

**ESSELUNGA®**  
**S**

*ESSELUNGA S.P.A. - Via VITTOR PISANI, 20 - 20124 MILANO*

**PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO**  
**SETTORE N° 1 DEL DISTRETTO 06 "NUOVA SESTRI P."**  
IN CONFORMITÀ AL PUC DI GENOVA SU  
**EDIFICIO EX-COGNETEX - VIA HERMADA, 4 - SESTRI P.**  
PER LA REALIZZAZIONE DI  
**NUOVA GSV DI GENERI ALIMENTARI**  
**CON AREE ACCESSORIE E PERTINENZIALI**  
OLTRE  
**OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL T. CHIARAVAGNA,**  
**PARCHEGGI E VERDE PUBBLICO**  
  
**MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA**  
**DEL TORRENTE CHIARAVAGNA**

**REALIZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA SISMICA**

DICEMBRE 2021


rif.2/2022

### PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione geologica inerente il progetto di realizzazione di un tratto di muro argine a confine con il Progetto Urbanistico Operativo settore 1 Distretto di trasformazione 06 lotto di intervento risulta essere il complesso immobiliare usualmente denominato *EX COGNETEX* (già *ORLANDI S.P.A.*) in Via Hermada 8 - Via Albareto a Sestri Ponente ed il T.Chiaravagna.

Il progetto prevede la demolizione dell'attuale tratto murario e la realizzazione di un nuovo muro d'argine da realizzarsi in sostituzione dell'attuale arginatura in sponda destra del torrente Chiaravagna, a levante di un'area avente accesso da Via Hermada, 8 e "delimitata" verso valle dalla viabilità pubblica di Via Albareto, in Genova Sestri Ponente – Municipio VI Medio Ponente.

Il nuovo manufatto fa parte di un più ampio contesto di opere volte alla messa in sicurezza idraulica delle are da detto sottese ed è caratterizzato da una soluzione costruttiva in C.A.

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 raggiungono l'obiettivo dell'accertamento della fattibilità geologica e geotecnica esecutiva dell'opera così come definito dai dettami delle NTC 2018.

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.

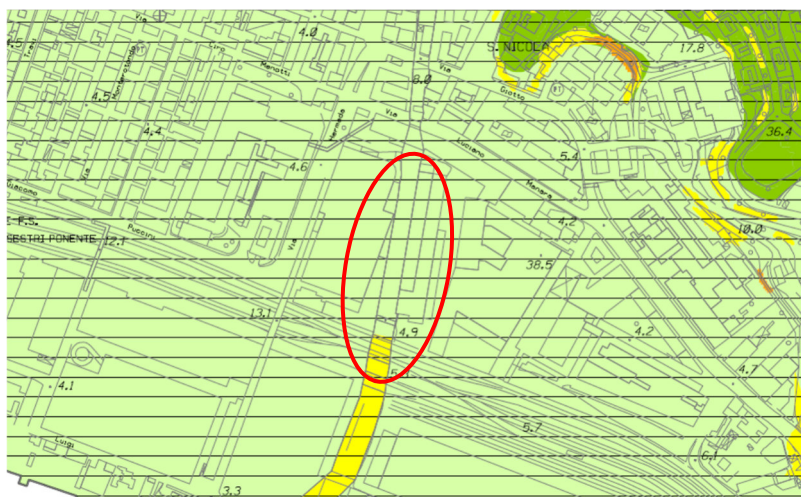
### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Aggiornamento delle 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)
- 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
- D.G.R. n°216 del 17/03/2017 della Regione Liguria
- Piano di Bacino Stralcio "Ambito 13 - Torrente Chiaravagna" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale
- Regolamento Regionale n.1/2016 della Regione Liguria
- L.R. n.4/99 della Regione Liguria
- P.U.C. del Comune di Genova

### VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

L'area è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del PUC del Comune di Genova, come "Zona B urbanizzata-Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata-".

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



Per quanto riguarda il Piano di Bacino Ambito 13 - T. Chiaravagna per la carta della suscettività al dissesto risulta essere classificata in suscettività al dissesto molto bassa (Pq0).



Sulla Carta delle Fasce di inondabilità e degli Ambiti normativi risulta compresa tra la Fascia A, l'Alveo a cielo aperto e la Fascia di riassetto fluviale. Per quanto riguarda la compatibilità dell'intervento sotto il profilo idraulico si rimanda a quanto contenuto nella relazione generale di progetto ed alla relazione idraulica a firma dell'Ing. Pietro Misurale



L'area non è sottoposta a vincolo idrogeologico.

**INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

**ESSELUNGA**  
MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*

La zona in esame, rappresentata sulla C.T.R. della Regione Liguria in scala 1:5.000, Elemento n° 213153 "Cornigliano", è ricompresa tra Via Manara a monte, Via Albareto a mare, la sponda destra del T. Chiaravagna ad Est e Via Hermada ad Ovest.

La quota media su cui si aggira la zona in esame è 4,6 mt. s.l.m.m.

L'area si presenta intensamente urbanizzata.

#### MODELLO GEOLOGICO LOCALE

#### MODELLO GEOLOGICO LOCALE

#### CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La zona d'intervento è ubicata in sponda idrografica di sinistra del T. Chiaravagna, nella parte di fondovalle urbanizzata.

L'elemento morfologico dominante è determinato dalle due piane fluviali del T. Chiaravagna caratterizzate da depositi alluvionali. I depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane e fini, con frazioni limose, costituenti l'apporto solido del bacino del torrente in oggetto.

Le due piane si raccordano con i versanti con una falda detritica, debolmente inclinata ed a volta quasi inesistente, costituente una frangia pedemontana di detrito colluviale frammista a matrice alluvionale.

I versanti a monte appaiono mutati rispetto all'originario assetto morfologico che li caratterizzava, in quanto trattasi di una porzione di versanti più o meno acclivi, attraversati da direttrici viarie importanti e secondarie, tra cui l'autostrada A 10 Genova-Ventimiglia ed il casello autostradale di Cornigliano, ed interessati da un'urbanizzazione più o meno estesa.

Le zone di fondovalle e mezzacosta dei versanti, che degradano verso la piana alluvionale, creata del vicino corso d'acqua, nel tempo hanno 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 interamente interessato da copertura urbana, rinvenendosi pertanto nelle porzioni superficiali frequenti riporti ed interventi di impermeabilizzazione. Esso è collocato nell'ambito della piana alluvionale ed in parte è in prossimità del piede collinare, per cui i depositi alluvionali si intredigitano con i materiali derivanti dal progressivo disfacimento del versante.

L'espansione urbanistica della zona, come buona parte del centro urbano di Genova, ha causato l'incanalamento di alcuni rivi e nel caso specifico il T. Chiaravagna, il quale nel comparto in oggetto risulta a cielo aperto, il rio Ruscarolo, del rio Negrone ed del rivo Senza Nome.

Non si sono rilevati evidenti fenomeni di dissesto; inoltre la fisionomia dei luoghi, non mostrando evidenti morfologie, manifestano buone condizioni di stabilità, le quali trovano un riscontro positivo dall'analisi diretta in situ sui terreni e sui manufatti limitrofi preesistenti, sui quali non si sono rilevati fenomeni di dissesto rilevanti.

#### CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio in esame ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

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".

L'ossatura litologica del dosso soprastante alla zona in oggetto è costituita dai litotipi appartenenti all'unità litostratigrafica e tettonica Timone-Tejolo che costituisce la parte più occidentale del substrato roccioso della Valle Polcevera.

Si tratta di un'unità di età Giurassica e parte inferiore del Cretaceo, estesa lungo la parte più esterna della sponda di sinistra del T. Polcevera. L'unità si trova in contatto tettonico ad ovest con le altre appartenenti alla zona della Sestri-Votaggio ed è costituita nella porzione a monte del comparto da:

-ofioliti: lherzoliti più o meno serpentinizzate, da basalti e metabasalti. Il substrato della zona e del



versante immediatamente al di sopra della zona di interesse, sono costituiti da basalti spilitici metamorfosati. L'affioramento più imponente è la massa Erzelli, costituita prevalentemente da colate di cuscini (pillows) brecciate e rimaneggiate.

Buona parte dell'abitato di Sestri Ponente risulta localizzata, come l'area di interesse, nell'ambito di una fossa del substrato che ha ospitato, in età pliocenica, un'ingressione da parte del mare, con conseguente formazione di depositi marini che l'hanno colmata.

I depositi sopracitati appartengono alla Formazione delle Argille di Ortovero, la quale è costituita da marne argillose con livelli sabbiosi e ghiaiosi. espressione sedimentaria degli eventi deposizionali verificatisi durante il Pliocene, deposito post-Messiniano.

Il Messiniano rappresenta una cesura di primaria importanza dal punto di vista dell'evoluzione fisiografica del territorio, poiché l'abbassamento drastico del livello base dell'erosione in un certo senso ha "congelato", con il repentino approfondimento, il reticolato idrografico esistente. Le principali strutture vallive e le dorsali montuose si delineano quindi in modo già simile all'attuale.

Nel contesto delle unità recenti questo dato è significativo poiché tutti i depositi posteriori suturano una paleogeografia continentale complessa e morfologicamente matura, in cui gli assi vallivi corrispondono generalmente a quelli attuali e su cui la sedimentazione è funzione del tasso di sollevamento della catena e delle variazioni eustatiche del livello del mare. Si assiste quindi a eventi polifasici di erosione e deposizione all'interno delle valli.

Nell'area rilevata la linea di costa si presentava frastagliata, con valli in cui sfociavano i corsi d'acqua. L'ambiente prossimale ad una costa ripida sviluppata ai margini di una catena in sollevamento è quindi caratterizzato da depositi fini schiettamente marini e da depositi grossolani derivati sia dagli apparati deltizi che dal detrito di versante della costa alta.

La Formazione delle Argille di Ortovero è l'espressione sedimentaria degli eventi deposizionali verificatisi durante il Pliocene.

Si tratta di argille marnose, limi e sabbie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro, oppure giallastro; disposte in strati da centimetrici a decimetrici.

Sono presenti sottili intercalazioni di limi e sabbie fini. Sono generalmente da consistenti a molto consistenti e sovraconsolidate.

Al contatto con il substrato lapideo è sempre presente un orizzonte basale di 2-5 m di spessore contenente ciottoli e blocchi, talora spigolosi, derivati dai versanti soprastanti; in corrispondenza degli sbocchi vallivi questi depositi basali grossolani aumentano significativamente di spessore, costituendo veri e propri coni di deiezione interni al bacino.

La geometria dei depositi segue l'andamento del substrato, colmando depressioni strutturali sub-parallele alla linea di costa e guidate da lineamenti diretti ENE-WSW.

Le Argille di Ortovero affiorano in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben); si ritrovano in buona parte della Riviera di Ponente e nel centro di Genova, che attraversano per diversi chilometri in direzione est-ovest.

La formazione affiora in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben); si ritrova in buona parte della Riviera di Ponente e nel centro di Genova, che attraversa per diversi chilometri in direzione Est-Ovest.

Nel territorio del Comune di Genova è presente con due corpi principali, il primo a Nord dell'abitato di Sestri Ponente e il secondo esteso dal porto antico fino al quartiere di Sturla.

In ragione della loro posizione stratigrafica, hanno spessori estremamente variabili e comunque di difficile valutazione: dai pochi metri dei lembi esterni alle fosse, agli oltre 200 metri ritrovati in sondaggi del capoluogo ligure. In prossimità della zona in esame lo spessore della formazione è dell'ordine di 30 mt.

Da indagini geognostiche effettuate nel lotto di interesse le argille plioceniche risultano essere composte da marne limoso-argillose, grigio cinerine, screziate con livelletti sabbiosi fine e medi e clasti ofiolitici arrotondati ed in altri aumenta la frazione siltosa grigio scuro, con frequenti livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi. In tutti i sondaggi, al di sotto di un sottile strato di riporti e terreni rimaneggiati e/o frammisti a riporti, di spessore variabile tra 2,6-4 mt., è stata riscontrata la presenza di depositi

alluvionali a gra-nulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, di spessore variabile tra 6,0 mt (S4) e 8,15 mt (S2), seguiti da depositi marini sabbiosi fini e sabbioso-limosi e da argille limose plioceniche da mediamente consistenti a consistenti (Formazione delle Argille di Ortovero).

### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia di superficie della zona è rappresentata dal T. Chiaravagna, che nel tratto in esame scorre arginato a cielo aperto.

Nell'immediato intorno de T.Chiaravagna l'idrografia di superficie della zona è rappresentata dalle defluenze superficiali antropiche che vengono essenzialmente regolate dalla complessa rete di smaltimento urbana, attraverso tombature e canalizzazioni, più che dalle caratteristiche granulometriche dei depositi superficiali e dal grado di permeabilità dei terreni costituenti il sottosuolo, nella quasi totalità ricoperti da un'urbanizzazione compatta sostanzialmente impermeabile.

Dal punto di vista idrogeologico l'aspetto fondamentale è rappresentato ovviamente dalla permeabilità delle formazioni considerate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sottosuolo.

I materiali sciolti, comunque essi siano disposti, sono permeabili per porosità; la permeabilità per porosità è infatti dovuta alla presenza nella formazione di pori, spazi di dimensioni idonee, che formano una rete continua per cui l'acqua può passare filtrando da un poro all'altro. Pertanto, sui versanti, le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale, penetrando più o meno agevolmente nelle coltri, possono raggiungere il substrato roccioso, in corrispondenza del quale trovano una superficie che determina meccanismi di deflusso per gravità verso gli impluvi e, comunque, verso il fondovalle.

Il deposito alluvionale, al di sotto dei riporti, presenti sull'area dell'intervento, in base alle risultanze delle prove di permeabilità in foro eseguite nelle varie campagne geognostiche, sono state stimate a permeabilità alta, nei livelli più ghiaiosi, e media nei livelli sabbiosi con intercalazioni limose.

Nonostante una certa variabilità nella composizione granulometria dei depositi alluvionali, la sequenza che costituisce il sottosuolo del sedime del comparto in esame può essere considerata una struttura idrogeologica sostanzialmente unitaria, che appartiene all'acquifero poroso a falda libera dei depositi alluvionali del T.Chiaravagna.

Le prove di permeabilità sono state realizzate all'interno dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi in matrice limosa.

I valori di permeabilità ottenuti variano da  $1,27 \times 10^{-6}$  mt/sec a  $4,80 \times 10^{-7}$  mt/sec all'interno dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi; si tratta di valori bassi per terreni di quel tipo, tipici di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

All'interno dei depositi alluvionali costituiti da sabbie fini in matrice limosa il valore di permeabilità ottenuto è di  $3,14 \times 10^{-7}$  mt/sec; si tratta di un valore basso ma tipico di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

#### Deflusso sotterraneo

Sull'area in esame è presente una falda freatica, il cui deflusso sotterraneo avviene essenzialmente entro il deposito alluvionale esteso e potente in spessore; l'alimentazione né deriva dal bacino della piana alluvionale del T.Chiaravagna e risente in modo non significativo degli apporti meteorici, in considerazione dell'intesa urbanizzazione dell'area.

Livello medio falda misurato si attesta sui 3 mt.

Dalla lettura sommaria della carta delle isofreatiche, in allegato, si evince che al disotto del comparto in esame, la circolazione sotterranea tende ad avere due orientazioni, uno verso sud ed uno verso est.

La direzione sud, con gradiente inferiore, corrisponde verosimilmente al deflusso della falda verso mare, La direzione est indica un deflusso con gradiente più elevato verso il T.Chiaravagna, continuando oltre la sponda sinistra del Chiaravagna.

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

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sull'area interessata dall'intervento in progetto sono già state realizzate nei mesi di marzo e novembre 2010 due campagne di indagini geognostiche, comprendenti sondaggi meccanici, prove in sito, prove di laboratorio e indagini sismiche.

***Campagna geognostica marzo 2010 per l'esecuzione di indagini ambientali***

Nel mese di marzo 2010 sono stati realizzati 14 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo. La stratigrafia semplificata dei sondaggi è la seguente:

<b>Sondaggio P1</b>	
0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-0,7 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,7-3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore rossastro, a frammenti lapidei, di laterizi e calcestruzzo (riporti)
3-4,3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore grigio-rosato ad elementi lapidei arrotondati e non, in prevalenza di origine alluvionale (materiale rimaneggiato e di riporto)
4,3-5,8 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi microcristallini (depositi alluvionali)
5,8-9 mt	Ghiaia di colore grigio-verdastro ad abbondante matrice sabbioso-limosa. Clasti arrotondati di pietre verdi e calcari cristallini grigi (depositi alluvionali)

<b>Sondaggio S2</b>	
0-0,4 mt	Soletta in cls.
0,4-0,7 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,7-3,4 mt	Ghiaia sabbiosa di colore rossastro, a frammenti lapidei, di laterizi (frequenti tra 1,5-2 mt) e calcestruzzo (riporti)
3,4-5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi (depositi alluvionali)

<b>Sondaggio P3</b>	
0-0,4 mt	Soletta in cls.
0,3-0,7 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,7-4,5 mt	Ghiaia sabbiosa di colore rossastro-violaceo, a frammenti lapidei, di laterizi e calcestruzzo (riporti)
4,5-6,8 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi (depositi alluvionali)
6,8-9,5 mt	Ghiaia di colore grigio ad abbondante matrice sabbioso-limosa, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Clasti arrotondati di pietre verdi e calcari cristallini grigi (depositi alluvionali)

<b>Sondaggio S4</b>	
0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-0,5 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,5-1,8 mt	Ghiaia sabbiosa di colore grigiastro, a frammenti lapidei, rari laterizi, non arrotondati (riporti)
1,8-2,2 mt	Sabbia limosa con ghiaia di colore grigio-marrone (depositi alluvionali)
2,2-5 mt	Ghiaia di colore grigio-verdastro ad abbondante matrice sabbioso-limosa, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Clasti arrotondati di pietre verdi (depositi alluvionali)

<b>Sondaggio S5</b>	
0-0,2 mt	Soletta in cls.
0,2-0,5 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,5-3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore marrone, a frammenti lapidei, di laterizi e calcestruzzo. Clasti lapidei talora arrotondati (riporti)

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

3-5 mt	Ghiaia di colore grigio-verdastra ad abbondante matrice sabbioso-limosa, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Clasti arrotondati di pietre verdi (depositi alluvionali)
--------	---

**Sondaggio S6**

0-0,6 mt	Soletta in cls.
0,6-1,5 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
1,5-2,5 mt	Ghiaia sabbioso-limosa di colore marrone grigio, a frammenti lapidei, di laterizi e calcestruzzo (riporti)
2,5-5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi (depositi alluvionali)

**Sondaggio S7**

0-0,2 mt	Soletta in cls.
0,2-0,6 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,6-2,8 mt	Ghiaia sabbioso-limosa di colore rossastro, a frammenti lapidei, di laterizi e calcestruzzo (riporti)
2,8-5 mt	Ghiaia di colore grigio-verdastra ad abbondante matrice sabbioso-limosa, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Clasti arrotondati di pietre verdi e calcari (depositi alluvionali)

**Sondaggio P8**

0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-2,4 mt	Ghiaia sabbiosa di colore marrone-grigiastro, con intercalazioni sabbioso-limose, ad elementi lapidei (riporti)
2,4-5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi microcristallini (depositi alluvionali)
5-5,4 mt	Limo sabbioso con ghiaia (depositi alluvionali)
5,4-7 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi microcristallini (depositi alluvionali)
7-7,3 mt	Limo sabbioso con ghiaia (depositi alluvionali)
7,3-7,5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi microcristallini (depositi alluvionali)

**Sondaggio S9**

0-0,4 mt	Soletta in cls.
0,4-1 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
1-2,9mt	Sabbia ghiaiosa di colore marrone-nerastra, a frammenti lapidei, rari laterizi, non arrotondati (riporti)
2,9-5 mt	Ghiaia di colore grigio-verdastra ad abbondante matrice sabbioso-limosa, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Clasti arrotondati di pietre verdi (depositi alluvionali)

**Sondaggio S10**

0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-1,8 mt	Ghiaia con abbondante matrice sabbiosa di colore marrone, a frammenti lapidei, rari laterizi, non arrotondati (riporti)
1,8-2,8 mt	Sabbia e limi di colore marrone, con ghiaia, a clasti arrotondati (Alluvioni)
2,8-5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi (depositi alluvionali)

**Sondaggio S11**

0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-1,3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore rossastro, a frammenti lapidei, laterizi e calcestruzzo (riporti)
1,3-2 mt	Ghiaia sabbiosa di colore grigio, ad elementi lapidei e rari frammenti di calcestruzzo (riporti)
2-3 mt	Sabbie limose con ghiaia di colore marrone, (Alluvioni)

**ESSELUNGA**

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*



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

3-5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi (depositi alluvionali)
--------	---

**Sondaggio P12**

0-0,2 mt	Soletta in cls.
0,2-0,6 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,6-1,9 mt	Ghiaia sabbiosa di colore marrone-rossastro, ad elementi lapidei e di rari laterizi (riporti)
1,9-2,5 mt	Sabbia limoso-argillosa marrone (riporti)
2,5-3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore grigio ad elementi lapidei non arrotondati e rari laterizi(riporti)
3-6,3 mt	Ghiaia clasto-sostenuta a scarsa matrice sabbiosa di colore grigio-verdastro. Clasti rappresentati prevalentemente da pietre verdi e calcari grigi microcristallini (depositi alluvionali)
6,3-7,5 mt	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia di colore grigio, con intercalazioni ghiaiose (depositi alluvionali)

**Sondaggio P13**

0-0,3 mt	Soletta in cls.
0,3-0,8 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,8-1,5 mt	Ghiaia sabbiosa di colore marrone, ad elementi lapidei con abbondanti frammenti di laterizi (riporti)
1,5-2,2 mt	Sabbia con ghiaia di colore grigio chiaro ad elementi lapidei carbonatici arrotondati e non (riporti)
2,2-3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore grigio ad elementi lapidei non arrotondati e rari laterizi(riporti)
3-7,5 mt	Ghiaia clasto-sostenuta con matrice sabbiosa da scarsa a frequente di colore grigio (depositi alluvionali)

**Sondaggio P14**

0-0,2 mt	Soletta in cls.
0,2-0,5 mt	Strato di inerti lapidei di sottofondo
0,5-1 mt	Ghiaia sabbioso-limosa di colore nerastro, ad elementi lapidei (riporti)
1-3,3 mt	Ghiaia sabbiosa di colore rossastro ad elementi lapidei non arrotondati e laterizi e calcestruzzo (riporti)
3,3-7,5 mt	Ghiaia di colore grigio ad abbondante matrice sabbioso-limosa. Clasti arrotondati di pietre verdi (depositi alluvionali)

L'ubicazione dei sondaggi di interesse del presente progetto è riportata nella planimetria di progetto in allegato .

Misure Piezometriche

I fori di sondaggio P1, P3, P8, P12, P13, P14 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto in modo da verificare la presenza e la quota di falda ed il comportamento della stessa nel tempo.

Di seguito vengono riportati i livelli di falda rilevati:

Letture del 26.03.2010

Piezometro	Quota chiusino (m s.l.m)	Soggiacenza da p.c (m)
<b>P1</b>	4,9 mt.	-2,89
<b>P3</b>	4,9 mt.	-2,87
<b>P8</b>	4,9 mt.	-2,84
<b>P12</b>	4,9 mt.	-3,00
<b>P13</b>	4,9 mt.	-2,96
<b>P14</b>	4,9 mt.	-2,94

Letture del 11.04.2010

Piezometro	Quota chiusino (m s.l.m)	Soggiacenza da p.c (m)
<b>P1</b>	4,9 mt.	-2,91

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

<b>P3</b>	4,9 mt.	-2,91
<b>P8</b>	4,9 mt.	-2,88
<b>P12</b>	4,9 mt.	-3,00
<b>P13</b>	4,9 mt.	-3,03
<b>P14</b>	4,9 mt.	-2,95

**CAMPAGNA DELLE INDAGINI GEOTECNICHE NOVEMBRE 2010**

Sull'area interessata dall'intervento in progetto, per la determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, è stata realizzata nel mese di novembre 2010 una campagna geognostica di dettaglio, comprendente sondaggi meccanici, prove in sito e prove di laboratorio.

**Sondaggi meccanici a rotazione**

I 5 sondaggi sono stati spinti fino alle profondità indicate nella tabella seguente:

<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>
45,00 mt.	30,00 mt.	30,00 mt.	30,00 mt.	30,00 mt.

In particolare i sondaggi S1 ed S2 sono stati realizzati nel settore meridionale del lotto di terreno in esame, il sondaggio S3 nel settore centrale ed i sondaggi S4 ed S5 nel settore setten-trionale.

In tutti i sondaggi, al di sotto di un sottile strato di riporti e terreni rimaneggiati e/o frammisti a riporti, di spessore variabile tra 2,6-4 mt., è stata riscontrata la presenza di depositi alluvionali a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, di spessore variabile tra 6,0 mt (S4) e 8,15 mt (S2), seguiti da depositi marini sabbiosi fini e sabbioso-limosi e da argille limose plioceniche da mediamente consistenti a consistenti (Formazione delle Argille di Ortovero).

La profondità alla quale sono state individuate le argille plioceniche varia da -17,0 mt (S5) a -29,0 mt (S1) ed aumenta spostandosi da N verso S.

I sondaggi S1 ed S3 sono stati attrezzati con piezometro da 3", i sondaggi S2, S4 ed S5 con piezometro da 2".

**Prove S.P.T.**

Nel 5 fori di sondaggio S1, S2, S3, S4 ed S5 sono state realizzate 15 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a punta chiusa; da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti costituenti i riporti, i depositi alluvionali ed i depositi marini.

Tabella dei dati ricavati:

**RIPORTI E TERRENI RIMANEGGIATI**

<b>Sondaggio</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>Densità relativa Dr (%)</b>	<b>φ' (°)</b>
S1	-1,50	12	21,4	62,1	30,6
S2	-1,50	15	26,7	69,5	31,4
S4	-1,50	26	46,3	91,5	34,5
S4	-3,00	14	17,6	56,4	31,1

**DEPOSITI ALLUVIONALI COSTITUITI DA GHIAIE SABBIOSE**

<b>Sondaggio</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>Densità relativa Dr (%)</b>	<b>φ' (°)</b>
S1	-3,00	18	22,7	64	32,2
S1	-4,50	17	18,9	58,4	32
S2	-3,00	24	30,1	73,8	33,9
S2	-4,50	22	24,4	66,4	33,4
S3	-6,00	24	24,1	66	33,9
S3	-7,50	18	16,6	54,8	32,2
S3	-9,00	23	19,8	59,8	33,6
S4	-4,50	22	24,6	66,6	33,4
S5	-6,00	15	15,2	52,3	31,4

**ESSELUNGA**

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*

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

S5	-7,50	33	30,6	74,4	36,4
----	-------	----	------	------	------

**DEPOSITI MARINI COSTITUITI DA SABBIE FINI E SABBIE LIMOSE**

Sondaggio	Prof. (m)	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1</sub>	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S5	-9,00	6	5,2	29,4	28,9

I valori di N<sub>SPT</sub> 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 terreni interessati dalle prove sono terreni incoerenti a granulometria da ghiaioso-sabbiosa a sabbioso-limosa.

Per la determinazione del grado di addensamento dei terreni è stata utilizzata la correlazione proposta da Terzaghi e Peck (1948)-Skempton (1986), che utilizza il valore normalizzato di N<sub>SPT</sub> (N<sub>1</sub>):  
per  $D_r > 0,35$

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

I valori di N sono stati quindi aumentati in un rapporto di 65/60, nel caso dei riporti e dei depositi alluvionali, essendo in presenza di terreni a granulometria ghiaioso-sabbiosa.

Dai risultati delle prove sia i riporti che i depositi alluvionali risultano mediamente addensati, mentre i depositi marini risultano sciolti.

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

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

Il metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 mt. nel caso di terreni sopra falda e a 8 mt. per terreni immersi in falda (pressione efficace <8-10 t/mt<sup>2</sup>).

**Prove di Laboratorio**

Le prove, commissionate al Laboratorio Servizi Geotecnici Liguri di Vado Ligure (SV) 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.

Nei fori di sondaggio S2, S3, S4 ed S5 sono stati prelevati 4 campioni indisturbati e 5 campioni rimaneggiati da sottoporre ad analisi di laboratorio.

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

Campione	Sondaggio	Profondità (mt.)	Terreno	Prove
Ci1	S2	-13,25/-13,85	Depositi marini	CG-CF-Lim-φ'-c'
C3	S2	-20,30/-20,50	Depositi marini	CG-CF-Lim-c <sub>u</sub>
C4	S2	-8,00/-8,30	Depositi alluvionali	CG-Lim
Ci1	S3	-21,30/-21,90	Argille limose	CG-CF-Lim-φ'-c'-c <sub>u</sub>
C3	S3	-24,15/-24,45	Argille limose	CF-c <sub>u</sub>
A	S3	-7,50/-8,00	Depositi alluvionali	CG
Ci1	S4	-14,00/-14,60	Depositi marini	CG-CF-Lim-φ'-c'
A	S4	-6,50/-7,00	Depositi alluvionali	CG
Ci1	S5	-13,00/-13,50	Depositi marini	CG-Lim
A	S5	-6,00/-6,50	Depositi alluvionali	CG

(\*) Ci = Campione indisturbato;

C = campione rimaneggiato;

A = campione rimaneggiato;

CG = Caratteristiche granulometriche;

CF = Caratteristiche fisiche;

**ESSELUNGA**

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*

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

Lim. = Limiti di Atterberg;  
 $\phi'$  = angolo di attrito efficace;  
 $c'$  = coesione efficace;  
 $c_u$  = coesione non drenata.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati ottenuti:

<u>CARATTERISTICHE</u> <u>GRANULOMETRICHE</u> <u>ASTM D 421-93/D 422-90</u>	<u>S2-C11</u>	<u>S2-C3</u>	<u>S2-C4</u>	<u>S3-C11</u>	<u>S4-C11</u>	<u>S5-C11</u>
<i>Classificazione (USCS)</i>	SM	ML	SM-SC	CL	SM	SM
<u>CARATTERISTICHE FISICHE</u>	<u>S2-C11</u>	<u>S3-C11</u>	<u>S4-C11</u>	<u>S2-C3</u>	<u>S3-C3</u>	
<i>Contenuto in acqua (%)</i> <u>ASTM D 2216-98</u>	17,24	23,97	16,04	-	-	
<i>Peso di volume naturale (KN/m<sup>3</sup>)</i> <u>BS 1377 part 2</u>	21,17	19,55	21,17	19,21	19,81	
<u>LIMITI</u> <u>ASTM D 4318-00</u>	<u>S2-C11</u>	<u>S2-C3</u>	<u>S2-C4</u>	<u>S3-C11</u>	<u>S4-C11</u>	<u>S5-C11</u>
<i>Limite di liquidità (%)</i>	18,4	29,3	21,3	37,8	20	20,6
<i>Limite di plasticità (%)</i>	N.P.	24,1	16	22,7	N.P.	N.P.
<i>Indice di plasticità</i>	N.P.	5,2	5,2	15,1	N.P.	N.P.
<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> <u>ASTM D 3080</u>	<u>S2-C11</u>	<u>S3-C11</u>	<u>S4-C11</u>			
<i>Coazione efficace (KPa)</i>	3,9	13,4	5,4			
<i>Angolo di attrito efficace (°)</i>	37,1	28,8	35,9			
<u>PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA UU</u> <u>ASTM D 2850</u>	<u>S2-C3</u>	<u>S3-C3</u>	<u>S3-C11</u>			
<i>Coazione non drenata (KPa)</i>	54,41	123,28	97,32			

Come si può ricavare dalle analisi granulometriche i depositi marini sono costituiti prevalentemente da sabbie limose (SM), i depositi alluvionali da sabbie limose (SM-SC) e le argille di Ortovero da argille limose (CL); il campione prelevato all'interno dei depositi alluvionali ha campionato presumibilmente la matrice sabbioso-limosa dei depositi ghiaiosi.

Nel caso dei depositi marini il contenuto d'acqua naturale è inferiore al limite di liquidità, mentre nel caso delle argille limose il contenuto d'acqua naturale è inferiore al limite di liquidità ma superiore al limite di plasticità.

Le prove di taglio diretto mostrano che i depositi marini sono caratterizzati da valori di coazione efficace molto bassi, variabili tra 3,9-5,5 KPa e da un angolo di attrito efficace variabile tra 35,9°-37,1°, mentre le argille limose sono caratterizzate da un valore di coazione efficace di 13,4 KPa e da un angolo di attrito efficace di 28,8°.

Le prove triassiali non consolidate non drenate UU mostrano che i depositi marini sono caratterizzati da un valore di coazione non drenata di 54,41 KPa, mentre le argille limose sono caratterizzate da valori di coazione non drenata variabili tra di 97,32-123,28 KPa.

#### Misure Piezometriche

I 5 fori di sondaggio S1, S2, S3, S4 ed S5 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto 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:



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

DATE LETTURE	26/11/2010	29/11/2010
S2	-3,02 mt. da p.c.	-3,02 mt. da p.c.
S3	-3,00 mt. da p.c.	-3,00 mt. da p.c.
S4	-2,95 mt. da p.c.	-2,95 mt. da p.c.
S5		-2,96 mt. da p.c.

Le letture sono state effettuate a breve distanza di tempo dall'esecuzione dei sondaggi ed hanno indicato la presenza di acqua all'interno dei piezometri, ad una quota media di -3,00 mt da p.c.

Sull'area in esame è infatti presente, come già indicato dalle indagini pregresse, una falda libera impostata prevalentemente all'interno dei depositi alluvionali.

Considerata la vicinanza la litorale è ipotizzabile un'interazione con il cuneo salino.

PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC

All'interno del foro di sondaggio S4 sono state eseguite 3 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile, in avanzamento, all'interno dei depositi alluvionali, per valutarne la permeabilità.

Le prove sono state realizzate a quote comprese tra i -3,00 mt. ed i -13,00 mt. del foro di sondaggio, formando una tasca della lunghezza di 1 mt., 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 (mt<sup>2</sup>);

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)	TERRENO	K (MT/SEC)
1	S4	-3,00/-4,00	Ghiaia con sabbia	1,27 X 10 <sup>-6</sup>
2	S4	-6,00/-7,00	Ghiaia sabbiosa	4,80 X 10 <sup>-7</sup>
3	S4	-12,00/-13,00	Sabbia fine in matrice limosa	3,14 X 10 <sup>-7</sup>

Le prove sono state realizzate all'interno dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi in matrice limosa.

I valori di permeabilità ottenuti variano da 1,27 X 10<sup>-6</sup> mt/sec a 4,80 X 10<sup>-7</sup> mt/sec all'interno dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi; si tratta di valori bassi per terreni di quel tipo, tipici di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

All'interno dei depositi alluvionali costituiti da sabbie fini in matrice limosa il valore di permeabilità ottenuto è di 3,14 X 10<sup>-7</sup> mt/sec; si tratta di un valore basso ma tipico di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

PROVA DI POMPAGGIO

In data 29/11/2010 è stata realizzata 1 prova di pompaggio nel foro di sondaggio S3, misurando il livello della falda nei piezometri di controllo S2, S4 ed S5.

Il foro di sondaggio ha una profondità di 30 ml. ed un diametro di 3", mentre i piezometri hanno una profondità di 30 ml. ed un diametro di 2".

Per le prove è stata utilizzata una pompa con una portata di 4 mt<sup>3</sup>/h, ad una profondità di 12 ml.

La distanza dei piezometri di controllo dal foro di sondaggio S3 è rispettivamente di 76 mt (S2), 56 mt (S4) e 61 mt (S5).

Durante la prova, realizzata con una durata di 3 ore e 30 minuti è stato registrato un abbassamento massimo del livello statico della falda di 1,39 mt. nel foro di sondaggio S3, mentre i piezometri di controllo S2, S4 ed S5 non hanno risentito della prova, in quanto non è stato registrato nessun abbassamento del livello statico della falda. Al termine della prova il livello statico della falda nel

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

foro di sondaggio S3 si è riequilibrato, tornando al livello iniziale, dopo 2 minuti.

Tali risultati, con un abbassamento pressoché nullo del livello della falda alle portate emunte sia nel pozzo che nei piezometri di controllo, oltre a mettere in evidenza come l'acquifero sia caratterizzato da un coefficiente di permeabilità e da una trasmissività medio-alte, possono essere spiegati con la presenza di un limite di alimentazione dell'acquifero rappresentato dal corso d'acqua nelle vicinanze del pozzo.

Di seguito vengono rappresentati i dati relativi alla prova realizzata:

GIORNO	hh./mm./ss	t.	lt./min.	Q (mc/hh)	LIVELLI (ML.)								NOTE
					S3	ΔS3	S2	ΔS2	S4	ΔS4	S5	ΔS5	
29/11/2010	14.00.00	0	-	4	3.00	-	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	A
	14.15.00	15'	-	4	4.16	1.16	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	14.30.00	15'	-	4	4.19	1.19	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	14.45.00	15'	-	4	4.23	1.23	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	15.00.00	15'	-	4	4.26	1.26	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	15.15.00	15'	-	4	4.28	1.28	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	15.30.00	15'	-	4	4.29	1.29	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	15.45.00	15'	-	4	4.30	1.30	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	16.00.00	15'	-	4	4.32	1.32	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	16.15.00	15'	-	4	4.34	1.34	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	16.30.00	15'	-	4	4.35	1.35	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	16.45.00	15'	-	4	4.36	1.36	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	17.00.00	15'	-	4	4.37	1.37	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	17.15.00	15'	-	4	4.38	1.38	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	17.30.00	15'	-	4	4.39	1.39	3.02	0.00	2.95	0.00	2.96	0.00	
	17.30.00	0	-	-	4.39								R
	17.31.00	1'	-	-	3.02								
	17.32.00	1'	-	-	3.00								

NOTA: A = ABBASSAMENTO

R = RISALITA

### SONDAGGI SISMICI VERTICALI

Ad integrazione delle informazioni ricavate dai sondaggi meccanici, nel mese di novembre 2010 sono stati eseguiti 2 sondaggi sismici verticali tramite misure di microtremori ambientali, in corrispondenza del sedime interessato dalla realizzazione dell'edificio in progetto.

Tali prove indirette presentano oltre ai vantaggi logistici alcuni limiti di precisione e di certezza che rendono necessaria una fase interpretativa alla luce delle conoscenze geologiche acquisite attraverso i sondaggi meccanici.

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 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 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 programmi appositi che sfruttano un database all'uopo costruito.

I risultati ottenuti sono sostanzialmente conformi a quanto ricavato dai sondaggi meccanici.

L'indagine eseguita ha anche permesso di ricavare la velocità delle onde di taglio ( $V_{s,30}$ ) all'interno dei terreni indagati; la  $V_{s,30}$  media è risultata variabile tra 271-446 mt/sec.

I risultati delle prove sono riportati nella tabella seguente:

<i>Stazione di misura</i>	<i>V<sub>Seq</sub></i> <i>(mt/sec)</i>	<i>Frequenza di risonanza del sottosuolo</i> <i>(Hz)</i>
T1	446	2,38
T2	271	1,66

#### INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE

In corrispondenza del sondaggio S1 è stata eseguita nel mese di novembre 2010 un'indagine geofisica mediante l'applicazione della metodologia sismica Down-Hole per la determinazione delle caratteristiche meccaniche ed elastiche dei terreni e per ricavare la velocità delle onde di taglio ( $V_{s,30}$ ) all'interno dei terreni indagati.

Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità.

Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testa foro, e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità via via crescenti. In particolare, tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z). Le misurazioni sono state effettuate ogni metro di profondità.

Dall'osservazione degli elaborati della prova si notano valori di velocità dell'onda S (non influenzata dalla falda) e valori di  $V_{s,30}$  compatibili con la stratigrafia del sondaggio e con la natura dei terreni. La presenza della falda, già nei primissimi metri del pozzo, influenza fortemente la misura dell'onda P e di conseguenza anche i valori dei parametri elastici che derivano dai rapporti  $V_p/V_s$ .

L'indagine eseguita ha anche permesso di ricavare la velocità delle onde di taglio ( $V_{s,30}$ ) all'interno dei terreni indagati; la  $V_{s,30}$  di 283 mt/sec.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

La  $V_{Seq}$  ricavata dalla prova è risultata pari a 283 mt/sec.

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

Prof.	Distanza	Tp	Ts	DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	v	E	G	r
1		1.6	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
2		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
3		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
4		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
5		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
6		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
7		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
8		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
9		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
10		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
11		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
12		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
13		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
14		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
15		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
16		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
17		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
18		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
19		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
20		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
21		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
22		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
23		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
24		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
25		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
26		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
27		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
28		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
29		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
30		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
31		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
32		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
33		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
34		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
35		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
36		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
37		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
38		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
39		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
40		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
41		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
42		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
43		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
44		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7
45		1.1	4.43	11.98	437	2.74	0.37	4.42	926	325	1.7

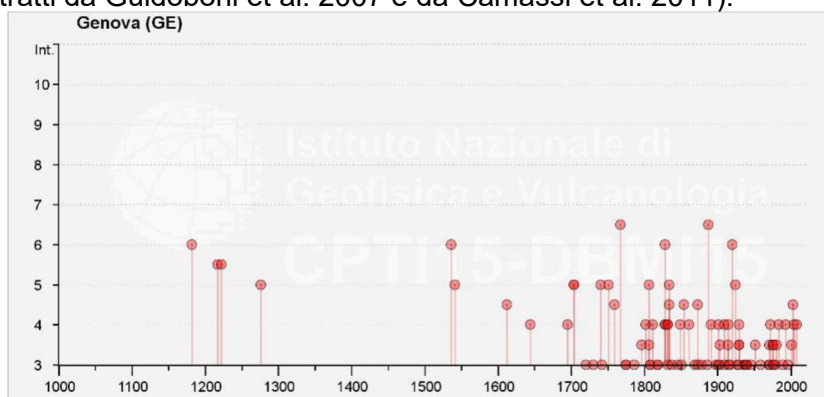
- Prof. = Profondità del geofono da testa foro in metri
  - Dist. = Distanza del geofono dall'energizzazione in metri
  - Tp = Tempo di primo arrivo delle onde longitudinali P in millisecondi
  - Ts = Tempo di primo arrivo delle onde trasversali S in millisecondi
  - DVp = Velocità di pseudointervallo delle onde longitudinali in metri al secondo
  - DVs = Velocità di pseudointervallo delle onde trasversali in metri al secondo
  - v = Coefficiente di Poisson
  - E = Modulo elastico (Young) in MegaPascal
  - G = Modulo di taglio in MegaPascal
  - r = Densità in tonnellate al metrocubo
- Parametri non attendibili a causa della presenza della falda

**SISMICITA'**

**ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO NEL TERRITORIO DI GENOVA**

**Sismicità storica ed effetti macrosismici documentati nel Comune di Genova (dal 1000 al 2008)**

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato vengono esaminati i dati riportati nel D.M.I. 2011 che contiene 86.071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1.684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno dell'area CPT111; i dati sono riferiti a 15.416 località di cui 14.150 in territorio italiano; in particolare sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Genova. Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno), l'area epicentrale (località, intensità epicentrale e magnitudo momento) e una descrizione degli effetti risentiti a Genova (dati estratti da Guidoboni et al. 2007 e da Camassi et al. 2011).



**ESSELUNGA**

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*



Dalla consultazione del catalogo emerge che le intensità sismiche massime osservate sono pari a  $IS=6$  per gli eventi del 1182, 1536, 1828 e 1920 ed  $IS=6-7$  per gli eventi del 1767 e 1887.

Gli eventi per i quali sono noti danni al tessuto urbano nel capoluogo ligure e nelle località limitrofe sono i seguenti:

- 9 ottobre 1828 con epicentro in Valle Staffora (Io 8; M 5,72; IGE 6,5);
- 23 febbraio 1887 con epicentro nel Mar Ligure al largo della costa imperiese (Io 9; M 6,27; IGE 6,5);
- 7 settembre 1920 con epicentro nella Garfagnana (Io 10; M 6,53; IGE 6).
- Danni sono stati segnalati, sia pure dubitativamente, anche per l'evento del 12 maggio 1802 con epicentro nella Valle dell'Oglio (Io 8; M 5,60; IGE 4).

Il terremoto avvenuto il 23 febbraio 1887 risulta associato ad onde di tsunami.

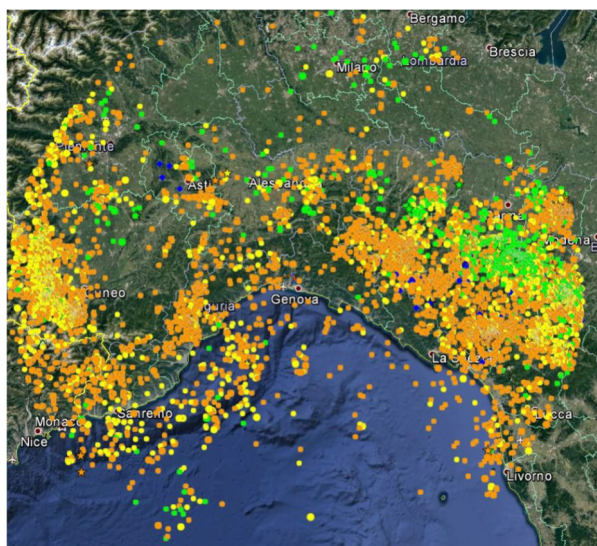
#### Commento ai dati storici (macrosismici)

##### Effetti sul paesaggio indotti dagli eventi sismici

Alla luce di quanto emerso dall'analisi dei cataloghi sismici dell'INGV, non sono noti per l'area di Genova effetti, primari o secondari, indotti sul paesaggio naturale nelle aree emerse in occasione degli eventi elencati nella precedente tabella (per molti degli stessi eventi è invece stato documentato un ampio spettro di effetti registrati nei settori più prossimi all'area epicentrale).

Tuttavia, nel "Catalogo italiano degli Effetti Deformativi del suolo Indotti dai forti Terremoti" (CEDIT) (Martino et al., 2014), nel territorio di Genova sono segnalate generiche "ground cracks" sviluppatesi in occasione del terremoto bresciano del 25 dicembre 1222 con Mw 6,05 e IG 5,5: per tale segnalazione manca tuttavia qualsiasi riferimento bibliografico. La revisione storica effettuata per questo specifico terremoto è contenuta nel "Rapporto per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella Regione Piemonte - Area PO 2" (ENEL, 1994) segnala unicamente un risentimento (non quantificato) registrato nel capoluogo ligure, senza alcun accenno ad altri effetti sia sul tessuto urbano sia sul paesaggio naturale.

#### SISMICITÀ RECENTE (DAL 1985 AL 2017)



*Database ISIDE: distribuzione terremoti periodo 1985-2017.*

Per quanto concerne i sismi che hanno interessato l'area di Genova dal 05 gennaio 1985 al 31 dicembre 2017, i dati sono stati recuperati dal database ISIDE dell'INGV considerando un'area di raggio 150 km dal Comune di Genova che include le aree epicentrali dei terremoti più intensi di cui al paragrafo precedente.

Dalla planimetria si possono distinguere le seguenti aree sorgenti:

- lungo l'arco appenninico da Alessandria alla Toscana (in quest'area avvengono i terremoti con maggior profondità e magnitudo);
- un'area interessa la Liguria sud-occidentale e l'arco alpino

- si nota la presenza di alcuni epicentri in mare soprattutto nell'area di ponente, ubicati per lo più in corrispondenza della prosecuzione in mare dei canyon.

In generale le profondità sono per la maggior parte entro i 20 km (60 km per l'area appenninica) e le magnitudini più rappresentate variano tra 1 e 2.

#### STRUTTURE SISMOGENETICHE

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità dello scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici. L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Con riferimento al "Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3", si osserva che il comparto in progetto si snoda in un'area a sismicità generalmente bassa, governata principalmente dalle aree sismogenetiche Imperia (ITCS022), Rivanazzano-Stradella (ITCS018), Lunigiana (ITCS026), Bore- Montefeltro-Fabriano-Laga (ITCS027) e Garfagnana (ITCS083), tutte distanti più di 50 km. La figura seguente evidenzia le aree sismogenetiche prossime all'area di progetto, definite quali proiezione in superficie dei sistemi di strutture sismogenetiche ritenuti attivi, caratterizzabili da un punto di vista geometrico e parametrico in maniera coerente con le sorgenti sismogenetiche incluse (poligoni arancioni).



Mapa delle aree sismogenetiche di interesse (Fonte: Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3 - <http://diss.rm.ingv.it/diss/>)

Di seguito si riporta una tabella di sintesi relativa alle strutture sismogenetiche di interesse per l'area oggetto di studio.

La codifica utilizzata nel database per identificare le strutture include 4 caratteri e 3 numeri:

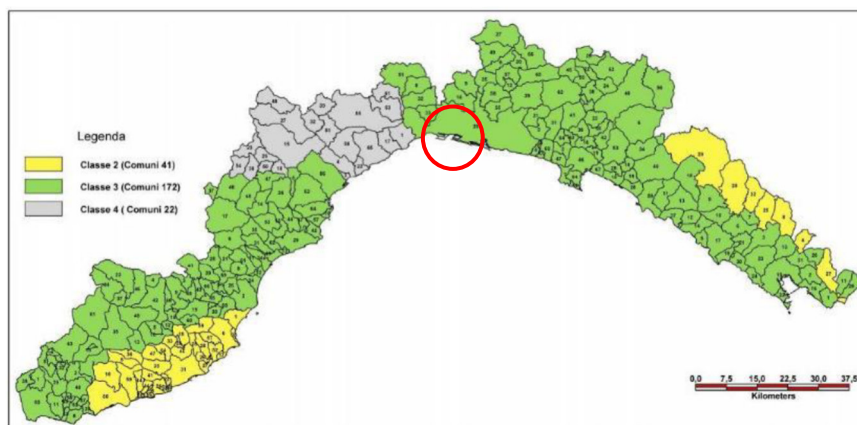
- i primi due caratteri si riferiscono al Paese considerato (IT per Italia);
- gli altri due caratteri identificano il tipo di dati:
- IS per Individual Seismogenic Source
- CS per Composite Seismogenic Source
- DS per Debated Seismogenic Source

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

Code	Name	Compiled By	Latest Update	Min Depth (km)	Max Depth (km)	Strike (deg)	Dip (deg)	Rake (deg)	Slip Rate (mm/y)	Max Magnitude (Mw)
ITCS018	Rivanazzano-Stradella	Burrato, P., and S. Mariano	07/09/2007	2	8	30 - 50	20 - 45	60 - 90	0.1 - 0.5	5.5
ITCS022	Imperia	Fracassi, U., and S. Mariano	03/08/2006	3	10	250 - 270	25 - 35	80 - 100	0.1 - 1	6.3
ITCS026	Lunigiana	Burrato, P., and G. Valensise	14/05/2010	1	10	310 - 330	30 - 45	260 - 280	0.1 - 1	6
ITCS027	Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga	Burrato, P., and S. Mariano	24/09/2007	12	22	90 - 160	20 - 55	70 - 110	0.1 - 1	6.2
ITCS083	Garfagnana	Burrato, P., S. Mariano and G. Valensise	14/05/2010	1	10	300 - 310	30 - 45	260 - 280	0.1 - 1	6.4

### CLASSIFICAZIONE SISMICA

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 ricade in **Zona 3 (bassa pericolosità)**.



*Classificazione Sismica della Regione Liguria da DGR 216/2017*

Sulla Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica del P.U.C. del Comune di Genova, l'area in oggetto ricade all'interno delle Zone stabili suscettibili di amplificazione locale in ZONA B7s - Sedimenti alluvionali e marini con spessore >3 mt e con acclività <15° (amplificazione stratigrafica).

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

Secondo quanto espresso dalle NTC2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La presenza degli strati di terreno più superficiali induce una modificazione nelle onde sismiche, tale modificazione è una delle cause più importanti degli estesi danneggiamenti prodotti da alcuni terremoti, in ragione degli effetti locali o effetti di sito.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

Ciò premesso, facendo riferimento all'approccio semplificato, 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.

**ESSELUNGA**

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA DEL TORR. CHIARAVAGNA  
*Relazione geologica*

L'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola tramite misure di microtremori ambientali mediante tecnica dei rapporti spettrali H/V ha evidenziato un contrasto di impedenza legato al passaggio tra le argille plioceniche e il substrato roccioso pre-pliocenico, con frequenza di risonanza del sottosuolo a 1,66 Hz e 2,38 Hz.

La  $V_{s_{eq}}$  ricavata dalla prova Down-Hole è risultata pari a 283 mt/sec.

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 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni":

**C) Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 mt, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 mt/sec e 360 mt/sec.**

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

#### *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 Decreto Ministeriale 17.01.2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (§ 7.11.3.4.2), la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 mt dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. 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;
4. 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  $U_c > 3,5$ .



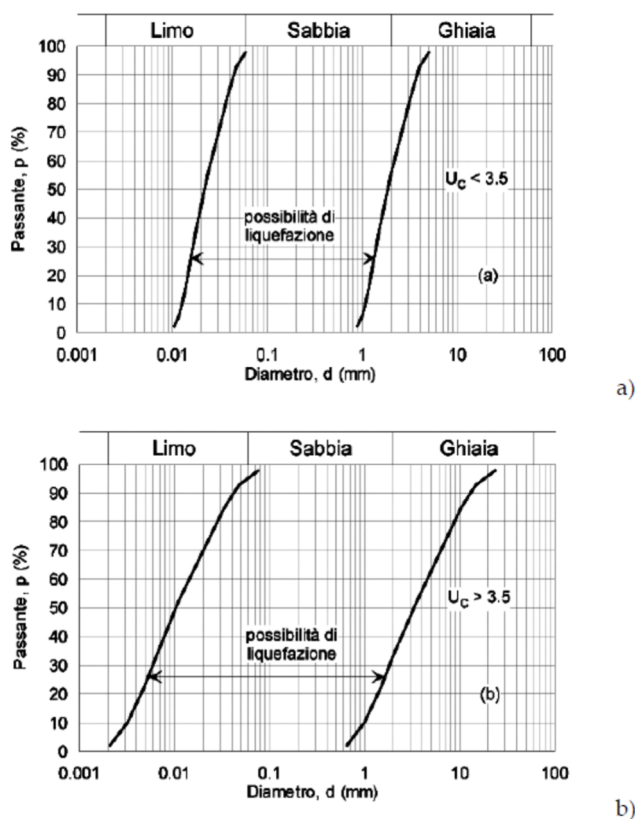


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Nel nostro caso è verificata la circostanza di cui al punto 1 del § 7.11.3.4.2. NTC 2018.

### ELEMENTI PER MODELLO STRATIGRAFICO/GEOTECNICO

Il modello geotecnico è demandato al progettista delle Strutture così come previsto dalla NTC 2018 paragrafo 6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

#### Costituzione geotecnica del sottosuolo

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

1. Il primo orizzonte comprende materiale costituito da riporti e terreni rimaneggiati, a granulometria prevalentemente grossolana, ghiaioso-sabbiosa, localmente in matrice prevalentemente limosa



2. Il secondo orizzonte comprende depositi alluvionali costituiti da ghiaie sabbiose



3. Il terzo orizzonte comprende depositi marini costituiti da sabbie fini e sabbie limose



4. Il quarto orizzonte comprende Argille limose (Argille di Ortovero)



#### IDONEITÀ DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO PER UN LORO RIUTILIZZO

Per quanto attiene alla produzione ed il riutilizzo delle terre e rocce derivanti dalle attività di scavo si dovrà fare riferimento a quanto previsto dal DPR 120/2017. Dovranno essere effettuate le opportune analisi per la non contaminazione delle terre movimentate, in modo da poterne consentire il loro riutilizzo in cantiere; il materiale in eccesso e/o non conforme sarà trattato come rifiuto e conferito in idoneo sito di recupero o smaltimento ottenuto il codice CER.

Considerato che:

- le buone caratteristiche geologiche della roccia
- l'area di progetto non ricade in siti contaminati o siti sottoposti ad interventi di bonifica
- lo scavo non è soggetto a potenziali fonti di inquinamento, e non ricade nelle Pietre Verdi così come individuate, nella Carta delle Pietre Verdi, SITAR-Regione Liguria-2009,



-allo stato attuale ed in tempi pregressi l'area è sempre stata utilizzata come area esterna e muro d'argine dell'area produttiva

si ritiene fattibile che le terre e rocce provenienti dallo scavo in progetto possano essere riutilizzate in situ, previo accertamento analitico in laboratorio, al fine di definire le caratteristiche chimiche così come disposto dal DPR 210/2017; tali accertamenti dovranno essere eseguiti anche per un loro riutilizzo al di fuori del cantiere in oggetto.

## CONCLUSIONI

Sulla base dell'indagine eseguita si è giunti alle seguenti condizioni:

-la stratigrafia è risultata con la presenza di uno strato di riporti, depositi alluvionali mediamente grossolani ed un successivo deposito marino composto da sabbie e ciottoli, a seguire si intercetta il deposito delle argille plioceniche

- ai sensi della D.G.R. n°216 del 17/03/2017, il Comune di Genova ricade in Zona 3 (molto bassa pericolosità); l'indagine sismica ha rilevato che dal piano campagna il sito rientra in classe C di sottosuolo e condizioni topografiche T1

-secondo i dettami del Piano di Bacino Ambito T.Chiaravagna l'area risulta in comparti classificati stabili, sotto il profilo geologico

-non si sono ravvisati fenomeni di dissesto né forme geomorfologiche tali da poter presumere un'evoluzione di instabilità del comparto nell'immediato

-sussiste interferenza con la fascia di rispetto del T.Chiaravagna secondo il Regolamento Regionale n.1/2016 e norme di Piano di Bacino

Alla luce della situazione geomorfo-geologica esistente e delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche riscontrate, valutata in rapporto alle caratteristiche dell'intervento, la scrivente ritiene fattibile progetto di cui trattasi.

Ciò premesso di seguito verranno fornite alcune indicazioni di carattere geologico-tecnico:

- i calcoli per le opere strutturali possono fare riferimento al modello stratigrafico elaborato nella presente relazione;
- dovrà essere prestata la massima attenzione alla captazione ed allo smaltimento dell'acqua eventualmente incontrata nel corso dell'attività di scavo;
- 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..

Per garantire un'adeguata salvaguardia ambientale e sistemazione idrologica ed idrogeologica delle aree interessate dall'intervento è necessario ridurre l'interferenza delle acque meteoriche e ipodermiche sui terreni sciolti. Quindi vengono definite le opere atte a minimizzare sia le azioni dilavanti sia le infiltrazioni delle acque piovane:

- dotare il tratto di muro contenimento di appropriate strutture drenanti, preferibilmente costituite da un setto continuo (largo almeno 50 cm), formato da materiale arido di varia pezzatura, disposto a contatto del paramento interno di ogni manufatto e da un congruo numero di fori drenanti, allineati su file sfalsate

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

- regimare correttamente le acque intercettate dalla sistemazione esterna privata evitandone il ristagno delle stesse in punti concentrati sul paramento murario
- I riporti previsti dovranno essere costituiti da materiali di buona qualità, prevalentemente lapidei con scarsa componente argillosa e privi di frazioni vegetali e/o torbose; le operazioni dovranno essere effettuate a regola d'arte tramite la sistemazione di straterelli successivi di materiale progressivamente compattati ed eseguite con lo scarico del materiale dalle quote più basse per risalire a quelle di ultimazione.

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. 17.01.2018 ed alle norme geologiche di attuazione del PUC di Genova.

IL TECNICO INCARICATO



**ALLEGATI:**

- TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:5.000
  - TAV. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000
  - TAV. 3 - PLANIMETRIA DI PROGETTO IN SCALA 1:500
  - TAV. 4 - SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE IN SCALA 1:200
- REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA


UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA


 Metabasalti del Monte Figogna


DEPOSITI PLOCIENICI

 Argille di Ortovero


QUATERNARIO


 Sedimenti di alveo

 Sedimenti alluvionali

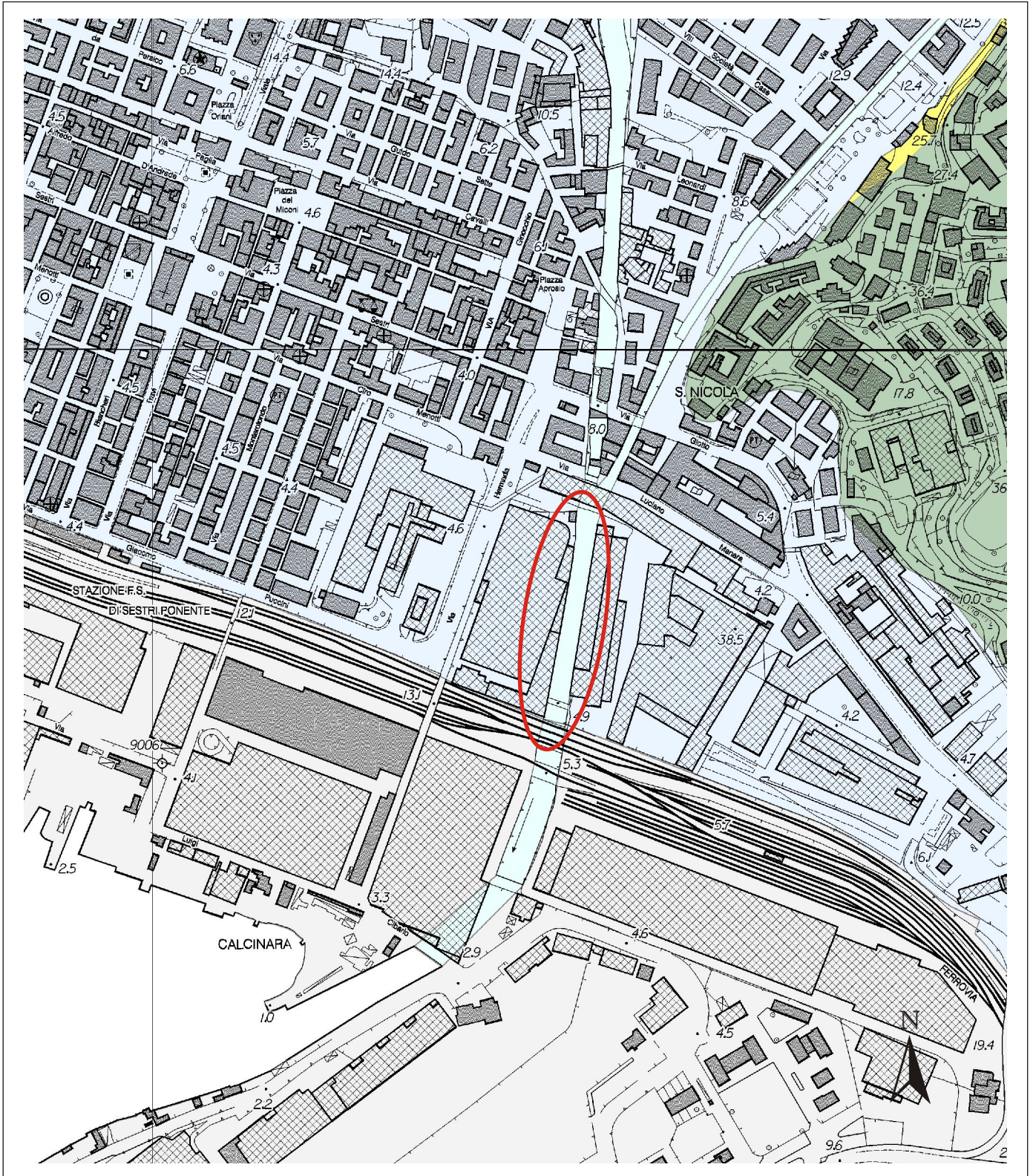
 Riporti artificiali e discariche  
Depositi vari rimaneggiati

DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità principali

 Faglie certe e presunte

 Area di intervento





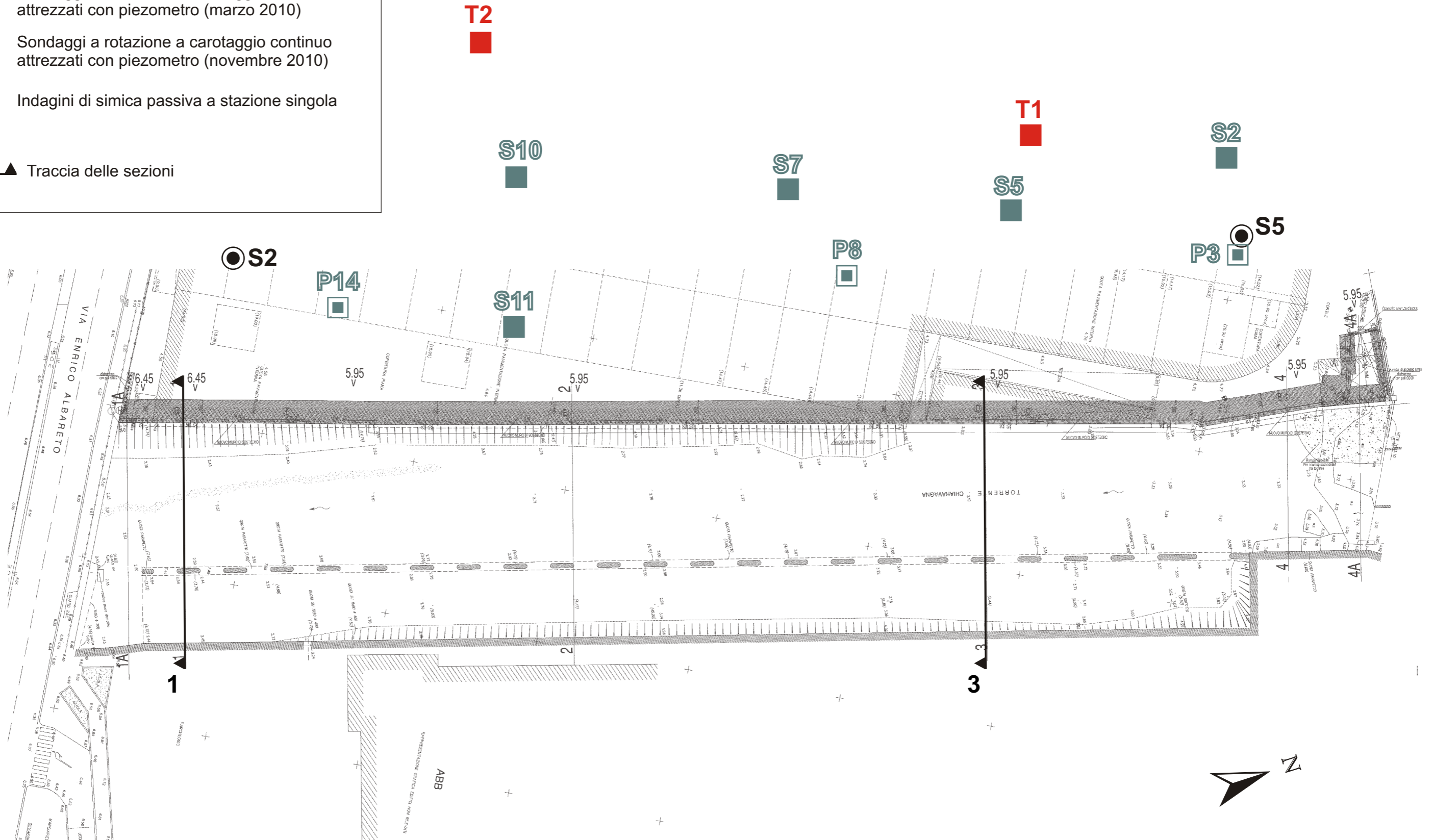







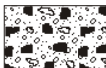

LEGENDA

- S2 Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (marzo 2010)
- ▣ P3 Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro (marzo 2010)
- ⊙ S2 Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro (novembre 2010)
- ◆ T1 Indagini di simica passiva a stazione singola

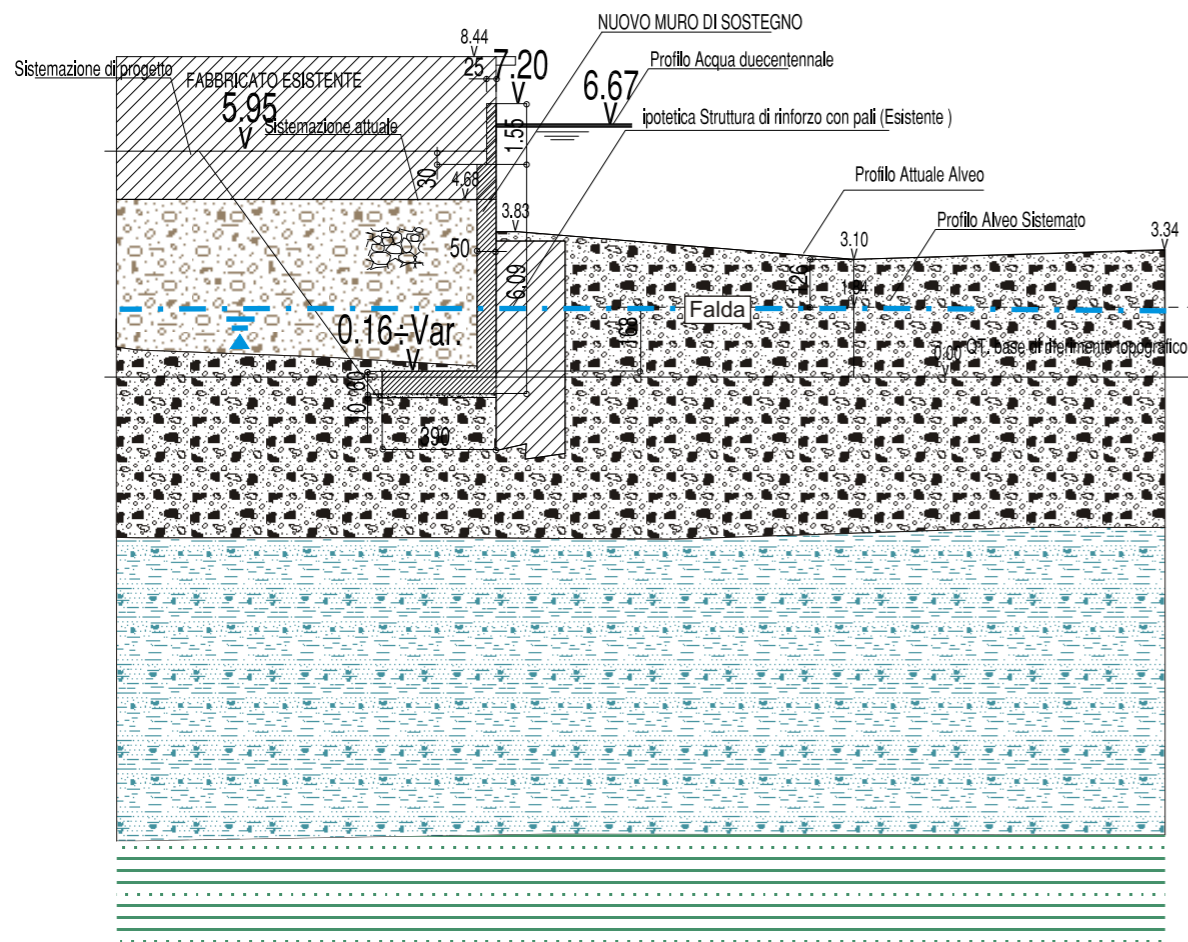
1  Traccia delle sezioni



LEGENDA

-  Riporti e terreni rimaneggiati
-  Depositi marini costituiti da sabbie fini e sabbie limose
-  Falda
-  Depositi alluvionali costituiti da ghiaie sabbiose
-  Argille limose (Argille di Ortovero)

Sezione 3



Sezione 1

