

COMUNE DI GENOVA



Progetto

PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO (P.U.O.)
Ambito con Disciplina Urbanistica Speciale n.72

RIQUALIFICAZIONE AREA "EX ESAOTE"

Oggetto

RELAZIONE GEOLOGICA/IDROGEOLOGICA E SISMICA

Tavola

G_D04

Scala

Data

Luglio 2018

Soggetto proponente - proprietario:

TALEA S.p.A. con Socio Unico

SEDE LEGALE: Corso Ricci n. 211R - SAVONA (SV)
SEDE AMMINISTRATIVA: via Val Lerone n. 30 - GENOVA (GE)
CF/P.IVA: 02535130963

TALEA Soc. di Gestione Immobiliare s.p.a.
Sede Legale: con Socio unico
SAVONA - Corso A. Ricci, 211 R
Sede Amministrativa:
ARENZANO (GE) - Via Val Lerone, 30
C.F.: 02535130963 - P.I.: 01254800095

GEOLOGO

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO
Via Luigi Cibrario 31/6 -16154 Genova
Cell 335 6450816 tel/fax 010/6049472
email ebarboro@gmail.com
PEC ebarboro@epap.sicurezza postale.it



Elisabetta Barboro

TALEA S.p.A con Socio Unico

Corso Ricci 221R Savona (SV)

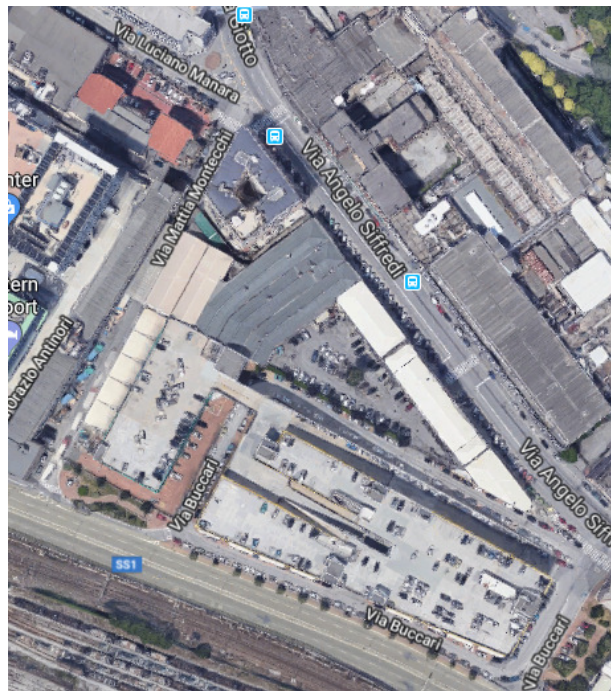
PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO (P.U.O.)

VALORIZZAZIONE DEL COMPLESSO INDUSTRIALE ESAOTE

VIA SIFFREDI – SESTRI PONENTE GENOVA

AMBITO N.72 CON DISCIPLINA SPECIALE

- SUB- SETTORE N.4 DEL DISTRETTO 17 DI P.U.C. -

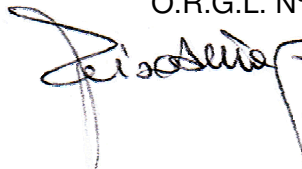



RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

Luglio 2018

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro

O.R.G.L. N° 164

rif.7/2018

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

RELAZIONE GEOLOGICA INERENTE IL PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO (P.U.O)
VALORIZZAZIONE DEL COMPLESSO INDUSTRIALE ESAOTE VIA SIFFREDI – SESTRI
PONENTE GENOVA - AMBITO N.72 CON DISCIPLINA SPECIALE- SUB-SETTORE N.4 DEL
DISTRETTO 17 DI P.U.C.

PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione geologica inerente il progetto urbanistico operativo in corrispondenza del distretto aggregato n.17 – valorizzazione complesso Esaote compreso tra via Siffredi e Via Albereto in Genova Sestri Ponente.

Il presente elaborato costituisce l'allegato geologico al PUO di iniziativa privata in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente (L.R n° 24/87, L.R. n° 36/97 e Circolare Regionale n° 4551 del 12 dicembre 1989 dei Servizi Regionali Strumenti Urbanistici e Difesa del Suolo).

La presente relazione è stata redatta ai sensi del D.M 17.01.2018 ed ai sensi della DRG 441 del 23.03.2010 e successiva D.G.R. 714/2011 per la microzonizzazione sismica.

Il perimetro del P.U.O. non coincide esattamente con quello del Settore 3 ma viene rettificato come previsto dall'art. Dst2) ed in particolare include anche via Siffredi, via Albareto, Via Montecchi e via Buccari per motivi di sistemazione veicolare, ed esclude gli edifici residenziali via Siffredi civico 60, all'angolo con via Montecchi, e l'edificio angolo via Buccari/via Siffredi (via Buccari 2, via Siffredi 54 e 56) come prescritto.

Nell'area è stata di recente realizzata una nuova viabilità urbana di scorrimento, via Albareto, che collega via Puccini con la rotatoria di via Siffredi, in corrispondenza degli svincoli autostradali dell'aeroporto e del casello di Sestri. Parte di questa viabilità era inserita nel S.A.U. del 1999. Via Albareto ha permesso di alleggerire il traffico su via Siffredi.

Il progetto di PUO in esame persegue seguenti obiettivi:

- miglioramento dell'assetto infrastrutturale, attraverso la sistemazione di via Siffredi e Via Giotto.
- creazione di uno spazio urbano permeabile, pedonale e verde, che favorisca l'integrazione con il tessuto esistente a monte e sui lati del lotto, con funzioni miste che garantiscano l'utilizzo dell'area in tutte le fasce orarie;
- individuazione dell'assetto distributivo e tipologico degli edifici e degli spazi pubblici finalizzato al raggiungimento di un elevato standard qualitativo delle funzioni proposte, nel rispetto dell'organizzazione complessiva del contesto urbano;
- definizione dei rapporti con le strutture edilizie esistenti ed individuazione e distribuzione degli spazi pubblici (aree a verde su via Siffredi e Via Buccari) come elementi di connessione dell'area di progetto con l'intorno urbano;
- miglioramento delle condizioni di sicurezza ambientale, tramite opere di difesa dalle acque e miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e utilizzo delle energie alternative;
- individuazione di due comparti A, B ai quali corrisponderanno singoli permessi di costruire (comparto A, che comprende la media struttura di vendita e il Comparto "B" comprendente l'albergo)
- Di seguito verranno descritti sommariamente gli interventi previsti.
- Si prevede la demolizione in due fasi, differite nel tempo, degli attuali edifici esistenti nei rispettivi comparti, con preliminare demolizione delle tramezzature interne dei diversi edifici; si

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

prevede nel comparto "A" il mantenimento di un edificio che verrà integrato nella progettazione della sistemazione futura. Questo edificio verrà ampliato ed ospiterà al piano terreno una media struttura di vendita alimentare con soprastanti due livelli di parcheggio. La copertura della piastra sarà destinata a parcheggi di uso pubblico e pertinenziale e potrà essere accessibile sia dall'interno del nuovo edificio (per la quota parte di parcheggi pertinenziali alla funzione commerciale) che dall'esterno attraverso la rampa di collegamento aerea esistente con l'edificio a fianco di proprietà Elsag (per la quota parte di parcheggi ad uso ricettivo).

- Nel comparto "B" è previsto un edificio a funzione ricettiva prospiciente via Siffredi la cui forma piega verso lo spazio pubblico centrale secondo linee presenti nella composizione del disegno della piazza.
- Lo spazio libero posto al centro dei due comparti, facente anch'esso parte del Comparto B, sarà destinato a spazio pubblico attrezzato con alberi, verde e sedute per la sosta e le relazioni sociali.
- Il quadro dell'accessibilità all'area del P.U.O. si basa sulla viabilità di scorrimento veloce (via Albareto), su via Siffredi, derubricata a distribuzione secondaria e sul raccordo di via Buccari e collegata con la ferrovia a livello urbano. La viabilità veicolare di servizio, interna al lotto, è finalizzata solo al carico/scarico delle merci e all'accesso ai parcheggi interni al fabbricato commerciale. Tutti gli elementi citati concorrono alla formazione di una circolazione caratterizzata da fluidità sia in entrata che in uscita, dalla facilità d'accesso anche per mezzi pesanti, e d'opportuni percorsi pedonali.
- Fondamentale importanza acquista la viabilità pedonale interna al lotto, collegata alle fermate degli autobus n° 1, 2 e 3.
- A corredo dell'insieme sono previste delle aree verdi, verso le vie Siffredi e Buccari, e l'arredo urbano di completamento delle stesse. Le aree verdi, sia pubbliche che private, contribuiscono in modo significativo a ridurre l'impatto visivo degli edifici, a diminuire l'impatto acustico prodotto dal traffico veicolare grazie alla capacità fonoassorbante delle piante, ad accrescere la biodiversità dell'ambiente urbano, a migliorare il microclima della zona ed a purificarne l'aria.

Nel dettaglio per il **comparto A** si prevede una Media struttura di vendita alimentare

La media struttura di vendita alimentare si sviluppa su un unico livello, al piano terreno, con accesso pedonale dall'interno del lotto in corrispondenza della piazza pubblica centrale. L'accesso delle merci avviene nel prospetto retrostante su via Albareto, in un'area coperta per limitare i rumori verso gli edifici residenziali circostanti. In questa zona è previsto anche il deposito per i rifiuti con spazi dedicati alla raccolta differenziata. L'ingresso veicolare avviene sia verso via Albareto (a sud) che da via Montecchi (a nord) attraverso rampe di collegamento ai piani primo e copertura ove si trovano i due livelli di parcheggio dedicato.

- La zona di vendita (S.N.V. 2500 mq) è circondata dagli spazi destinati ai laboratori di preparazione delle merci fresche e deperibili, oltre che dai magazzini per la scorta giornaliera, dalle aree di servizio per il personale, mentre i locali tecnici si trovano sui lati esterni.
- L'edificio commerciale si sviluppa su tre livelli: al piano terra a quota +4.55 m si trova la media struttura di vendita, al primo livello(quota +9.79 m) il primo piano di parcheggi interamente dedicato alla funzione commerciale e il secondo livello a quota +13.83 m sempre dedicato a parcheggi ma che vede una separazione tra quelli destinati alla parte commerciale e quelli pertinenziali della funzione ricettiva raggiungibili attraverso la passerella aerea collegante l'edificio a fianco di proprietà Elsag con il piano strada di via Buccari. Su questa percorrenza e

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

accesso vi è una servitù di passaggio attiva trasmessa internamente all'atto di acquisto

- L'edificio risultante è composto da una preesistenza che verrà integrata nel nuovo volume. L'edificio mantenuto è uno dei fabbricati, che per criteri dimensionali, costruttivi e stato di manutenzione può essere integrato nella riprogettazione della nuova sistemazione. Sostanzialmente ne verrà mantenuta la struttura e ne verrà aggiunta una nuova volumetria a completamento del programma funzionale.
- Il piano terra che verrà, occupato dalla funzione commerciale avrà un'altezza netta interna di m. 4.34 derivante dalle dimensioni dell'edificio preesistente. L'ingresso principale avviene attraverso la piazza e sono previste 4 uscite di emergenza direttamente dagli spazi commerciali di vendita con le distanze previste dalla normativa. Il collegamento ai piani superiori e quindi ai piani di parcheggio viene garantito da un volume contenente un vano scale filtrato e da quattro ascensori, tre dei quali sbarcano direttamente all'interno dell'area di vendita. Il quarto ascensore, al contrario, prevede lo sbarco all'esterno dell'edificio permettendone quindi l'utilizzo anche quando il punto vendita risulta chiuso.
- I parcheggi pertinenziali, computati nella misura prevista dal PUC vigente, recepiscono le pertinenti discipline di settore, per n. 294 posti complessivi, si sviluppano sui due piani soprastanti la media struttura di vendita. Sono previsti n.127 posti auto al primo livello e n. 86 posti auto al secondo livello per la quota parte commerciale e n. 81 Posti auto di pertinenza dell'albergo. All'interno di questi parcheggi è prevista la quota parte riservata ai disabili secondo una disposizione privilegiata rispetto al volume degli ascensori nella misura di almeno 1 posto riservato ogni 50 posti auto. L'altezza netta del primo piano di parcheggio è anch'essa quella che deriva dall'edificio preesistente e cioè m. 3.19 (calcolata sottotrave) e quindi ampiamente all'interno della normativa di riferimento.
- La nuova piazza non presenta variazioni significative nelle quote, risultando per la maggior parte complanare. La viabilità carrabile è collocata al contorno della piazza permettendo un facile accesso agli edifici.
- E' previsto un parcheggio per i motorini adiacente all'ingresso della struttura commerciale e due postazioni con portabiciclette per 15 stalli.
- Rimane garantito il passaggio tra la via Montecchi e l'area privata sul lato ovest della strada stessa.

Il **comparto B** è connotato dalla presenza dell'edificio adibito ad albergo, dal parcheggio di pertinenza e dallo spazio privato ad uso pubblico circostante.

L'edificio ricettivo si articola su 6 livelli e più precisamente dal livello posto al piano terra, con accesso principale sulla piazza, ove troveranno spazio tutte le attività legate all'accoglienza e al servizio (reception, ristorante-bar, meeting ecc), mentre ai 5 piani soprastanti troveranno sede le camere per gli ospiti.

La struttura contenente 135 camere è dotato di due corpi scala che servono tutti i livelli.

Al piano terra trovano sede le funzioni dedicate all'accoglienza e alla gestione dell'hotel, oltre alla presenza dei locali adibiti agli impianti e alla gestione dei rifiuti.

Le caratteristiche geotecniche medie dei terreni sono state ottenute da indagini di dettagli in zona, da dati bibliografici, e successivamente dai dati ricavati dalle indagini geognostiche già eseguite per la caratterizzazione ambientale del comparto e per la realizzazione dei due edifici già esistenti nel lotto in esame.

Sono state inoltre stabilite le modalità di indagine geognostica, integrativa a quelle già eseguite,

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

da adottarsi in una seconda fase, prima dell'inizio lavori, come previsto dalle normative vigenti già citate, dirette specificatamente ad approfondire la caratterizzazione geotecnica, qualitativa e quantitativa del sottosuolo per confrontare le soluzioni possibili, scegliere quella esecutiva e definire i procedimenti costruttivi.

Le informazioni desunte dall'indagine eseguita e successivamente elaborate sono state raccolte, oltre che nella presente relazione, nelle seguenti tavole:

- Tav. 1 Carta geologica
- Tav. 2 Carta geomorfologica
- Tav.3 Carta idrogeologica
- Tav.4 Carta isofreatica
- Tav.5 Carta geologico-tecnica e delle indagini
- Tav. 6 Carta di analisi
- Tav. 7 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Tav.8 Carta di sintesi
- Tav. 9 Sezione geologica schematica A-A
- Tav. 10 Sezione geologica schematica B-B

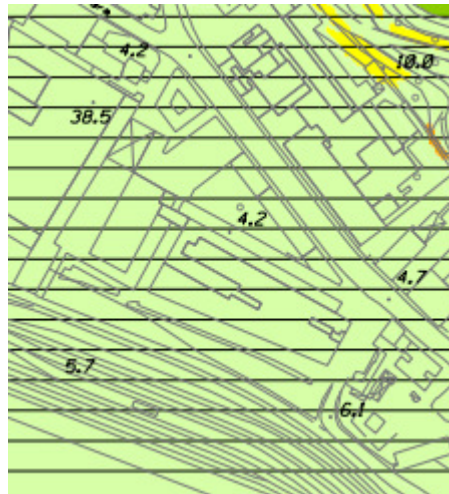
NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- 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
- L.R n° 24/87 della Regione Liguria
- L.R. n° 36/97 della Regione Liguria
- Circolare Regionale n° 4551 del 12 dicembre 1989 dei Servizi Regionali Strumenti Urbanistici e Difesa del Suolo
- D.G.R. n°216 del 17/03/2017 della Regione Liguria
- L.R. 4/99 della Regione Liguria
- Piano di Bacino Stralcio T.Chiaravagna aggiornato all'ultima variante DdDG n. 175 del 25/06/2018
- PUC del Comune di Genova

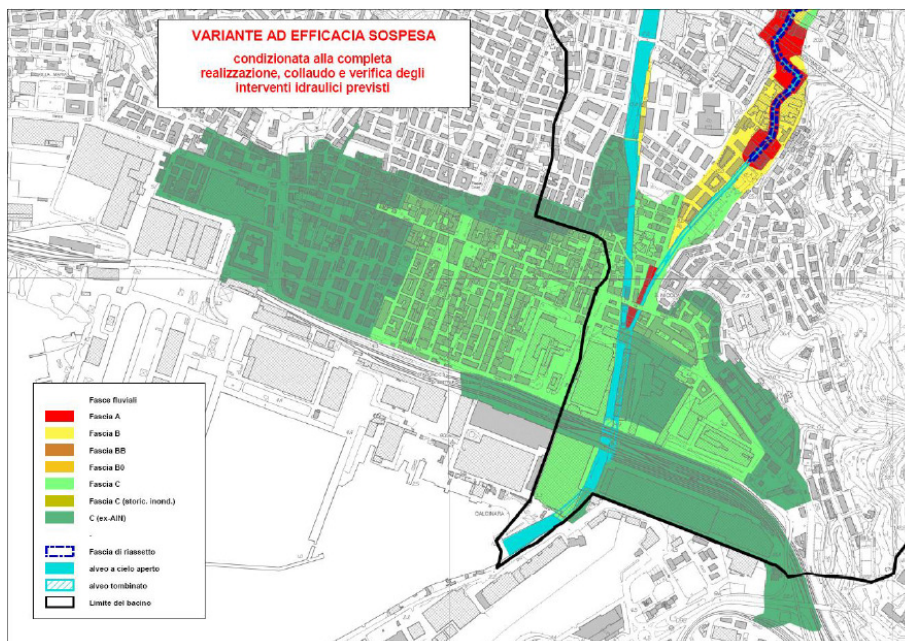
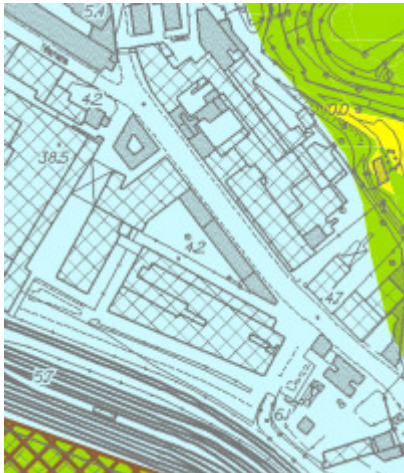
VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

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 Stralcio del T. Chiaravagna nella Tav 17 l'area ricade:
 -in classe di suscettività al dissesto bassa
 -non è interessata da rivi significativi



Fasce di inondabilità della variante ad efficacia sospesa del Piano di Bacino del torrente Chiaravagna, decretate con DdDG n. 175 del 25/06/2018.

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

Si rimanda per la trattazione delle fasce fluviali ed inondabilità del comparto alla Relazione Idraulica in allegato al presente PUO.

L'area non rientra in zone sottoposte a vincolo per scopi idrogeologici.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame, rappresentata in cartografia in scala 1:5.000 dall'elemento n°213153 "Cornigliano" e n°213154 "Sestri Ponente" della carta tecnica regionale in sponda idrografica di sinistra del Torrente Chiaravagna ed è compresa tra Via Siffredi, a monte, e Via Albereto e la linea ferroviaria Genova Ventimiglia, a mare.

L'area è da considerarsi pianeggiante ed è posta intorno alla quota media sui 4,5 mt s.l.m.m. L'area si presenta intensamente urbanizzata.

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-Voltaggio ed è costituita nella porzione a monte del comparto da:

-ofioliti: lherzoliti più o meno serpentinite, 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.

-Argille di Ortovero: 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.

Nell'area di progetto sono state eseguite due campagne di sondaggi geognostici per la realizzazione dei due edifici produttivi esistenti ed è emerso quanto segue.

-Riparti antropici.

Sono presenti con continuità su tutta l'area di indagine e la loro natura è alquanto eterogenea: generalmente si tratta di limo sabbioso con breccia eterometrica, di colore marrone o nero, ma è frequente la presenza di ghiaia, laterizi, ballast ferroviario, asfalti. Lo spessore del tale strato varia dai 1,5 a 3 mt

Le coltri nella parte di versante sono assenti e se presenti in sono poco estese e di irrilevante spessore.

-Alluvioni antiche

Sono costituite da ghiaie e sabbie, di origine ofiolitica e talvolta calcarea, in prevalente matrice sabbiosa poco limose intercettate fino ai 7 mt (quota media)

-Depositi marini

Sono composti da sabbie, da fini a molto fini, dalla matrice limoso-argillosa, dello spessore medio sui 5 mt. Trattasi di depositi marini che si interdigitano e si alternano ai depositi fluviali soprastanti

-Substrato roccioso

In corrispondenza del sondaggio P2 SB, quindi porzione a monte del comparto investigato, si è intercettato il substrato roccioso costituito dalle metabasiti fratturate reperite alla profondità media di -12 mt. Mentre per il sondaggio SD a -18 mt si è rilevata la presenza di un livello di alterazione ancora delle metabasiti

Mentre nella porzione di valle nei sondaggi SC e SE si è intercettato il substrato pliocenico alterato, non si esclude la possibilità che a profondità maggiori di quelle individuate dai sondaggi ci sia il rilevamento anche delle metabasiti

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE DEFINITO MEDIANTE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE NELLE VICINANZE DEL COMPARTO IN ESAME

Il modello stratigrafico è stato eseguito da informazioni desunte dalle seguenti campagne geognostiche.

Campagna geognostica eseguita per la caratterizzazione della zona TR 6/5 – Comparto 4-Denominato Polo Tecnologico,

In corrispondenza dell'area in esame è stata realizzata nel mese di maggio 1998 una campagna geognostica comprendente sondaggi meccanici.

In particolare sono stati realizzati 5 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo la cui ubicazione è riportata nella cartografia in allegato.

La stratigrafia semplificata dei sondaggi è la seguente:

Sondaggio P1	
0-0,30 mt	Soletta in cls.
0,30-1,70 mt	Riporti
1,70-8,00 mt	Alternanze di sabbie e ghiaie in matrice debolmente sabbioso-limosa
8,00-12,80 mt	Alternanza di livelli pluridecimetrici di sabbie e ghiaie limose e livelli di sabbie limose debolmente argillose
12,80-17,00 mt	Livello limoso-argilloso debolmente sabbioso, grigio azzurro
17,00-20 mt	Sabbie ghiaiose e limose colore grigio

Sondaggio P2	
0-0,30 mt	Soletta in cls.
0,30-1,00 mt	Riporti
1,00-3,00 mt	Terreno di riporto frammisto a sabbie e ghiaie
3,00-7,30 mt	Alternanze di sabbie e ghiaie con presenza di livelli limosi poco plastici
7,30-10,00 mt	Sabbie fini con ghiaia e con limo argillosi colore grigio azzurro
10,00-12,50 mt	Roccia metabasaltica ridotta a detrito
12,50-20 mt	Metabasiti, con fatturazione estesa con ossidazione sulle superficie di discontinuità

Sondaggio P3 a distruzione di nucleo	
0-0,20 mt	Soletta in cls.
0,20-0,50 mt mt	Sottofondo costituito da massi decimetrici
0,50-2,70 mt	Ghiaie e sabbie
2,70-5,00 mt	Limi con sabbie e ghiaie

Sondaggio SS1	
0-0,20 mt	Soletta in cls.
0,20-2,40 mt	Riporti artificiali grossolani costituiti da ghiaie e ciottoli frammisti a laterizi
2,44-5,00 mt	Alternanze di sabbie e ghiaie con ciottoli in matrice debolmente limosa

Sondaggio P4-SS2	
0-0,60 mt	Strato di asfalto e massicciata
0,60-2,10mt	Riporti
2,10-5,40 mt	Alternanze di sabbie debolmente limose e ghiaie con ciottoli da centimetraci a pluricentimetrici e clasti da centimetraci a pluricentimetrici
5,40-7,00 mt	Alternanze di livelli ghiaiosi e sabbiosi e livelli limoso-argillosi
14,75-30,00 mt	Argille debolmente limose poco plastiche, compatte (Argille di Ortovero)

E' stata intercettata una falda impostata sui 2,80 a monte e 2,90-3 mt a valle del comparto

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

Campagna geognostica eseguita per il SAU della zona TR 6/5 – Comparto 4- Denominato Polo Tecnologico,

In corrispondenza dell'area in esame è stata realizzata nel 1998 una campagna geognostica comprendente sondaggi meccanici.

In particolare sono stati realizzati 5 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo la cui ubicazione è riportata nella cartografia in allegato.

La stratigrafia semplificata dei sondaggi è la seguente:

Sondaggio SA	
0-2,00mt	Riporti antropici
2,00-8,20 mt	Alternanze di sabbie e ghiaie da medie e grossolane con ciottoli in poca matrice limosa o limosa argillosa color grigio scuro
8,20-17,00 mt	Alternanza di livelli pluridecimetrici di sabbie limose debolmente argillose e livelli limosi argillosi debolmente sabbiosi, assenza di ghiaia; colore da grigio scuro a nero
17,00-20 mt	Argilla con limo (livello alterato di marne plioceniche)

Sondaggio SB	
0-1,00mt	Riporti antropici
1,00-2,00 mt	Riporti antropici frammisti a sabbie e ghiaie
2,00-8,60 mt	Alternanze di livelli con sabbie e ghiaie da medie e grossolane con ciottoli anche decimetrici con livelli con minore percentuale di ghiaia in matrice limosa, colore da grigio scuro a nero
8,60-11,00 mt	Sabbie fini limose argillose con raro ghiaietto, colore da grigio scuro a nero
11,00-12,50 mt	Sabbie da fine a medie con ghiaie e scarsa matrice limosa, colore grigio scuro marrone
12,50-15,00 mt	Livello d'alterazione del substrato roccioso metabasitico molto fratturato ridotto ad aspetto detritico con livelli fini, colore da marrone a grigio verde

Sondaggio SC	
0-1,70mt	Riporti antropici
1,70-8,20 mt	Alternanze di sabbie e ghiaie da medie e grossolane con ciottoli in scarsa matrice limosa argillosa , colore da grigio scuro a nero
8,20-15,00 mt	Alternanza di livelli pluridecimetrici di sabbie limose debolmente argillose e livelli limosi argillosi debolmente sabbiosi, assenza di ghiaia; colore da grigio scuro a nero

Sondaggio SD	
0-1,50mt	Riporti antropici
1,50-2,50 mt	Riporti antropici frammisti a sabbie e ghiaie
2,50-8,40 mt	Alternanze di livelli con sabbie e ghiaie da medie e grossolane con ciottoli anche decimetrici con livelli con minore percentuale di ghiaia in matrice limosa, colore da grigio scuro a nero
8,40-14,70 mt	Sabbie fini limose argillose con raro ghiaietto e qualche ciottolo centimetrico, colore da grigio scuro a nero
14,70-17,20 mt	Sabbie da fine a grossolane con ghiaie e ciottoli in matrice limosa ed argille con sabbie limose e ghiaia e microscaglie lapidee, colore grigio scuro a grigio azzurro
17,20-20,00 mt	Livello d'alterazione del substrato roccioso metabasitico molto fratturato ridotto ad aspetto detritico con livelli fini, colore da marrone a grigio verde

Sondaggio SE	
0-1,70mt	Riporti antropici
1,70-7,50 mt	Alternanze di livelli con ghiaie grossolane con ciottoli anche pluridecimetrici

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

	in poca matrice limosa e di livelli con aumento percentuale di matrice limosa, colore da grigio scuro a nero
7,50-13,00 mt	Limi lievemente argillosi con assenza totale di scheletro, colore nero
13,00-20,80 mt	Limo sabbioso con presenza di ghiaie e sabbie con rari ciottoli, colore grigio scuro a grigio azzurro
20,80-21,50 mt	Argilla con limo (livello alterato di marne plioceniche)

Nei fori di sondaggio sono state realizzate 24 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a punta chiusa. I dati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

Sondaggio	Profondità ed orizzonte di terreno di riferimento	N	(N1) ₆₀	Densità relativa Dr (%)	Φ' (°)	C _u (Kg/cm ²)
SA	1,50-1,95 (Riporti)	22	19	56,3	33,4	-
SA	3,00-3,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	27	22	60,6	34,8	-
SA	6,00-6,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	34	23	61,9	36,7	-
SA	13,50-13,95 (Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	8	4	25,8	29,4	-
SA	18,30-18,75 (Argille e argille con limo – Argille di Ortovero)	65	31	-	-	2,47
SB	1,80-2,25 (Riporti)	20	17	53,2	32,8	-
SB	3,55-4,00 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	18	14	48,3	32,2	-
SB	6,00-6,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	44	30	70,7	39,5	-
SB	8,50-8,72 (Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	>50	>50	-	-	-
SB	10,40-10,85 (Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	25	14	48,3	34,2	-
SC	1,55-2,00 (Riporti)	29	25	64,6	35,3	-
SC	3,00-3,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	25	20	57,7	34,2	-
SC	5,00-5,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	46	33	74,2	40,1	-
SC	7,00-7,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	72	46	87,6	47,4	-
SC	9,55-10,00 (Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	15	9	38,7	31,4	-
SD	1,55-2,00 (Riporti)	19	16	51,6	32,5	-
SD	4,00-4,45 (Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	24	18	54,8	33,9	-

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

SD	6,00-6,28	(Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	>50	>50	-	-	-
SD	9,60-10,05	(Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	18	10	40,8	32,2	-
SD	12,50-12,95	(Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	14	7	34,2	31,1	-
SE	2,00-2,45	(Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	37	31	71,9	37,6	-
SE	7,00-7,45	(Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli)	56	36	77,5	42,9	-
SE	13,55-14,00	(Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto)	6	3	22,4	28,9	-
SE	21,50-21,95	(Argille e argille con limo – Argille di Ortovero)	71	31	-	-	2,7

Le prove sono state realizzate all'interno dei riporti, dei depositi alluvionali e marini ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-limosi e del livello superficiale delle argille plioceniche (Argille di Ortovero); i terreni interessati dalle prove sono quindi prevalentemente incoerenti nel caso dei riporti e dei depositi alluvionali e marini e coesivi nel caso delle argille plioceniche.

Dai valori di N_{SPT} normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, sono stati ricavati il grado di addensamento e l'angolo di attrito efficace per quanto riguarda i terreni incoerenti e la coesione non drenata per quanto riguarda i terreni coesivi.

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. Il dato cautelativo applicabile al contesto geologico in questo caso può essere riferito ai valori minimi.

I rifiuti ottenuti nelle prove realizzate all'interno dei sondaggi SB ed SD sono dovuti presumibilmente alla presenza di ciottoli grossolani.

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

$$\text{per } D_r > 0,35 \\ (N_1)/D_r^2 = 60$$

Dai risultati delle prove i riporti risultano mediamente addensati, i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi con ciottoli da mediamente addensati ad addensati ed i depositi marini sabbioso-limosi debolmente argillosi con ghiaietto da poco a mediamente addensati.

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

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

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

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/mt²).

Per quanto riguarda le argille plioceniche, 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:

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

Sulla base delle prove effettuate le argille plioceniche risultano quindi molto consistenti.

Deve essere comunque 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.

Sono stati prelevati 12 campioni indisturbati, sottoposti ad analisi di laboratorio. Sui campioni sono state effettuate analisi granulometriche, determinazione del contenuto d'acqua e dei limiti di Atterberg, prove edometriche, prova di taglio diretto e prove triassiali non consolidate non drenate UU e consolidate drenate CD.

Prove di permeabilità

All'interno del foro di sondaggi SA,SB,SC ed SE sono state eseguite delle prove di permeabilità Lefranc a carico variabile

I risultati ottenuti sono i seguenti:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (MT)	LIVELLO FALDA	K (MT/SEC)
SA	-4,50 mt	-3,00 mt	$3,97 \times 10^{-5}$
SB	-4,50 mt	-3,00 mt	$1,38 \times 10^{-5}$
SC	-5,00 mt	-3,00 mt	$1,10 \times 10^{-5}$
SE	-4,50 mt	-3,00 mt	$1,38 \times 10^{-5}$

I valori di permeabilità ottenuti sono caratteristici di terreni a permeabilità medio-alta, a granulometria sabbiosa debolmente limosa.

Misure Piezometriche

I fori di sondaggio SB, SC ed SE 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. Inoltre la scrivente ha eseguito l'assistenza alla D.L. in corso di realizzazione dei due edifici produttivi ad oggi esistenti.

Dai dati rilevati si è riscontrata la presenza di una falda libera superficiale impostata prevalentemente all'interno dei riporti e dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi, ad un livello medio di 2,95 mt e differisce da monte a valle di 10 cm. (vedi carta isofreatiche allegata). In occasione di forti e persistenti piogge si è rilevata il livello massimo della falda impostato sui 2,4 mt

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

CAMPAGNA DELLE INDAGINI AMBIENTALI GIUGNO 2011

Sull'area in esame, per la caratterizzazione ambientale dei terreni, è stata realizzata nel mese di giugno 2011 una campagna geognostica di dettaglio, comprendente sondaggi meccanici e prove in sito.

Sondaggi meccanici a rotazione

Nel mese di giugno 2011 sono stati realizzati dall'impresa BORGHI DRILL S.r.l., 6 sondaggi geo-

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

gnostici a rotazione a carotaggio continuo con diametro di perforazione di 101 mm.

Tutti i sondaggi sono stati spinti fino alla profondità di -8,00 mt da p.c.; i sondaggi SP1-SP3-SP5-SP6, attrezzati con piezometro, sono stati approfonditi con sistema a distruzione di nucleo fino a -10,00 mt da p.c.

In tutti i sondaggi, al di sotto di un sottile strato di riporti eterogenei, di spessore variabile tra 1,20-3,20 mt, è stata riscontrata la presenza di depositi alluvionali costituiti da un livello rappresentato da ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli in matrice limosa e da un livello rappresentato da sabbie fini limose, debolmente argillose con ghiaietto.

Prove S.P.T.

Nel 6 fori di sondaggio sono state realizzate 11 prove S.P.T. (Standard Penetration Test); da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti costituenti i riporti ed i depositi alluvionali.

Tabella dei dati ricavati:

RIPORTI ETEROGENEI

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S4	-1,50	9	16	51,7	29,7
SP5	-3,00	21	26,5	66,4	33,1

GHIAIE E SABBIE GROSSOLANE

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
SP1	-1,50	32	57	100	36,2
SP1	-5,00	27	29	72,3	34,8
S2	-1,50	16	28,5	71,7	31,7
S2	-5,00	31	33	77,2	35,9
SP3	-5,50	54	55,7	100	42,3
S4	-5,00	38	40,5	85,5	37,8
SP5	-5,00	32	34,1	78,5	36,2
SP6	-5,50	43	44,2	89,3	39,2

SABBIE FINI LIMOSE DEBOLMENTE ARGILLOSE CON GHIAIETTO

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
SP6	-1,50	19	34	75,2	32,5

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 terreni interessati dalle prove sono incoerenti, a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa e sabbioso-limosa.

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 dei terreni incoerenti è stata utilizzata la correlazione proposta da Terzaghi e Peck (1948)-Skempton (1986), che utilizza il valore normalizzato di N_{SPT} (N₁):

per $D_r > 0,35$

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

Nel caso delle ghiaie e delle sabbie grossolane i valori di N sono stati aumentati in un rapporto 65/60.

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 $< 8-10 \text{ t/mt}^2$).

Misure Piezometriche

I fori di sondaggio SP1-SP3-SP5-SP6 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:

DATE LETTURE	Agosto 2011
SP1	-2,72 mt. da p.c.
SP3	-2,80 mt. da p.c.
SP5	-2,89 mt. da p.c.
SP6	-2,91 mt. da p.c.

La lettura è stata effettuata a breve distanza di tempo dall'esecuzione dei sondaggi ed ha confermato quanto già indicato dai sondaggi già realizzati in precedenza sull'area in esame.

E' stata infatti riscontrata la presenza di una falda libera superficiale impostata all'interno dei depositi alluvionali, attestata ad una profondità variabile tra -2.72 e -2.91 metri da p.c.

In conclusione dalle indagini geognostiche esaminate si sono individuati i seguenti livelli stratigrafici:

-riporti antropici dello spessore medio sui 2-2,5 mt

- al di sotto dei riporti antropici è presente un livello costituito da ghiaie e sabbie, di origine ofiolitica e talvolta calcarea, in prevalente matrice sabbiosa poco limose intercettate fino ai 7 mt,

-livello di sabbie, da fini a molto fini, dalla matrice limoso-argillosa, dello spessore medio sui 5 mt. Trattasi di depositi marini che si interdigitano e si alternano ai depositi fluviali soprastanti

-in corrispondenza del sondaggio P2 SB, quindi porzione a monte del comparto investigato, si è intercettato il substrato roccioso costituito dalle metabasiti fratturate reperite alla profondità media di -12 mt. Mentre per il sondaggio SD a -18 mt si è rilevata la presenza di un livello di alterazione ancora delle metabasiti

-in corrispondenza dei sondaggi SC e SE si è intercettato il substrato pliocenico alterato, non si esclude la possibilità che a profondità maggiori di quelle individuate dai sondaggi ci sia il rilevamento anche delle metabasiti

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 testi-

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

moniato 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 lineazioni 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 Montanese) 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.

MICROZONIZZAZIONE SIMICA

In ottemperanza a quanto dettato dalla L.R.29/2006 ed in particolare all'Art.1 comma 1, è entrata in vigore la DGR 471 del 22.03.2010, la quale ha definito i criteri e le linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale.

Il presente PUO è soggetto alla definizione della valutazione del rischio sismico tramite l'elaborazione di uno studio di microzonizzazione sismica.

I succitati criteri indicano che per tutti i comuni liguri gli studi di microzonizzazione sismica, per qualsiasi tipologia di strumentazione urbanistica, devono arrivare al livello 1.

La D.G.R. 714/2011 rende obbligatorio il passaggio al 2° livello di microzonizzazione per i seguenti motivi:

per i Comuni di fascia 3, obbligo di approfondimenti di livello 2 sulle aree oggetto di strumento urbanistico attuativo che risultino e soggette, sulla base degli studi di 1° livello, ad amplificazione sismica e/o suscettibili di instabilità². gli approfondimenti di II° livello, a corredo degli strumenti urbanistici attuativi (SUA o PUO), trovano piena applicazione unicamente nella definizione di scenari semi-qualitativi di aree suscettibili di amplificazioni sismiche di carattere morfologico e litologico o di potenziale dissesto sismoindotto. Pertanto, tali approfondimenti devono essere svolti unicamente negli areali caratterizzati da oggettiva disomogeneità locale in termini litologici o morfologici ovvero su progetti attuativi che riguardino estensioni territoriali rilevanti, comunque superiori ai 5 ha. La MS, infatti, deve necessariamente operare su scala territoriale e fornire una sintesi di dati relativi ad aree estese per offrire una conoscenza diffusa e di interesse per la pianificazione urbanistica (ed, anche, per la pianificazione di emergenza)

Il PUO in esame non ha mostrato indicatori di instabilità, risulta omogeneo sotto il profilo geologico e morfologico, ed ha un'estensione molto minore dei 5 ettari; quindi non è necessaria la micro zonizzazione di 2° livello.

Sulla base della nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°216 del 17/03/2017 e vigente a partire dal 19/04/2017 il Comune di Genova è classificato

sismico in Zona 3 (bassa pericolosità).

Per definire la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica si sono utilizzate le cartografie allegare al PUO, i dati derivanti da indagini geognostiche già eseguite nel comparto in esame e da dati ottenuti da indagini geognostiche realizzate in zone limitrofe e su terreni similari.

Le informazioni utilizzate sono state tratte da:

Cartografie

- Carta geologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Carta litotecnica e delle indagini pregresse
- Cartografia del P.d.B T Chiaravagna

Indagini pregresse

- tre campagne geognostiche eseguite nel comparto in esame
- due campagne geognostiche eseguite in due lotti limitrofi a quello in esame e su terreni similari

Particolare attenzione è stata posta nella verifica di eventuali fenomeni di liquefazione dei terreni alluvionali indagati.

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. 17.01.2018 N.T.C. la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa;
5. 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 $U_c > 3,5$.

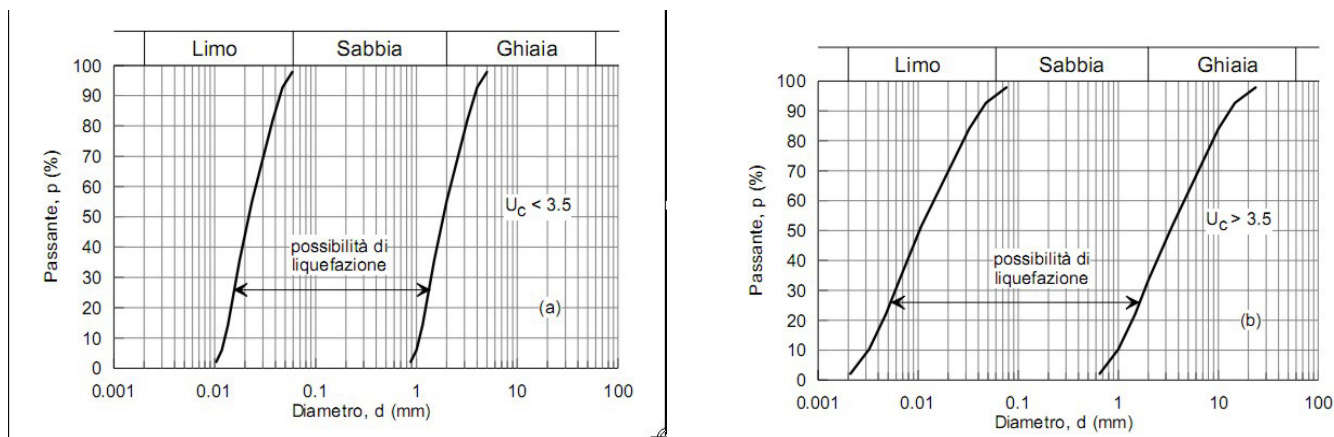


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

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 metri).

Sulla base delle indagini già effettuate e dei dati raccolti nel presente studio, nel nostro caso si può, in questa fase, escludersi il pericolo di liquefazione.

Comunque in fase esecutiva si dovrà confermare tale esclusione sulla base di indagini geognostiche più dettagliate.

A conclusione degli studi si è definito che il comparto di PUO in oggetto ricade interamente in una microzona sismica del tipo B ovvero in aree stabili suscettibili ad amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazione di moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico.

Infine si rimanda ad una definizione puntuale dell'azione sismica di progetto e la pericolosità di base del sito di costruzione, in fase di elaborazione della progettazione di ogni singolo edificio.

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

Dal punto di vista idrologico e idraulico la zona ricade nell'ambito del Piano di Bacino del torrente Chiaravagna; essa è infatti percorsa da alcuni piccoli rivi minori, interamente artificializzati in canali e tombini, che hanno recapito nel suddetto corso d'acqua, in prossimità della sua foce in mare.

Trattasi del rio Negrone a levante e del rio Senza Nome a ponente: entrambi nascono dalla collina di Erzelli e scendono verso valle con un percorso dapprima acclive a parzialmente naturale, per poi ridurre improvvisamente la propria pendenza in prossimità dell'attraversamento con l'Aurelia.

Recentemente questi rivi sono stati deviati, riuniti e convogliati in un nuovo scatolare di dimensioni adeguate, sino allo sbocco terminale.

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.

Si rinvia alla relazione idraulica per una più completa trattazione delle defluenze e delle problematiche del comparto.

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 sottoterraneo.

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 limoso.

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.

Il deposito quaternario è risultato avere coefficienti di permeabilità $K \cong 10^{-3}$ cm/sec, per i livelli più superficiali

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.

Tale dato è stato confermato dalla scrivente ha eseguito l'assistenza alla D.L. in corso di realizzazione dei due edifici produttivi ad oggi esistenti; inoltre la falda non ha subito interferenze significative nel corso della realizzazione delle fondazioni profonde (jet grouting) degli edifici citati.

Dai dati rilevati si è riscontrata la presenza di una falda libera superficiale impostata preva-

lentamente all'interno dei riporti e dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi, ad un livello medio di 2,95 mt e differisce da monte a valle di 10 cm. In occasione di forti e persistenti piogge si è rilevata il livello massimo della falda impostato sui 2,4 mt

Dalla lettura sommaria dei dati piezometrici rilevati nelle campagne geognostiche, sopra riportate, si evince che al disotto del comparto in esame, la circolazione sotterranea tende ad avere una sola orientazione verso sud, corrisponde verosimilmente al deflusso della falda verso mare.

ELEMENTI PER MODELLO GEOTECNICO

MODELLO GEOTECNICO LOCALE - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Costituzione geotecnica del sottosuolo

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, il quale risulta sciolto, 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 deposito alluvionale composto da terreni da poco a mediamente addensati, sempre in subordine alla frazione granulare, ma più fina. Nella frazione granulare prevale la percentuale medio-fine assimilabile alle sabbie, rispetto agli elementi fini. Anche per questo livello si ha un comportamento granulare

Parametrizzazione

La stratigrafia del sottosuolo indagato, è stata ricostruita sulla base dell'interpretazione dei dati forniti dalla campagna di rilevamento condotta in sito alla scala di dettaglio e da informazioni desunte da pregresse indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze.

I parametri geotecnici e geomeccanici medi riportati di seguito sono stati ricavati sulla base dei dati forniti dal rilevamento superficiale di dettaglio e facendo riferimento anche a dati ottenuti da prove di laboratorio già eseguite dalla scrivente su terreni simili ed alle informazioni note nella letteratura specifica:

Per la definizione del modello geotecnico locale è stato fatto riferimento al modello stratigrafico definito nella parte I.

La stratigrafia del sottosuolo indagato, ricostruita sulla base dei dati forniti dalla campagna geognostica, soprariportata, è stata schematizzata in 4 strati e riassunta nelle sezioni geologiche in allegato. I parametri geotecnici medi, ai sensi delle NTC 2018, riportati di seguito sono stati ricavati sulla base delle indagini eseguite e delle conoscenze già acquisite sul territorio.

1. Riporti

$$\gamma = 1,9-2 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\varphi' = 30^\circ-35^\circ$$

$$c' = 0$$

2. alluvioni grossolane Ghiaie e ghiaie con sabbia

La classificazione ASTM fa rientrare tali materiali nella classe SM, GM e GP

$$\gamma = 2,1-2,2 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\varphi' = 34^\circ-36^\circ$$

$$c' = 0$$

3. Depositi marini frammisti ad alluvioni Sabbie limose

La classificazione ASTM fa rientrare tali materiali nella classe SM, SC

$$\gamma = 1,8-2,0 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate

$$\varphi' = 32^\circ-34^\circ$$

$$c' = 1,2-1,6 \text{ Kpa}$$

4. Substrato

4'Argille limose plastiche con passate sabbiose (Argille di Ortovero)

$$\gamma = 1,9-2,0 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate

$$\varphi' = 28^\circ$$

$$c' = 15-20 \text{ KPa}$$

In condizioni non drenate

$$c_u = 50-90 \text{ KPa}$$

4'Metabasite

Livelli molto fratturati e destrutturati

$$\gamma = 2,3-2,4 \text{ t/mt}^3$$

$$\varphi = 31^\circ-32^\circ$$

$$c = 90-100 \text{ KPa}$$

Livelli meno fratturati e destrutturati

$$\gamma = 2,4-2,5 \text{ t/mt}^3$$

$$\varphi = 35^\circ-39^\circ$$

$$c = 200-260 \text{ KPa}$$

ASPETTI DI ZONIZZAZIONE, NORME ATTUATIVE E PRESCRIZIONI ESECUTIVE

Lo studio effettuato consente di stabilire l'idoneità del sito per le destinazioni urbanistiche di progetto previste nel PUO.

L'area interessata dal PUO, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento, e in base alle funzioni ammesse è stata suddivisa in due ambiti omogenei per le condizioni geologiche e geomorfologiche incontrate.

La seguente normativa fa riferimento alle norme geologiche del PUC del Comune di Genova, poiché vigenti, al fine di non creare sovrapposizioni di ulteriori normative, spesso motivo di non facile lettura ed utilizzo.

Norme di carattere generale:

Si deve fare riferimento agli art. dal 1 all'art. 19 delle norme geologiche del PUC di Genova.

In considerazione delle previsioni contenute nel PUO si ritiene che non siano necessari ulteriori approfondimenti di carattere geognostico, se non quelli volti alla classificazione della categoria di sottosuolo ai fini sismici.

Zona A

In quest'ambito sono compresi tutti gli interventi del progetto di PUO dove le attività ricomprendono la ricostruzione di nuovi edifici.

Si ritiene di prevedere approfondimenti di carattere geognostico con indagini indirette o tramite pozzetti, al fine di definire lo stato di consistenza dei terreni di fondazione.

Per le norme di carattere geologico per questa zona si deve fare riferimento all'art.23 delle Norme Geologiche del PUC di Genova "Aree urbanizzate con suscettività d'uso parzialmente condizionata"

PRESCRIZIONI DI INTERVENTO PER L'AMBITO A

TALEA SPA SOCIO UNICO -
- PUO COMPLESSO EX ESAOTE AMBITO N.72 CON DISCIPLINA SPECIALE
- SUB- SETTORE N.4 DEL DISTRETTO 17 DI P.U.C. Via SIFFREDI - SESTRI Ponente
- RELAZIONE GEOLOGICA -

Strutture di fondazione e sbancamenti

- Gli eventuali calcoli di dimensionamento delle strutture di fondazione dovranno fare riferimento ai parametri geotecnici e geomeccanici dei vari livelli litologici investigati;
- gli eventuali scavi per la realizzazione degli interventi dovranno essere opportunamente sostenuti ed effettuati con cautela, secondo angoli compatibili con le caratteristiche geotecniche rilevate, tenendo conto di un sufficiente margine di sicurezza. Le caratteristiche e la tipologia delle opere di sostegno dovranno comunque essere scelte e valutate attentamente dal progettista delle strutture in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati;
- 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..
- 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.

Regimazione delle acque

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 sub-corticale, onde contenere il più possibile gli effetti della loro azione erosiva, a salvaguardia dei manufatti. Di seguito verranno date alcune indicazioni esecutive per la regimazione delle acque:

- le acque raccolte dal sistema drenante delle sistemazioni esterne e le acque di gronda e di scarico dei fabbricati dovranno essere adeguatamente raccolte mediante canalizzazioni opportunamente dimensionate ed impermeabilizzate, e convogliate ai collettori di scarico esistenti;
- regimare correttamente le acque intercettate dagli spazi esterni e viabilità interne.

ZONA B

In questa zona rientrano la sistemazione a verde ed a parcheggio a raso e viabilità pertinenziali agli edifici, restando così conforme alla normativa di Piano di Bacino del T.Chiaravagna ed alle Norme Generali del PUC, in particolare all'art.14.

Per le norme di carattere geologico per questa zona si deve fare riferimento all'art.23 delle Norme Geologiche del PUC di Genova "Aree urbanizzate con suscettività d'uso parzialmente condizionata"

Gli studi ed approfondimenti per quest'area potranno essere collegate a quanto è emerso dalle indagini geognostiche effettuate per la zona A.

PRESCRIZIONI DI INTERVENTO PER LA ZONA B

Strutture di fondazione e sbancamenti

- I calcoli di dimensionamento delle strutture di fondazione dovranno fare riferimento ai parametri geotecnici e geomeccanici dei vari livelli litologici investigati desunti dalla campagna geognostica definita al punto precedente.
- Gli scavi per la realizzazione degli interventi dovranno essere opportunamente sostenuti ed effettuati con cautela, secondo angoli compatibili con le caratteristiche geotecniche rilevate, tenendo conto di un sufficiente margine di sicurezza. Le caratteristiche e la tipologia delle opere di sostegno dovranno comunque essere scelte e valutate attentamente dal progettista delle strutture in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti, dell'eventuale pre-

senza della falda.

- 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..

Regimazione delle acque

- 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 sub-corticale, onde contenere il più possibile gli effetti della loro azione erosiva, a salvaguardia dei manufatti. Di seguito verranno date alcune indicazioni esecutive per la regimazione delle acque:
 - a) alle spalle dei muri di sostegno dovrà essere realizzato un adeguato sistema drenante, disposto a contatto del paramento interno del manufatto ed esteso sino alla ciabatta di fondazione che dovrà essere impermeabilizzata e sagomata in modo da smaltire la acque di fondo, e da un congruo numero di fori drenanti, allineati su file sfalsate, al fine di evitare la creazione di spinte idrauliche a carico delle opere;
 - b) regimare correttamente le acque intercettate dalla viabilità, posizionando opportune canalette laterali e di attraversamento soprattutto nelle zone in curva, e dagli spiazzi antistanti agli edifici;
 - c) dovrà essere curato in particolare modo sia la regimazione delle acque ruscellanti che il raccordo morfologico della parte da edificare con quella mantenuta, per evitare scarpate con pendenza accentuata.

Sistemazione dell'area ed opere accessorie

- 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 strati successivi di materiale progressivamente compattati ed eseguite con lo scarico del materiale dalle quote più basse per risalire a quelle di ultimazione;
- per gli interventi previsti di sistemazione parcheggi a raso, piazzuole di manovra e camminamenti pedonali nelle area a verde si adotteranno sistemi e/o materiali che facilitino la percolazione dell'acqua piovana nel terreno.

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



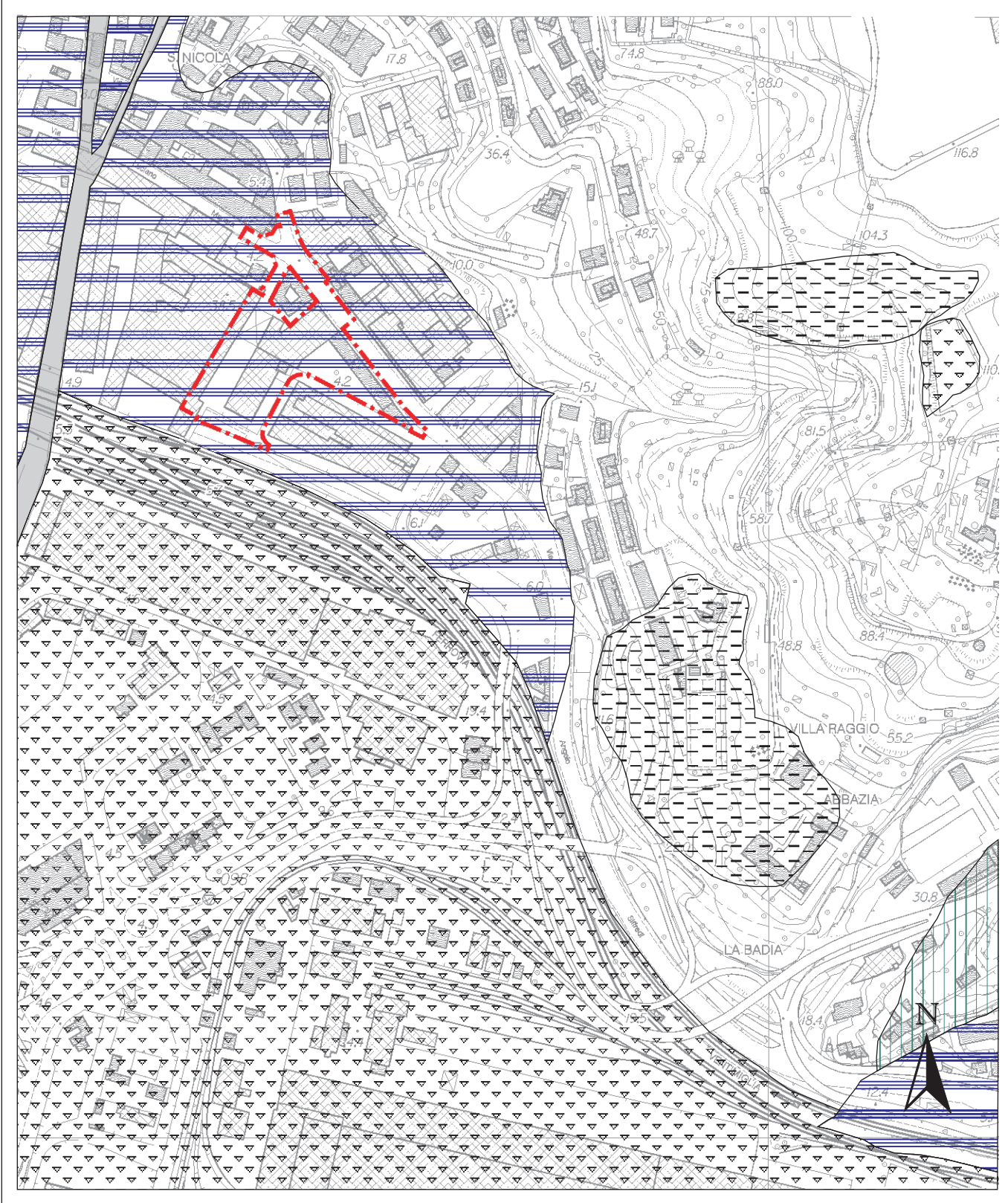

ALLEGATI:

- Tav. 1 Carta geologica
- Tav. 2 Carta geomorfologica
- Tav.3 Carta idrogeologica
- Tav.4 Carta isofreatica
- Tav.5 Carta geologico-tecnica e delle indagini
- Tav. 6 Carta di analisi
- Tav. 7 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Tav.8 Carta di sintesi
- Tav. 9 Sezione geologica schematica A-A
- Tav. 10 Sezione geologica schematica B-B

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














LEGENDA

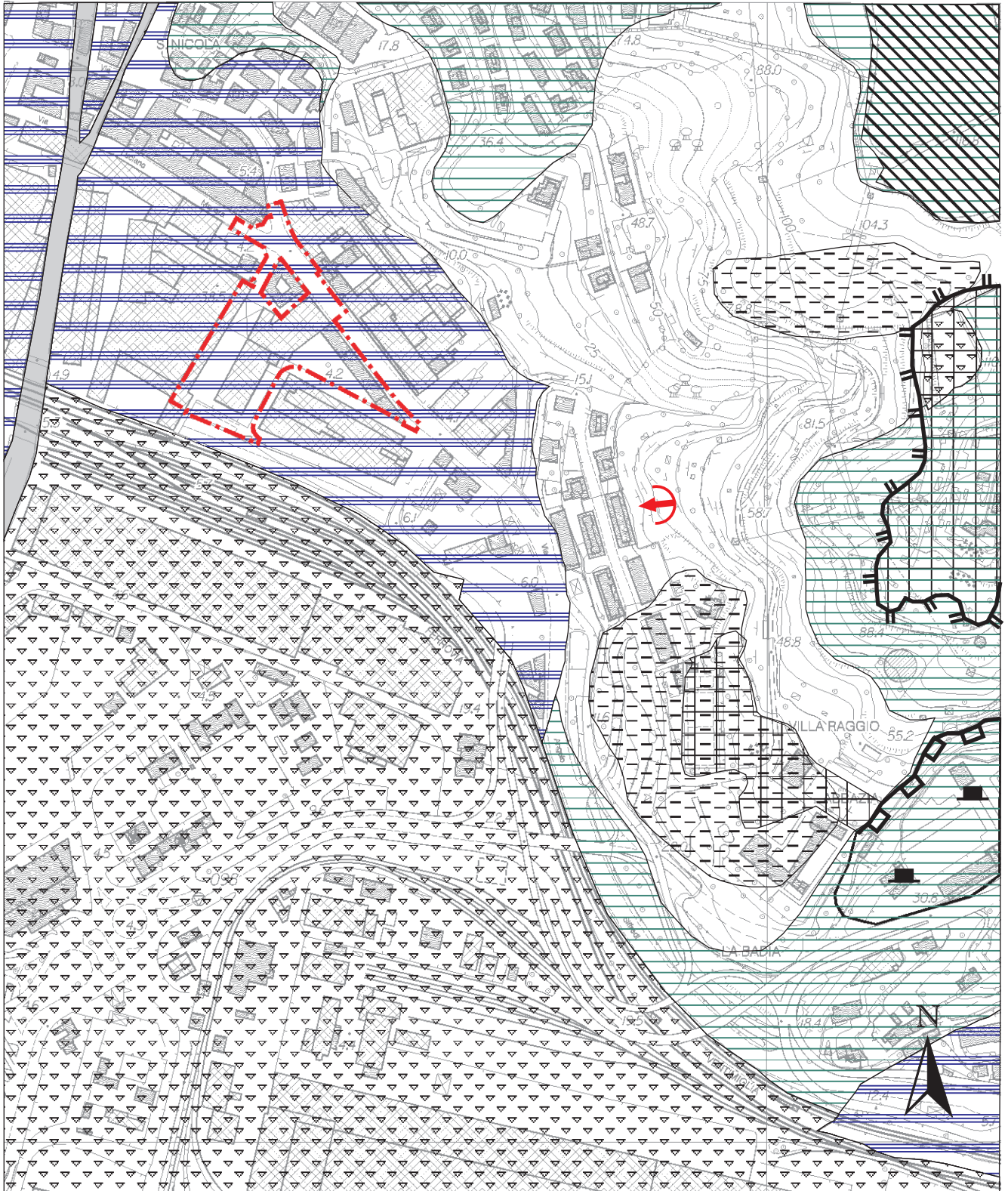
<p>UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA</p> <p>Malm Metabasalti del Monte Figogna</p> <p>Cret. inf. Malm Metacalcari di Erzelli</p>	<p>QUATERNARIO</p> <p> Alluvioni attuali</p> <p> Alluvioni antiche e recenti</p> <p> Coltri eluvio-colluviali</p> <p> Riporti</p>	<p>DATI STRUTTURALI</p> <p> Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità</p> <p> Faglie certe e presunte</p> <p> Area del P.U.O.</p>
--	--	--












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

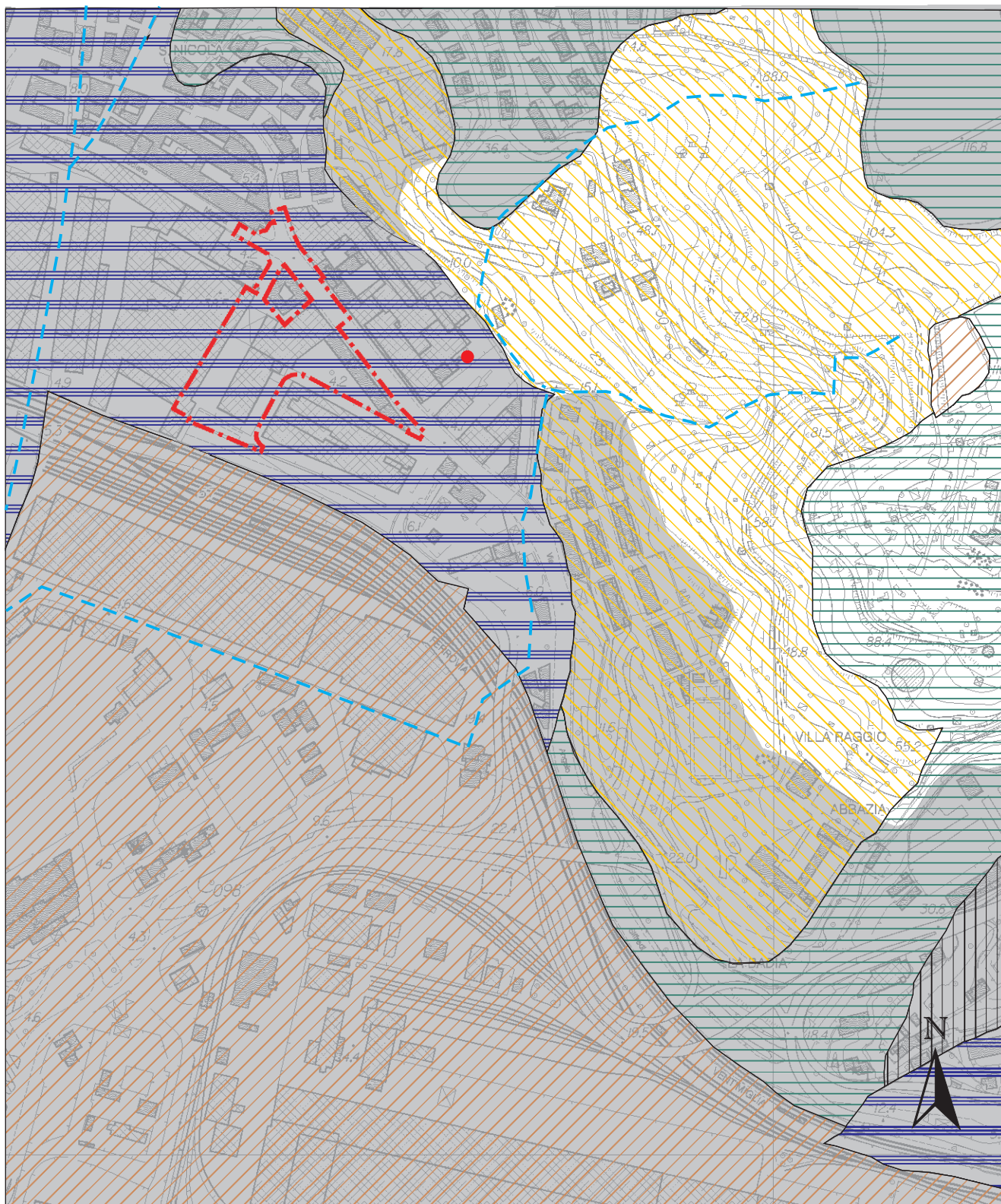
LEGENDA

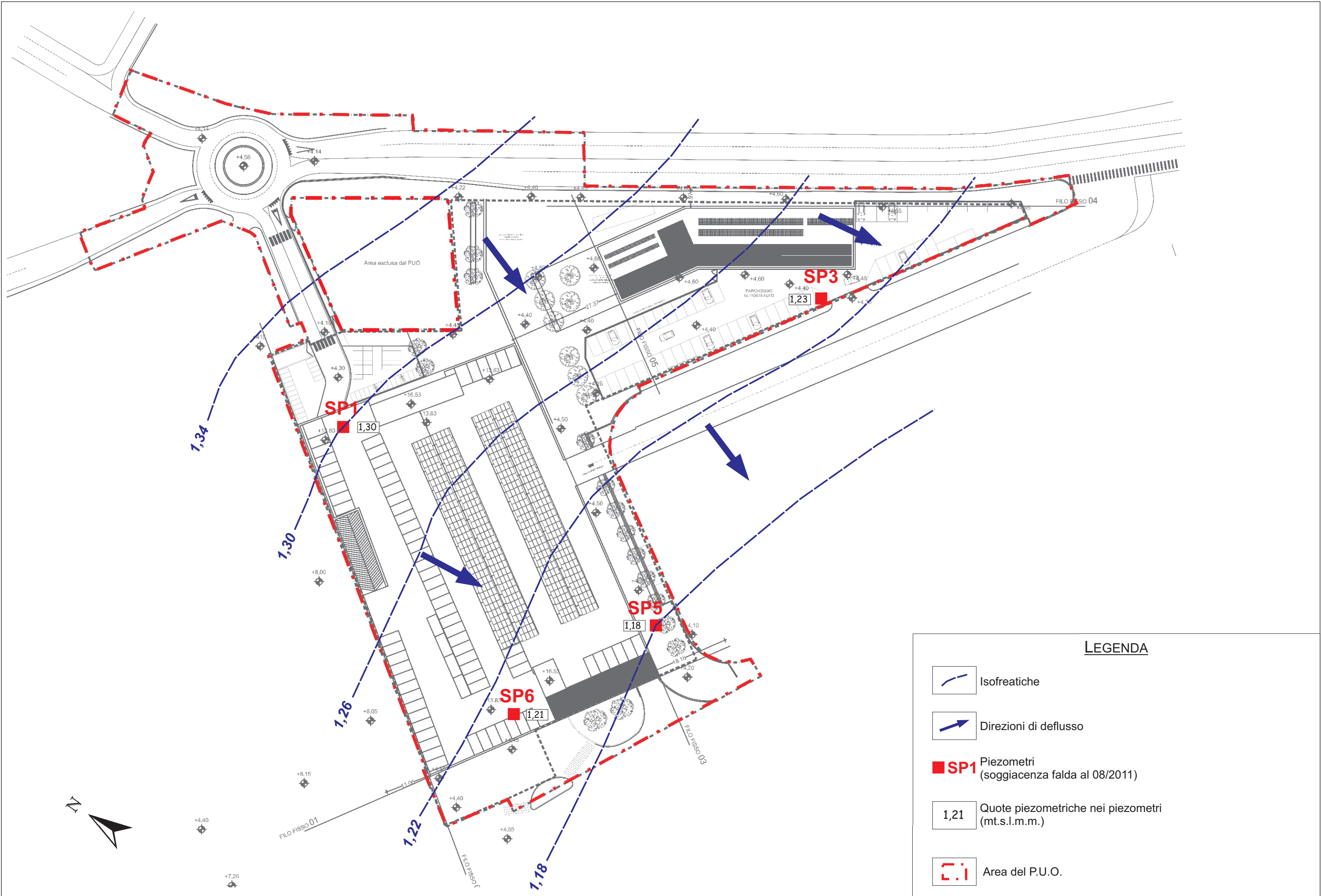
 Alluvioni attuali	 Roccia affiorante e/o subaffiorante in buone condizioni di conservazione	 Frane attive di dimensioni non cartografabili	 Area del P.U.O.
 Alluvioni antiche e recenti	 Riporti	 Orli di terrazzo	
 Coltri eluvio-colluviali di spessore da 0,5-3 mt.	 Terrazzi marini	 Limite di ciglio di cave attive o in abbandono	
 Coltri eluvio-colluviali di spessore da 3-5 mt.	 Superfici spianate di origine antropica	 Cave	








LEGENDA

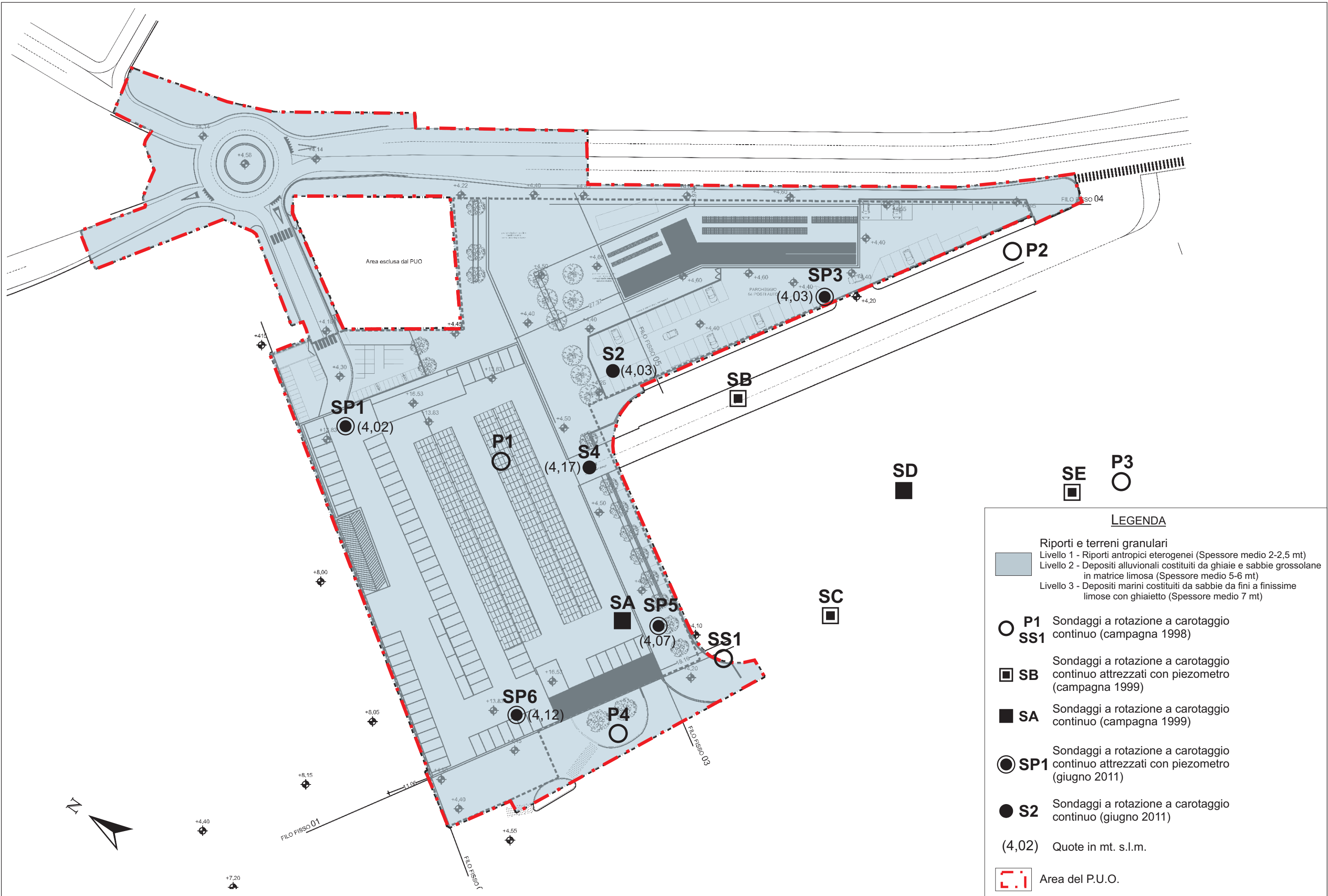
- | | | |
|---|---|--|
|  Zone a permeabilità variabile |  Zone a bassa permeabilità per fessurazione |  Rete idrografica |
|  Zone permeabili per porosità |  Zone permeabili per fessurazione e/o carsismo |  Pozzi |
|  Zone permeabili per porosità su substrati permeabili o semipermeabili |  Zone urbanizzate sostanzialmente impermeabili |  Area del P.U.O. |





LEGENDA

-  Isofreatiche
-  Direzioni di deflusso
-  **SP1** Piezometri (soggiacenza falda al 08/2011)
-  1,21 Quote piezometriche nei piezometri (mt.s.l.m.m.)
-  Area del P.U.O.



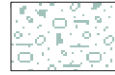
LEGENDA

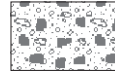
- Riporti e terreni granulari**
 - Livello 1 - Riporti antropici eterogenei (Spessore medio 2-2,5 mt)
 - Livello 2 - Depositi alluvionali costituiti da ghiaie e sabbie grossolane in matrice limosa (Spessore medio 5-6 mt)
 - Livello 3 - Depositi marini costituiti da sabbie da fini a finissime limose con ghiaietto (Spessore medio 7 mt)
- P1** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (campagna 1998)
- SS1** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (campagna 1998)
- SB** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro (campagna 1999)
- SA** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (campagna 1999)
- SP1** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro (giugno 2011)
- S2** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (giugno 2011)
- (4,02)** Quote in mt. s.l.m.
- Area del P.U.O.**

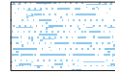
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA A-A'

Scala 1:300

LEGENDA

 Riporti e terreni rimaneggiati

 Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli in matrice limosa

 Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto


 Falda





SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA B-B'

Scala 1:300

LEGENDA

 Riporti e terreni rimaneggiati

 Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli in matrice limosa

 Sabbie fini limose debolmente argillose con ghiaietto

SP6 Sondaggio a rotazione a carotaggio continuo attrezzato con piezometro (giugno 2011)

 2,91 mt Soggiacenza falda

 Falda

