicato la presenza di una falda libera superficiale, impostata all'interno dei depositi alluvionali.

Indagini sismiche

In corrispondenza del lotto di terreno in esame è stata eseguita un'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola mediante misura di microtremori ambientali (HVSR), per la caratterizzazione degli effetti sismici di sito con i seguenti obiettivi:

- a) ricostruire la stratigrafia sismica del sottosuolo;
- b) stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire indicazione della categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2008);
- c) caratterizzare le frequenze di risonanza del sottosuolo (frequenze alle quali si ha in superficie la massima amplificazione stratigrafica del moto del suolo rispetto al substrato di riferimento);
- a) mettere in luce possibili fenomeni di doppia risonanza tra terreno e strutture in caso di terremoto;

L'utilizzo di questa tecnica geofisica consente di ottenere tutta una serie di informazioni, in particolare sulle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utili per verificare l'interazione dal punto di vista sismico del sistema terreno-strutture.

Le misure di microtremore a stazione singola consentono infatti, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali, di ottenere immediatamente, come misura diretta, la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (direttamente correlabile al periodo di oscillazione proprio del sito, senza stimare quest'ultimo sulla base delle V_s).

Inoltre, opportunamente invertite, permettono anche di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia che il $V_{s,30}$ e di ricostruire un modello geofisico del sottosuolo.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

In particolare sono state eseguite 2 stazioni di misura, in adiacenza ai sondaggi S4 e Pz5, la cui ubicazione dettagliata è riportata sulla "Planimetria di progetto" in allegato (cfr. Tav. 4).

Le misure hanno evidenziato un forte contrasto sismico tra substrato roccioso e terreni di copertura, con frequenze di risonanza del sottosuolo (amplificazione sismica particolarmente significativa) di interesse ingegneristico tra 3,0 e 4,69 Hz.

La stratigrafia desunta dalle prove è la seguente:

TR1		
PROFONDITÀ	DESCRIZIONE	V_s (MT/SEC)
0-3,5 mt	Terreni di copertura poco addensati	200
3,5-22,5 mt	Terreni di copertura mediamente addensati	400
>22,5 mt	Substrato roccioso mediamente fratturato	850

TR2		
PROFONDITÀ	DESCRIZIONE	Vs (MT/SEC)
0-4,5 mt	Terreni di copertura poco addensati	210
4,5-26,0 mt	Terreni di copertura mediamente addensati	400
>26,0 mt	Substrato roccioso mediamente fratturato	850

La $V_{s,30}$ all'interno dei terreni indagati è risultata pari a:

Tr1 = 406 mt/sec

Tr2 = 376 mt/sec

I dati ricavati dalle prove sono riportati nella documentazione in allegato.

Indagini sismiche eseguite nel comparto a monte

Le misure nelle prove Tr1 e Tr2 hanno evidenziato un contrasto sismico tra substrato roccioso e terreni di copertura, con frequenze di risonanza del sottosuolo di interesse ingegneristico a 3,56 Hz.

La stratigrafia desunta dalle prove è la seguente:

TR1		
PROFONDITÀ	DESCRIZIONE	Vs (MT/SEC)
0-3,5 mt	Terreni rimaneggiati di copertura	260
3,5-27,5 mt	Livello di alterazione del substrato roccioso	450
>27,5 mt	Substrato roccioso mediamente fratturato	860

TR2		
PROFONDITÀ	DESCRIZIONE	Vs (MT/SEC)
0-3,4 mt	Terreni rimaneggiati di copertura	260
3,4-26,9 mt	Livello di alterazione del substrato roccioso	470
>26,9 mt	Substrato roccioso mediamente fratturato	880

La $V_{s,30}$ all'interno dei terreni indagati è risultata pari a:

Tr1 = 430 mt/sec

Tr2 = 450 mt/sec

I dati ricavati dalle prove sono riportati nella documentazione in allegato.

SISMICITÀ

Sulla base della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°216 del 17/03/2017 il Comune di Genova è classificato sismico in Zona 3 (bassa pericolosità).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e confermata nel NTC 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Occorre evidenziare che i terremoti non causano danni in modo uniforme o con variabilità graduale. Spesso si osservano concentrazioni anomale di danni all'interno di uno stesso centro abitato o forti differenze tra paesi molto vicini tra di loro. Se si possono escludere variazioni di vulnerabilità, ovvero della capacità degli edifici di resistere alle sollecitazioni sismiche, la causa di

queste anomalie nel danneggiamento va ricercata in un complesso insieme di fenomeni che va sotto il nome di “effetti di sito”.

Gli effetti di sito sono amplificazioni locali delle onde sismiche dovute a particolari condizioni geologiche e topografiche e sono decisamente più difficili da caratterizzare rispetto agli elementi di instabilità dei suoli. Il caso tipico è quello della risonanza delle coltri sedimentarie, dove l'onda sismica incidente dal basso sulla coltre di sedimenti li mette in oscillazione alla frequenza propria con un'ampiezza limitata solo dal fattore di dissipazione intrinseca (intrappolamento dell'energia sismica in presenza di brusche variazioni della rigidità alla base delle coltri sedimentarie). Un effetto analogo di amplificazione è anche possibile per la topografia, nel quale caso l'onda sismica mette in oscillazione un piccolo rilievo topografico alla sua frequenza propria.

Se la frequenza di risonanza del suolo coincide con quella degli edifici, si produce un'amplificazione molto grande delle onde sismiche e vengono indotte sollecitazioni con forte potere distruttivo (fenomeno della doppia risonanza).

Ciò premesso si è provveduto ad una classificazione sismica dei terreni investigati in termini di “Categorie di sottosuolo” ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Comparto area pianeggiante

L'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola tramite misure di microtremori ambientali mediante tecnica dei rapporti spettrali H/V ha permesso di ricavare la velocità delle onde di taglio (V_s) all'interno dei terreni indagati. La $V_{s,30}$ media è risultata variabile tra 376-406 mt/sec

Le misure hanno evidenziato un forte contrasto sismico tra substrato roccioso e terreni di copertura, con frequenze di risonanza del sottosuolo (amplificazione sismica particolarmente significativa) di interesse ingegneristico tra 3,0 e 4,69 Hz. Tali frequenze rendono maggiormente vulnerabili per doppia risonanza edifici in c.a. con altezza compresa tra 14 e 16 mt.

Sulla base delle indagini effettuate il sito in esame ricade quindi nella Categoria di sottosuolo C secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”:

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, considerate le caratteristiche morfologiche, il sito in esame ricade nella Categoria topografica T1.

Stima della pericolosità sismica

Per la determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su di un sito di riferimento rigido) è necessario conoscere:

- coordinate geografiche dell'opera da verificare
- individuazione dei nodi del reticolo di riferimento
- categoria di sottosuolo: C
- Vita nominale V_n tab.2.41. NTC nel nostro caso $V_n = 50$ anni
- classe d'uso (derivata da NTC e da leggi regionali) nel nostro caso classe II
- coefficiente d'uso c_u tab.2.4.1.II NTC nel nostro caso pari ad 1
- vita di riferimento $>V_r = V_n * c_u = 50$
- condizioni topografiche nel nostro caso T1

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame.Viao Polonio Genova Trasta

latitudine: 44,4570589985546

longitudine: 8,89627018727092

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16695 Lat: 44,4450Lon: 8,8684 Distanza: 2585,704

Sito 2 ID: 16696 Lat: 44,4477Lon: 8,9383 Distanza: 3495,537

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

Sito 3 ID: 16474 Lat: 44,4976 Lon: 8,9346 Distanza: 5438,231
Sito 4 ID: 16473 Lat: 44,4949 Lon: 8,8647 Distanza: 4898,732

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1
Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,024 g
Fo: 2,533
Tc*: 0,186 [s]
Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,030 g
Fo: 2,521
Tc*: 0,208 [s]
Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,073 g
Fo: 2,518
Tc*: 0,283 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,095 g
Fo: 2,502
Tc*: 0,291 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,830
St: 1,000
Kh: 0,007
Kv: 0,004
Amax: 0,347
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,760
St: 1,000
Kh: 0,009
Kv: 0,005
Amax: 0,447
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,073
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,580
St: 1,000
Kh: 0,029
Kv: 0,014

Amax: 1,403
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com
Coordinate WGS84
latitudine: 44.456097
longitudine: 8.895223

Suscettibilità alla liquefazione

Il termine "liquefazione" denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci del terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 N.T.C. la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- ✓ eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- ✓ accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- ✓ profondità media stagionale della falda superiore a 15 mt dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- ✓ depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- ✓ distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

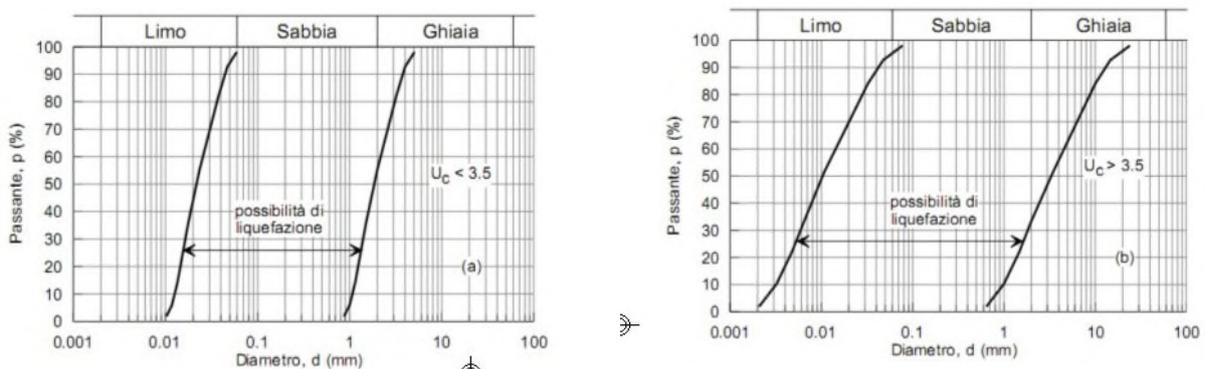


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Il fenomeno della liquefazione si verifica in terreni costituiti da materiali incoerenti costituiti da sabbie da fini a medie a granulometria uniforme, a bassa densità relativa saturi d'acqua, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale il terreno può scorrere o fluire nel caso di un pendio o assestarsi nel caso di una giacitura orizzontale.

Il fenomeno è dovuto ad un aumento temporaneo della pressione interstiziale causato dalle sollecitazioni cicliche del terremoto fino a valori prossimi alle pressioni totali.

La resistenza alla liquefazione è maggiore con la profondità e la probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua, pertanto si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- ✓ granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- ✓ si trovano sotto falda;
- ✓ sono da poco a mediamente addensati ($N_{SPT} < 20$);
- ✓ si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 mt).

Nel nostro caso, data la natura granulometricamente dei terreni di copertura (depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi debolmente limosi) si può senz'altro escludere la possibilità di liquefazione del terreno a seguito di sollecitazioni sismiche.

Comparto area di versante

Sulla base delle indagini effettuate il sito in esame ricade quindi nella Categoria di sottosuolo B secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni":

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, considerate le caratteristiche morfologiche, il sito in esame ricade nella Categoria topografica T3.

Stima della pericolosità sismica

Per la determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su di un sito di riferimento rigido) è necessario conoscere:

- coordinate geografiche dell'opera da verificare
- individuazione dei nodi del reticolo di riferimento
- categoria di sottosuolo: B
- Vita nominale V_n tab.2.41. NTC nel nostro caso $V_n = 50$ anni
- classe d'uso (derivata da NTC e da leggi regionali) nel nostro caso classe II
- coefficiente d'uso c_u tab.2.4.1.II NTC nel nostro caso pari ad 1
- vita di riferimento $>V_r = V_n * c_u = 50$
- condizioni topografiche nel nostro caso T3

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame. Via Ugo Polonio Genova-Trasta

latitudine: 44,457028

longitudine: 8,894575

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16695 Lat: 44,4450 Lon: 8,8684 Distanza: 2469,877

Sito 2 ID: 16696 Lat: 44,4477 Lon: 8,9383 Distanza: 3623,197

Sito 3 ID: 16474 Lat: 44,4976 Lon: 8,9346 Distanza: 5517,406

Sito 4 ID: 16473 Lat: 44,4949 Lon: 8,8647 Distanza: 4834,242

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T3

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1
Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,024 g
Fo: 2,533
Tc*: 0,186 [s]
Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,030 g
Fo: 2,521
Tc*: 0,208 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,073 g
Fo: 2,519
Tc*: 0,284 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,095 g
Fo: 2,502
Tc*: 0,291 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,003
Amax: 0,333
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,510
St: 1,200
Kh: 0,009
Kv: 0,004
Amax: 0,428
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,200
Kh: 0,021
Kv: 0,010
Amax: 1,029
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,200
Kh: 0,027
Kv: 0,014
Amax: 1,344
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.456066

longitudine: 8.893528

IDROGEOLOGIA

A)Assetto idrologico

L'idrologia di superficie della zona in studio è caratterizzata dal Torrente Polcevera e da suoi piccoli affluenti. Sono tutti corsi d'acqua a regime non permanente, tranne che per il T.Polcevera, ed a carattere torrentizio.

Il T.Polcevera nel tratto di Bolzaneto ha subito profondi mutamenti in occasione della costruzione della linea ferroviaria, tale deformazione trova ancora i segni sul territorio, anche se fortemente urbanizzato, dalla forte depressione in cui si trova buona parte del comparto di interesse.

In questo tratto il T.Polcevera scorre in un materasso alluvionale piuttosto esteso e potente, composto prevalentemente da ghiaia eterometrica, immersi in una matrice sabbiosa, mentre i suoi tributari incidono su ampi tratti nella formazione rocciosa di base mostrando numerose forme di erosione fluviale e materassi alluvionali poco estesi e potenti, là dove si rilevano. La granulometria di tali depositi è di pezzatura da media a grossolana, a testimoniare la loro condizione torrentizia.

Il reticolo idrografico ha risentito notevolmente della situazione tettonica ivi presente ed in modo evidente si è adeguato ad essa.

Il bacino esaminato è influenzato anche in gran parte dal tipo litologico da cui è formato. Infatti il torrente ed i rivi, essendo impostati sui terreni più plastici, hanno un reticolo maturo e quindi ben sviluppato e simmetrico rispetto all'asta principale, inoltre ha portate più o meno copiose in funzione delle stagioni.

Le defluenze superficiali dell'area in oggetto usufruiscono in maggior parte delle sistemazioni idrauliche costruite a corredo dell'urbanizzazione esistente, mentre a monte lungo i versanti non antropizzati avvengono sia lungo le linee di maggiore pendenza che tramite le sistemazioni agricole presenti.

B)Permeabilità

Uno dei temi principali dell'idrogeologia è ovviamente la permeabilità delle formazioni considerata, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sottoterraneo.

In questo studio non sono state fatte indagini idrogeologiche specifiche, non essendo il progetto in esame di notevole rilevanza ed incidenza sull'assetto idrologico della zona, ma si sono individuate le caratteristiche ed il comportamento dei vari tipi di terreno, sul piano idrogeologico, in base all'osservazione diretta dello stato di fratturazione e/o alterazione superficiale degli ammassi rocciosi ed alla presenza di accumuli detritici.

Quindi si è fatta una distinzione di massima tra zone permeabili per fratturazione (essenzialmente le aree con substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante) e zone a permeabilità primaria per porosità (coltri eluvio-colluviali, alluvioni, accumuli detritici di diversa origine).

Vi è da evidenziare come esistano differenze anche importanti tra le modalità con cui si realizzano i fenomeni di infiltrazione e circolazione idrica in rapporto alle caratteristiche delle fratture della roccia presente.

Alluvioni antiche: si tratta di materiale caratterizzato da elevata permeabilità per porosità, favorita nel nostro caso da granulometrie dalle ghiaie alle sabbie. A livelli più superficiali i depositi alluvionali fanno registrare valori più bassi della permeabilità per la presenza di terreni più limosi.

In base ad ipotesi paleogeografiche si può tentare di ricostruire le varie fasi del rivo: le fasi di piena sono rappresentate dagli apporti verso valle di clasti di dimensioni maggiori, mentre le ghiaie più fini e le sabbie evidenziano la normale attività del torrente.

Le locali lenti argilloso-limose presenti a volte all'interno dei depositi possono ricollegarsi alla divagazione in seno al letto torrentizio di rigagnoli i cui canali furono successivamente riempiti da materiale più fine.

Terreno rimaneggiato e riporti: si tratta di materiale caratterizzato da elevata permeabilità per porosità per le granulometrie ben assortite, soprattutto in corrispondenza delle porzioni superficiali e di fascia terrazzata.

Tali materiali consentono una modesta infiltrazione per la presenza di matrice fine, dalla quale traggono alimentazione ridotti acquiferi confinati in aree a morfologia depressa.

La permeabilità per porosità è infatti dovuta alla presenza nella formazione di pori, spazi vuoti di dimensioni idonee, che formano una rete continua per cui l'acqua può passare filtrando da un poro all'altro.

Substrato roccioso: la circolazione delle acque nella zona in oggetto è strettamente legata alla litologia e struttura della stessa. Essendo il bed-rock costituito da argilloscisti si segnala una permeabilità medio-bassa per fessurazione, se la formazione assume un aspetto più compatto, tale caratteristica si accentua in corrispondenza delle zone di faglia dove l'assetto cataclastico dei materiali litoidi favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche. Al contrario se è alterato risulta impermeabile poiché aumentano le componenti argillose;

Nel dettaglio si possono riassumere per i comparti investigati le seguenti considerazioni:

- i materiali alluvionali si devono ritenere complessivamente permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione della granulometria prevalente; laddove sono presenti livelli fini i coefficienti di permeabilità risultano bassi, mentre i potenti orizzonti grossolani che caratterizzano un po' tutta la piana, a causa dell'elevato coefficiente di assorbimento, ospitano una falda permanente;
- i materiali di riporto soprastanti e presenti in superficie su tutte le aree investigate, possiedono una permeabilità variabile da punto a punto, anche se, in ragione della granulometria medio-grossolana, coefficienti medio elevati possono essere ritenuti accettabili;
- il substrato roccioso sano (argilliti) è da ritenere sostanzialmente impermeabile in condizioni di integrità; risulta parzialmente permeabile solo a seguito di intensa fessurazione, limitatamente ai livelli superficiali, dove le discontinuità strutturali possono rappresentare vie di circolazioni preferenziali;
- per quanto attiene alla alimentazione delle acque sotterranee, si ritiene che la zona di alimentazione principale sia costituita dall'asse del T.Polcevera, anche se un consistente contributo idrico proviene dai versanti, attraverso l'interdigitazione di materiali a genesi differenziata lungo il piede del pendio;

C) Deflusso sotterraneo

Avviene essenzialmente entro i materiali sciolti di copertura in corrispondenza degli accumuli sia di origine alluvionale che detritici di diversa origine di maggiore spessore, aumentando così la superficie di alimentazione.

La falda freatica è del tipo freatico, libera, il livello dinamico della falda subisce significative variazioni in funzione dell'entità delle precipitazioni meteorologiche.

La falda viene principalmente alimentata dal T.Polcevera e pertanto un suo senso di scorrimento risulta sub-parallelo a quello dell'asta torrentizia, inoltre vi sono inoltre consistenti contributi di alimentazione della falda provenienti da monte, con senso di scorrimento NE. Il limite inferiore della

falda si attesta in corrispondenza dell'interfaccia tra il bed rock argillitico, sostanzialmente impermeabile, ed il sovrastante materasso alluvionale grossolano.

Il deflusso sotterraneo avviene entro le alluvioni ghiaioso-sabbiose al di sotto dei terreni di riporto ad una quota presunta sui 4-5m dal p.c.

ELEMENTI PER MODELLO GEOTECNICO

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI

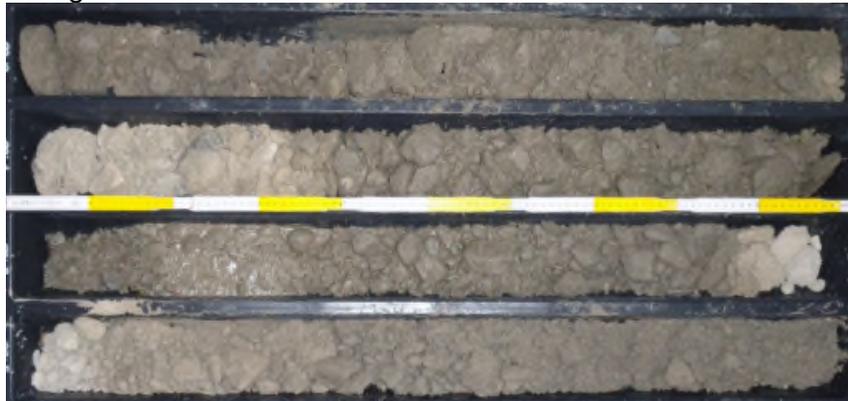
Costituzione geotecnica del sottosuolo dell'area pianeggiante

La stratigrafia geotecnica tipo dei terreni indagati posso essere riassunti come di seguito:

1. Il primo orizzonte comprende materiali di riporto eterogeneo frammentati a depositi fluviali rimaneggiati, i quali risultano sciolti, con maggiori percentuali di ghiaia e sabbia; tale livello ha comportamento granulare



2. Il secondo orizzonte comprende il deposito alluvionale composto da terreni da poco a mediamente addensati, sempre in subordine alla frazione granulare. Nella frazione granulare prevale la percentuale grossolana assimilabile alle ghiaie, rispetto agli elementi fini. Anche per questo livello si ha un comportamento granulare



3. Il secondo orizzonte comprende il substrato roccioso argillocistoso, composto da argillocistosi livelli superficiali alterati fissili molto fratturati, per i primi metri per poi passare a roccia più compatta ma estremamente fratturata.

Costituzione geotecnica del sottosuolo dell'area in versante

La stratigrafia geotecnica tipo dei terreni indagati posso essere riassunti come di seguito:

1. Il primo orizzonte comprende materiali della coltre detritica, i quali risultano sciolti, con maggiori percentuali di clasti in matrice limoso-sabbiosa; tale livello ha comportamento granulare

2. Il secondo orizzonte comprende materiali derivanti da un substrato argillitico molto fratturato; tale livello ha comportamento a terreno granulare ma coesivo

3. Il secondo orizzonte comprende il substrato roccioso argillocistoso, composto da argillocistosi

livelli superficiali alterati fissili molto fratturati, per i primi metri per poi passare a roccia più compatta ma estremamente fratturata.

Parametrizzazione

In seguito alle campagne geognostiche eseguite dalla scrivente nel comparto in oggetto e da dati bibliografici ottenuti da prove su terreni simili, sono stati ottenuti i seguenti parametri geotecnici caratterizzanti i livelli descritti nel modello stratigrafico.

La stratigrafia del sottosuolo indagato, riassunta nelle sezioni geologiche schematiche in allegato è stata ricostruita sulla base dell'interpretazione dei dati ricavati dalle indagini geognostiche eseguite.

Va sottolineato che, come richiesto dalla NTC 2018, i parametri geotecnici riportati nella presente relazione, in fase progettuale, dovranno essere eventualmente corretti in ragione delle specifiche verifiche e tipologie di intervento.

1. RIPORTI ETEROGENEI PREVALENTEMENTE GROSSOLANI IN MATRICE LIMOSA e depositi alluvionali rimaneggiati

Per questo livello si possono assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\begin{aligned}\gamma &= 2 \text{ t/mt}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2,1 \text{ t/mt}^3 \\ \varphi' &= 30^\circ \\ c' &= 0 \\ E_Y &= 44,4 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2. GHIAIE E GHIAIE-SABBIOSE DEBOLMENTE LIMOSE

Per questo livello si possono quindi assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\begin{aligned}\gamma &= 2-2,1 \text{ t/mt}^3 \\ \varphi' &= 31,7^\circ \\ C' &= 5 \text{ kPa} \\ E_Y &= 40,7 \text{ MPa}\end{aligned}$$

3. DEPOSITI ALLUVIONALI LIMOSO-ARGILLOSI CON GHIAIA E GHIAIETTO

Per questo livello si possono quindi assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\gamma = 1,9 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\varphi' = 30,7^\circ$$

$$c' = 9,8 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 80 \text{ kPa}$$

$$E_Y = 50 \text{ MPa}$$

4. COLTRE DETRITICA

Per questo livello si possono quindi assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\gamma = 1,9 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\varphi' = 29^\circ$$

$$c' = 7 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 40 \text{ kPa}$$

5. ARGILLITE MOLTO FRATTURATA

Per questo livello si possono assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\gamma = 2,3 \text{ t/mt}^3$$

$$\varphi = 27-28^\circ$$

$$c = 80-100 \text{ kPa}$$

Ed= 1000 MPa

Gd=4000 MPa

V= 0,2

6. SUBSTRATO ROCCIOSO

Per questo livello si possono quindi assumere i seguenti parametri geotecnici medi:

$\gamma = 2,5 \text{ t/mt}^3$

$\varphi = 31^\circ$

c = 150-170 kPa

Ed= 2000 MPa

Gd=9000 MPa

V= 0,4

VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ AL PIANO DI BACINO

Alla luce della situazione geologico-geomorfologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche progettuali ed alle indicazioni di cautela geologica in fase esecutiva, la scrivente ritiene che l'intervento di progetto non apporterà stravolgimenti sulla sistemazione del comparto intero sotto il profilo idrogeologico e che è conforme alle norme di Piano di Bacino del T.Polcevera.

VERIFICA DELLE POSSIBILI RIPERCUSSIONI SUL CIRCONDARIO, PRESCRIZIONI ESECUTIVE DI CARATTERE GEOLOGICO E CONCLUSIONI

Considerate le condizioni geologiche e la tipologia del nuovo intervento si ritiene che non si potrebbero avere ripercussioni sull'esistente.

Alla luce della situazione geologico-geomorfologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche dell'intervento, la scrivente ritiene fattibile progetto di cui trattasi.

Sotto il profilo della tutela idrologica ed idrogeologica della zona, attualmente il comparto non è assoggettato a fenomeni di esondabile e per le caratteristiche progettuali, di assenza di piani interrati, non vi è alcuna interferenza sull'acquifero competente al T.Polcevera.

La nuova costruzione non interferisce negativamente né produce nuove ripercussioni sui manufatti esistenti.

Ciò premesso di seguito verranno fornite le indicazioni di carattere geologico-esecutivo da adottarsi in aggiunta e/o sostituzione a quelle previste nel progetto:

- la scelta della tipologia di sostegno dei fronti di scavo e delle fondazioni dovrà essere valutata attentamente dal progettista delle strutture in funzione della tipologia dei terreni incontrati;
- per la natura e la presenza di possibili eterogeneità di risposta ai carichi del terreno di fondazione, dovranno essere valutati i cedimenti differenziati
- durante le operazioni di sbancamento e di riprofilo del versante, con annesse opere di consolidamento, non dovranno essere lasciati scavi aperti per periodi lunghi senza un adeguato sostegno e/o inaridimento dei terreni scavati;
- i fronti di scavo dovranno essere preservati dall'azione filtrante e/o erosiva di eventuali acque meteoriche durante l'intera fase di approfondimento con la posa preventiva di teli in p.v.c..
- gli scavi dovranno possibilmente essere eseguiti durante periodi asciutti, evitando di lasciare scavi aperti per periodi lunghi senza un adeguato sostegno
- la fase attuativa dei lavori dovrà comprendere l'esecuzione di interventi finalizzati alla regimazione (raccolta e smaltimento) delle acque di scorrimento superficiale e di deflusso subcorticale, onde contenere il più possibile gli effetti della loro azione erosiva, a salvaguardia dei manufatti e delle sue pertinenze. In particolare si tratta di:
 - a) prevedere in fase di scavo opere di allontanamento delle acque piovane raccolte, soprattutto

nella zona di versante;

b) dotare i muri di contenimento di appropriate strutture drenanti;

c) regimare correttamente le acque intercettate dagli edifici, dalla viabilità pedonale e veicolare, dagli spazi adibiti a parcheggio e dagli spiazzi sistemati a verde, si ritiene opportuno di prevedere una canale di gronda posta a monte della sistemazione del versante ed opera di sostegno lato monte;

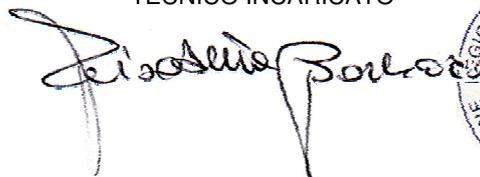
d) per gli interventi previsti di sistemazione esterna di superficie si adotteranno sistemi e/o materiali che facilitino la percolazione dell'acqua piovana nel terreno;

- i riporti previsti dovranno essere costituiti da materiali di buona qualità, con scarsa componente argillosa e privi di frazioni vegetali e/o torbose. Le operazioni dovranno essere Le operazioni dovranno essere effettuate a regola d'arte tramite la sistemazione di straterelli successivi di materiale progressivamente compattati.

L'indagine geologica illustrata nella presente relazione ha permesso di ricostruire il quadro dei lineamenti geologici, geomorfologico ed idrogeologici del contesto in esame e di valutare le problematiche indotte dal progetto, nonché di fornire le prescrizioni geologico-tecniche di competenza per la progettazione definitiva delle opere, tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali in sottosuolo.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 ed alle norme geologiche di attuazione del PUC di Genova

TECNICO INCARICATO



ALLEGATI:

- CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:5.000
- CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000
- CARTA IDROGEOLOGICA IN SCALA 1:5.000
- CARTA ISOFREATICHE IN SCALA 1:5.000
- PLANIMETRIA DI PROGETTO IN SCALA 1:500
- SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA S1 IN SCALA 1:800
- SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA S2 IN SCALA 1:800
- SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA S3 IN SCALA 1:800
- SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE ZONA VERSANTE IN SCALA 1:400
- STRATIGRAFIE POZZETTI
- STRATIGRAFIE
- RAPPORTO FINALE CAMPAGNA GEOGNOSTICA

LEGENDA

UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA

Cret. inf.  Argilloscisti di Murta

UNITÀ TETTONICA MIGNANEGO

Cret. inf.  Argilliti di Mignanego

QUATERNARIO

 Sedimenti alluvionali

 Sedimenti di alveo

 Coltri eluvio-colluviali di importanza particolare

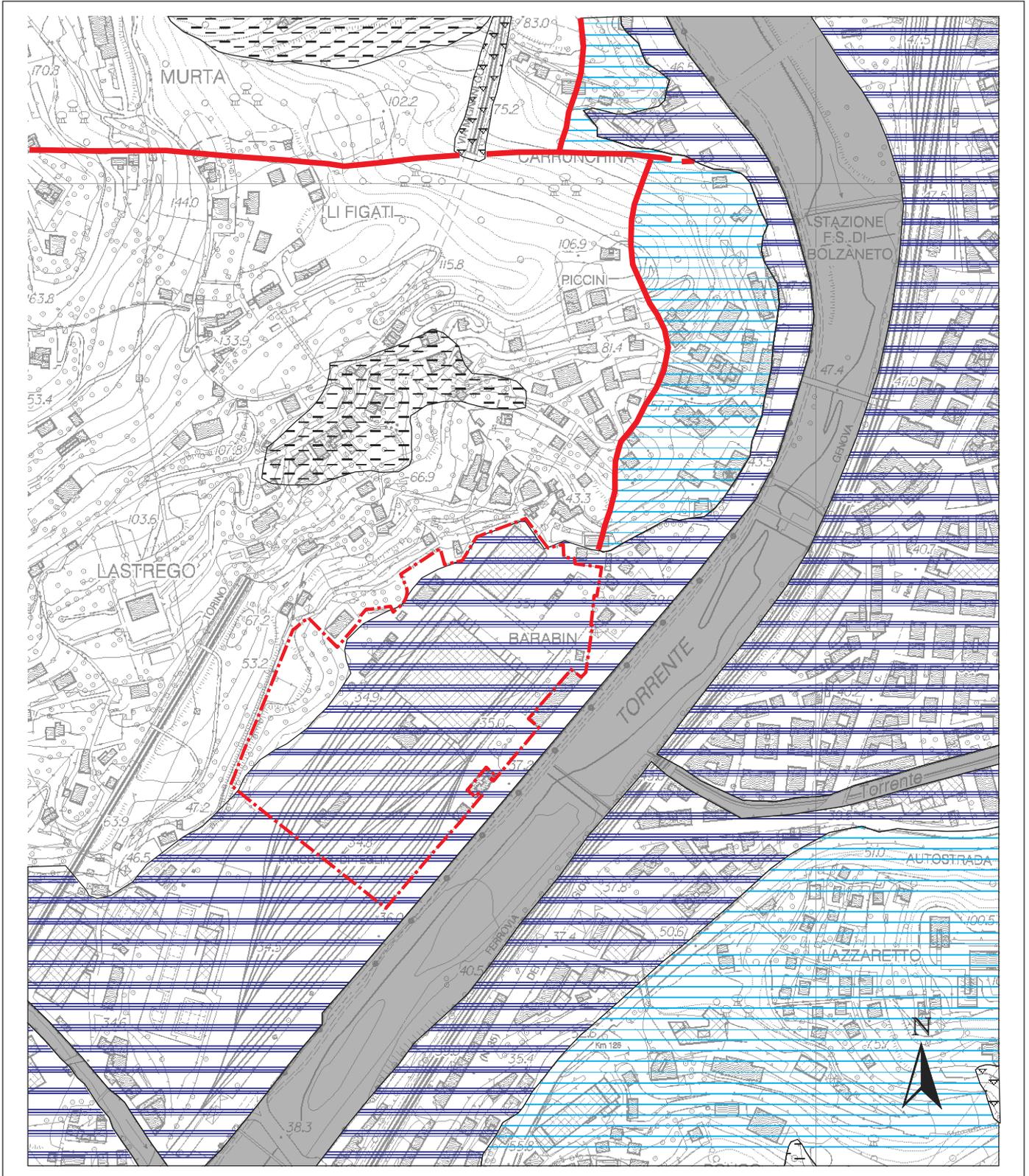
 Riporti artificiali e discariche
 Depositi vari rimaneggiati

DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità

 Faglie certe e presunte

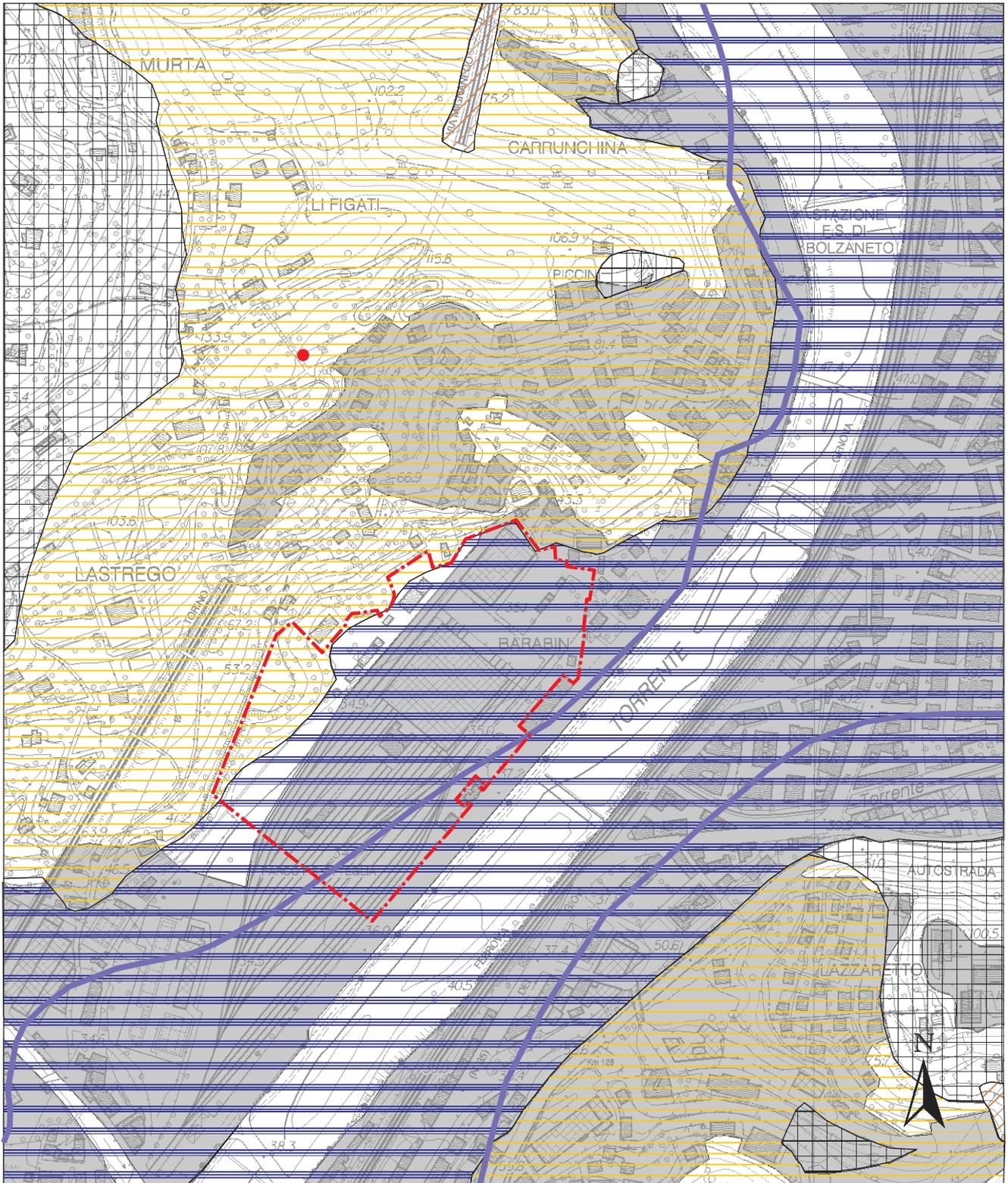
 Area in esame

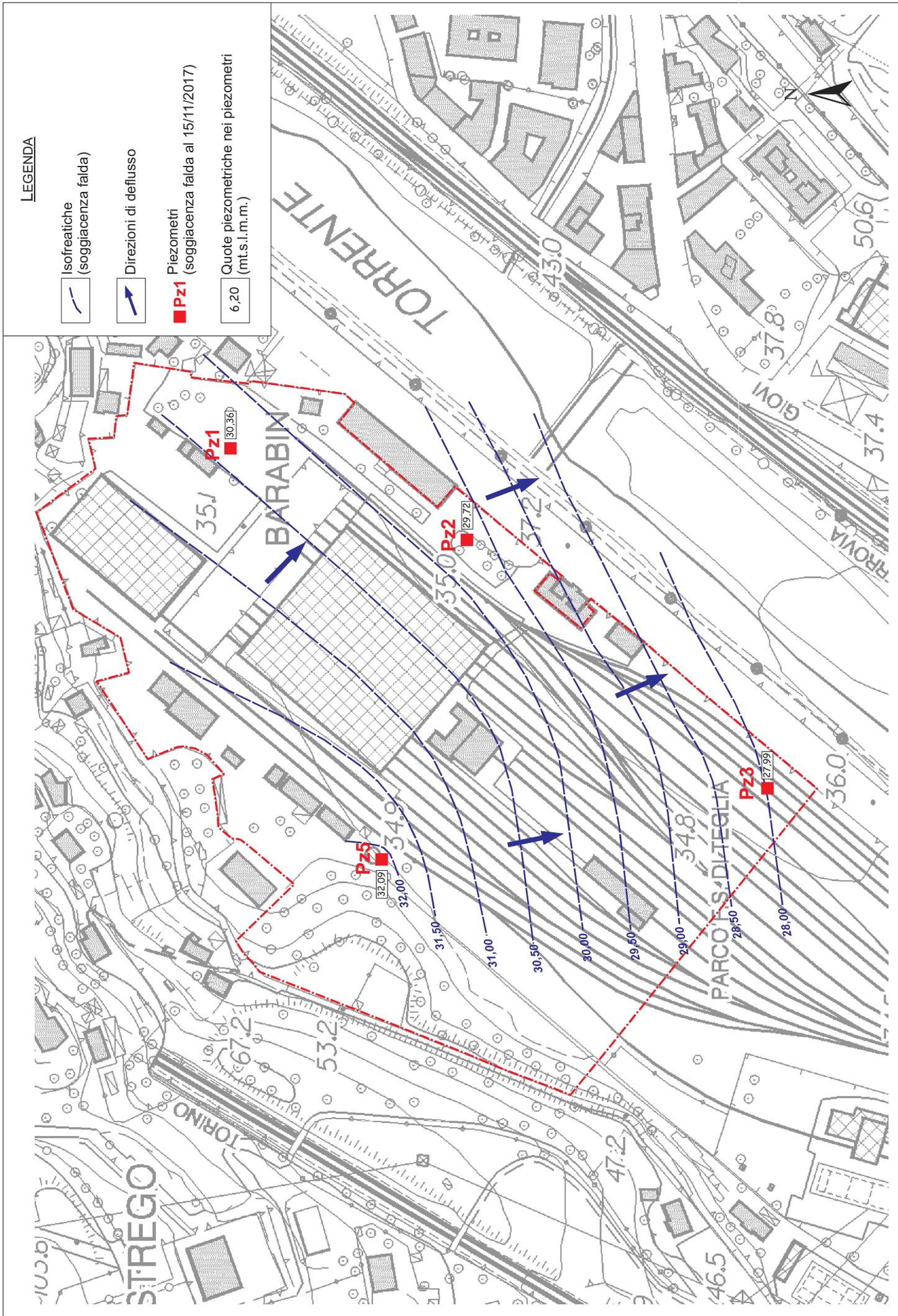


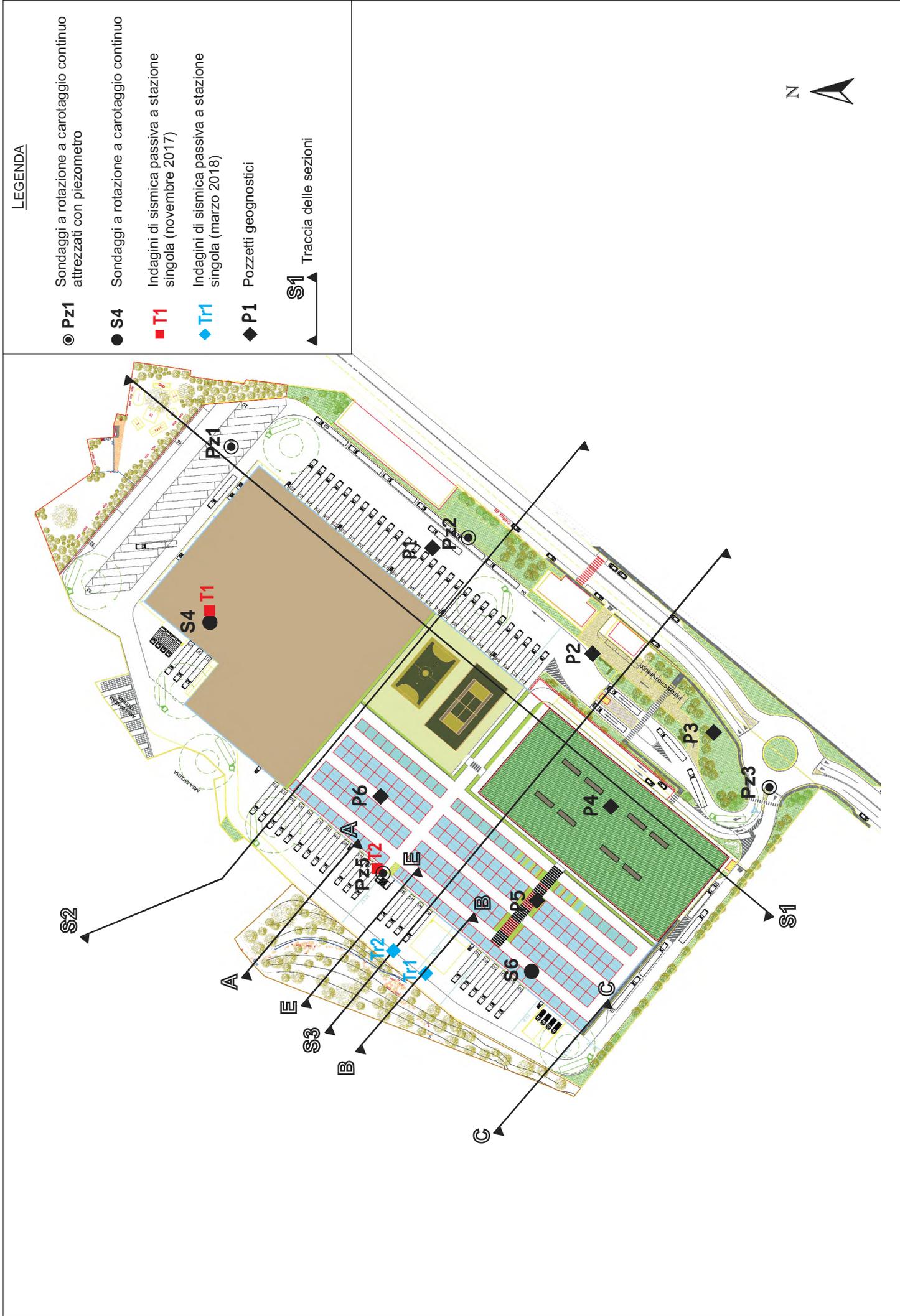
CARTA IDROGEOLOGICA
 Scala 1: 5000
 (Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)

LEGENDA

- | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---------------|
|  | Zone a permeabilità variabile |  | Zone impermeabili (ammassi rocciosi) |  | Pozzi |
|  | Zone permeabili per porosità |  | Zone urbanizzate sostanzialmente impermeabili |  | Area in esame |
|  | Zone permeabili per porosità su substrati impermeabili |  | Acquifero significativo | | |







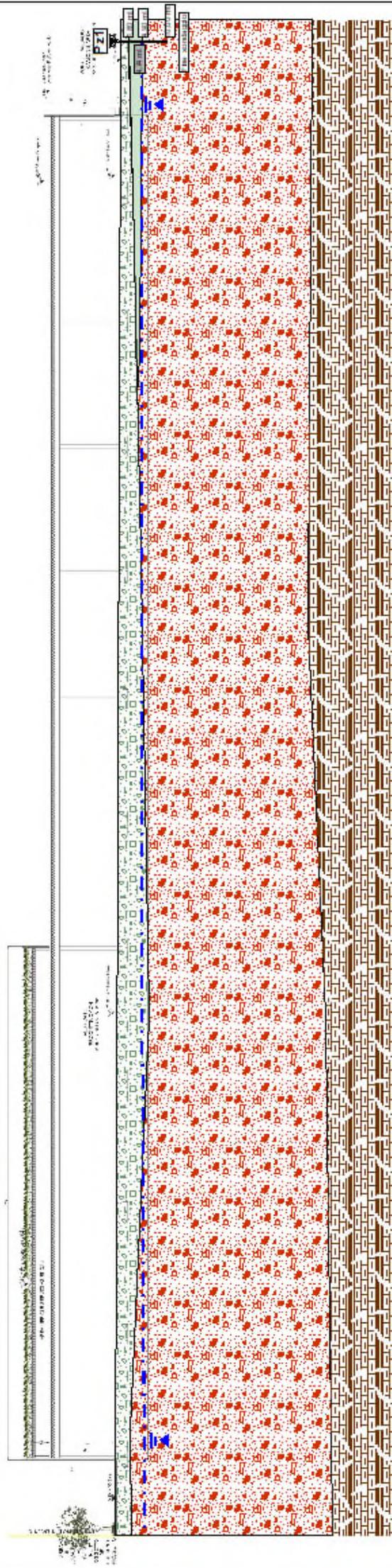
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA S1

Scala 1: 800

TAV. 6

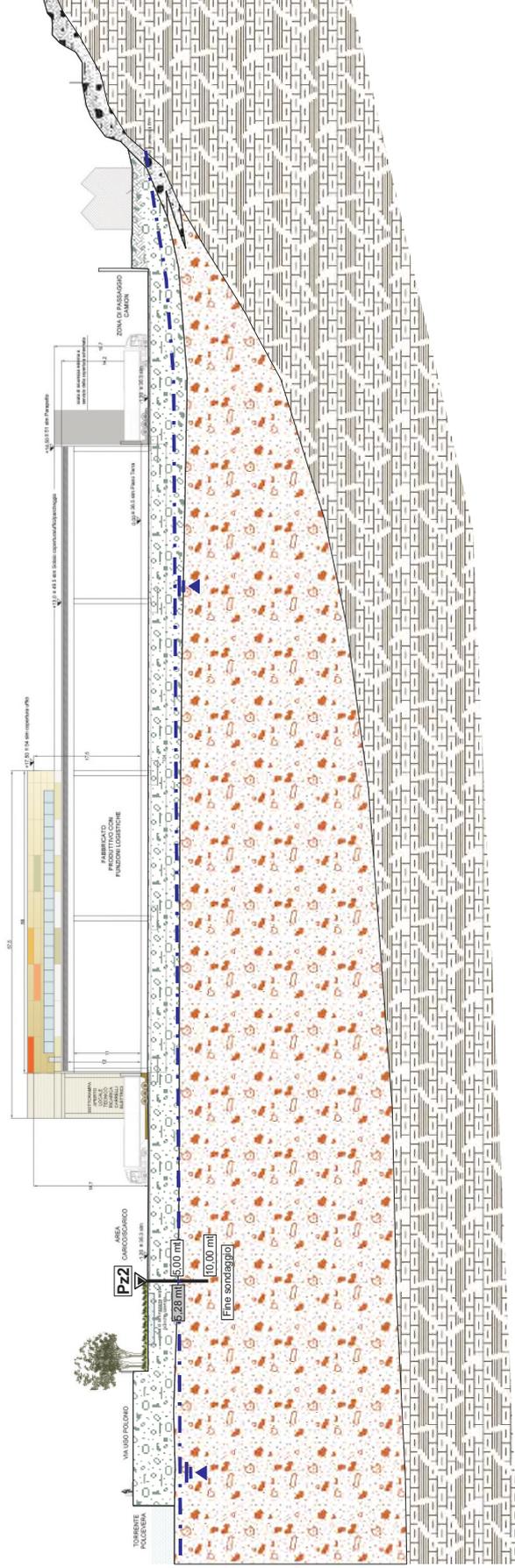
LEGENDA

-  Riparti e terreni rimasugliati
-  Depositi alluvionali costituiti da ghiaie, ghiaietto e sabbia debolmente limosa
-  Depositi alluvionali limoso argillosi con ghiaia e ghiaietto
-  Coltre di tritica
-  Substrato roccioso
-  PZ1 Sondaggio a rotazione e carotaggio continuo con piezometro
-  0.74 m Soglia di falda
-  Falda



LEGENDA

	Riporti e terreni rimaneggiati
	Depositi alluvionali costituiti da ghiaia, ghiaietto e sabbia debolmente limosa
	Coltre detritica
	Substrato roccioso
	Pz2 Sondaggio a rotazione a carotaggio continuo attrezzato con piezometro
	5,28 mt Soggiacenza falda
	Falda



SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE A-A B-B C-C

Scala 1 : 400

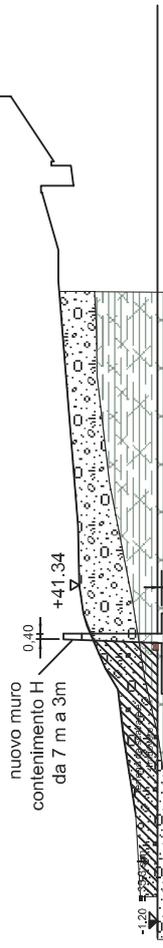
TAV. 9

LEGENDA

-
-
-

Sezione A-A

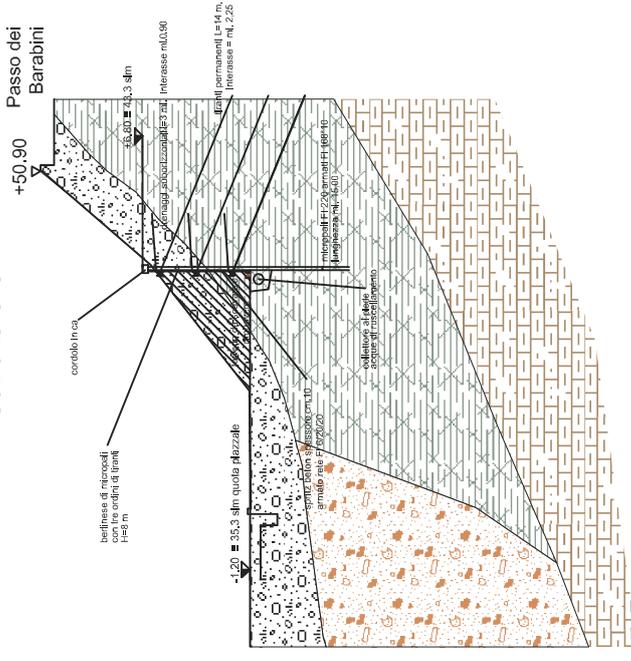
nuovo muro
contenimento H
da 7 m a 3m



Sezione B-B



Sezione C-C



NUOVO FABBRICATO
35,3 quota piazzale

Passo dei Barabini

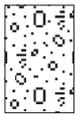
Passo dei Barabini

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA E-E

TAV. 10

Scala 1: 400

LEGENDA



Coltre detritica



Substrato roccioso



Depositi alluvionali costituiti da ghiaia, ghiaietto e sabbia debolmente limosa

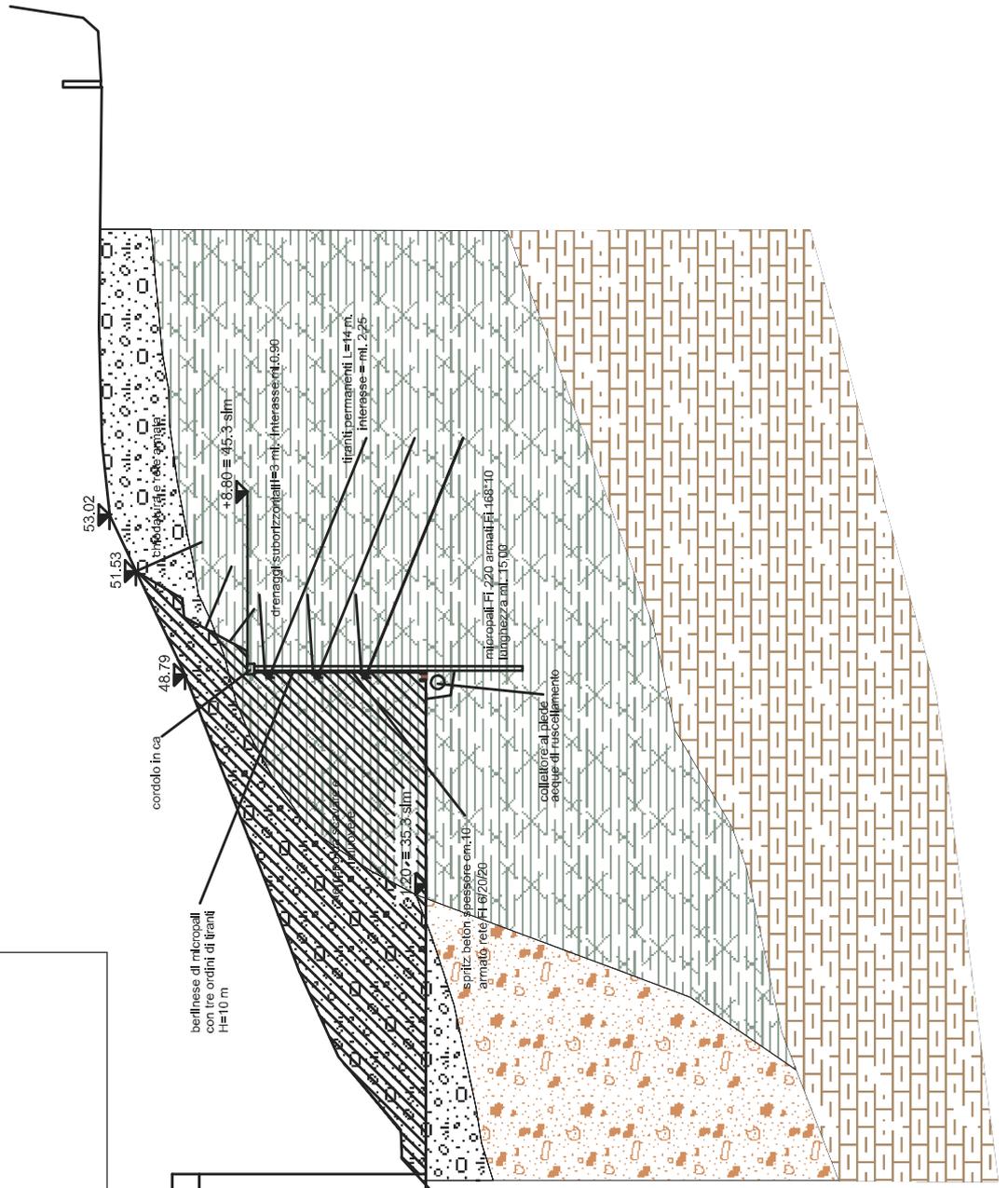


Livello di alterazione del substrato roccioso



NUOVO FABBRICATO

35.3 quota piazzale



**STRATIGRAFIA POZZETTO
GEOGNOSTICO P1**

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
Pozzetto geognostico: P1 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,40 Livello di falda: Non presente	P.c. ▶	 Riporti antropici prevalentemente ghiaiosi in rara matrice sabbiosa
	0,40 ▶	
	1,40 ▶	 Deposito a scheletro sabbioso, con passate ghiaiose, in matrice sabbiosa, color grigio, debolmente limosa.
	2,40 ▶	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



STRATIGRAFIA POZZETTO

GEOGNOSTICO P2

Scala 1: 50

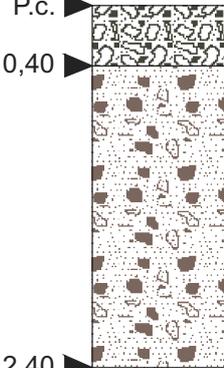
DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
<p>Pozzetto geognostico: P2 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,40 Livello di falda: Non presente</p>	<p>P.c. ▶</p> <p>0,40 ▶</p> <p>2,40 ▶</p> 	<p>Livello di ballast. Riporti antropici prevalentemente ghiaiosi in rara matrice sabbiosa</p> <p>Deposito a scheletro ghiaioso, con livelletti di ghiaia prevalenti, in matrice sabbiosa, color grigio, debolmente limosa, fortemente poligenici. La granulometria dei clasti è centimetrica, minore dei clasti in P1.</p>

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**STRATIGRAFIA POZZETTO
GEOGNOSTICO P3**

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
Pozzetto geognostico: P3 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,40 Livello di falda: Non presente	P.c. ▶	
	0,40 ▶	
	2,40 ▶	Deposito a scheletro ghiaioso, con abbondanti livelletti di ghiaia prevalenti, in matrice sabbiosa, color grigio, debolmente limosa, fortemente poligenici. La granulometria dei clasti è centimetrica, minore dei clasti in P1.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



STRATIGRAFIA POZZETTO

GEOGNOSTICO P4

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
<p>Pozzetto geognostico: P4 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,30 Livello di falda: Non presente</p>	<p>P.c. ▶</p> <p>0,40 ▶</p> <p>0,50 ▶</p> <p>0,80 ▶</p> <p>2,30 ▶</p>	<p>Livello di ballast e riporti antropici prevalentemente grossolani poligenici</p> <p>Livello a scheletro sabbioso-ghiaioso con matrice sabbioso-limosa</p> <p>Livello rimaneggiato ghiaioso grossolano con rara matrice sabbiosa</p> <p>Deposito a scheletro ghiaioso, omogeneo eterometrico e poligenico, in matrice sabbiosa, color grigio, debolmente limosa.</p>

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



STRATIGRAFIA POZZETTO

GEOGNOSTICO P5

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
<p>Pozzetto geognostico: P5 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,30 Livello di falda: Non presente</p>	<p>P.c. ▶</p> <p>0,40 ▶</p> <p>2,30 ▶</p>	<p>Livello di ballast e riporti antropici ghiaiosi fini in sabbia limosa grigia</p> <p>Deposito a scheletro ghiaioso, omogeneo eterometrico e poligenico, in matrice sabbiosa, color grigio, debolmente limosa. Clasti ben arrotondati.</p>

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**STRATIGRAFIA POZZETTO
GEOGNOSTICO P6**

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
Pozzetto geognostico: P6 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,40 Livello di falda: Non presente	P.c. ▶	
	0,40 ▶	
	2,40 ▶	Terreno rimaneggiato costituito da ghiaia media, con clasti arrotondati poligenici, in abbondante matrice limoso-sabbiosa color marrone beige scuro. Presenza costante di laterizi e radici.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



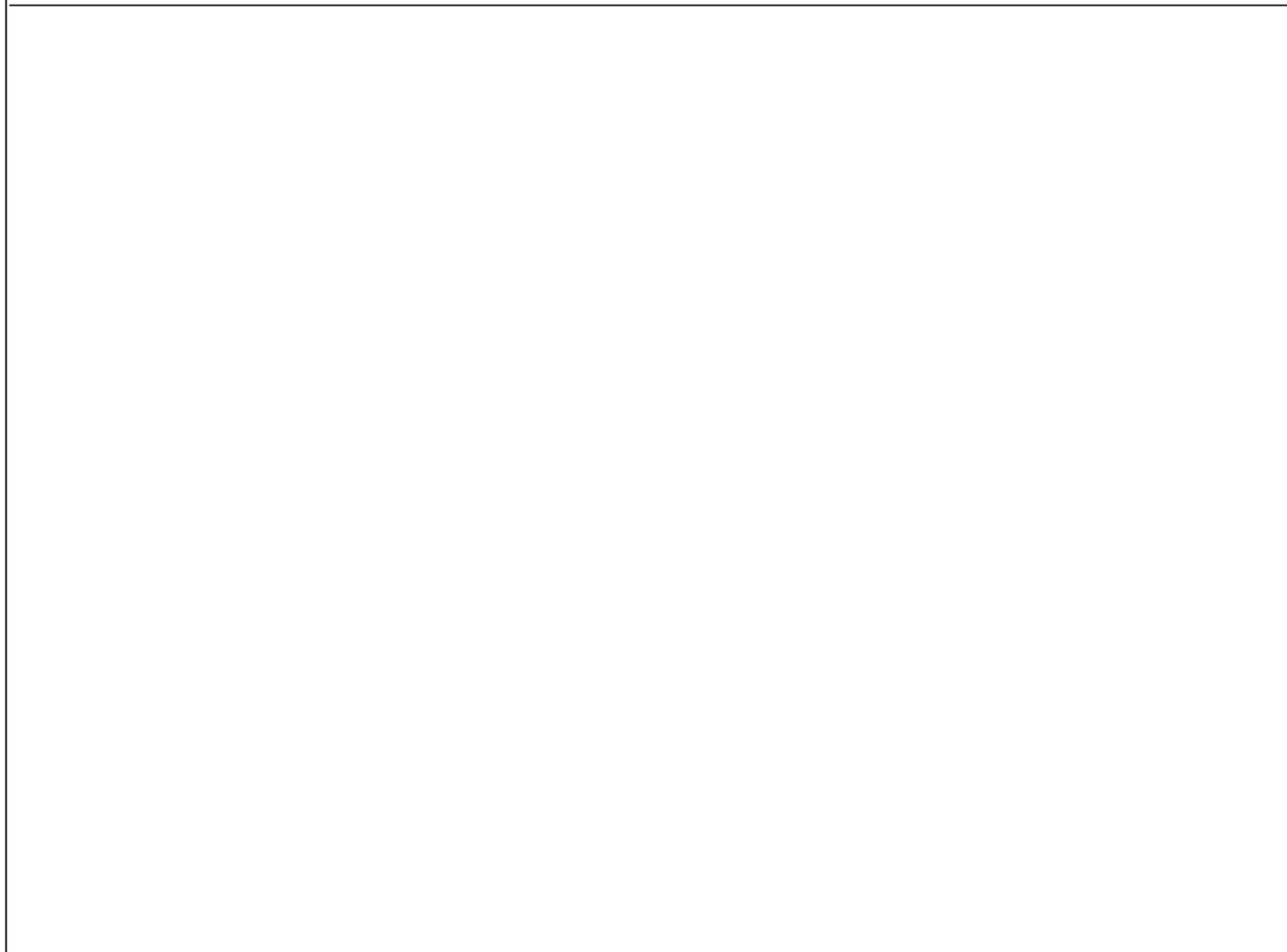
STRATIGRAFIA POZZETTO

GEOGNOSTICO P7

Scala 1: 50

DATI	PROFONDITA' (MT DA P.C.)	DESCRIZIONE
<p>Pozzetto geognostico: P7 Data di esecuzione: 8.03.2017 Ubicazione: Via Polonio - Ex officine manutenzione vetture RFI - Genova-Trasta Profondità: -2,40 Livello di falda: Non presente</p>		<p>Riporti antropici costituiti da matrice limosa color marrone scuro con ghiaietto e rari laterizi.</p> <p>Terreno rimaneggiato costituito da ghiaia media, con clasti arrotondati poligenici, in abbondante matrice limoso-sabbiosa color marrone beige scuro. Presenza costante di laterizi e radici.</p>

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



LOCALITA': Genova	CANTIERE: Ex Parco Ferroviario Genova Trasta	DITTA: M3D Costruzioni Speciali S.r.l.	SONDAGGIO N°: Pz3	INIZIO LAVORI: 15 novembre 2017	FINE LAVORI: 17 novembre 2017
STRUMENTAZIONE FORO: Piezometro 3"	QUOTA IMBOCCO FORO: P.c.	QUOTA FALDA: -6,11 mt da p.c.	Ø PERFOR.(mm): 101	COMMITTENTE: SO.GE.GROSS. S.P.A.	SCALA STRATIGRAFIA: 1:50

Spessore (mt)	Recupero %			R.Q.D. %			Dimensione spezzoni			Prelievo campioni	Prof. Falda (mt)	Prove	S.P.T.		Prof. (mt)	Strat.	Descrizione
	25	50	75	25	50	75	<5	5-10	10<				prof	N° colpi			
	1,00																
2,00												1,50 1,95	4 6 4				Terreno rimaneggiato composto da sabbia medio-grossolana di color grigio beige, ghiaia e ghiaietto debolmente limoso con clasti eterogenei ed eterometrici da sub-angolari ad angolari.
3,00										4,00 CR1 5,00		3,00 3,45 4,50 4,95	5 4 6 7 9 7				Deposito alluvionale rimaneggiato composto da ghiaia, ghiaietto e sabbia medio-grossolana debolmente limosa di colore grigio. Presenza di ciottoli eterogenei mediamente lavorati.
4,00										6,11		6,00 6,45 7,50	7 9 8				Deposito alluvionale composto da ghiaia grossolana, ghiaietto e sabbia medio-grossolana in matrice debolmente limosa (percentuale limosa >6-7%) di colore grigio. Abbondante presenza di clasti arrotondati eterometrici.
														10,00			

LOCALITA': Genova	CANTIERE: Ex Parco Ferroviario Genova Trasta	DITTA: M3D Costruzioni Speciali S.r.l.	SONDAGGIO N°: S4	INIZIO LAVORI: 13 novembre 2017	FINE LAVORI: 14 novembre 2017
STRUMENTAZIONE FORO: -----	QUOTA IMBOCCO FORO: P.c.	QUOTA FALDA: -----	Ø PERFOR.(mm): 101	COMMITTENTE: SO.GE.GROSS. S.P.A.	SCALA STRATIGRAFIA: 1:50

Spessore (mt)	Recupero %			R.Q.D. %			Dimensione spezzoni			Prelievo campioni	Prof. Falda (mt)	Prove	S.P.T.		Prof. (mt)	Strat.	Descrizione
	25	50	75	25	50	75	<5	5-10	10<				prof	N° colpi			
0,30															0,30		Asfalto e riporti.
2,10																	Riporti composti da sabbia medio-grossolana, ghiaia e ghiaietto di color grigio con raro limo. Clasti e frammenti lapidei da sub-angolari ad angolari.
2,90															2,40		Livello limoso da compatto a semi-plastico di color beige, mediamente rimaneggiato
4,70															5,30		Deposito alluvionale composto da ghiaia grossolana, ghiaietto e sabbia medio grossolana angolare, alternata a livelletti più francamente limosi consistenti. Tra -9,00/-10,00 mt ghiaia grossolana in matrice fine.
															10,00		

LOCALITA': Genova	CANTIERE: Ex Parco Ferroviario Genova Trasta	DITTA: M3D Costruzioni Speciali S.r.l.	SONDAGGIO N°: S4	INIZIO LAVORI: 13 novembre 2017	FINE LAVORI: 14 novembre 2017
STRUMENTAZIONE FORO: -----	QUOTA IMBOCCO FORO: P.c.	QUOTA FALDA: -----	Ø PERFOR.(mm): 101	COMMITTENTE: SO.GE.GROSS. S.P.A.	SCALA STRATIGRAFIA: 1:50

Spessore (mt)	Recupero %			R.Q.D. %			Dimensione spezzoni			Prelievo campioni	Prof. Falda (mt)	Prove	S.P.T.		Prof. (mt)	Strat.	Descrizione
	25	50	75	25	50	75	<5	5-10	10<				prof	N° colpi			
	5,00																
														15,00			

LOCALITA': Genova	CANTIERE: Ex Parco Ferroviario Genova Trasta	DITTA: M3D Costruzioni Speciali S.r.l.	SONDAGGIO N°: S6	INIZIO LAVORI: 20 novembre 2017	FINE LAVORI: 21 novembre 2017
STRUMENTAZIONE FORO: -----	QUOTA IMBOCCO FORO: P.c.	QUOTA FALDA: -----	Ø PERFOR.(mm): 101	COMMITTENTE: SO.GE.GROSS. S.P.A.	SCALA STRATIGRAFIA: 1:50

Spessore (mt)	Recupero %			R.Q.D. %			Dimensione spezzoni			Prelievo campioni	Prof. Falda (mt)	Prove	S.P.T.		Prof. (mt)	Strat.	Descrizione
	25	50	75	25	50	75	<5	5-10	10<				prof	N° colpi			
0,30															0,30		Terreno vegetale.
5,20																	Terreno rimaneggiato composto da sabbia medio grossolana, ghiaia e ghiaietto in matrice debolmente limosa di color grigio. Clasti e frammenti lapidei da sub-angolari ad angolari.
0,20															5,50 5,70		Trovante calcareo.
4,30																	Depositi alluvionali composti da sabbia debolmente limosa di color grigio beige con ghiaia medio grossolana. Presenza di ciottoli arrotondati.
4,30															9,50 10,00		Depositi alluvionali composti da abbondante sabbia debolmente limosa di color grigio beige con ghiaia medio grossolana. Presenza di clasti sub-angolari.

LOCALITA': Genova	CANTIERE: Ex Parco Ferroviario Genova Trasta	DITTA: M3D Costruzioni Speciali S.r.l.	SONDAGGIO N°: S6	INIZIO LAVORI: 20 novembre 2017	FINE LAVORI: 21 novembre 2017
STRUMENTAZIONE FORO: -----	QUOTA IMBOCCO FORO: P.c.	QUOTA FALDA: -----	Ø PERFOR.(mm): 101	COMMITTENTE: SO.GE.GROSS. S.P.A.	SCALA STRATIGRAFIA: 1:50

Spessore (mt)	Recupero %			R.Q.D. %			Dimensione spezzoni			Prelievo campioni	Prof. Falda (mt)	Prove	S.P.T.		Prof. (mt)	Strat.	Descrizione
	25	50	75	25	50	75	<5	5-10	10<				prof	N° colpi			
5,00														10,00			Depositi alluvionali composti da abbondante sabbia debolmente limosa di color grigio beige con ghiaia medio grossolana. Presenza di clasti sub-angolari.
														15,00			



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



COMMITTENTE

RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

ESECUZIONE DI UNA CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO PRESSO L' EX PARCO
FERROVIARIO DI GENOVA TRASTA

COMUNE DI GENOVA
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

Genova, 28_11_2017



Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

INDICE

1. PREMESSA	03
2. SONDAGGI GEOGNOSTICI	04
2.1 PERFORAZIONE	04
2.2 STRATIGRAFIA	05
2.3 STANDARD PENETRATION TEST	07
2.4 PROVE PERMEABILITA' IN FORO	08
2.5 PRELIEVO CAMPIONI	12
3. TUBI PIEZOMETRICI	12
4. SONDAGGI SISMICI VERTICALI	14

ALLEGATI AL TESTO

1. COROGRAFIA
2. PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
3. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ1
4. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ2
5. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ3
6. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S4
7. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ5
8. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S6
9. PROVE PERMEABILITA' IN FORO
10. CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

1. PREMESSA

L'Impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l. è stata incaricata dalla SOGEGROS SpA, di eseguire una campagna di indagini geognostiche ambientali nell'ambito del progetto che coinvolge l'area dell'ex Parco Ferroviario di Genova Trasta.

L'appalto, ha previsto la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

1. Approntamento cantiere e recinzione delle aree di lavoro per ogni punto di sondaggio;
2. Realizzazione di N°06 sondaggi geognostici, a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale, della profondità di 10.0 ml. quelli condizionati con tubo piezometrico da 3"(PZ1, PZ2, PZ3, e PZ5) e della profondità di 15.0 m i restanti (S4 e S5);
3. Esecuzione di prove Standard Penetration Test.;
4. Prelievo di campioni di terreno da sottoporre successivamente a prove di laboratorio;
5. Esecuzione di prove di permeabilità in foro tipo Lefranc all'interno della verticali PZ1, PZ2, PZ3 e PZ5;
6. Spurgo dei N°04 piezometri per i 3 volumi teorici e smaltimento delle acque di falda come previsto dalla normativa vigente;
7. Rimozione cantiere.

Si rimanda ai paragrafi successivi per la verifica delle singole voci.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

2.1 PERFORAZIONE

La perforazioni nei punti indicati in planimetria, è stata condotta eseguendo un sondaggio geognostico a carotaggio continuo con una perforatrice idraulica Beretta T45 montata su cingoli gommati, avente le seguenti caratteristiche:



Velocità di rotazione: 550 rpm

- Coppia massima: 650 Kgm
- Corsa continua: 350 cm
- Spinta: 4000 Kg
- Tiro: 4000 Kg
- Pompa per fluidi di perforazione pressione 50 Bar portata 200 lt

Durante l'avanzamento nei terreni sciolti sono stati utilizzati carotieri semplici con valvola a sfera in testa e calice per perforazione a secco, muniti di corone ad inserti di widia, con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale \varnothing_{est} = 101 / 116 mm

Lunghezza utile L = 150 cm.



In assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro ad ogni manovra di carotaggio è seguita una manovra di rivestimento utilizzando tubi di diametro 127 / 140 mm, dotati di una scarpa ad inserti di widia. Le operazioni di rivestimento,



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)

Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

viste le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, hanno richiesto un debole circolazione di acqua.

Le carote provenienti dalle perforazioni sono state ordinate in successione continua, entro apposite cassette catalogatrici in pvc di centimetri 100 x 50 e d'altezza adeguata. Le cassette sono state in seguito fotografate da un'angolazione di circa 90°, previa l'installazione di un riferimento indicante la località del cantiere, il numero del sondaggio e le quote di riferimento delle carote. Le fotografie sono state eseguite con una fotocamera digitale.



2.2 STRATIGRAFIE

Per il sondaggio geognostico è stata redatta la relativa stratigrafia allegata alla presente relazione, riportante tutte le informazioni riguardanti le operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote e dei terreni, come di seguito indicato:

a) informazioni generali del sondaggio:

- metodo di perforazione;
- diametro del foro;
- utensili utilizzati;
- lunghezza del tratto rivestito;
- metri realizzati con i diversi carotieri e le diverse corone.

b) informazioni relative ai terreni:

- tipo di terreno;

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

- colore;
- massime dimensioni dei clasti e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
- uniformità dei terreni granulari;
- struttura del terreno;
- presenza di materiale organico.

Nella stesura della descrizione è stato elencato per primo il nome del costituente principale seguito dal costituente secondario nella seguente forma, in accordo alle Raccomandazioni AGI (1977):

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta una percentuale compresa tra il 25% ed il 50 %;
- seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10%.

Per le carote è stato inoltre determinato in sito il recupero percentuale.

Nella descrizione dei terreni sciolti è stato fatto riferimento alla seguente tabella:

Definizione	Diametro dei grani [mm]	Criteri d'identificazione
blocchi	>200	Visibili ad occhio nudo
Ciottoli	60-200	Visibili ad occhio nudo
Ghiaia	20-60	Visibile ad occhio nudo
	media	6-20
	fine	2-6
Sabbia	0.6-2	Visibile ad occhio nudo
	media	0.2-0.6
	fine	0.06-0.2
Limo	0.002-0.06	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato tra le dita
Argilla	<0.002	Plastica, non dilatante, liscia al tatto, appiccica alle dita, si disgrega in acqua lentamente, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione, i frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita
terreno organico o vegetale		Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali
Torba		Predominano i resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

2.3 STANDARD PENETRATION TEST

Durante l'esecuzione delle perforazioni sono state eseguite alcune prove Standard Penetration Test; tale prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata quella di dimensioni standard (Raccomandazioni A.G.I. per la programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche, 1977).

Il dispositivo di percussione comprende: testa di battitura avvitata sulle aste, un maglio del peso di 63.5 kg (± 0.5 kg), ed un sistema di guida sganciamento automatico del maglio, che assicura una corsa a caduta libera di 75 cm. La prova d'infissione, avvenuta in fondo al foro precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore in questo caso a punta aperta per tratti successivi di 15 cm., registrando ogni volta il numero di colpi necessari (N_1 , N_2 , N_3). Con il primo tratto, detto di



“avviamento”, s'intende superare la zona di terreno rimaneggiata in fase di perforazione; se con $N_1 = 50$ colpi l'avviamento è minore di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova si dichiara conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Se il tratto di avviamento è stato superato, si conteggiano N_2 e N_3 (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm.) fino ad un limite complessivo di 100 colpi ($N_2 + N_3$), raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto. Il parametro caratteristico della prova $N_{S,P,T}$ è: $N_{S,P,T} = N_2 + N_3$

Di seguito si riportano i singoli valori rilevati:

	da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta
SONDAGGIO PZ1	1.50	1.95	5-6-8	Chiusa
	3.00	3.45	7-10-12	Chiusa
	4.50	4.95	6-9-11	Chiusa
	6.00	6.45	7-8-10	Chiusa
SONDAGGIO PZ2	1.50	1.95	3-4-6	Chiusa
	3.00	3.45	4-6-7	Chiusa
	4.50	4.95	4-4-2	Chiusa
	6.00	6.45	8-6-9	Chiusa
SONDAGGIO PZ3	1.50	1.95	4-6-4	Chiusa
	3.00	3.45	5-4-6	Chiusa
	4.50	4.95	7-9-7	Chiusa
	6.00	6.45	7-9-8	Chiusa
SONDAGGIO PZ5	1.50	1.95	5-3-4	Chiusa
	3.00	3.45	6-5-4	Chiusa
	4.50	4.95	6-8-11	Chiusa
	6.00	6.45	7-10-11	Chiusa

2.4 PROVE PERMEABILITA' IN FORO

La prova di permeabilità consiste nel creare un gradiente idraulico su un tratto di terreno scoperto tale per cui si possa misurare la tendenza al ristabilirsi

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

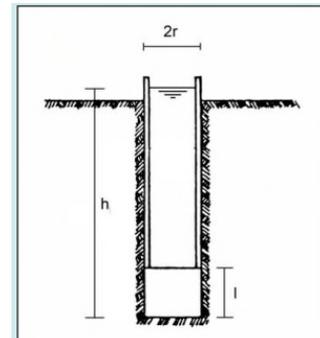
T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

dell'equilibrio idraulico (prova a carico variabile in abbassamento) o al mantenimento di una portata costante di immissione (prova a carico costante).

Durante le perforazioni PP3bis e PP5bis sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile sopra e sotto falda nei terreni sabbioso ghiaiosi presenti mentre nella perforazione PP1bis è stata eseguita una prova a carico costante soprafalda ed una a carico variabile nell'orizzonte a grana fine sottostante

La prova Lefranc consiste nel preparare un tratto di foro scoperto durante la perforazione del sondaggio e creare un gradiente idraulico mediante immissione (o estrazione) di acqua nella colonna di rivestimento, tale per cui si possa misurare la portata necessaria a mantenerlo costante (prova a carico costante), o la tendenza al ristabilirsi dell'equilibrio idraulico (prova a carico variabile). In questa maniera è possibile ricavare tramite opportuni algoritmi di calcolo il coefficiente di permeabilità del terreno.



CARICO COSTANTE

In questo tipo di prova si misura l'immissione di acqua pulita nella batteria di rivestimento, fino alla determinazione di un carico idraulico costante, cui corrisponde un a portata assorbita del terreno costante e misurata.

La misura della portata immessa a regime idrico costante è



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

determinata con contaltri di sensibilità pari a 0.1 litri. La taratura dei contaltri deve essere verificata in situ riempiendo un recipiente di volume noto e di capacità superiore a 100 litri. Le condizioni di immissione a regime costante devono essere mantenute, senza variazione alcuna per 10-20 min.

Il coefficiente di permeabilità K viene determinato utilizzando la seguente formulazione:

$$K = \frac{Q}{F \cdot h}$$

dove:

- Q= portata immessa o emunta (m³/sec);
- F= fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m);
- h= differenza di altezza del livello dell'acqua provocato dall'immissione o dall'emungimento (m).

CARICO VARIABILE

In questo tipo di prova si misura la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro dopo averlo alterato mediante l'immissione di acqua. Dall'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua (raggiunta la testa della tubazione di rivestimento), a intervalli di tempo variabili a seconda della velocità di discesa dell'acqua nel foro, si annotano il livello e il tempo di ciascun abbassamento.

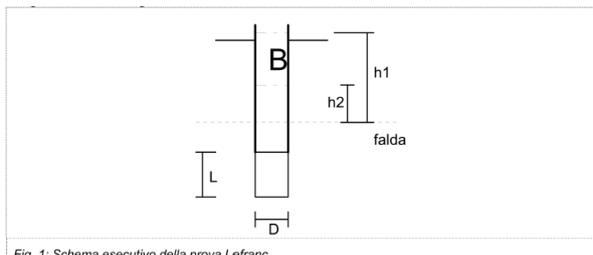


Fig. 1: Schema esecutivo della prova Lefranc

$$K = \frac{A}{CL \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità

A = area di base

h1, h2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o a fondo foro, ai tempi t1 e t2

t1, t2 = tempi nei quali si misurano h1 e h2

CL = coeff. di forma dipendente dalla configurazione geometrica

CL = L se L > D

CL = 2·π·D+L se L ≤ D

Il metodo utilizzato per l'interpretazione dei risultati

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

della prova fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI) ed utilizza il seguente schema geometrico e relazione di calcolo.

L'immissione degli abbassamenti o delle risalite fa riferimento alle effettive variazioni di livello dell'acqua partendo dal livello iniziale ($t = 0$), con una successione di letture cumulate da cui tramite opportuno foglio di calcolo si deriva automaticamente i valori complementari di h implementati nella formula in relazione al livello di falda.

Per quanto riguarda le altezze di carico idraulico variabili nel tempo, le NORME AGI affermano che esse sono "altezze rispetto alla falda indisturbata o rispetto al fondo foro"; risulterebbe pertanto che in mancanza di dati relativi alla falda il livello di riferimento può essere indifferentemente anche il fondo foro.

In base a quanto detto il metodo "AGI" permette di ovviare all'introduzione della falda, se non nota, considerando automaticamente il fondo foro come livello di riferimento. Nell'allegato è visualizzato il grafico tempi/abbassamenti in cui viene calcolato un valore di K per ogni tratto della curva tra una lettura e la successiva.

Il coefficiente di permeabilità stimato è quello medio dal punto della curva ove si ritiene che si sia instaurato un regime di flusso permanente (dopo saturazione dei terreni), fino a fine curva. Applicando la formula ai dati rilevati si ottengono i seguenti risultati.

	Tipo prova	Tratto prova	K m/sec
PZ1	Lefranc carico variabile	da 6.5 a 7.5 m	4.54 E10 ⁻⁶
PZ2	Lefranc carico variabile	da 3.5 a 4.5 m	3.18 E10 ⁻⁶

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

PZ3	Lefranc carico variabile	da 6.5 a 7.5 m	2.90 E10 ⁻⁷
PZ5	Lefranc carico variabile	da 3.0 a 4.0 m	7.13 E10 ⁻⁵

2.5 PRELIEVO CAMPIONI

Durante le operazioni di carotaggio, secondo quanto richiesto dall'appalto, sono stati prelevati n. 4 campioni di terreno rimaneggiati, n. 1 campione indisturbato tramite campionatore tipo Shelby. I campioni, uno per sondaggio, sono stati prelevati a quote differenti caratteristiche degli orizzonti individuati, che sono stati recapitati presso il laboratorio geotecnico G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing S.r.l. di Genova – Campi per essere sottoposti a prove di riconoscimento.

Si rimanda agli allegati per la verifica dei dati ottenuti.

3. TUBI PIEZOMETRICI

Al termine della perforazione, tutte le verticali di indagine sono state attrezzate a tubo piezometrico del tipo a circuito aperto $\varnothing 3''$.

Questi strumenti di monitoraggio consentiranno di verificare il livello di falda presente nel terreno per tutta la durata degli accertamenti tecnici e prelevare campioni d'acqua da sottoporre eventualmente ad analisi di laboratorio.





Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

I piezometri constano di una colonna di tubi in PVC rigido, fessurati ed eventualmente rivestiti di tessuto non tessuto per la parte in falda e ciechi per il tratto superiore.

Vanno posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione provvisoria, di diametro utile pari almeno al doppio del diametro dei tubi di misura adottati.

Una volta eseguita a quota la pulizia del foro, si inserisce la colonna fino a fondo foro; quindi si procede all'immissione, nell'intercapedine colonna - tubazione, di materiale granulare (sabbia, sabbia - ghiaietto) in modo da realizzare un filtro poroso attorno al tratto di colonna fenestrato.

Tale operazione va eseguita ritirando la tubazione provvisoria mano a mano che si procede con l'immissione dall'alto del materiale filtrante, curando di controllare la quota di questo con idonei sistemi di misura (cordelle metriche, etc.). Il bordo inferiore della tubazione dovrà sempre trovarsi al di sotto della quota raggiunta dal materiale di riempimento.

Al termine della formazione del filtro, si procede all'esecuzione di un tappo impermeabile di circa 1 metro di altezza, formato generalmente da palline di bentonite o argilla opportunamente pestellate, onde separare la zona filtrante dal tratto di foro superficiale, che andrà poi riempito con materiale di risulta, oppure cementato a seconda delle esigenze.

In superficie, si provvede quindi alla messa in posto di un idoneo capitello metallico o pozzetto carrabile, per il contenimento e la protezione della testa del piezometro.

Completato l'esecuzione del piezometro si è proceduto al suo sviluppo, con l'esecuzione di spurgo dello stesso, con l'impiego di "air lift", fino a quando non



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

si è stabilizzato un flusso idrico omogeneo con acqua pulita ed esente da solidi sospesi di ogni tipo.

Durante lo spurgo del piezometro le acque di risulta sono state stoccate in appositi contenitori nuovi per essere successivamente smaltiti come previsto dalla normativa vigente previo ottenimento del corretto CER.

4. SONDAGGI SIMICI VERTICALI

Al termine delle perforazioni, in corrispondenza dei punti di sondaggio S4 e S5, ed al fine della verifica dell'assetto stratigrafico in corrispondenza dell'area di intervento e fornire una stima delle velocità delle V_{s30} , sono stati eseguiti n°2 sondaggi sismici ubicati.

Si ritiene utile sottolineare che i rilievi sismostratigrafici eseguiti hanno utilizzato una tecnica di nuovissima concezione e di ancor più recente applicazione in Italia, che è quella dell'analisi dei microtremori ambientali.

Nello specifico si tratta di eseguire una misura delle minime oscillazioni naturali sempre presenti nella crosta terrestre perché indotte dall'azione di vento, maree ecc., e di andarne a studiare il rapporto tra le componenti orizzontali e verticali di tale moto.

Tale misura è tutt'altro che semplice, complice le ridottissime energie e i minimi spostamenti da misurare, ed a tale scopo si utilizza un tromografo digitale ad altissima sensibilità appositamente progettato.

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazioni le variazioni del rapporto alle varie frequenze tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali, con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo al

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

di sotto del punto di misura e fornisce così un indicazione litostratigrafica al di sotto del punto di misura.

Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha una variazione di litologia (più correttamente si tratta di una variazione delle proprietà meccaniche dei mezzi attraversati di solito associata ad una variazione litologica; nella maggior parte dei casi le due cose coincidono ma potrebbe, a rigor di logica, anche trattarsi di un puro addensamento del materiale) che è tanto più marcata tanto più grande è il picco in questione. Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione) operazione questa usualmente eseguita o tramite punti di taratura noti nelle vicinanze del sito di indagine o tramite algoritmi di calcolo sviluppati utilizzando le V_s medie conosciute per i singoli livelli individuati.

SONDAGGIO SISMICO VERTICALE T1

Dal sondaggio sismico T1, ubicato in adiacenza al sondaggio S4, si può evincere tale stratigrafia:

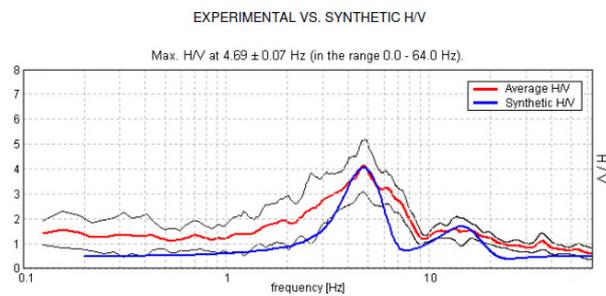
- Da 0.00 a 3.50 ml da p.c.: materiali con velocità delle V_s pari a 200 m/s, assimilabili a materiali sciolti poco addensati.
- Da 3.50 a 22.50 ml da p.c.: materiali con velocità delle V_s pari a 400 m/s, assimilabili a materiali da sciolti a mediamente densi.
- Da 22.50 ml da p.c.: materiali con velocità media delle V_s pari a 850 m/s, assimilabili al substrato roccioso.

Su tale verticale si è ottenuto un valore medio delle V_{s30} pari 406 m/s.

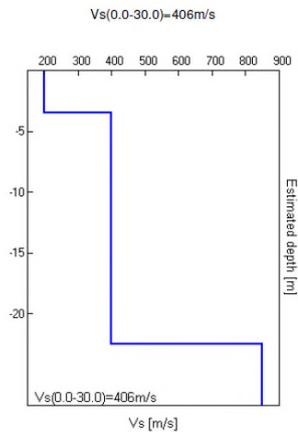
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
3.50	3.50	200
22.50	19.00	400
inf.	inf.	850



SONDAGGIO SISMICO VERTICALE T2

Dal sondaggio sismico T2, ubicato in adiacenza al sondaggio S5, si può evincere tale stratigrafia:

- Da 0.00 a 4.50 ml da p.c.: materiali con velocità delle V_s pari a 210 m/s, assimilabili a materiali sciolti.

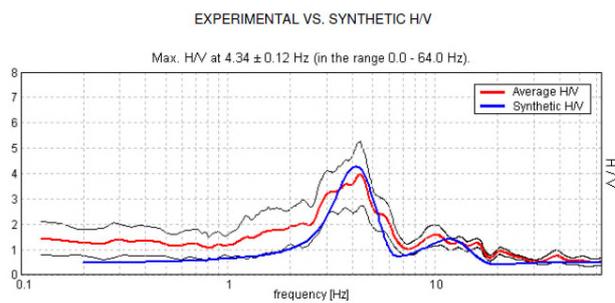
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

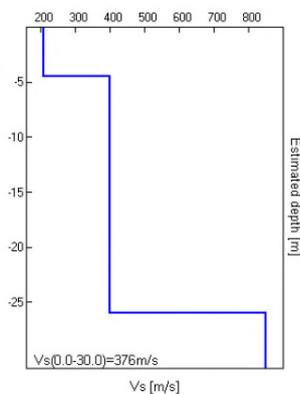
- Da 4.50 a 26.00 ml da p.c.: materiali con velocità delle V_s pari a 400 m/s, assimilabili a materiali da sciolti a mediamente densi.
- Da 26.00 ml da p.c.: materiali con velocità media delle V_s pari a 850 m/s, assimilabili al substrato roccioso.

Su tale verticale si è ottenuto un valore medio delle V_{s30} pari 376 m/s.



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	V_s [m/s]
4.50	4.50	210
26.00	21.50	400
inf.	inf.	850

$V_s(0.0-30.0)=376\text{m/s}$





Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

Certi di aver adempiuto correttamente ed in modo esaustivo all'incarico conferitoci, rimaniamo comunque a disposizione per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti di indagine.

Genova, 28_11_2017



Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

ALLEGATI

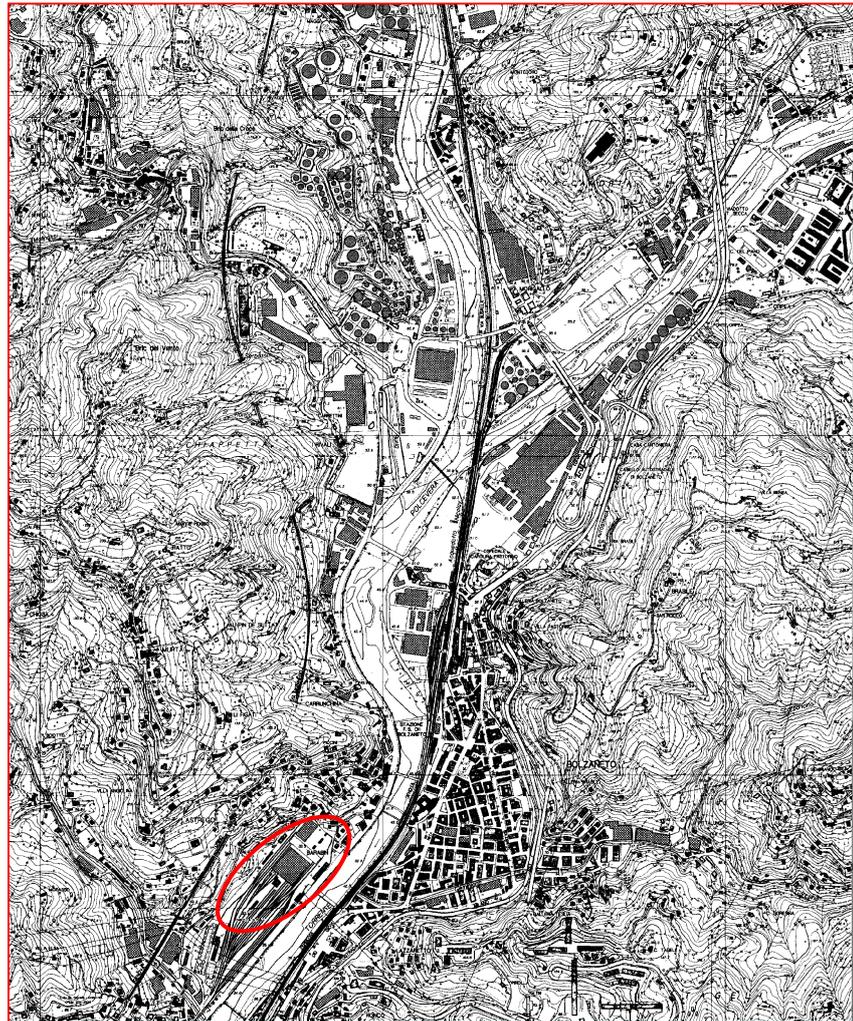
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



1 | COROGRAFIA

N° | allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-1:10000

scala

Luca Maldotti

redatto

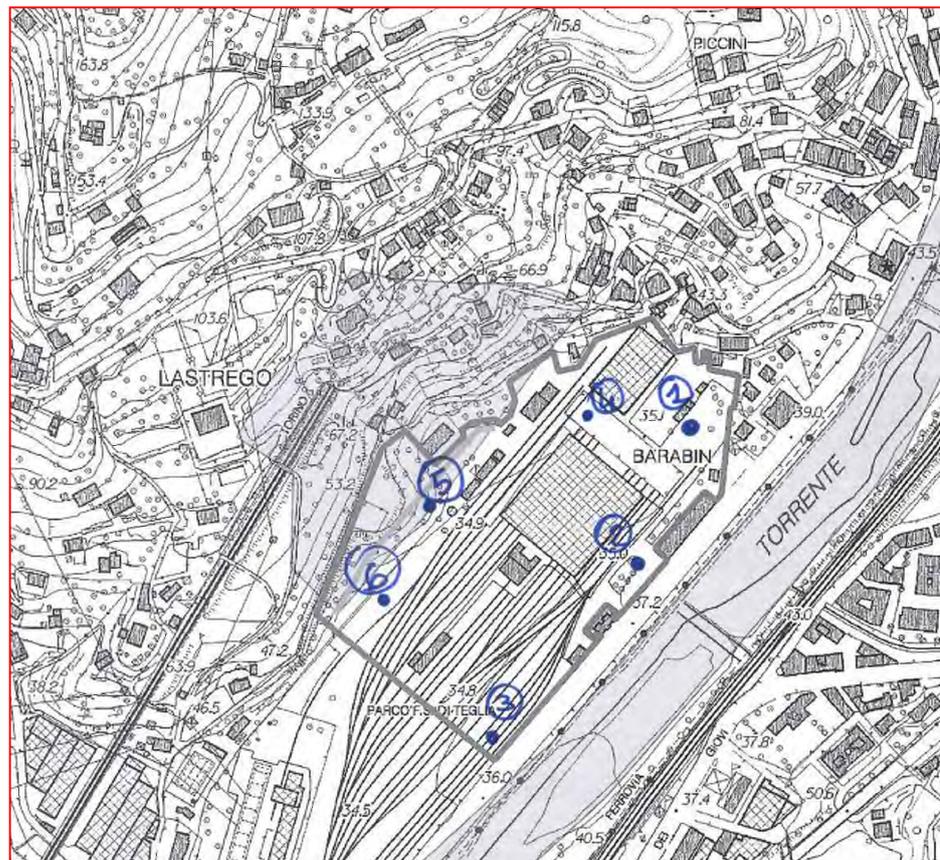
SOGEGROS SpA

committente

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



2 UBICAZIONE INDAGINI

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-//	Luca Maldotti	SOEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

3 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ1

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



3.1 POSTAZIONE SONDAGGIO PZ1

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

3.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO PZ1

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

3.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI PZ1

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **SOGEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **PZ1 - Cassetta: n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →



Committente: **SOGEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **PZ1 - Cassetta: n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

3.4 | SCHEDA ATTIVITA' PZ1

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

4 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ2

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

4.1 POSTAZIONI DI SONDAGGIO PZ2

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

4.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO PZ2

N° | allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CClAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

4.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI PZ2

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CClAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
 Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
 F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
 E-mail info@m3dsrl.com



Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: PZ2 - Cassetta: n°1
 Prof. da 0.00 m. a 5.00 m. →



Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: PZ2 - Cassetta: n°2
 Prof. da 5.00 m. a 10.00 m. →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

4.4 | SCHAEDA ATTIVITA' SONDAGGIO PZ2

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CClAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

5 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO PZ3

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



5.1 POSTAZIONI DI SONDAGGIO PZ3

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

5.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO PZ3

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

5.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI PZ3

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **SOEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **PZ3 - Cassetta: n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →



Committente: **SOEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **PZ3 - Cassetta: n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

5.4 | SCHEDA ATTIVITA' SONDAGGIO PZ3

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

6 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S4

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



6.1 POSTAZIONI DI SONDAGGIO S4

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

6.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO S4

N° | allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

6.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI S4

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CClAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **SOEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: n°1
Prof. da **0.00 m.** a **5.00 m.** →



Committente: **SOEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **S4** - Cassetta: n°2
Prof. da **5.00 m.** a **10.00 m.** →

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **SOGEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **54** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m.** a **15.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

6.4 | SCHEDA ATTIVITA' SONDAGGIO S4

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

7 | DOCUMENTAZIONE SONDAGIO GEOGNOSTICO PZ5

N° **allegato**

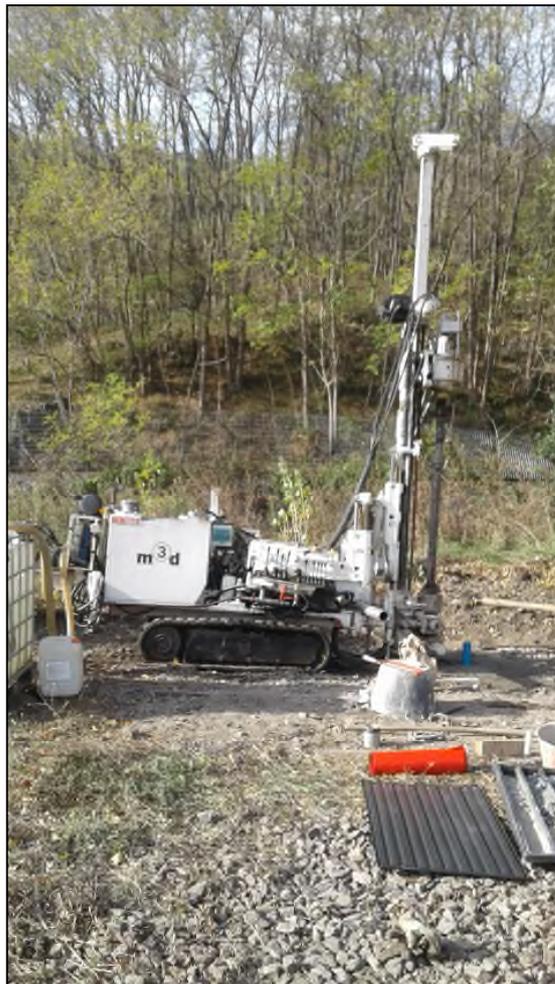
M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



7.1 POSTAZIONI DI SONDAGGIO PZ5

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS Spa
codice	data	scala	redatto	committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

7.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO PZ5

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

7.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI PZ5

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
 Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
 F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
 E-mail info@m3dsrl.com



Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: PZ5 - Cassetta: n°1
 Prof. da 0.00 m. a 5.00 m. →



Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: PZ5 - Cassetta: n°2
 Prof. da 5.00 m. a 10.00 m. →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

7.4 | SCHEDA ATTIVITA' SONDAGGIO PZ5

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



A. Poggi - R. Chiappori

Sondatore

Beretta T45

Sonda utilizzata

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° PZ5

- Scheda Tecnica Attività -

SOGEGROS SpA

Committente

17/11/17

Data Inizio

Genova Trasta

Località

20/11/17

Data Fine

CAROTAGGIO VERTICALE

da mt.	a mt.	Φ mm.	Carotiere	Corona W-D
0.00	10.00	101	Semplice	W

RIVESTIMENTI

da mt.	a mt.	Φ mm.	Scarpa W-D
0.00	10.00	127	W

SPT - Standard Penetration Test

N°	da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta A - C
1	1.50	1.95	5-3-4	C
2	3.00	3.45	6-5-4	C
3	4.50	4.95	6-8-11	C
4	6.00	6.45	7-10-11	C

CAMPIONI

N°	da mt.	a mt.	Tipo
1	5.00	6.00	R

LIVELLO FALDA

Data	Ora	PROF. mt.	F.FORO mt.	RIVEST. mt.

PROVE PERMEABILITA'

N°	Ore (hh.)	Lefranc	Lugeon
1	44 min	SI	

TUBO PVC

Diametro	3"
Tubo Cieco	1.00
Tubo Microf.	9.00
Lung. TOT.	10.00

INCLINOMETRO

Diametro	
Lung. TOT.	
Alluminio	ABS
Azimet	

CAPTELLO IN ACCIAIO

Diametro	Ghisa	PVC
----------	-------	-----

TOMBINO

CASSETTE

Numero	2	SI	NO
--------	---	----	----

PRECAVO A MANO

Note



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

8 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S6

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CClAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



8.1 POSTAZIONI DI SONDAGGIO S6

N° allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

8.2 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO S6

N° | allegato

M3D119_17

codice

28_11_2017

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

SOGEGROS SpA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

8.3 | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE CATALOGATRICI S6

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
 Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
 F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
 E-mail info@m3dsrl.com



Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: 56 - Cassetta: n°1
 Prof. da 0.00 m. a 5.00 m. →

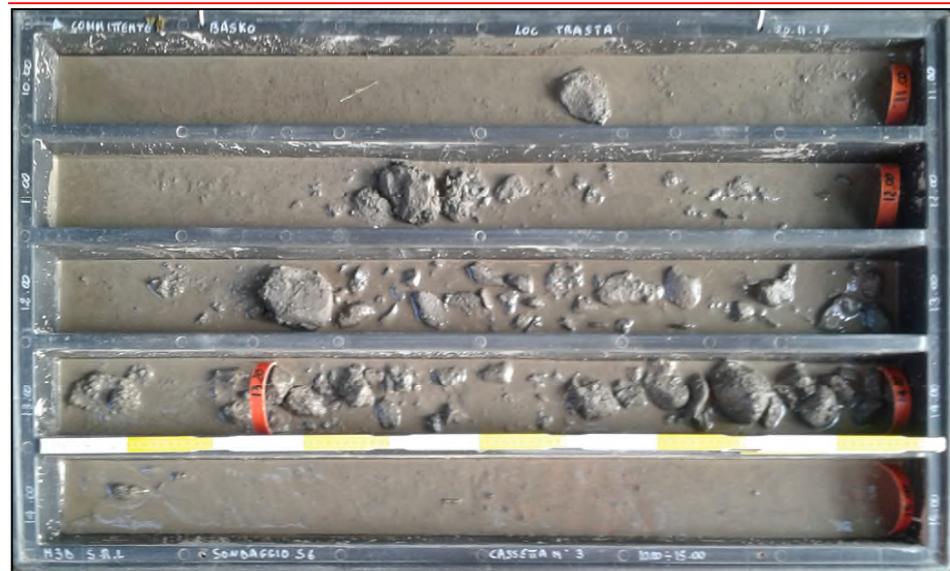


Committente: SOGEGROSS S.p.A.
 Sondaggio: 56 - Cassetta: n°2
 Prof. da 5.00 m. a 10.00 m. →

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **SOGEGROSS S.p.A.**
Sondaggio: **S6** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m.** a **15.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

8.4 | SCHEDA ATTIVITA' SONDAGGIO S6

N° allegato

M3D119_17	28_11_2017	-	Luca Maldotti	SOGEGROS SpA
codice	data	scala	redatto	committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCAA Genova > 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com

9 | PROVE PERMEABILITA' IN FORO

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE
SONDAGGIO PZ1**

DATI IDENTIFICATIVI

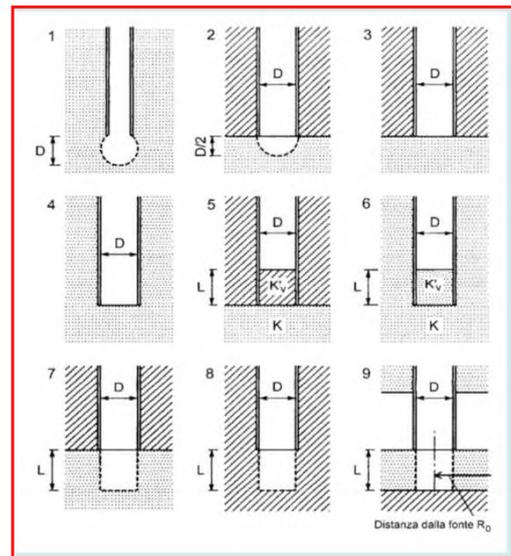
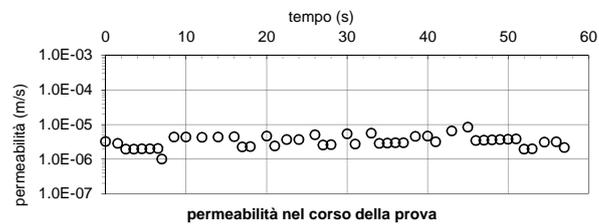
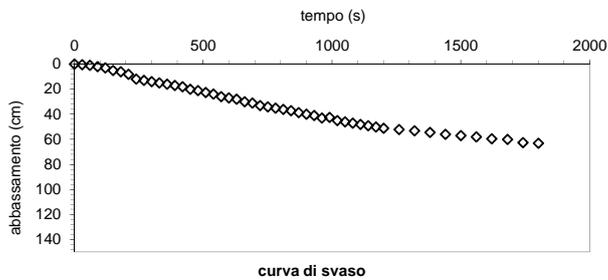
Committente:	SOGEGROS SpA
Cantiere	Genova Trasta
Opera	-
Sondaggio	PZ1
Prova n.	1
Data	08/11/2017

DATI CARATTERISTICI PROVA

Profondità foro H (m)	7.5
Profondità rivestimento P (m)	6.5
Lunghezza tratto di prova L-P (m)	1.0
Diametro foro D (mm)	101
Diametro rivestimento (mm)	127
Altezza acqua o fondo foro (m)	7.6
Tempo prova (min)	30.0
Portata (m ³ /s)	
Livello iniziale falda H (m)	1.0
Tipo cavità filtrante	Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Natura terreno nel tratto di prova	sabbia argillosa con ghiaia

DETERMINAZIONE COEFFICIENTE DI FORMA

GEOMETRIA CAVITA'	FORMULA (Wilkinson, 1968)
Filtro sferico in terreno uniforme	$F = 2 * 3,14D$
Filtro emisferico al tetto di strato confinato	$F = 3,14D$
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	$F = 2D$
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	$F = 2,75D$
Filtro cilindrico al confine con strato impermeabile	$F = 3 * 3,14L / I_n (3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3 * 3,14L / I_n (1,5L/D + Radq(1 + (1,5L/D)^2))$



CALCOLO PERMEABILITA'

Formula utilizzata:	$k = (A / (C_f * (t_2 - t_1))) \ln(h_1 / h_2)$
Tempo totale (min.)	30.00
Coefficiente di forma F (m)	0.319
Abbassamento totale (cm)	63.00
PERMEABILITA' (m/s)	4.54E-06



**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE
SONDAGGIO PZ2**

DATI IDENTIFICATIVI

Committente:	SOEGEGROS SpA
Cantiere	Genova Trasta
Opera	-
Sondaggio	PZ2
Prova n.	1
Data	07/11/2017

DATI CARATTERISTICI PROVA

Profondità foro H (m)	4.5
Profondità rivestimento P (m)	3.5
Lunghezza tratto di prova L-P (m)	1.0
Diametro foro D (mm)	101
Diametro rivestimento (mm)	127
Altezza acqua o fondo foro (m)	5.5
Tempo prova (min)	25.0
Portata (m ³ /s)	
Livello iniziale falda H (m)	1.0
Tipo cavità filtrante	Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Natura terreno nel tratto di prova	Sabbia argillosa con ghiaia

DETERMINAZIONE COEFFICIENTE DI FORMA

GEOMETRIA CAVITA
Filtro sferico in terreno uniforme
Filtro emisferico al tetto di strato confinato
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato
Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Filtro cilindrico al confine con strato impermeabile
Filtro cilindrico in terreno uniforme

FORMULA (Wilkinson, 1968)

$F = 2 \cdot 3,14D$

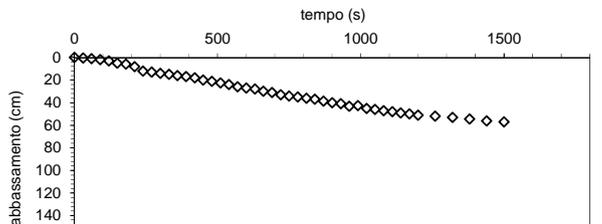
$F = 3,14D$

$F = 2D$

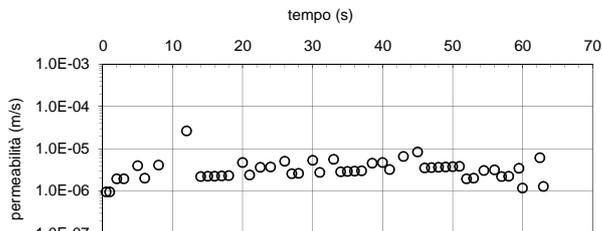
$F = 2,75D$

$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (3L/D + \text{Rad}q(1 + (3L/D)^2))$

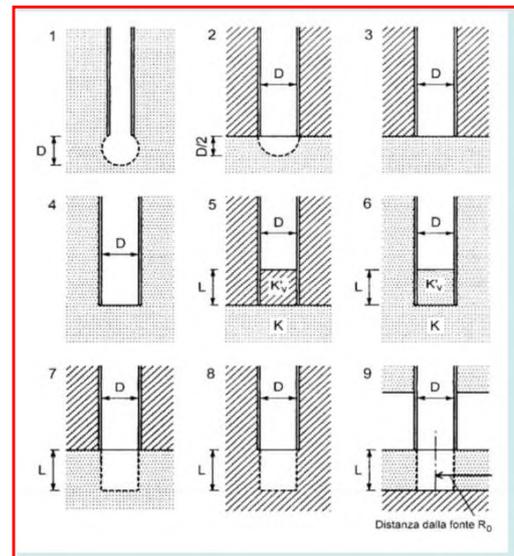
$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (1,5L/D + \text{Rad}q(1 + (1,5L/D)^2))$



curva di svaso



permeabilità nel corso della prova



CALCOLO PERMEABILITA'

Formula utilizzata:	$k = (A / (C_f \cdot (t_2 - t_1))) \ln(h_1 / h_2)$
Tempo totale (min.)	25.00
Coefficiente di forma F (m)	0.319
Abbassamento totale (cm)	57.00
PERMEABILITA' (m/s)	3.18E-06



**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE
SONDAGGIO PZ3**

DATI IDENTIFICATIVI

Committente:	SOEGEGROS SpA
Cantiere	Genova Trasta
Opera	-
Sondaggio	PZ3
Prova n.	1
Data	16/11/2017

DATI CARATTERISTICI PROVA

Profondità foro H (m)	7,5
Profondità rivestimento P (m)	6,5
Lunghezza tratto di prova L-P (m)	1,0
Diametro foro D (mm)	101
Diametro rivestimento (mm)	127
Altezza acqua (m)	7,5
Tempo prova (min)	75
Portata (m ³ /s)	
Livello iniziale falda H (m)	1,0
Tipo cavità filtrante	Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Natura terreno nel tratto di prova	Sabbia argillosa con ghiaia

DETERMINAZIONE COEFFICIENTE DI FORMA

GEOMETRIA CAVITA'
Filtro sferico in terreno uniforme
Filtro emisferico al tetto di strato confinato
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato
Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Filtro cilindrico al confine con strato impermeabile
Filtro cilindrico in terreno uniforme

FORMULA (Wilkinson, 1968)

$$F = 2 \cdot 3,14D$$

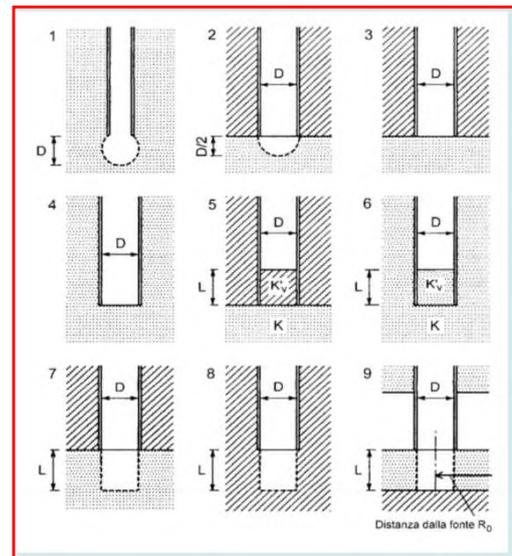
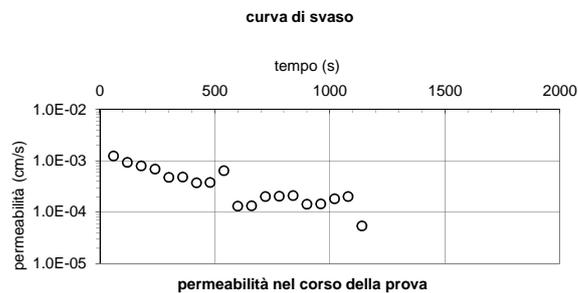
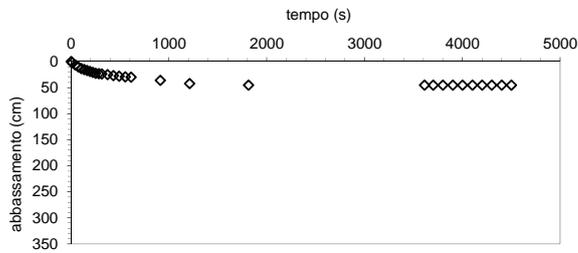
$$F = 3,14D$$

$$F = 2D$$

$$F = 2,75D$$

$$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (3L/D + \text{Rad}q(1 + (3L/D)^2))$$

$$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (1,5L/D + \text{Rad}q(1 + (1,5L/D)^2))$$



CALCOLO PERMEABILITA'

Formula utilizzata:	$k = (A / (C_f \cdot (t_2 - t_1))) \ln(h_1 / h_2)$
Tempo totale (min.)	75,00
Coefficiente di forma F (m)	0,319
Abbassamento totale (cm)	47,00
PERMEABILITA' (m/s)	2,90E-07



**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE
SONDAGGIO PZ5**

DATI IDENTIFICATIVI

Committente:	SOEGEGROS SpA
Cantiere	Genova Trasta
Opera	
Sondaggio	PZ5
Prova n.	1
Data	09/02/2017

DATI CARATTERISTICI PROVA

Profondità foro H (m)	4,0
Profondità rivestimento P (m)	3,0
Lunghezza tratto di prova L-P (m)	1,0
Diametro foro D (mm)	101
Diametro rivestimento (mm)	127
Altezza acqua (m)	1,0
Tempo prova (min)	44
Portata (m ³ /s)	
Livello iniziale falda H (m)	4,0
Tipo cavità filtrante	Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Natura terreno nel tratto di prova	Sabbia limosa con ghiaia

DETERMINAZIONE COEFFICIENTE DI FORMA

GEOMETRIA CAVITA'
Filtro sferico in terreno uniforme
Filtro emisferico al tetto di strato confinato
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato
Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Filtro cilindrico al confine con strato impermeabile
Filtro cilindrico in terreno uniforme

FORMULA (Wilkinson, 1968)

$F = 2 \cdot 3,14D$

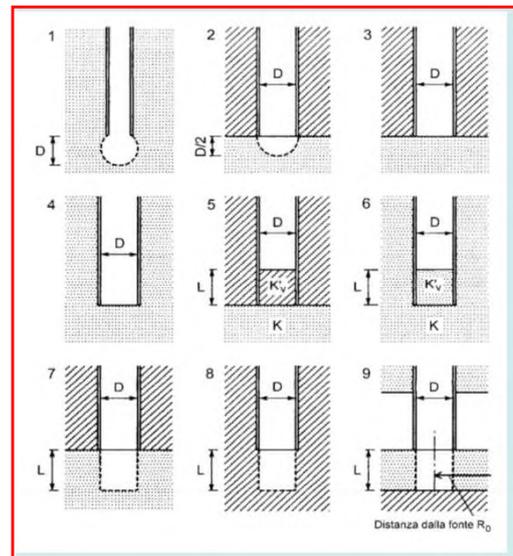
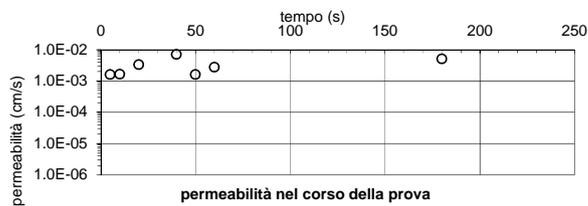
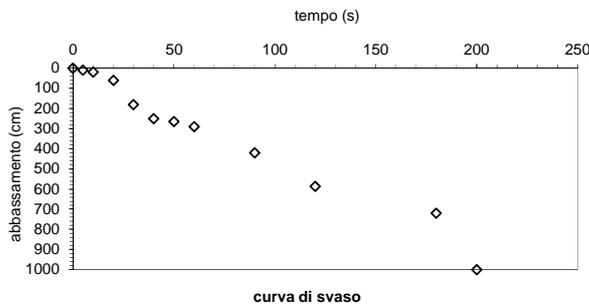
$F = 3,14D$

$F = 2D$

$F = 2,75D$

$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (3L/D + \text{Rad}q(1 + (3L/D)^2))$

$F = 3 \cdot 3,14L / I_n (1,5L/D + \text{Rad}q(1 + (1,5L/D)^2))$



CALCOLO PERMEABILITA'

Formula utilizzata:	$k = (A / (C_f \cdot (t_2 - t_1))) \ln(h_1 / h_2)$
Tempo totale (min.)	44,00
Coefficiente di forma F (m)	1,8792
Abbassamento totale (cm)	1025,00
PERMEABILITA' (m/s)	7,13E-05



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

10 | CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

N° allegato

M3D119_17

28_11_2017

-

Luca Maldotti

SOGEGROS SpA

codice

data

scala

redatto

committente



RINA Consulting - GET srl

RAPPORTO DI PROVA n. 17102-01

Verbale di accettazione N. 17102 del 28/11/2017

Data di emissione: 04/12/2017
Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Cantiere: Trasta - Genova

Genova, 04/12/2017

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

a RINA company



RINA Consulting - GET srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : SPZ1 CI1

Profondità (m) : 3.00-3.50

Data Ricevimento : 28/11/2017

Tipo Campione : Indisturbato

Data Esecuzione Prova : 28/11/2017

Descrizione del Materiale : Argilla sabbiosa di bassa plasticità

Peso lordo umido	(g)	1315.28
Peso lordo secco	(g)	1164.59
Peso tara	(g)	405.36
Peso netto secco	(g)	759.23
Peso acqua	(g)	150.69
Contenuto in acqua	(%)	19.8

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :



RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : SPZ1 CI1
Profondità (m) : 3.00-3.50
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Argilla sabbiosa di bassa plasticità

Data Ricevimento : 28/11/2017
Data Esecuzione Prova : 29/11/2017
Class. U.S.C.S. : CL

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	44.44
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	55.56
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.226
D ₆₀ (mm)	0.088
D ₅₀ (mm)	N.D.
D ₃₀ (mm)	N.D.
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:**SETACCIATURA**

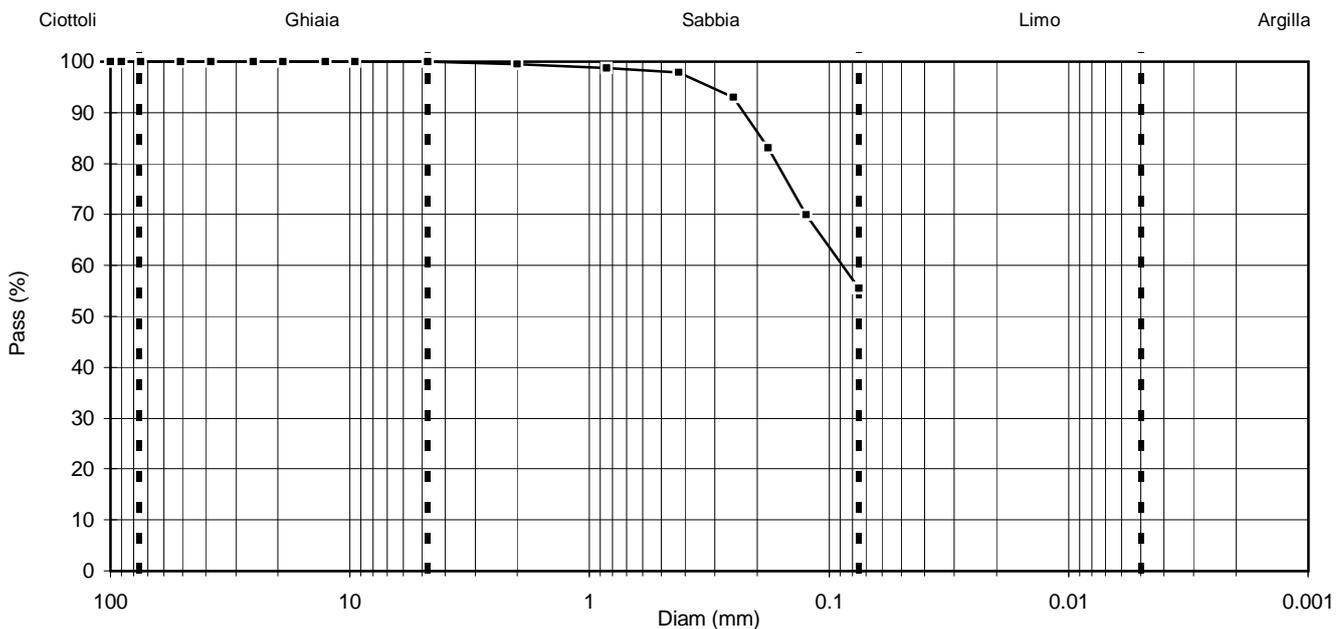
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.51
0.85	98.69
0.425	97.87
0.250	93.00
0.180	83.03
0.125	69.89
0.075	55.56

SEDIMENTAZIONE

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





RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : SPZ1 CI1

Profondità (m) : 3.00-3.50

Tipo Campione : Indisturbato

Descrizione del Materiale : Argilla sabbiosa di bassa plasticità

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 29/11/2017

Class. U.S.C.S. : CL

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	33	30	23
Peso lordo umido	(g)	39.90	38.81	40.43
Peso lordo secco	(g)	36.07	35.20	36.36
Tara	(g)	26.41	26.13	26.24
Peso netto secco	(g)	9.66	9.07	10.12
Peso acqua	(g)	3.83	3.61	4.07
Contenuto acqua	(%)	39.6	39.8	40.2

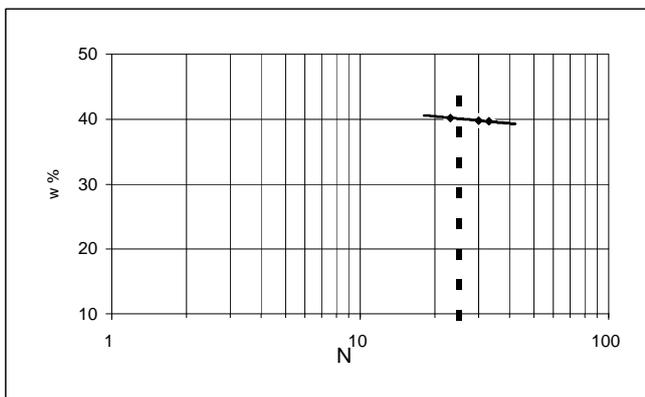
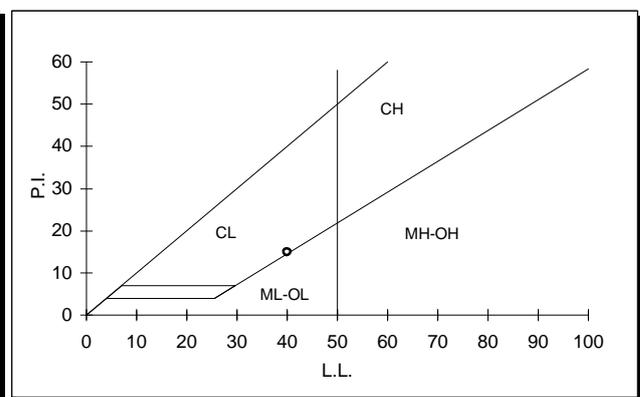
w % (per N=25) 40.0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	29.08	27.84
Peso lordo secco	(g)	28.56	27.22
Tara	(g)	26.43	24.73
Peso netto secco	(g)	2.13	2.49
Peso acqua	(g)	0.52	0.62
Contenuto acqua	(%)	24.4	24.9

w % medio 24.7

LIMITE DI LIQUIDITA' 40
LIMITE DI PLASTICITA' 25
INDICE PLASTICITA' 15

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello



RINA Consulting - GET srl

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	TRASTA - GENOVA		
Identificazione Campione :	SPZ1 CI1		
Profondità (m) :	3.00-3.50		Data Ricevimento : 28/11/2017
Tipo Campione :	Indisturbato		Data Esecuzione Prova : 28/11/2017
Descrizione del Materiale :	Argilla sabbiosa di bassa plasticità		
Geometria della sezione del provino : circolare			
Diametro	(cm)	8.46	
Altezza	(cm)	12.36	
Peso lordo	(g)	1349.63	
Peso tara	(g)	0.00	
Peso netto	(g)	1349.63	
Volume	(cm ³)	694.78	
Peso di volume	(kN/m³)	19.06	
Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey		
Operatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore		
Note :			



RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ1 CR1
Profondità (m) : 2.00 - 3.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità

Data Ricevimento : 28/11/2017
Data Esecuzione Prova : 30/11/2017
Class. U.S.C.S. : CL

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.09
Sabbia (%)	6.99
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	92.92
D. max (mm)	65.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	N.D.
D ₆₀ (mm)	N.D.
D ₅₀ (mm)	N.D.
D ₃₀ (mm)	N.D.
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.

Durezza : N.D.

Note:**SETACCIATURA**

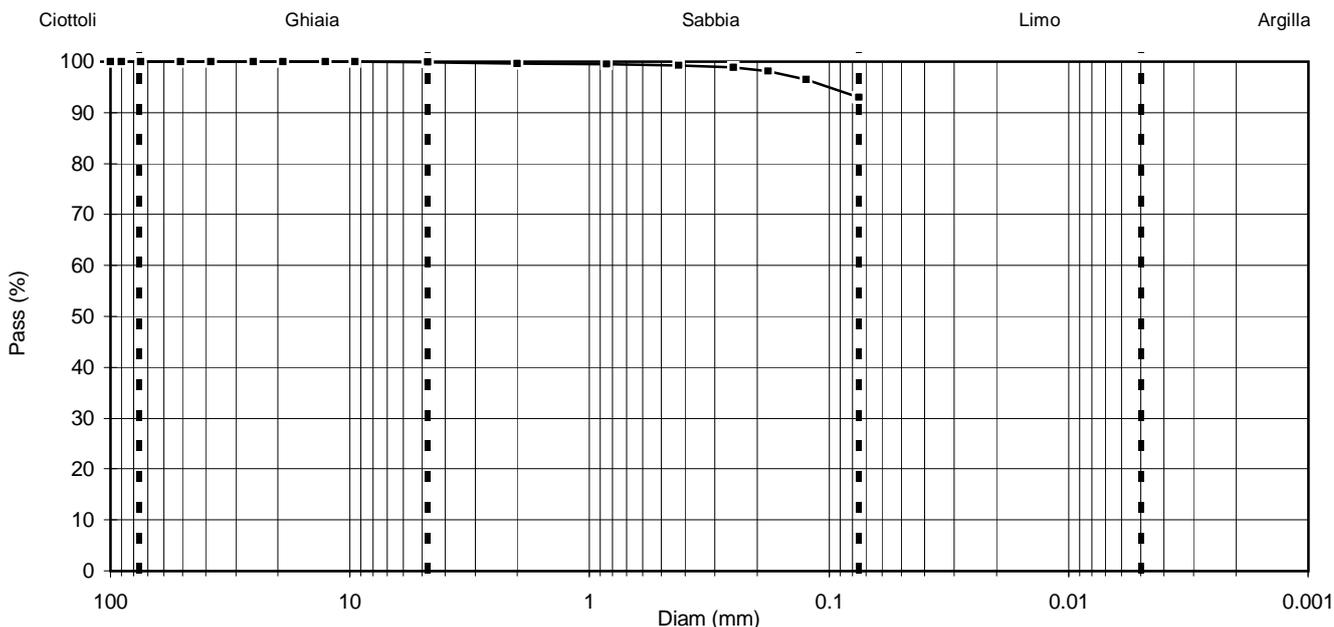
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	99.91
2.00	99.68
0.85	99.45
0.425	99.21
0.250	98.83
0.180	98.13
0.125	96.52
0.075	92.92

SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ1 CR1

Profondità (m) : 2.00 - 3.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 29/11/2017

Class. U.S.C.S. : CL

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	31	23	15
Peso lordo umido	(g)	48.48	44.36	39.17
Peso lordo secco	(g)	43.36	40.22	36.10
Tara	(g)	26.02	26.57	26.23
Peso netto secco	(g)	17.34	13.65	9.87
Peso acqua	(g)	5.12	4.14	3.07
Contenuto acqua	(%)	29.5	30.3	31.1

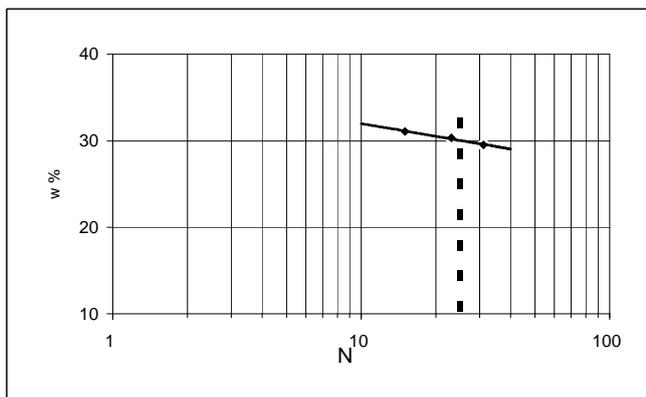
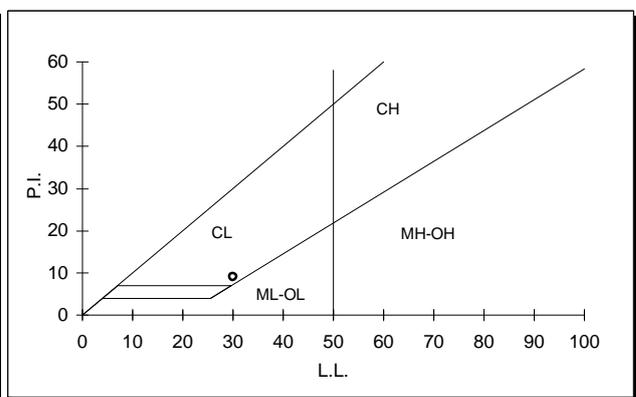
w % (per N=25) 30.0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	34.93	35.13
Peso lordo secco	(g)	33.46	33.61
Tara	(g)	26.46	26.38
Peso netto secco	(g)	7.00	7.23
Peso acqua	(g)	1.47	1.52
Contenuto acqua	(%)	21.0	21.0

w % medio 21.0

LIMITE DI LIQUIDITA' 30
LIMITE DI PLASTICITA' 21
INDICE PLASTICITA' 9

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello



RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ2 CR1
Profondità (m) : 3.00 - 4.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia limoso-argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017
Data Esecuzione Prova : 30/11/2017
Class. U.S.C.S. : GC-GM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	41.69
Sabbia (%)	39.55
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	18.76
D. max (mm)	28.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	18.053
D ₆₀ (mm)	5.162
D ₅₀ (mm)	2.769
D ₃₀ (mm)	0.516
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:**SETACCIATURA**

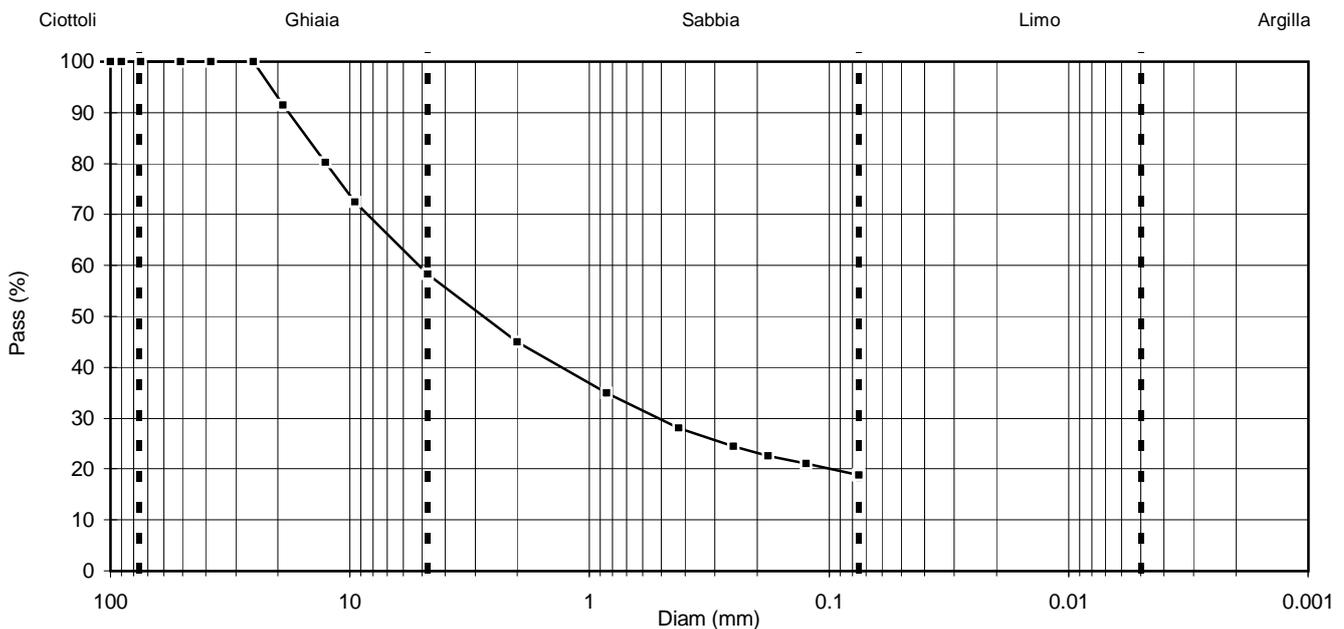
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	91.42
12.70	80.23

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	72.40
4.75	58.31
2.00	44.99
0.85	34.92
0.425	28.09
0.250	24.47
0.180	22.61
0.125	21.02
0.075	18.76

SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ2 CR1

Profondità (m) : 3.00 - 4.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Ghiaia limoso-argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 29/11/2017

Class. U.S.C.S. : GC-GM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	33	25	19
Peso lordo umido	(g)	83.50	81.09	85.71
Peso lordo secco	(g)	80.96	78.42	82.82
Tara	(g)	69.77	67.18	71.19
Peso netto secco	(g)	11.19	11.24	11.63
Peso acqua	(g)	2.54	2.67	2.89
Contenuto acqua	(%)	22.7	23.8	24.8

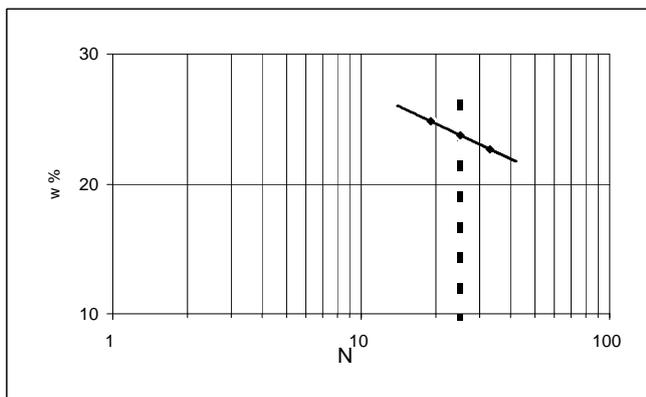
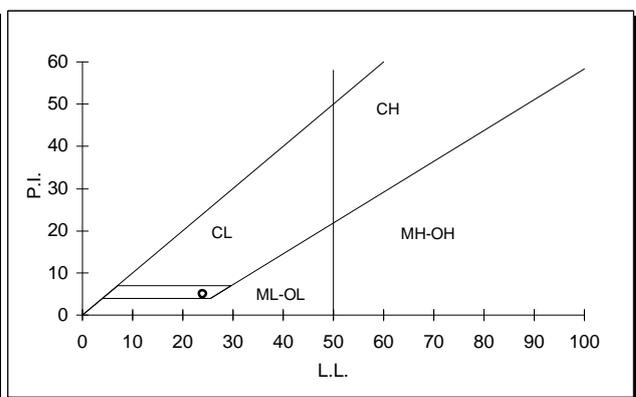
w % (per N=25) 24.0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	87.24	84.76
Peso lordo secco	(g)	84.75	82.32
Tara	(g)	71.52	69.68
Peso netto secco	(g)	13.23	12.64
Peso acqua	(g)	2.49	2.44
Contenuto acqua	(%)	18.8	19.3

w % medio 19.1

LIMITE DI LIQUIDITA' 24
LIMITE DI PLASTICITA' 19
INDICE PLASTICITA' 5

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello



RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ3 CR1
Profondità (m) : 4.00 - 5.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017
Data Esecuzione Prova : 30/11/2017
Class. U.S.C.S. : GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	49.66
Sabbia (%)	34.09
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	16.25
D. max (mm)	28.6

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	49.521
D ₆₀ (mm)	8.044
D ₅₀ (mm)	4.627
D ₃₀ (mm)	0.779
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

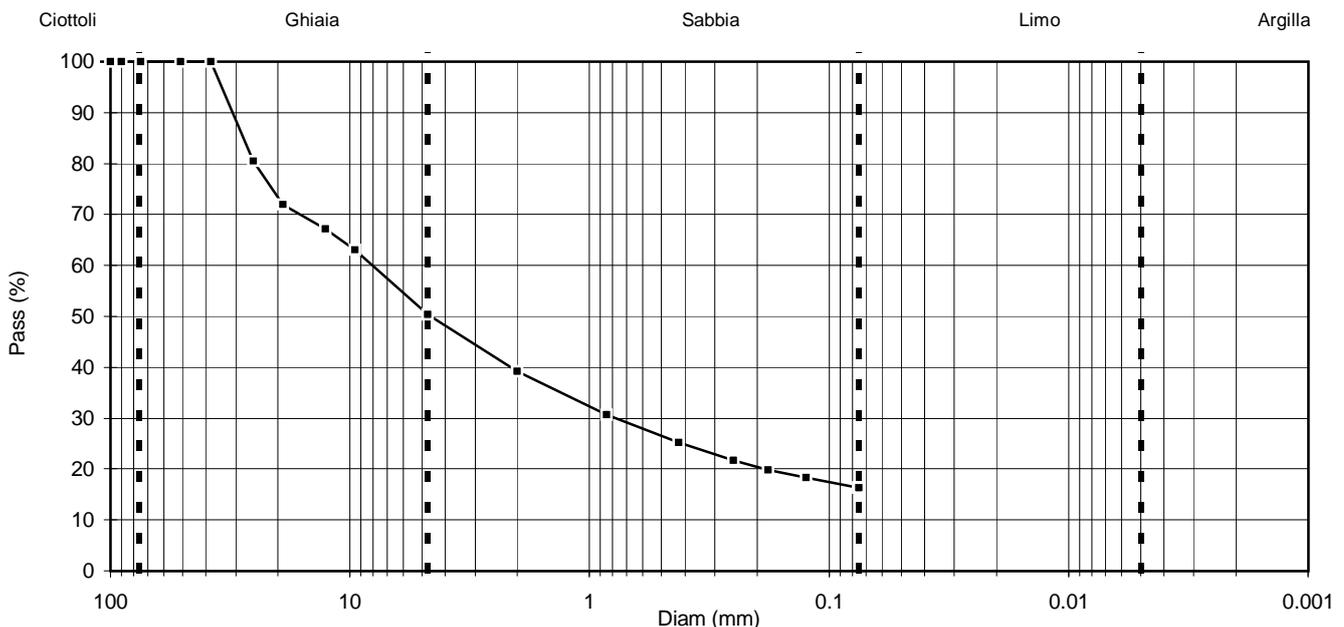
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	80.50
19.00	71.94
12.70	67.12

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	63.05
4.75	50.34
2.00	39.17
0.85	30.70
0.425	25.15
0.250	21.74
0.180	19.80
0.125	18.24
0.075	16.25

SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ3 CR1

Profondità (m) : 4.00 - 5.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Ghiaia argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 29/11/2017

Class. U.S.C.S. : GC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	35	27	24
Peso lordo umido	(g)	42.48	37.09	39.65
Peso lordo secco	(g)	40.12	35.26	37.21
Tara	(g)	26.43	26.44	26.13
Peso netto secco	(g)	13.69	8.82	11.08
Peso acqua	(g)	2.36	1.83	2.44
Contenuto acqua	(%)	17.2	20.7	22.0

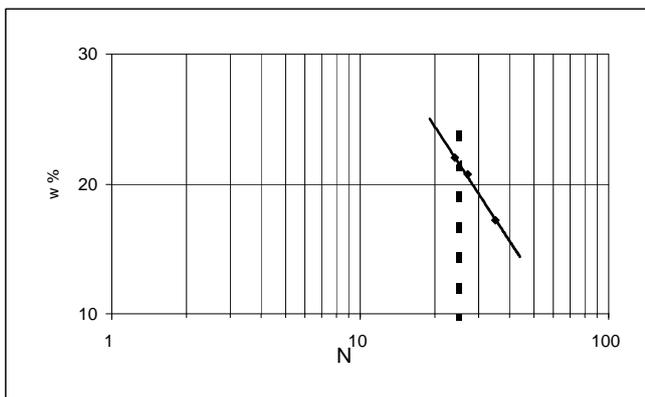
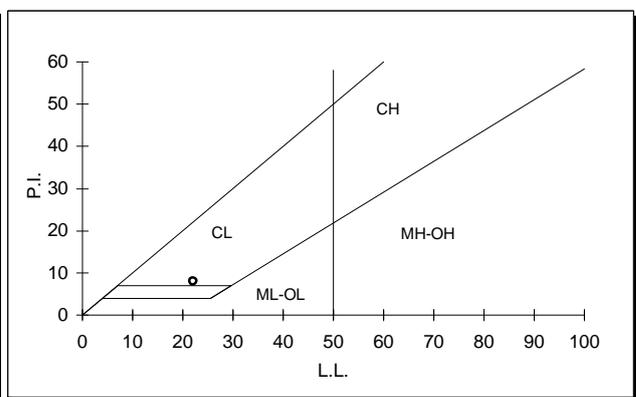
w % (per N=25) 22.0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	32.16	30.25
Peso lordo secco	(g)	31.47	29.68
Tara	(g)	26.64	25.79
Peso netto secco	(g)	4.83	3.89
Peso acqua	(g)	0.69	0.57
Contenuto acqua	(%)	14.3	14.7

w % medio 14.5

LIMITE DI LIQUIDITA'	22
LIMITE DI PLASTICITA'	14
INDICE PLASTICITA'	8

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello



RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ5 CR1

Profondità (m) : 5.00-6.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Ghiaia limoso-argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 30/11/2017

Class. U.S.C.S. : GC-GM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	46.70
Sabbia (%)	36.43
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	16.87
D. max (mm)	55.8

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	39.341
D ₆₀ (mm)	8.126
D ₅₀ (mm)	3.561
D ₃₀ (mm)	0.604
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

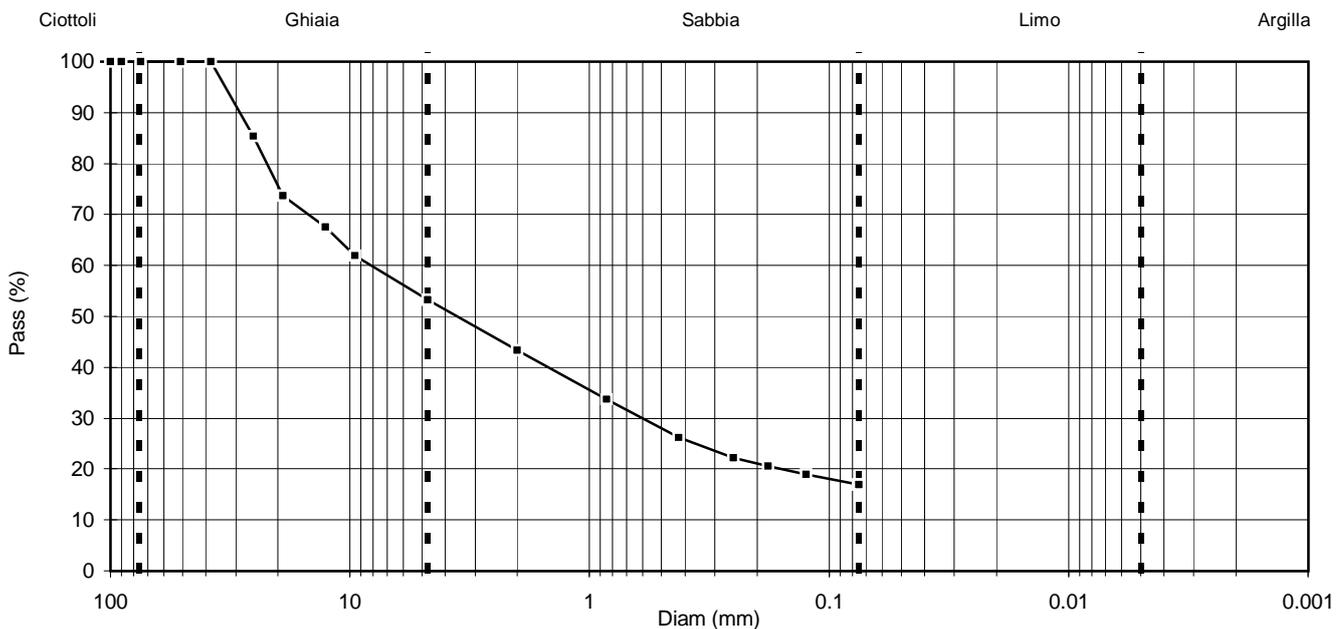
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	85.31
19.00	73.73
12.70	67.54

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	61.95
4.75	53.30
2.00	43.39
0.85	33.72
0.425	26.19
0.250	22.15
0.180	20.50
0.125	18.93
0.075	16.87

SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico :

Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore



RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : TRASTA - GENOVA

Identificazione Campione : PZ5 CR1

Profondità (m) : 5.00-6.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Ghiaia limoso-argillosa con sabbia

Data Ricevimento : 28/11/2017

Data Esecuzione Prova : 29/11/2017

Class. U.S.C.S. : GC-GM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	35	23	18
Peso lordo umido	(g)	86.52	88.38	86.14
Peso lordo secco	(g)	83.78	85.25	82.95
Tara	(g)	71.34	71.85	69.73
Peso netto secco	(g)	12.44	13.40	13.22
Peso acqua	(g)	2.74	3.13	3.19
Contenuto acqua	(%)	22.0	23.4	24.1

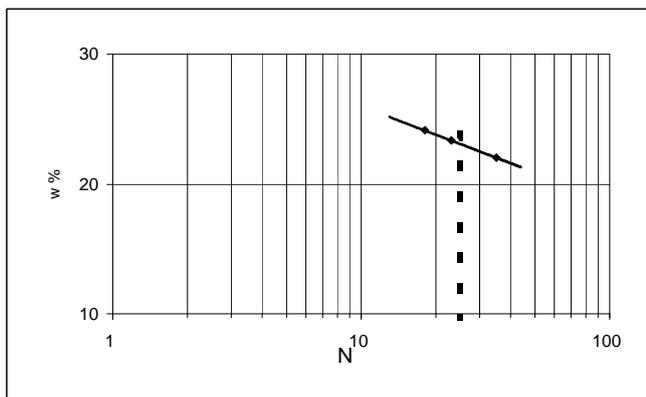
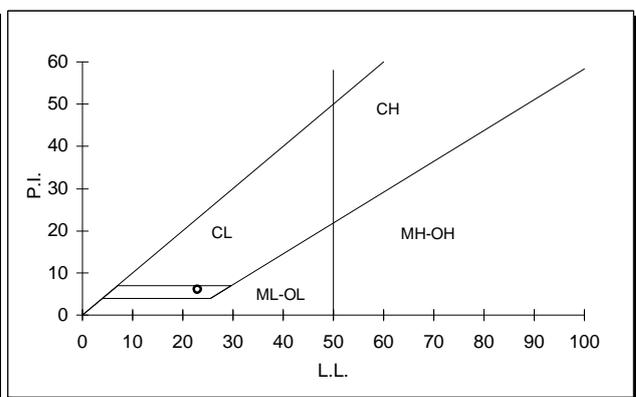
w % (per N=25) 23.0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	82.86	82.84
Peso lordo secco	(g)	81.22	81.18
Tara	(g)	71.22	71.24
Peso netto secco	(g)	10.00	9.94
Peso acqua	(g)	1.64	1.66
Contenuto acqua	(%)	16.4	16.7

w % medio 16.5

LIMITE DI LIQUIDITA' 23
LIMITE DI PLASTICITA' 17
INDICE PLASTICITA' 6

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello



RINA Consulting - GET srl

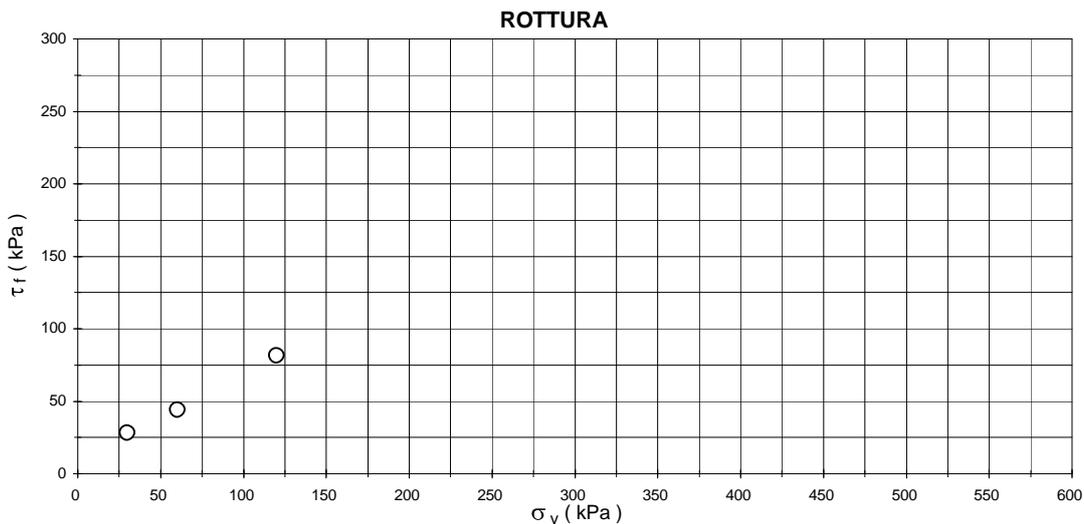
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL	Data Ricevimento :	28/11/2017
Località :	TRASTA - GENOVA	Data Prova :	28/11/2017
Id. Campione :	SPZ1 C11		
Profondità (m) :	3.00-3.50		
Tipo del campione :	indisturbato		
Descrizione :	Argilla sabbiosa di bassa plasticità		

CONDIZIONI INIZIALI		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.24	2.24	2.24
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
γ_t	(kN/m ³)	19.11	19.10	19.08
W_i	(%)	18.0	18.7	18.4
γ_d	(kN/m ³)	16.21	16.09	16.11
G_s	(-) (stimato)	2.65	2.65	2.65

ROTTURA		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
σ_v	(kPa)	30	60	120
ΔH dopo consolidazione	(mm)	-0.48	-0.76	-1.64
ΔH a rottura	(mm)	-0.17	-0.09	-0.35
d_h	(mm)	4.01	3.18	4.15
τ_f	(kPa)	28.3	44.2	81.3
W_f	(%)	20.9	21.0	17.3
γ_{df}	(kN/m ³)	16.78	16.77	17.90



Note :

Direttore tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey	Operatore :	#N/D
---------------------	--------------------------	-------------	------

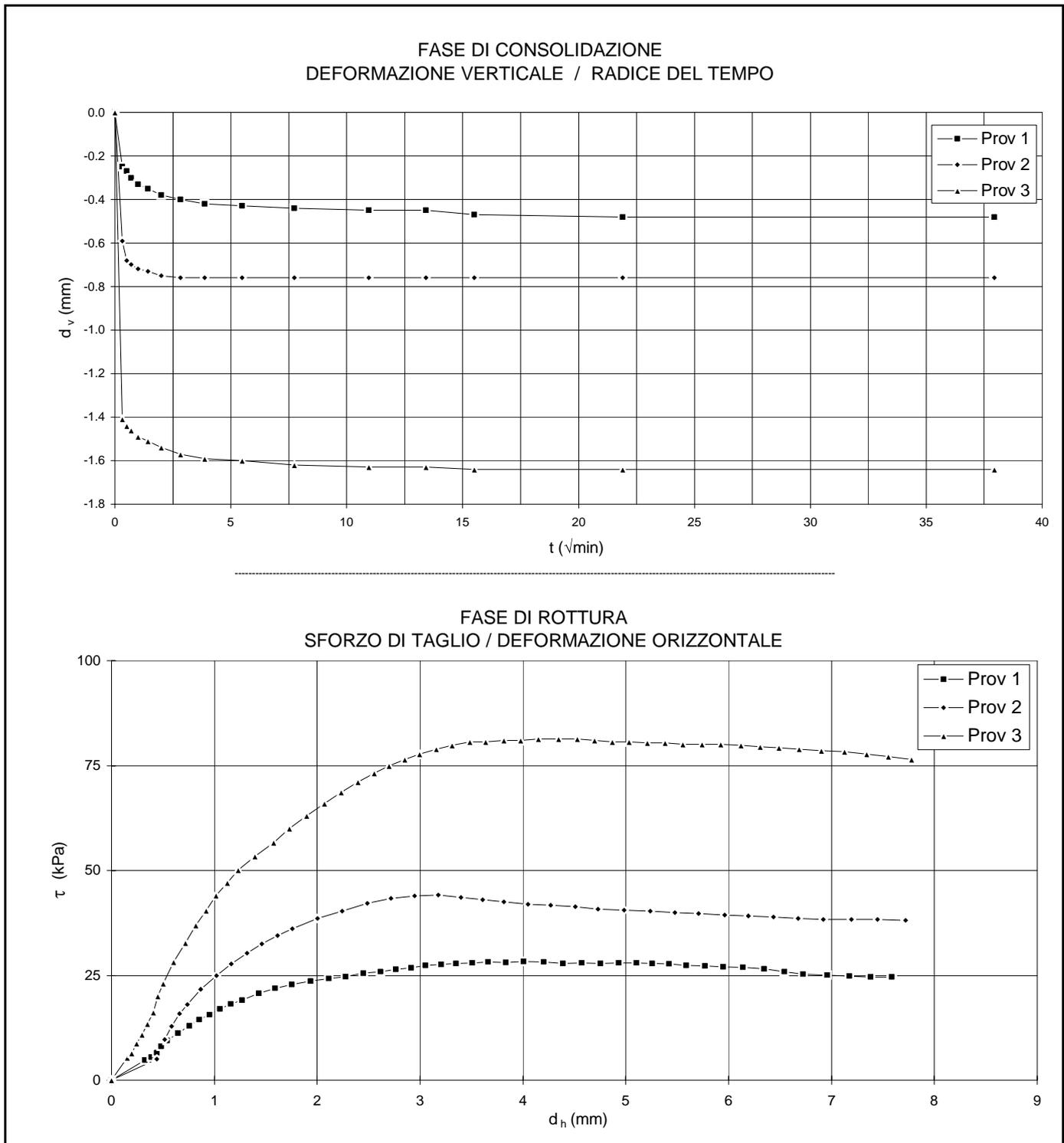


RINA Consulting - GET srl

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : TRASTA - GENOVA
 Id. Campione : SPZ1 CI1
 Profondità (m) : 3.00-3.50



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : #N/D

Dott. ALBERTO LIPARTITI

Geologo

Via Marconi 55 – 16010 Masone (GE)

Tel. 0108934022-Fax 0108932403 – Cell. 3287253712

E-mail: alberto.lipartiti@alice.it - P.E.C. alberto.lipartiti@epap.sicurezza postale.it

COMUNE DI GENOVA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

**INDAGINI GEOFISICHE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA
MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI H/V**

RAPPORTO TECNICO DI SINTESI

Dott. Geol. Alberto Lipartiti

O.R.G.L. n° 450



Alberto Lipartiti

12 marzo 2018

INDICE

1. PREMESSA	2
2. GENERALITÀ SULLA TECNICA IMPIEGATA	4
3. MODALITÀ DI INDAGINE	6
<i>3.1. PROCEDURA DI ANALISI DATI</i>	<i>6</i>
4. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE	7

ALLEGATI NEL TESTO

ELABORATI INDAGINI

1. PREMESSA

Su incarico della Dott. Geol. Elisabetta Barboro, al fine di determinare le caratteristiche sismo-stratigrafiche del sottosuolo in corrispondenza del lotto di terreno oggetto dell'intervento di sbancamento, in località "Trasta", nel Comune di Genova, in data 12 marzo 2018 è stata eseguita un'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola mediante misura di microtremori ambientali (HVSr).

In particolare sono state approntate 2 stazioni di misura, la cui esatta ubicazione è riportata nella figura sottostante.



L'utilizzo di questa tecnica geofisica consente di ottenere tutta una serie di informazioni, in particolare sulle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utili per verificare l'interazione dal punto di vista sismico del sistema terreno-strutture.

Le misure di microtremore a stazione singola consentono infatti, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali, di ottenere immediatamente, come misura diretta, la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, direttamente correlabile al periodo di oscillazione proprio del sito, senza stimare quest'ultimo sulla base delle Vs.

Inoltre, opportunamente invertite, permettono anche di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia che il V_{s30} , e di ricostruire un modello geofisico del sottosuolo, che può essere utilizzato per la valutazione degli effetti sismici di sito.

Dall'elaborazione dei dati relativi alle misure di sismica passiva a stazione singola è possibile ottenere:

- ✓ la misura diretta delle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utile anche ai fini degli studi di Risposta Sismica Locale (RSL), anche a livello di pianificazione territoriale (microzonazione sismica);
- ✓ la misura diretta delle frequenze di risonanza delle strutture;
- ✓ i profili di velocità delle onde di taglio V_s utili al calcolo della V_{s30} (velocità media delle onde S nei primi trenta metri di sottosuolo), tramite opportuna inversione in presenza di un vincolo, ossia della profondità di un riflettore di cui si riconosca il marker nella curva H/V oppure della stima di V_s dello strato superficiale (Castellaro e Mulargia, 2009);
- ✓ la stratigrafia del sottosuolo e la presenza di eventuali discontinuità all'interno del bedrock. Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazione le variazioni del rapporto tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali alle varie frequenze, con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo al di sotto del punto di misura. Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha un contrasto di impedenza che è tanto più marcato tanto più grande è il picco in questione.

Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione) operazione questa usualmente eseguita tramite i punti di taratura.

Condizione necessaria per trasformare una curva H/V in un profilo di V_s medie è il possesso di un vincolo, che normalmente è la profondità di un contatto tra litologie diverse, anche molto superficiale, riconoscibile nella curva H/V oppure la conoscenza della V_s media del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2009). In assenza di qualsiasi vincolo esistono infiniti modelli (cioè combinazioni, V_s -H) che soddisfano la stessa curva H/V. Una curva H/V piatta non può dare informazioni sulle V_s medie del sottosuolo perché mancherebbero gli elementi a cui vincolare il fit: un modello di sottosuolo che preveda un singolo strato con V_s media costante (e di qualsiasi valore) fitterebbe ugualmente bene la curva. In presenza di terreni senza contrasti di impedenza, in altre parole, non si possono ricavare informazioni sulla V_s con il solo metodo H/V+vincolo.

2. GENERALITÀ SULLA TECNICA IMPIEGATA

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole (10^{-15} - 10^{-12} [m/s²]² in termini di accelerazione di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

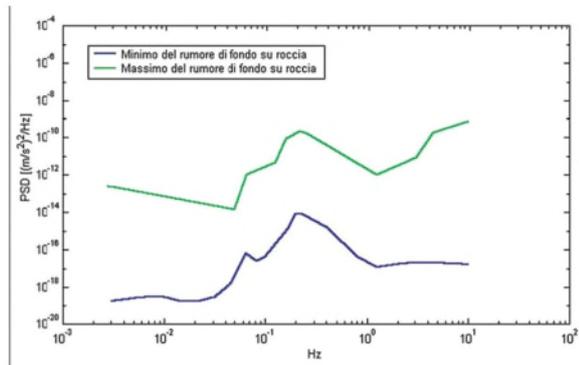


Figura 2

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in figura 2, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo minimo, di riferimento mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali, che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Nel tragitto dalla sorgente al sito le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda e attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di raytracing, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore impiegato per la rilevazione del microtremore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione. Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute).

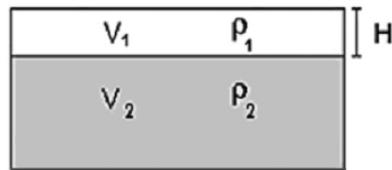


Figura 3 - Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione V

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso (es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema di Figura 3 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_{s1}/4H \quad (f_r) = V_{p1}/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di onde di volume P o S e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente.

Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

3. MODALITÀ DI INDAGINE

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento Tromino® (Micromed S.p.A.), è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali, orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V e senza cavi esterni.

Il rumore sismico ambientale è stato acquisito ad una frequenza di campionamento di 128 Hz, amplificato e digitalizzato a 24 bit equivalenti e registrato per 20 minuti. In entrambe le prove lo strumento è stato posizionato direttamente su terreno naturale.

3.1. Procedura di analisi dati

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve H/V, ottenute col software Grilla in dotazione al tromografo Tromino®, con parametri:
 - ✓ larghezza delle finestre d'analisi 20 sec;
 - ✓ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
 - ✓ rimozione manuale dei transienti sulla serie temporale degli H/V.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

La ricerca dei picchi da interpretare è stata effettuata, congiuntamente, nel grafico H/V ed in quello degli spettri delle singole componenti. In particolare, i picchi H/V di origine stratigrafica sono quelli generati da un minimo nella componente verticale del moto, che significa minimo delle onde di Rayleigh alla frequenza di risonanza.

Le curve H/V sono state quindi invertite per ottenere il modello di sottosuolo (profilo di V_s medie) il cui corrispondente H/V teorico meglio approssima la curva H/V sperimentale. Tale modello è ottenuto dal fit vincolato della curva H/V secondo le procedure descritte in Castellaro e Mulargia (2009).

Dai profili di V_s è stato ricavato il valore del parametro V_{s30} , valore che porta con sé un'incertezza stimata tipica dell'ordine del 20%.

4. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

I risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati sopra descritti sono i seguenti:

Tr1 - Sulla curva H/V sono identificabili 2 picchi di origine stratigrafica alle frequenze di **3,56 Hz** e di **17,4 Hz**. Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco, di modesta ampiezza, alla frequenza di 17,4 Hz corrisponde al passaggio tra i terreni rimaneggiati di copertura ($V_s=260$ mt/sec) ed un livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ($V_s=450$ mt/sec), mentre il picco a 3,56 Hz corrisponde al passaggio con il substrato roccioso mediamente fratturato ($V_s=860$ mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra il livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ed il substrato roccioso. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni rimaneggiati di copertura ed il livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ad una profondità di 3,5 mt da p.c., mentre il passaggio al substrato roccioso avviene ad una profondità di 27,5 mt da p.c. La V_{s30} ricavata dalla prova è pari a 430 mt/sec.-

Tr2 - Sulla curva H/V sono identificabili 2 picchi di origine stratigrafica alle frequenze di **3,56 Hz** e di **18 Hz**. Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco, di modesta ampiezza, alla frequenza di 18 Hz corrisponde al passaggio tra i terreni rimaneggiati di copertura ($V_s=260$ mt/sec) ed un livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ($V_s=470$ mt/sec), mentre il picco a 3,56 Hz corrisponde al passaggio con il substrato roccioso mediamente fratturato ($V_s=880$ mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra il livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ed il substrato roccioso. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni rimaneggiati di copertura ed il livello di terreno molto addensato o di alterazione del substrato roccioso ad una profondità di 3,4 mt da p.c., mentre il passaggio al substrato roccioso avviene ad una profondità di 26,9 mt da p.c. La V_{s30} ricavata dalla prova è pari a 450 mt/sec.-

Informazioni stratigrafiche di dettaglio per l'inversione delle curve sono state reperite dai dati ricavati dai sondaggi geognostici realizzati immediatamente a valle dello stesso.



Foto 1 - Prova Tr1



Foto 2 - Prova Tr2

Il tecnico incaricato
Dott. Geol. Alberto Lipartiti



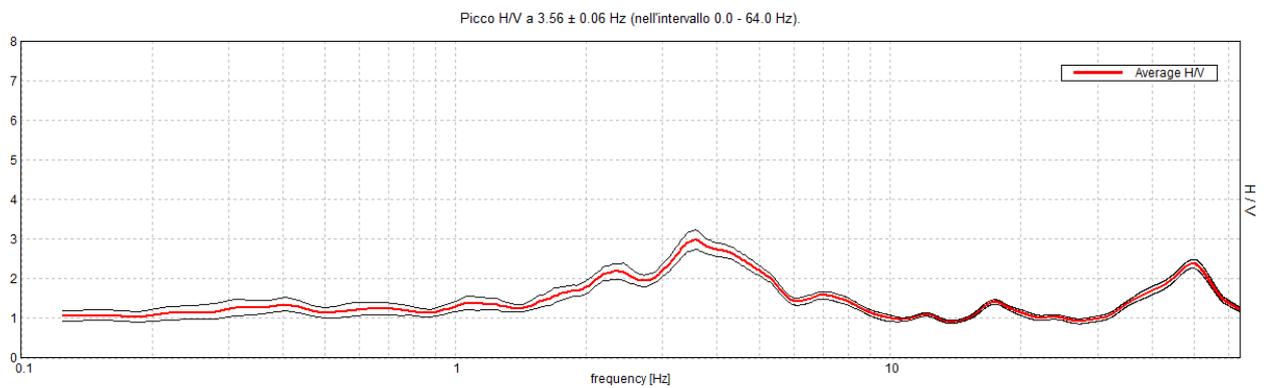
Alberto Lipartiti

GENOVA, LOC. TRASTA, Tr1

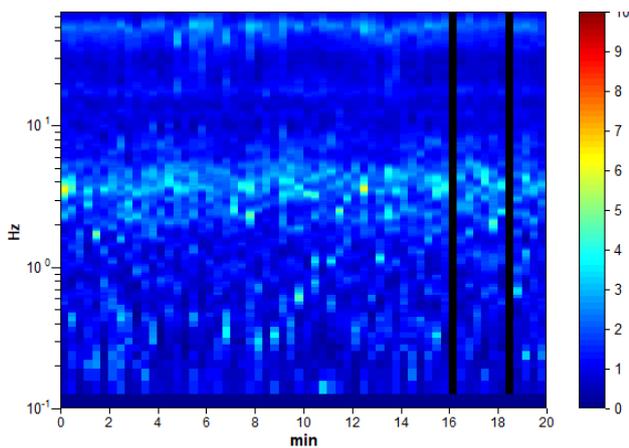
Strumento: TRZ-0167/01-12
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 12/03/18 09:48:06 Fine registrazione: 12/03/18 10:08:06
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

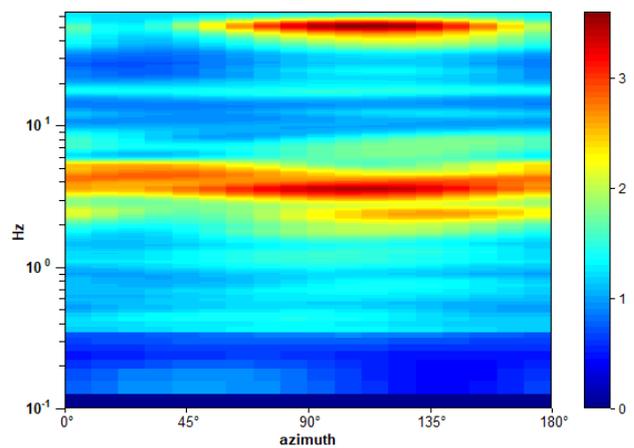
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



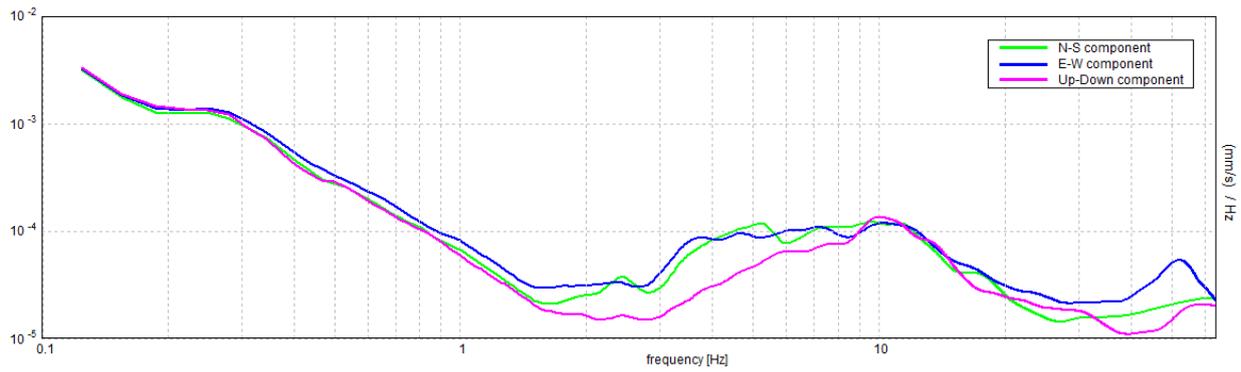
SERIE TEMPORALE H/V



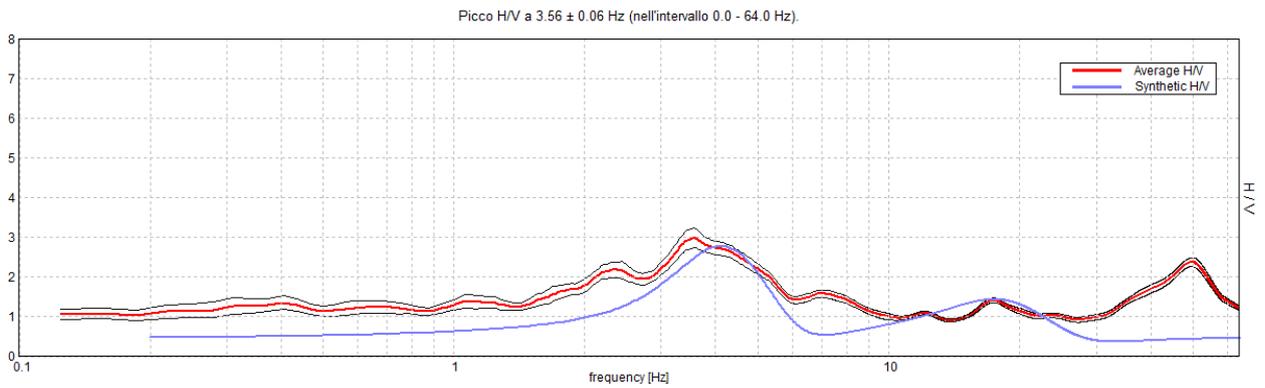
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

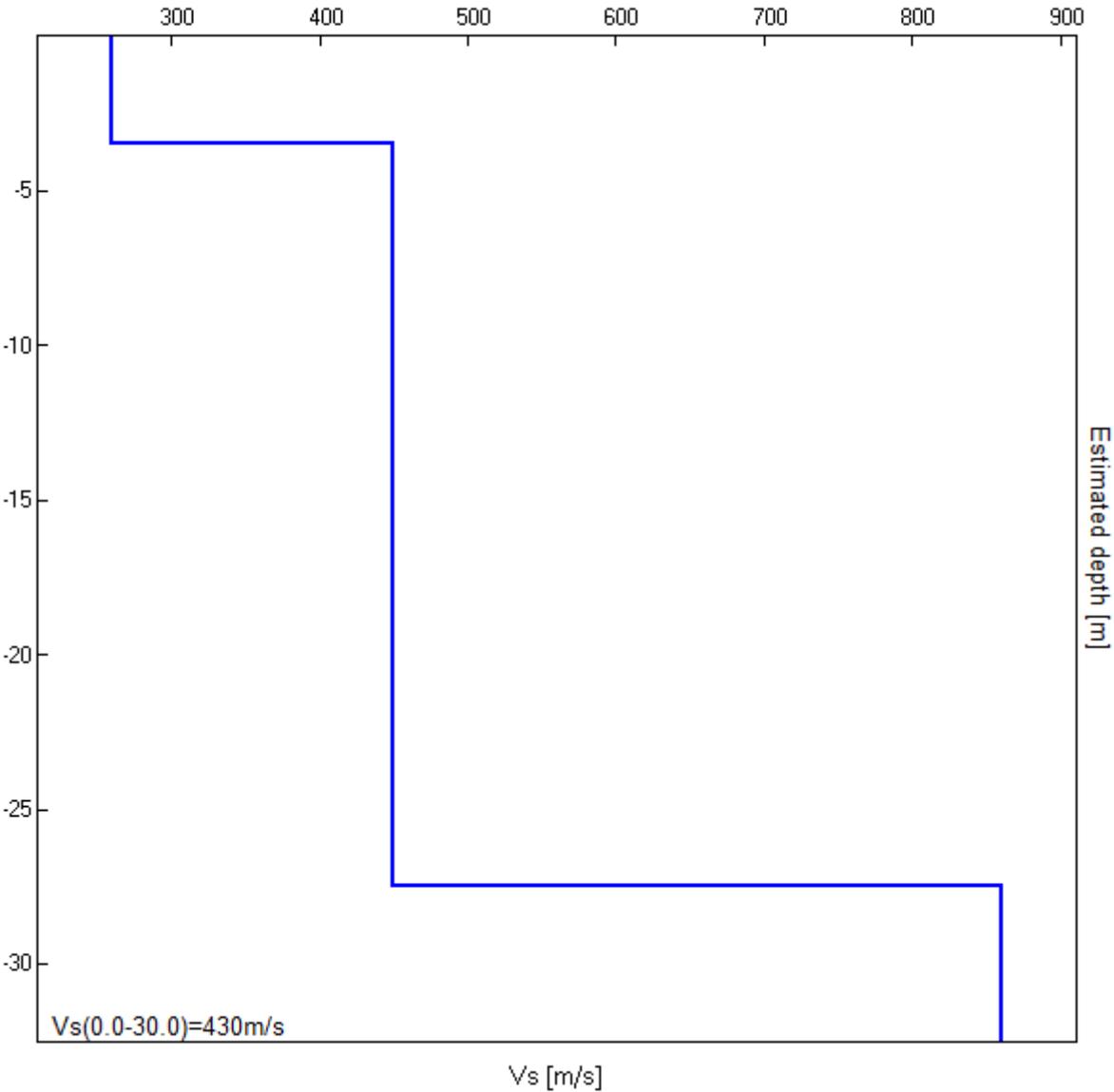


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.50	3.50	260
27.50	24.00	450
inf.	inf.	860

$V_s(0.0-30.0)=430\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 3.56 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4132.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 172	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.99 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01545 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05505 < 0.17813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2492 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

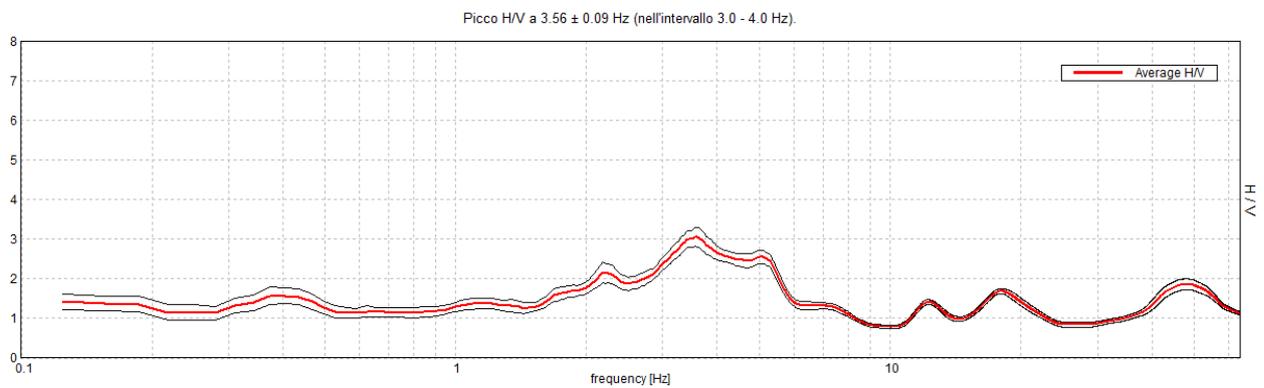
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

GENOVA, LOC. TRASTA, Tr2

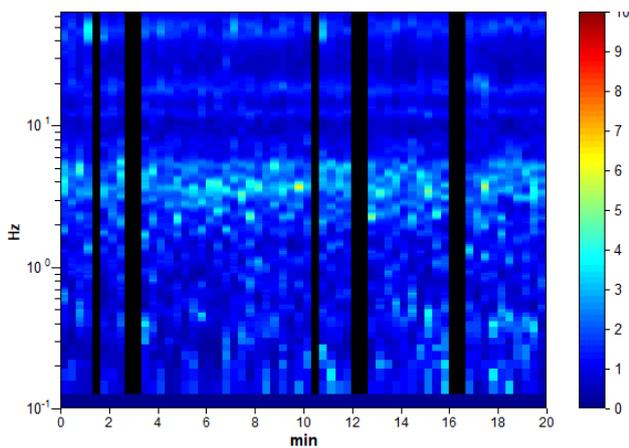
Strumento: TRZ-0167/01-12
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 12/03/18 10:11:14 Fine registrazione: 12/03/18 10:31:14
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

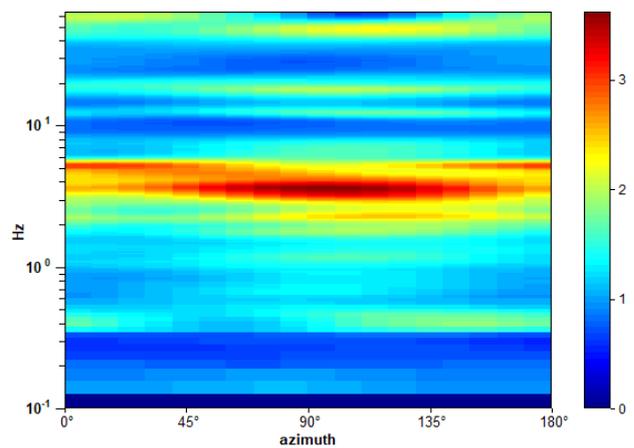
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



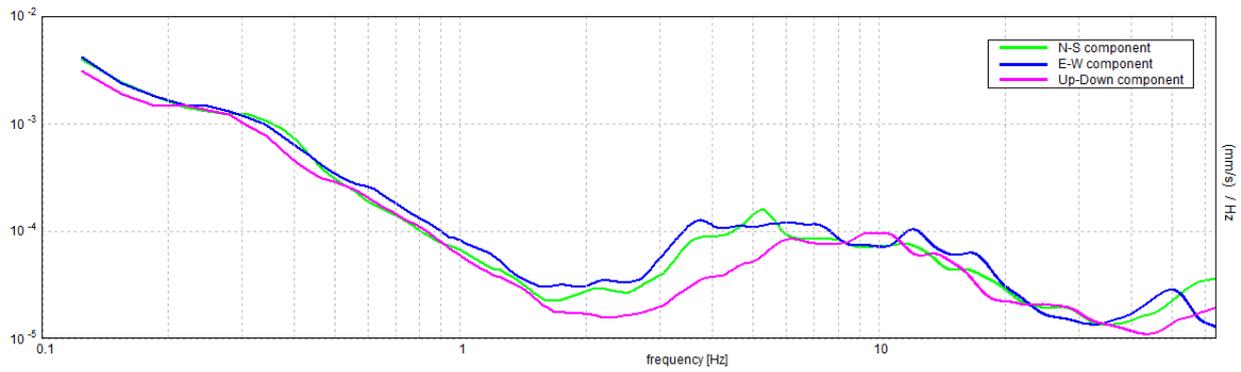
SERIE TEMPORALE H/V



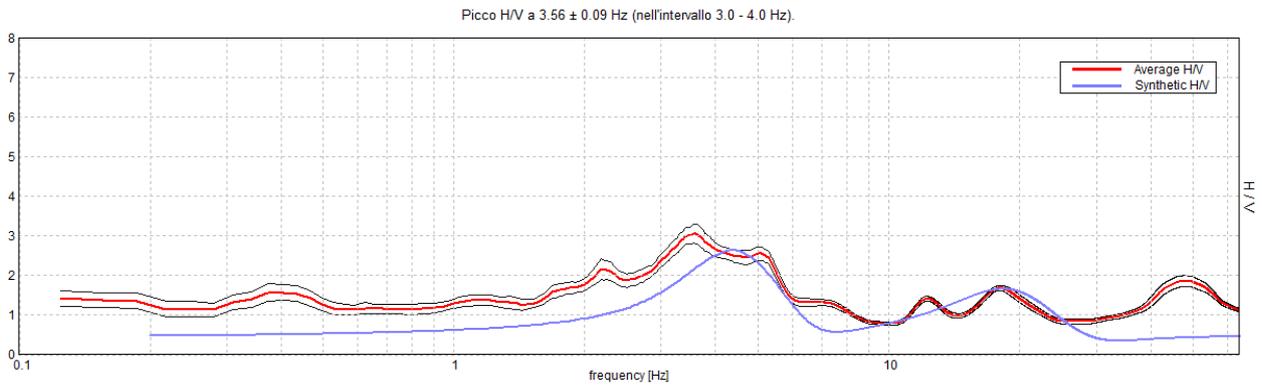
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

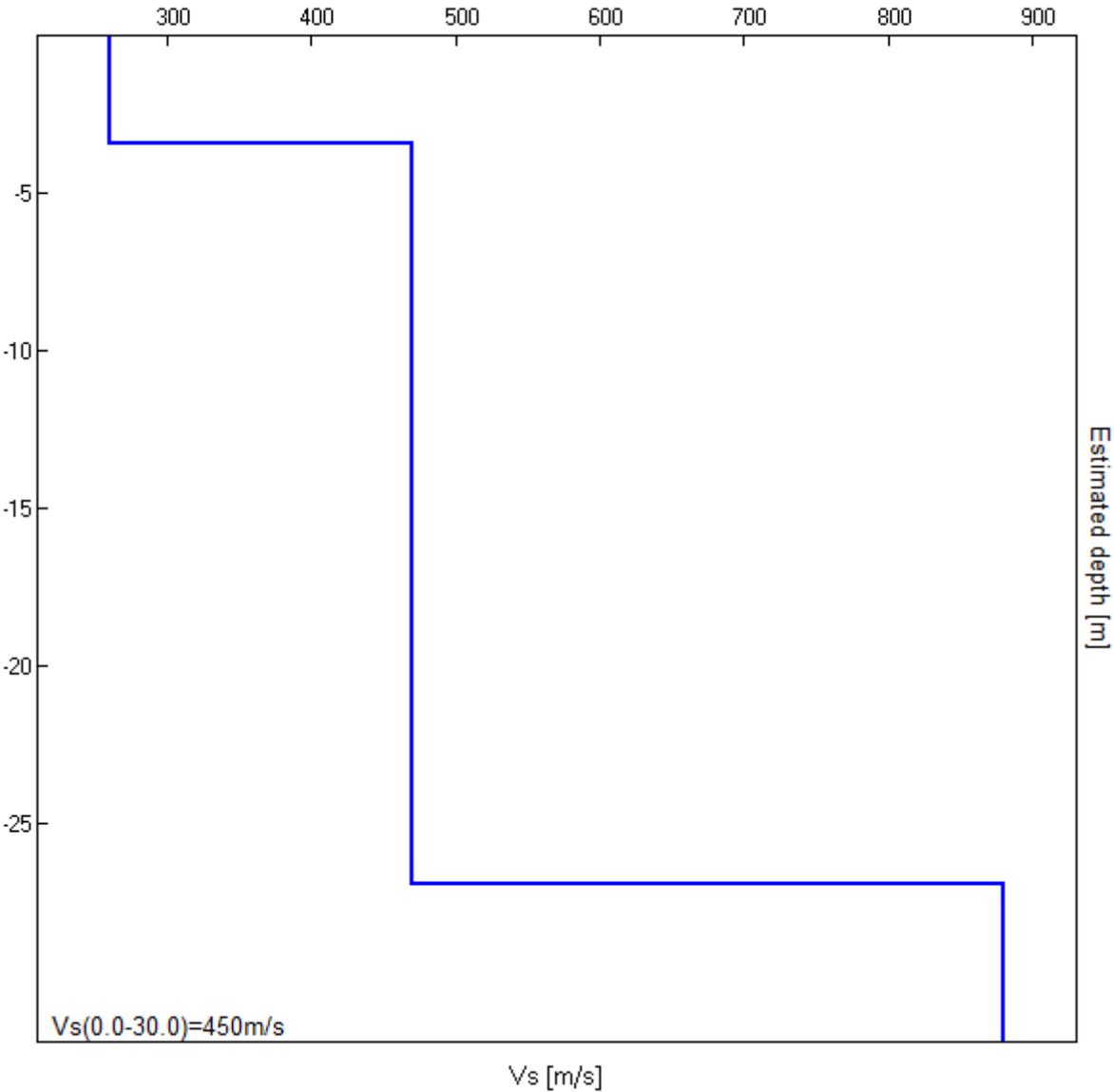


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.40	3.40	260
26.90	23.50	470
inf.	inf.	880

$V_s(0.0-30.0)=450\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 3.56 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 3.0 - 4.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3705.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 172	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.656 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.05 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0266 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09475 < 0.17813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2363 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20