

Dott.ssa MICHELA CANALI - geologo

COMUNE DI ROVERETO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 5 - MASTER TOOLS

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E
GEOTECNICA DEL SITO CON RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE
SISMICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018 (AGGIORNAMENTO
DEL D.M. 8 GENNAIO 2008)

Committente Girardelli s.r.l.
 Via G. Matteotti, 41
 38068 Mori (TN)



ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / GEOTROL
DOTT. GEOLOGO
n° 124 MICHELA CANALI

Michela Canali

Rovereto, 23 maggio 2025

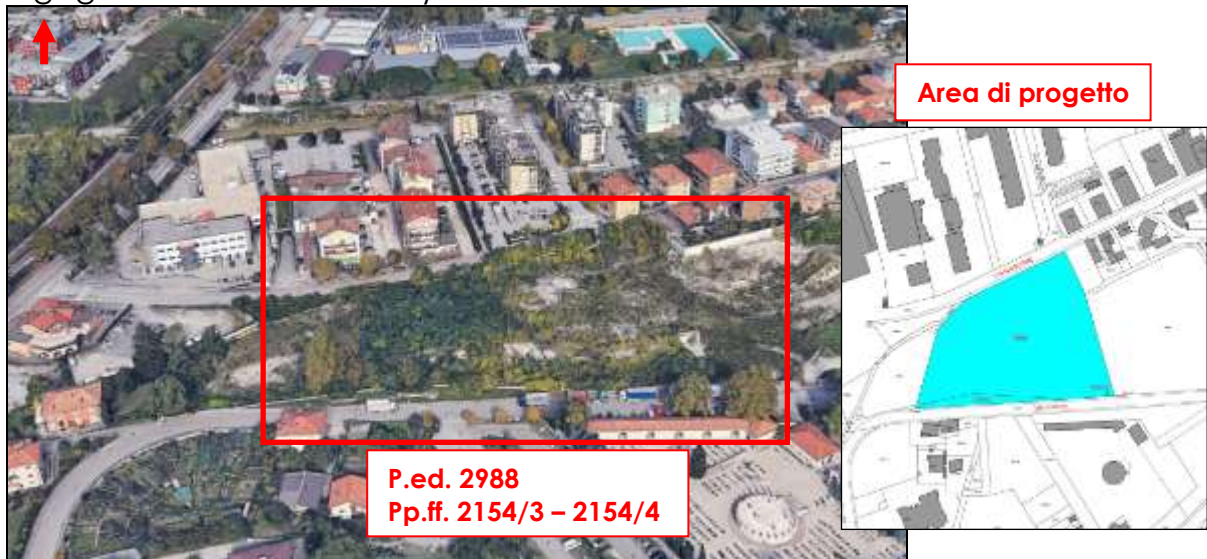
Dott. Geol. Michela Canali

INDICE

PREMESSA E OBIETTIVI DEL LAVORO	3
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	4
ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	5
ELEMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE - VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI.....	7
RELAZIONE GEOLOGICA.....	11
MODELLAZIONE SISMICA.....	17
SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE RACCOLTE DALLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE	23
SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE.....	29
CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA	29
RELAZIONE GEOLTECNICA.....	30
RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO.....	30
CAPACITA' PORTANTE STATICA DEL TERRENO	32
MODALITA' GEOESECUTIVE E RACCOMANDAZIONI.....	33
CONCLUSIONE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA.....	35

PREMESSA E OBIETTIVI DEL LAVORO

Nell'ambito del Progetto "Piano di Lottizzazione PL5 – Master Tools P.Ed. 2980 e PP.FF. 2154/3 – 2154/4 in C.C. Rovereto (Area Ex Dormer)", la Girardelli SRL ha conferito alla scrivente l'incarico per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica (progetto a cura dello Studio di Ingegneria Lucio Manzana).



Come previsto dalle NTC (par. 6.2.1) relative alla progettazione delle opere e degli interventi che interagiscono con il terreno, il fascicolo comprende la Relazione Geologica, la Relazione sulla modellazione sismica di base e la Relazione Geotecnica.

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il lavoro ottempera a:

- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 (aggiornamento del D.M. gennaio 2008, revisione generale delle Norme Tecniche delle Costruzioni), e circolare n.7/C.S.L.L.P.P., 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove tecniche delle Costruzioni;
- Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche (documento di sintesi, novembre 2010),
- Leggi provinciali per il governo del territorio (L.P. 27 maggio 2008, n.5 e s,m) e Norme provinciali di attuazione del PUP e del PGUAP: D.G.P. n. 2248 del 05/09/2008, Carta delle Risorse Idriche, D.G.P. n.1317 del 04/09/2020, Carta di Sintesi della Pericolosità e relativi aggiornamenti;
- Regolamenti Comunali riferiti in particolare alle modalità di smaltimento delle acque reflue.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali il sito oggetto di intervento è stato classificato come "Sito potenzialmente inquinato". Come previsto dalla normativa, è stata eseguita, in accordo con APPA, un piano di bonifica ambientale supportato da prelievi, analisi di caratterizzazione e documento di valutazione del rischio. Questo lavoro pertanto ha escluso completamente le analisi ambientali riguardanti la qualità dei terreni e le prescrizioni sui materiali di scavo riportate invece sul "Progetto di Bonifica Area Ex Domer – P.Ed. 2977 e PP.FF. 1668/6, 2154/3 e 2154/4 (codice Sito: SPI 161054)" a cura di Ing. Oscar Cainelli, Ing. Paolo Molinari e p.i. Alessandro Dolfi (febbraio 2025).

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto prevede la riqualificazione della ex area produttiva "Ex Domer" attraverso la realizzazione di quattro palazzi di civile abitazione con a margine aree di interesse pubblico. Le strutture private saranno organizzate in 6/7 piani fuori terra e un interrato da adibire a garages e cantine che occuperà la quasi totalità dell'area fabbricabile provata. Le tavole di progetto allegate di seguito a cura dell'Ing. Lucio Manzana descrivono la planimetria e la distribuzione delle aree edificate e delle zone a verde pubbliche e private.



Planimetria generale - scala a vista

esistenti per l'area, è stato finalizzato alla verifica della compatibilità dell'opera in funzione delle problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e della stabilità dell'insieme opere-terreno.

Lo studio, pertanto, attraverso tre fasi principali di lavoro, ha previsto le seguenti Relazioni Specialistiche:

A. La Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 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;
- i lineamenti geomorfologici generali e locali 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 geotecniche;
- la caratterizzazione del volume geologico significativo con definizione del modello geologico;
- le condizioni idrologiche e idrogeologiche generali e locali;
- in relazione all'attendibilità del modello geologico l'analisi delle pericolosità geologiche con indicazione degli elementi di criticità in assenza e in presenza dell'opera.

B. La Relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione che ha riportato, oltre alle indicazioni generali sulla classificazione sismica regionale e sugli studi di pericolosità contenute negli strumenti urbanistici, la valutazione dell'azione sismica, l'indicazione della risposta sismica locale (effetti di sito con relativi parametri di amplificazione) e infine la verifica della pericolosità.

C. La 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 effettuata:

- l'analisi dei dati bibliografici pubblicati sul portale istituzionale della Provincia Autonoma di Trento;
- la valutazione integrata dei dati geofisici, stratigrafici e idrogeologici derivanti da indagini pregresse eseguite dalla

scrivente nelle immediate vicinanze del sito di progetto in materiali della stessa natura e origine (archivio dott.ssa Michela Canali);

- l'analisi delle stratigrafie ricavate dai numerosi carotaggi e saggi esplorativi realizzati per conto della Girardelli S.r.l. per l'Analisi di Rischio e il progetto di bonifica ambientale. Si fa in particolare riferimento al
 - **Progetto di bonifica Area Ex Dormer – P.Ed. 2988 e pp. ff. 1668/6, 2154/3 e 2154/4 in CC Rovereto (Codice sito: SPI 161054) a cura di Ing. Oscar Cainelli, Ing. Paolo Molinari e p.i. Alessandro Dolfi (febbraio 2025). Tale progetto fa riferimento alle diverse fasi di caratterizzazione ambientale eseguite tra il 2009 e il 2024 da: 1) Dott. Geol. Michele Nobile – Studio di Geologia Applicata (Rel. N. 2682-1/09); 2) Dott. Geol. Michele Nobile e Ing. Nicola Betta (Rel. N. 2682-10/16); 3) Dott. Riccardo Artioli (Rel. N.AR_005/2024);**

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.

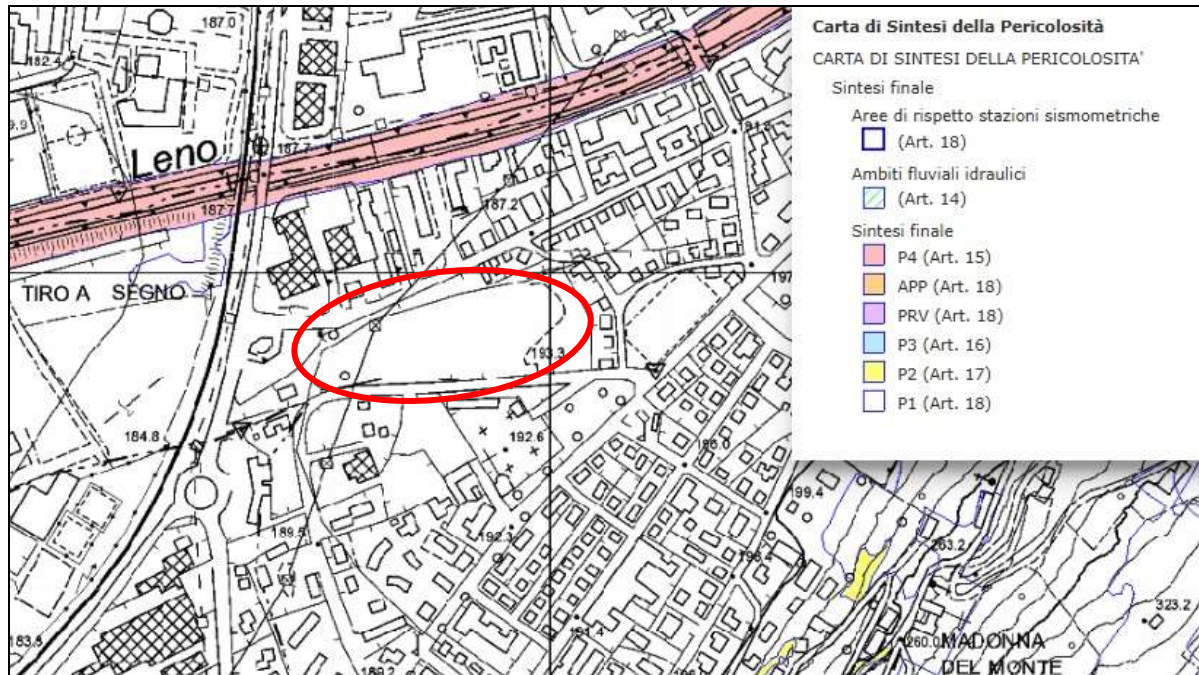
ELEMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE - VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

In relazione agli elaborati della Pianificazione urbanistica vigente, nel seguente paragrafo si analizzano i vincoli di carattere geologico e ambientale incidenti sull'area di interesse.

Carta di Sintesi della Pericolosità

In materia di pericolo, la Carta di Sintesi della Pericolosità è, dal 2 ottobre 2020 (delibera della Giunta provinciale n. 1317 del 4/9/2020), il nuovo strumento di riferimento per la pianificazione urbanistica della Provincia di Trento. La carta perimetra e classifica le aree a diversa penosità e si basa sulle Carte di Pericolosità relative i pericoli presenti sul territorio (valanghivi, alluvionali, sismici, riferibili a incendi boschivi, a sostanze pericolose, a cavi sospesi e a ordigni bellici inesplosi). Le Norme di Attuazione forniscono invece indicazioni e vincoli per la programmazione e progettazione degli interventi sul territorio provinciale.

Si riporta l'estratto della CSP per il settore di territorio esaminato (primo aggiornamento - 29 settembre 2023)



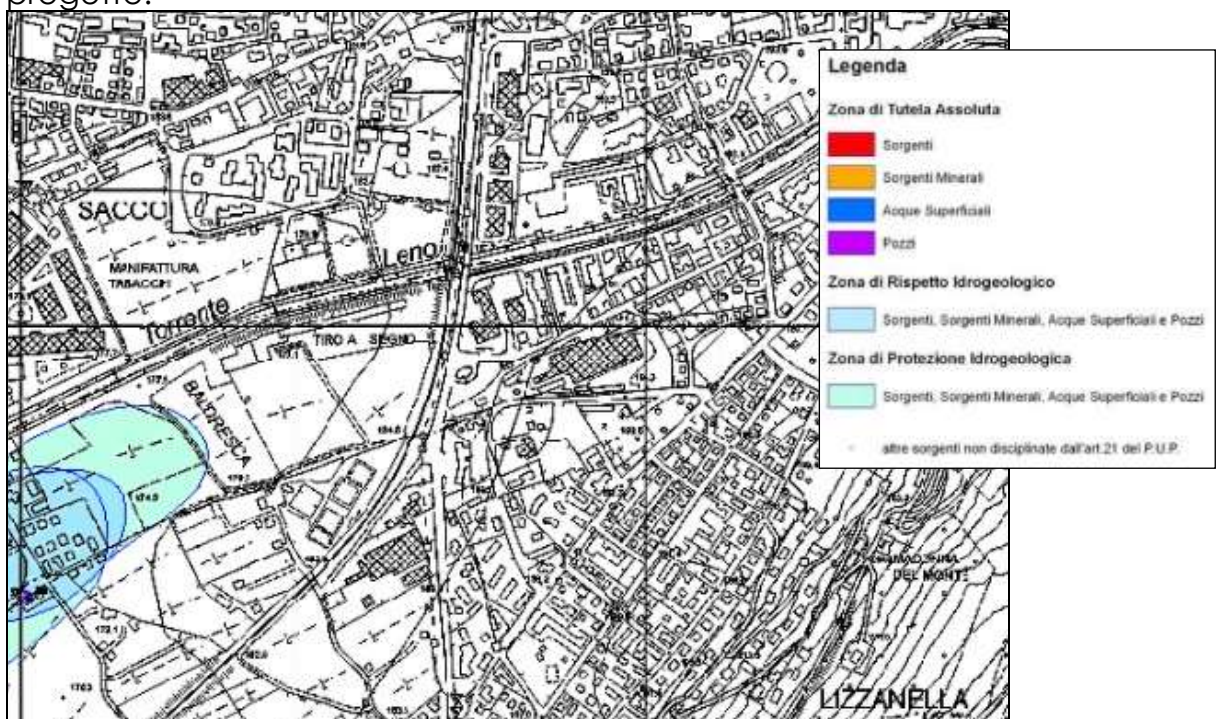
Il sito rientra in un'area P1 (Art. 18) ovvero **“a penalità trascurabile o assente”**. Si riporta di seguito l'Art. 18 delle “Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità” (Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione, allegato B della l.p. n. 5 del 2008): *“...In tali aree, per gli interventi di trasformazione edilizia, il progettista incaricato, mediante la relazione geologica quando previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni o approfondimenti specifici, considera le eventuali misure precauzionali da adottare soprattutto per gli interventi che ricadono in prossimità di aree con livello di penalità maggiore.”*

Dall'allegato cartografico si evidenzia inoltre come l'area classificata a penalità trascurabili o assenti (area P1 in bianco) confini con una fascia a penalità maggiore. Verso nord, a una distanza di circa 200 m, l'alveo del torrente Leno individua una fascia di territorio classificata P4 ovvero a penalità molto elevate sempre per fenomeni alluvionali fluviali. La distanza e le caratteristiche del torrente, corretto e regimato, permettono di escludere, per il sito in oggetto, fenomeni di alluvionamento per esondazione del torrente.

Piano Urbanistico Provinciale (PUP): Carta delle Risorse Idriche (III aggiornamento, 12 ottobre 2018).

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.

Si riporta di seguito l'estratto della carta delle Risorse idriche per il sito di progetto.



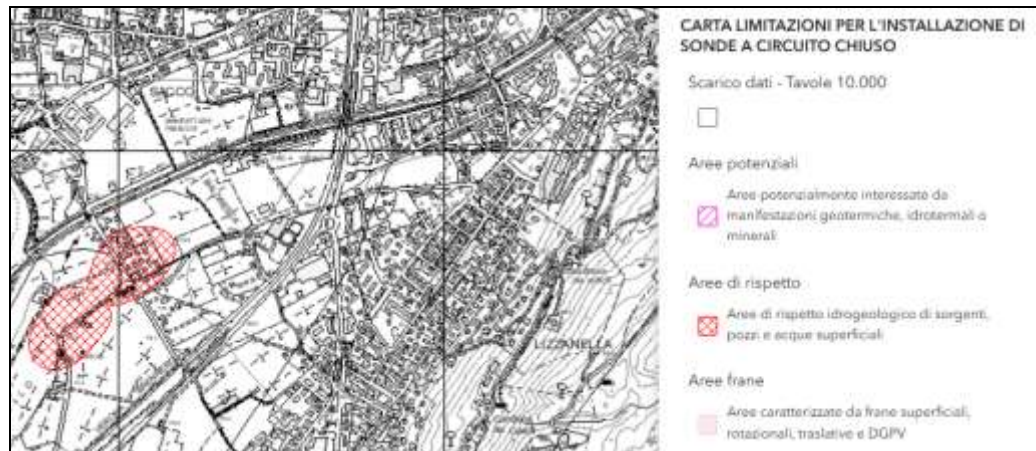
Le particelle fondiarie oggetto dell'intervento risultano esterne alle classi di rispetto e/o protezione idrogeologica".

Infine si riportano:

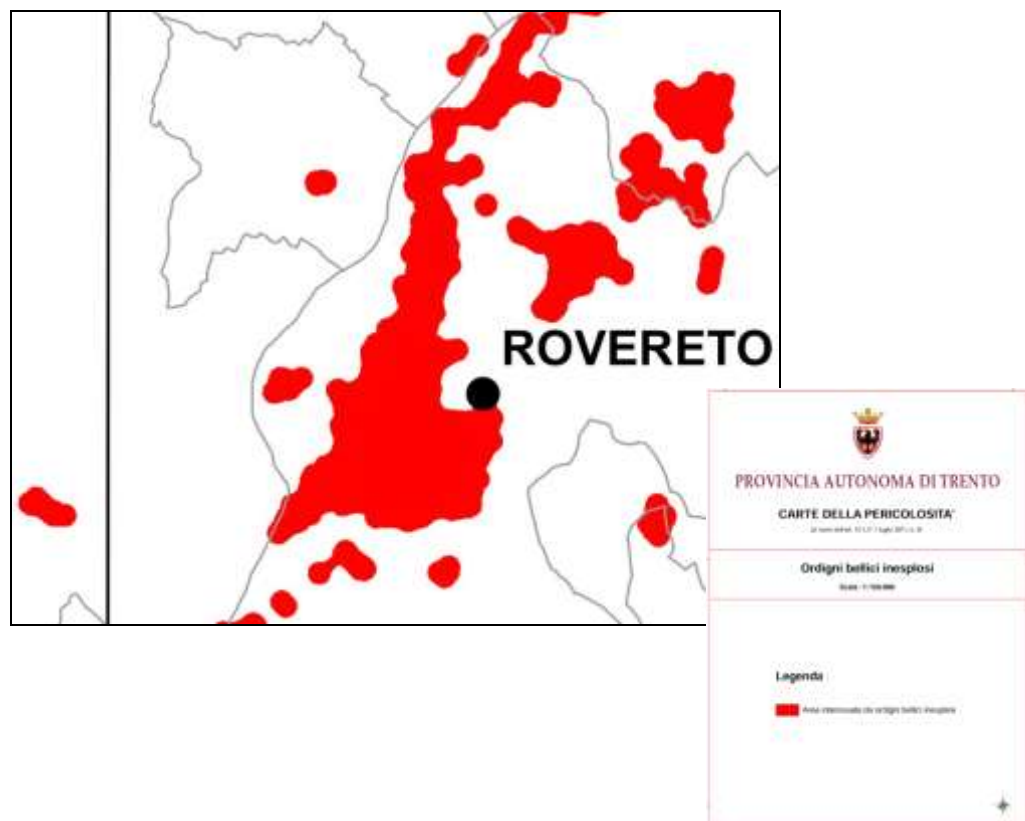
- l'estratto della "Carta delle limitazioni per l'installazione di sonde geotermiche a circuito chiuso", primo aggiornamento (2 agosto 2013) approvata dalla Giunta Provinciale al fine di garantire la salvaguardia qualitativa e quantitativa delle acque sotterranee,

ai sensi dell'art. 30 bis del D.P.G.P. 26 gennaio 1987, n. 1-41/Leg. (Del. G.P. n. 2154 di data 3 settembre 2009).

Dall'estratto si evince che le particelle in esame non presentano limitazioni per l'installazione di sonde a circuito chiuso.



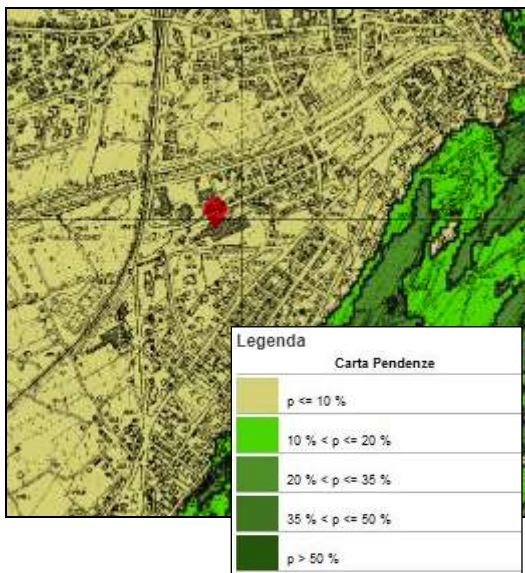
- l'estratto dalla Carta di Pericolosità "Ordigni bellici inesplosi" da cui si evince il pericolo di intercettare ordigni bellici lungo tutta la valle dell'Adige compreso il sito in esame.



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; nello specifico si ubica in sinistra idrografica del fiume Adige, all'interno della città di Rovereto, alla quota media di 190 m s.l.m.

In generale il pendio, sub pianeggiante (vedere estratto della carta delle pendenze), presenta inclinazioni trascurabili e appartiene al dominio del fondovalle.

Limitatamente al sito di intervento invece, la superficie topografica si caratterizza per una spiccata irregolarità dovuta alle attività industriali pregresse e ai lavori di bonifica ambientale e bellica che si sono svolti a partire dagli anni 2009. Dal punto di vista planimetrico il lotto si estende su una superficie di forma trapezoidale, allungata in direzione grossomodo ENE-WSW, occupando una superficie di circa 11.200 mq comprendenti aree pubbliche e private. È racchiuso tra via Ronchi, alla quota media di 193 m s.l.m. e via Maioliche a circa 187 m s.l.m.



ASPETTI GEOMORFOLOGICI GENERALI E LOCALI

L'area si trova nel Comune Catastale di Rovereto, in sinistra idrografica del fiume Adige, all'interno della piana alluvionale omonima. Quest'ultima rappresenta un sistema stratigrafico complesso, risultato dell'interazione di più fattori: andamento del substrato roccioso, erosione e deposizione del ghiacciaio würmiano, azione fluviale sul fondovalle, apporti dai torrenti laterali e processi di denudazione lungo i versanti.

L'elemento geomorfologico che caratterizza il tratto vallivo di interesse è sicuramente rappresentato dalla conoide del torrente Leno: si tratta di un accumulo dalla tipica forma ad imbuto prodotto dai vari episodi deiettivi del torrente allo sbocco con la valle dell'Adige. Il deposito è costituito da ciottoli arrotondati e/o scarsamente arrotondati di natura 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 glaciali abbandonati durante l'ultima glaciazione (evento wurmiano) e ripresi successivamente dall'azione dilavante delle acque superficiali.

Il piede della conoide, nel fondovalle, presenta una quota media di poco superiore ai 175 m s.l.m. A questa quota i depositi detritici risultano interdigitati 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.

Per l'area in esame si riporta di seguito l'immagine ricavata dal rilievo LIDAR della Provincia Autonoma di Trento mediante la quale viene descritto l'andamento del terreno.



Estratto dal rilievo Lidar (PAT)

Nell'immagine si evidenziano:

- il sito di progetto ubicato sul fondovalle, all'interno della piana dell'Adige, lungo il versante che raccorda l'apparato alluvionale (compresa la conoide formata dal torrente Leno) con le pendici del Monte Zugna;
- la forma a ventaglio della conoide che si estende fino all'alveo dell'Adige, a sua volta spinto, lungo questo tratto, verso il fianco destro della valle;
- i limiti netti tra i materiali quaternari di fondovalle e le formazioni rocciose che costituiscono l'ossatura dei fianchi destro e sinistro della valle;
- lungo il fianco sinistro profondi avvallamenti corrispondenti all'alveo di erosione del torrente Leno e localmente ai solchi di ruscellamento concentrato lungo le linee di massima pendenza;
- allo sbocco nella valle dell'Adige, l'andamento artificiale e regolare del Leno, tributario sinistro del fiume Adige;
- parallelamente all'alveo del torrente, dallo sbocco sulla valle fino all'Adige, una fascia topograficamente depressa corrispondente alla morfologia fluviale naturale precedente alla correzione e regimazione (morfologia a canali anastomizzati).

Il rilievo di campagna nel sito di progetto e nell'intorno permette di descrivere un'area stabilizzata e priva di fenomeni evolutivi importanti.

CONDIZIONI TETTONICO-STRUTTURALI GENERALI e ASPETTI GEOLOGICI

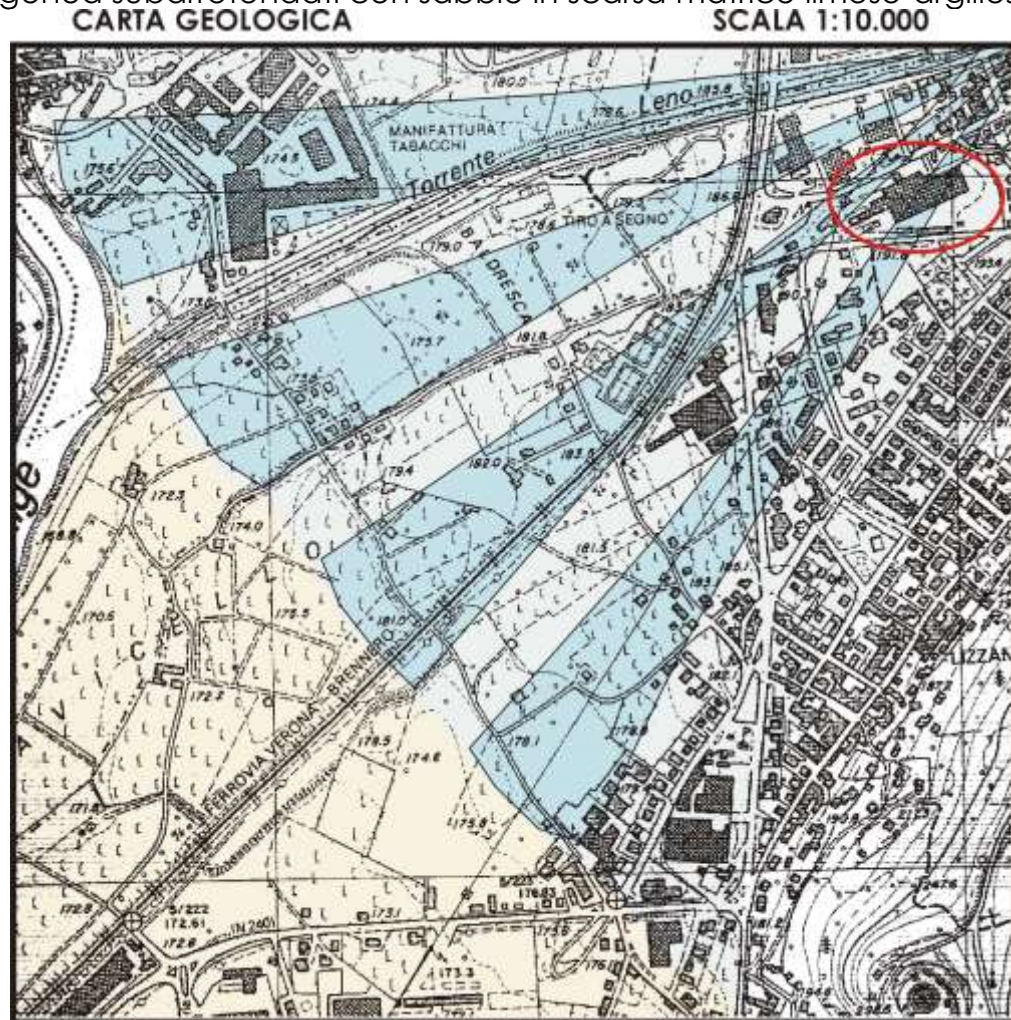
Per quanto riguarda l'assetto geologico-strutturale generale, il territorio della Valle dell'Adige, dalla dorsale Baldo Bondone ai Massicci del Pasubio e Coni di Zugna, presenta un pronunciato stile a faglie e pieghe con prevalenti allineamenti delle strutture secondo il sistema scledense di direzione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

Nel dettaglio, le rilevanze geologiche e geomorfologiche dell'area in esame sono state riportate nella carta geologica (allegata alla scala 1:10.000) dove si sono evidenziati e distinti i seguenti 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 scarsa matrice limoso-argillosa.



LEGENDA

-  Conoide alluvionale del Torrente Leno
-  Alluvioni attuali e recenti del Fiume Adige
-  Area in esame

Dal punto di vista sedimentologico i depositi del sito esaminato 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.

I sedimenti riflettono 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 a livelli a granulometria fine dovuti a successive riprese dell'attività deiettiva.

Modello geologico locale

Dal rilievo di campagna, dalle osservazioni condotte dalla scrivente all'interno di sondaggi a confine con il sito di progetto in materiali della stessa natura e origine e soprattutto dall'analisi delle stratigrafie riportate in "Allegato 3 – Colonne stratigrafiche e relativa documentazione fotografica (eseguite redatte dalla GE Ground Engineering S.r.l.) e in Allegato 4 – Documentazione fotografica trincee T1, T22 (2023) del Piano di Indagine Integrativo ai sensi del D.lgs. 152/2006 (risultati delle attività svolte) a cura del dott. Riccardo Artioli, il sito si colloca all'interno dei materiali naturali di conoide del torrente Leno rappresentati qui (porzione mediana del conoide) da materiale mediamente addensato di origine alluvionale costituito da ciottoli di prevalente natura carbonatica (diametro massimo circa 10 cm) e ghiaie da spigolosi a sub arrotondati in matrice sabbiosa (e scarsissimo materiale fine di natura limo-argillosa) scarsamente limosa.



T13 | quota 0 ÷ 5 m dal p.c. | data: 28.09.2023

Materiali di conoide del torrente Leno
Estratto dall'Allegato 4 – Documentazione fotografica trincee T1-T22 del 2023 – del "Piano di indagine integrativo" a cura del Dott. Riccardo Artioli.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Idrografia

Il settore di versante esaminato presenta un reticolo idrografico ben sviluppato rappresentato dal F. Adige e dal torrente Leno suo tributario sinistro.

Idrogeologia

La circolazione idrica sotterranea della valle, in particolare per il tratto di valle interessato dallo studio, è direttamente legata alle caratteristiche litostratigrafiche, alla presenza e allo sviluppo delle discontinuità nelle masse rocciose affioranti lungo i versanti e al livello di base principale rappresentato dal fiume Adige. Nella valle si osserva la presenza di due strutture idrogeologiche distinte:

1. la prima legata è al complesso delle rocce sedimentarie affioranti lungo i fianchi vallivi: tali rocce presentano una permeabilità, principalmente secondaria, da media ad elevata. La circolazione sotterranea, testimoniata dalle numerose sorgenti, risulta influenzata dalla rete di fessurazioni e dai contatti tettonici;
2. la seconda rappresentata dai materiali del fondovalle (conoide di deiezione del Leno e pianura alluvionale del fiume Adige) che presentano un grado di permeabilità primaria eterogenea, funzione delle componenti granulometriche e del grado di addensamento.

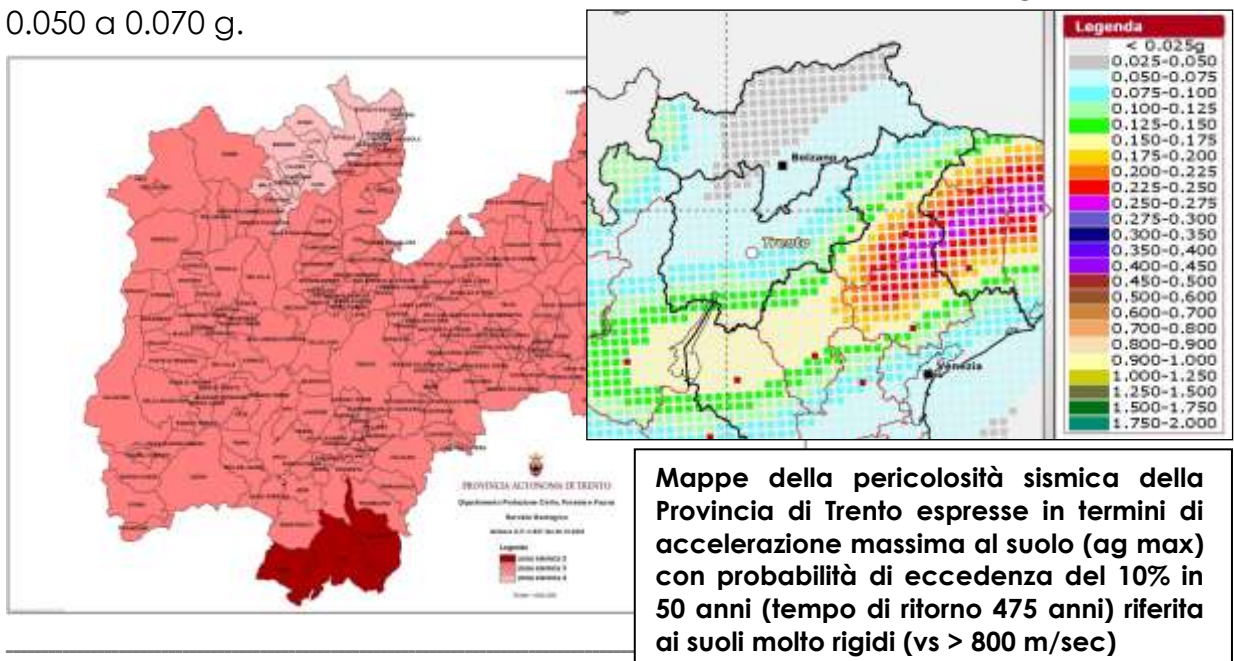
Il gran numero di perforazioni eseguite all'interno della piana fluviale ha evidenziato che la massa dei depositi alluvionali costituisce un complesso sistema multifalda ad acquiferi non perfettamente compartimentati alimentato dagli apporti montani e dalle acque di subalveo del torrente Leno e del fiume Adige.

Per quanto riguarda la falda freatica, questa risulta influenzata dalle oscillazioni dell'Adige e secondariamente del Leno a seguito soprattutto delle condizioni meteorologiche (venendo alimentata dal fiume stesso quando questi è in piena e alimentandolo in occasione dei periodi di magra). In generale 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 169 - 170 m.s.l.m a circa - 18 m dal piano di via Maioliche. Questo dato bibliografico è confermato dalle misure effettuate dalla scrivente all'interno del piezometro indicato con **PzC** sulla tavola a cura del Dott. Artioli "Ubicazione sondaggi integrativi e piezometri di controllo falda sotterranea in accordo con nota del 07/2023" di data 01/2024. **La falda misurata il 30/04/2025 e il 19/05/2025 ha dato valori rispettivamente di- 19.00 m dal p.c e - 19.41 ma dal p.c. Non è pertanto ipotizzabile che l'acqua di falda possa lambire le fondazioni.**

MODELLAZIONE SISMICA

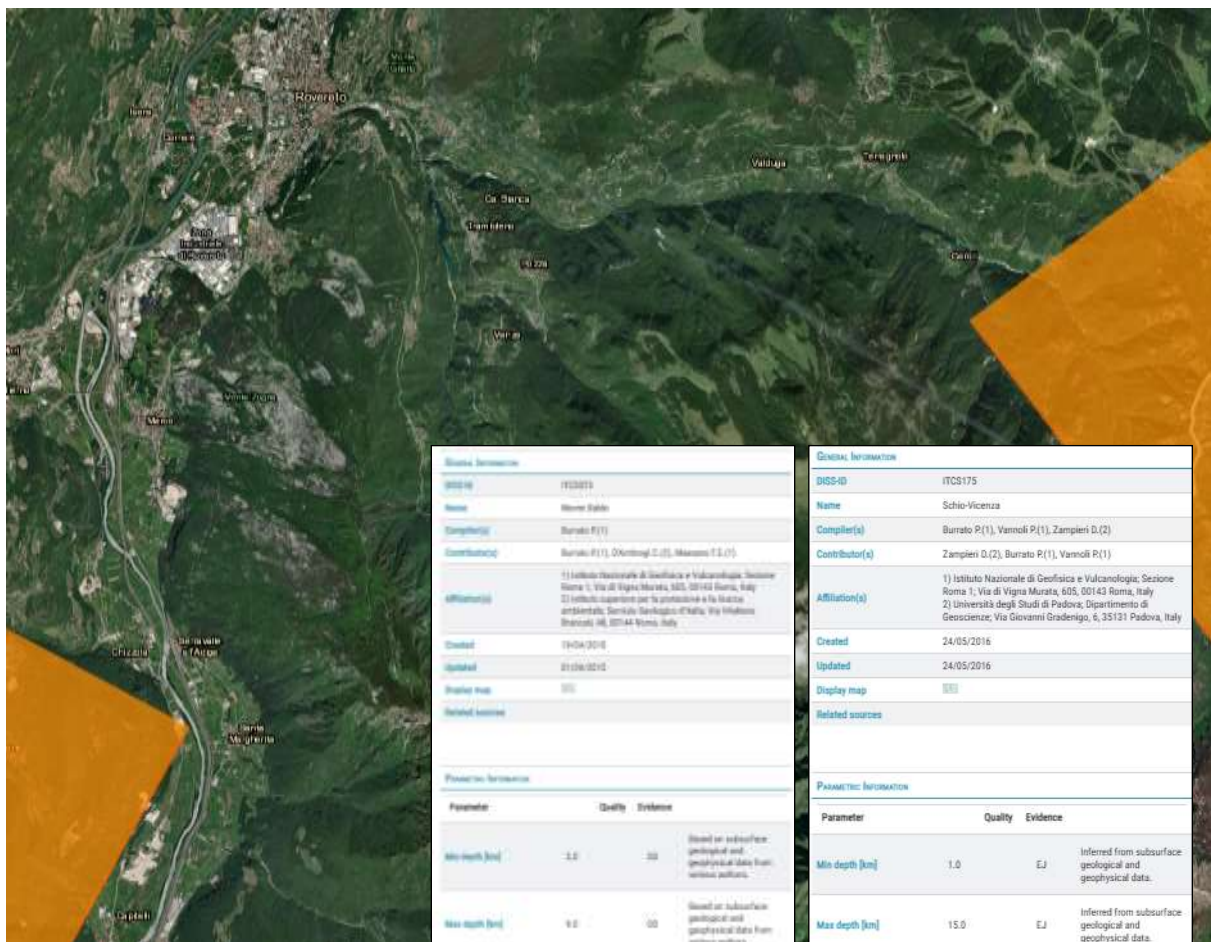
Con le Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 e n. 3519 del 28/04/2006 si approva la "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec). Queste ordinanze, che pongono i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione della pericolosità sismica del territorio nazionale e i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, sono state recepite dalle Norme tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14 gennaio 2008 aggiornato con il D.M. 17 gennaio 2018). Il territorio nazionale è stato pertanto suddiviso in 4 zone sismiche caratterizzate da valori crescenti di accelerazione orizzontale sismica massima attesi al suolo. A seguito dell'O.PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 e dell'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006, lo Stato ha disposto che siano le Regioni e le Province Autonome ad aggiornare i propri elenchi delle zone sismiche a partire dalla mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Con la D.G.P. 2813 del 23/10/03 è stabilita la necessità di eseguire la progettazione antisismica in tutto il territorio provinciale e, infine, con la D.G.P. n. 1937 del 20 ottobre 2023 è stata adottata, applicando il principio di maggiore cautela, una nuova classificazione sismica del territorio provinciale (in vigore dal 15 gennaio 2024) che classifica i Comuni della provincia nelle zone 2, 3 e 4.

In questo contesto **il territorio comunale di Rovereto è stato inserito in Zona Sismica 3**: area a controllo sismico a bassa sismicità in cui "ag" varia da 0.050 a 0.070 g.



Carta delle zone sismogenetiche

Oltre alla “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” è stata redatta la “Carta delle zone sismogenetiche” che suddivide il territorio nazionale in zone definite sulla base dell’uniformità dello stile deformativo e contiene informazioni sugli elementi tettonici, le faglie attive, in grado di generare terremoti. La zona di Rovereto risulta racchiusa grossomodo tra la faglia delle Giudicarie e la linea Schio Vicenza. Secondo il data base DISS, Database of individual Seismogenetic Sources” curato dall’Istituto Nazionale di Geofisica e vulcanologia (INGV) sulla base del quale è stata costruita la mappa, queste faglie possono generare terremoti con intensità di scuotimento rispettivamente fino alla Magnitudo 6.7 e 7.3.



GENERAL INFORMATION	
DISS-ID	ITCS175
Name	Schio-Vicenza
Compiler(s)	Burrato P.(1), Varnoli P.(1), Zampieri D.(2)
Contributor(s)	Zampieri D.(2), Burrato P.(1), Varnoli P.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Roma 1, Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto Nazionale per lo studio e la ricerca geologica, Servizio Geologico d'Italia, Via Venezia 57, 35131 Padova, Italy
Created	24/05/2016
Updated	24/05/2016
Display map	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION		
Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	EJ
Max depth [km]	15.0	EJ
Strike [deg] min.. max	305..332	LD
Dip [deg] min.. max	65..75	EJ
Rake [deg] min.. max	160..200	EJ
Slip Rate [mm/yr] min.. max	0.1000..0.5000	EJ
Max Magnitude [Mw]	7.3	ER

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	00
Max depth [km]	15.0	00
Strike [deg] min.. max	305..332	00
Dip [deg] min.. max	65..75	00
Rake [deg] min.. max	160..200	00
Slip Rate [mm/yr] min.. max	0.1000..0.5000	00
Max Magnitude [Mw]	7.3	00

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	EJ
Max depth [km]	15.0	EJ
Strike [deg] min.. max	305..332	LD
Dip [deg] min.. max	65..75	EJ
Rake [deg] min.. max	160..200	EJ
Slip Rate [mm/yr] min.. max	0.1000..0.5000	EJ
Max Magnitude [Mw]	7.3	ER

Piano di lottizzazione N.5 Master

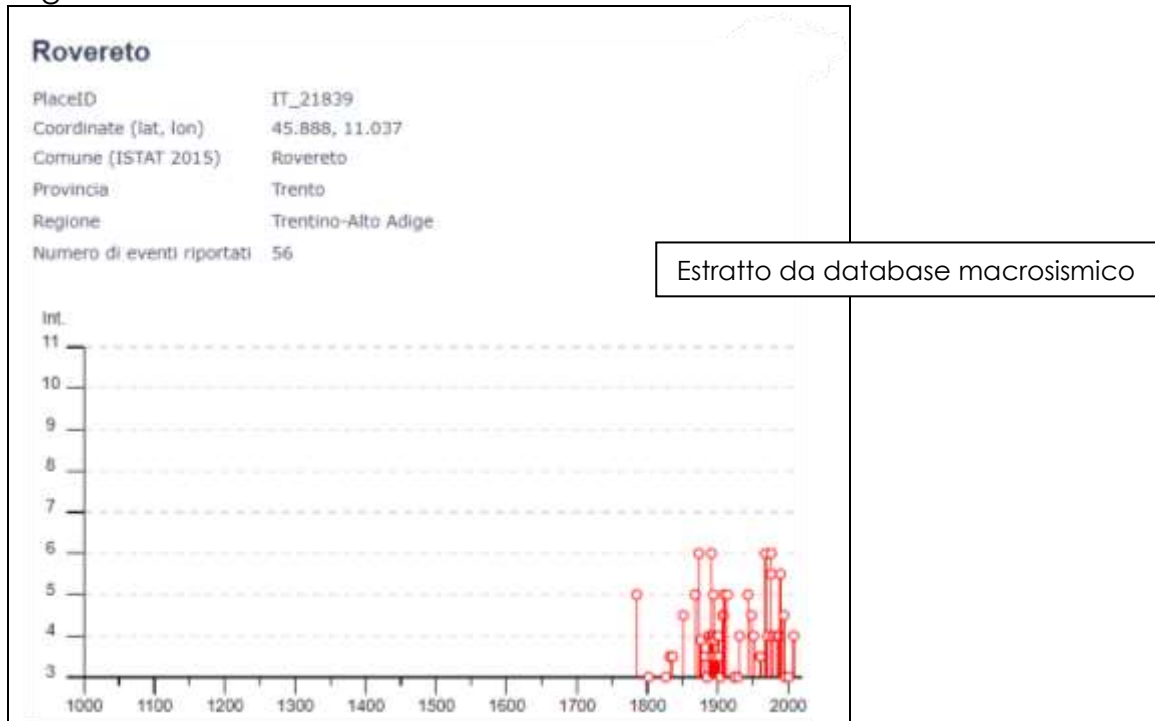
Si riporta per completezza la mappa della città di Rovereto estratta dal data base Progetto ITHACA del Servizio Geologico d'Italia, catalogo che rappresenta le strutture tettoniche attive in Italia e in particolare le Faglie capaci ovvero faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie. Dall'estratto si evince la presenza in prossimità della città, sia a sud che a monte, di faglie che tuttavia non interessano il sito di progetto indicato nel cerchio rosso. Il territorio può quindi risentire di terremoti, ma non è attraversato da faglie definite capaci.



Infine, si sono consultati i cataloghi parametrico e macrosismico redatti da INGV: si ricava per il territorio in esame una sismicità caratterizzata per lo più da eventi di magnitudo compresi tra 3 e 4. Al contempo sono documentati e attesi eventi di magnitudo maggiore, dell'ordine di 5. I dati macrosismici mostrano inoltre come in passato abbiano determinato risentimenti e danni nell'area di Trento anche terremoti intensi, avvenuti a decine di chilometri di distanza (es. terremoto del Pasubio, 1989; terremoto del Friuli, di Riva del Garda 1976; etc.).

In generale la storia sismica di Rovereto e dintorni, in base al catalogo macrosismico INGV (DBMI15, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>),

consta di ben 56 eventi che hanno determinato risentimenti superando la soglia di danno.



Caratterizzazione geofisica e modello sismico di sottosuolo

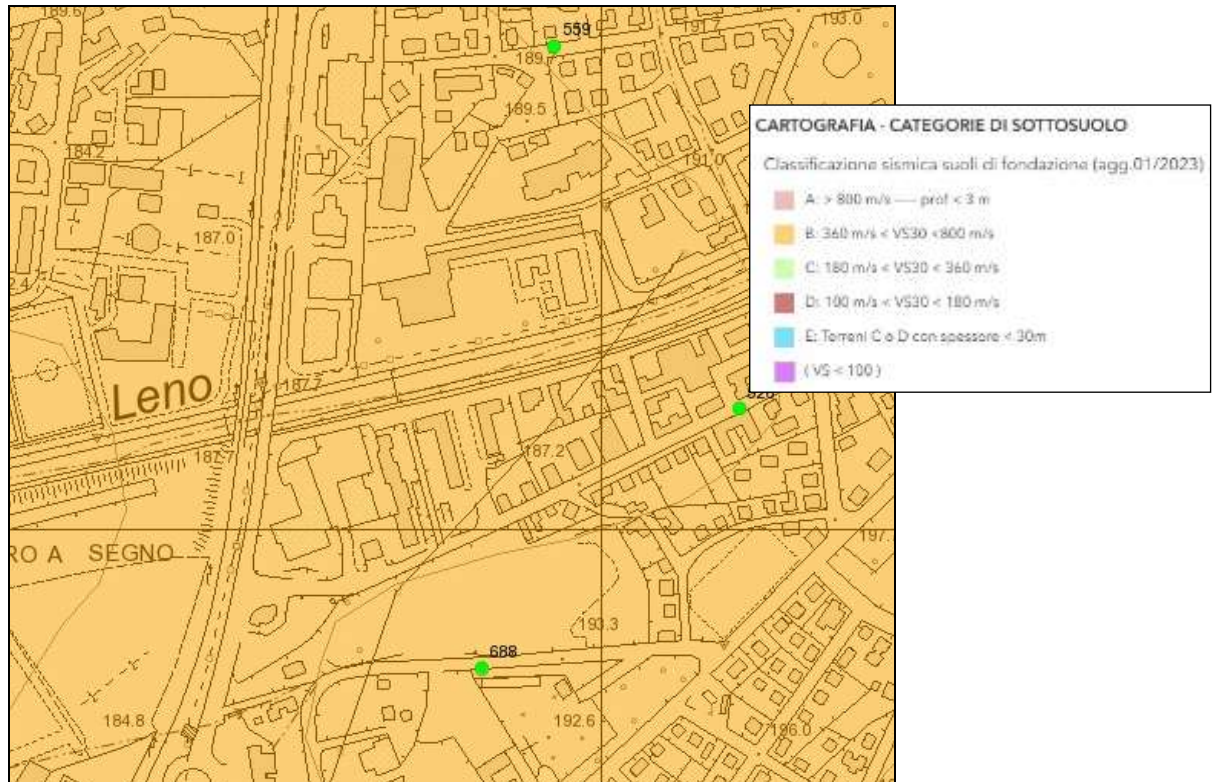
Le NTC 2018 per la classificazione dei suoli e la definizione dell'azione sismica di progetto individuano 5 categorie di sottosuolo principali (dalla A alla E) distinte sulla base del valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($v_{s\ eq}$). Tali categorie influiscono sul calcolo dello spettro di risposta elastico che descrive l'accelerazione sismica di progetto. Nelle NTC 2008 e 2018, 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_0 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).

Ai fini della determinazione dell'azione sismica utile in fase di progettazione delle strutture, nell'ambito di ciascuna zona si definiscono diverse categorie

di profilo stratigrafico (A, B, C, D, E, S1 e S2) del suolo di fondazione e diverse categorie topografiche.

Categoria di sottosuolo

Per la determinazione della categoria di suolo dell'area di progetto, è stata consultata la Carta Sismica dei Suoli costruita dal Servizio Geologico della Provincia di Trento.



Come evidenziato dall'estratto cartografico della Carta Sismica dei suoli aggiornata al febbraio 2024, coerentemente con la storia geologica dell'area e come confermato dai sondaggi meccanici eseguiti nel sito in oggetto e da n. 5 prove sismiche passive effettuate dalla scrivente prove sismiche effettuate dalla scrivente in occasione del "Progetto di costruzione di una nuova scuola per l'infanzia in via Udine (12 giugno 2008) a cura della scrivente, il **sito in oggetto appartiene alla categoria B.**

Il range relativamente ampio dei valori di vs_{30} riportati nella carta della PAT è indizio di un sottosuolo articolato, con zone, verso monte, caratterizzate da maggiore addensamento dei depositi ($vs_{30} > 600$ m/s) e altre invece (porzione distale della conoide) da terreni complessivamente più lenti ($400 < vs_{30} < 500$) e quindi meno densi. A riprova di come il primo sottosuolo (circa 30 m) possa, coerentemente con la dinamicità dell'ambiente

deposizionale che l'ha prodotto, subire variazioni anche minime e su breve distanza.

Per il caso in esame quindi:

- il territorio comunale di Rovereto è classificato, come Zona Sismica 3: area a controllo sismico a bassa sismicità;
- in base alle risultanze delle indagini di campagna si ritiene rappresentativa, per il sito in oggetto, la **CATEGORIA B**.
- per quanto riguarda le condizioni topografiche la categoria di appartenenza del sito in oggetto è la **T1**.

Le Norme Tecniche stabiliscono infine la determinazione di parametri di pericolosità sismica necessari per la definizione dello spettro sismico e quindi per il calcolo delle strutture.

Si riportano infine, a puro titolo indicativo (per quanto detto sopra), i parametri di pericolosità sismica per il sito di studio (ottenuti con software dedicato) facendo riferimento alla **Categoria di suolo B**.

Stati limite				
Classe Edificio				
Il Addebiamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali.				
Vita Normale	50			
Integritazione	Media ponderata			
CU = 1				
Stato Limite	Ti [anni]	μ_g [g]	Fa	Tc [s]
Operabilità (SLO)	30	0.034	2.575	0.218
Danno (SLD)	50	0.045	2.521	0.248
Salvaguarda vita (SLV)	475	0.125	2.454	0.254
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.165	2.484	0.264
Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50				

Coefficienti sismici				
Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni				
<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti				
H1 (m)	0.1		0.1	
T	0.1			
Cat. Sottosuolo	B			
Cat. 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
<input type="checkbox"/> Acc. ne massima attesa al sito (msv)				
	0.6			
	SLO	SLD	SLV	SLC
ln	0.006	0.011	0.036	0.047
lv	0.004	0.005	0.018	0.024
Amas (msv)	0.400	0.526	1.470	1.938
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

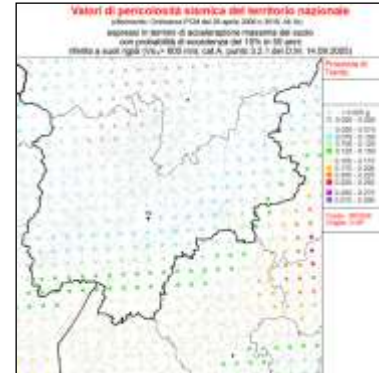
VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La liquefazione dei terreni è un fenomeno fisico che interessa terreni non coesivi con specifiche caratteristiche granulometriche e geotecniche, in condizioni di saturazione, a modesta profondità dal piano di campagna e a seguito di sollecitazioni sismiche significative che determinano la perdita di resistenza dei terreni.

In riferimento al rischio liquefazione, **le NTC2018 (vedere 7.11.3.4.2) prevedono che la verifica alla liquefazione possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:**

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g. Questa condizione risulta soddisfatta come evidenziato dall'estratto della carta dei valori di pericolosità sismica a cura dell'INGV riportata nuovamente sotto. L'accelerazione massima attesa al piano di campagna in assenza di manufatti $a_{max} < 0.1$
2. **profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;**
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Si evince pertanto che, a causa della profondità della falda freatica che oscilla intorno alla quota di 171 m slm, le strutture in progetto fonderanno in terreni non suscettibili di liquefazione.



SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE RACCOLTE DALLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE

Come già riportato in premessa l'ex area produttiva su cui verranno realizzate le palazzine, perché classificata "sito potenzialmente inquinato", è stata oggetto, di campagne di caratterizzazione ambientale che hanno portato alla redazione del **documento di valutazione del rischio** e del **Piano di Bonifica Ambientale**. All'interno di questo si dichiara non possibile la dispersione nel sottosuolo delle acque bianche sia a causa dell'estensione del lotto e delle superfici impermeabili sia per la possibilità di fenomeni di

lisciviazione in corrispondenza di livelli contaminati. Si riporta a questo proposito quanto prescritto all'interno del Progetto di Bonifica (Ing. Oscar Cainelli, Ing. Paolo Molinari, p.i. Alessandro Dolfi):

"...rimangono in essere le prescrizioni sulla gestione delle acque meteoriche e di eventuali restituzioni da altri usi idrici (e. impianti geotermici) di cui si preveda la dispersione nel terreno insaturo. La localizzazione dei sistemi di dispersione deve posizionarsi in celle non gravate da contaminazioni oltre i limiti delle CSC di col. A tab 1 all.V parte IV titolo V dlgs 152/06, al fine di evitare l'aggravio dei profili di rischio per la falda ad opera dei processi di lisciviazione."

Pertanto, si prevede:

- 1. di scaricare in fognatura, previa laminazione, le acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili degli edifici con relative pertinenze;**
- 2. di scaricare nel sottosuolo le acque derivanti dal sistema geotermico. Il sistema di smaltimento potrà essere realizzato sulle sole aree che non sono gravate dai superamenti dei limiti delle CSC di colonna A;**
- 3. di scaricare direttamente in fognatura, senza laminazione, le acque meteoriche dei percorsi pubblici ciclo pedonali.**

Di seguito vengono trattati separatamente i punti 1 e 2 ovvero quelli riferiti alle aree private distribuite come di seguito:

1. Superfici private.

Le superfici private sono distribuite come di seguito:

- terrazze e coperture piane: 2100 mq
- superfici in asfalto o porfido 1850 mq;
- giardini su interrato (con 50 cm di terreno): 2150 mq

Vista l'estensione del lotto e le dimensioni delle aree impermeabili si potranno prevedere due o più vasche di laminazione in grado di fungere da ammortizzatori idraulici durante i piovaski di particolari intensità e durata, trattenendo temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili ed evitando così pericolosi sovraccarichi a scapito dei riceventi finali (rete pubblica).

La vasca di laminazione deve essere dimensionata per contenere una pioggia della durata di 1 ora. A questo proposito il regolamento prevede di considerare un evento di pioggia avente

- tempo di ritorno $T_r = 50$ anni
- intensità oraria critica J pari a $h = 43$ mm/ora
- un deflusso di 120 l/s per ettaro.

Lo scarico concesso è di 20 l/s per ettaro di area interessata dall'intervento di edificazione (ovvero 2,00 l/s ogni 1000 mq di superficie scolante totale) che corrisponde al deflusso che si avrebbe se la superficie rimanesse terreno naturale.

In pratica, applicando un coefficiente di deflusso diverso per ogni tipologia di impermeabilizzazione,

il calcolo del volume della vasca di laminazione prevede di sottrarre al Volume Idrico raccolto

$$\text{VOL} = 120 \text{ l/sec ha} \cdot \text{Superficie (ha)} \cdot \text{Coeff. Deflusso } (\varphi) \cdot 3600 \text{ sec}$$

l'acqua che nel periodo di un'ora si immette in fognatura.

Di seguito si forniscono i calcoli preliminari per il dimensionamento e la realizzazione di **due vasche di laminazione**.

Per semplificare, in questa fase, si sono quindi suddivise perfettamente a metà le coperture impermeabili e le relative portate. Resta inteso che a discrezione della Committenza e della DL le superfici impermeabili potranno essere suddivise in maniera diversa realizzando anche un numero maggiore di vasche di laminazione che avranno perciò volume inferiore.

Per ciascuna vasca delle due vasche si sono pertanto considerati:

- terrazze e coperture piane: 1050 mq; coefficiente di deflusso 0.90
- superfici in asfalto o porfido 925 mq; coefficiente di deflusso 0.85
- giardini su interrato 1075 mq; coefficiente di deflusso 0.35.

Ne risulta:

- **una portata di 25.58 l/sec**
- **una portata di scarico di 5.55 l/sec**
- **una portata da laminare di 20.03 l/sec**
- **un volume della vasca di laminazione di 72.09 m³**
- **un diametro del tubo di controllo del flusso (scarico della vasca di laminazione) con tirante di 2.0 m pari a 4.336 cm.**

I valori sono stati ottenuti dal foglio di calcolo messo a disposizione dal Comune di Trento "Dimensionamento di massima di una vasca di laminazione".

2. Acque derivanti dall'impianto geotermico

Le acque del sistema geotermico (15 l/sec) potranno essere scaricate nel sottosuolo (pozzo drenante) solo in corrispondenza delle aree che non sono gravate dal superamento dei limiti delle CSC di colonna A (vedere Progetto di Bonifica).

Il pozzo drenante sarà quindi posizionato sul poligono T1, privo di contaminanti, come evidenziato nella figura seguente fornita dall'Ing. Lucio Manzana ed estratta da: "Situazione qualità dei terreni di fondo scavo, con delineata la quota di scavo sotto cui in ogni cella si raggiungono terreni puliti" (valutazione del Rischio e Progetto di Bonifica Ambientale).

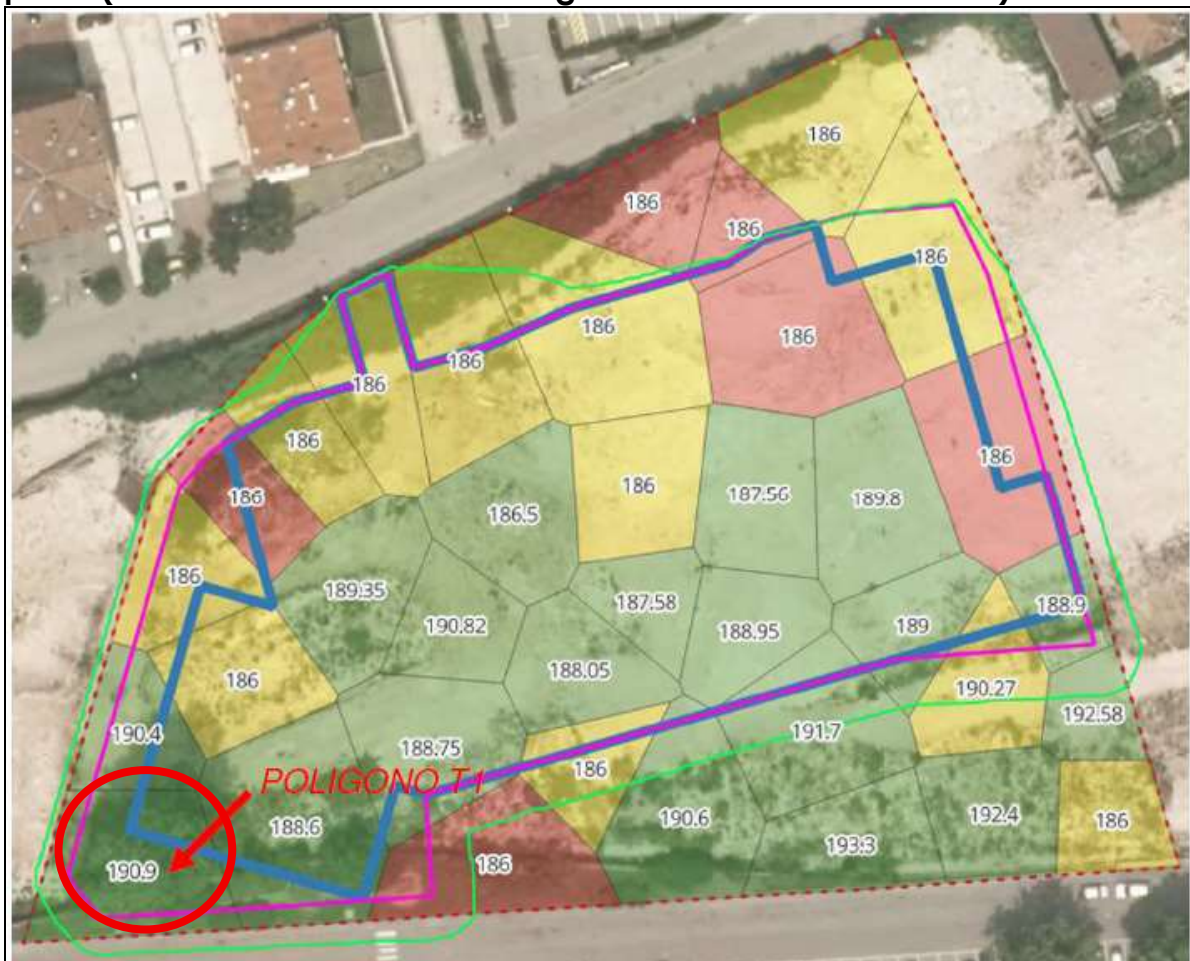


Figura 5. Situazione qualità terreni di fondo scavo, con delineata la quota di scavo sotto cui in ogni cella si raggiungono terreni puliti (dove è riportato 186 m, significa che il fondo scavo non ha raggiunto il terreno pulito).

A questo proposito si sottolinea che:

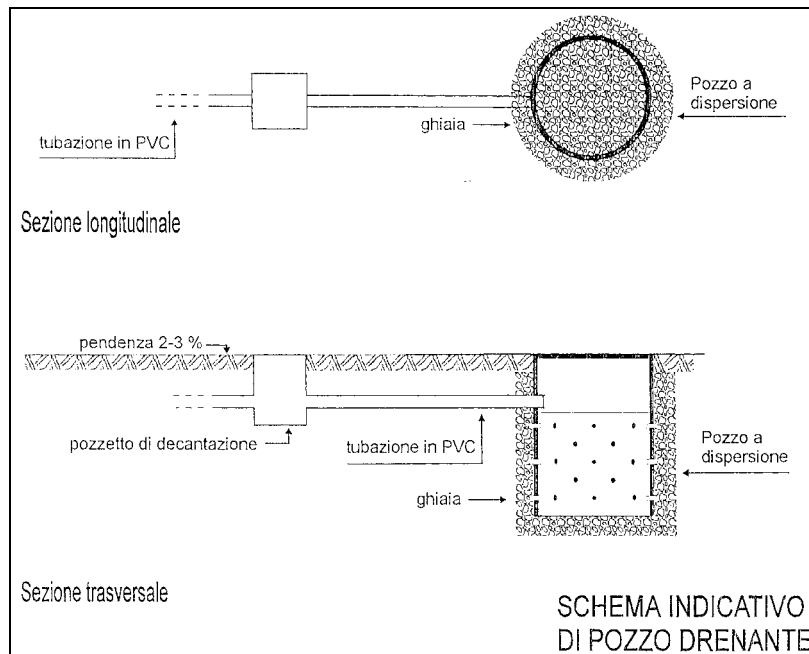
- nel sito esaminato la falda freatica oscilla intorno alle quote 169-170 m slm ovvero a circa - 18 m dal p.c.;

- studi idrogeologici e prove di permeabilità eseguite in materiali della stessa origine e natura hanno permesso di definire valori buoni di permeabilità K tra 10^{-1} e 10^{-2} m/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. Non si ritiene pertanto che l'apparato disperdente dell'impianto, se eseguito a regola d'arte, possa provocare instabilità, disequilibri, cedimenti o fenomeni di erosione.

MASSIMA PORTATA IN ARRIVO E POZZO DISPERDENTE

Dai dati forniti dal Progettista si evince che il sistema di riscaldamento/raffrescamento dettinerà una portata massima da smaltire di **15 l/sec.**

Per lo smaltimento potrà essere realizzato un pozzo di diametro pari a 1.5 m e altezza drenante di 3.0 m dotato di corona circolare di materiale arido selezionato pari ad almeno 0.30 m. Lo stesso spessore di materiale arido selezionato dovrà essere posizionato alla base del pozzo.



Schema di pozzo drenante

PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI

È importante ribadire che nella fase esecutiva sarà indispensabile, nel punto scelto per la dispersione nel sottosuolo delle acque derivanti dall'impianto

(punto a discrezione della Committenza o DL **all'interno del poligono T1**), il controllo puntuale della permeabilità dei terreni. Variazioni granulometriche non prevedibili in questa fase di lavoro potranno infatti obbligare ad un ripensamento dei sistemi in termini tipologici e volumetrici.

Il sistema disperdente dovrà inoltre necessariamente:

- essere installato a una distanza di almeno 2.0 m dai confini;
- essere installato a una distanza di una decina di metri dalle fondazioni degli edifici.
- a lavori terminati, essere controllato e mantenuto periodicamente.

SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE

Le acque nere saranno smaltite nella rete fognaria comunale.

CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

In conclusione:

- secondo gli strumenti urbanistici vigenti l'intervento è fattibile e non comporta un aggravamento del rischio;
- il sito allo stato attuale non presenta indizi di instabilità geomorfologica potenziale o in atto;
- dal punto di vista geologico stratigrafico il sito si colloca nella porzione mediana dell'apparato alluvionale formato dal torrente Leno. I numerosi sondaggi eseguiti all'interno della futura area di sedime hanno evidenziato la presenza di materiali sciolti caratteristici di regimi idrodinamici di media-alta energia.

In definitiva il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 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, 23 Maggio 2025



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

Michela Canali

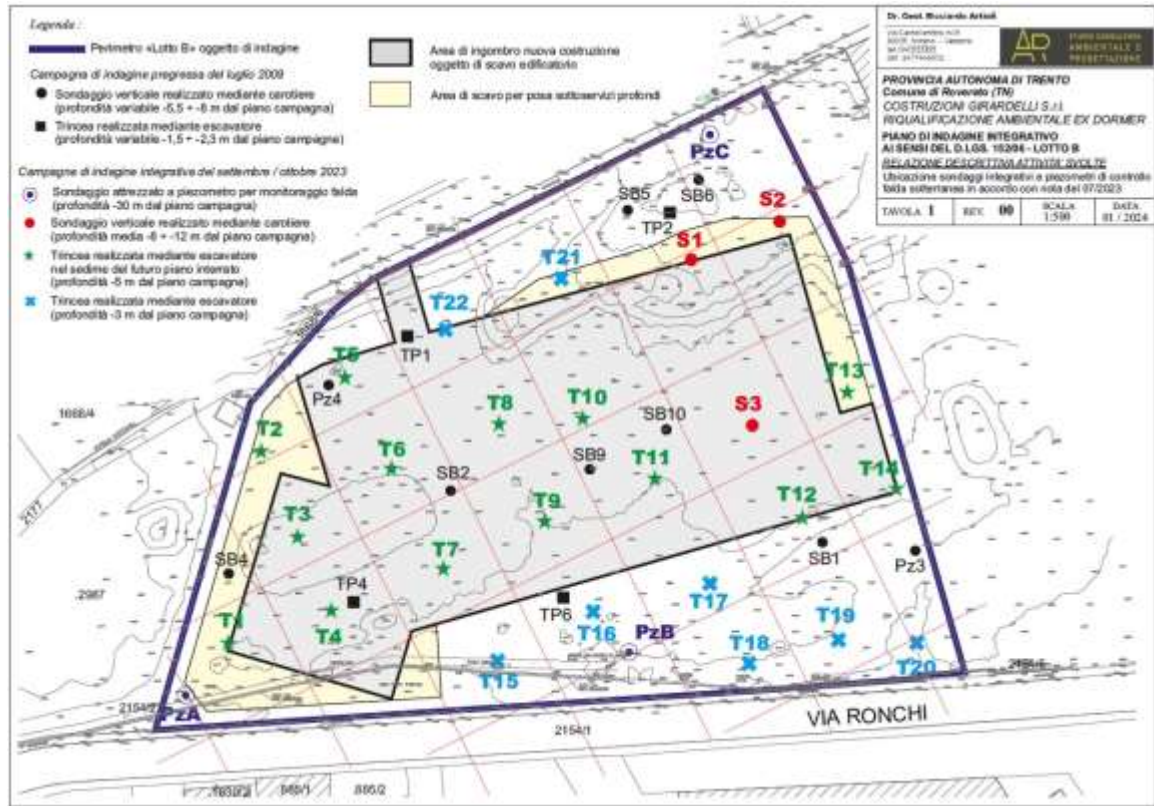
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO (CONTIENE LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO)

La relazione geotecnica fa diretto riferimento alle considerazioni riportate nella relazione geologica secondo cui il sito di progetto si colloca nella porzione mediana dell'apparato alluvionale formato dal torrente Leno. I numerosi sondaggi eseguiti all'interno della futura area di sedime hanno evidenziato la presenza di materiali sciolti caratteristici di regimi idrodinamici di media-alta energia.

RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO

Come già ricordato in premessa, la verifica di dettaglio della successione stratigrafica e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime è stata possibile utilizzando e rielaborando i dati provenienti dalle numerose prove dirette (carotaggi e trincee esplorative) effettuate a partire dal 2009 a supporto del progetto di bonifica ambientale.

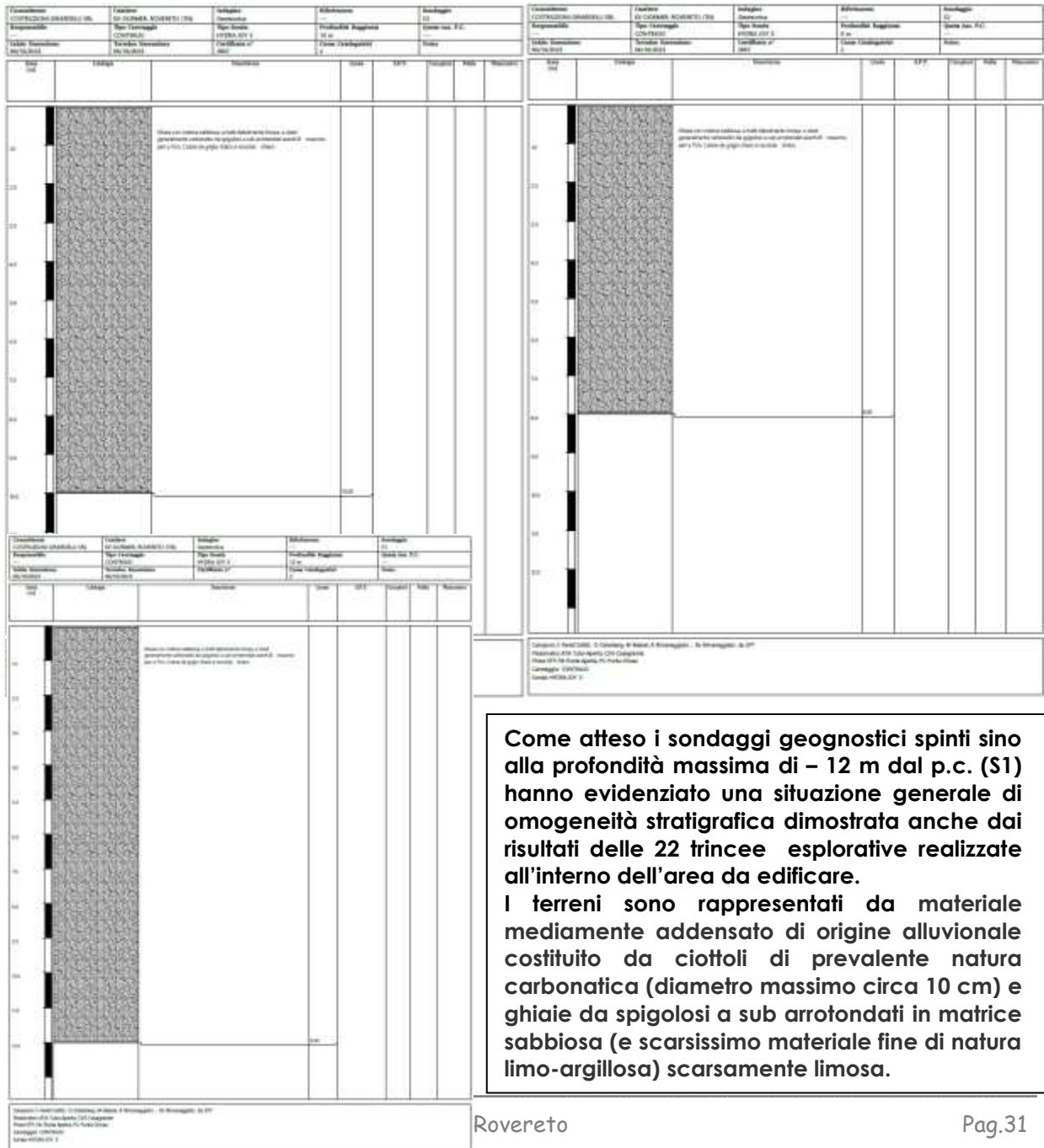
Tutte le prove effettuate sono riportate sulla Tavola 1 di data 01/2024 del Piano di Indagine Integrativo a cura del Dott. Riccardo Artioli. Se ne riporta l'estratto.



Si noti come tutte le prove effettuate all'interno dell'area di ingombro della nuova edificazione oggetto dello scavo abbiano raggiunto il futuro piano di posa.

Ai fini dei calcoli geotecnici si sono presi come riferimento i carotaggi (S1, S2 e S3) realizzati dalla GE Ground Engennering S.r.l. le cui stratigrafie (vedere sotto) sono state gentilmente fornite direttamente dalla Girardelli S.r.l.

Stratigrafie ricavate



Sulla base delle rielaborazioni e delle analisi effettuate sui dati disponibili e di archivio il deposito naturale (futuro materiale di sedime) è costituito da un materiale granulare caratterizzato dai seguenti indici medi:

1. **coesione c 0.0 KN/m² (cautelativo e utilizzato per il calcolo di q_u)**
2. **angolo di attrito ϕ compreso tra 35° e 36°**
3. **peso di volume γ pari a 17 KN/m³**

In sede esecutiva sarà in ogni caso importante, anche per il corretto dimensionamento delle opere:

- a. sagomare il piano fondazionale al di sotto dello spessore di terreno aerato, rimaneggiato e soggetto a fenomeni di gelo disgelo (almeno a 1.0 m dal p.c. attuale in corrispondenza di via Maioliche);
- b. verificare l'omogeneità e la natura del piano di appoggio delle fondazioni.

Preme ribadire che il calcolo completo della resistenza ultima dipende direttamente dalle scelte progettuali di dimensionamento e realizzazione dell'opera. Il calcolo (indicativo) si è dunque limitato a considerare - staticamente - il caso di una fondazione tipo superficiale, in condizioni drenate, senza carichi eccentrici.

CAPACITA' PORTANTE STATICA DEL TERRENO

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 fondazioni in progetto e/o esistenti e delle modalità esecutive. A questo proposito i calcoli preliminari eseguiti di seguito si riferiscono a fondazioni superficiali a nastro e seguono le indicazioni delle NTC18. I valori di pressione ultima (q_u) sono stati calcolati applicando la formula tradizionale di Terzaghi-Meyerhof, 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 e poi a quella M2. I coefficienti parziali relativi a M1 hanno valore unitario per ciascun parametro; quelli per M2 valgono 1.25 per la tangente dell'angolo d'attrito e per la coesione, mentre rimangono unitari per il peso di volume. Infine, non è stato applicato alcun coefficiente parziale γ_R alla resistenza ultima, R , che viene qui fornita a titolo indicativo per il caso di una fondazione tipo. Questa resistenza, R , non rappresenta quindi la resistenza ultima di progetto R_d . Le NTC18 prevedono infatti, nella fase di verifica agli stati limite ultimi, approcci diversi (Approccio 1 e Approccio 2) e diverse combinazioni dei coefficienti parziali

relativi ad Azioni, A, Parametri geotecnici del terreno, M, e resistenze R. Inoltre, il coefficiente parziale γ_R varia anche in base al tipo di opera e sistema di fondazione in progetto e al tipo di verifica. Per le fondazioni superficiali (par. 6.4.2) γ_R cambia sia a seconda della combinazione (R1, R2 e R3) ma anche al tipo di verifica (Capacità portante; Scorrimento). Lo stesso accade per la verifica dei muri di sostegno cui è dedicato, nelle NTC, un paragrafo specifico (6.5.3.1.)

Sarà dunque cura del progettista, alla luce delle scelte progettuali esecutive e delle verifiche sulle fondazioni esistenti, usare gli opportuni coefficienti parziali e calcolare la resistenza ultima di progetto R_d e confrontarla coi carichi di progetto.

Si forniscono di seguito i valori indicativi di capacità portante per una fondazione a platea.

Capacità portante dei materiali sciolti per fondazioni a plinto:

<p>M1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. coesione c 0.0 KN/m² 2. angolo di attrito ϕ tra 35° - 36° 3. peso di volume γ 17 KN/m³ <p>I risultati indicano per fondazioni a platea con D pari a 0.70 m, valori massimi mediati di carico a rottura pari a 850 KN/m²</p>	<p>M2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. coesione c 0.0 KN/m² 2. angolo di attrito ϕ di 29° - 30° 3. peso di volume γ 17 KN/m³ <p>I risultati indicano per fondazioni a platea con D pari a 0.70 m, valori massimi mediati di carico a rottura pari a 730 KN/m²</p>
--	---

Per le caratteristiche granulometriche dei futuri materiali di sedime si omettono i calcoli sui cedimenti

MODALITA' GEOSECUTIVE E RACCOMANDAZIONI

Il progetto prevede la realizzazione di edifici a pianta regolare costituiti da un piano interrato e 6 o 7 in elevazione.

Di seguito si evidenziano le problematiche di ordine geotecnico e idrogeologico relative all'interazione terreno – nuove strutture. Di queste si dovrà tener conto sia nella fase di progettazione delle stesse strutture sia durante l'esecuzione dei lavori.

Stabilità dei fronti di scavo.

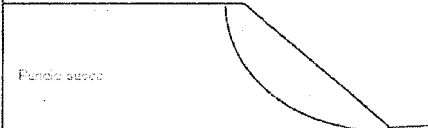

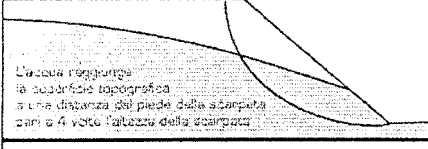
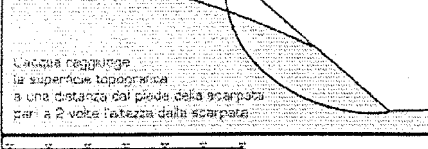

Come già descritto nei paragrafi precedenti, per la realizzazione del nuovo volume interrato si prevedono sbancamenti dell'ordine di 4.0 m dal piano di campagna attuale.

Risulta evidente che la fase più delicata dell'intervento riguarda proprio la realizzazione degli scavi: infatti a ridosso dei confini esistono infrastrutture ed edifici che potrebbero essere influenzati negativamente dai lavori di sbancamento.

Si calcola di seguito l'angolo di profilatura da assegnare alle rampe di scavo, angolo ricavato per condizioni a breve termine applicando le NTC18 per le verifiche di sicurezza di opere in materiali sciolti e fronti di scavo.

Condizioni a breve termine (realizzazione dei tamponamenti in concomitanza con la realizzazione dello scavo)

Come prescritto dalla Norma, Paragrafo 6.8.2. delle NTC2018, 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 cautelativa di 4.0 m. Come parametri geotecnici per i calcoli di stabilità delle scarpate di scavo si sono usati i valori della condizione M2 tenendo conto cautelativamente, come si fa anche per materiali sciolti totalmente privi di matrice, di una coesione apparente dei terreni pari a 10 KN/mq (corretta come da NTC18)

	①
	2
	3
	4
	5

coesione c 8 KN/m²
 angolo di attrito ϕ di 29° - 30°
 peso di volume γ 17 KN/m³

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, Carta N. 1 per pendio drenato e asciutto.

Per fronti di massima altezza pari a 4.0 m si ricava pertanto, per condizioni di pendio drenato e asciutto (CARTA N.1), un angolo di profilatura massimo **(angolo di sicurezza a breve termine) $\beta \cong 45^\circ$** . Questo valore rappresenta il limite massimo per il breve intervallo necessario all'edificazione delle murature di contenimento.

Per quanto riguarda gli scavi di altezza minore si ribadisce che:

- 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 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 NTC18 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”*.

Tipologia di fondazione

A questo proposito si ricordano le prescrizioni fornite all'interno del “Progetto di Bonifica” (Ing. O. Cainelli, Ing. Paolo Molinari e p.i. Alessandro Dolfi (febbraio 2025) con la prescrizione di realizzare una fondazione a platea.

Potenziale liquefazione dei terreni di fondazione.

Come già approfondito all'interno della relazione geologica i terreni a supporto granulare non sono soggetti a liquefazione.

CONCLUSIONE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

Quanto sopra esposto si può sintetizzare nelle seguenti considerazioni finali:

- 1.** la Relazione Geotecnica fa diretto riferimento alla Relazione Geologica e contiene i risultati delle verifiche effettuate in loco;
- 2.** non si ritiene che la realizzazione delle opere possa alterare l'equilibrio geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area esaminata purché si seguano le raccomandazioni e, prima della fase esecutiva, vengano rivisti tutti i calcoli sulla base della soluzione progettuale definitiva. Infatti, i calcoli di capacità portante si basano su ipotesi progettuali.

Si ricorda infine che il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 (Aggiornamento Norme tecniche per le Costruzioni) e, se necessario dopo la verifica a inizio lavori delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto, dovrà essere integrato.

A questo proposito si ribadisce che dovrà essere cura del progettista e del direttore lavori comunicare alla scrivente il progetto strutturale definitivo, la data dell'inizio dei lavori di scavo al fine di verificare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

Rovereto, 23 maggio 2025



The image shows a professional stamp of the Ordine dei Geologi (Order of Geologists) for the Trentino-Alto Adige region. The stamp is rectangular and contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "GEOLOGENKAMMER", "TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL", "DOTT. GEOLOGO", "N° 124", and "MICHELA CANALI". To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Michela Canali".