



RESTAURO DELL'ANTICO MERCATO DI CORSO SARDEGNA
CREAZIONE DI SERVIZI DI QUARTIERE
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
Art.23, D.L. 18 aprile 2016 n.50

ELABORATI MODIFICATI COSI' COME RICHIESTO DAL COMUNE DI GENOVA IN DATA 06/02/2018

PROPONENTI:

COSMO COSTRUZIONI MODERNE S.R.L.



Via F. Pozzo 9/2 - 16145 - Genova
C.F./P.IVA 00241730100

PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO

PRESENTATA IN DATA 26/01/2015

AGGIORNATA IN DATA 10/11/2016

AGGIORNATA IN DATA 28/08/2019

Mandataria del R.T.I. costituito con
G. Franco Longhi S.p.a. e Santafede S.r.l. (mandanti)

DOCUMENTO:

5

TITOLO:

Relazione geologica - idrogeologica - sismica

PROGETTISTA:

Studio di Geologia

Dott.ssa Elisabetta Barboro

Via L. Cibrario 31/6 16154 Genova

Tel. e Fax 0106049472

ebarboro@gmail.com

PEC ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

| REDATTO | VERIFICATO | VALIDATO | REVISIONE | DATA | SCALA |
|---------|------------|----------|-----------|-------------|-------|
| Barboro | Barboro | Barboro | 01 | Agosto 2019 | - |

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

COMUNE DI GENOVA



PROPONENTE: COSMO COSTRUZIONI MODERNE SRL

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro

O.R.G.L. N° 164

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Elisabetta Barboro', is placed next to a circular purple stamp. The stamp contains the text 'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA' around the perimeter, and in the center, it says 'Dott. Geol. ELISABETTA BARBORO', 'A.P. n. 164', and 'data iscr. 17-06-1988'.

rif. 15/2018 rev.1

Genova, Agosto 2019

RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA AL PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER IL RESTAURO DELL'ANTICO MERCATO ORTOFRUTTICOLO DI CORSO SARDEGNA CREAZIONE DI SERVIZI DI QUARTIERE

PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione geologica inerente il Progetto Urbanistico Operativo, Ambito speciale 22 Restauro del Mercato ortofrutticolo di Corso Sardegna in Genova.

Il progetto preliminare è ricompreso nel P.U.O, il quale comprende l'intera area dei proprietà comunale dell'ex mercato, compresi i marciapiedi a perimetro degli edifici su corso Sardegna e su via Carlo Varese. L'area di progetto ha una estensione pari a 23.067 mq

Presa visione degli elaborati progettuali, la sottoscritta si è recata nei luoghi in oggetto allo scopo di rilevare l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni, valutando la compatibilità dell'intervento con le condizioni di stabilità locali e la vulnerabilità dell'opera in progetto da parte dei fenomeni di versante.

La porzione di terreno interessato risulta modificata dell'intensa urbanizzazione, ma si intravedono ancora i segni morfologici che lo caratterizzano, poiché è costituito da un'ampia piana fluviale, con versanti a monte più o meno ripidi, anch'essi interessati da attività antropiche, interdigitata con riporti sulla linea di costa.

Presa visione degli elaborati progettuali, la sottoscritta si è recata nei luoghi in oggetto allo scopo di rilevare l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni.

Il mercato ortofrutticolo generale di Genova, ricollocato a Bolzaneto nell'ottobre 2009, si estende in un'area di circa 20.000 mq definita da corso Sardegna verso ovest, via Carlo Varese, lati nord ed est, il convento di Sant'Agata a sud.

Il mercato è stato edificato nell'anno 1926 su progetto unitario con impianto organico rettangolare con edifici perimetrali che racchiudono sei padiglioni centrali di due differenti tipologie: quattro tra loro uguali con tetto a due doppie falde e due, anch'essi tra loro uguali, di area più contenuta rispetto ai primi e tetto piano.

L'accesso principale su corso Sardegna è posizionato centralmente al prospetto ed è evidenziato dalla presenza di due corpi a torretta di tre piani, analogamente anche gli angoli del perimetro rettangolare, ad eccezione di quello a sud est, sono evidenziati da corpi a torretta di due piani, con copertura piana.

I padiglioni storici hanno struttura portante costituita da pilastri e travi in cemento armato, rivestiti con intonaci con superficie liscia o rustica a grana grossa e decorati con cornici e fregi.

Nel tempo sono stati oggetto di intasamenti e superfetazioni che il progetto prevede di rimuovere.

In epoca recente il mercato storico è stato addizionato di due semplici capannoni di tipo industriale, esterni all'impianto rettangolare sopra descritto, localizzati tra il lato sud ed il convento, come mostrato nella planimetria seguente.

Una nuova viabilità di progetto collega corso Sardegna con il quartiere di san Fruttuoso; si tratta di una strada ad un senso di marcia ricavata nello spazio già attualmente esistente tra il perimetro rettangolare degli edifici storici ed il parcheggio.

Il progetto prevede di mantenere parte degli edifici dell'impianto storico, nello specifico i quattro edifici vincolati ed i due edifici perimetrali sul retro del complesso. I restanti quattro edifici interni al

perimetro saranno demoliti per fare spazio ad un parco di quartiere.

Negli edifici conservati troveranno posto le seguenti funzioni:

1. centro sociale
2. connettivo urbano (pubblici esercizi, studi medici, banca, uffici, etc) e negozi di vicinato
3. centro integrato di via artificiale comprendente una media struttura di vendita ricollocata

Vengono altresì mantenuti i due padiglioni più recenti localizzati verso il convento di Sant'Agata da adibire a parcheggio. I due edifici saranno tra loro connessi con due passerelle aperte in acciaio grigliato al fine di renderli funzionali al nuovo uso.

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 sono rapportati alle caratteristiche progettuali delle opere in progetto tali da poter essere basati sull'esperienza e conoscenza dei luoghi disponibili da parte della scrivente e sulle indagini geognostiche effettuate nelle aree limitrofe, così come definito dalle NTC 2008.

Le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni sono state ottenute dal rilevamento di superficie, esteso alle aree limitrofe e dalla consultazione della relazione geologica e sismica, prodotta per la riconversione della stessa area per altri progetti, ha permesso di constatare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche e quindi definire il modello geologico e geotecnico del sito.

Di seguito verranno specificate le condizioni di stabilità sia dei terreni investigati che delle opere già realizzate rispetto al contesto geologico dell'area, ed infine verranno date alcune osservazioni sulla compatibilità dell'intervento.

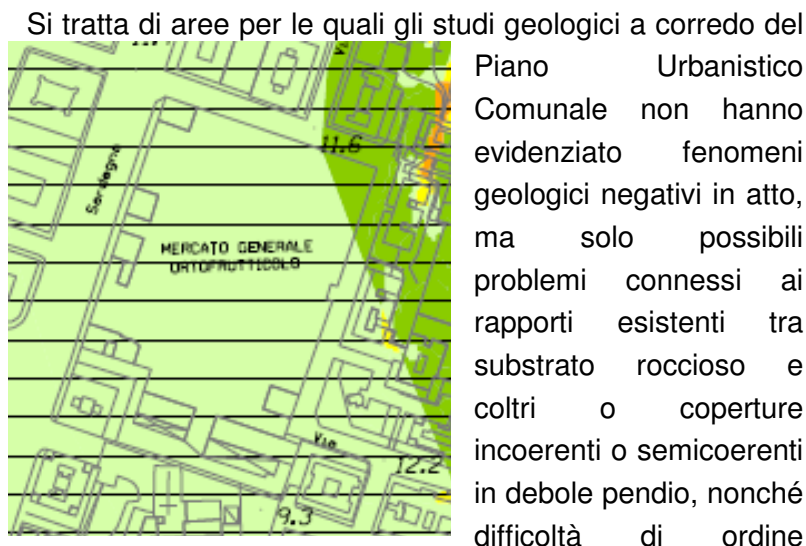
In base agli elementi emersi dall'indagine di dettaglio si espongono di seguito le considerazioni e conclusioni scaturite.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- Eurocodice 8 (1988)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI
- D.G.R. n°216 del 17/03/2017 della Regione Liguria
- L. R. n. 4/99 della Regione Liguria
- Piano di Bacino del T. Bisagno Regione Liguria
- P.U.C. del Comune di Genova e DCC n.37/2016

VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

L'area in esame è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del PUC del Comune di Genova, per quasi l'intero comparto come "Zona B urbanizzata -Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata-", ad eccezione dello spigolo nord-est dell'area che ricade in Zona A: - Area urbanizzata con suscettività d'uso non condizionata; l'intervento in oggetto non comporta nuova impermeabilizzazione, in quanto l'area è già impermeabilizzata.



geotecnico. Lo scopo delle indagini geologiche in queste aree sarà quello di documentare il comportamento presumibile e le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche della copertura coerente e semicoerente e di un significativo spessore di substrato roccioso ed i rapporti fra il contesto territoriale e l'intervento previsto.

Nella tavola dei vincoli geomorfologici ed idraulici l'area di progetto ricade quasi interamente nell'ambito degli acquiferi significativi. Ai sensi dell'art.14 comma 3, della nuova variante al PUC in adozione, l'intervento proposto, con eccedendo la sostituzione edilizia, non deve rispettare la norma di invarianza idraulica. Inoltre gli interventi proposti non sono ricompresi nelle tipologie per le quali deve essere rispettata la permeabilità dei suoli ed efficienza idraulica.



Per quanto riguarda il Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno l'area ricade nella zona classificata in gran parte in Pg0 "aree a suscettività al dissesto molto bassa" e per una piccola porzione in Pg1 "aree a suscettività al dissesto bassa"

Inoltre il comparto rientra nella fascia di inondabilità Fascia BB

Il comparto non ricade all'interno della zona sottoposta al vincolo per scopi idrogeologici.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona in esame, rappresentata sulla C.T.R. della Regione Liguria in scala 1:5.000 Elemento n° 213163 "Genova", è localizzata in sponda idrografica sinistra del T. Bisagno, a Genova, circa 400 mt. a monte della linea ferroviaria Genova-La Spezia.

L'area dei mercati generali è collocata nel quartiere di Marassi all'interno del concentrico genovese, in val Bisagno.

E' delimitata sul lato occidentale da corso Sardegna, su quello orientale e settentrionale da via Carlo Varese mentre a sud dal complesso del Convento di Via G. De Paoli.

La quota su cui si aggira la zona in esame varia tra i 11.50 m s.l.m.m. dello spigolo di nord-est lungo via Varese e i 9.95 m s.l.m.m. dello spigolo sud occidentale lungo corso Sardegna. è 8,5 mt. s.l.m.m. Attualmente l'area si presenta intensamente urbanizzata.

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

GEOMORFOLOGIA

La zona d'intervento è ubicata nell'ambito del tratto terminale della piana alluvionale del T. Bisagno, lungo la sponda idrografica di sinistra del T. Bisagno, nella parte di fondovalle pianeggiante urbanizzata, ad una distanza di circa 100 mt. dal corso d'acqua.

L'elemento morfologico dominante è determinato dalla piana fluviale del T. Bisagno caratterizzata da depositi alluvionali recenti a prevalente componente grossolana (ghiaie limoso sabbiose) localmente ricoperte da lenti di depositi fini (sabbie limose, limi sabbioso argillosi, limi argillosi debolmente sabbiosi). costituiti da un primo livello di argille giallastre seguite da ghiaie medie e grossolane e ghiaie-sabbiose, costituenti l'apporto solido del bacino del torrente in oggetto.

Nel dettaglio il comparto di interesse presenta una morfologia pianeggiante e risulta interamente interessato da copertura urbana, rinvenendosi pertanto nelle porzioni più superficiali frequenti riporti ed interventi di impermeabilizzazione; inoltre risultano, pertanto, completamente alterati ed obliterati quelli che erano i lineamenti originari della piana e della zona di raccordo con il versante che sul lato nord-orientale e orientale partendo da via Varese prende quota verso il Santuario della Madonna del Monte posta a quota 140 m s.l.m.m. circa..

In tutta la zona l'antropizzazione ha comportato modifiche dell'originale piano campagna con cospicui apporti di materiali detritici sia per migliorare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione che per sopraelevarsi rispetto alle oscillazioni della falda come, peraltro, confermato dalle risultanze delle indagini geognostiche che hanno accertato nell'area di intervento la presenza di circa 2.00-3.50 di materiali di riporto omogeneamente distribuiti all'interno del perimetro

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

GEOLOGIA

L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio e le indagini geognostiche, effettuate nei lotti limitrofi a quello in esame, hanno evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

L'intero comparto in esame risulta composto da depositi alluvionali recenti a prevalente componente grossolana (ghiaie limoso sabbiose) localmente ricoperte da lenti di depositi fini (sabbie limose, limi sabbioso argillosi, limi argillosi debolmente sabbiosi). Detti depositi grossolani a loro volta ricoprono un substrato roccioso costituito dai litotipi della formazione dei Calcari del Monte Antola e localmente lembi residuali delle Formazioni delle Argille di Ortovero.

Dati questi ultimi confermati dagli studi geologici di maggior dettaglio a corredo del Piano di Bacino del Torrente Bisagno, del Piano Urbanistico Comunale di Genova e della Carta geologica in scala 1:10.000 –Foglio 213-230 Genova del progetto CARG.

I sedimenti alluvionali presentano spessori crescenti da monte (località Prato) verso valle (Staglieno) anche maggiori di 50 m (profondità raggiunta dai pozzi noti in bibliografia). Come detto la granulometria prevalente di detti depositi alluvionali è piuttosto grossolana, di alta energia, ghiaioso ciottoloso, mentre la componente fine deriva sia da apporti fluviali di bassa energia che dall'erosione delle formazioni argillose (Marne Plioceniche) presenti all'interno del bacino idrografico ed in prossimità dell'area di studio. Questa eterogeneità si traduce con la creazione di lenti di materiali alluvionali più fini all'interno dei depositi più grossolani.

La campagna geognostica ha rilevato la presenza di materiali di riporto a composizione e granulometria piuttosto eterogenea di spessore medio compreso tra i 2 m e i 3.5 metri.

Il substrato roccioso è costituito da rocce sedimentarie di origine marina appartenenti alla falda del "Flysch ad Helminthoidi del M.te Antola", nota in cartografia al termine di Formazione dei Calcari del M.te Antola. Si tratta di una sequenza di età Terziaria (Eocene inf.-Paleocene) costituita da calcari marnosi grigi, calcareniti, marne calcaree talora ardesiache, con livelli di argilloscisti.

I livelli di argilloscisti rappresentano il termine più plastico dell'intera formazione e si presentano non di rado fittamente micropieghettati.

Nel settore di interesse sia il substrato roccioso posto al di sotto dei depositi alluvionali sia quello che modella i versanti è costituito dai litotipi appartenenti alla formazione dei Calcari di M.te Antola.

Si tratta di calcari marnosi, grigio-scuro o grigio-chiaro, disposti in strati e banchi di spessore molto vario (da 0,3 m a 3 m), di solito a base calcarenitica, alternati a marne, marne calcaree e marne argilloso-siltose di tipo ardesiaco, grigio-azzurro, in banchi anche potenti, a frattura pseudo-concoide; sono presenti, inoltre, con una certa frequenza, intercalazioni di argilliti grigio-scuere, ad accentuata scistosità e straterelli di arenarie.

LINEAMENTI TETTONICI

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

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

L'area esaminata fa parte dell'Appennino Settentrionale e si trova compresa tra il vasto affioramento di rocce calcaree ad ovest ed a sud, che caratterizzano l'intero litorale tra Genova e Chiavari, ed i ricoprimenti ofiolitici della zona del Bracco ad est.

Come noto l'assetto strutturale della Liguria Orientale è sinteticamente definibile come un sistema a falde a direzione NW-SE impostasi durante l'orogenesi Appenninica.

In realtà sono stati riconosciuti fenomeni tettonici recenti realizzatisi nel Quaternario, che hanno condizionato l'evoluzione morfologica dell'Appennino ligure dando origine a sistemi di lineazione:

- a direzione appenninica;
- a direzione anti-appenninica;
- a direzione N-S ed intersecanti i due precedenti sistemi.

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

Tuttavia l'andamento della morfologia e della rete idrografica non sempre appare legato alla tettonica, poiché 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 tettonica dell'anfiteatro urbano di Genova, nella sua schematica semplicità, è del tipo prevalentemente plastico, considerata la stessa natura del litotipo affiorante con maggior frequenza: i calcari marnosi. Essa presenta aspetti assai interessanti soprattutto perché dalla sua impostazione "antiappenninica" sono derivati sia l'assetto morfologico ed idrologico del territorio urbano, che l'equilibrio di pendii collinari.

Per la trattazione di questo specifico argomento l'aerea presa in considerazione è compresa tra il colle di Carignano e quello di Albaro.

La formazione calcarea è costituita da strati regolari non molto potenti, prevalentemente marnosi e marnoscistosi, sempre gradati e con intercalazioni assai frequenti di argilliti siltose nerastre.

L'assetto tettonico è dato da un blando ripiegamento, con pieghe anticlinali e sinclinali più o meno

asimmetriche giustapposte. La direzione degli assi delle pieghe è sempre N-S o NNE-SSW, con orientamento decisamente “antiappenninico”.

Nella collina di Albaro il ripiegamento è ancora evidente per il succedersi da ovest ad est di numerose strutture sinclinali ed anticlinali, in gran parte composite e ricche di palesi culminazioni assiali.

Dalla struttura sinclinale più ad ovest, incisa nella valle del Bisagno, si può osservare la gamba orientale da S.Pietro della Foce fino a Punta Vagno, ove un piccolo motivo anticlinale si inserisce fra essa ed una seconda importante struttura sinclinale. Quest’ultima, partendo dalla depressione di Via Piave, attraversa da SSW e NNE tutta la collina giungendo forse fino all’altezza di via Corridoni.

Il blando ripiegamento, costituito da ondulazioni, non porta mai a ribassamenti. Nei punti di maggiore flessione degli strati, le inclinazioni non superano di solito il valore massimo di 20°. Ciò fa assimilare la zona in oggetto ad una grande placca in cui, conservando gli assi di ripiegamento un andamento sub-orizzontale o lievemente scendente a mare, l’assetto generale è riconducibile all’orizzontalità.

Tale considerazione, del resto, trova conferma nel fatto che la collina di Albaro e l’attigua collina di Carignano si trovano ribassate tettonicamente sia rispetto all’anfiteatro dei Genova che ai colli a nord i S.Martino, a causa di una importante dislocazione ad orientamento appenninico nettamente localizzata lungo il canale pliocenico di Terralba-via XX Settembre. L’evento tettonico, che ha contribuito ad evidenziare ancor più la diversità di assetto esistente tra le varie zone.

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

MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

INDAGINI PREGRESSE

Sull’area interessata dall’intervento in progetto è già stata realizzata nel mese di novembre 2009 una campagna geognostica di dettaglio, comprendente sondaggi meccanici, prove in sito, indagini geofisiche e prove di laboratorio.

Sondaggi meccanici a rotazione

In corrispondenza dell’ex Mercato Ortofrutticolo sono stati realizzati dall’impresa PRO.MO.GEO. S.r.l., 7 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo e 3 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo.

L’ubicazione dettagliata dei sondaggi è riportata sulla planimetria in allegato (cfr. Tav. 3).

I sondaggi S1, S2, S3, S4, S7, S9 ed S11 sono stati attrezzati con piezometro.

La stratigrafia semplificata dei sondaggi è la seguente:

S1

| Profondità in | Descrizione |
|----------------------|--|
| 0.00-0.70 | Preforo eseguito a mano per la verifica della presenza di sottoservizi. Materiali di riporto e manto stradale. |
| 0,70-2,00 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls. Asciutti. |
| 2.00-4.50 | Depositi alluvionali commisti a terreni colluviali e materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umidie. |
| 4.50-10.60 | Depositi alluvionali di bassa energia commisti a depositi colluviali. Limi argilloso sabbiosi con aumento della frazione grossolana procedendo verso il basso. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umidie. |
| 10.60-12.80 | Depositi colluviali rimaneggiati. Limi argilloso sabbiosi con ghiaia sub-angolare (clasti calcareo marnosi). Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore bruno verdastro. Umidie. |

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | |
|--------------------|---|
| 12.80-14.00 | Cappellaccio roccioso fortemente alterato e fratturato. |
| 14.00-17.50 | Substrato roccioso lapideo. Calcarei marnosi appartenenti alla Formazione del M.te Antola, da poco alterati ad alterati con livelli molto fratturati, interessati da riempimento limo argilloso a 14.05-14.15; 14.80-14.90; 16.20-16.30; 16.80-17.00. |

S2

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-2.60 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti. |
| 2.60-3.60 | Depositi alluvionali commisti a terreni colluviali e materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umide |
| 3.60-12.00 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi sabbioso argillosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umidi. |
| 12.00-20.50 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umidi. |
| 20.50-25.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |

S3

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-2.00 | Asfalto (0-20 cm), materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti. |
| 2.00-3.40 | Depositi alluvionali commisti a materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umidi. |
| 3.40-4.60 | Depositi alluvionali di media energia. Sabbie limose debolmente ghiaiose con clasti angolari di dimensioni da 0.5 cm a 4/5 cm . Classificazione ASTM SM: Sabbie limose. Colore bruno chiaro. Umidi. |
| 4.60-8.70 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |
| 8.70-12.00 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi sabbioso argillosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umidi. |
| 12.00-13.30 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umidi. |
| 13.30-25.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaia sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore bruno chiaro. Saturi |

S4

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-1.50 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti. |
| 1.50-2.20 | Depositi alluvionali commisti a terreni colluviali e materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umide |
| 2.20-8.70 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi sabbioso argillosi con aumento della frazione grossolana in prossimità del contatto con le ghiaie sabbiose. Lente più francamente sabbiosa da 8.30 a 8.70 al passaggio con le sottostanti ghiaie sabbiose limose. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umidi. |
| 8.70-25.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. |

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | |
|--|--|
| | Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |
|--|--|

S5

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-3.00 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti |
| 3.00-4.40 | Depositi alluvionali commisti a terreni colluviali e materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose,angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umide |
| 4.40-6.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |
| 6.00-11.00 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi sabbioso argillosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umid. |
| 11.00-14.60 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umid. |
| 14.60-15.70 | Depositi alluvionali di bassa e media energia. Sabbie limoso ghiaiose, di colore da beige a grigio. Sature |
| 15.70-25.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |

S6

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-2.00 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti |
| 2.00-3.00 | Depositi alluvionali commisti a terreni colluviali e materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umide |
| 3.00-11.00 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi sabbioso argillosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore nocciola. Umid. |
| 11.00-14.80 | Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umid. |
| 14.80-25.00 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM GC: Ghiaie argillose. Colore bruno chiaro. Saturi |

S7

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-0.50 | Preforo per verifica sottoservizi. |
| 0.50-1.80 | Materiali di riporto con pezzatura medio grossolana (0.5 - 4.0 cm) angolare. Presenza di laterizi e cls . Asciutti |
| 1.80-3.80 | Depositi alluvionali commisti a materiali di riporto (vecchio piano campagna prima dei riporti antropici). Sabbie limose debolmente ghiaiose, angolari (ghiaie fini, calcareo marnose). Colore bruno/marrone. Umid. |
| 3.80-13.90 | Depositi alluvionali di media ed alta energia. Ghiaie sabbioso limose con ciottoli. Locali sottili lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore bruno chiaro. Saturi |
| 13.90-15.00 | Sabbia medio-fine limosa debolmente ghiaiosa (ghiaia fine); colore da beige a grigio oltre 14.90m di profondità; saturo. |

S9

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-3.00 | Riporto |
| 3.00-6.00 | Limi sabbioso argillosi di colore nocciola |
| 6.00-15.00 | Ghiaia medio grossolana |

S10

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00-3.00 | Riporto |
| 3.00-7.00 | Ghiaia medio grossolana |

S11

| Profondità in mt. | Descrizione |
|--------------------------|--|
| 0.00-3.00 | Riporto |
| 3.00-8.00 | Limi sabbioso argillosi di colore nocciola |
| 8.00-18.50 | Limi argillosi debolmente sabbiosi grigi |
| 18.50-21.00 | Ghiaia grossolana |

Il substrato roccioso è stato individuato unicamente nel sondaggio S1, localizzato nel settore nord-orientale del lotto di terreno in esame.

Prove S.P.T.

Nei fori di sondaggio S2, S3, S4, S5 ed S6, sono state realizzate 23 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a punta aperta ed a punta chiusa (terreni ghiaiosi).

Tabella dei dati ricavati:

| Sondaggio | Profondità m | N_{SPT} | Punta strumento |
|------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| S2 | 2.00 | 13 | aperta |
| | 5.00 | 10 | aperta |
| | 11.00 | 24 | aperta |
| | 21.00 | 26 | chiusa |
| S3 | 6.00 | 14 | chiusa |
| | 9.00 | 10 | aperta |
| S4 | 1.50 | 4 | aperta |
| | 4.50 | 7 | aperta |
| | 6.00 | 7 | aperta |
| | 7.50 | 13 | chiusa |
| | 9.00 | 21 | chiusa |
| | 10.50 | 23 | chiusa |
| | 13.50 | 24 | chiusa |
| | 16.50 | 31 | chiusa |
| | 19.50 | 47 | chiusa |
| | 22.50 | 47 | chiusa |
| S5 | 3.00 | 28 | aperta |

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | | | |
|-----------|-------|----|--------|
| | 6.00 | 28 | aperta |
| S6 | 3.00 | 2 | aperta |
| | 7.00 | 15 | aperta |
| | 12.00 | 19 | aperta |
| | 16.50 | 30 | chiusa |
| | 18.00 | 41 | chiusa |

Prove scissometriche

All'interno dei fori di sondaggio S1, S2, S3, S4, S5 ed S6 sono state eseguite, sui campioni di carota, 39 prove scissometriche (Vane Test) che hanno consentito la misura diretta della resistenza al taglio non drenata dei terreni coesivi.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Sondaggio | N° | Profondità medie (m) | c_u (Kg/cm²) |
|------------------|-----------|-----------------------------|---|
| S1 | 1 | 5.30 – 5.90 | 0.56 – 0.60 |
| | 2 | 6.90 – 7.40 | 0.54 – 0.60 |
| | 3 | 8.10 – 8.40 | 0.68 |
| | 4 | 10.90 – 11.70 | 0.80 – 1.20 |
| S2 | 1 | 3.90 – 4.10 | 0.50 |
| | 2 | 4.30 – 4.60 | 0.60 |
| | 3 | 5.30 – 5.70 | 0.40 – 0.60 |
| | 4 | 7.10 – 7.40 | 0.50 – 0.60 |
| | 5 | 9.90 – 10.20 | 0.60 – 0.70 |
| | 6 | 11.40 – 11.70 | 0.60 |
| | 7 | 12.50 – 12.80 | 0.40 – 0.50 |
| | 8 | 13.30 – 14.10 | 0.40 |
| | 9 | 16.10 – 16.80 | 0.40 |
| | 10 | 17.30 – 17.70 | 0.50 |
| | 11 | 18.60 – 19.40 | 0.50 |
| | 12 | 20.20 – 20.50 | 0.60 |
| S3 | 1 | 9.50 – 9.90 | 0.40 – 0.50 |

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | | | |
|-----------|---|---------------|-------------|
| | 2 | 12.10 – 12.80 | 0.38 - 0.40 |
| | 3 | 12.50 | 0.90 |
| S4 | 1 | 2.60 – 2.80 | 0.40 – 0.42 |
| | 2 | 4.10 – 4.60 | 0.32 – 0.36 |
| | 3 | 5.50 – 5.80 | 0.34 – 0.36 |
| | 4 | 6.15 – 6.70 | 0.38 – 0.42 |
| | 5 | 7.30 – 8.10 | 0.38 – 0.38 |
| S5 | 1 | 2.40 – 2.60 | 0.24 – 0.30 |
| | 2 | 8.60 – 8.80 | 0.30 |
| | 3 | 10.20 – 10.80 | 0.30 |
| | 4 | 11.20 – 11.80 | 0.30 – 0.40 |
| | 5 | 12.30 – 12.70 | 0.35 – 0.38 |
| | 6 | 13.20 – 13.70 | 0.38 – 0.40 |
| | 7 | 14.20 – 14.50 | 0.48 – 0.50 |
| S6 | 1 | 4.10 - 4. 40 | 0.20 |
| | 2 | 5.40 – 5.80 | 0.10 – 0.20 |
| | 3 | 8.70 – 9.70 | 0.30 |
| | 4 | 10.30 – 10.60 | 0.40 |
| | 5 | 11.30 – 11.70 | 0.20 – 0.40 |
| | 6 | 12.50 – 12.80 | 0.20 – 0.40 |
| | 7 | 13.00 – 13.40 | 0.40 |
| | 8 | 14.30 – 14.60 | 0.50 |

Prove pressiometriche Menard

All'interno dei fori di sondaggio S1, S2, S3 ed S5 sono state eseguite 5 prove pressiometriche mediante il pressimetro modello SUNDA-APAGEO.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Sondaggio | Profondità mt | Litologia | Pressione limite (bar) | Modulo Pressiometrico |
|------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | | | | (bar) |
|-----------|---------------|-------------------------|-------|--------|
| S1 | 10.00 – 10.60 | Limo ghiaioso | 20.11 | 103.10 |
| S2 | 8.40 – 9.00 | Limo sabbioso argilloso | 9.24 | 53.61 |
| S3 | 10.80 - 11.40 | Limo sabbioso argilloso | 7.92 | 63.99 |
| S5 | 6.40 – 7.00 | Limo sabbioso argilloso | 7.64 | 135.80 |

Prove di Laboratorio

All'interno dei fori di sondaggio S1, S2, S3, S4, S5 ed S6 sono stati prelevati 9 campioni indisturbati e 15 campioni rimaneggiati, sottoposti ad analisi di laboratorio.

Sui campioni sono state effettuate analisi granulometriche, prove di taglio diretto, prove triassiali, prove edometriche e determinati i Limiti di Atterberg.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Sondaggio | Campione | Profondità mt | γ kN/m ³ | LL | IP | c_u (kPa) | c' (kPa) | ϕ' (°) | Class. ASTM |
|-----------|----------|------------------|-------------------------------|----|----|----------------|---------------|-------------|----------------|
| S1 | S1 CI1 | 4.50 - 5.20 | 20.16 | 38 | 14 | 17.2 | 0.0 | 32.2 | CL |
| | S1 CI2 | 8.40 - 9.00 | 18.30 | 39 | 16 | 11.6 | 0.0 | 31.7 | CL |
| | S1 CI3 | 11.00 - 11.60 | 18.48 | 50 | 26 | 11.9 | 0.0 | 30.6 | CL |
| S2 | S2 CR1 | 5,00 - 5,45 | - | 30 | 11 | | | | CL |
| | S2 CI1 | 6,00 - 6,60 | 19,38 | 33 | 12 | 32,1 | 3,1 | 30,7 | CL |
| | S2 CR2 | 7,20 - 7,40 | 19,65 | 35 | 15 | | | | CL |
| | S2 CR3 | 11,00 - 11,30 | - | 39 | 17 | | | | CL |
| | S2 CI2 | 15,00 - 15,60 | 18,75 | 37 | 23 | 34,4 | 0.0 | 30,8 | CL |
| | S2 CR5 | 19,00 - 19,30 | 18,39 | 45 | 21 | | | | CL |
| S3 | S3 CI1 | 4,00 - 4,60 | 19,34 | | | | 0.0 | 33,4 | SM |
| S4 | S4 CR1 | 1,80 - 2,00 | 19,8 | 38 | 13 | | | | SM |
| | S4 CI1 | 3,00 - 3,60 | 19,56 | 34 | 9 | 13,3 | 0.0 | 31,8 | ML |
| | S4 CR2 | 4,50 - 4,95 | - | 38 | 19 | | | | CL |
| | S4 CR3 | 6,00 - 6,45 | - | 34 | 13 | | | | CL |
| | S4 CR4 | 7,50 - 7,95 | - | 37 | 18 | | | | CL |
| | S4 CR5 | 9,00 - 9,45 | - | 30 | 11 | | | | GC |
| | S4 CR6 | 17,00 - 17,20 | 23,39 | 29 | 8 | | | | GC |
| S5 | S5 CI1 | 8,00 - 8,60 | 19,71 | 35 | 10 | 37,8 | 0.0 | 32,1 | ML |

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

| | | | | | | | | | |
|-----------|--------|---------------|-------|----|----|--|-----|------|----|
| S6 | S6 CR1 | 4,00 - 4,20 | 19,22 | 37 | 13 | | | | CL |
| | S6 CR2 | 7,00 - 7,45 | - | 40 | 19 | | | | CL |
| | S6 CI1 | 10,40 - 11,00 | 19,71 | 42 | 17 | | 0.0 | 31,5 | CL |
| | S6 CR3 | 13,20 - 13,50 | 17,83 | 44 | 19 | | | | CL |
| | S6 CR4 | 12,00 - 12,45 | - | 36 | 13 | | | | CL |
| | S6 CR5 | 15,00 - 15,30 | 20,11 | 28 | 11 | | | | GC |

Misure Piezometriche

I sondaggi S1, S2, S3, S4, S7, S9 ed S11 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto.
Le misure della superficie piezometrica sono le seguenti:

| Sondaggio | Data | Quota da p.c (mt) | Quota sul l.m.m. (mt) |
|------------------|-------------|--------------------------|------------------------------|
| S1 | 19/11/09 | 4.60 | 6.64 |
| | 04/12/09 | 4.10 | 7.14 |
| | 10/12/09 | 4.05 | 7.15 |
| | 04/12/09 | 4.26 | 6.94 |
| | | | |
| S2 | 11/11/09 | 5.37 | 5.85 |
| | 12/11/09 | 5.20 | 6.02 |
| | 16/11/09 | 5.20 | 6.02 |
| | 04/12/09 | 4.90 | 6.32 |
| | 10/12/09 | 4.91 | 6.31 |
| | 17/12/09 | 5.06 | 6.16 |
| S3 | 23/11/09 | 4.80 | 5.76 |
| | 04/12/09 | 4.45 | 6.11 |
| | 10/12/09 | 4.46 | 6.10 |
| | 04/12/09 | 4.60 | 5.96 |
| S4 | 12/11/09 | 4.70 | 5.50 |
| | 16/11/09 | 4.70 | 5.50 |
| | 04/12/09 | 4.45 | 5.75 |
| | 10/12/09 | 4.46 | 5.74 |
| | 17/12/09 | 4.60 | 5.60 |
| S7 | 23/11/09 | 4.20 | 6.70 |
| | 04/12/09 | 4.18 | 6.20 |
| | 10/12/09 | 4.32 | 5.95 |
| S9 | 04/12/09 | 4.34 | 5.82 |
| | 10/12/09 | 4.33 | 5.83 |
| | 17/12/09 | 4.48 | 5.68 |

La superficie piezometrica nell'area di intervento è stata individuata ad una profondità variabile tra i 4.60 m dal p.c. in corrispondenza dei sondaggi S3 e S4 nella porzione centrale dell'area di intervento fino a raggiungere la quota di 4.32 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio S7 posto più a valle lungo Corso Sardegna (valori misurati nel corso dei mesi di Novembre e Dicembre 2009).

Per quanto riguarda i piezometri intestati nelle ghiaie: S2-S3-S4-S7-S9 i valori della profondità della superficie piezometrica nel corso delle varie misurazioni sono sostanzialmente rimasti invariati con un abbassamento del livello freatico omogeneo in tutti i piezometri di circa 14 cm.

Per quanto riguarda i valori registrati nei piezometri S11 ed S1, il tratto fessurato della tubazione è stato limitato ai livelli fini a bassa permeabilità.

Non sono state riportate le misurazioni effettuate nel piezometro S11, in quanto la stesse

presentano dei valori anomali, probabilmente riferiti all'acqua di perforazione non smaltita a causa della bassa permeabilità dei livelli limoso argillosi debolmente sabbiosi in cui è attestato il tratto fessurato.

Dall'analisi delle misure piezometriche è evidente un innalzamento della superficie piezometrica spostandosi verso sud- sudovest (alveo del T. Bisagno).

E' da sottolineare come nel caso dei piezometri S2, S3, S4 ed S9, dove il livello ghiaioso è sovrastato da lenti di materiali fini (con potenza decrescente da nord-est a sud-ovest) il livello dell'acqua raggiunto è relativo alla sua risalita all'interno del piezometro per il modesto grado di confinamento che è determinato dalla presenza dei materiali fini a bassissima permeabilità.

Prove di permeabilità Lefranc

All'interno dei fori di sondaggio S1, S2, S3,S4, S5 ed S6 sono state eseguite 7 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile ed 1 prova di permeabilità Lefranc a carico costante, all'interno dei depositi alluvionali, per valutarne la permeabilità.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Sondaggio | Profondità (m) | Tipo | Litologia | Coeff. di Permeabilità (mt/sec) |
|-----------|---------------------|------|---|---------------------------------|
| S1 | 8.30 – 9.00 | C.V. | Argilla di bassa plasticità (CL) | 8.88×10^{-7} |
| | 11.00 – 11.60 | C.V. | Argilla di bassa plasticità con ghiaia (CL) | 2.38×10^{-7} |
| S2 | 13.00 – 13.50 | C.V. | Argilla di bassa plasticità (CL) | 4.40×10^{-7} |
| S3 | 4.00 – 4.50 | C.V. | Sabbia limosa (SM) | 1.82×10^{-6} |
| | 12.00 – 12.60 | C.V. | Argilla di bassa plasticità (CL) | 3.57×10^{-7} |
| S4 | 12.00 (fondo piano) | C.C. | Ghiaie argillose. (GC) | 2.25×10^{-7} |
| S5 | 8.00 – 8.60 | C.V. | Limo di bassa plasticità con sabbia (ML) | 2.81×10^{-7} |
| S6 | 4.00 – 4.50 | C.V. | Argilla di bassa plasticità (CL) | 3.87×10^{-7} |

Le prove sono state realizzate all'interno dei depositi alluvionali.

I valori di permeabilità ottenuti variano da $1,82 \times 10^{-6}$ mt/sec a $8,88 \times 10^{-7}$ mt/sec all'interno dei depositi alluvionali fini.

All'interno dei depositi alluvionali grossolani costituiti da ghiaie argillose il valore di permeabilità ottenuto è di $2,25 \times 10^{-7}$ mt/sec; si tratta di un valore basso ma tipico di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

Prove sismiche a rifrazione

Lungo il perimetro sud-orientale del mercato (lungo via Varese) al fine di individuare l'andamento del top del substrato roccioso, è stata realizzata una prova sismica a rifrazione mediante due distinti stendimenti sismici di 96.00 m di sviluppo lineare, sovrapposti in modo da coprire una distanza di

circa 150 metri.

L'indagine ha permesso di ricostruire l'andamento del substrato roccioso, costituito da calcare marnoso, che dal sondaggio S1, dove è stato individuato ad una profondità di circa 14.00 mt, si approfondisce oltre i 25 m in S6.

Prove Down-Hole

In corrispondenza dei sondaggi S5 ed S6, sono state realizzate 2 prove sismiche Down-Hole, per la determinazione delle velocità sismiche delle onde P ed S (ossia compressionali e di taglio) lungo la verticale dei fori di sondaggio opportunamente preparati.

In particolare tali prove hanno permesso di determinare la V_{s30}

I risultati ottenuti sono i seguenti:

V_{s30} media sondaggio S5: 527 mt/sec (a partire da -3 mt da p.c.)

V_{s30} media sondaggio S6: 448 mt/sec (a partire da -8 mt da p.c.)

IDROGEOLOGIA

A)Assetto idrologico

L'idrologia di superficie della zona in studio è caratterizzata dal T. Bisagno; si tratta di un corso d'acqua a regime permanente ed a carattere torrentizio.

In questo tratto il T. Bisagno scorre in un materasso alluvionale piuttosto esteso e potente, composto prevalentemente da ghiaie eterometriche e sabbie, con subordinate lenti argillose.

Il corso del T. Bisagno è stato in gran parte modificato dall'intervento antropico; infatti è arginato e in molti punti scorre al di sotto di ponti.

Come è possibile rilevare dal Piano di bacino stralcio del T. Bisagno l'area risulta inondabile per eventi di piena con portate corrispondenti a periodi di ritorno ≤ 50 anni

Le defluenze superficiali dell'area in oggetto usufruiscono solo delle sistemazioni idrauliche costruite a corredo dell'urbanizzazione esistente.

B)Permeabilità

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

In questo studio si sono individuate le caratteristiche ed il comportamento dei vari tipi di terreno, sul piano idrogeologico, in base alle risultanze della campagna geognostica eseguita ed a dati bibliografici.

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

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

Riporti eterogenei Materiali di riporto: a composizione e granulometria piuttosto eterogenea di spessore medio compreso tra i 2 m e i 3 metri. Caratterizzati da una permeabilità medio (10^{-4} - 10^{-5} m/sec), in genere asciutti a meno di oscillazioni significative del livello piezometrico in occasione di eccezionali eventi pluviometrici.

Alluvioni recenti: I valori di permeabilità ottenuti variano da $1,82 \times 10^{-6}$ mt/sec a $8,88 \times 10^{-7}$ mt/sec all'interno dei depositi alluvionali fini.

All'interno dei depositi alluvionali grossolani costituiti da ghiaie argillose il valore di permeabilità ottenuto è di $2,25 \times 10^{-7}$ mt/sec; si tratta di un valore basso ma tipico di terreni a granulometria sabbioso-limosa.

Nello specifico:

- per i depositi alluvionali fini costituiti dai limi sabbioso argillosi di colore beige e dai sottostanti limi argilloso debolmente sabbiosi di colore grigio azzurro. Le due tipologie di sedimenti presentano una forma lenticolare con il letto dei limi sabbioso argillosi beige (presenti in tutta l'area seppur con spessori variabili tra i 4.00 e i 9.00 m) che rappresenta il tetto dei limi argillosi debolmente sabbiosi grigio azzurri che invece tendono ad assottigliarsi da nord est verso sud ovest. Si tratta di terreni spesso saturi che risultano però, nel complesso, caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto bassi ($2.38 \times 10^{-7} - 4.40 \times 10^{-7}$ m/sec). I flussi idrici si muovono solo all'interno nelle piccole lenti più francamente sabbioso-limose che presentano coefficienti di permeabilità medio-bassi (10^{-5} m/sec). Si tratta ad ogni modo di flussi idrici da confinati a semiconfinati a bassa trasmissività orizzontale e verticale.

-per i depositi alluvionali grossolani di media ed alta energia. Si tratta di ghiaie sabbioso limose eterometriche monogeniche con ciottoli. Localmente sono state riscontrate lenti a maggior componente limoso sabbiosa dello spessore max di 0.5 m. La forma della ghiaia è da sub arrotondata ad arrotondata con dimensioni da 0.5-1.0 cm a 4.0-5.0 cm. Colore bruno chiaro. Saturi. Sono localizzate a profondità via via più prossime alla superficie muovendosi da nord, nord-est verso sud sud-ovest con quote rispetto al piano campagna variabili dai -20.50 m in corrispondenza del sondaggio S2 al di sotto del letto dei sedimenti fini (livello 4 limi argilloso debolmente sabbiosi) per poi risalire fino a - 6.00 m in corrispondenza del sondaggio S9 e a - 3.80 m nel sondaggio S7 al di sotto dei limi sabbioso argillosi beige (Livello 3) nel settore meridionale dell'area. Nel complesso, caratterizzati da coefficienti di permeabilità medio alti in funzione della percentuale di matrice fine ($10^{-4} - 10^{-5}$ m/sec).

c)Deflusso idrico sotterraneo

Il deflusso idrico sotterraneo risulta fortemente influenzato dalla quota della piezometrica, in rapporto al livello dell'acqua del torrente. Durante i periodi di magra, quando la portata dei fiumi è minima, la piezometrica si trova ad una quota tale da consentire alla falda, anch'essa in condizioni di magra, di alimentare il corso d'acqua. All'aumentare della portata del torrente l'alimentazione allo stesso da parte della falda stessa tende a diminuire, perché a parità di altre variabili, aumenta il carico idraulico nel corso d'acqua e diminuisce il gradiente della superficie piezometrica. Gli scambi si annullano allorché i livelli dei due corpi idrici si eguagliano, per poi invertirsi non appena il livello del torrente supera quello della falda. Infine, con l'esaurirsi dell'evento o del periodo di piena si verifica un lento ritorno ai rapporti iniziali. In sintesi si può affermare che il corso d'acqua è efficacemente drenante in condizioni di magra (quindi per la maggior parte dell'anno), infiltrante limitatamente a periodi di precipitazione intensa. La superficie piezometrica nell'area di intervento è stata individuata ad una profondità variabile tra i 4.55 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio S8 a monte del Mercato lungo Corso Sardegna, i 4.60 m dal p.c. in corrispondenza dei sondaggi S3 e S4 nella porzione centrale dell'area di intervento fino a raggiungere la quota di 4.32 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio S7 posto più a valle lungo Corso Sardegna (valori misurati nel corso dei mesi di Novembre e Dicembre 2009).

SISMICITÀ

Sulla base della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°216 del 17/03/2017, il Comune di Genova ed in particolare l'unità urbanistica in esame, è classificata sismica in Zona 3 (molto bassa sismicità).

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

Secondo quanto espresso dalle NTC 2018 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.

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

La conoscenza della stratigrafia del sottosuolo desunta dalla campagna di indagini geognostica associata ai valori della Vs30 ricavati da due prove down hole realizzate nei fori di sondaggio S6 e S5 hanno permesso di associare al sottosuolo dell'area di intervento alla categoria B secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

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

- coordinate geografiche dell'opera da verificare
- individuazione dei nodi del reticolo di riferimento
- Vita nominale Vn tab.2.41. NTC nel nostro caso Vn= 50 anni
- classe d'uso (derivata da NTC e da leggi regionali) nel nostro caso classe III
- categoria di sottosuolo: B
- coefficiente d'uso cu tab.2.4.1.II NTC nel nostro caso pari ad 1,5
- vita di riferimento >Vr= Vn*cu= 75
- condizioni topografiche nel nostro caso T1.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame. Mercato ortofrutticolo Corso Sardegna Genova

latitudine: 44,410148

longitudine: 8,956095

Classe: 3

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|-------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 16918 | Lat: 44,3977 | Lon: 8,9421 | Distanza: 1771,698 |
| Sito 2 | ID: 16919 | Lat: 44,4004 | Lon: 9,0119 | Distanza: 4565,359 |
| Sito 3 | ID: 16697 | Lat: 44,4503 | Lon: 9,0082 | Distanza: 6091,380 |
| Sito 4 | ID: 16696 | Lat: 44,4477 | Lon: 8,9383 | Distanza: 4406,019 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75anni

Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 45 [anni]

ag: 0,029 g

Fo: 2,528

Tc*: 0,205 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 75 [anni]

ag: 0,036 g

Fo: 2,548

Tc*: 0,226 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 712 [anni]

ag: 0,083 g

Fo: 2,524

Tc*: 0,290 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,107 g
Fo: 2,511
Tc*: 0,297 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,510
St: 1,000
Kh: 0,007
Kv: 0,004
Amax: 0,346
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,480
St: 1,000
Kh: 0,009
Kv: 0,004
Amax: 0,424
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,000
Kh: 0,020
Kv: 0,010
Amax: 0,977
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,031
Kv: 0,015
Amax: 1,258
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 44.409185

longitudine: 8.955050

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 $U_c > 3,5$.

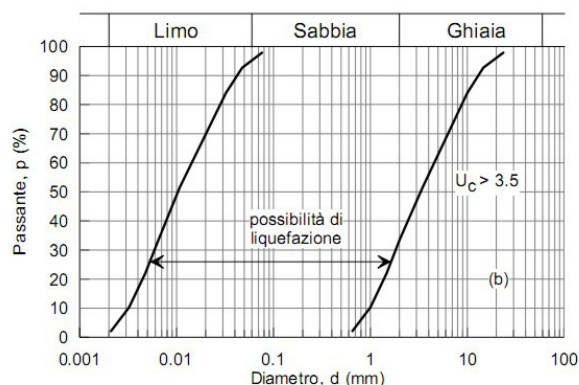
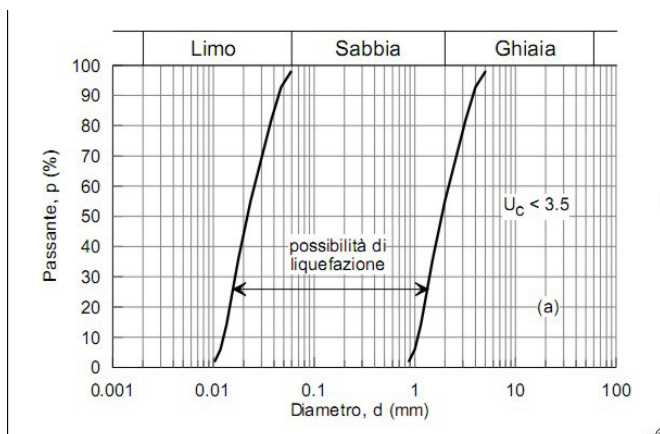


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

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).

Nel nostro caso, data la natura granulometrica dei terreni (depositi prevalentemente limoso-

argillosi debolmente sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi con ciottoli), si può escludere la possibilità di liquefazione del terreno a seguito di sollecitazioni sismiche.

ELEMENTI PER MODELLO GEOTECNICO

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

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

La stratigrafia, riportata nelle sezioni geologiche schematiche D-D e F-F in allegato, è stata schematizzata in 3 strati e riassunta nelle sezioni geologiche in allegato.

I parametri geotecnici e geomeccanici medi, ai sensi delle NTC 2018, riportati di seguito sono stati ricavati sulla base delle indagini geognostiche eseguite, da prove di laboratorio eseguite dalla scrivente su terreni simili, e delle conoscenze già acquisite sul territorio.

Va sottolineato che, come richiesto dalla NTC 2018, gli elementi geotecnici soprariportati, dovranno essere implementati e contestualizzati dal progettista delle Strutture, in ragione delle specifiche verifiche e tipologie di intervento.

1. Riporti eterogenei

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

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

$$c' = 0$$

2. Depositi alluvionali fini limoso-sabbiosi e limoso-argillosi debolmente sabbiosi

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

In condizioni drenate:

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

$$c' = 0,3 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 32 \text{ kPa}$$

3. Depositi alluvionali grossolani costituite da ghiaie sabbioso-limose con ciottoli

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

In condizioni drenate:

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

$$c' = 0$$

VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ AL PUC E PIANO DI BACINO

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

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

Alla luce della situazione geomorfo-geologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche progettuali l'intervento in oggetto si ritiene fattibile.

Sotto il profilo della tutela idrologica della zona, attualmente l'area è totalmente impermeabilizzata e provvista di opere di regimazione quali collettori fognari comunali per le acque superficiali.

Considerate le caratteristiche del progetto proposto si ritiene che non sussistano ripercussioni di carattere geologico sull'esistente.

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

- gli eventuali calcoli per il dimensionamento delle strutture di fondazione dovranno fare riferimento ai parametri geotecnici forniti nella presente relazione;
- per la natura e la presenza di possibili eterogeneità di risposta ai carichi del terreno di fondazione, dovranno essere valutati i cedimenti differenziati;
- gli eventuali scavi per il rinforzo delle fondazioni esistenti dovranno essere effettuati con cautela, secondo angoli compatibili con le caratteristiche geotecniche sopra riportate, tenendo conto di un sufficiente margine di sicurezza.
- 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.

La fase attuativa dei lavori dovrà comprendere l'esecuzione di interventi finalizzati alla regimazione (raccolta e smaltimento) delle acque di scorrimento superficiale e di deflusso subcorticale, onde contenere il più possibile gli effetti della loro azione erosiva, a salvaguardia dei manufatti e delle sue pertinenze. In particolare si tratta di:


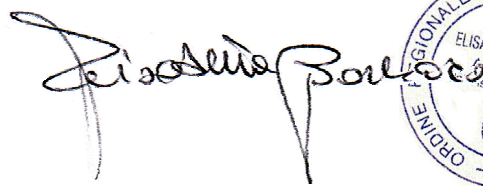
1. le acque di gronda e scarico dei fabbricati dovranno essere adeguatamente raccolte e convogliate lungo i collettori di scarico;
2. regimare correttamente le acque intercettate dagli spazi esterni;
3. per gli interventi previsti di sistemazione esterna di superficie si adotteranno sistemi e/o materiali che facilitino la percolazione dell'acqua piovana nel terreno.

In conclusione con i sopracitati interventi, se adottati sia durante l'esecuzione dei lavori che in fase di gestione dell'intero comparto, non si dovrebbero causare danni né influenze negative sull'esistente.

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 - CARTA IDROGEOLOGICA IN SCALA 1:5.000
- TAV. 4 - CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DELLE INDAGINI IN SCALA 1:1.700
- TAV. 5 - CARTA ISOFREATICHE IN SCALA 1:1. 700
- TAV. 6 – PLANIMETRIA DI PROGETTO IN SCALA 1:1.700
- TAV. 7 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA D-D IN SCALA 1:500

CARTA GEOLOGICA

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

TAV. 1

LEGENDA


UNITA' TETTONICA ANTOLA


Cret. Paleoc.  Formazione del M. Antola


DEPOSITI PLIOCENICI

Ploc.  Argille di Ortovero


QUATERNARIO


 Sedimenti di alveo


 Sedimenti alluvionali

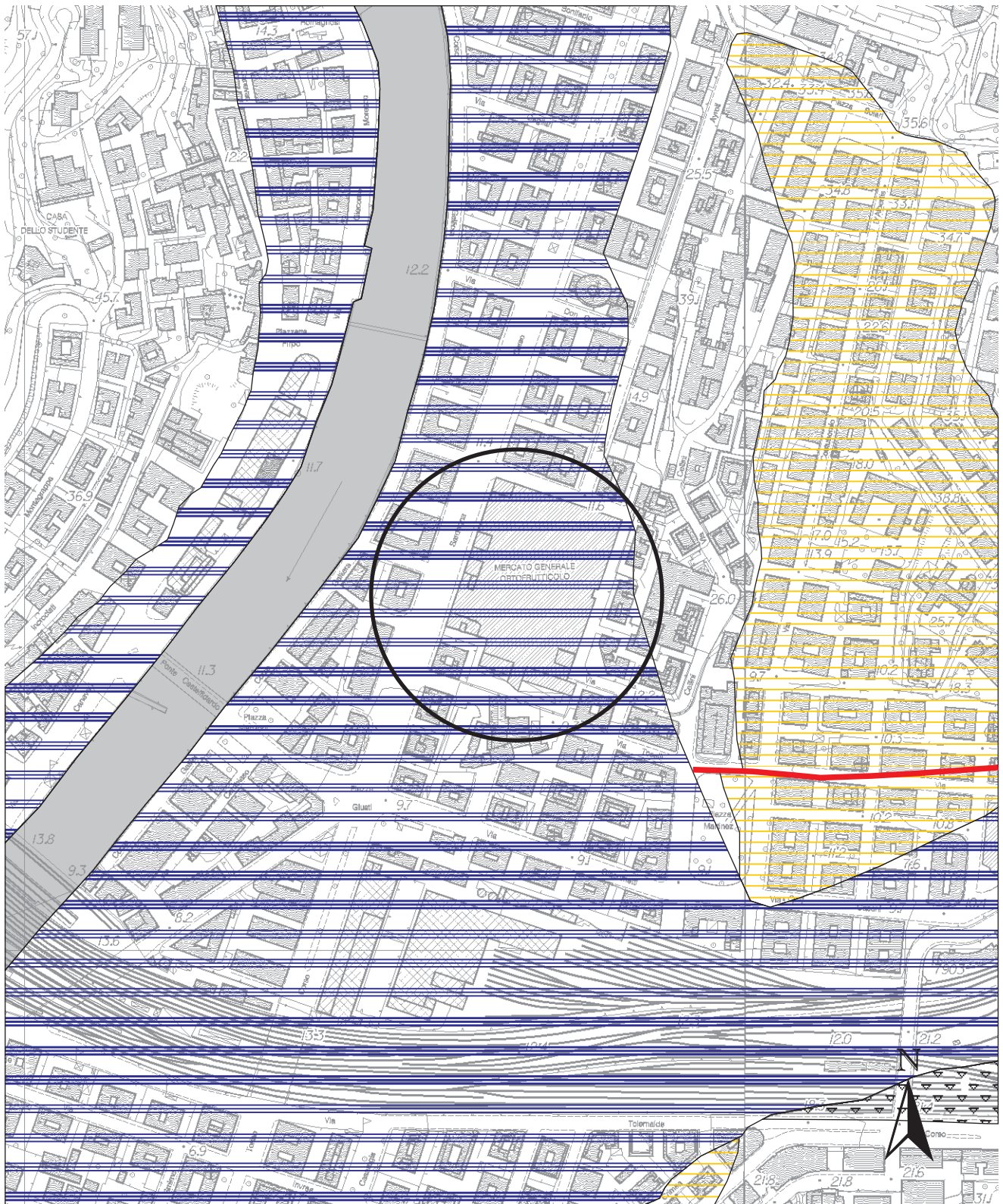
 Riporti artificiali e discariche
Depositi vari rimaneggiati

DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità

 Faglie e contatti tettonici certi e presunti

 Ubicazione dell'area in esame



LEGENDA

Alvei attuali

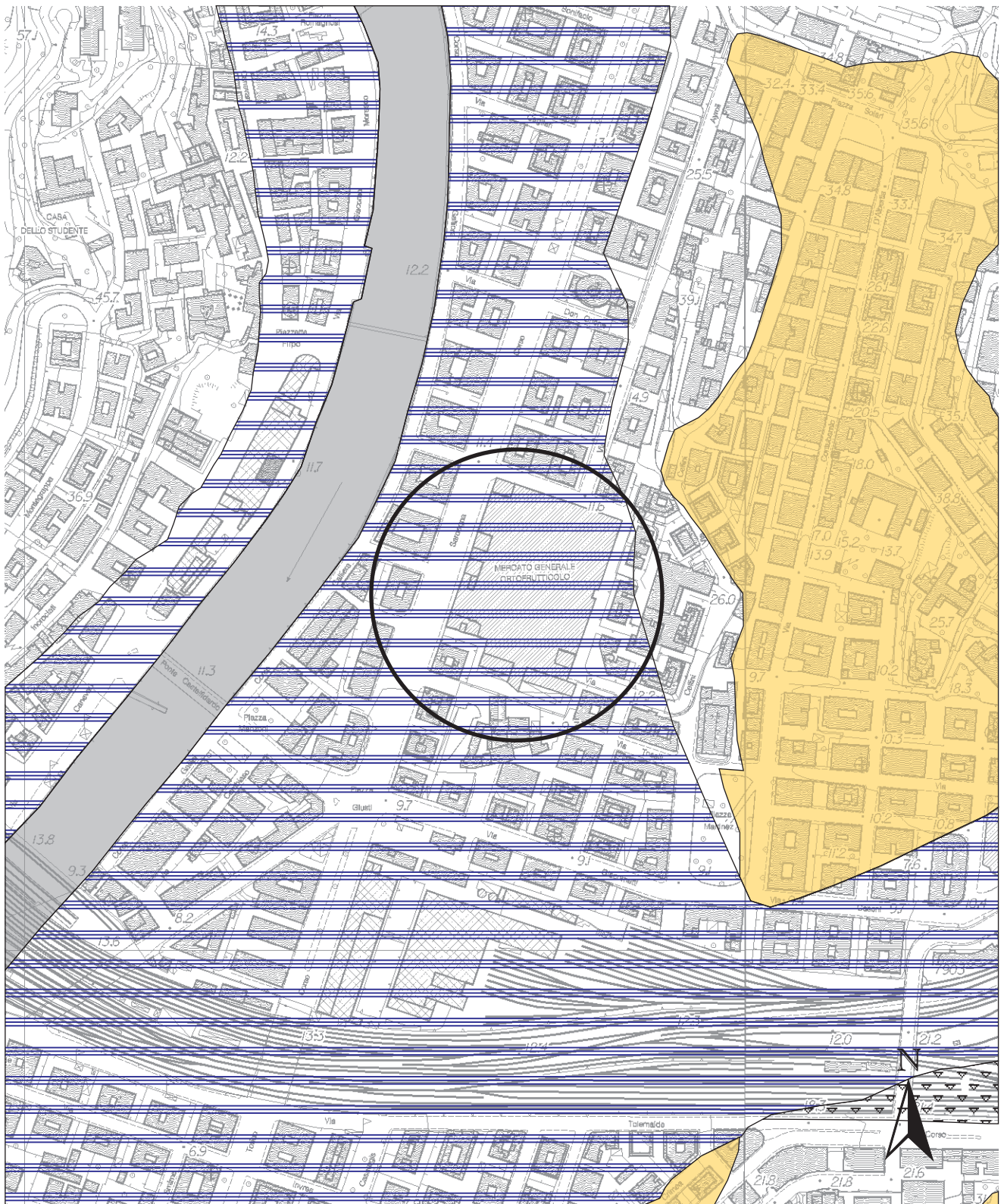
Coltri eluvio-colluviali o miste di
spessore da 0,5-3 mt.

Riporti, riempimenti
artificiali e discariche










Alluvioni antiche

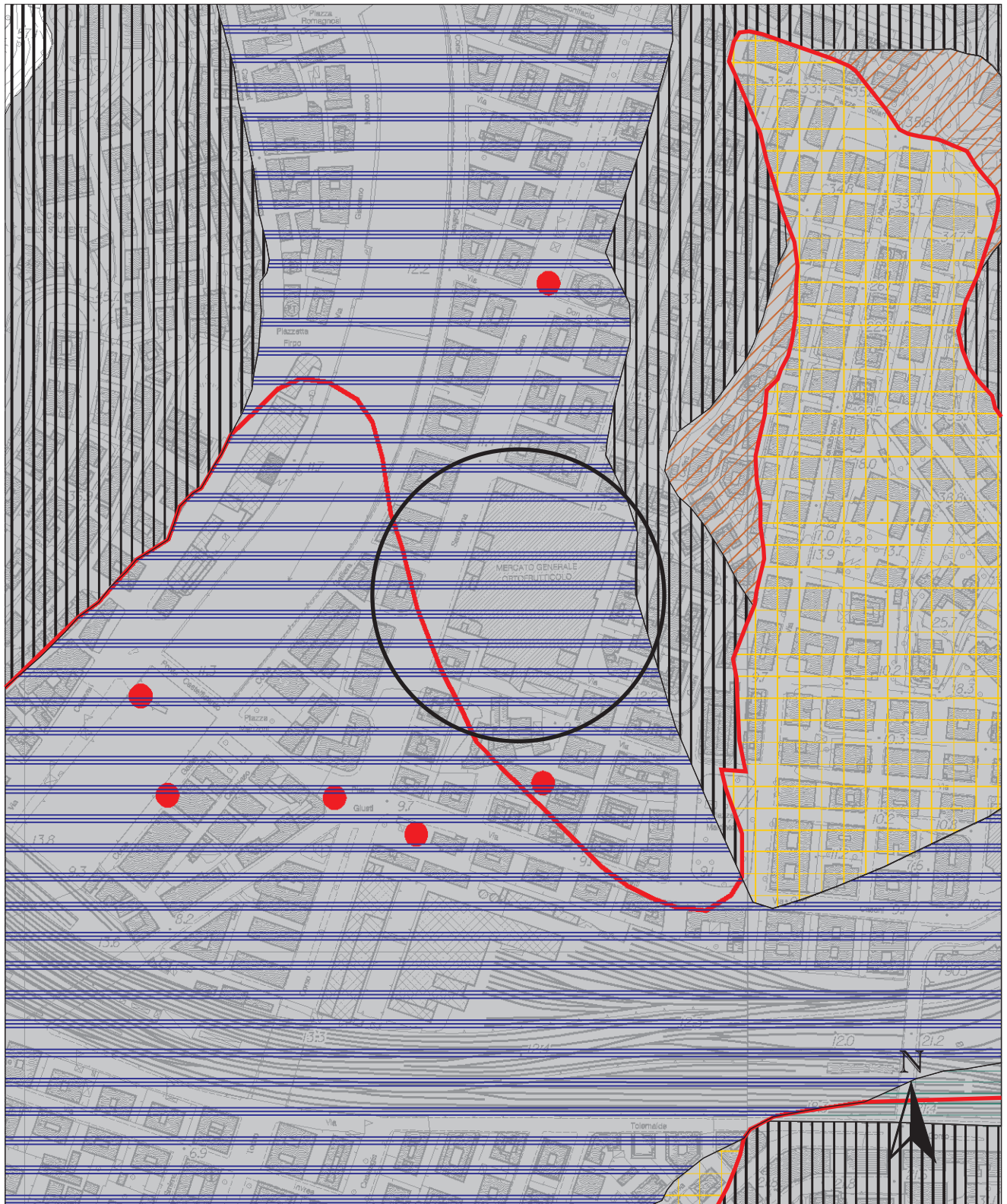
Roccia affiorante e/o
subaffiorante in buone condizioni
di conservazione

Ubicazione dell'area
in esame





LEGENDA

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
|  | Zone permeabili per porosità |  | Zone a permeabilità variabile |  | Zone a forte contrasto di permeabilità |
|  | Zone permeabili per porosità su substrati impermeabili |  | Zone permeabili per fessurazione e/o carsismo (ammassi rocciosi) |  | Pozzi |
|  | Zone permeabili per porosità su substrati permeabili o semipermeabili |  | Zone urbanizzate sostanzialmente impermeabili |  | Area del P.U.O. |





LEGENDA

 Riporti eterogenei prevalentemente grossolani (spessore medio 2-3,5 mt), seguiti da depositi alluvionali da fini a grossolani (spessore variabile da 12,8 a più di 30 mt)

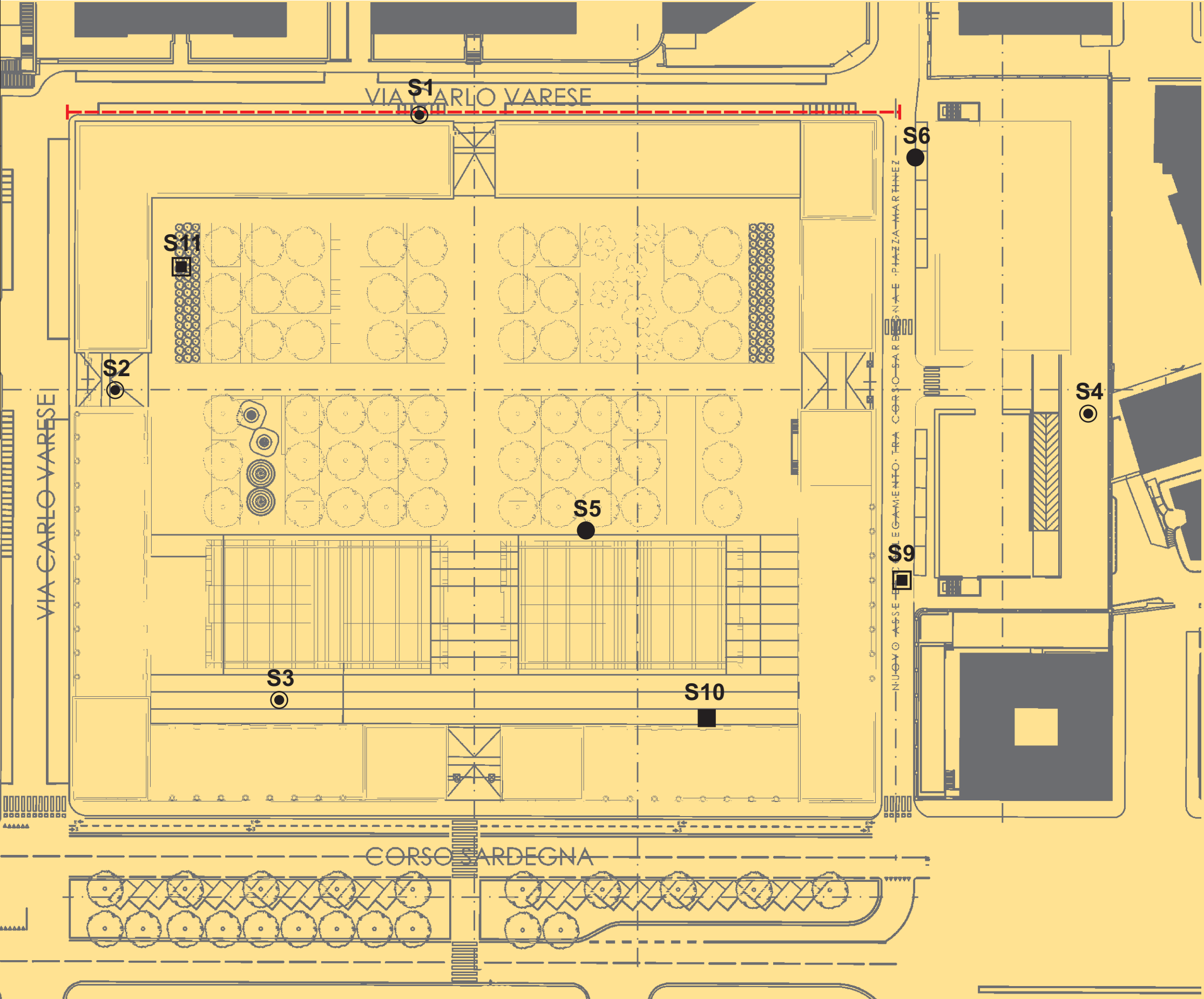
 **S1** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro

 **S5** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo

 **S9** Sondaggi a distruzione di nucleo attrezzati con piezometro

 **S10** Sondaggio a distruzione di nucleo

 Stese sismiche a rifrazione



CARTA ISOFREATICHE

Scala 1:700

TAV. 5

LEGENDA



Isofreatiche
(soggiacenza falda)



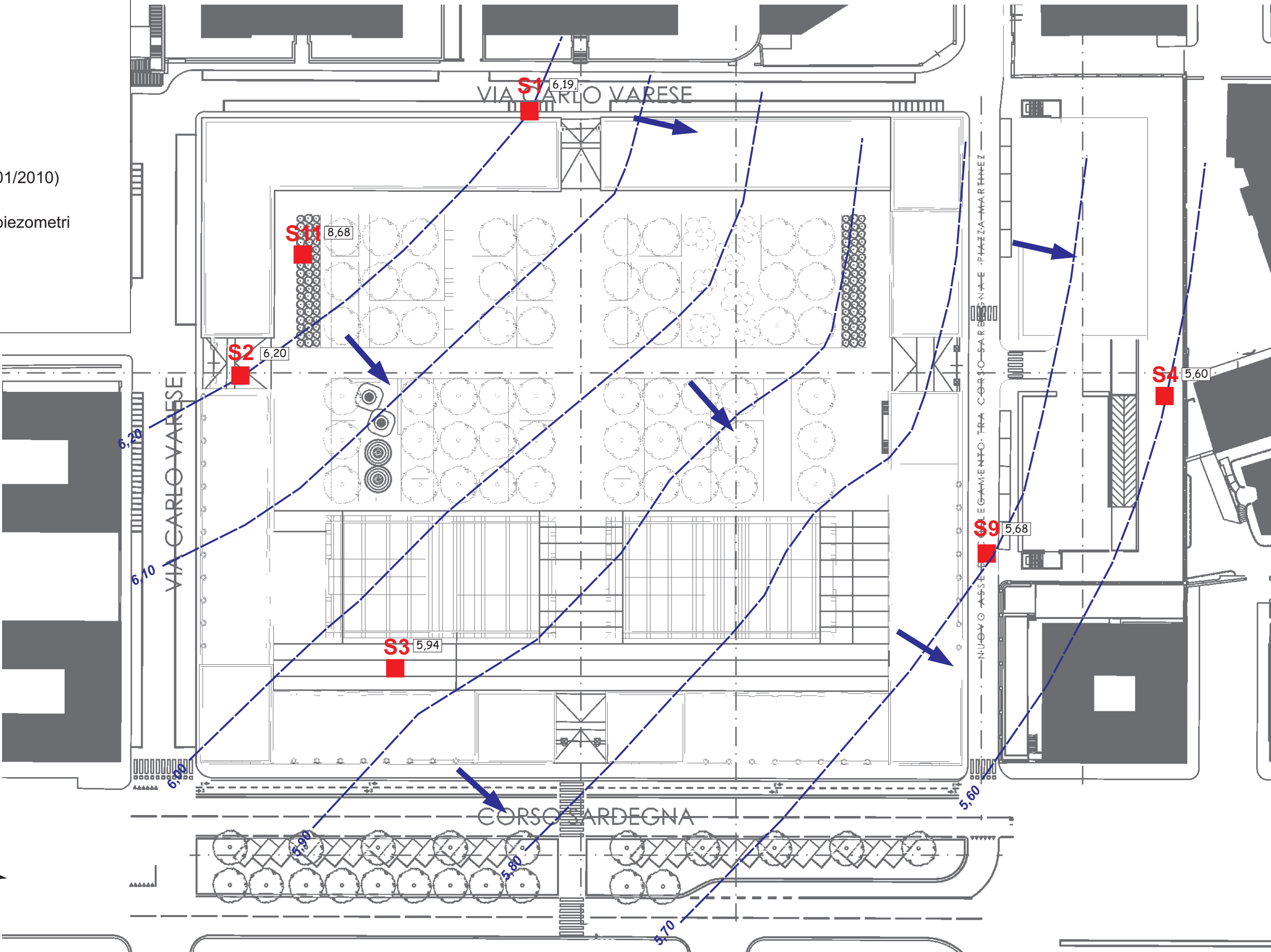
Direzioni di deflusso



Piezometri
(soggiacenza falda al 20/01/2010)



Quote piezometriche nei piezometri
(mt.s.l.m.m.)



LEGENDA

Riporti eterogenei prevalentemente grossolani (spessore medio 2-3,5 mt), seguiti da depositi alluvionali da fini a grossolani (spessore variabile da 12,8 a più di 30 mt)

● S1 Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro

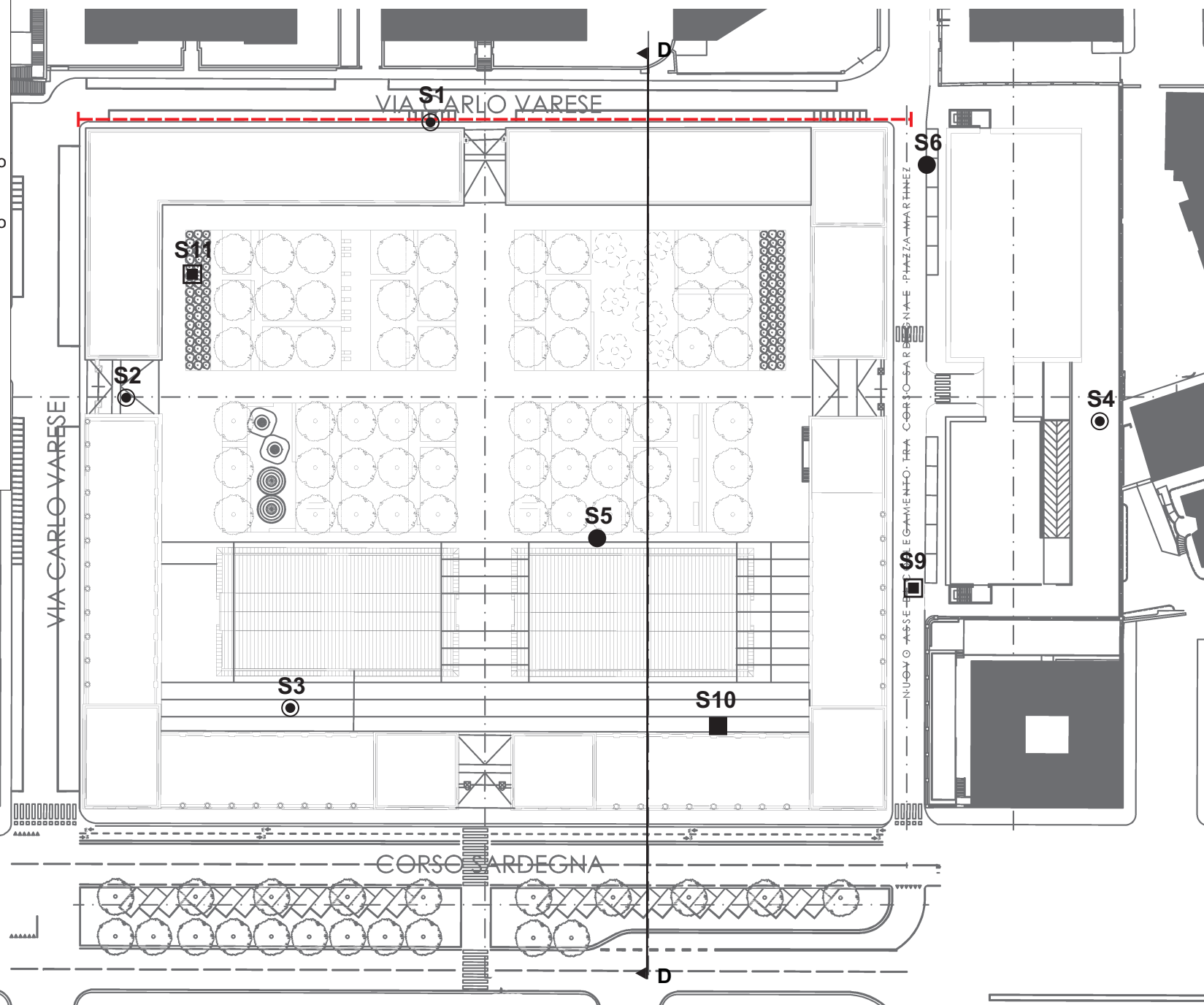
● S5 Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo

■ S9 Sondaggi a distruzione di nucleo attrezzati con piezometro

■ S10 Sondaggio a distruzione di nucleo

--- Stese sismiche a rifrazione

D D Traccia della sezione



Scala 1: 500

Riporti eterogenei



- Falda



Depositi alluvionali fini limoso-sabbiosi e limoso-argillosi debolmente sabbiosi



Depositi alluvionali grossolani costituite da ghiaie sabbioso-limose con ciottoli

