



**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO**  
**AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE**  
**SERVIZIO OPERE CIVILI**

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



**COMUNE DI TESERO**  
**LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE**



**Lavori di adeguamento dello**  
**stadio del fondo a Lago di Tesero**  
**UF1a+UF1b**

FASE PROGETTO :

**PROGETTO ESECUTIVO**

CATEGORIA :

**GEOLOGIA**

TITOLO TAVOLA :

**ANALISI RISCHIO GEOLOGICO**

C. SIP: E-90/000	C. SOC: 5360	SCALA : 1:100	FASE PROGETTO : E	TIPO ELAB. : R	CATEGORIA : 340	PARTE D'OPERA : UF1a+UF1b	N° PROGR. 03	REVISIONE :
PROGETTO ARCHITETTONICO:  arch. Marco GIOVANAZZI			PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO:  ing. Marco SONTACCHI			Visto ! IL DIRIGENTE:  ing. Marco GELMINI		
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:  ing. Renato COSER			PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:  ing. Giovanni BETTI			Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :  arch. Silvano TOMASELLI  IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:  ing. Gabriele DEVIGILI		
CSP:  ing. Piero MATTIOLI			RELAZIONE GEOLOGICA:  geol. Mirko DEMOZZI			RELAZIONE ACUSTICA:  ing. Matteo AGOSTINI		
NOME FILE : 5360-ER340-2_analirischiogeologico.pdf						DATA REDAZIONE : FEBBRAIO 2023		

---

Sommario

---

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>COROGRAFIA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DEL RISCHIO GEOLOGICO .....</b>	<b>8</b>
3.1	Analisi del rischio geologico per il progetto in esame .....	9
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>14</b>

## 1 PREMESSA

Su incarico del **COMUNE DI TESERO** lo scrivente ha redatto il presente studio di Rischio Geologico (ai sensi dell'art. 15 del DPP 9/2012) a supporto del progetto esecutivo a cura del **Servizio Opere Civili della P.A.T.** per i lavori di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione delle olimpiadi Milano-Cortina 2026 **Unità Funzionale 1**.

Si rimanda alla documentazione progettuale e geologica per quanto concerne l'assetto geologico della zona interessata dai lavori previsti in progetto.

Il presente elaborato costituisce quindi il documento "**Analisi del rischio geologico**" redatto ai sensi dell'art. 15 del D.P.P. 11 maggio 2012, N. 9-84/LEG. (*Regolamento di attuazione della legge provinciale 10 settembre 1993, n. 26 concernente "Norme in materia di lavori pubblici di interesse provinciale e per la trasparenza negli appalti"*).

In particolare L'art. 15 del D.P.P. 11 maggio 2012, N. 9-84/LEG. stabilisce quanto segue:

- 1. Il progetto esecutivo contiene l'analisi del rischio geologico che individua la percentuale di variabilità e incertezza che si può incontrare in fase di realizzazione, derivante dall'impossibilità di fare valutazioni geologiche assolutamente attendibili dei siti.*
- 2. L'analisi del rischio determina la percentuale dell'importo di progetto per le infrastrutture da destinare ai possibili incrementi del costo dell'opera e agli oneri per la predisposizione degli elaborati di natura geologica, in misura adeguata in relazione alla situazione di rischio, alle conoscenze dell'area interessata e all'importanza dell'opera da realizzare.*
- 3. Le situazioni di carattere geologico non previste dall'analisi prevista dal comma 1 sono considerate imprevisti geologici ai fini dell'articolo 51, comma 9, della legge.*

Per le finalità dell'art. 15 del Regolamento, **si definisce rischio geologico il grado di esposizione all'incertezza geologica del progetto**, con riferimento agli elementi geologici conosciuti al momento dell'approvazione del progetto da porre a base di appalto.

Il rischio geologico, in questo senso, è assunto come parametro di riferimento nella definizione del costo realizzativo dell'opera.

Il geologo definisce gli ambiti di analisi ed ulteriori elementi geologici, qualora la situazione specifica lo richieda.

Il progetto esecutivo (o il progetto definitivo se questo è il grado di progettazione posto a base di appalto) contiene quindi questo apposito fascicolo allegato al progetto.

Qualora nel corso dei lavori si verifichino gli effetti delle situazioni di rischio considerate nel fascicolo di analisi del rischio geologico, l'amministrazione procede con una variante progettuale, secondo le previsioni del fascicolo stesso.

Le situazioni sopravvenute in corso d'opera, che non siano state preventivamente considerate nel documento di analisi del rischio geologico, ove non costituiscano errore di progetto, sono considerate "impredvidibili geologici" ai fini dell'articolo 51, comma 9, della legge.

## 2 COROGRAFIA

L'area oggetto d'intervento è collocata presso la frazione di Lago di Tesero in Val di Fiemme (Trento) sulla sponda in sinistra idrografica del Torrente Avisio.

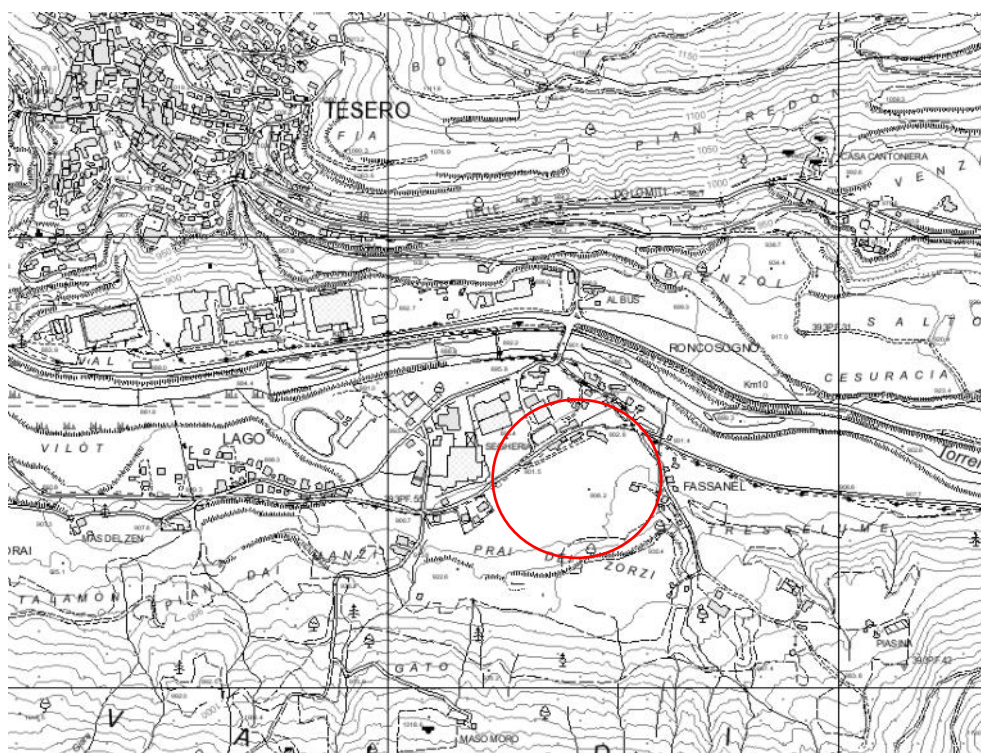


*Immagine 1: inquadramento dell'area su Google Maps*

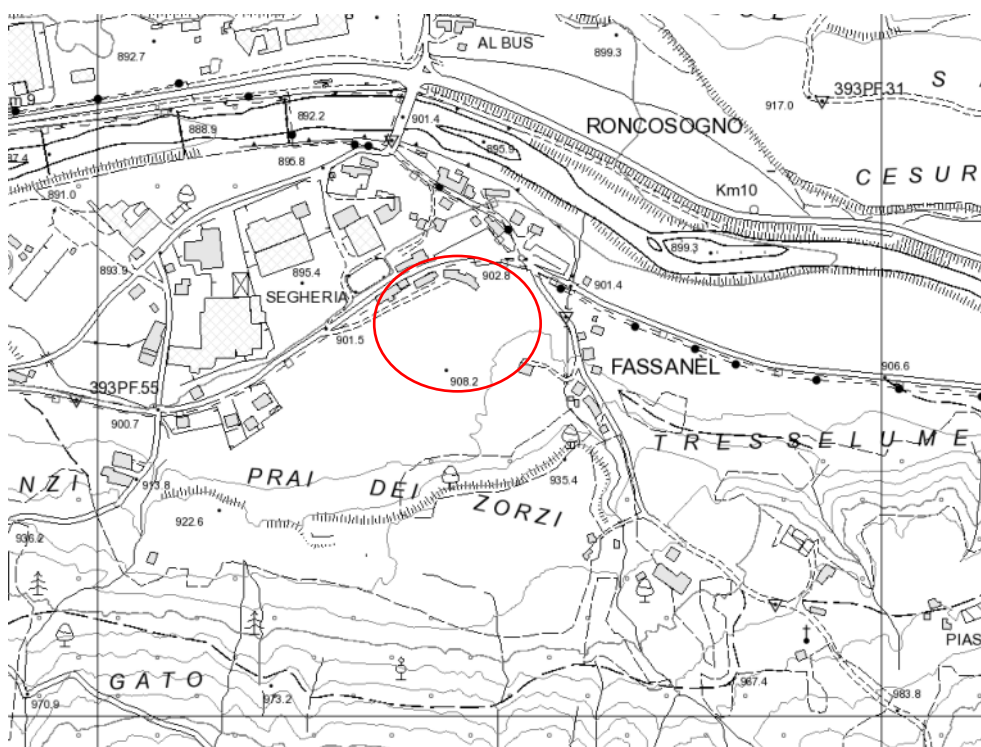


*Immagine 2: zoom della foto precedente*





*Immagine 3: corografia su CTP*



*Immagine 4: zoom della C.T.P.*





*Immagine 5: panoramica dell'area d'intervento*



*Immagine 6: la zona a prato in cui è previsto l'interrato e gli edifici oggetto di ristrutturazione*



## 2.1 Classificazione dell'area in base alle Carte della Pericolosità

Come si evince dalla Carta di Sintesi della Pericolosità, elaborata dai Servizi Tecnici Provinciali, l'intervento ricade in **area classificata P1 "aree a penalità trascurabile o assente"** (art. 18 delle Norme di Attuazione del PUP) in relazione a **una problematica lito-geomorfologica trascurabile H1**.

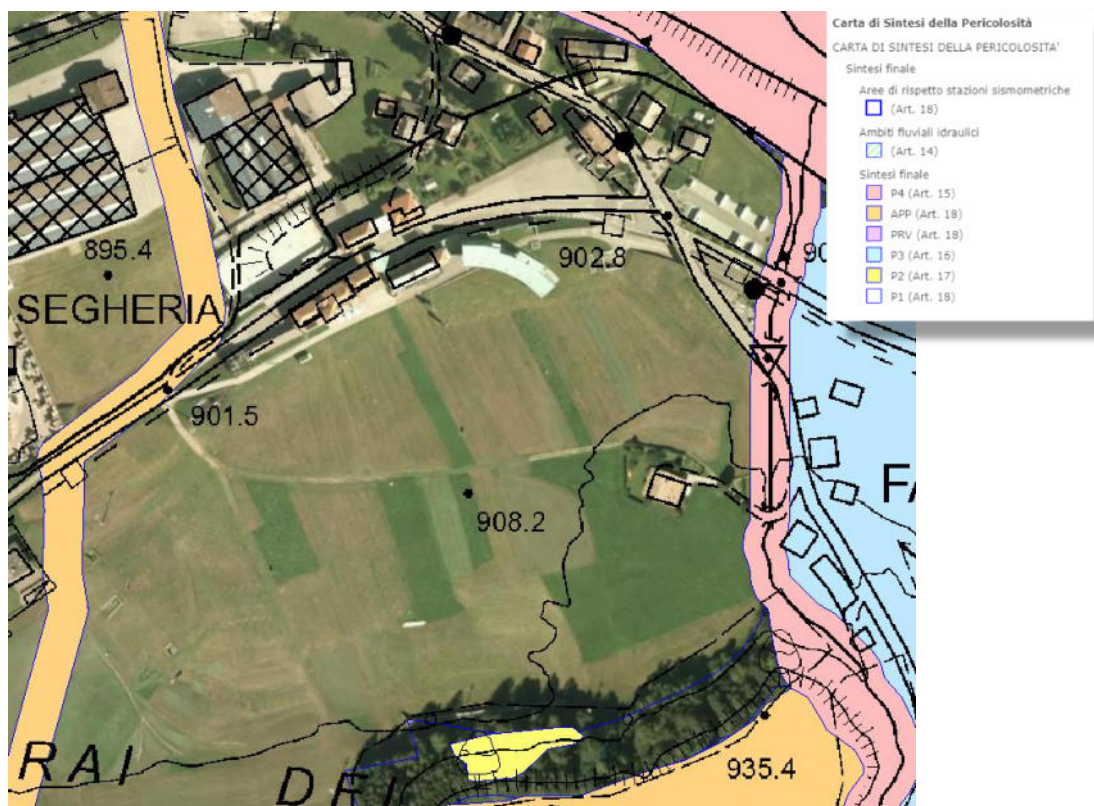


Immagine 7: estratto della Carta delle Pericolosità

## 2.2 Carta delle Risorse Idriche

L'area dell'intervento **non ricade in area a Rispetto o Protezione Idrogeologica** ovvero in aree sottoposte a vincoli atti a tutelare qualitativamente e quantitativamente le acque captate (art. 21 del PUP). Con la delibera n. 1941 dalla Giunta Provinciale il 12 ottobre 2018 è in vigore il terzo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche del P.U.P.

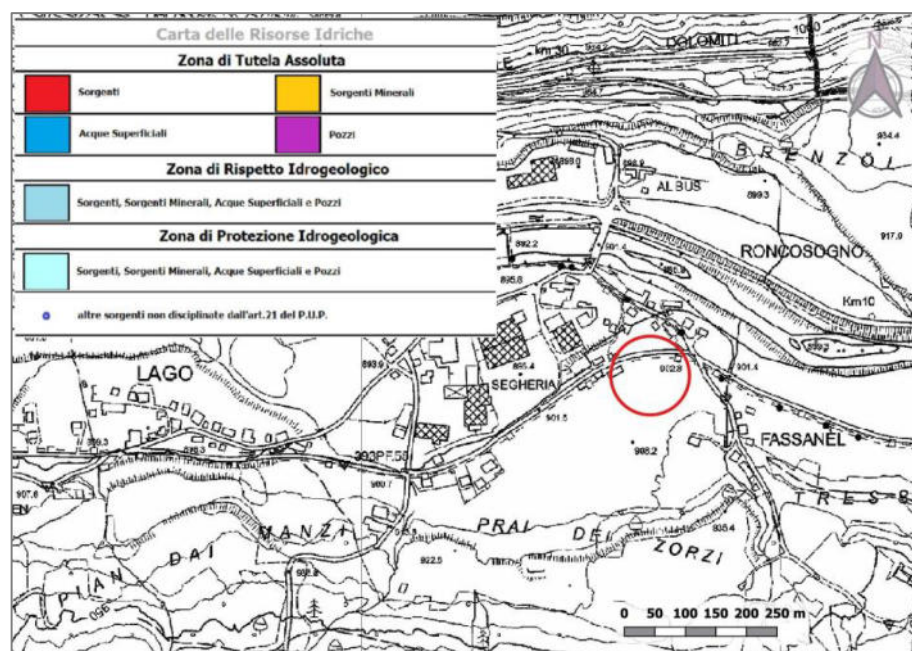


Immagine 8: Carta delle Risorse Idriche del PUP

### 3 ANALISI DEL RISCHIO GEOLOGICO

L'Ordine dei Geologi del T.A.A. ha emanato una specifica circolare contenente le “**Direttive operative**” per poter redigere correttamente il presente documento.

Le incertezze geologiche possono essere legate, per esempio, all'eterogeneità e repentina variabilità delle caratteristiche dei terreni indagati con conseguente impossibilità di eseguire analisi dirette sistematiche se non a costi particolarmente rilevanti e non più congruenti con la progettazione da sviluppare. Oppure ancora dalla difficoltà/impossibilità di accedere a parte dei siti da indagare per problemi orografici, dai tempi rilevanti necessari per studiare fenomeni lenti, dalla necessità di applicare il metodo osservazionale, dalla difficoltà di prevedere uno schema di circolazione idrica ipogea particolarmente complesso, ecc.

La variabilità e l'incertezza che si può incontrare in fase di realizzazione dell'opera, derivate dall'impossibilità di fare delle valutazioni geologiche assolutamente attendibili del sito, deve essere definita attraverso l'**Indice di Rischio Geologico**. Questo parametro può essere quantificato attraverso una matrice (vedi figura 1) contenente due variabili:

1. il grado di affidabilità del modello geologico esecutivo secondo tre livelli: alto, medio, basso (a cura del geologo)
2. la capacità di compensazione della variabilità geologica da parte delle soluzioni progettuali adottate, secondo tre livelli: alta, media, bassa (a cura del progettista responsabile)

Sulla base del grado di affidabilità del rischio geologico e della capacità di compensazione della soluzione progettuale con la matrice di figura 1 si ottiene il livello di rischio geologico stimato.

#### INDICE DI RISCHIO GEOLOGICO

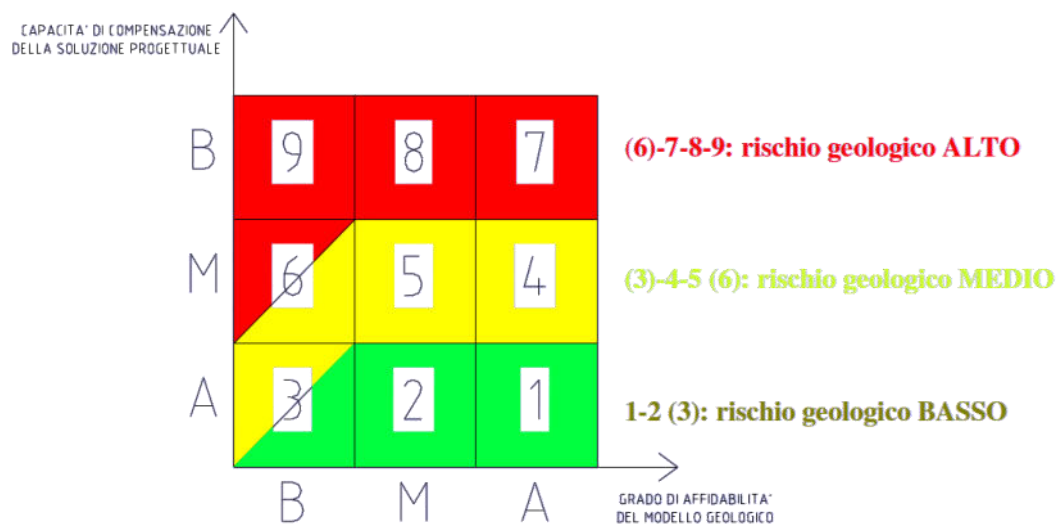


Immagine 9: la matrice proposta per l'indice di rischio geologico

Sulla base di ciò, la percentuale dell'importo di progetto da destinare ai possibili incrementi di costo dell'opera e agli oneri per la predisposizione degli elaborati di natura geologica è determinata secondo i seguenti procedimenti:

1. **Rischio geologico basso:** nessun costo aggiuntivo;
2. **Rischio geologico medio:** la percentuale può essere determinata in modo discrezionale/forfetario
3. **Rischio geologico alto:** la percentuale deve essere determinata in modo analitico attraverso la definizione delle opere integrative potenzialmente necessarie e dei relativi computi metrici estimativi di massima



**Spetta al progettista responsabile, di concerto con il coordinatore della sicurezza** ove necessario, provvedere, sulla base delle indicazioni del geologo, alla predisposizione della stima percentuale forfetaria e/o alla definizione delle opere integrative potenzialmente necessarie e dei relativi computi metrici estimativi di massima.

La somma degli importi per le opere di compensazione e dei maggiori oneri per la predisposizione degli elaborati (aggiuntivi) di natura geologica (indagini e relazioni integrative) da valutarsi “in misura adeguata in relazione alla situazione di rischio, alle conoscenze dell'area interessata e all'importanza dell'opera da realizzare” determina la percentuale dell'importo di progetto per le infrastrutture da destinare ai possibili incrementi del costo dell'opera. Tale percentuale va indicata anche nel quadro economico di progetto.

Ai fini del processo di analisi del rischio geologico, vanno distinte le opere in linea dalle opere puntuali. Per le opere in linea è ammessa la quantificazione del rischio geologico nella misura massima del 10% dell'importo dei lavori. Per le opere puntuali tale limite massimo è pari al 5%. Percentuali maggiori comportano la rivasitazione del progetto.

### *3.1 Analisi del rischio geologico per il progetto in esame*

Per la redazione del progetto esecutivo è stata redatta nel febbraio 2023 una relazione geologica e geotecnica (a firma dell'Ing. M. Sontacchi) esecutiva di dettaglio con la descrizione delle caratteristiche geologiche del sito oggetto dell'intervento.

Per la ricostruzione del Modello Geologico e Geotecnico sono state utilizzate delle informazioni disponibili in bibliografia e realizzate nuove indagini geognostiche:

- ❖ Database sondaggi della Provincia Autonoma di Trento:
  - ✓ Sondaggio 2359
  - ✓ Sondaggio 2360
  - ✓ Sondaggio 4416
- ❖ Relazione geologica redatta dal dott. Geol. Del Din in data ottobre 2009 e maggio 2010 per il “Progetto definitivo dei lavori di adeguamento degli edifici del Centro del Fondo di Lago per i mondiali di sci nordico 2013” e contenente i risultati dedotti dalle seguenti indagini:
  - ✓ numero 2 stendimenti geoelettrici subortogonali tra loro (profondità raggiunta -12 m dal p.c.)
  - ✓ numero 2 ReMi (profondità raggiunta -15 m dal p.c.)
  - ✓ numero 3 sondaggi spinti a -15 m p.c.
  - ✓ SPT nei sondaggi
  - ✓ piezometro in un sondaggio
  - ✓ analisi chimiche dei terreni (maggio 2010)
- ❖ Relazione geologica e geotecnica redatta dal dott. Luigi Frassinella nel maggio del 2000 per la sistemazione del centro del fondo al Lago di Tesero e contenente i risultati dedotti dalle seguenti indagini:
  - ✓ Numero 2 sondaggi spinti fino a profondità comprese tra i 7,50 ed i 9 m dal p.c.;
  - ✓ SPT nei fori di sondaggio
  - ✓ Prova di permeabilità nel sondaggio S2
  - ✓ Installazione di 2 piezometri
  - ✓ Analisi di laboratorio
- ❖ Nuove indagini nel 2022:
  - ✓ Sondaggi stratigrafici S1 e S2 (recupero di carota) spinti alla profondità di -40 m dal p.c. attuale nell'area dove è prevista la struttura interrata;
  - ✓ prove SPT in foro nei sondaggi S1 e S2

- ✓ Raccolta campioni per analisi di laboratorio (granulometria, taglio diretto-prova triassiale, peso di volume) con campionatore Shelby nei livelli coesivi;
- ✓ Piezometro: nel sondaggio S2 è stato installato un piezometro fessurato nel tratto 3-5 m dal piano campagna utile ha misurare la falda nei terreni grossolani incoerenti;
- ✓ Prove di permeabilità: nel sondaggio S2 sono state eseguite nei terreni coesivi 3 prove di Lefranc per la stima della permeabilità: 19,5/20,5 25,5/26 e 34,5/35 dal p.c.
- ✓ Terre e Rocce da Scavo: realizzazione di 2 sondaggi B1 e B2 con recupero carota spinti alla profondità di 10 m dal p.c. con la ricostruzione di campioni di terreno per ogni metro di sondaggio (totale 20 campioni).
- ✓ Stendimento sismico tipo MASW integrata con un'indagine passiva HVSR: n. 2 prove MASW, abbinate a un'analisi HVSR per il calcolo del parametro Vs30 o Vseq, n. 2 indagini stratigrafiche a sismica a rifrazione.

Al termine dei sopralluoghi in sito e dello studio delle indagini e prove di laboratorio il Modello Geologico è comunque apparso piuttosto chiaro e ben definito:

**MODELLO GEOLOGICO:** successione sedimentaria di origine fluviale e fluvio-glaciale con spessore di diverse decine di metri formata da un livello superficiale di materiale grossolano incoerente di circa 5-5,5 m, a cui seguono alternanze di materiale a fine coesivo.

Le principali Unità litostratigrafiche sono:

**UNITÀ R:** livello superficiale di suolo con diffusa presenza di radici e componente organica in generale. Permeabilità da discreta a buona, spessore variabile tra 20 cm.

**UNITÀ A1<sub>sg</sub>:** depositi sciolti fluviali grossolani incoerenti con spessore variabile mediamente attestato tra i 5 e i 5,5 m. Si tratta di ghiaie, ghiaie poligeniche con ciottoli; nella porzione superficiale (da -0,20 cm fino a circa -2,5 m) ghiaia sabbiosa debolmente limosa. Acquifero superficiale con superficie impermeabile sull'interfaccia con la sottostante A2<sub>al</sub>.

**UNITÀ A2<sub>al</sub>:** depositi sciolti fluviali fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. L'interfaccia con la soprastante A1<sub>sg</sub> è irregolare ed è attestato attorno ai -5/5,5 m dal p.c. Questa unità insiste fino a -40 m di profondità. Si tratta di argille, limi argillosi da addensati a molto addensati. Permeabilità stimata attorno ai 10<sup>-5</sup> m/s

Il piezometro, finestrato per intercettare la presenza della falda freatica nell'acquifero A1<sub>sg</sub> segna la quota falda estremamente variabile attorno ai 3/5 m dal p.c. **con un livello medio estivo compreso tra 4 e 4,50 m di profondità.** La A2<sub>al</sub> funge da livello impermeabile di base della falda freatica il cui acquifero è quindi individuabile solo nella A1<sub>sg</sub>. Questa posizione fa sì che la falda sia decisamente superficiale e quindi fortemente influenzata dalla stagionalità con fluttuazioni del livello freatico piuttosto rilevanti.

Substrato roccioso stimato a oltre i 50 m di profondità.

Di conseguenza anche il modello geologico è parso piuttosto chiaro ed omogeneo:

#### UNITÀ GEOTECNICHE

**UNITÀ A1<sub>sg</sub>:** depositi sciolti fluviali, sabbia debolmente limosa con alternanze di ghiaia e sabbia grossolana. Spessore variabile di 2,20-2,40 m; seguono depositi sciolti fluviali incoerenti con spessore variabile attorno ai 2,9-3,1 m. Si tratta di ghiaie, ghiaie poligeniche con ciottoli. Spessore complessivo: 5,5 m.

- peso di volume [γ]: 18,5 - 19,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21,0-21,5 kN/m<sup>3</sup>
- angolo attrito interno di picco [φ]: 33°-35°
- coesione efficace [c]: trascurabile (resistenza al taglio a lungo termine)

- resistenza non drenata stimata [ $c_u$ ]: per brevi periodi di tempo: 5-10 kPa
- permeabilità stimata:  $5 \times 10^{-4}$  m/s.

**UNITÀ A2<sub>a</sub>**: depositi sciolti fluviale fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. Si tratta di alternanze di argille, limi argillosi. L'Unità è stata suddivisa nelle seguenti sub unità secondo la  $C_u$  proposta dalla correlazione di Terzaghi e Peck (1967), scegliendo il parametro più basso (o dati sono stati elaborati utilizzando il software Dynamic della Geostru e tabelle di calcolo proposte da geol. F. Cetraro autore del libro "Ingegneria geotecnica e geologica applicata" 2020-2021) e facendo riferimento alle correlazioni proposte dall'indagine geofisica:

**Subunità A2a<sub>a</sub>**: da 5,5 a 12 m, spessore 6,5 m. Nspt: 9,75

- o Classificazione AGI (1977): depositi consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 75-87 kPa

**Subunità A2b<sub>a</sub>**: da 12 m a 15 m, spessore 3 m. Nspt: 6,0

- o Classificazione AGI (1977): depositi consistenti, moderatamente consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 50,10 kPa

**Subunità A2c<sub>a</sub>**: da 15 m a 28,5 m, spessore 13,5 m. Nspt: 11,57

- o Classificazione AGI (1977): depositi consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 87-108 kPa

**Subunità A2d<sub>a</sub>**: da 28,8 m a 30 m, spessore 1,2 m. Nspt: 6,0

- o Classificazione AGI (1977): depositi moderatamente consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 50,10 kPa

**Subunità A2e<sub>a</sub>**: da 30 m a 36 m, spessore 6 m. Nspt: 14

- o Classificazione AGI (1977): depositi consistenti, molto consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 79-80 kPa

**Subunità A2f<sub>a</sub>**: oltre i 36. Nspt: 22

- o Classificazione AGI (1977): depositi molto consistenti
- o peso di volume [ $\gamma$ ]: 19,5-20,0 kN/m<sup>3</sup>, in condizioni sature: 21-22 kN/m<sup>3</sup>
- o resistenza non drenata [ $c_u$ ]: 183 kPa

Il Modulo di taglio per le unità A2<sub>aal</sub> e A2<sub>bal</sub> è stimato attorno ai 79500 kPa.

*Parametri resistenza in condizioni drenate.*

In condizioni drenata si fa riferimento all'angolo di resistenza al taglio, che sulla base delle prove geofisiche per questi terreni coesivi (le Unità A2) è valutabile attorno ai 24°/26° con una coesione efficace di 5 kPa.

## **STABILITÀ DEI VERSANTI**

L'intervento principale richiede lo sbancamento di poco più di 15000 m<sup>3</sup> di terreno sciolto e la posa delle fondazioni a circa 6/7 m dal p.c. Questo significa che durante i lavori di sbancamento si formeranno fronti di scavo temporanei con altezze comprese tra i 6 ed i 6,5 m. La relazione geologica e geotecnica impongono inclinazioni dei fronti temporanei tra i 50°-55° in assenza di falda. **Falda che è attestata tra i 4 ed i 4,5 m dal p.c. e che quindi dovrà essere drenata tramite la realizzazione di una trincea drenante a fondo scavo sul lato a sud e sui lati est ed ovest dello scavo.**



Gli scavi rimarranno inoltre aperti per il solo tempo necessario per la realizzazione dei muri strutturali dell'interrato.

Rifacendosi alla matrice di figura 1, si può affermare che il grado di affidabilità del modello geologico per le opere fondazionali è ALTO.

### **SCELTE E VERIFICHE FONDAZIONALI**

L'intervento principale riguarda la realizzazione del fabbricato interrato. Il progetto ha previsto la realizzazione di una platea di fondazione impostata a circa 6-6,5 m dal p.c. attuale.

La scelta di questo tipo di fondazioni, ben conosciute, collaudate e di ampio utilizzo, fornisce ottime garanzie per la stabilità del fabbricato e la gestione dei cedimenti. Sono pertanto ampiamente compatibili con il modello geologico e geotecnico del sottosuolo.

Rifacendosi alla matrice di figura 1, si può affermare che il grado di affidabilità del modello geologico per le opere fondazionali è ALTO.

### **INTERFERENZA CON LE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI**

Non si segnalano interferenze con le acque superficiali (assenza di reticolo idrografico).

Per quanto riguarda la falda è possibile che gli scavi raggiungano l'acquifero superficiale attestato a 4-4,5 m dal p.c. secondo le misurazioni effettuate con il piezometro a fine estate 2022. **Il piezometro è ancora attivo per cui è possibile un ulteriore monitoraggio prima dell'inizio dei scavi.**

La prevista trincea a livello del fondo scavo sui lati di monte e laterali andrà ad intercettare la falda gestendo il livello piezometrico evitando accumuli di acqua sul fondo dello scavo.

La falda acquifera rimane comunque soggetta a fluttuazioni stagionali che possono fare alzare la superficie piezometrica anche a circa 3-3,5 m dal p.c. seppur per brevi periodi.

Rifacendosi alla matrice di figura 1, si può affermare che il grado di affidabilità del modello geologico per l'iterazione con le acque sotterranee e superficiali è MEDIA.

### **ASPETTI AMBIENTALI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)**

In fase progettuale è stata realizzata una campagna di compatibilità ambientale con la raccolta e l'analisi di campioni terre e rocce da scavo. Le analisi hanno escluso contaminazioni del sito:

#### **Campioni raccolti dal sondaggio B1.**

Dalla carota di sondaggio sono stati prelevati n. 9 campioni nell'intervallo -0,50/9,50 m dal p.c. Ogni campione rappresenta 1 metro di carota.

I campioni da 0,5 m a 2,5 m e da 5,5 m dal p.c. fino ai 9,5 m risultano rispettati tutti i limiti CSC imposti dalla Col. A e Col. B della Tab. 1 All. 5 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (si ricorda che la Colonna A fa riferimento a siti ad uso verde pubblico e provato e residenziale, mentre la Colonna B si riporta limiti in riferimento a siti ad uso commerciale e industriale).

**I campioni da 2,5 a 5,5 m** dal p.c. segnalano sforamenti nel Cobalto. In particolare nel campione 2,5-3,5 m dal p.c. il Cobalto segna un valore di 65 mg/Kg a fronte di valori CSC pari a 250 mg/Kg (Col. B) e 20 mg/Kg (Col. A.), nel campione 3,5-4,5 m dal p.c. il Cobalto si attesta a 23 mg/Kg ed infine nel campione 4,5-5,5 m dal p.c. il Cobalto segna un valore di 699 mg/Kg. Questi sforamenti si concentrano su questi 3 campioni consecutivi e non risultano in nessun'altra analisi nemmeno nel sondaggio B2.

Questo superamento di cobalto può essere messo in relazione all'attività di sondaggio. Il titolare della Geoland Srl (geol. Stefano Valle), impresa che ha eseguito le perforazioni, afferma infatti che "*i prismi in widia (taglienti) delle*

*corone che usiamo, non sono altro che polvere di tungsteno sinterizzata in amalgama metallica (cobalto). Quindi è molto probabile che durante il carotaggio o fasi di rivestimento, parti delle placchette/prismi delle corone in widia possano ritrovarsi nel terreno carotato, dovuto alla rottura e/o consumo delle placchette stesse". Da una ricerca nel web si è inoltre appurato che il cobalto è presente nelle leghe metalliche utilizzate nella costruzione degli utensili da perforazione (come i widia appunto).*

Visto quindi che il superamento fa riferimento solo a 3 campioni consecutivi e preso atto che nell'area di studio non sono mai state presenti attività che potessero contaminare il suolo con il cobalto, appare ragionevole supporre che il superamento per questo elemento dei limiti è legato all'attività di carotaggio eseguita per la ricostruzione delle stratigrafia del sito.

Da segnalare infine che per i 2 campioni superficiali (da 0,5 a 2,5 m dal p.c.) si è anche optato per la realizzazione del test di cessione che ha dato risultato di conformità per il campione da 1,5 a 2,5 m, mentre per il campione tra 0,5 e 1,5 m dal p.c. ha segnalato un leggero sforamento del piombo con un valore di 10 µg/L su un limite di 11 µg/L ma con un incertezza dichiarata del laboratorio pari a  $\pm 1,5$  µg/L. Si tenga presente che comunque nessuno dei 2 campioni conteneva materiali antropici.

#### Campioni raccolti dal sondaggio B2.

Dalla carota di sondaggio sono stati prelevati n. 9 campioni nell'intervallo -0,50/9,50 m dal p.c. Ogni campione rappresenta 1 metro di carota.

I campioni da 0,5 m a 2,5 m e da 5,5 m dal p.c. fino ai 9,5 m risultano rispettati tutti i limiti CSC imposti dalla Col. A e Col. B della Tab. 1 All. 5 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (si ricorda che la Colonna A fa riferimento a siti ad uso verde pubblico e provato e residenziale, mentre la Colonna B si riporta limiti in riferimento a siti ad uso commerciale e industriale).

Tutti i campioni risultano conformi compresi i 2 test di cessione per i 2 campioni superficiali.

Relativamente ai superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione per il parametro cobalto riscontrato in 3 campioni del sondaggio S2, si riporta il parere di APPA in merito alla Conferenza dei Servizi Decisoria:

***"pur risultando condivisibile l'asserita contaminazione legata all'impiego di carotieri dotati di corone in WIDIA, si chiede che prima della gestione come terre e rocce dei terreni ricadenti nell'intorno del sito di esecuzione di tale sondaggio vengano preventivamente sottoposti a nuovo campionamento ed analisi con i criteri prescritti dal DPR 120/2017".***

**Pertanto preventivamente alla gestione degli prodotti di scavo limitrofe al S2 come terre e rocce è necessario venga previsto un nuovo campionamento ed analisi come da DPR 120/2017**

Rifacendosi alla matrice di figura 1, si può affermare che il grado di affidabilità del modello geologico per l'iterazione con le acque sotterranee e superficiali è ALTO.

## 4 CONCLUSIONI

Il presente elaborato costituisce il documento di “Analisi del rischio geologico” redatto ai sensi dell’art. 15 del D.P.P. 11 maggio 2012, N. 9-84/LEG. (*Regolamento di attuazione della legge provinciale 10 settembre 1993, n. 26 concernente “Norme in materia di lavori pubblici di interesse provinciale e per la trasparenza negli appalti”*).

Per ogni elemento di carattere geologico è stato definito il grado di affidabilità del modello geologico utilizzando la scala cromati proposta nella matrice del rischio:

	AFFIDABILITA' MODELLO GEOLOGICO		
STABILITA' FRONTI DI SCAVO	1	-	-
TIPOLOGIA FONDAZIONI	1	-	-
ACQUE SOTTERRANEE	2	-	-
ASPETTI AMBIENTALI	1	-	-

In sintesi, per quanto riguarda l’affidabilità del modello geologico, è possibile quindi quantificare l’indice complessivo come **Rischio Geologico BASSO**.

Per quanto sopra esposto, gli elementi analizzati NON necessitano quindi di interventi di compensazione in quanto gestibili entro le previsioni del progetto esecutivo.

Si ricorda che le situazioni sopravvenute in corso d'opera, che non siano state preventivamente considerate nel presente documento di analisi del rischio geologico, ove non costituiscano errore di progetto, sono considerate “imprevisti geologici” ai fini dell’articolo 51, comma 9, della legge.

Il Geologo

Dott. Mirko Demozzi

