STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott.ssa MICHELA CANALI - geologo

COMUNE DI ROVERETO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE PL16 – VIA LEONARDO DA VINCI, P.F. 527/8 IN C.C. SACCO

RELAZIONE GEOLOGICA e RELAZIONE GEOTECNICA

INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO CON RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 14 GENNAIO 2008

Committente GIRARDELLI COSTRUZIONI

Rovereto, 25 agosto 2017 Dott. Geol. Michela Canali

Piazza Antonio Rosmini, 14 - 38065 – Rovereto (TN)
Tel. e fax 0464 439648

INDICE

PREMESSA ALLE RELAZIONI GEOLOGA E GEOTECNICA **3**

VINCOLI GEOLOGICI E IDROLOGICI INDIVIDUATI DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI . **5**

PIANO URBANISTICO PROVINCIALE (PUP): CARTA DI SINTESI GEOLOGICA 5
PIANO URBANISTICO PROVINCIALE (PUP): CARTA DELLE RISORSE IDRICHE 6
PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE (PGUAP) 6
CARTA DELLE LIMITAZIONI PER L'INSTALLAZINI DI SONDE A CIRCUITO CHIUSO 7

PROGETTO IN ESAME **9**

RELAZIONE GEOLOGICA **10**

ASPETTI GEOGRAFICI E TOPOGRAFICI 10
ASPETTI GEOMORFOLOGICI 11
ASPETTI GEOLOGICI 12

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO **13**

MODELLAZIONE SISMICA **15**

RIUTILIZZO DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO **19**

SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE **19**

CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA **22**

RELAZIONE GEOTECNICA **24**

RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO **24**

SONDAGGI MECCANICI MEDIANTE ESCAVATORE 24

CAPACITA' PORTANTE STATICA DEL TERRENO **26**

STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO E PRESCRIZIONI **28**

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **30**

PREMESSA ALLE RELAZIONI GEOLOGA E GEOTECNICA

Nell'ambito del "Piano di Lottizzazione PL16 – Via Leonardo da Vinci sulla p.f. 527/8 in C.C. Sacco", è stato conferito a chi scrive l'incarico per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica.
Lo studio, finalizzato alla verifica della compatibilità dell'opera in funzione delle problematiche ambientali e della stabilità dell'insieme opere-terreno, consta di:

A. Relazione geologica finalizzata alla valutazione della compatibilità tra l'opera in progetto e il contesto geologico – ambientale e riguardante la definizione del modello geologico di riferimento e del volume significativo.
In tale ambito si sono illustrati:

- la localizzazione geografica e la descrizione topografica del sito
- il quadro dei vincoli ambientali e paesaggistici dell'area
- i lineamenti geomorfologici con analisi dei processi morfogenetici in atto o potenziali
- l'assetto geologico-strutturale
- i lineamenti geologici generali e locali con la distribuzione areale dei litotipi e la definizione qualitativa delle caratteristiche geomeccaniche
- le condizioni idrologiche e idrogeologiche generali e locali
- l'analisi delle pericolosità geologiche con indicazione degli elementi di criticità in assenza e in presenza dell'opera
- gli aspetti connessi all'analisi geologica dei materiali di scavo
- la pericolosità sismica con la classificazione sismica regionale e gli studi di pericolosità contenute negli strumenti urbanistici

B. Relazione geotecnica riguardante la ricostruzione del modello del terreno mediante la caratterizzazione geotecnica dei materiali all'interno del "volume significativo" (profondità del terreno entro il quale si esercita l'influenza dell'intervento).
A tal fine, in relazione al modello riportato nella relazione geologica, si è eseguito uno specifico programma comprendente:

- la valutazione integrata dei dati geofisici, stratigrafici e idrogeologici derivanti da indagini eseguite nell'area di progetto
- l'esecuzione di una campagna di indagine diretta mediante quattro sondaggi meccanici eseguiti con escavatore
- verifiche in situ per la determinazione dei parametri geotecnici dei materiali interessati dai lavori. Gli indici ricavati, utili

principalmente per la scelta e il dimensionamento delle opere, hanno anche consentito l'individuazione delle principali problematiche da affrontare in sede esecutiva

In questo ambito sono stati analizzati anche gli aspetti connessi all'analisi geologica dei materiali di scavo.

Tale procedura è prevista nel capitolo "Progettazione Geotecnica" delle NTC2008 (capitolo 6) all'interno del paragrafo 6.2.2 riportato di seguito:
"6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA: Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali."

Il lavoro ottemperando al D.M. 14 gennaio 2008 (revisione generale delle Norme Tecniche delle Costruzioni), alle Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche (documento di sintesi, novembre 2010), alle Norme provinciali e di attuazione del PUP e del PGUAP e ai Regolamenti Comunali, rappresenta documento progettuale idoneo al rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dei lavori.

In riferimento alla fase esecutiva, si ricorda che dovrà essere cura del Progettista e del Direttore Lavori comunicare alla scrivente la data dell'inizio dei lavori di scavo al fine di verificare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale e apportare, se si ritenesse necessario, opportune modifiche progettuali e ulteriori prescrizioni finalizzate alla corretta esecuzione delle opere.

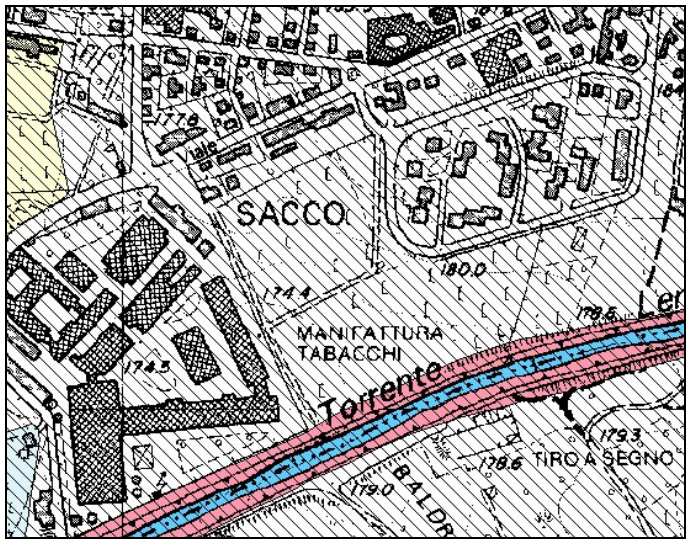
VINCOLI GEOLOGICI E IDROLOGICI INDIVIDUATI DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

Si riportano di seguito le descrizioni e le classificazioni aggiornate contenute negli strumenti urbanistici (strumenti di pianificazione territoriale) riferiti all'area in esame.
Si fa riferimento in particolare alle classificazioni allegate a:

- Carta di Sintesi allegata al Piano Urbanistico Provinciale (PUP, ottavo aggiornamento)
- Carta delle Risorse Idriche allegata al PUP (secondo aggiornamento)
- Cartografia allegata al PGUAP, Piano di caratterizzazione delle acque pubbliche (settimo aggiornamento).

Piano Urbanistico Provinciale (PUP): Carta di Sintesi Geologica

La carta di Sintesi Geologica allegata **Piano Urbanistico Provinciale** (ultimo aggiornamento) e redatta in scala 1:10.000 suddivide il territorio della Provincia di Trento in aree a diversa pericolosità geologico idrogeologica.

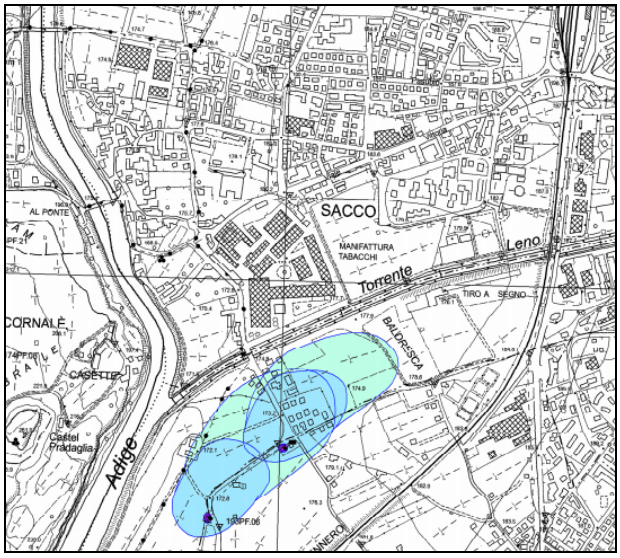


Il sito risulta compreso nelle seguenti aree a diversa classificazione:

- "**area senza penalità geologiche":** ove ricadono le aree geologicamente sicure e stabili delle quali si possiedono adeguate conoscenza geologiche e geotecniche.
- "**zona sismica 3**" ovvero **"area a controllo sismico a bassa sismicità"** dove, per l'intensità attesa dello scuotimento del suolo generato dai terremoti, sono necessarie particolari tecniche per le costruzioni.

Piano Urbanistico Provinciale (PUP): Carta delle Risorse Idriche

A seguito dell'entrata in vigore del nuovo Piano Urbanistico Provinciale e dell'applicazione dell'articolo 21 delle sue norme di attuazione, in relazione alla tutela delle risorse idriche destinate al consumo umano, è stata approntata la Carta delle Risorse idriche del PUP che individua le sorgenti, i pozzi e le acque superficiali utilizzate per gli acquedotti pubblici e per l'imbottigliamento (acque minerali), definendone le rispettive aree di tutela e le disposizioni normative.



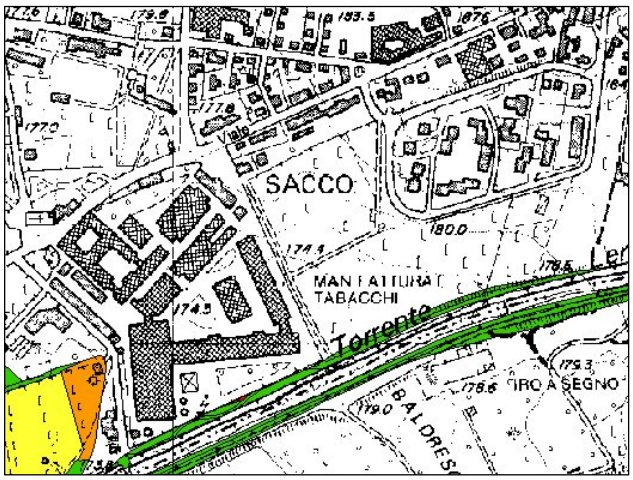
L'area in esame non rientra nelle classi di rispetto e/o protezione idrogeologica.

Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP)

In data 15 febbraio 2006 il Presidente della Repubblica ha reso esecutivo il "**Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche**" della Provincia di Trento entrato in vigore dall' 8 giugno 2006. Successivamente la Norma è stata modificata dalle Delibere della Giunta Provinciale n. 2049 (21 settembre 2007) e n. 1387 (30 maggio 2008). Questo piano classifica il territorio provinciale in base all'assetto geologico e idrogeologico individuando zone soggette a diverso Rischio idrogeologico (parametro ottenuto valutando per ogni sito Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione). Nella cartografia del rischio geologico allegata al Piano sono individuate le aree a rischio, suddivise in quattro classi a gravosità crescente (R1, R2, R3 e R4), in funzione del livello di pericolosità dell'evento, della possibile perdita di vite umane e del valore dei beni presenti. Per ogni classe le Norme di Attuazione indicano gli interventi consentiti.

L'area di nuova lottizzazione è quindi classificata:

1. **area a pericolosità idrogeologica trascurabile**
2. **area a rischio trascurabile (R0 – area edificiale)**
3. **area esterna dagli ambiti di interesse idraulico.**

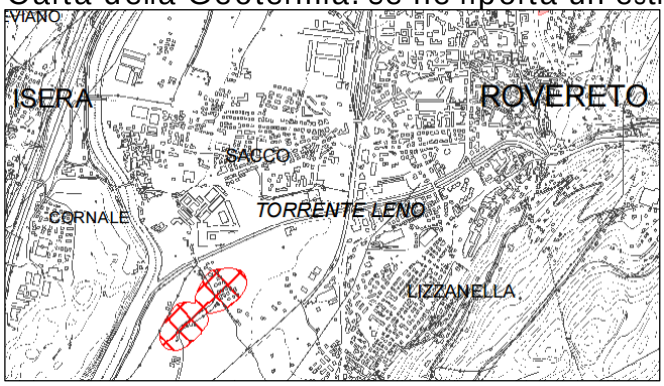


Viene riportato a lato l'estratto cartografico riferito al rischio idrogeologico per l'area di interesse.

Dagli estratti riportati si evince pertanto che l'intervento per la normativa è fattibile e, non prevedendo cambi di destinazione d'uso, non comporta variazioni del grado di rischio.

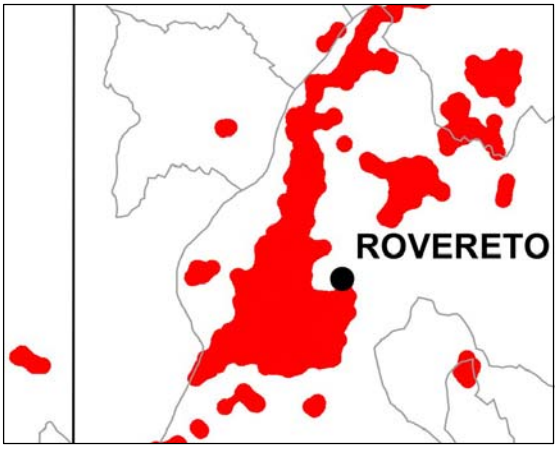
<u>Carta delle limitazioni per l'installazini di sonde a circuito chiuso</u>

Dalla fine del 2009 nella Provincia di Trento sono in vigore le normative che regolamentano la realizzazione di impianti geotermici a circuito chiuso. La collocazione degli impianti, al fine di garantire la salvaguardia qualitativa e quantitativa delle acque sotterranee è vincolata da una cartografia dalla Carta della Geotermia. Se ne riporta un estratto.



Dall'estratto cartografico non si evidenzia, per la zona in oggetto, alcun vincolo per l'installazione di sonde a circuito chiuso.

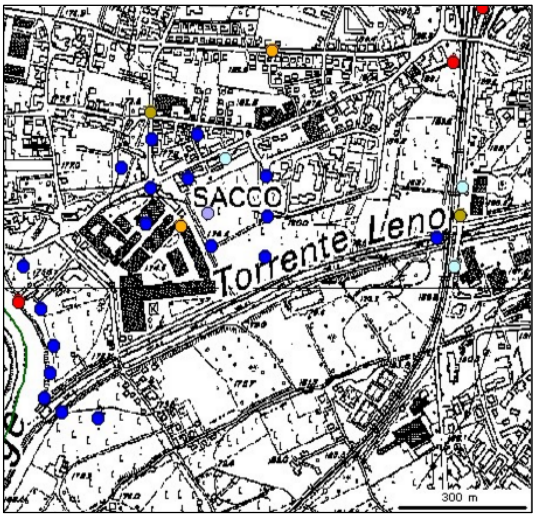
Preme infine evidenziare che è stata analizzata anche la <u>Carta di Sintesi della Pericolosità</u> redatta dalla PAT attualmente in fase di valutazione e analisi (già pubblicata sul sito dedicato). Il sito risulta compreso in un'area P1 (Art. 18) ovvero a pericolosità trascurabile.



E' tuttavia segnalata la possibilità di rinvenire nel primo sottosuolo ordini bellici inesplosi: la pericolosità associata è di tipo elevato (H4).

Progetto ARCA: Archivio degli eventi calamitosi

Infine, pur non trattandosi di uno strumento di pianificazione territoriale, per verificare le considerazioni sulla stabilità generale dell'area, si è consultato l'"**Archivio degli Eventi Calamitosi**" del **Progetto ARCA** dove sono segnalati gli eventi avvenuti nell'area.

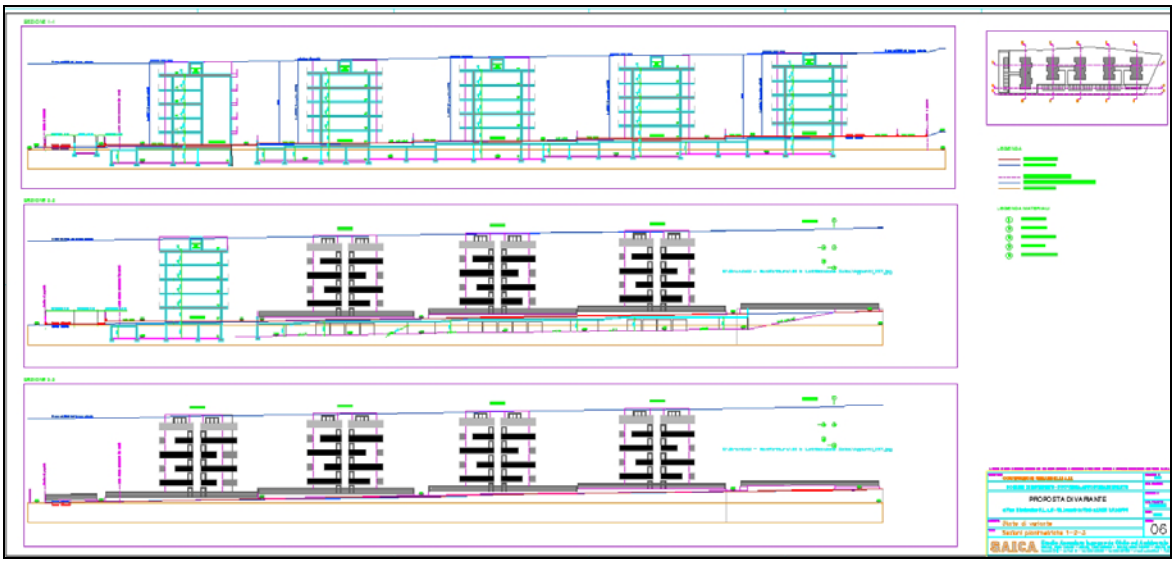


Dall'analisi dell'elaborato si individuano, in corrispondenza del sito in esame e in un intorno significativo, eventi (tutti precedenti agli anni '80 del secolo sorso che hanno interessato i suoli, in particolare di tipo alluvionale (pallini blu).

PROGETTO IN ESAME

Il progetto (vedere tavole a cura dello Studio Tecnico SAICA – Ingegner Lucio Manzana) prevede la realizzazione di cinque edifici distribuiti in tre comparti. Le strutture saranno organizzate in cinque piani fuori terra e in un interrato da adibire a cantine e garages che occuperà la quasi totalità dell'area fabbricabile.

Le sezioni di raffronto che attraversano l'area di sedime e riassumono le condizioni planoaltimetriche attuali e future, evidenziano l'entità dei lavori e le profondità massime di scavo.



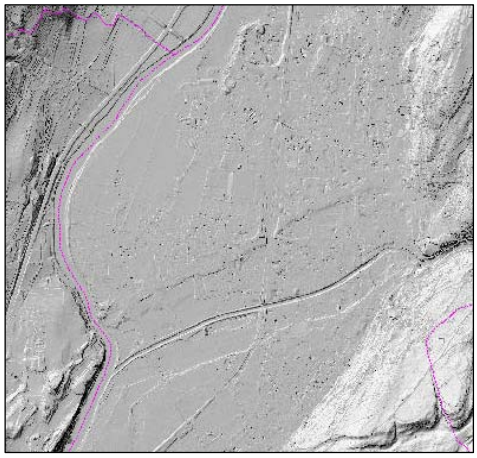
Data la regolarità del rilievo allo stato attuale, per realizzare il piano di posa dei nuovi edifici saranno necessari approfondimenti massimi di 4.2 m dal piano di campagna attuale.
Ulteriori azioni di rimodellamento interesseranno anche le dirette vicinanze dell'area di sedime; ciò al fine di ricostituire il raccordo con le particelle di confine, qui rappresentate da strade pubbliche e private.

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO (CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)

ASPETTI GEOGRAFICI e TOPOGRAFICI

L'area oggetto dello studio ricade nel quadrante di NW della Sezione Rovereto (n° 081090) della Carta Tecnica Provinciale (scala 1:10.000) usata come base per la stesura dell'inquadramento geografico e topografico, e per la costruzione della carta geologica generale. Più precisamente la zona si colloca al margine occidentale della città di Rovereto, limitata a sud dall'alveo del torrente Leno e a ovest dal fiume Adige.
Dal punto di vista planimetrico l'area di lottizzazione, a forma grossomodo rettangolare è ubicata alla quota media di 180 m s.l.m..
Dal punto di vista topografico il versante si presenta regolare, minimamente pendente, con un profilo digradante verso ovest, solo localmente modificato dall'azione antropica e dalle nuove urbanizzazioni.



A lato si riporta, per l'area in esame, l'immagine ricavata dal rilievo LIDAR della Provincia Autonoma di Trento mediante la quale viene rappresentato l'andamento regolare del terreno.

ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Il fondo di lottizzazione occupa la porzione distale della conoide impostatasi allo sbocco della valle del Leno (valle secondaria) sulla Val d'Adige.

Il cono alluvionale è costituito da materiali sciolti grossolani e consistet di ciottoli (intorno ai 30 cm il diametro massimo dei ciottoli rinvenuti in loco) ghiaie e sabbie di origine prevalentemente dolomitica e calcarea, subarrotondati, con una matrice, talvolta trascurabile in percentuale, di natura limoso-argillosa. Localmente si rinvengono elementi eterogenei ed eterometrici di natura vulcanica e metamorfica riferibili a depositi morenici affioranti nella valle secondaria del Leno e ripresi successivamente dall'azione dilavante delle acque superficiali.

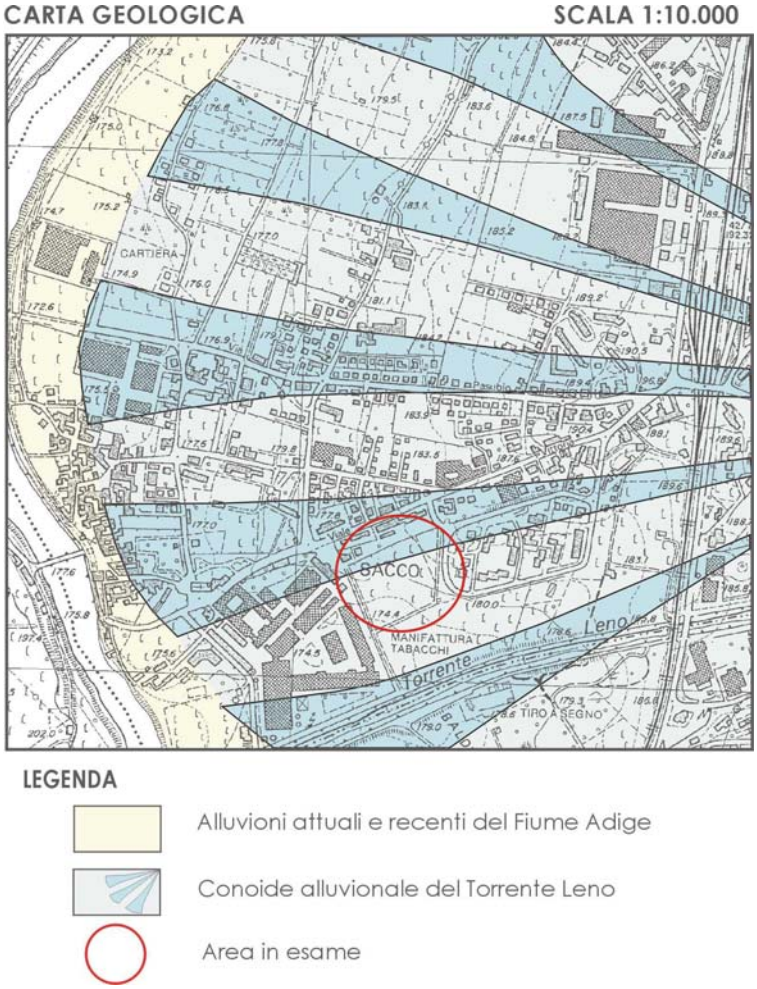
Come descritto da indagini precedenti svolte dalla scrivente nelle immediate adiacenze dell'area in esame (vedere stratigrafia del pozzo all'interno dell'area della Manufattura Tabacchi) e come dimostrato dai sondaggi profondi riportati nel DATA BASE del Servizio Geologico della Provincia di Trento e della Fondazione Museo Civico di Rovereto, i sedimenti mostrano i caratteri tipici dell'ambiente di conoide: classazione dei depositi con variazioni granulometriche sia lungo l'asse della conoide, sia lungo sezioni trasversali, con alternanza di livelli grossolani e livelli a granulometria più fine (prevalentemente nella porzione distale) dovuti a successive riprese dell'attività deiettiva.

Il sito in esame è posto nella porzione distale dove i depositi detritici riferibili al torrente Leno risultano interdigitali con i materiali alluvionali dell'Adige, in cui livelli di natura sabbioso siltosa si alternano a quelli costituiti prevalentemente da ciottoli eterogenei e ben arrotondati: le numerose prove dirette effettuate nella piana dimostrano che in questo punto il limite tra depositi alluvionali e depositi detritici di conoide è spostato verso l'attuale alveo del fiume a una quota media di 175 m s.l.m.

L'area di progetto non presenta allo stato attuale indizi di instabilità geomorfologica potenziale o in atto.

ASPETTI GEOLOGICI

Per quanto concerne l'assetto geologico-strutturale generale il territorio della Valle dell'Adige, dalla dorsale Baldo Bondone ai Massicci del Pasubio e Coni di Zugna, presenta un pronunciato stile a faglie e pieghe con prevalenti allineamenti delle strutture secondo il sistema scledense di direzione NW-SE e giudicariense (NNE-SSW), quest'ultimo legato alle fasi più intense dell'orogenesi alpina. Tale complessità è ben sintetizzata nel vecchio Foglio Schio della Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000), cui appartiene tutto il basso Trentino.



Dal punto di vista stratigrafico (vedera schizzo geologico riportato sopra), le rilevanze geologiche dell'area sono state riportate nella carta geologica

dove si sono evidenziati e distinti i depositi quaternari in base alla genesi e all'età:

1. **alluvioni del fiume Adige antiche e recenti**: sono costituite da alternanza di depositi grossolani (ghiaie e ciottoli) e depositi più fini (sabbie medie) ricollegabili alla dinamica deposizionale dei corsi d'acqua allo stato evoluto (corso a meandri);
2. **depositi di conoide**: formano il conoide detritico presente allo sbocco della valle del Leno e sono rappresentati da ghiaie e ciottoli di natura eterogenea subarrotondati con sabbie in scarsissima matrice limoso-argillosa.

Dal punto di vista stratigrafico e sedimentologico quindi i depositi del sito esaminato riflettono i caratteri tipici dell'ambiente di conoide (modello geologico) e presentano caratteristiche litologiche e granulometriche che variano all'interno della gamma ciottoli – ghiaie - sabbie con una distribuzione che non mostra differenze sensibili all'interno dello spazio interessato.
Nel dettaglio il deposito è costituito da ciottoli arrotondati e/o scarsamente arrotondati di natura prevalente calcarea e dolomitica di varia pezzatura immersi in trascurabile matrice di natura sabbioso limosa. All'interno del corpo detritico, sono rinvenibili ciottoli eterogenei ed eterometrici di natura vulcanica e metamorfica riferibili a depositi morenici abbandonati durante l'ultima glaciazione (glaciazione wurmiana) e ripresi successivamente dall'azione dilavante delle acque superficiali.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Idrografia

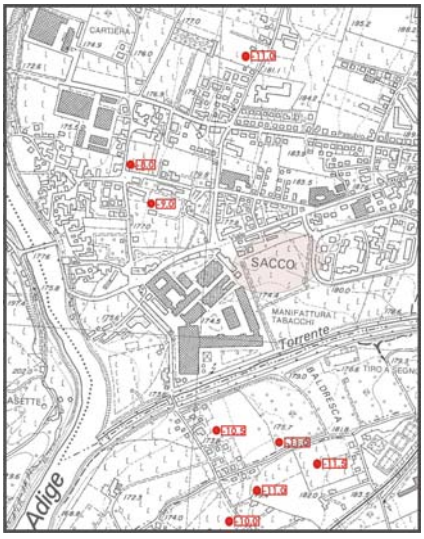
Il settore di versante esaminato presenta un reticolo idrografico ben definito: le acque superficiali vengono raccolte dai due corsi d'acqua principali, il torrente Leno e il fiume Adige.

Idrogeologia

In generale la valle dell'Adige si caratterizza per la presenza di due strutture idrogeologiche distinte:

1. la prima legata alla serie carbonatica terziaria e mesozoica: le formazioni rocciose, affioranti o subaffioranti lungo il fianco vallivo sinistro, presentano una permeabilità secondaria dovuta principalmente agli eventi tettonici susseguenti l'orogenesi alpina. La fitta rete di fessurazioni e i contatti tettonici influenzano direttamente la circolazione sotterranea creando strutture a trappola e facilitando l'infiltrazione nel sottosuolo

2. la seconda rappresentata dai materiali del fondovalle (conoidi di deiezione e pianura alluvionale del fiume Adige) che presentano un grado di permeabilità primaria eterogenea, funzione delle componenti granulometriche e del grado di addensamento.
Il gran numero di perforazioni eseguite all'interno della piana fluviale ha evidenziato che la massa dei depositi alluvionali costituisce un complesso sistema multifalda alimentato sia dagli apporti montani che dalle acque del fiume Adige stesso.
Nell'area in oggetto **la prima falda freatica** si ubica nei materiali sciolti frutto delle alternanze e/o commistione dei depositi alluvionali dell'Adige con i prodotti dell'attività torrentizia del torrente Leno: questa risulta influenzata dalle oscillazioni dell'Adige a seguito soprattutto delle condizioni metereologiche (venendo alimentata dal fiume stesso quando questi è in piena e alimentandolo in occasione dei periodi di magra). In queste zone di raccordo in generale la falda freatica superficiale coincide, per le fasce prossime al fiume, con quella dell'Adige stesso, oscillando intorno alla quota **170 – 171 m.s.l.m.**



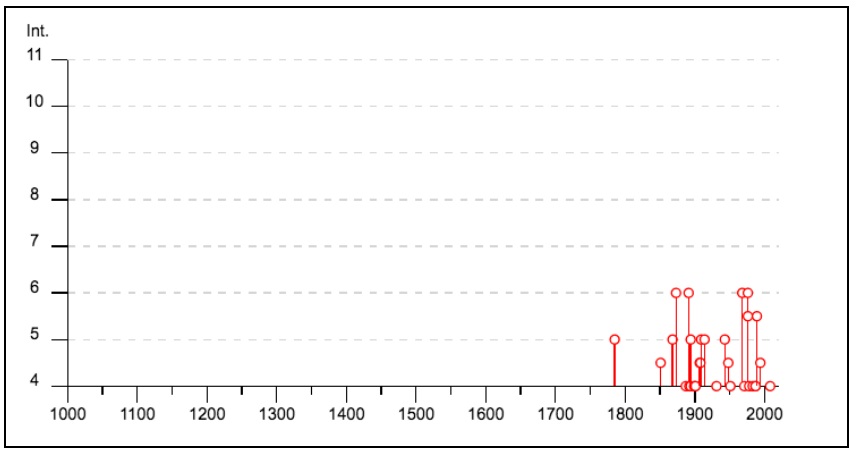
Per quanto riguarda la profondità della falda, al fine di ricavare dati attendibili e significativi utili alla progettazione delle eventuali opere di impermeabilizzazione, sono stati consultati i risultati di alcune misure effettuate dalla scrivente nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto e i dati riportati dal DATA BASE del Museo Civico di Rovereto che riporta oltre all'ubicazione di pozzi di emungimento della piana alluvionale, anche la profondità della falda nel momento di misura.

Confrontando quote del piano di campagna (180 m slm) con le quote di falda libera si conferma una quota media di falda freatica compresa tra -10.0 m e – 9.00 m dal p.c. Considerando tuttavia le sue oscillazioni naturali (che possono arrivare anche a + 3.00 – 3.50 m in coincidenza con eventi eccezionali) e una risalita capillare di circa 50 cm (calcolata sulla base delle curve granulometriche dei materiali di conoide confrontabili a quelli rinvenuti nei saggi esplorativi) non è escluso che la falda freatica possa innalzarsi sino 174 – 175 m slm arrivando a lambire le fondazioni dei nuovi edifici. Inoltre l'ubicazione del sito di progetto nelle vicinanze della zona di

interdigitazione tra depositi di conoide e alluvionali non permette di escludere all'interno dell'ammasso sciolto quaternario la presenza di lenti di depositi fini poco o per nulla permeabili in grado di tenere in sospensione piccole falde e quindi di facilitare direzioni preferenziali sotterranee di filtrazione d'acqua. Di queste possibilità si dovrà tener conto durante la fase esecutiva degli scavi controllando anche puntualmente lo stato di umidità e/o filtrazione dei terreni.

MODELLAZIONE SISMICA

Consultando il database PAT degli eventi sismici del Trentino (dall'anno 200 a fine 2011) e i cataloghi parametrico e macrosismico (quest'ultimo relativo ai terremoti che hanno superato la soglia di danno) redatti da INGV, l'insieme dei dati disponibili evidenzia per la zona una sismicità caratterizzata per lo più da eventi di magnitudo inferiore a 3. Sono però documentati e attesi anche eventi di magnitudo maggiore, dell'ordine di 5. Al contempo i dati macrosismici mostrano come in passato abbiano determinato risentimenti e danni in Vallagarina anche terremoti intensi, avvenuti a decine di chilometri di distanza, ben al di fuori della valle dell'Adige (es. terremoto del Pasubio, 1989; terremoto del Garda 1989; terremoto del Friuli, 1976; etc.). In generale la storia sismica di Rovereto, in base al catalogo macrosismico INGV (DBMI15, *http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/*), consta di ben 56 eventi che hanno determinato risentimenti, ma solo 4 hanno marcatamente superato la soglia di danno.

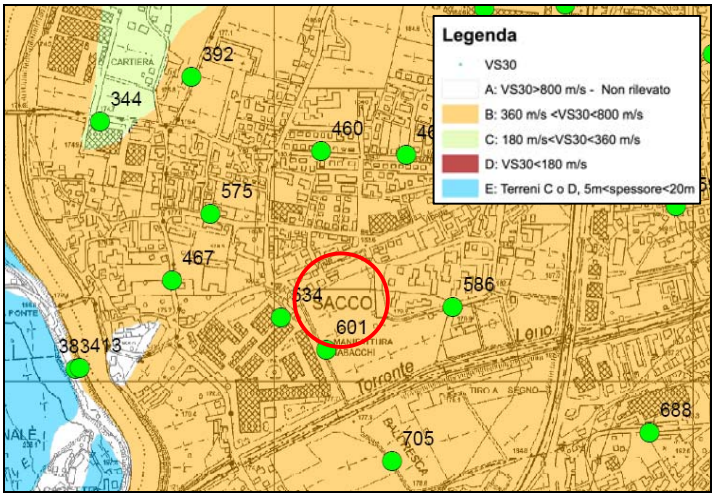


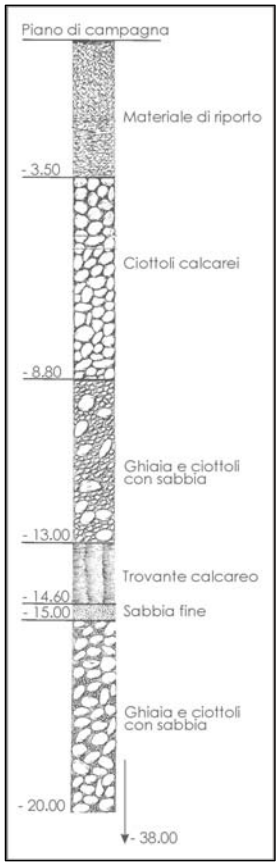
L'Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha introdotto la nuova Normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Quest'Ordinanza è stata recepita dal vigente D.M. del 14 gennaio 2008 (revisione generale delle NTC). Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche caratterizzate da valori crescenti di

accelerazione orizzontale sismica massima attesi al suolo. Inoltre sono state introdotte 7 categorie di suolo di fondazione che influiscono sul calcolo dello spettro di risposta elastico che descrive l'accelerazione sismica di progetto. Le categorie sono distinte sulla base del parametro Vs_{30} (che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità al di sotto del piano di fondazione) o in alternativa del valore di N_{SPT} (per terreni granulari) o c_u (per terreni coesivi). Nelle NTC 2008, a differenza di quanto accadeva per le NTC 2005, non ci si limita più alla sola valutazione della zona di appartenenza ma si passa – sempre nota la categoria di terreno - ad un sistema sito dipendente, introducendo i parametri sismici (a_g; F_o e T_c) associati ai punti reticolari (ben 10.751) della Carta di Pericolosità sismica redatta dall'INGV. Se il sito in esame non corrisponde a uno di questi punti, i suoi valori caratteristici sono ricavati considerando i 4 punti reticolari più vicini. I valori così ottenuti sono inerenti alle condizioni di sito di riferimento (suolo rigido orizzontale), e quindi vanno di volta in volta adeguati in base alle caratteristiche locali (stratigrafiche e topografiche).

Nel caso in esame:

1. il territorio comunale di Rovereto rientra in **Zona Sismica 3**: **area a controllo sismico a bassa sismicità**;
2. la **Carta sismica dei suoli** (aggiornata al marzo 2016) elaborata dal Servizio Geologico della PAT (estratto riportato di seguito) comprende l'area di intervento in **Categoria B**, ovvero *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)"*.





Il dato (Categoria B) è confermato dalla stratigrafia profonda effettuata in passato all'interno dell'area della Manifattura Tabacchi (immediatamente adiacente) di cui a lato si riporta lo schema.

In base a quanto finora descritto, la valutazione complessiva delle conoscenze geologiche e sedimentologiche dell'area (compresi i dati da sondaggi effettuati all'interno dell'area Manifattura), porta a confermare la classificazione fornita nella Carta Sismica dei Suoli e quindi a considerare come rappresentativa per l'area di intervento la **Categoria B**. Il range relativamente ampio dei valori di vs30 riportati in carta è indizio di un sottosuolo articolato, con zone caratterizzate da maggiore addensamento dei depositi (vs30 prossime e maggiori di 600 m/s) e altre invece da terreni complessivamente più lenti (vs30 < 500) e quindi meno densi. A riprova di come il primo sottosuolo possa, coerentemente con la dinamicità dell'ambiente deposizionale che l'ha prodotto, subire variazioni anche su breve distanza.

Per ricavare i parametri sismici di sito ci sono altri parametri da considerare oltre alla categoria di sottosuolo, e con essi calcolare i coefficienti sismici:
- la *condizione topografica*: si ritiene rappresentativa la **Categoria topografica T1** (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con*

inclinazione media i ≤ 15°) e, per il relativo **coefficiente di amplificazione topografica** S_T, il valore di **1.0**.
- il *tipo di costruzione* (cui sono associati la Vita utile nominale, la Classe d'uso col Coefficiente d'uso e la Vita di riferimento, V_R): **è cura del progettista la sua definizione**.

Si riportano infine a titolo di esempio, i parametri sismici per il sito di progetto (ottenuti con software dedicato della Geostru) considerando cautelativamente una classe II (*Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali*), una vita nominale di 50 anni, e categoria sismica B.

(1)* Coordinate WGS84 (°)
Latitudine 45,883388 Longitudine 11,023616

(1)* Coordinate ED50 (°)
Latitudine 45,884295 Longitudine 11,024641

Classe dell'edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Cu = 1

Vita nominale
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50,
50

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,576	0,218
Danno (SLD)	50	0,045	2,518	0,249
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,125	2,463	0,284
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,165	2,483	0,283
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie
Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1
us (m) 0.1

Categoria sottosuolo B
Categoria topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc * Coeff. funz categoria	1,49	1,45	1,42	1,42
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,011	0,036	0,048
kv	0,004	0,005	0,018	0,024
Amax [m/s²]	0,401	0,527	1,476	1,945
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

RIUTILIZZO DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO

La Norme, in materia di riutilizzo dei materiali derivanti dalle operazioni di scavo, sono contenute nel D.Lgs 152/2006 e ss.mm, nel D.M. 161/2012 e nell' Art. 41 del D.L 69/2013 (vedere legge n. 98 del 9 agosto 2013).
Applicando la Normativa:

- i materiali di scavo allo stato naturale potranno essere riutilizzati in situ per le operazioni di regolarizzazione e ripristino del terreno. Tale operazione è consentita dalle norme vigenti in caso di materiale allo stato naturale (sciolto e lapideo) escavato nel corso dell'attività di costruzione e riutilizzato allo stato naturale nello stesso sito;
- i materiali di riporto eventualmente movimentati andranno verificati mediante test di cessione prima della eventuale ricollocazione;
- macerie e rifiuti andranno gestiti e smaltiti secondo la normativa specifica;
- se in corso d'opera fossero rinvenute situazioni di contaminazione (anche solo sospetta) si dovrà procedere come stabilito dal Titolo 5 del D.Lgs. 152/2006 (bonifica dei siti contaminati).

SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE PROVENIENTI DALLE COPERTURE IMPERMEABILIZZATE

Come evidenziato dalla Carta delle Risorse Idriche riportato precedentemente, il sito di progetto non rientra nelle aree definite di tutela assoluta, protezione e/o di rispetto idrogeologico: perciò può essere ammesso lo smaltimento in superficie o in sottosuolo di acque bianche intercettate dalle coperture impermeabili.
A questo proposito si sottolinea che:

- nel sito esaminato la falda freatica oscilla intorno alla quota 170 - 171 m slm. Le misure effettuate all'interno di pozzi superficiali ad uso agricolo confermano una quota media di falda freatica compresa tra -10.0 m e – 9.00 m dal p.c. Considerando tuttavia le sue oscillazioni naturali (che possono arrivare anche a + 3.00 – 3.50 m in coincidenza con eventi eccezionali) e una risalita capillare di circa 50 cm (calcolata sulla base delle curve granulometriche dei materiali di conoide confrontabili a quelli rinvenuti nei saggi esplorativi) non è escluso che la falda freatica possa innalzarsi sino 174 – 175 (quota piano campagna attuale 180 m slm);
- prove di permeabilità a carico variabile di tipo Le Frank eseguite in materiali della stessa origine e natura ubicati immediatamente a monte del sito in esame (vedere progetto di lottizzazione della p.f.

272/1) hanno permesso di definire un valore medio di permeabilità K pari a 1.5 x 10^{-2} cm/sec. Questo valore di conducibilità in ogni caso andrà verificato nella fase esecutiva dell'opera;
- la zona, alla data della stesura della presente relazione, non risulta caratterizzata da fenomeni di instabilità potenziale o in atto.

Facendo riferimento alla tavola progettuale e prevedendo la realizzazione di sistemi disperdenti separati per i tre comparti di calcolano di seguito le portate critiche considerando, a seconda della tipologia della superficie impermeabile, i diversi coefficienti di deflusso.
Per la zona in esame e per un periodo di ritorno di 100 anni, un'indagine statistica sulle piogge intense nel Trentino effettuata dall'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della P.A.T. stima un'altezza di pioggia massima intorno ai **45 mm/h**.
Per il calcolo si è fatto comunque riferimento a piogge intense con intervallo di ritorno di 50 anni (sulla base dei dati pluviometrici forniti dai Tecnici dei Servizi Provinciali per l'area di Rovereto).

Considerando che l'altezza delle piogge intense per un intervallo di **15 minuti** (durata media degli **scrosci d'acqua violenti**) risulta

$$\mathbf{h = a\ t^n = 45 \times 0.25^{0.32} = 28.9\ mm \cong 29\ mm}$$

la portata massima per la superficie S considerata viene ricavata dalla formula

$$\mathbf{Q = \phi\ (S \times h)\ /\ (\Delta t \times 3600)}$$

dove ϕ rappresenta il coefficiente di deflusso e Δ**t** l'intervallo di tempo considerato**.**

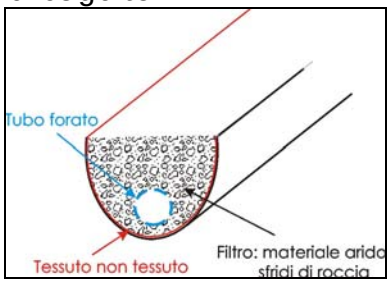
Considerando che il tipo di pavimentazione influisce notevolmente sulla quantità di acqua conferita in fognatura, di seguito, sulla base dei diversi coefficienti di deflusso (vedere tavola a cura del Progettista in cui sono riportate superfici, tipologia di copertura e ubicazione concordata dei sistemi di smaltimento), si calcolano le portate per le diverse porzioni in coincidenza alle piogge intense di periodo inferiore (acquazzoni).

Comparto 1	Superficie (mq)	Coefficiente di deflusso	Portata critica (mc/15 min)
Copertura edificio	871,24	0,9	22
Giardino pensile	1434,52	0,7	30
Area impermeabile	887,52	0,85	22,6
Spazi verdi	983,50	/	
			74,6
Comparto 2	**Superficie (mq)**	**Coefficiente di deflusso**	**Portata critica (mc/15 min)**
Copertura edificio	871,24	0,9	22
Giardino pensile	1370,07	0,7	29
Area impermeabile	784,46	0,85	20
Spazi verdi	363,68	/	
			71
Comparto 3	**Superficie (mq)**	**Coefficiente di deflusso**	**Portata critica (mc/15 min)**
Copertura edificio	649,48	0,9	17,5
Giardino pensile	571,57	0,7	12
Area impermeabile	757,14	0,85	20
Spazi verdi	445,14	/	
			50

Lo smaltimento delle portate, per ciascun comparto, potrà avvenire mediante sistemi rappresentati da trincee drenanti da realizzare a una distanza dai confini di almeno 2.0 m.

Le dimensioni e lo schema dei singoli sistemi sono riportati di seguito.

Comparto 1	**Trincea drenante**	**2.5 m x 2.5 m x 30 m**
Comparto 2	**Trincea drenante**	**2.5 m x 2.5 m x 30 m**
Comparto 3	**Trincea drenante**	**2.0 m x 2.0 m x 30 m**



Tutti i sistemi disperdenti, che non potranno approfondirsi oltre i 175 m slm, potranno essere modificati dal Progettista mantenendo inalterata la volumetria minima. In ogni caso dovranno necessariamente essere ubicati ad almeno due metri dai confini ed essere mantenuti frequentemente e ripuliti. Infine ogni sistema dovrà essere preceduto da pozzetti di raccolta, decantazione e d'ispezione di volume non inferiore a 1.2 mc.

Si prescrive nella fase esecutiva delle opere (prima della realizzazione dei sistemi e dell'acquisto dei materiali) e nel punto indicato per la dispersione nel sottosuolo delle acque (vedere tavola di progetto) il controllo puntuale della permeabilità dei terreni. Variazioni granulometriche e non prevedibili in questa fase di lavoro potranno infatti obbligare ad un ripensamento dei sistemi in termini tipologici, volumetrici e di ubicazione.

CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

In conclusione:

- secondo gli strumenti urbanistici vigenti l'intervento è fattibile e non comporta un aggravamento del rischio;
- il sito, dal punto di vista generale e locale non presenta indizi di instabilità geomorfologica potenziale o in atto;

- dal punto di vista geologico stratigrafico il sito si colloca nella porzione terminale dell'apparato alluvionale formato dal torrente di Leno. Sono quindi interessati materiali sciolti caratteristici di regimi idrodinamici fluviali di alta e media (ghiaie e sabbie);
- dal punto di vista idrogeologico la falda freatica superficiale coincide, per le fasce prossime al fiume, con quella dell'Adige stesso, oscillando intorno alla quota 170 – 171 m.s.l.m con innalzamenti in coincidenza di eventi eccezionali fino a quota 174 – 175 m slm.

In definitiva il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 (Nuove Norme tecniche per le Costruzioni) e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica; costituisce perciò documento progettuale idoneo per il rilascio alla concessione alla realizzazione del progetto. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico e il progetto esecutivo, così come previsto dalle norme di settore.

Rovereto, 25 agosto 2017

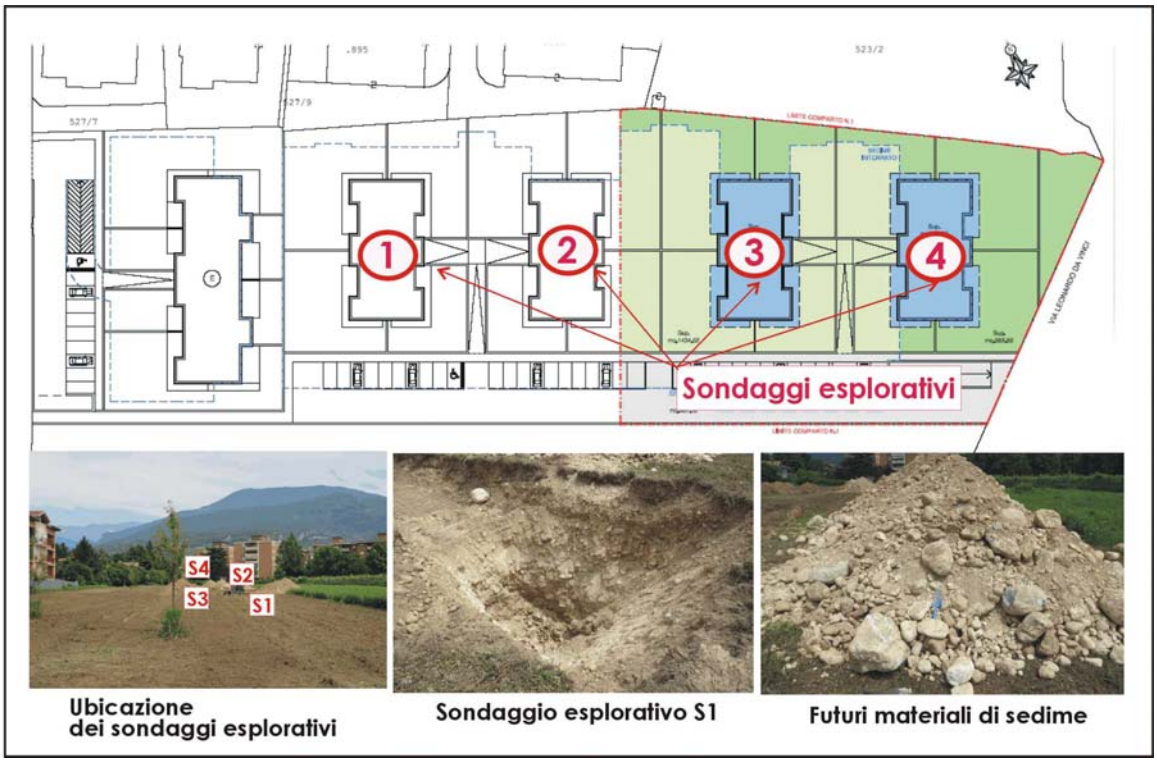
ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 124 MICHELA CANALI

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO (CONTIENE LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO)

RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO

La ricostruzione litostratigrafica è stata possibile grazie all'esecuzione di quattro sondaggi meccanici all'interno delle future aree di sedime eseguiti con escavatore e spinti sino alla profondità massima di 4.5 m dal p.c. attuale.
Di seguito lo schema di distribuzione delle prove effettuate.



SONDAGGI MECCANICI MEDIANTE ESCAVATORE

Sondaggio S1

da 0.00 m a 0.70 m dal p.c: materiale humifero

da 0.70 m a 4.0 m dal p.c.:	materiale di origine alluvionale costituito da ciottoli di prevalente natura carbonatica (presenti rari ciottoli magmatici e metamorfici) molto arrotondati di diametro massimo intorno a 0.30-0.40 cm e ghiaie arrotondate (circa 60%) in matrice sabbiosa (circa 30%) e scarsissimo materiale fine di natula limo-argillosa (10%).

Sondaggio S2

da 0.00 m a 0.70 m dal p.c:	materiale humifero
da 0.70 m a 4.0 m dal p.c.:	materiale di origine alluvionale costituito da ciottoli di prevalente natura carbonatica (presenti rari ciottoli magmatici e metamorfici) molto arrotondati di diametro massimo intorno a 0.30-0.40 cm e ghiaie arrotondate (circa 60%) in matrice sabbiosa (circa 30%) e scarsissimo materiale fine di natula limo-argillosa (10%). Da segnalare che le pareti di scavo, se pur molto limitate in senso orizzontale, non mantengono la verticalità

Sondaggio S3

da 0.00 m a 0.90 m dal p.c:	materiale humifero
da 0.90 m a 4.20 m dal p.c.:	materiale di origine alluvionale come quello rinvenuto in S1 e S2. Anche in questo caso le pareti di scavo non mantengono la verticalità

Sondaggio S4

da 0.00 m a 0.80 m dal p.c:	materiale humifero
da 0.80 m a 4.50 m dal p.c.:	materiale alluvionale conoide del torrente Leno. Dal punto di vista granulometrico i materiali sono i medesimi di S1, S2 e S3.

In definitiva l'analisi dei dati derivanti dai sondaggi esplorativi confrontati con i dati bibliografici a disposizione evidenzia che per le profondità di scavo prospettate nelle tavole di progetto (- 4.2 m dal .pc.) si prospetta un piano di posa rappresentato dai materiali granulati rinvenuti all'interno dei sondaggi meccanici.

Le percentuali granulometriche sono state ricavate su base estimativa:

Ghiaia e ciottoli	**45 %**
Sabbia	**40 %**
Limo e argilla	**< 20 %**

I parametri geotecnici dei materiali di copertura sono stati ricavati dalle osservazioni di campagna (Metodo di CHEN per materiali incoerenti) e dal confronto con analisi di laboratorio effettuate su campioni con caratteristiche litologiche e granulometriche analoghe a quelli dei terreni in oggetto. Gli indici considerato sono quindi i seguenti:

- **coesione c pari 0.00t/mq**
- **angolo di attrito ϕ compreso tra 34° e 36°**
- **peso di volume γ pari a 1.8 t/mc**

CAPACITA' PORTANTE STATICA DEL TERRENO

Per le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei materiali osservati in situ si considera che le sovrapressioni interstiziali generate dall'applicazione dei carichi tendano a dissiparsi al momento dell'applicazione degli stessi e dunque l'analisi può essere effettuata in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci.
Si sottolinea che il carico di rottura non è un valore caratteristico del terreno, ma deriva dalle proprietà geotecniche dello stesso in funzione delle scelte progettuali e delle modalità esecutive.
A questo proposito i calcoli eseguiti di seguito si riferiscono a fondazioni superficiali tipo plinto.

I valori di pressione ultima (q_u) sono stati calcolati applicando la formula tradizionale di Terzaghi-Meyerohf, con fattori adimensionali suggeriti da

Brinch-Hansen, senza apportare correzioni per l'azione sismica (analisi statica) e considerando per i parametri geotecnici i coefficienti parziali relativi prima alla situazione M1 (coefficiente con valore unitario per ciascun parametro) e poi a quella M2.

M1

1. coesione c pari 0.0 t/m^2
2. angolo di attrito ϕ compreso tra 34° e 36°
3. peso di volume γ pari a 1.8 t/m^3

I risultati indicano per fondazioni nastriformi larghe 1.00 m e con D pari a 0.70 m, valori massimi mediati di carico a rottura pari a 6.6 kg/cm^2.

M2

1. coesione c pari 0.0 t/m^2
2. angolo di attrito ϕ 30°
3. peso di volume γ pari a 1.8 t/m^3

I risultati indicano sempre per fondazioni nastriformi larghe 1.00 m e con D pari a 0.70 m, valori massimi mediati di carico a rottura pari a 5.0 kg/cm^2.
I coefficienti parziali relativi a M2 valgono per la tangente dell'angolo d'attrito 1.25 mentre rimangono unitari per il peso di volume.

Si sottolinea che il carico di rottura non è un valore caratteristico del terreno, ma deriva dalle proprietà geotecniche e geomeccaniche dello stesso in funzione delle scelte progettuali (come geometria delle fondazioni e tipo di carichi) e delle modalità esecutive. A questo proposito i calcoli preliminari eseguiti di seguito si riferiscono a fondazioni superficiali a nastro e seguono le indicazione delle NTC08.
Sarà dunque cura del progettista, alla luce delle scelte progettuali esecutive, usare gli opportuni coefficienti parziali e calcolare la resistenza ultima di progetto R_d e confrontarla con i carichi di progetto.

Si sottolinea che in sede esecutiva sarà indispensabile per ogni edificio:
a. verificare mediante nuove prove dirette l'omogeneità e la natura del piano di appoggio delle fondazioni;
b. ricalcolare per ogni edificio il valore della resistenza opposta dal terreno poiché questo dipende direttamente dalle scelte progettuali di dimensionamento e realizzazione dell'opera. Lo studio si è dunque limitato a considerare – staticamente - il caso di una fondazione tipo superficiale, in condizioni drenate, senza carichi eccentrici.

STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO e PRESCRIZIONI

Il tipo e l'entità dell'intervento non sono tali da determinare modifiche della condizione attuale di stabilità dell'area purché i lavori siano condotti scrupolosamente tenendo conto sia delle condizioni geotecniche dei materiali sia della presenza nelle dirette vicinanze di edifici privati e di strutture viarie pubbliche e private.

Vengono di seguito riassunti i principali punti che dovranno essere tenuti in considerazione al fine di garantire la stabilità delle nuove opere.

1. **FRONTI DI SCAVO E LORO PENDENZA**: come già descritto nei paragrafi precedenti, per la realizzazione del nuovo volume si prevedono sbancamenti massimi di 4.2 – 4.5 m dal piano di campagna attuale. Si calcola di seguito l'angolo di profilatura da assegnare alle rampe di scavo, angolo ricavato per condizioni a lungo e a breve termine applicando le NTC08 per le verifiche di sicurezza di opere in materiali sciolti e fronti di scavo.

   Condizioni a lungo termine
   I terreni sciolti descritti hanno angoli di attrito interni tra i 34° e i 36° e scarsissima se non nulla coesione. L'angolo al piede massimo per condizioni di sicurezza a lungo termine è di 29° (pendio indefinito).

   Condizioni a breve termine (realizzazione dei tamponamenti in concomitanza con la realizzazione dello scavo)
   Come prescritto dalla Norma, Paragrafo 6.8.2. delle NTC2008, si è applicata, per le verifiche di sicurezza, la Combinazione 2: (A2+M2+R2), considerando il profilo del pendio così come riportato nelle sezioni di progetto per un'altezza di scavo massima di 4.0 m.
   Si sottolinea che i calcoli non hanno previsto la presenza di sovraccarichi (materiale di scavo, edifici, strade) e/o sollecitazioni lungo i bordi superiori dello sbancamento.
   Come parametri geotecnici per i calcoli di stabilità delle scarpate di scavo si sono usati i valori della condizione M2 riportati prima, ma si è tenuto conto, come si fa anche per materiali sciolti totalmente privi di matrice, della coesione apparente dei terreni (1.0 t/m^2 ricavata dalla bibliografia e ridotta come da normativa).

   I parametri utilizzati sono quindi i seguenti.

M2

1. coesione c pari 0.8 t/m^2
2. angolo di attrito ϕ 30°
3. peso di volume γ pari a 1.8 t/m^3

Con questi parametri si è quindi applicata la teoria sulla stabilità dei pendii artificiali per i quali la resistenza del terreno e le condizioni idrauliche vengono fissate in sede di progetto.
Nel dettaglio è stato utilizzato il metodo Hoek & Bray, Carte N. 1 per pendio drenato e asciutto. Per fronti di massima altezza pari a 4.5 m si ricava, un angolo di profilatura massimo (angolo di sicurezza a breve termine in condizione asciutte) β = 45°.
Questo valore rappresenta un limite massimo per il breve intervallo necessario all'edificazione delle murature di contenimento.

In ogni caso si ribadisce che:

- se durante gli scavi si dovessero verificare fenomeni di filtrazione sotterranea sarà necessario ricalcolare l'inclinazione di sicurezza degli scavi;
- se i limiti di proprietà non permettessero il rispetto dell'angolo β di profilatura suggerito (presenza di strutture abitative e infrastrutture stradali a confine) sarà necessario, per lavorare in condizioni di sicurezza, prevedere opere di sostegno provvisionali. La scelta e il dimensionamento di tale opera dovrà essere effettuato dal Progettista calcolatore sulla base dei parametri stratigrafici e geotecnici forniti dalla presente relazione.
- gli scavi, da eseguire possibilmente in un periodo poco piovoso, dovranno essere protetti con teli in caso di mal tempo onde evitare dilavamento e asporto di materiale;
- durante le operazioni di scavo, andrà evitato il passaggio, lungo i bordi superiori dello scavo, di mezzi o carichi pesanti. Al contempo sarà bene evitare, in fase esecutiva, il contemporaneo sovraccarico della sommità della scarpata e l'accesso alle zone sottostanti.
- si ricorda che **le NTC08** prescrivono: "*Per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo*".

2. **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI:** Le caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti granulari grossolani rinvenuti all'interno dei sondaggi garantiscono buoni valori di capacità portante in termini assoluti; ciò nonostante nella fase esecutiva, data l'estensione laterale dell'area di intervento, dovrà essere verificata l'omogeneità del piano di appoggio;

3. **RIPPABILITA' DEI MATERIALI:** il materiale sciolto rinvenuto all'interno dei sondaggi potrà essere rimosso mediante escavatore;

4. **DRENAGGI**: sarà indispensabile per la nuova struttura interrata prevedere la realizzazione di un opportuno sistema drenante perimetrale: potranno essere utilizzati materiali aridi selezionati, con rivestimento in tessuto non tessuto e tubo forato poggiante all'altezza del piano di appoggio della trincea, oppure sistemi in geocompositi con elevate capacità filtranti e drenanti. Si tengano inoltre presenti le considerazioni sulle oscillazioni della falda freatica. Infatti se in condizioni medie la falda si ubica a 170 – 171 m slm, in condizioni eccezionali la stessa può subire innalzamenti fino a + 3.0, +3.5 m.

5. **VERIFICHE:** si ribadisce l'importanza della verifica, da parte della scrivente, delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto nel momento dell'inizio dei lavori di scavo, al fine di appurare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

Si ricorda infine che nell'area è' segnalata la possibilità di rinvenire nel primo sottosuolo ordini bellici inesplosi e pertanto la DL dovrà seguire la normativa di riferimento.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Quanto sopra esposto si può sintetizzare nelle seguenti considerazioni finali:

1. la relazione contiene i risultati delle indagini e la discussione delle tematiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche da affrontare per la corretta esecuzione dei lavori;
2. non si ritiene che la realizzazione delle opere possa alterare l'equilibrio geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area esaminata, purché siano rispettate le indicazioni e le prescrizioni date in relazione;
3. Si ricorda infine che il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 (Nuove Norme tecniche per le Costruzioni), e fa riferimento alla

relazione geologica del progetto definitivo. La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3 delle NTC. *A questo proposito si ribadisce che dovrà essere cura del progettista e del direttore lavori comunicare alla scrivente la data dell'inizio dei lavori di scavo al fine di verificare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.*

Rovereto, 25 agosto 2017