

COMUNE DI GENOVA



P.U.O. - AMBITO SPECIALE 22
RESTAURO DELL'ANTICO MERCATO DI CORSO SARDEGNA
CREAZIONE DI SERVIZI DI QUARTIERE

PROPONENTI:

COSMO COSTRUZIONI MODERNE S.R.L.



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

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-Lipartiti

Barboro

Barboro

01

Novembre 2016

-

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO

Geologo Consulente ambientale
Pianificazione Territoriale
Via Luigi Cibrario 31/6 -16154 Genova
Cell 335 6450816 tel/fax 010/6049472
email ebarboro@gmail.com
pec ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

COMUNE DI GENOVA
CITTA METROPOLITANA DI GENOVA



PROPONENTE: COSMO COSTRUZIONI MODERNE SRL

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro

O.R.G.L. N° 164

Elisabetta Barboro

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol.
ELISABETTA BARBORO
n. P. n. 164
data iscr. 17-06-1988

rif. 34/2016

Genova, Novembre 2016

RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA AL PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO (P.U.O.) AMBITO SPECIALE 22 PER IL PROGETTO DI RESTAURO DEL 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 presente elaborato costituisce l'allegato geologico al Piano Particolareggiato 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, Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunale (Art.7 c.3 lettera C) L.R.36/1997, allegato alla DGR 1745-2013)

Il P.U.O. 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 PUO ha una estensione pari a 20.440 mq, di cui un'area di circa 4.000 mq. sono indicate le opere di progetto su suolo pubblico esterne al P.U.O. Si tratta delle sistemazioni viabilistiche e a verde del tratto di corso Sardegna che fronteggia gli edifici del mercato.

Presa visione degli elaborati progettuali di PUO, 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, redatti dallo Studio SAB srl di Perugia, 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.

Il progetto prevede di mantenere tutti gli edifici e di sottoporli in parte ad interventi di restauro e

risanamento conservativo ed in parte a ristrutturazione edilizia. Il parcheggio viene inserito all'interno dei due padiglioni più recenti localizzati verso il convento di Sant'Agata.

La scelta di conservare tutti gli edifici storici è dettata sia dall'esigenza di tutela del patrimonio storico comunale, sia dall'interesse e bellezza delle architetture che costituiscono un insieme unitario di grande fascino.

Negli edifici storici restaurati troveranno posto le seguenti funzioni:

- centro sociale
- struttura polifunzionale
- palestra
- spazi pubblici a verde attrezzato
- connettivo urbano (studi medici, banca, uffici, etc), pubblici esercizi e negozi di vicinato
- un centro integrato di via artificiale comprendente una media struttura di vendita ricollocata.

Nei due edifici più recenti tra loro connessi con due passerelle aperte in acciaio grigliato troveranno posto i parcheggi pertinenziali e pubblici.

Il progetto di *landscape* prevede di inserire alberi di alto fusto piantumati in piena terra, in questo modo potranno avere un rigoglioso sviluppo naturale e contribuire efficacemente a migliorare il confort dei nuovi spazi pubblici creati.

Aiuole fiorite, anch'esse in piena terra, arricchiranno i percorsi e gli spazi aperti dell'asilo nido.

Su corso Sardegna saranno inseriti nuovi platani a filare per continuare il viale già presente nel tratto più a monte.

Gli spazi pedonali sono pavimentati con lastre lapidee bicrome a formare delle linee di dimensioni variabili, parallele a corso Sardegna.

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.

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.

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 geologico-tecnica e delle indagini
- Tav.5 Carta di analisi
- Tav. 6 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Tav.7 Carta Isofreatiche
- Tav. 8-9 Sezioni geologiche schematiche
- Tav. 10 Carta di sintesi, che racchiude in conclusione le "norme" geologico-tecniche che meglio definiscono le modalità d'intervento e di mantenimento delle condizioni di corretta utilizzazione e difesa nel tempo stesso del territorio.

Di seguito verranno specificate le condizioni di stabilità sia dei terreni investigati che delle opere

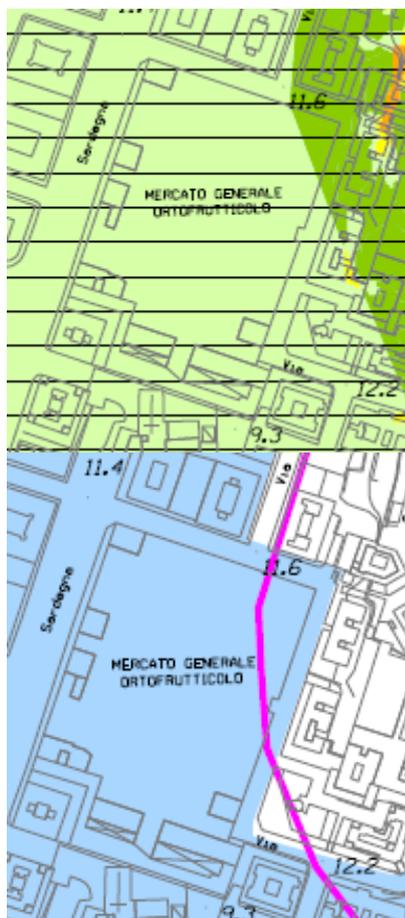
già realizzate rispetto al contesto geologico dell'area, ed infine verranno date alcune osservazioni sulla compatibilità dell'intervento.

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

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M.14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1988)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI
- D.G.R. n°1362 del 19/11/2010 della Regione Liguria
- Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunale (Art.7 c.3 lettera C) L.R.36/1997, allegato alla DGR 1745-2013
- L. R. n. 4/99 della Regione Liguria
- Piano di Bacino del T. Bisagno della Regione Liguria
- P.U.C. del Comune di Genova e DCC n.37/2016

VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

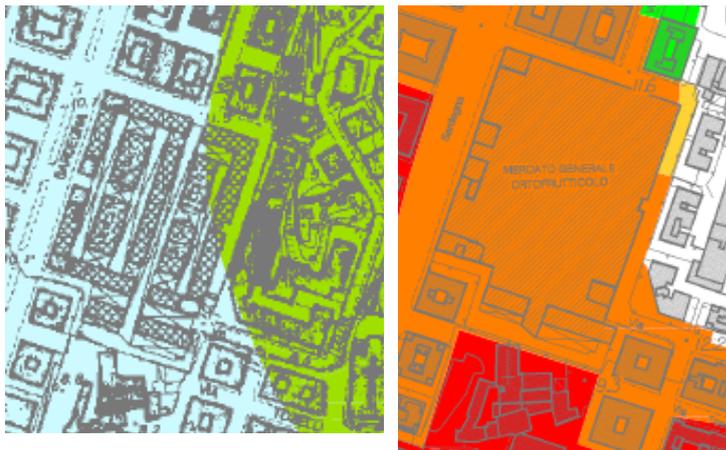


L'area in esame è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del PUC del Comune di Genova, per quasi l'intero comparto come “Zona B urbanizzata -Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata-”, ad eccezione dello spigolo nord-est dell'area che ricade in Zona A: - Area urbanizzata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

Si tratta di aree per le quali gli studi geologici a corredo del Piano Urbanistico Comunale non hanno evidenziato fenomeni geologici negativi in atto, ma solo possibili problemi connessi ai rapporti esistenti tra substrato roccioso e coltri o coperture incoerenti o semicoerenti in debole pendio, nonché difficoltà di ordine 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 il PUO 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 PUO 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 Formazione 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 Helminoidi 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 micropiegheggiati.

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-azzurre, in banchi anche potenti, a frattura pseudo-concoide; sono presenti, inoltre, con una certa frequenza, intercalazioni di argilliti grigio-scure, 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 di 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. Umide.
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. Umidi.
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. Umidi.
12.80-14.00	Cappellaccio roccioso fortemente alterato e fratturato.
14.00-17.50	Substrato roccioso lapideo. Calcari 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. 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. Umidi.
11.00-14.60	Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umidi.
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. Umidi.
11.00-14.80	Depositi alluvionali di bassa energia. Limi argilloso debolmente sabbiosi. Classificazione ASTM CL: Argille inorganiche a bassa plasticità. Colore grigio azzurro. Umidi.
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. Umidi.
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
	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/cm ²)
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	<i>0.50 – 0.60</i>
	5	9.90 – 10.20	<i>0.60 – 0.70</i>
	6	11.40 – 11.70	<i>0.60</i>
	7	12.50 – 12.80	<i>0.40 – 0.50</i>
	8	13.30 – 14.10	<i>0.40</i>
	9	16.10 – 16.80	<i>0.40</i>
	10	17.30 – 17.70	<i>0.50</i>
	11	18.60 – 19.40	<i>0.50</i>
	12	20.20 – 20.50	<i>0.60</i>
S3	1	9.50 – 9.90	<i>0.40– 0.50</i>
	2	12.10 – 12.80	<i>0.38 -0.40</i>
	3	12.50	<i>0.90</i>
S4	1	2.60 – 2.80	<i>0.40 – 0.42</i>
	2	4.10 – 4.60	<i>0.32 – 0.36</i>
	3	5.50 – 5.80	<i>0.34 – 0.36</i>
	4	6.15 – 6.70	<i>0.38 – 0.42</i>
	5	7.30 – 8.10	<i>0.38 – 0.38</i>
S5	1	2.40 – 2.60	<i>0.24 – 0.30</i>
	2	8.60 – 8.80	<i>0.30</i>
	3	10.20 – 10.80	<i>0.30</i>
	4	11.20 – 11.80	<i>0.30 – 0.40</i>
	5	12.30 – 12.70	<i>0.35 – 0.38</i>
	6	13.20 – 13.70	<i>0.38 – 0.40</i>
	7	14.20 – 14.50	<i>0.48 – 0.50</i>
S6	1	4.10 -4. 40	<i>0.20</i>
	2	5.40 – 5.80	<i>0.10 – 0.20</i>

	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 (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 -	18,39	45	21				CL

		19,30							
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
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	2.81×10^{-7}

			sabbia (ML)	
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 sottoterraneo.

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.

Riparti 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°1362 del 19/11/2010, il Comune di Genova ed in particolare l'unità urbanistica in esame, è classificata sismica in Zona 4 (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".

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

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 14/01/2008 "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: 44,3977Lon: 8,9421 Distanza: 1771,698

Sito 2 ID: 16919 Lat: 44,4004Lon: 9,0119 Distanza: 4565,359

Sito 3 ID: 16697 Lat: 44,4503Lon: 9,0082 Distanza: 6091,380

Sito 4 ID: 16696 Lat: 44,4477Lon: 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

MICROZONIZZAZIONE SISMICA

Come previsto dalla D.G.R. 471/10 e dalla D.G.R. 714/2011, che definiscono i criteri e le linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, è stato realizzato uno studio di microzonazione sismica di 1°

livello esteso all'area del P.U.O.

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

Nello specifico, sulla base della nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°1362 del 19/11/2010, il Comune di Genova ed in particolare la zona di interesse risulta ricadere in Zona 4.

Lo studio di microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere le condizioni di sito che possono modificare ed amplificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (moto sismico di riferimento) o possono produrre effetti cosismici rilevanti (fratture, frane, liquefazione, densificazione, movimenti differenziali deformazioni permanenti ecc.) per le costruzioni e le infrastrutture. Questi fenomeni vengono generalmente definiti come effetti locali.

Essa deve essere considerata anche come base conoscitiva ai fini della prevenzione sismica e della riduzione del rischio sismico in quanto, evidenziando tutti quei fattori che possono incrementare la pericolosità sismica locale, può permettere di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale.

Lo studio di MS di livello 1 ha il fine, sulla base dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica evidenziati nel presente studio, di suddividere l'area del P.U.O. in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è stato finalizzato alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e quindi alla valutazione della pericolosità, evidenziando le criticità.

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) rappresenta infatti una valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico, attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate nel quadro conoscitivo. La Carta è stata costruita sulla base degli elementi predisponenti alle amplificazioni e alle instabilità sismiche.

Per definire la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica si sono utilizzate le cartografie allegare al P.U.O. ed i dati derivanti dalle indagini geognostiche già eseguite nel comparto in esame.

In particolare le informazioni utilizzate sono state tratte da:

- Carta geologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Carta geologico-tecnica e delle indagini

All'interno dell'area del P.U.O. è stata individuata un'area omogenea, una Zona 1 stabile suscettibili ad amplificazione locale - Depositi alluvionali", nella quale sono attese amplificazioni stratigrafiche del moto sismico per effetto delle caratteristiche litologiche dei terreni (presenza di depositi alluvionali e sovrastanti riporti con spessori massimi variabili tra 11-30 mt)

Per gli approfondimenti si rimanda alla definizione puntuale dell'azione sismica di progetto e della pericolosità di base del sito di costruzione, in fase di elaborazione della progettazione di ogni singolo edificio, come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008), le quali prevedono il calcolo delle azioni sismiche di progetto, considerando i fenomeni amplificativi dovuti alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e topografiche di sito.

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 prossimi-

mità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

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

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 $U_c > 3,5$.

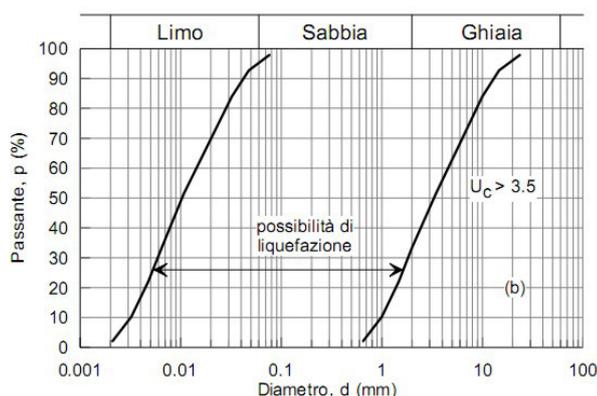
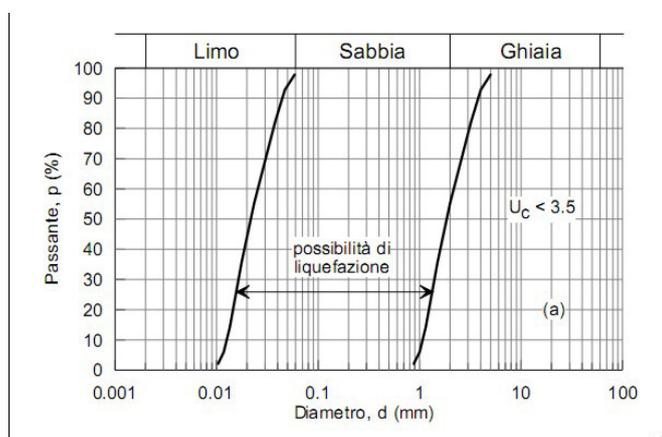


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

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 rag-

giunga 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 2008, 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 2008, i parametri geotecnici riportati nella presente relazione, in fase progettuale, dovranno essere eventualmente corretti in ragione delle specifiche verifiche e tipologie di intervento.

1. Riporti eterogenei

$$\begin{aligned}\gamma &= 1,9-2 \text{ t/mt}^3 \\ \varphi' &= 30^\circ \\ c' &= 0\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\gamma &= 1,9-2 \text{ t/mt}^3 \\ \text{In condizioni drenate:} \\ \varphi' &= 32^\circ \\ c' &= 0,3 \text{ kPa} \\ \text{In condizioni non drenate:} \\ c_u &= 32 \text{ kPa}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\gamma &= 2-2,1 \text{ t/mt}^3 \\ \text{In condizioni drenate:} \\ \varphi' &= 36^\circ \\ c' &= 0\end{aligned}$$

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 accorpata in un 'unico ambito' in quanto omogeneo per le condizioni geologiche e geomorfologiche incontrate. (tav. 10).

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

Zona A (unico ambito)

In tale ambito le condizioni stratigrafiche incontrate manifestano livelli superficiali di riporti antropici eterogenei prevalentemente grossolani intercalati a depositi alluvionali da fini, limi sabbiosi argillosi, per i primi livelli, per poi passare a livelli più grossolani composti prevalentemente da ghiaia a matrice sabbiosa limosa; lo spessore varia da 11 a 30 m massimo

La morfologia è pianeggiante riconducibile a piana alluvionale fortemente rimaneggiata.

In quest'ambito sono compresi tutti gli interventi del progetto di PUO dove le attività non oltrepassano la ristrutturazione edilizia senza nuova edificazione, restando così conforme alla normativa di Piano di Bacino del T.Bisagno ed alle Norme Generali del PUC, in particolare all'art.14.

Si riassumono gli interventi previsti

Gli edifici storici restaurati troveranno posto le seguenti funzioni:

- centro sociale
- struttura polifunzionale
- palestra
- spazi pubblici a verde attrezzato
- connettivo urbano (studi medici, banca, uffici, etc), pubblici esercizi e negozi di vicinato
- un centro integrato di via artificiale comprendente una media struttura di vendita ricollocata.

Nei due edifici più recenti tra loro connessi con due passerelle aperte in acciaio grigliato troveranno posto i parcheggi pertinenziali e pubblici.

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

PRESCRIZIONI DI INTERVENTO PER L'AMBITO A

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.

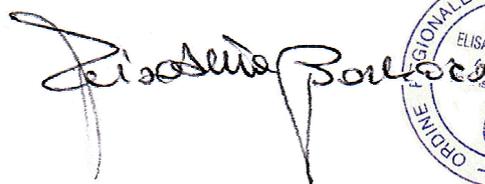
Regimazione delle acque

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.

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

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 DI ANALISI IN SCALA 1:1.700

TAV. 6 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA IN SCALA 1:1.700

TAV. 7 - CARTA ISOFREATICHE IN SCALA 1:1.700

TAV. 8 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA D-D IN SCALA 1:500

TAV. 9 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA F-F IN SCALA 1:500

TAV. 10 - CARTA DI SINTESI IN SCALA 1:1.700

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

LEGENDA

UNITA' TETTONICA ANTOLA

Cret. Paleoc.  Formazione del M. Antola

DEPOSITI PLIOCENICI

Ploc.  Argille di Ortovero

QUATERNARIO

 Sedimenti di alveo

 Sedimenti alluvionali

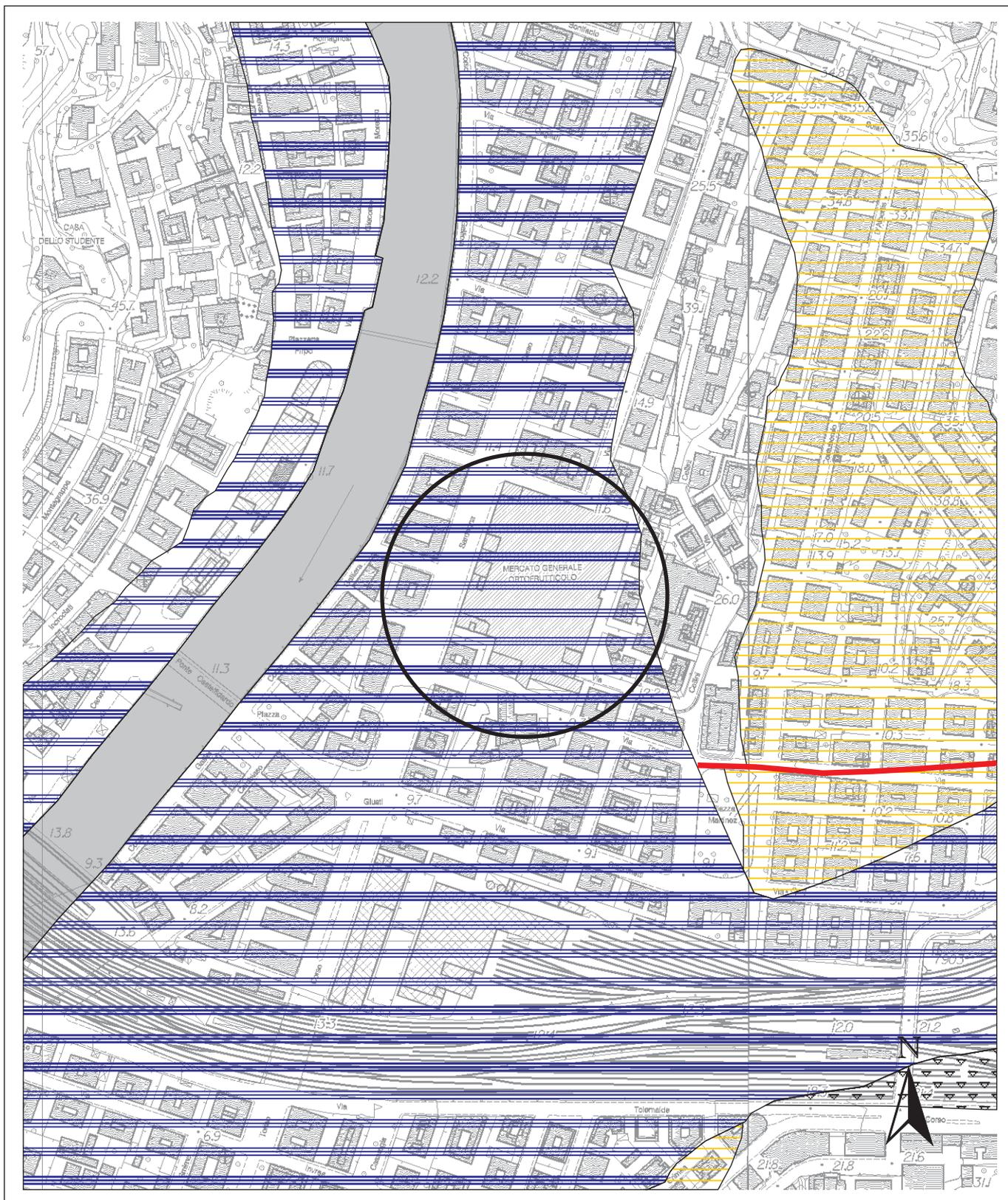
 Riporti artificiali e discariche
 Depositi vari rimaneggiati

DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità

 Faglie e contatti tettonici certi e presunti

 Ubicazione dell'area in esame



LEGENDA

Alvei attuali

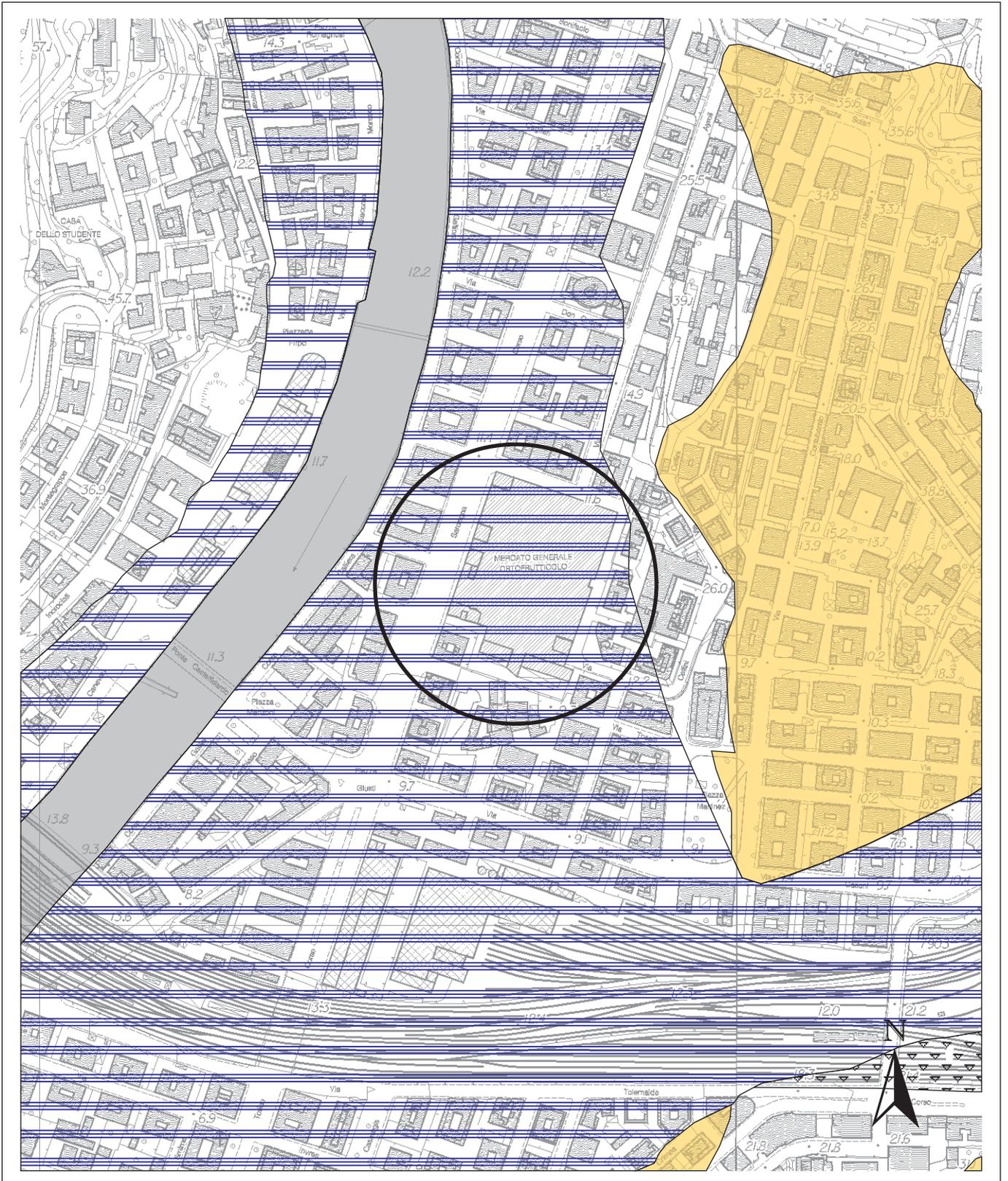
Coltri eluvio-colluviali o miste di spessore da 0,5-3 mt.

Riporti, riempimenti artificiali e discariche

Alluvioni antiche

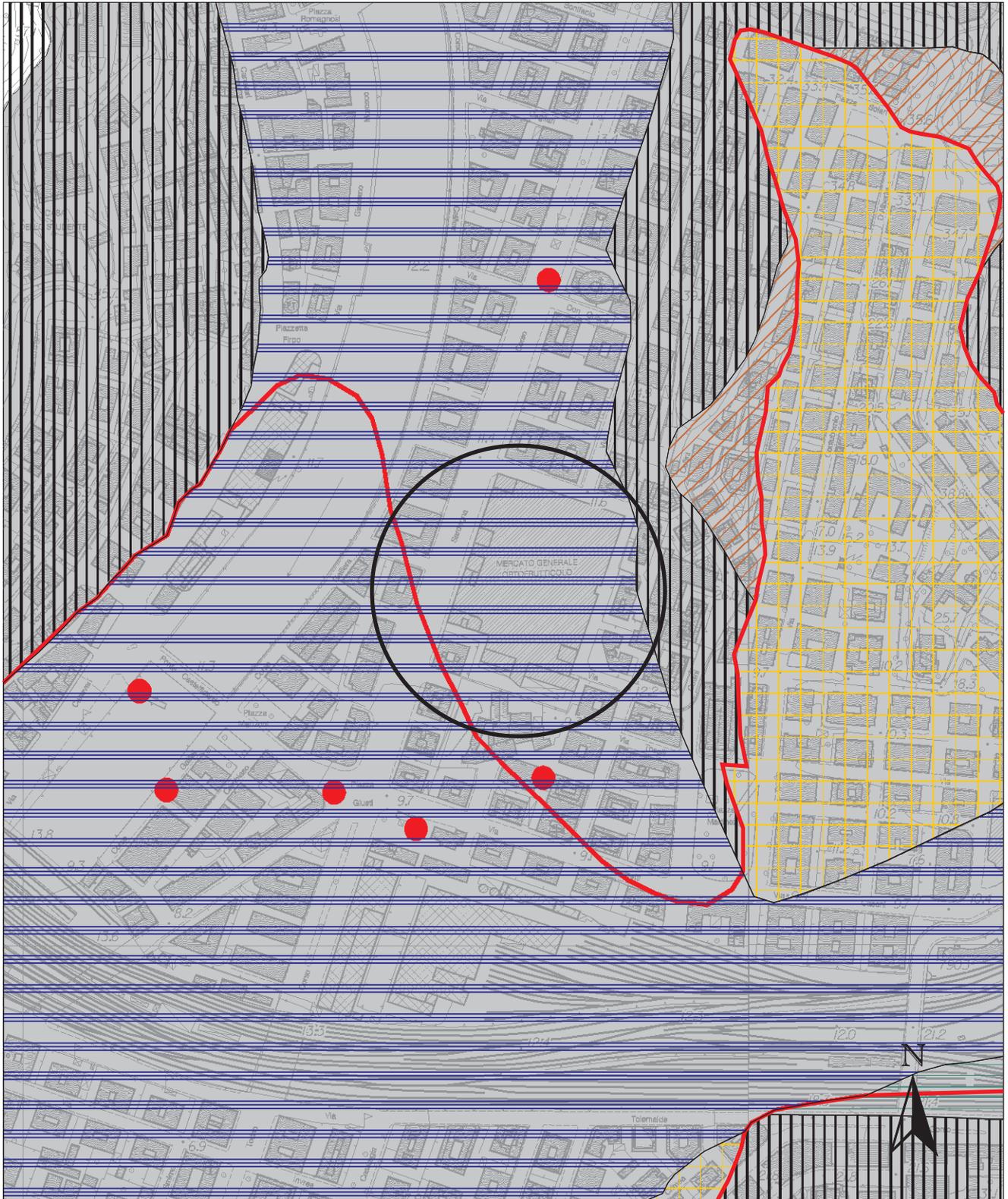
Roccia affiorante e/o subaffiorante in buone condizioni di conservazione

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)

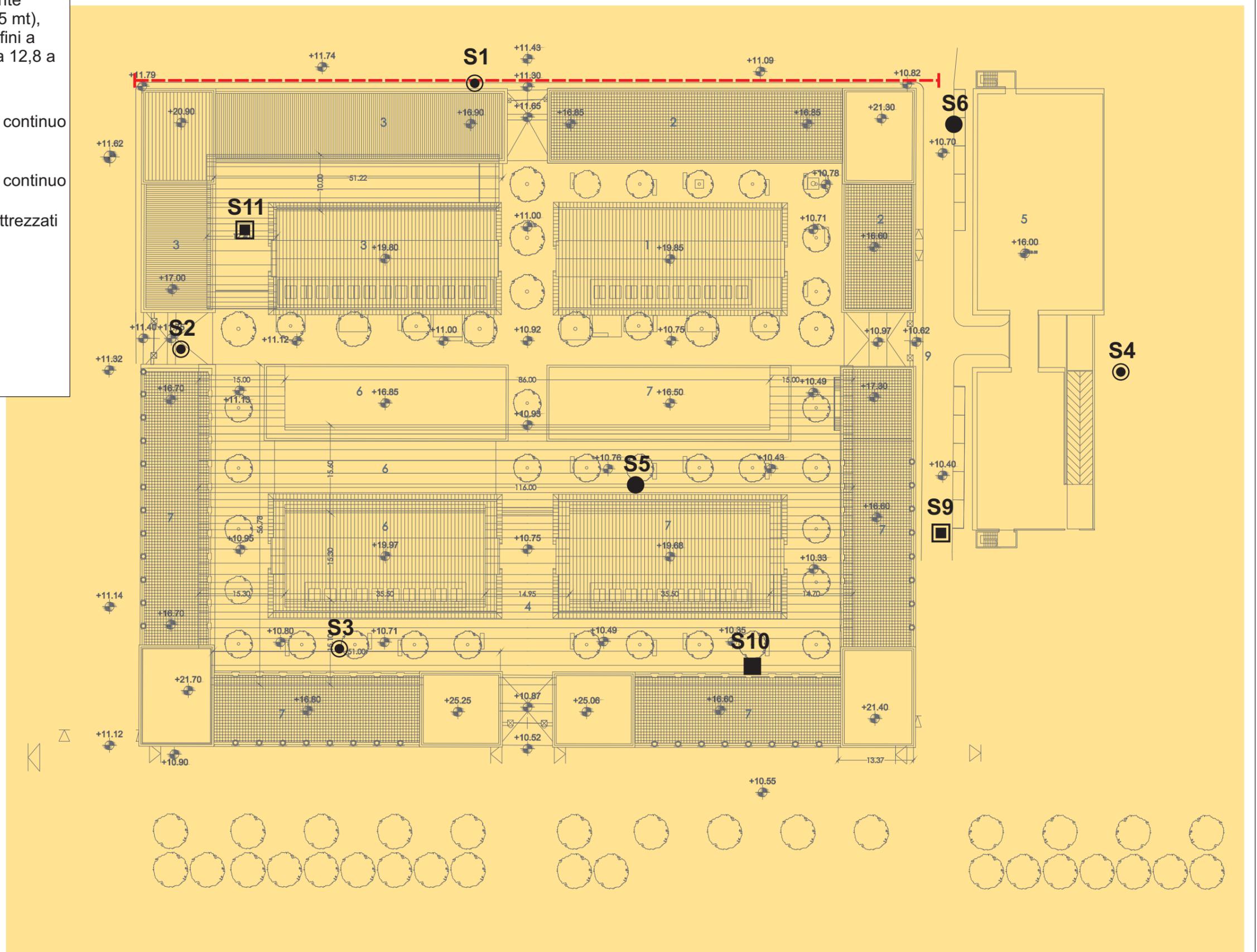
 **S1** Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo attrezzati con piezometro

 **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 DI ANALISI

Scala 1:700

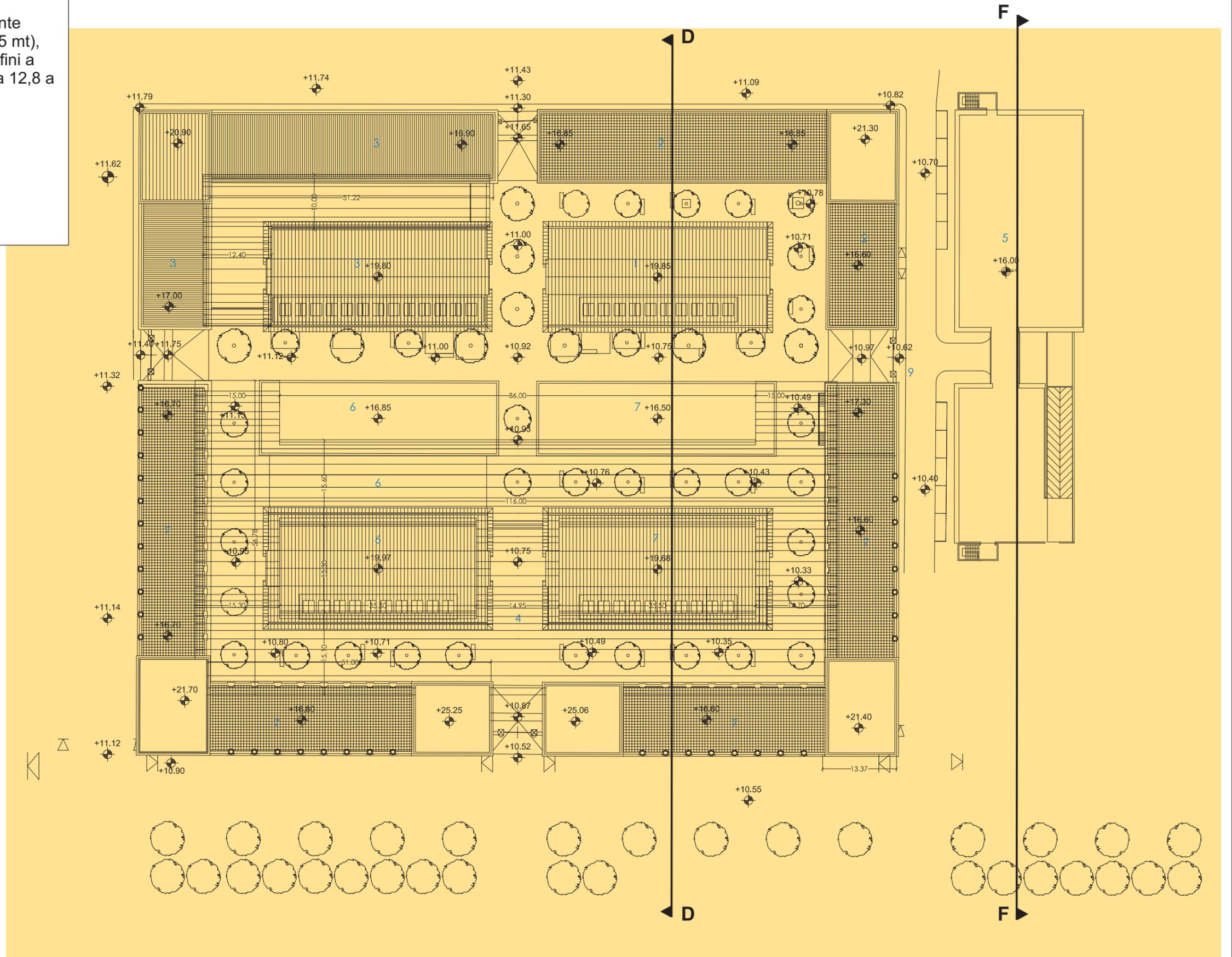
LEGENDA



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)



Traccia delle sezioni

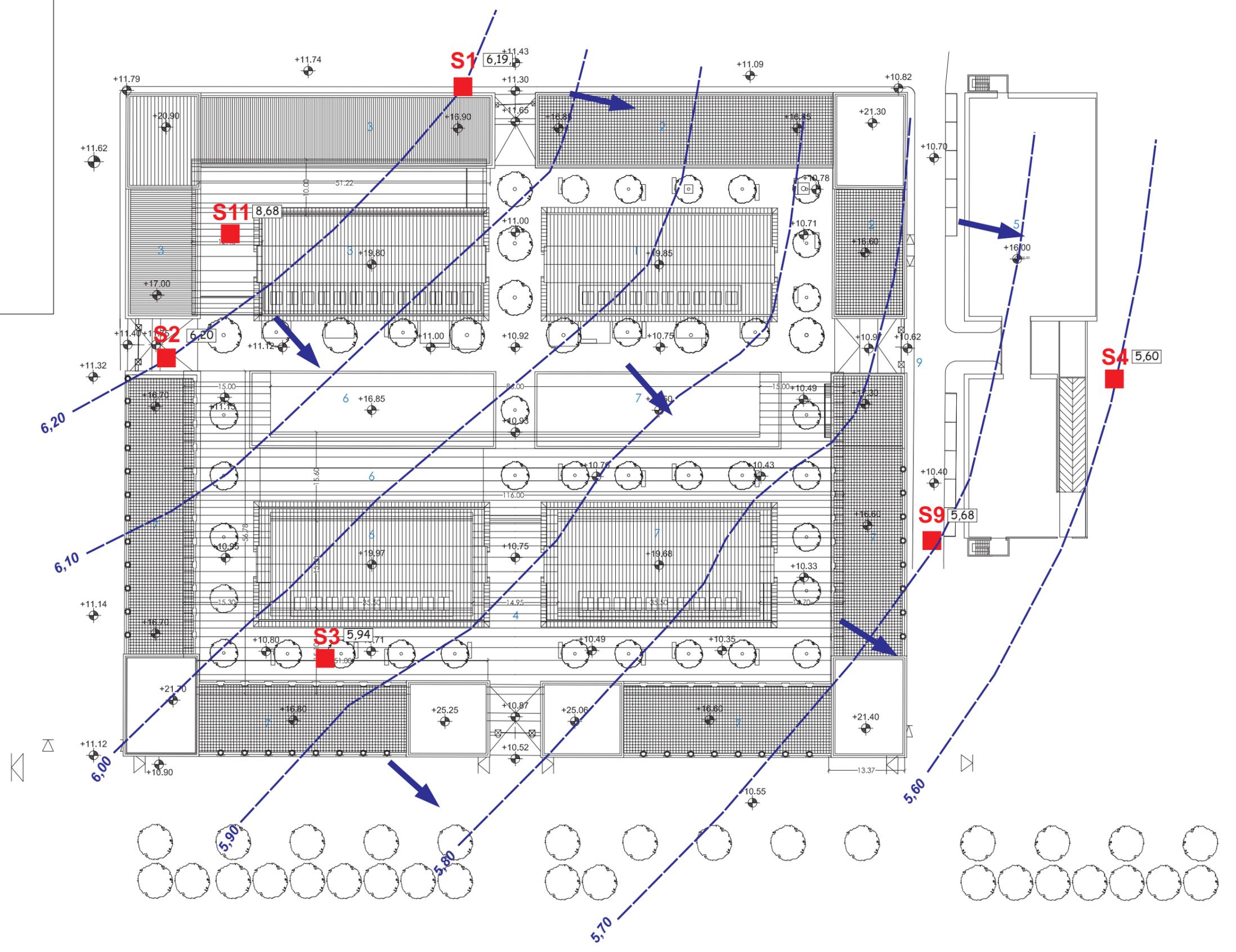


CARTA ISOFREATICHE

Scala 1:700

LEGENDA

-  Isofreatiche (soggiacenza falda)
-  Direzioni di deflusso
-  **S1** Piezometri (soggiacenza falda al 20/01/2010)
-  6,20 Quote piezometriche nei piezometri (mt.s.l.m.m.)



SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA D-D

Scala 1: 500

LEGENDA



Riporti eterogenei



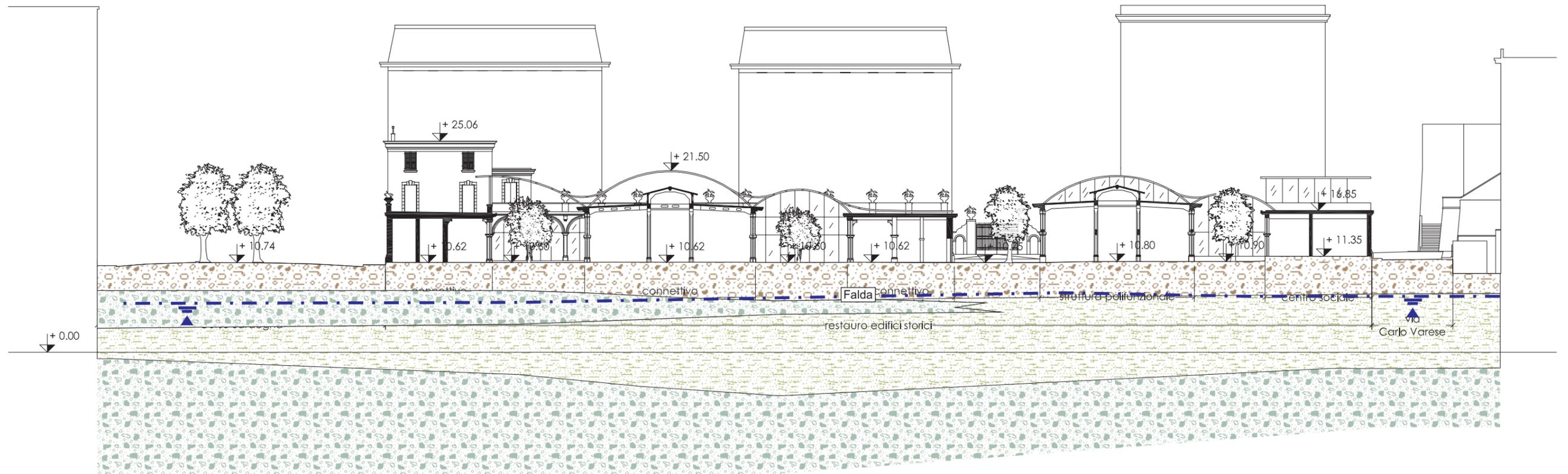
Depositi alluvionali fini limoso-sabbiosi e limoso-argillosi debolmente sabbiosi



Depositi alluvionali grossolani costituite da ghiaie sabbioso-limose con ciottoli



Falda



SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA F-F

Scala 1: 500

LEGENDA



Riporti eterogenei



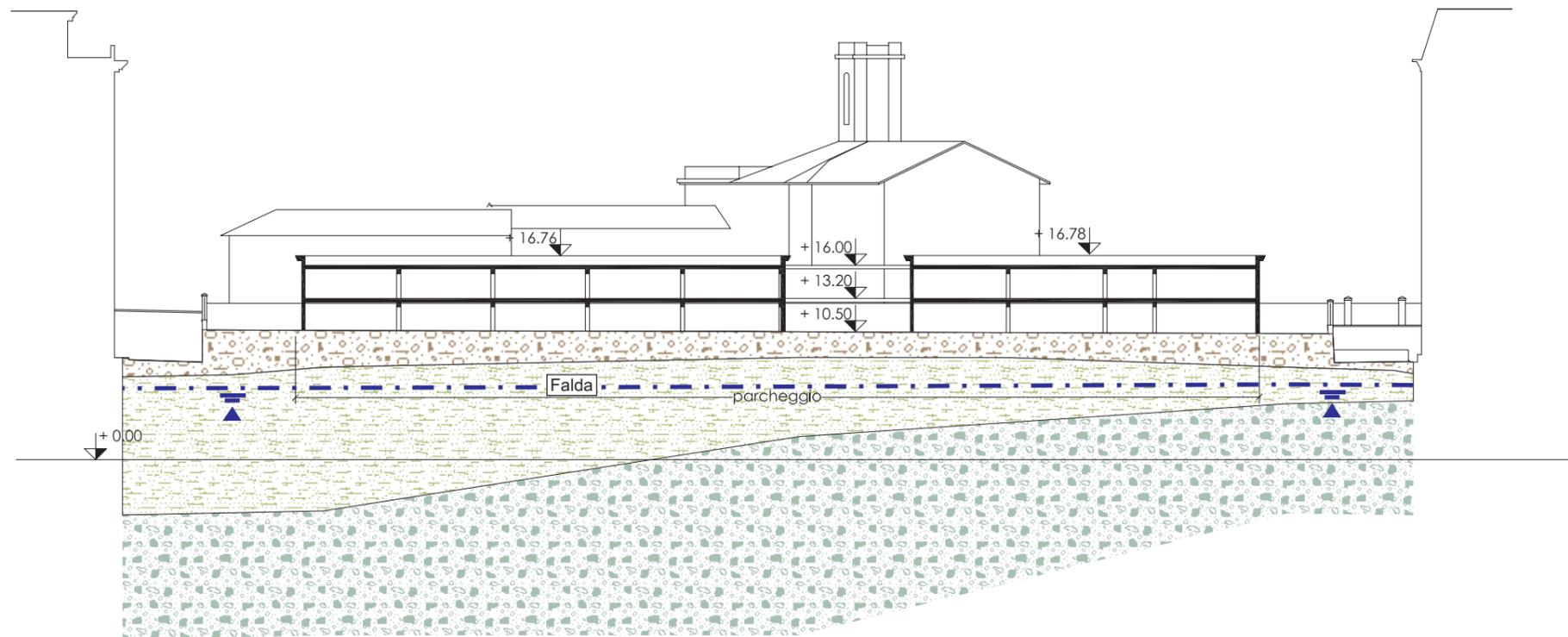
Depositi alluvionali fini limoso-sabbiosi e limoso-argillosi debolmente sabbiosi



Depositi alluvionali grossolani costituite da ghiaie sabbioso-limose con ciottoli



Falda



CARTA DI SINTESI

Scala 1:700

LEGENDA



Zona A

