



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
UF3 - VARIANTE n.1

FASE PROGETTO :

PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA :

GEOLOGIA

TITOLO TAVOLA :

RELAZIONE GEOLOGICA

C. SIP:

E-90/000

C. SOC:

5360

SCALA :

1:100

FASE PROGETTO :

VAR1

TIPO ELAB. :

R

CATEGORIA :

340

PARTE D'OPERA :

UF3

N° PROGR.

01

REVISIONE :

REV.0

PROGETTO ARCHITETTONICO:
PROGETTO STRUTTURE :
PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:
STUDIO DI COMPATIBILITA' OPERA DI PRESA AVISIO:

ing. **Giordano FARINA**

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:

ing. **Renato COSER**

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. **Marco GELMINI**

RELAZIONE GEOLOGICA:



geol. **Mirko DEMOZZI**

PIANO DELLE SERVITU':

geom. **Luca FAIO**

Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :

ing. **Matteo D'IGNAZIO**

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:

ing. **Gabriele DEVIGILI**

CSP:

ing. **Fabio GANZ**

STUDI DI COMPATIBILITA' AREA PISTE:

ing. **Matteo GIULIANI**

RELAZIONE ACUSTICA:

tec. **Lorenzo TOMASELLI**

RELAZIONE FORESTALE:

dott. **Enrico TONEZZER**

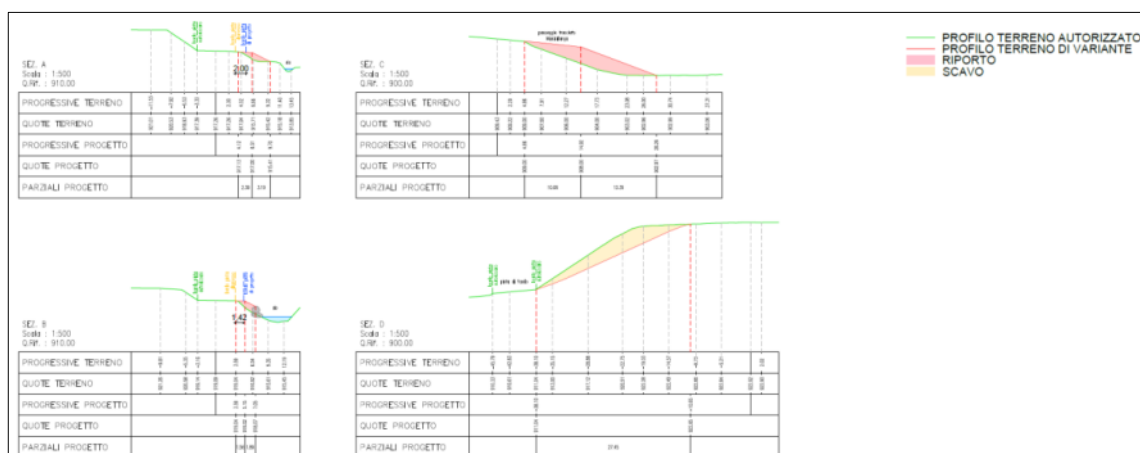
NOME FILE : 5360_PER340-1_relazionegeologica_VAR01

DATA REDAZIONE : **GENNAIO 2025**

1 VARIANTE N. 1

I lavori di adeguamento al progetto inseriti nella Variante 1 si focalizzano principalmente su alcuni interventi di modifiche alla morfologia del terreno nello stato autorizzato.

Di seguito le sezioni di progetto:



Si tratta di scavi e riporti di entità modesta che comunque rispettano le indicazioni di stabilità proposte nella relazione geologica.

La relazione geologica del progetto esecutivo, in particolare il modello geologico e le conclusioni e prescrizioni, rimangono quindi complessivamente validi e devono essere recepiti anche nel progetto di Variante.

In particolare di riporta il seguente paragrafo:

“Per quanto riguarda la modifica alla morfologia dei luoghi per i vari interventi di scavi e riporti necessaria a migliorare le piste si prescrive che:

- ✓ le nuove rampe dovranno essere tempestivamente rinverdate per evitarne l’erosione durante periodi di pioggia intensa o prolungata. Tra la semina e la crescita della copertura erbosa si ritiene necessario proteggere le nuove rampe con del geotessuto o fieno in modo tale da proteggere il terreno dall’erosione superficiale legata ai fenomeni temporaleschi;
- ✓ i rilevati lungo la pista potranno essere realizzati con l’utilizzo del terreno risultante dalle aree di scavo. La superficie di appoggio però dovrà essere preventivamente ed opportunamente scarificata (completa asportazione del livello superficiale di suolo ovvero della parte superficiale del terreno caratterizzata dalla presenza di apparati radicali e significativa presenza di materia organica che potrà quindi essere stoccato in cantiere e reimpiegato come ripristino della vegetale) formando una superficie di appoggio molto irregolare evitando di formare superfici lisce che potrebbero diventare piani di scivolamento preferenziali. E’ consigliata anche la creazione di gradonature alcune delle quali in contropendenza per il miglioramento dell’immorsamento dei materiali che verranno riportati. Il materiale di riporto per l’allargamento dovrà essere posizionato a strati (spessore massimo 30 cm) opportunamente compattati.
- ✓ I lavori dovranno essere programmati durante una **stagione non piovosa** e quindi durante un periodo nel quale i terreni risultino ben drenati

Digita qui il testo

- ✓ Tutti i fronti di scavo dovranno essere opportunamente protetti dall'erosione superficiale.

E' opportuno precisare, infine, che le verifiche tecniche discendono da una serie di assunzioni derivate dall'analisi del progetto e dalle indagini geognostiche di campagna eseguite dalle Imprese incaricate. Qualora tali assunzioni perdano parte del loro significato a causa di una non corrispondenza del progetto all'effettiva realizzazione delle opere, o per una difformità tra le risultanze delle indagini di campagna e la realtà del sottosuolo, le stesse verifiche perderebbero parte della loro attendibilità e dovranno pertanto essere aggiornate in corso d'opera.

Il Geologo

Dott. Mirko Demozzi



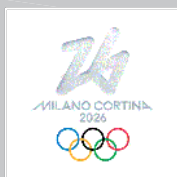


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
SERVIZIO OPERE CIVILI

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO
LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



Lavori di adeguamento dello
stadio del fondo a Lago di Tesero
UF4 - Nuova piste di skiroll

FASE PROGETTO:

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

CATEGORIA:

GEOLOGIA

TITOLO TAVOLA:

RELAZIONE GEOLOGICA

C. SIP:	C. SOC:	SCALA:	FASE PROGETTO:	TIPO ELAB.:	CATEGORIA:	PARTE D'OPERA:	N° PROGR.	REVISIONE:
E-90/000	5360		FTE	R	340	UF4	01	

PROGETTO ARCHITETTONICO:
PIANO DEGLI ESPROPRI:
CSP:

ing. Alessandro PEDERIVA

STUDI DI COMPATIBILITA' :

ing. Matteo GIULIANI

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. Marco GELMINI

RELAZIONE GEOLOGICA:



geol. Mirko DEMOZZI

FRAZIONAMENTO:

geom. Roberto PRETE

Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :

arch. Silvano TOMASELLI

Digita qui il testo

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:

ing. Gabriele DEVIGILI

NOME FILE: 5360_PFTER340-1_relazionegeologica

DATA REDAZIONE: OTTOBRE 2024

Sommario

1	PREMESSA	3
1.1	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PRINCIPALE	3
1.2	SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO.....	4
2	COROGRAFIA	6
3	CARTOGRAFIA ALLEGATA PIANO URBANISTICO PROVINCIALE	8
3.1	CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN BASE ALLE CARTE DELLA PERICOLOSITÀ.....	8
3.2	CARTA DELLE RISORSE IDRICHE	9
3.3	CARTOGRAFIA AGGIUNTIVA E ASPETTI AMBIENTALI	10
4	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	11
4.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
4.1.1	<i>Dati raccolti dalle indagini di lavori precedenti.....</i>	<i>11</i>
4.1.2	<i>Interpretazione stratigrafica di sintesi dei sondaggi</i>	<i>21</i>
4.2	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	21
4.3	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	26
4.4	MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI	32
5	DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	34
6	VARIAZIONE COEFFICIENTE DI DEFLUSSO E GESTIONE ACQUE	35
7	INDICAZIONI GEOLOGICHE PER FRONTI DI SCAVO, RAMPE E RACCORDI.....	41
8	CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI	45
8.1	PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI.....	47

1 PREMESSA

Su incarico del **COMUNE DI TESERO** lo scrivente ha redatto la presente relazione geologica a supporto del **PFTE** 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 4, nuove piste di skiroll**.

La **relazione geologica (NTC18)** ha lo scopo di definire il **modello geologico** del sito e valutare quindi le proposte progettuali e la loro compatibilità in relazione alle caratteristiche e pericolosità geologiche del sito in oggetto ed eventualmente prescriberne le necessarie modifiche o integrazioni così come previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”** e relativa **Circolare 2019** e dalla **Normativa Provinciale**.

Il lavoro è stato redatto nei mesi di settembre-ottobre 2024.

Nel suo complesso il lavoro espone i risultati ottenuti dai sopralluoghi di superficie effettuati dallo scrivente, dalla consultazione dei database e cartografie disponibili on-line presso il Servizio Geologico della Provincia di Trento, e da precedenti studi effettuati in sito o aree limitrofe.

Durante la stesura della relazione sono stati consultati in particolare anche i seguenti documenti:

- Relazione Geologica a firma dello scrivente a supporto del “Progetto definitivo ed esecutivo per i lavori di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero-Unità Funzionale 1 e 3;
- Studio di compatibilità a firma del Collega Geol. Luigi Frassinella del 2022 a supporto del progetto per le nuove piste di skiroll;
- Relazione Geologica a firma del Collega Geol. Marco Del Din del 2010 a supporto del progetto per la “Sistemazione piste da fondo ed impianto di innevamento-nuovo poligono di tiro a lago di Tesero”;
- Relazione Geologica a firma del Collega Geol. Marco Del Din del 2009 a supporto del “Progetto definitivo dei lavori di adeguamento degli edifici del Centro del Fondo di Lago per i Mondiali di sci nordico 2013”;
- Relazione Geologica e Geotecnica a firma del Collega Geol. Luigi Frassinella del 2000 a supporto del progetto per la sistemazione del centro del fondo a Lago di Tesero;

1.1 *Quadro normativo di riferimento principale*

Eurocodici di riferimento

- Eurocodice 7: Progettazione Geotecnica
- Eurocodice 8: Progettazione Strutture per la resistenza sismica

Nazionale

- Decreto 17.01.2018: Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Circolare alle NTC2018 n. 7 21/01/2019
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014" n. 164;

- D.L. 9 aprile 2008 n. 81: “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, N. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.L. 3 aprile 2006 n. 152: “Norme in materia Ambientale” e successive modifiche
- D.M. 11 Marzo 1988: “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

Provincia di Trento

- D.G.P. 1317 del 04/09/2020 e All. "Carta di sintesi della Pericolosità"
- D.G.P. 1681 del 14/09/2018 e All. "Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità"
- D.G.P. 1629 del 07/09/2018 e All. "Disposizioni tecniche per la predisposizione della CSP"
- L.P. 15/2015 per il "Governo del Territorio"
- L.P. 4 marzo 2008: “Piano Urbanistico Provinciale (Provincia Autonoma di Trento)”

1.2 Sintesi degli interventi previsti dal progetto

La pista di skiroll nel suo complesso verrà realizzata a partire dallo stadio del centro di fondo di Tesero e nella parte soprastante (verso sud) per uno sviluppo totale di 2250 m.

La larghezza della pista è prevista 4 m e segue sostanzialmente le piste invernali.

Per la realizzazione della pista si prevede di eseguire uno scavo superficiale della larghezza di 5 metri e spessore variabile tra i 40-50 cm per permettere la posa di una massicciata di fondazione in materiale arido con una finitura superficiale di materiale fino legante sopra il quale verrà steso un binder bituminoso. All'interno dello spessore della massicciata, a lato della pista, verrà disposto un cavidotto da 125 mm.

Il progetto prevede che il materiale scavato più terroso sia conferito in discarica autorizzata, mentre il materiale di ottima qualità sarà riutilizzato in cantiere.

A monte e a valle della pista saranno rispettate le rampe approvate per le piste da fondo, mentre in alcuni tratti sarà necessario realizzare delle scogliere in massi.



Immagine 1: planimetria generale con sovrapposizione alle piste da sci. La skiroll è il tracciato color grigio. Al centro l'area di tiro a segno con la piattaforma verso nord

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.

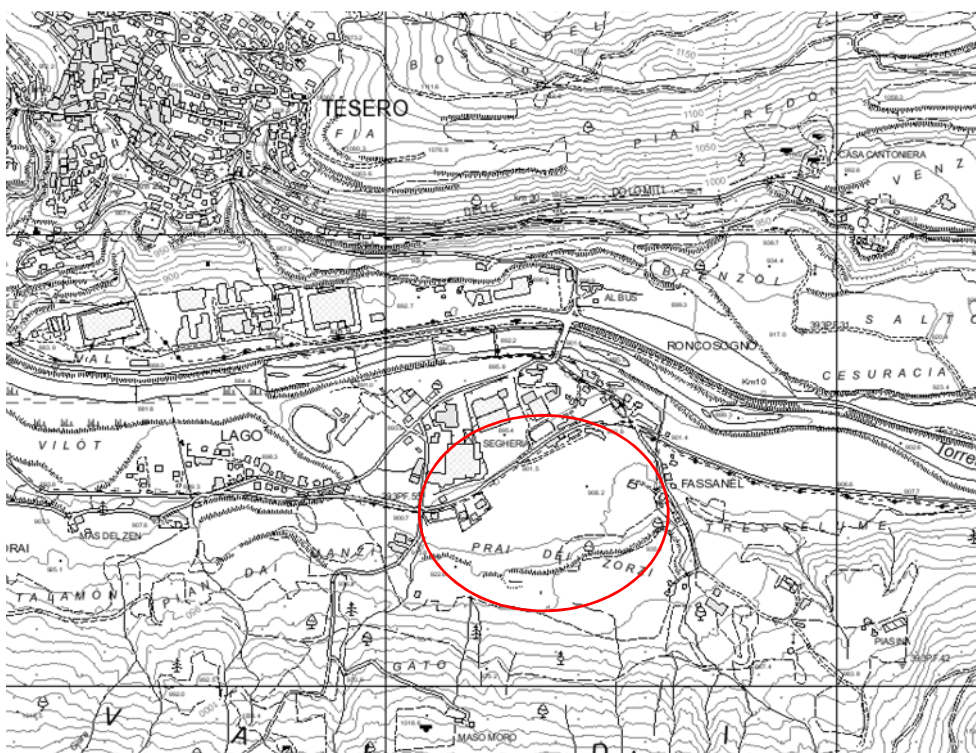


Immagine 2: inquadramento dell'area su Google Maps e su CTP. In rosso l'area di realizzazione delle nuove piste da skiroll



Immagine 3: panoramica dell'area d'intervento di sistemazione della pista.

3 CARTOGRAFIA ALLEGATA PIANO URBANISTICO PROVINCIALE

Di seguito sono riportate le cartografie del P.U.P., elaborate dai Servizi Tecnici della Provincia Autonoma di Trento, per valutare la classificazione dell'area in base alla Carta di Sintesi delle Pericolosità e la Carta della Risorse Idriche.

3.1 Classificazione dell'area in base alle Carte della Pericolosità

Come si evince dalla Carta di Sintesi della Pericolosità, elaborata dai Servizi Tecnici Provinciali, gli interventi ricadono in buona parte 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 e residua bassa HR2 e in minima parte a una problematica connessa a incendi boschivi trascurabile H1 e media H3. Il restante tracciato ricade in aree caratterizzate APP per fenomeni torrentizi** (art. 18 delle Norme di Attuazione del PUP).

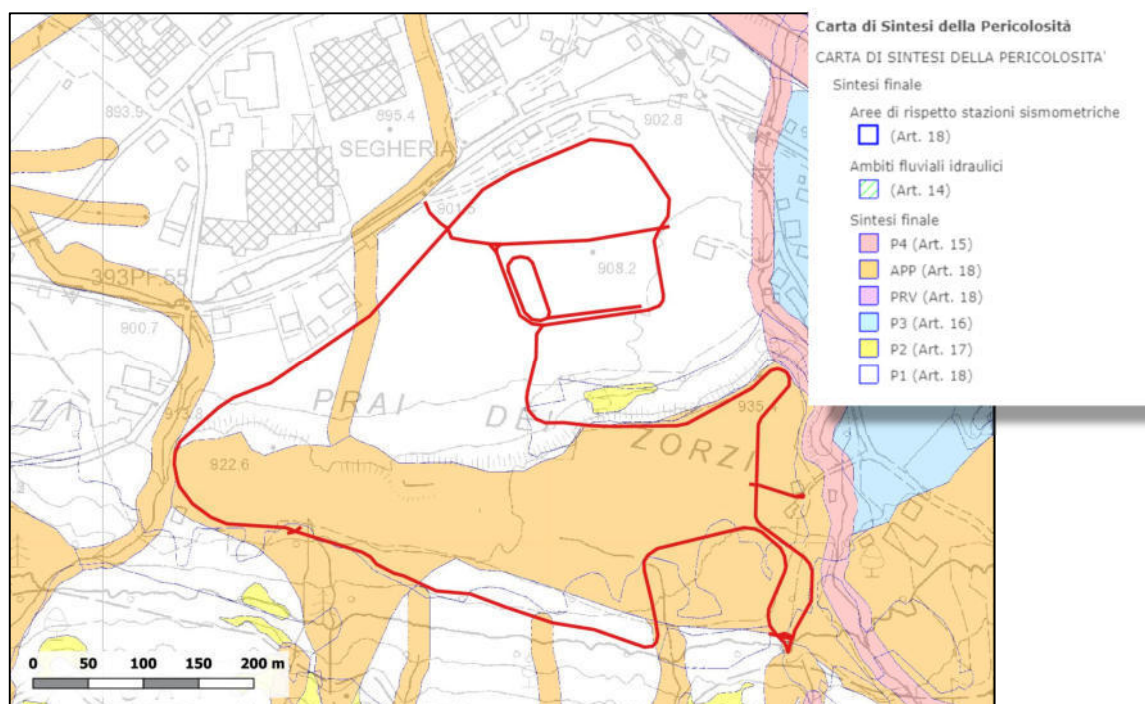


Immagine 4: estratto della Carta di Sintesi della Pericolosità. In rosso il tracciato della pista di skiroll.

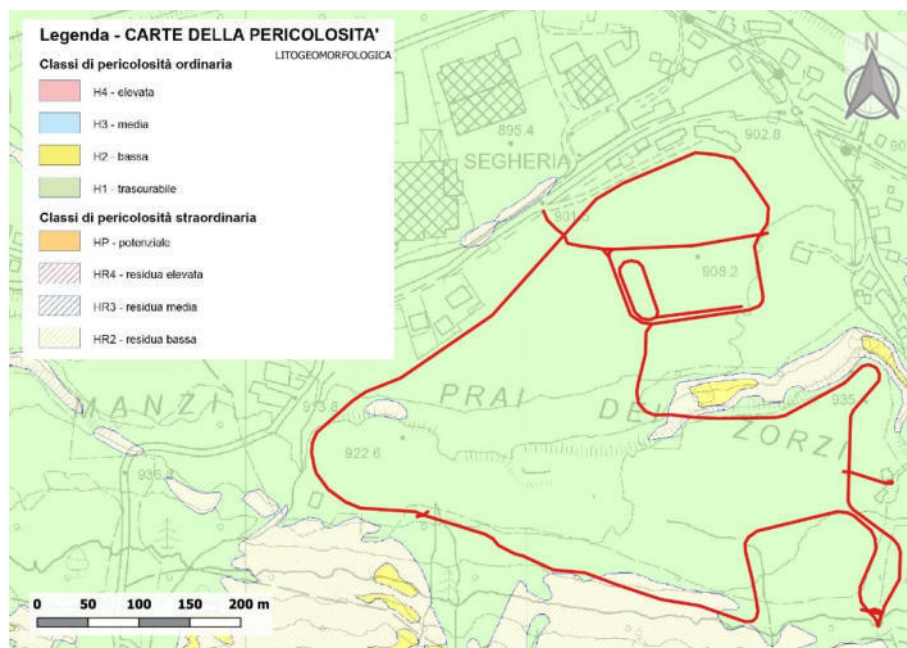


Immagine 5: estratto della Carta della Pericolosità – problematiche lito-geomorfologiche

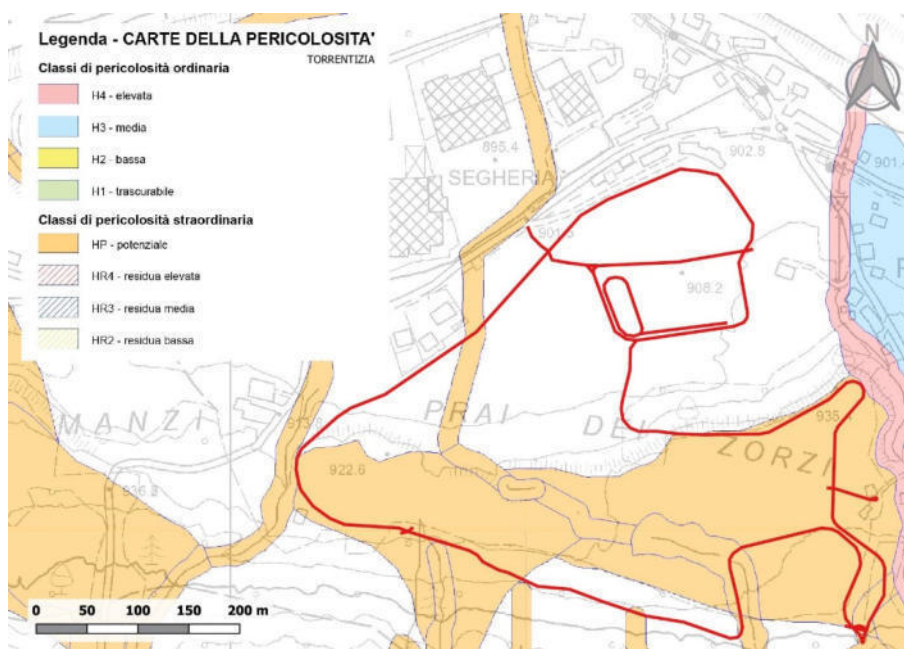


Immagine 6: estratto della Carta della Pericolosità – problematiche torrentizie

Per gli interventi che ricadono all'interno delle zone APP dovrà essere redatto un idoneo studio di compatibilità torrentizio come prescritto dall'Art. 18. Si rimanda pertanto al relativo studio di compatibilità per le indicazioni di merito.

3.2 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 7: Carta delle Risorse Idriche del PUP

3.3 Cartografia aggiuntiva e aspetti ambientali

Rispetto all'area di studio la tabella che segue riassume i principali aspetti ambientali e le eventuali interferenze con i luoghi in oggetto.

INTERFERENZE	ESENTE	AREE INTERESSATE
	✓	Macro-aree e aree con fondi naturali: approvate con DGP 1666/2009, nella quale sono possibili superamenti dei limiti di concentrazione nei terreni naturali, per alcuni metalli e metalloidi (arsenico, piombo, rame, zinco, etc.), fissati dalla Tabella 1, dell'Allegato 5, al Titolo V, della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.
	✓	Anagrafe dei siti da bonificare: siti contaminati o potenzialmente contaminati.
	✓	Area di attenzione per intenso sfruttamento della falda.

4 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

L'area di studio si trova nell'area dedicata agli sport invernali a sud est del paese di Tesero, nella frazione di Lago di Tesero, sul fondovalle della Val di Fiemme a quota 903 m slm su un'area da pianeggiante-subpianeggiante con pendenza omogenea inferiore al 10% verso NNO in aumento spostandosi verso Sud (zona piste) nella zona Prai dei Zorzi.

4.1 Indagini geognostiche

Per la ricostruzione del modello geologico dell'area in oggetto si è fatto riferimento ai dati raccolti in letteratura e da indagini pregresse realizzate in loco (giugno-luglio 2022) in occasione della progettazione per l'Unità Funzionale 3.

4.1.1 Dati raccolti dalle indagini di lavori precedenti

Le informazioni bibliografiche sono state ricavate dalle seguenti indagini:

- ❖ Database sondaggi della Provincia Autonoma di Trento:
 - ✓ Sondaggio 2359
 - ✓ Sondaggio 2360
- ❖ 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

Bibliografia database sondaggi PAT

Dalla consultazione del database “Sondaggi” della PAT è stato possibile prendere visione di una serie di sondaggi stratigrafici realizzati in occasione dei lavori della strada di fondovalle. La posizione dei sondaggi ubicati lungo il Torrente Avisio distano circa 250 metri a nord e a circa 700 metri nord-ovest dell'area di studio, rispettivamente per i sondaggi identificati con il codice 2359-2360 e 4416. Date le distanze dei sondaggi dalle zone di interesse dello studio, tali indagini non possono essere di riferimento

per la stratigrafia della zona d'intervento, ma permettono comunque di mostrare la sequenza di depositi e sedimenti che caratterizzano questo tratto della Val di Fiemme.

Di seguito si riportano quindi le immagini delle stratigrafie dei Sondaggi: 2359 e 2360 per la parte nord che si trovano limitrofi all'intervento di realizzazione dell'opera di presa lungo l'Avisio.

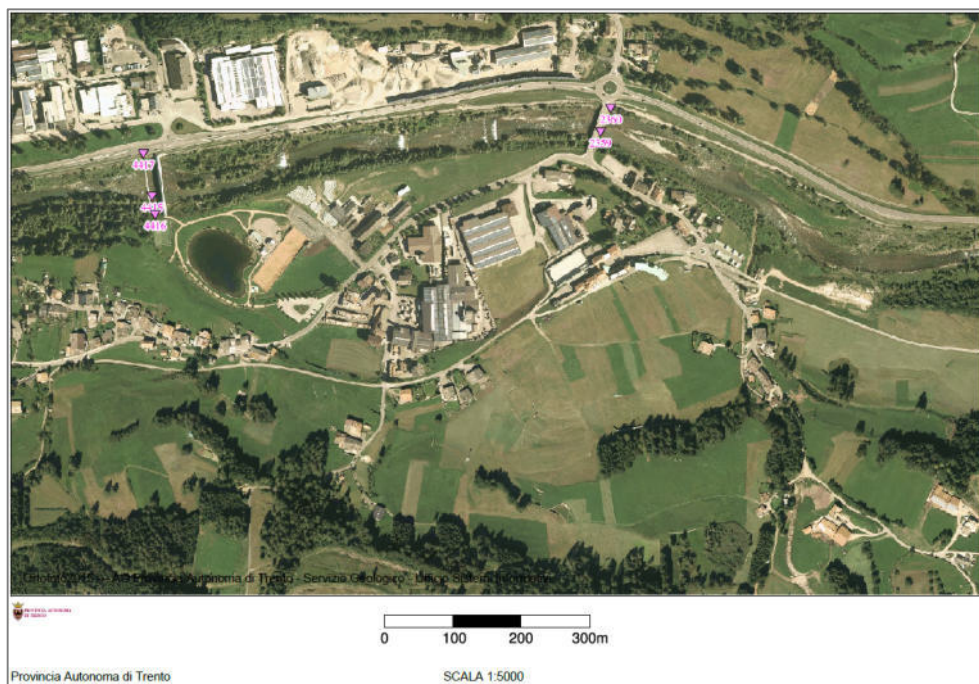
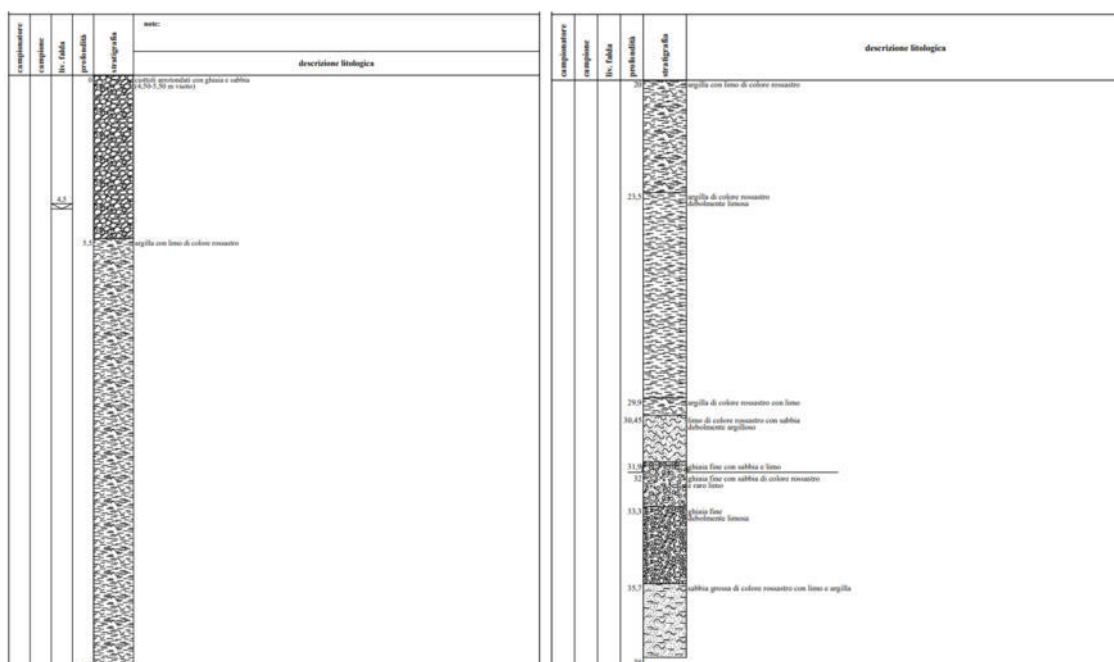
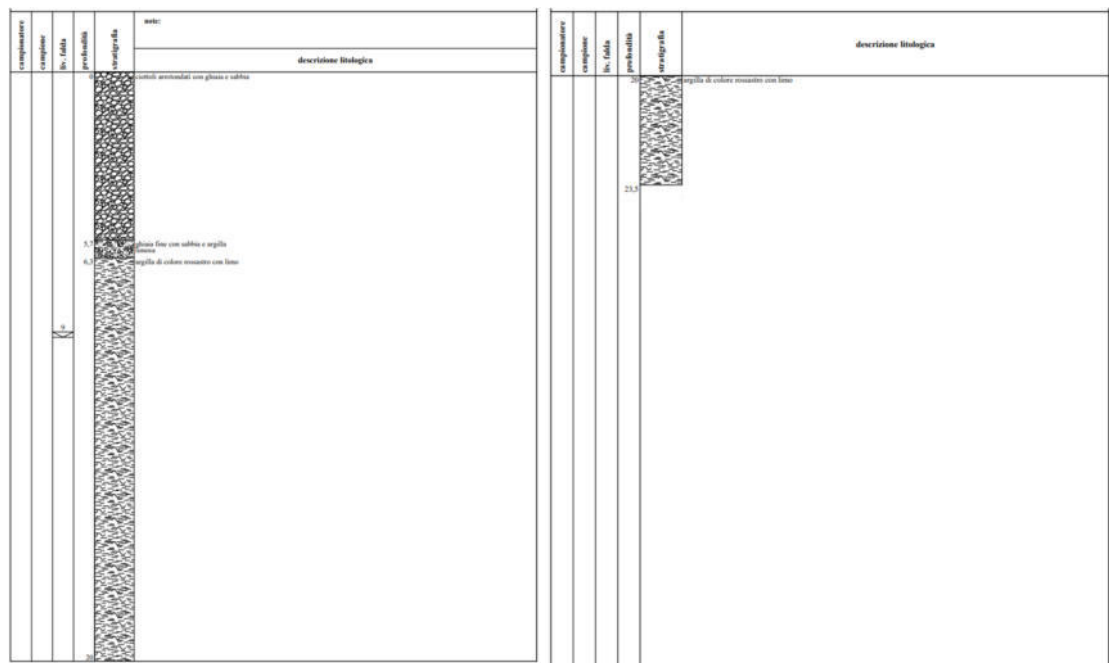


Immagine 8: Sondaggi consultabili nel database della PAT, in rosso la posizione della pista di skiroll

Sondaggio stratigrafico 2359: verticale, anno 1989, -38 m dal p.c.; alternanza di materiali grossolani (ghiaia e ciottoli) con livelli di ambiente a bassa energia o lacustre (argilla). Un importante interfaccia è segnalata a -5,5 m dal p.c. dove il deposito grossolano superficiale (ciottoli con ghiaia e sabbia) lascia il posto ad un potente banco (circa 25 m) di depositi coesivi (argilla con limo). La falda si attesta a una profondità di -4,50 m dal p.c.



Sondaggio stratigrafico 2360: verticale, anno 1989, -23,5m dal p.c.; alternanza di materiali grossolani (ghiaia e ciottoli) con livelli di ambiente a bassa energia o lacustre (argilla). Un importante interfaccia è segnalata a circa 6 m di profondità dove il deposito grossolano superficiale (ciottoli con ghiaia e sabbia) lascia il posto ad un potente banco (fino a fine sondaggio) di depositi coesivi (argilla con limo). La falda si attesta a una profondità di -9,00 m dal p.c.



Bibliografia relazione geologica Geol. Del Din

Nell’immagine seguente sono indicate le indagini geognostiche contenute nella relazione geologica del 2009 del Geol. Marco Del Din. Date le profondità dei sondaggi, tali indagini possono essere di riferimento solamente per i primi metri di stratigrafia a partire dal p.c.



Immagine 9: Indagini consultate dalla Relazione Geologica redatta dal Geol. Del Din

Sondaggio stratigrafico S1: verticale, installazione piezometro, -15 m dal p.c.; fino a 10,5 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -15 m dal p.c., delle argille con limo:

Quota (m)	Libraggio	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Resist. Totale N(100kPa)	Resist. Totale N(100kPa)	Compos.	Resist. Indicatore	Resist. Indicatore	Compos.	Fatto	Alte. prove	Alte. prove
1		ghiaia con sabbia												
2														
3														
4														
5														
6														
7						12/16/24								
8						7.50 PC								
9						25/27/rif.								
10						9.00 PC								
10.50			10.50			11/17/23								
11						10.50 PC								
12		argilla con limo				18/24/26								
13						12.00 PC					(RM)			
14						9/13/24								
15			15.00			13.50 PC								
											(CS)	13.50 3/5		
												15.00	15.00	

Sondaggio stratigrafico S2: verticale, -15 m dal p.c.; fino a 4,7 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -15 m dal p.c. argille con limo:

Quota (m)	Libraggio	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Resist. Totale N(100kPa)	Resist. Totale N(100kPa)	Compos.	Resist. Indicatore	Resist. Indicatore	Compos.	Fatto	Alte. prove	Alte. prove
1		ghiaia con sabbia												
2														
3														
4														
4.70			4.70											
5						13/18/22								
6		argilla con limo				6.00 PC								
7						31/46/rif.								
8						7.50 PC								
9						25/27/rif.								
10						9.00 PC								
11						4/6/8								
12						10.50 PA								
13						5/7/7								
14						12.00 PC								
15			15.00			9/11/9								
						13.50 PC					(RM)			
											(CS)	3/5		
												15.00	15.00	
												15.00		

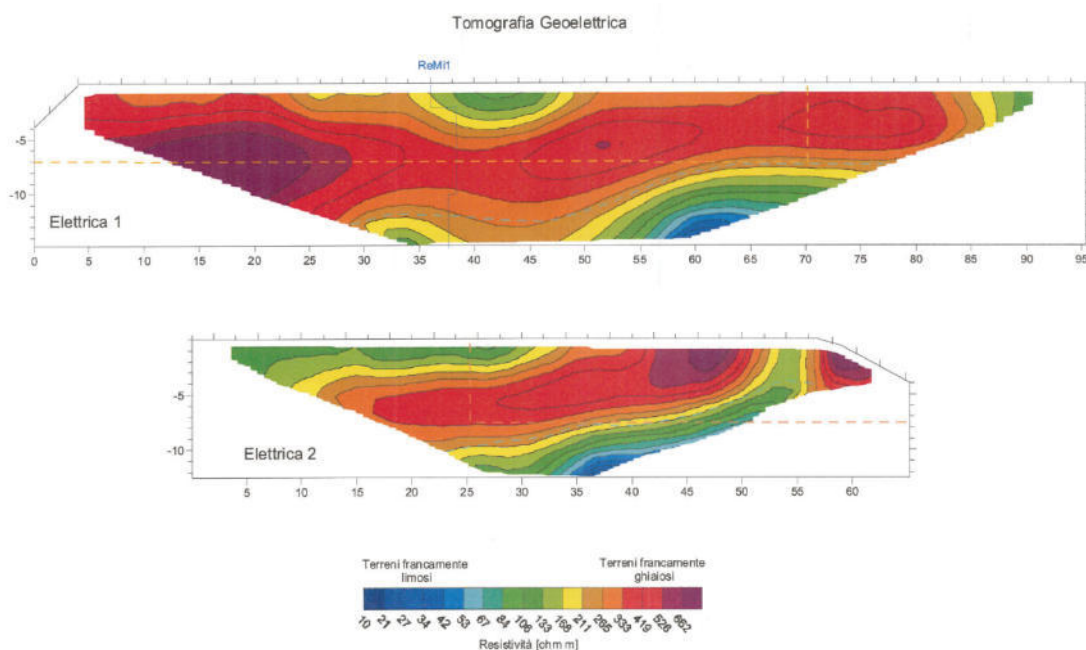
Sondaggio stratigrafico S3: verticale, -9 m dal p.c.; fino a 3,4 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -9 m dal p.c., delle argille con limo:

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carbaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Probet Test N°/cmq	Value Test N°/cmq	Commenti	Metodo penetrazione	Metodo penetrazione	Cost. Caricab.	Falso	Altre prove
1		ghiaia con sabbia			23/RIF.								
2					1.50 PC								
3			3.40		19/17/11								
4					3.00 PC								
5		argilla con limo			4/3/5								
6					4.50 PC								
7					2/3/5								
8					6.00 PC								
9			9.00		3/3/4								
10					7.50 PC								
					6/7/5				(RM)				
					9.00 PC				(CS)		3/5		
									9.00		9.00		
									9.00				

Da una rapida osservazione delle stratigrafie appare chiaro come il livello superficiale di ghiaia e sabbia riduca il suo spessore con l'avvicinarsi al Torrente Avisio.

L'indagine del 2009 segnala la presenza della falda a contatto con i livelli coesivi.

Questo modello stratigrafico è confermato anche dalle sezioni dei due stendimenti di tomografia elettrica: “si sono indagate le caratteristiche elettriche del sottosuolo definendo al morfologia del contatto ghiaie e limi individuando una superficie di erosione orientata nordest-sudovest con approfondimento della base delle ghiaie oltre i 15 m mentre la sponda settentrionale risale a 4 m in corrispondenza della pista ciclabile”.



Mediante le due linee Remi “si è invece caratterizzato il sottosuolo di fondazione calcolando i valori di Vs30 dai modelli verticali di velocità. In questi si riconosce l'inversione di velocità attribuibile all'evento

limoso compreso tra materiali più addensati. In particolare quelli inferiori hanno velocità elevate e si intercetta il bedrock a profondità di circa 70 m”.

I valori di Vs30 hanno permesso di individuare la classificazione sismica dei suoli di fondazione in categoria C.

Bibliografia relazione geologica Geol. Frassinella

Nell'immagine seguente sono indicate le indagini geognostiche contenute nella relazione geologica del 2000 del Geol. Luigi Frassinella. Date le profondità dei sondaggi, tali indagini possono essere di riferimento solamente per i primi metri di stratigrafia a partire dal p.c. Questi 2 sondaggi si trovano comunque più a nord-ovest rispetto all'area di studio nei pressi del lago di Tesero.

In questo caso le stratigrafie confermano la presenza di un livello superficiale di ghiaia e sabbia fino a – 3/4,5 metri dal p.c. a cui ancora una volta segue il solito livello coesivo di ambiente a bassa energia (limi e sabbie) fino a fondo foro. La falda è rilevata a – 1,3/1,6 m dal p.c.

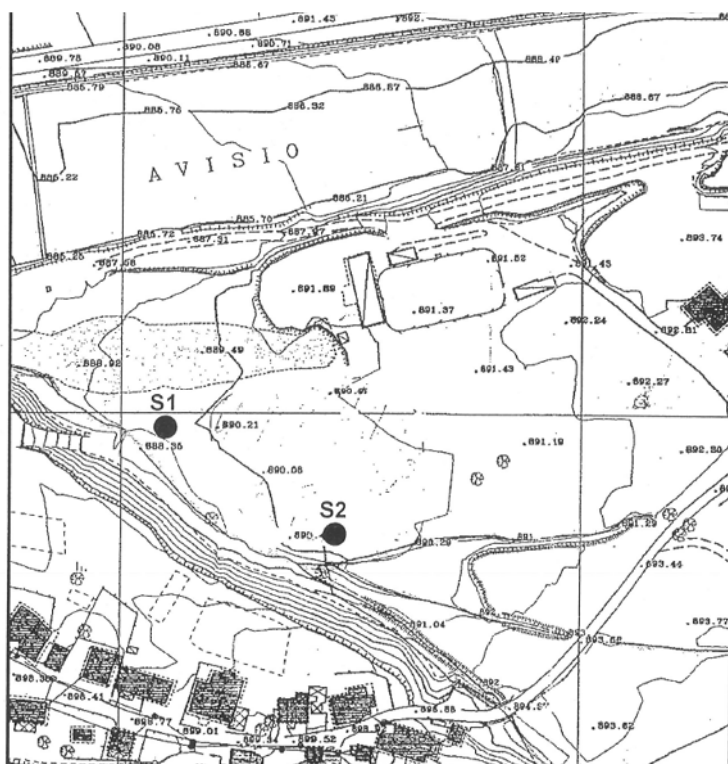


Immagine 10: i sondaggi del 2000

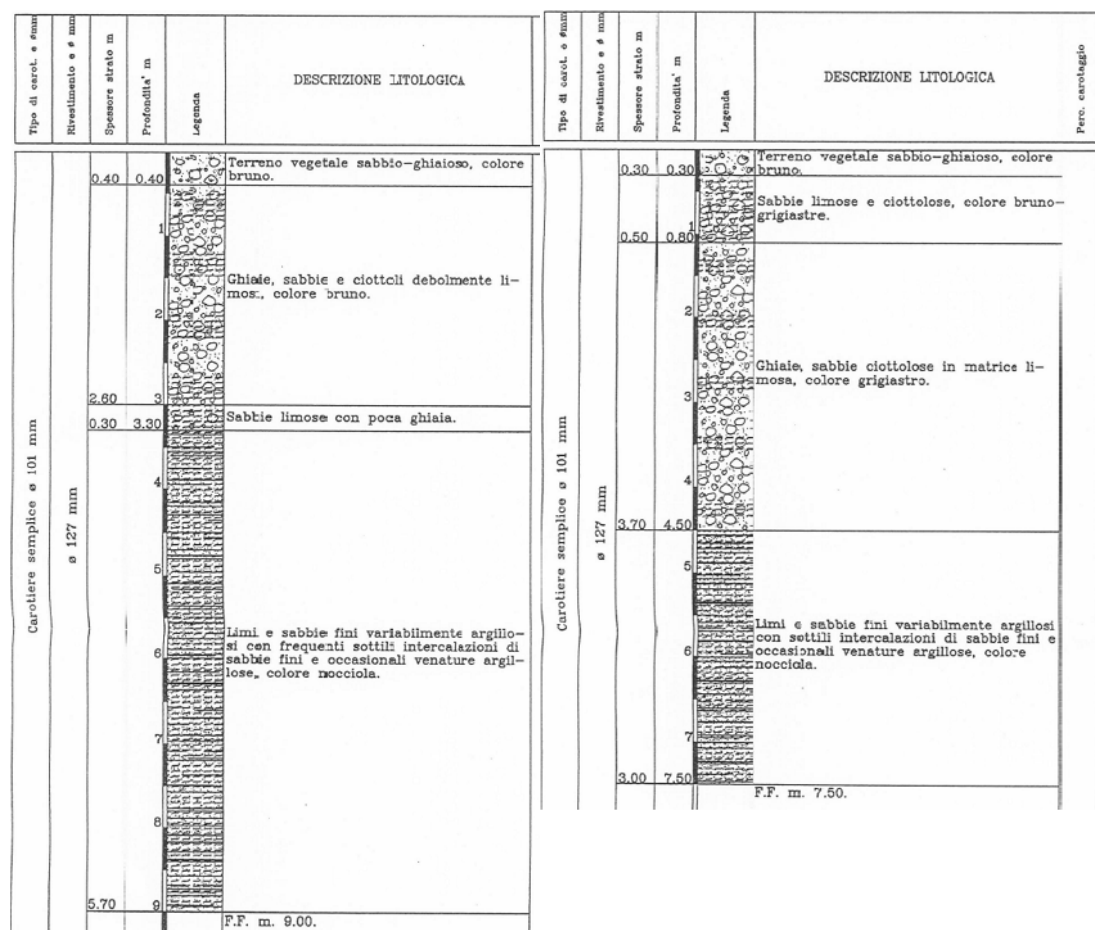


Immagine 11: stratigrafia dei 2 sondaggi

Bibliografia relazione geologica redatta dallo scrivente relativamente alle Unità Funzionali 1 e 2

Al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo in riferimento ai lavori previsti dal progetto della UF1 nei mesi di giugno e luglio 2022 si è realizzata una campagna geognostica supportata da prove di laboratorio che ha visto le seguenti attività:

- 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 secondo il seguente schema:
 - S1: 13 SPT a partire da -3 m dal p.c.
 - S2: 13 SPT a partire da 1,5 dal p.c.
- Raccolta campioni per analisi di laboratorio (granulometria, taglio diretto-prova triassiale, peso di volume) con campionatore Shelby nei livelli coesivi:
 - S1: 7 campioni a 9/9,5 m, 12/12,5 m, 18/18,6 m, 21/21,6 m, 24/24,6 m, 27/27,5 m, 30/30,5 m da p.c.;
 - S2: 7 campioni a 7,5/8 m, 10,5/11 m, 13,5/14 m, 16,5/17 m, 19,5/20 m, 22,5/23,1 m, 25,5/26,1 m, da p.c.;
- 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 m, 25,5/26 m e 34,5/35 m dal p.c.

- f) **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). I campioni sono stati ricostruiti prelevando diverse aliquote nel metro di riferimento dalle carote dei rispettivi 2 sondaggi.
- g) **Stendimento sismico tipo MASW integrata con un'indagine passiva HVSR:** n. 2 prove MASW, abbinate a un'analisi HVSR per il calcolo del parametro V_{s30} o V_{seq} , n. 2 indagini stratigrafiche a sismica a rifrazione.

Le prove di cui sopra sono state realizzate dalla Ditta Geoland Srl, mentre le analisi terre e rocce da scavo sono a cura del laboratorio chimico di Dolomiti Energia spa. Le prove geotecniche di laboratorio e l'indagine sismica sono a cura del laboratorio geotecnico del Servizio Geologico della PAT.

Di seguito si riassume la stratigrafia risultante dai carotaggi e dalla sismica a rifrazione.

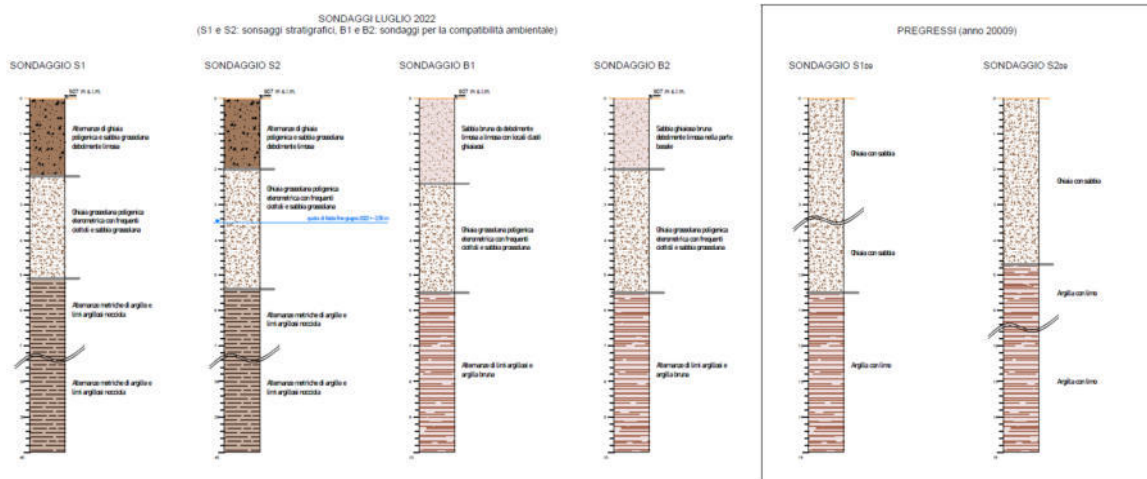
Sondaggi Stratigrafici S1 e S2

I sondaggi S1 e S2 sono stati spinti alla profondità di – 40 m dal p.c. localizzandoli nell'area dove è previsto l'interrato. Entrambe le stratigrafie, unite a quelle del 2009 (d'ora in poi nominate come S1₀₉ e S2₀₉), permettono una buona descrizione del modello geologico del sottosuolo.

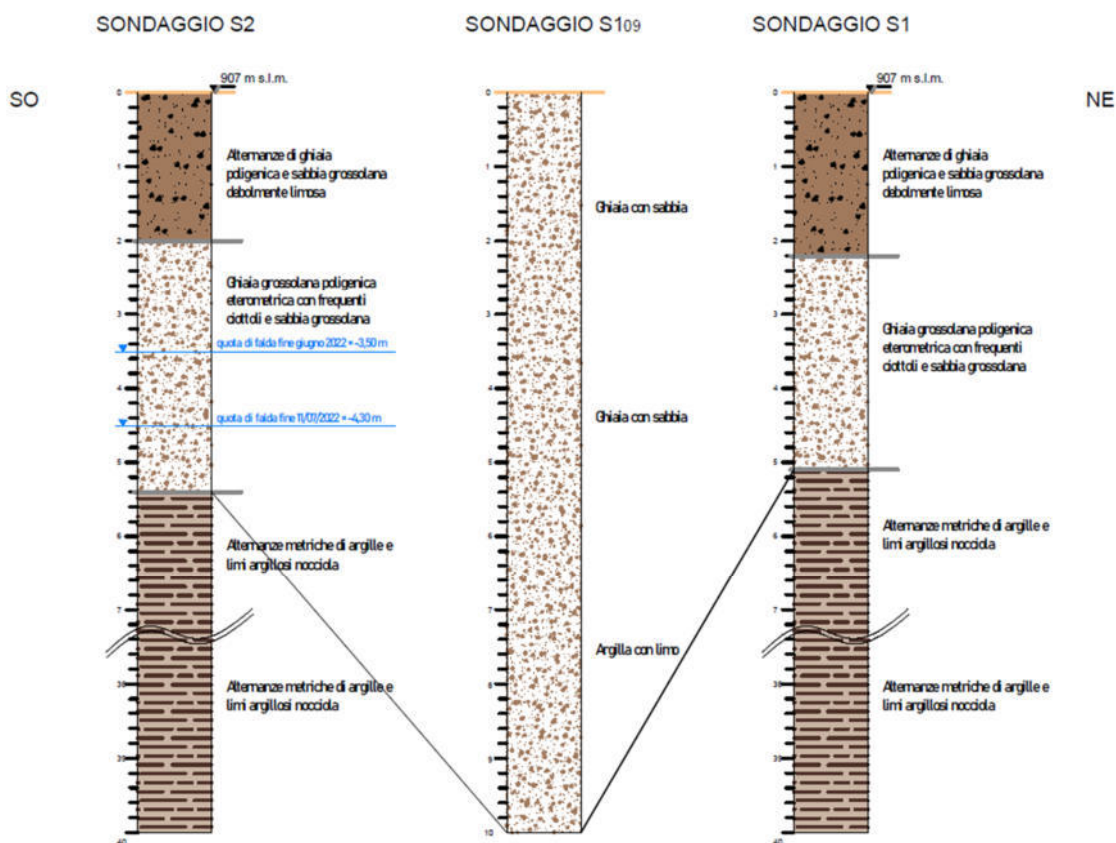


Immagine 12: corografia dei sondaggi S1, S2, S1₀₉ e S2₀₉

Di seguito lo schema generale dei sondaggi del 2022 (sono state inserite anche le stratigrafie dei sondaggi per la compatibilità ambientale B1 e B2) paragonati a quelli del 2009:

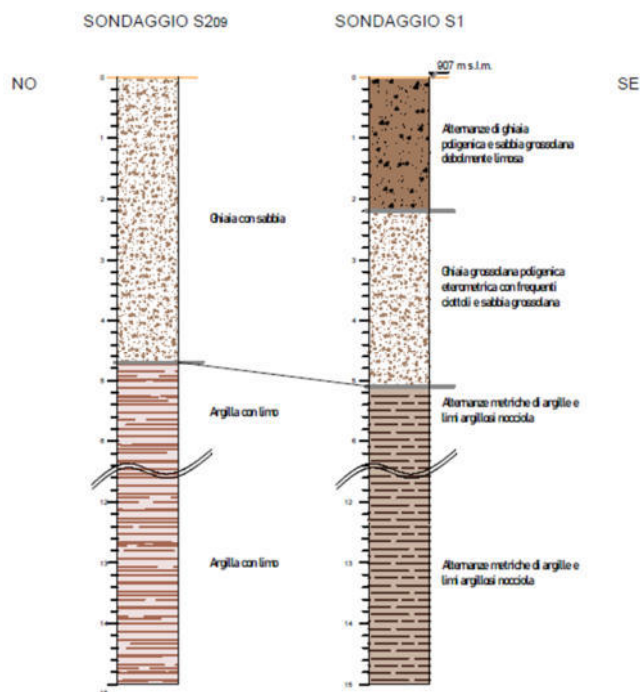


La Sezione geologica 1 orientata SO-NE (vedi figura precedente) risulta pertanto essere come di seguito:



Appare evidente l'anomalia stratigrafica tra il sondaggio S1₀₉ ed i sondaggi attuali S1 ed S2. Nel giro qualche decina di metri di sezione lo spessore dei sedimenti incoerenti varia da 5,10 (S1) e 5,40 (S2) metri ai circa 10 m del sondaggio S1₀₉. Da evidenziare che anche i sondaggi B1 e B2 (limitrofi rispettivamente a S1 e S2) confermano il letto del livello grossolano attorno ai 5-5,50 metri.

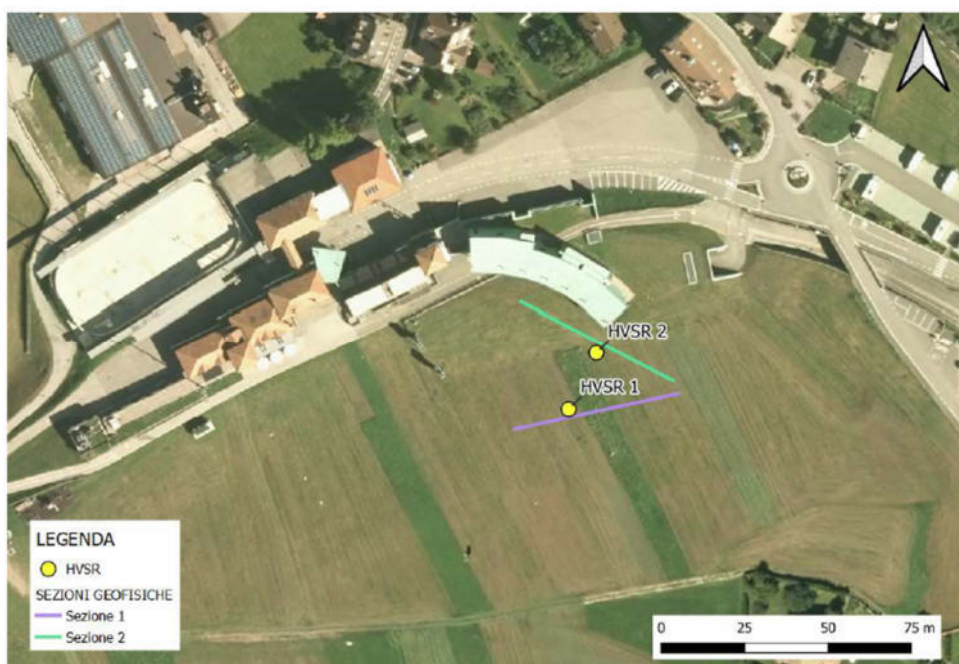
La Sezione geologica 2 orientata NO-SE (vedi figura precedente) risulta pertanto essere come di seguito:



Questa sezione mostra invece come il livello di materiale grossolano superficiale ha uno spessore di poco inferiore ai 4 metri verso nord e tende ad aumentare spostandosi verso sud ovvero verso l'area di intervento.

Sismica a rifrazione

L'indagine tomografica a rifrazione si è spinta fino ad una profondità massima di circa 25m dal p.c., ma non ha mostrato un chiaro contrasto di impedenza acustica riconducibile alla presenza di orizzonti a forte competenza sormontati da terreni meno addensati. Lo spessore delle ghiaie torrentizie non appare costante lungo la sezione, anche se occorre segnalare che la tecnica è debole nell'individuare possibili fenomeni di interdigitazione stratigrafica.



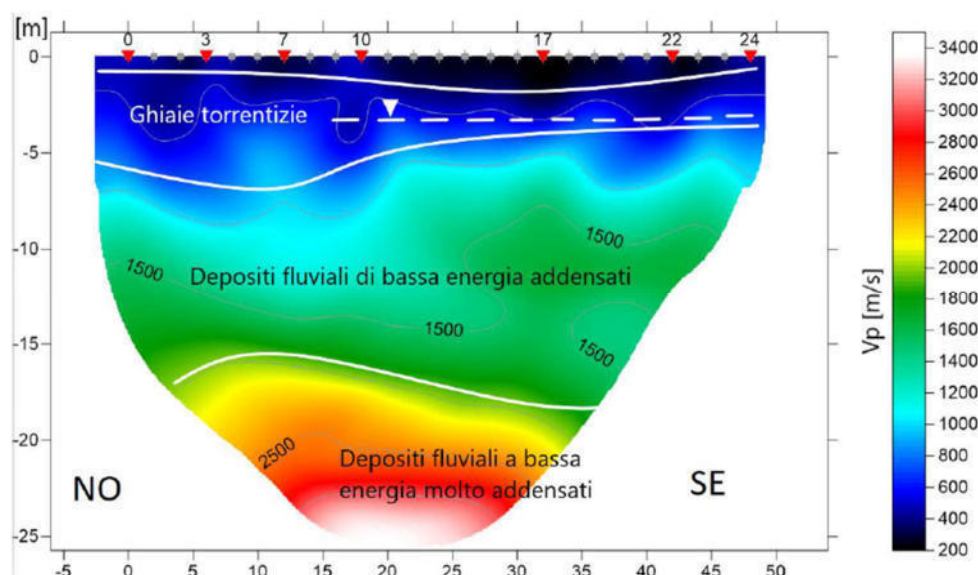


Immagine 13: tomografia sismica a rifrazione lungo lo stendimento geofisico n. 2

4.1.2 Interpretazione stratigrafica di sintesi dei sondaggi

Sulla base dei sondaggi stratigrafici presenti in letteratura e dei risultati della sismica a rifrazione, la stratigrafia del sottosuolo si può così schematizzare:

Profondità (m)	Descrizione	Unità stratigrafiche
da 0,00 a 0,20	Suolo superficiale organico, poco addensato	Unità R
da 0,20 a 5/5,5 m	depositi fluviali ad alta energia: ghiaia grossolana poligenica con ciottoli e sabbia. Nella parte alta alternanze di sabbia grossolana debolmente limosa	Unità A1 _{sg}
da 5/5,5 a 40,0 m	depositi fluviali, fluvio/glaciali di ambiente a bassa energia: alternanze metriche di argille e limi argillosi da addensati a molto addensati con l'aumento della profondità	Unità A2 _{al}

Questa stratigrafia è riferibile alla zona pianeggiante nei pressi degli edifici dello Stadio del Fondo.

4.2 Geologia e geomorfologia

Dal punto di vista geologico ci troviamo all'interno del Dominio Sudalpino (Alpi Meridionali) caratterizzato da rocce per lo più sedimentarie e vulcaniche, depositatesi per lo più nell'intervallo temporale compreso tra il Permiano (250-300 Ma) e il Cretaceo (60-70 Ma), ricoperte in modo discontinuo da depositi d'età Quaternaria di tipo glaciale, alluvionale o detritico (Neogene: 2-0 Ma).

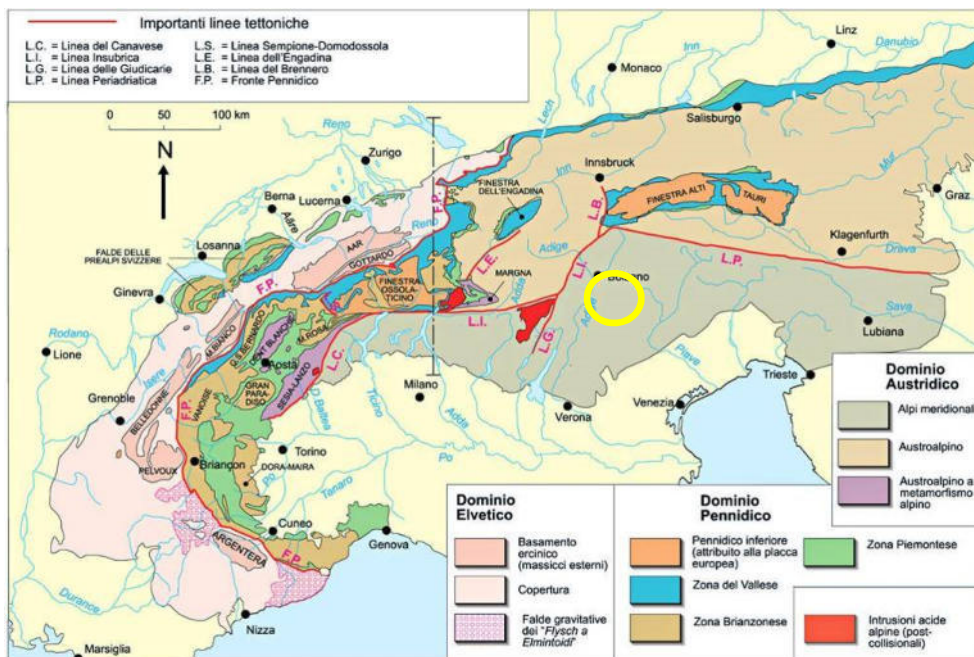


Immagine 14: Schema geologico della Alpi con indicazione dell'area di studio

L'area oggetto dello studio si colloca nel tratto distale del conoide del Rio Fassanel, sul ciglio dell'orlo di scarpata fluviale dettato dall'erosione del corso d'acqua principale del Torrente Avisio che scorre in direzione ovest poco più a nord con un dislivello di circa 7 m nel fondovalle. La caratteristica sagoma a "ventaglio" di questa struttura geomorfologica, orientata verso nord e nord-ovest, risulta in alcuni tratti interrotta da orli di scarpata creati dall'erosione dei torrenti all'interno dei depositi quaternari, formando dei terrazzamenti con pendenza topografica piuttosto omogenea e inclinazioni pressoché suborizzontali.

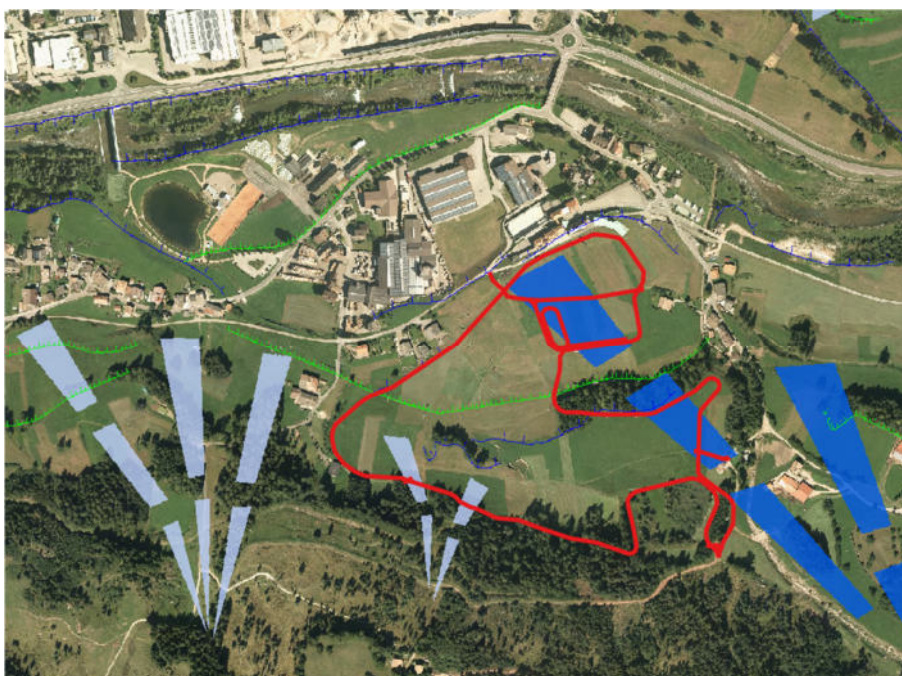


Immagine 15: area di studio su ortofoto PAT con carta geomorfologica PAT

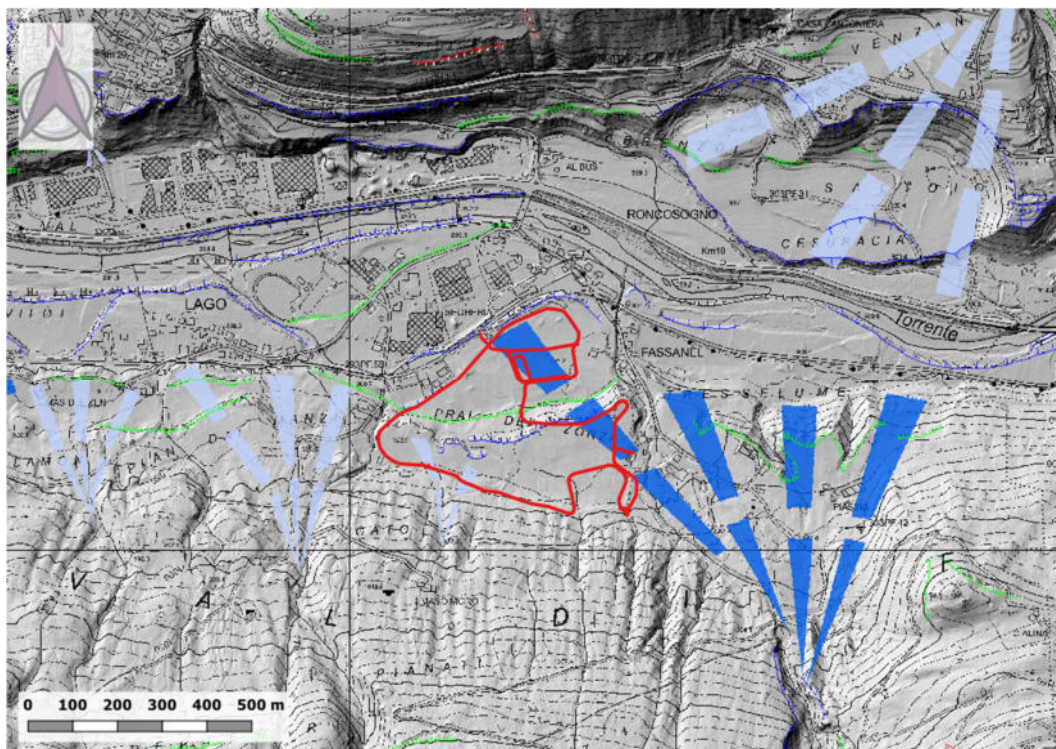


Immagine 16: area di studio su base DTM della PAT con carta geomorfologica PAT

I diversi conoidi presenti sul versante sinistro di questo tratto della Val di Fiemme si sono formati a seguito di periodici accumuli in passato di materiale misto derivante dal trasporto solido delle acque di piena (debris flow) e dall'apporto di tipo gravitativo e/o valanghivo proveniente dai vari impluvi presenti sul versante a sud. L'azione erosiva e alluvionale del Torrente Avisio ha invece cancellato parte della caratteristica forma del conoide, soprattutto nel tratto a est dell'area di studio, confermando pertanto una sicura frequente intercalazione tra i diversi depositi.

Le stratigrafie ricostruite dai sondaggi confermano questo modello mostrando una successione sedimentaria composta prevalentemente dai depositi misti, caratterizzati da alternanze di materiale incoerente di ambiente ad alta energia e di materiale più coesivo (argilla e limo) di origine alluvionale con un ambiente fluviale a bassa energia.

In considerazione dell'ubicazione del sito in esame, posto nella parte mediana e distale dei conoidi fino alle alluvioni terrazzate, e delle possibili modalità di deposizione del materiale (fasi di piena e di esondazione del torrente, e relative regressioni), ci si attende un'intercalazione tra i depositi a granulometria grossolana e i depositi alluvionali a granulometria fine spesso disposti a forma lenticolare. I sondaggi dimostrano come spostandosi verso nord, quindi passando dall'area distale del conoide ad un'area francamente più alluvionale, i depositi grossolani vanno rapidamente ad assottigliarsi a scapito dei depositi più fini che tendono quindi ad attestarsi sempre più vicini alla superficie topografica.

In linea generale il materiale derivante dal conoide presenta depositi misti di ghiaia e sabbia con blocchi di dimensioni eterogenee, più o meno arrotondati a seconda dell'entità del trasporto subito; la natura litologica degli elementi lapidei è varia e riferibile essenzialmente alle rocce sedimentarie e piroclastiche che si rinvencono nel bacino idrogeologico del torrente (arenarie, ignimbriti e lapilli tuff, anche se sono rinvenibili elementi diversi, provenienti verosimilmente da depositi glaciali rimaneggiati).

Presso le aree più a sud ovest del nuovo tracciato della pista di skiroll si osservano conoidi con estensioni minori e caratterizzati da materiali a granulometria più grossolana dettati dalla loro origine. Queste forme geomorfologiche sono formate da fenomeni di debris flow derivanti da processi di trasporto non selettivo ad alta energia nelle quali il fluido coinvolto porta in sospensione materiale a diversa granulometria e natura.

Spostandosi verso sud, i depositi legati alla messa in posto dei diversi conoidi si arricchiscono di una matrice fine più coesiva, determinando un abbassamento della permeabilità dei settori antistanti la fascia boschiva.

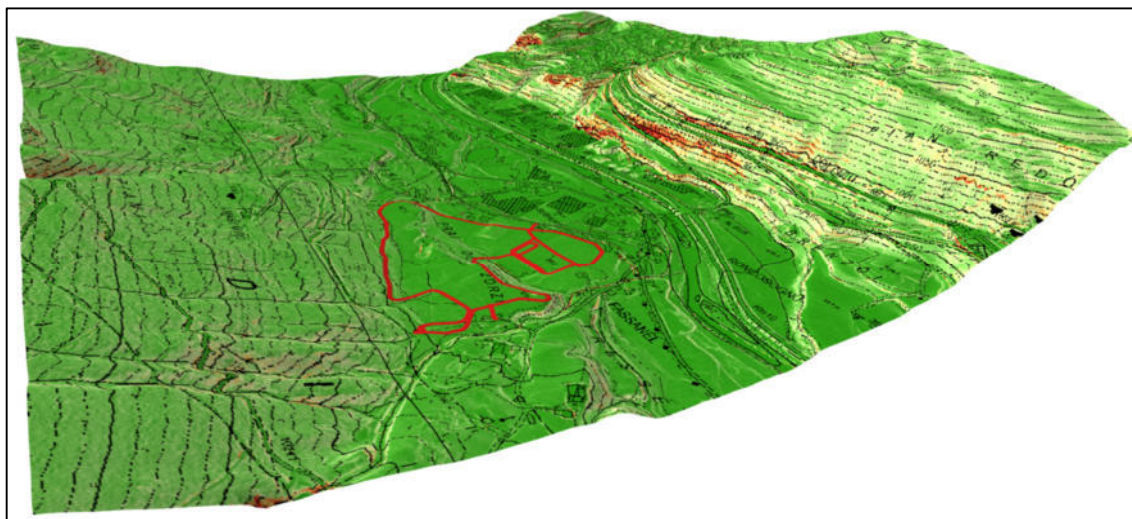


Immagine 17: pendenze con sovrapposizione CTP

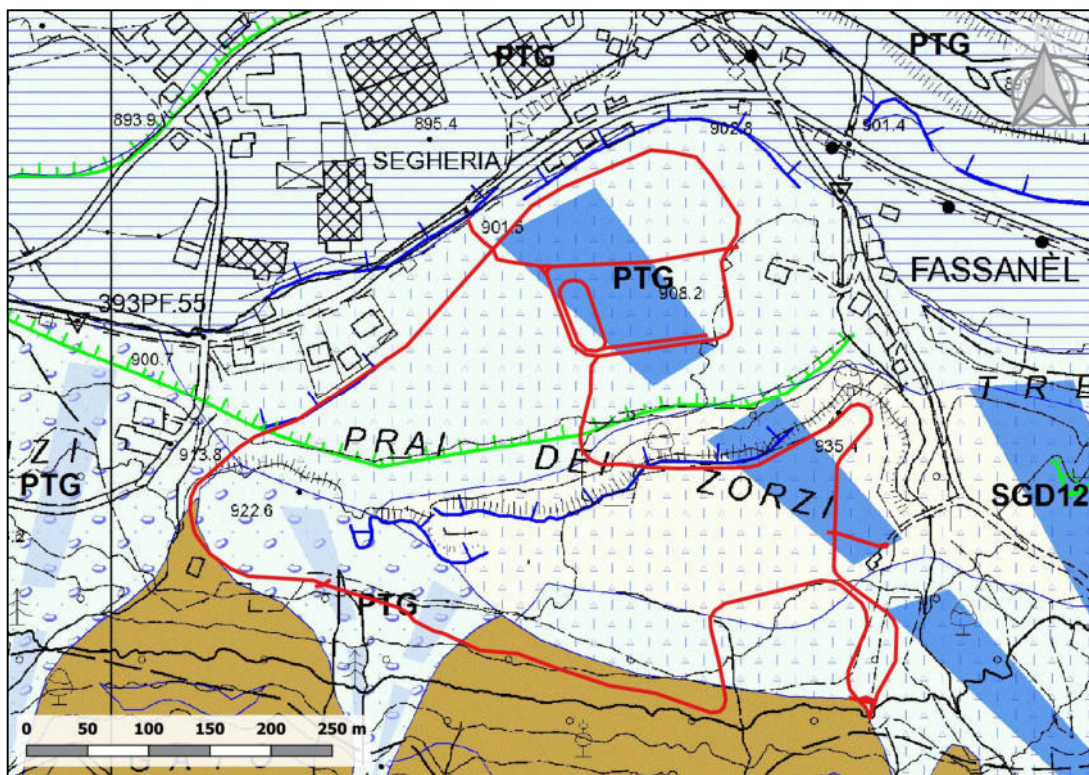


Immagine 18: estratto dalla carta geologica della PAT

L'identificazione del grado di vulnerabilità del territorio interessato dalle opere in oggetto, con particolare riferimento ai processi morfologici e ai dissesti in atto o potenziali e alla loro tendenza evolutiva, viene effettuata con un'analisi storica avvalendosi al Progetto ARCA (Archivio Storico degli

Eventi calamitosi del Territorio della Provincia Autonoma di Trento). Tale progetto identifica i fenomeni calamitosi avvenuti nel passato, permettendo una valutazione più approfondita delle differenti tipologie di rischio a cui saranno sottoposte le aree oggetto d'intervento grazie alla conoscenza dei possibili fenomeni. Il Progetto ARCA definisce gli eventi di frana come “fenomeni idrogeologici legati ai movimenti di versante (*crolli, colate, scivolamenti, colate detritiche, etc.*)” e gli eventi alluvionali come “*fenomeno conseguente alla fuoriuscita di un corso d'acqua dal suo alveo di piena associato alla mobilitazione e al deposito di materiale solido*”. Purtroppo tale database archivia gli eventi fino al 2006 e predilige la segnalazione di eventi in aree urbanizzate. Nel dettaglio, come meglio evidenziato di seguito, l'area in oggetto presenta alcuni fenomeni franosi o alluvionali più a nord e sud-est attualmente ripristinati e verificatisi tra gli anni 1966 e 2002.

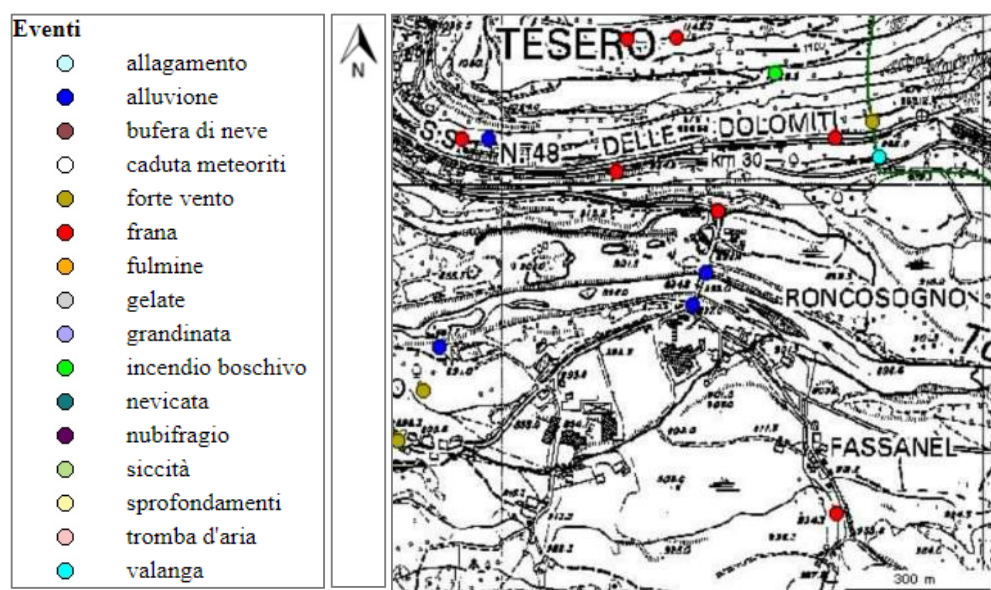


Immagine 19: Estratto dall'Archivio Storico degli Eventi Calamitosi - scala grafica

Oltre al progetto provinciale ARCA, è stato visionato anche l'archivio IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia), realizzato da ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, il quale fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. Per la Provincia Autonoma di Trento i dati sono aggiornati al 2007. Di seguito è riportata l'immagine cartografica estratta dal database.

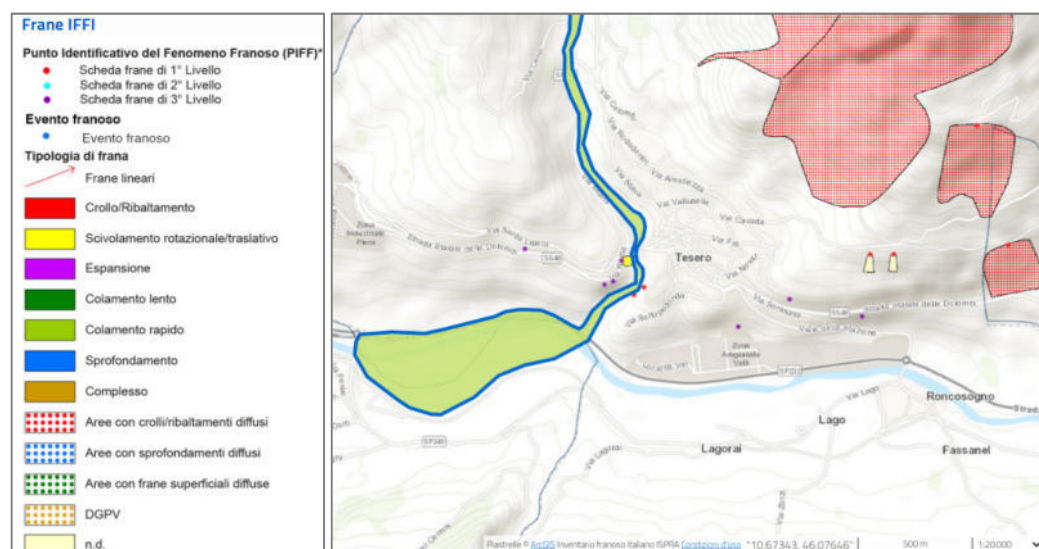


Immagine 20: Estratto dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - scala grafica

4.3 Idrografia e idrogeologia

Di seguito si riporta un estratto del reticolo idrografico presente nelle zone interessate dalla realizzazione della nuova pista di skiroll come indicato nel portale cartografico della Provincia Autonoma di Trento.

Il nuovo tracciato, come meglio raffigurato nella seguente immagine con i cerchi gialli, nell'interfaccia bosco-prato attraversa dei piccoli impluvi che diventano vie preferenziali di drenaggio per l'acqua di scorrimento superficiale in occasione di periodi piovosi.

Nello specifico la pista intercetta, in corrispondenza di due tratti coperti a sud est dell'area in oggetto, il rio identificato dal codice IDR003_A1Z4A400340010010001 poco a monte della sua immissione nel Rio Fassanel che scorre poco più a est. Nella parte a sud e sud ovest del tracciato sono intercettati altri corsi d'acqua secondari prima di immettersi nel corso d'acqua principalmente coperto che scorre fino a raggiungere ed alimentare il Lago di Tesero (identificato nel reticolo idrografico della Provincia Autonoma di Trento con il codice IDR003_A1Z4A400420030030001).

La rete idrica appena descritta, analogamente al corso d'acqua principale del Torrente Avisio posto circa 200 metri a NNE nel fondovalle della Val di Fassa, in condizioni di normale deflusso non interferiscono negativamente con il sito di studio. In occasione di periodi di pioggia prolungata, il basso valore di permeabilità dei depositi coesivi presenti nelle aree a prato a sud permette il ristagno superficiale dell'acqua con la formazione di zone umide a prato.

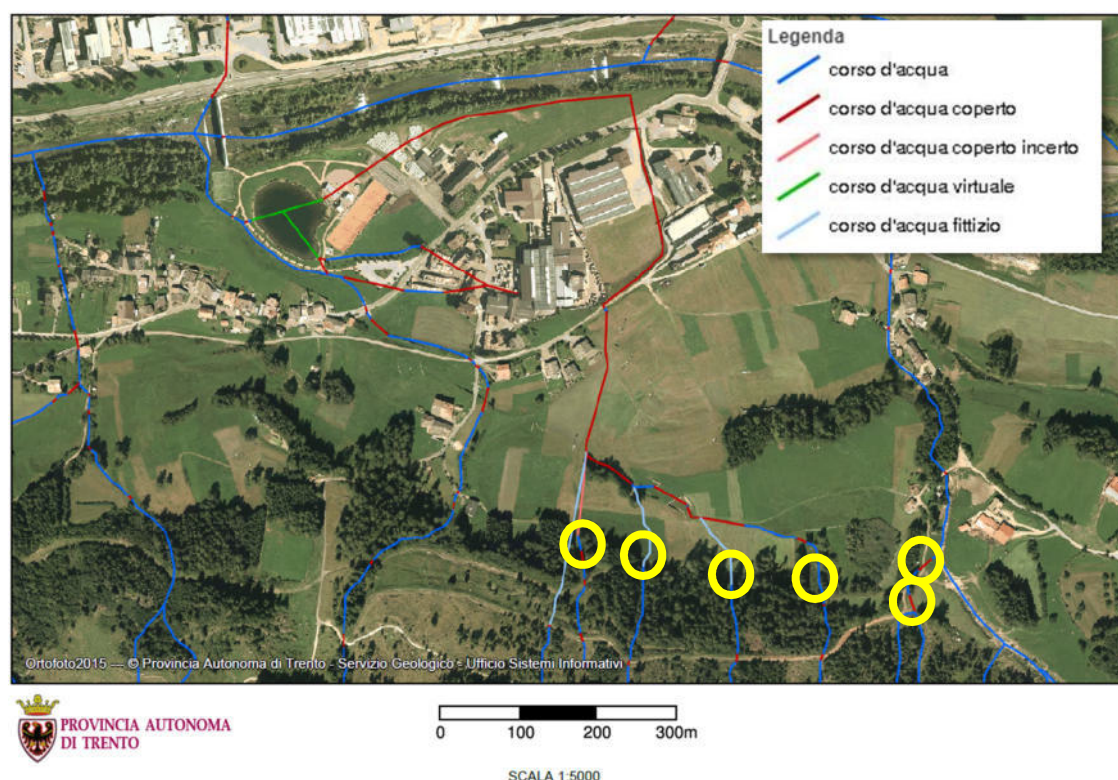


Immagine 21: Estratto del Reticolo idrografico: WebGis PAT–scala grafica

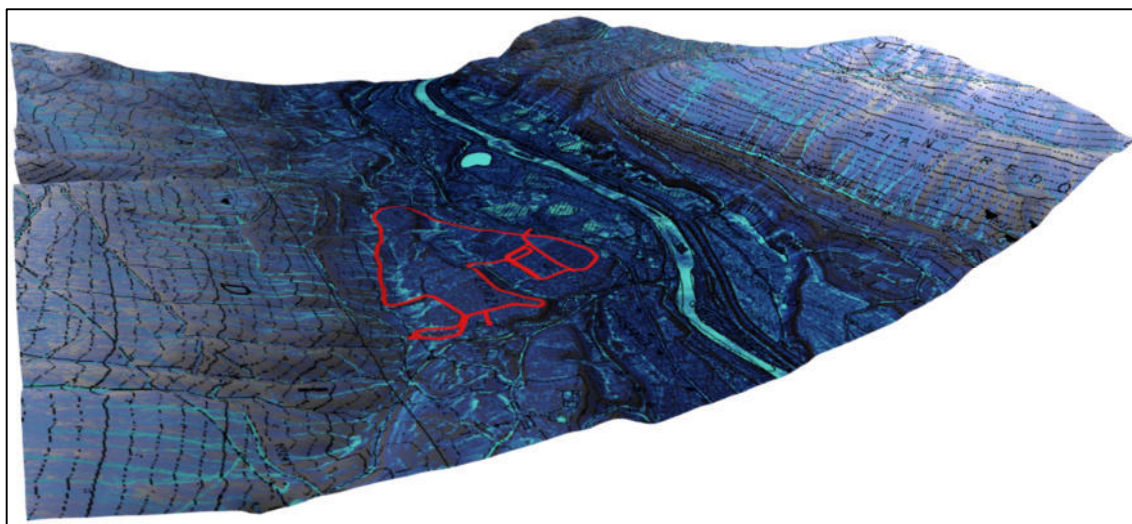


Immagine 22: Indice topografico di umidità con sovrapposizione CTP

La circolazione idrica superficiale, controllata dal gradiente topografico imposto dai conoidi che interessa la zona di studio, segue generalmente le linee di massima pendenza e defluisce seguendo il versante con un ruscellamento diffuso fino a raggiungere in parte il Rio Fassanel, affluente sinistro dell'Avisio, e in parte direttamente l'Avisio. La precedente immagine illustra maggiormente questa condizione, rappresentando l'indice topografico di umidità (Topographic Wetness Index) e individuando le zone di circolazione superficiale dell'acqua (colore trasparente) e quelle maggiormente soggette alla raccolta e all'accumulo (colore azzurro) come compluvi e pianori.

Dalle indagini è emerso come, dove presente, lo strato superficiale grossolano rappresenti un acquifero con una falda freatica superficiale confinata verso il basso per la presenza di decine di metri di argille e argille limose sostanzialmente impermeabili o molto poco permeabili.

Nel mese di luglio 2022 la falda all'altezza del Centro Fondo è risultata oscillare tra i -4,5 / -3,0 m dal p.c. con piano inferiore impermeabile contraddistinto dalla sequenza di argille limose.

L'area più a sud, zona dei Prai dei Zorzi, è interpretabile come un secondo terrazzamento dell'Avisio (quota 935 m) posto a circa una trentina di metri più in alto rispetto al primo terrazzamento pianeggiante (quota 908 m) dove si trovano le strutture del centro sportivo.

Il terrazzamento del Prai dei Zorzi è interessato dai conoidi di debris flow dei torrenti che scendono dal versante nord del Lagorai e rappresenta un ampio bacino di raccolta per tutte le acque non solo superficiali (idrografia), ma anche delle acque di falda. Durante i periodi di pioggia prolungati quest'acqua tende a scorrere o ristagnare sui livelli superficiali del sottosuolo che caratterizza i Prai, filtrando con molta difficoltà per la presenza nel sottosuolo di materiale limoso-argilloso a ridotta permeabilità.

Per determinare la permeabilità del sottosuolo nella zona del tratto di percorso a monte (a sud), si è condotta la prova Boutwell utilizzando un infiltrometro che permette di caratterizzare la conducibilità idraulica o determinare il coefficiente di permeabilità (k) direttamente in situ. La prova è a carico variabile utilizzando un cilindro in acciaio inox di diametro 100 mm infisso nel terreno (strumentazione Tecnopenta).

La prova ha restituito valori stimati di permeabilità a circa 1 m di profondità pari a $1,2 \times 10^{-4}$ m/s.



Immagine 23: l'area più a sud della skiroll

Durante la realizzazione del foro nel terreno per poter infiggere l'infiltrometro, si è osservato come i livelli limoso-argillosi si attestino attorno a circa 40-50 cm dal piano campagna e sono ricoperti da suolo di colore scuro. L'area circostante a prato, durante il sopralluogo, è comunque apparsa satura con un sottile livello di acqua a ruscellamento superficiale.

I dati delle prove di permeabilità Lefranc in foro (realizzati nei sondaggi del 2022 a supporto del progetto per la realizzazione del locale interrato nel Centro Fondo) hanno restituito valori di $7,5 \times 10^{-5}$ m/s, $1,18 \times 10^{-4}$ m/s e $1,14 \times 10^{-4}$ m/s.



Immagine 24: prova di permeabilità superficiale



Immagine 25: strumentazione per la prova di permeabilità superficiale

Altra acqua superficiale è stata rilevata anche più a monte, lungo la strada sterrata che sarà utilizzata dalla skiroll.

Questa situazione fa seguito a diversi giorni di pioggia (primi giorni ottobre 2024) e dimostra come sia necessario implementare l'attuale sistema di drenaggio superficiale.

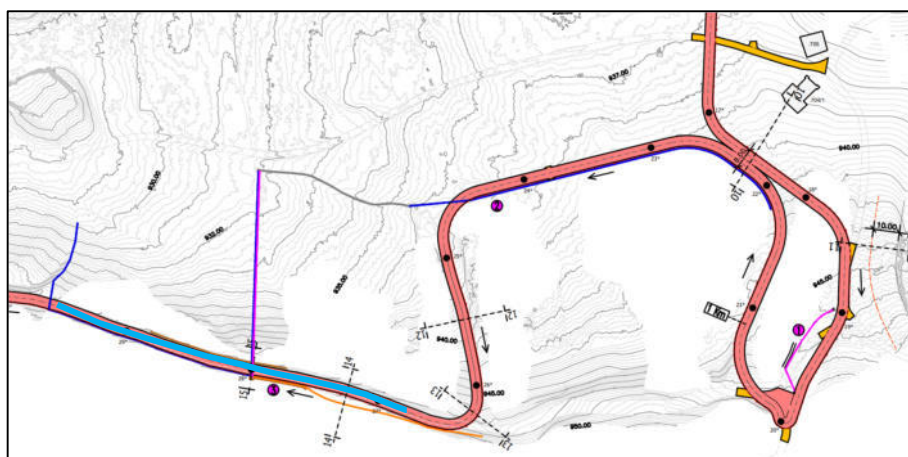
E' possibile pertanto che durante i lavori di sistemazione della pista di skiroll e la realizzazione delle trincee per la posa delle tubazioni tecniche s'intercetti la parte più superficiale della falda acquifera, soprattutto se i lavori saranno realizzati durante periodi piovosi. Per questi motivi si dovranno pertanto adottare idonee misure di drenaggio realizzando nuove trincee drenanti per allontanare le acque raccolte nel collettore esistente.

A seguito delle osservazione in sito e dai dati di permeabilità ricavati dalle prove si ritiene di stimare un valore di permeabilità dei terreni superficiali attorno a 10^{-4} - 10^{-5} m/s.

Il pendio si presenta completamente ricoperto di prati con aree a piante d'alto fusto e dal sopralluogo di superficie non si sono rilevati movimenti in atto (come confermato anche dalla ricerca del database dissesti della PAT e dal progetto ARCA –vedi sopra).



Immagine 26: ristagni di acqua lungo la strada sterrata



- ❶ Posa nuovo tubo interrato Ecopal De 350mm;
- ❷ Realizzazione di una trincea drenante;
- ❸ Realizzazione nuova scogliera a monte e a valle della pista, fosso a monte per incanalare le acque, tombone in massi da scogliera di confluenza, fornitura e posa tubo tipo Ecopal De 350mm interrato per allontanare le acque raccolte fino al collettore esistente, trincea drenante con posa tubo in pe drenante DN 160mm;

Immagine 27: gli interventi di drenaggio nella parte più a monte della pista. In azzurro il tratto di strada sterrata in cui l'acqua tende a stagnare a seguito di periodi piovosi prolungati.

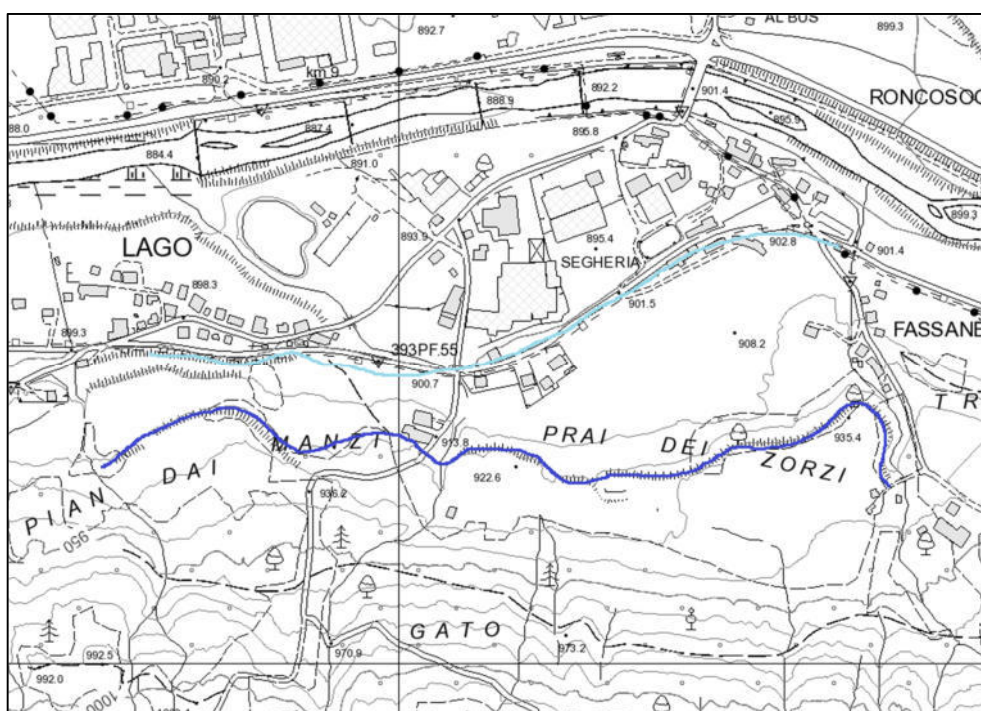


Immagine 28: schema dei terrazzamenti. La linea blu scura indica il limite nord del II terrazzamento, quello più in quota; la linea azzurro chiaro indica il limite tra il I terrazzamento fluviale ed il fondovalle più recente.

4.4 *Modello geologico di sintesi*

Sulla base dei dati raccolti e descritti nei capitoli precedenti il Modello Geologico del sito può essere descritto come di seguito:

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

Le principali Unità litostratigrafiche sono:

UNITÀ S: livello superficiale di suolo con diffusa presenza di radici e componente organica in generale. Permeabilità da discreta a buona, spessore variabile attorno 20-40 cm.

UNITÀ A1_{sg}: depositi sciolti fluviali/torrentizi incoerenti con spessore variabile mediamente attestato attorno ai 5-6 m all'altezza del primo terrazzamento (edifici del centro sportivo). Si tratta di ghiaie e sabbie debolmente limose. Ghiaie poligeniche con possibili ciottoli immerse in una matrice sabbiosa. Interpretabile anche come diamicton da debris flow. Lo spessore di questa unità tende a diminuire risalendo il versante verso sud fino alla transizione con residui depositi glaciali e gravitativi o con il substrato roccioso subaffiorante.

Nell'area la falda freatica è variabile attorno ai 3/5 m dal p.c. **con un livello medio estivo attorno a 4-4,5 m di profondità.**

UNITÀ A2_{al}: depositi sciolti fluvio-glaciali fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. L'interfaccia con la soprastante A1_{sg} è irregolare, attestato attorno ai -5/5,5 m dal p.c. sul fondovalle e sul primo terrazzamento, mentre tende ad interdigitarsi o ad alternarsi con la stessa A1_{sg} risalendo il versante all'altezza del secondo terrazzamento (Prai dei Zorzi) ai piedi della fascia boschiva.

Questa unità coesiva nei sondaggi è stata riscontrata almeno fino a -40 m di profondità, anche se talvolta intervallata da livelli più grossolani e meno coesivi (sabbie).

Si tratta di limi, argille, limi argillosi da addensati a molto addensati. Permeabilità stimata attorno ai 10^{-4} - 10^{-5} m/s

L'Unità A1_{sg} è presente soprattutto nell'area pianeggiante dove sorge il Centro Fondo, mentre spostandosi verso sud, risalendo il versante, questa Unità tende ad assottigliarsi fino a scomparire e lasciare l'Unità S a contatto diretto con l'Unità A2_{al}.

Lo scavo per la realizzazione della pista raggiungerà circa i 40-50 cm di profondità e quindi i lavori programmati interesseranno principalmente l'unità S di modesto spessore su tutto il tracciato, l'unità geologica A1_{sg} nella parte a valle nei pressi del Centro Fondo e l'unità geologica A2_{al} per tutto il tracciato previsto lungo i pendii a sud.



Immagine 29: l'Unità A2_{al} in affioramento a seguito degli scavi per la realizzazione della pista da sci nella zona più occidentale del cantiere

5 DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il progetto prevede scavi e scarifiche con il riutilizzo in parte del materiale in sito per le sistemazioni finali.

Dalla ricerca storica e a seguito di alcune interviste con il personale che gestisce l'impianto sportivo, i siti d'intervento ricadono in un'area utilizzata fino ad oggi come area agricola o per attività di pastorizia con lo sfalcio dei prati. Non vi sono state e non vi sono attività industriali, artigianali e/o commerciali che possono far supporre possibili inquinamenti del terreno.

La zona non appartiene a siti oggetto di procedimento di bonifica.

Permane quindi la necessità, prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito.

Il materiale di scavo che sarà considerato rifiuto (art. 183 del TUA) sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose, conglomerato bituminoso e/o cementizio: codice CER 17.09.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).

Per la progettazione della UF1 si sono condotte delle analisi chimico-ambientali sui campioni raccolti dai 2 sondaggi spinti alla profondità di -10 m dal p.c. senza che i report evidenziassero sforamenti nei parametri.

A settembre 2024, in occasione dei lavori di realizzazione delle piste, l'Impresa esecutrice dei lavori ha realizzato una nuova campagna di raccolta campioni lungo il tracciato in progetto, dove gli scavi sono significativi, senza nuovamente che i report di analisi evidenziassero sforamenti nei vari parametri.

6 VARIAZIONE COEFFICIENTE DI DEFLUSSO E GESTIONE ACQUE

SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE TRACCIATO

In risposta al progetto di realizzazione della nuova pista di skiroll, nel presente capitolo si valuta la variazione del coefficiente di deflusso dettato dall'esecuzione della sede stradale asfaltata.

Di seguito si riporta il conteggio della portata affluente, calcolata considerando le superfici stradali fornite dalla committenza e utilizzando valori dei coefficienti di deflusso ψ tratti dalla letteratura e riportati nella seguente tabella (Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235).

N.rif	Categoria di superficie	ψ
N1	Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate e agricole	0,30
D8	Pavimentazioni in asfalto o cls	0,90

Tabella 1. Coefficienti di deflusso ψ tratti dalla letteratura

La portata affluente calcolata prima e dopo i lavori, utilizzando cautelativamente delle categorie di superfici rispettivamente in superfici a verde e in asfalto con i relativi valori dei coefficienti di deflusso sopracitati, e considerando le superfici stradali fornite dal progettista (2250 m per una larghezza di 4,00 m), risulta come di seguito riportata.

INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI				PORTATA AFFLUENTE	
	Tipo di superficie	Superficie	Coeff. deflusso	Q	
STATO ATTUALE	Superfici a verde	N1	9000,00	0,30	32,40 l/s
STATO PROGETTO	Asfalto	D8	9000,00	0,90	97,20 l/s
DIFFERENZA			0,00	0,60	64,80 l/s

Figura 1. Calcolo della portata affluente – Stato attuale, di progetto e differenza

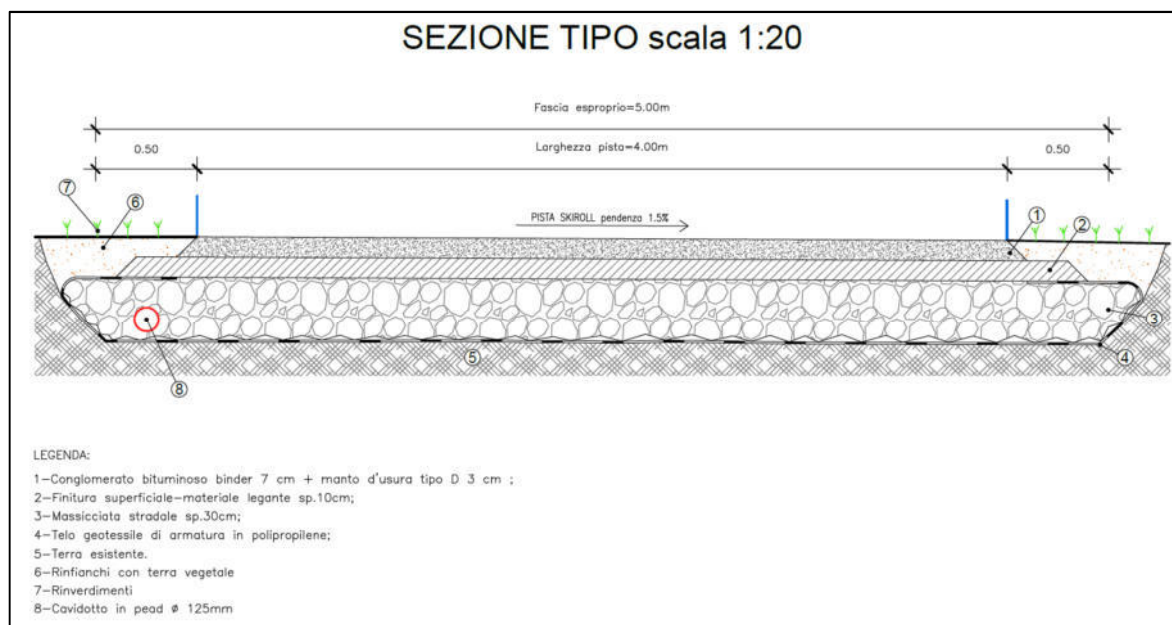
Il progetto prevede un aumento delle superfici impermeabili a causa della stesa del manto di copertura bituminoso, con la conseguente variazione del coefficiente di deflusso. La portata complessiva di progetto, derivante dall'acqua convogliata dalle superfici asfaltate del tracciato della nuova pista, risulta essere pari a 97,20 l/s, distribuita per tutta la lunghezza della strada in oggetto.

Si sottolinea che l'opera di progetto, la quale prevede la modifica dei coefficienti di deflusso di una superficie distribuita linearmente, non deve essere osservata nella sua totalità, ma considerando la sua distribuzione lungo tutto il tracciato di circa 2250m.

Per una maggiore comprensione, si riporta il conteggio effettuato su 1,00 m di lunghezza di percorso avente una larghezza pari a 4,00m.

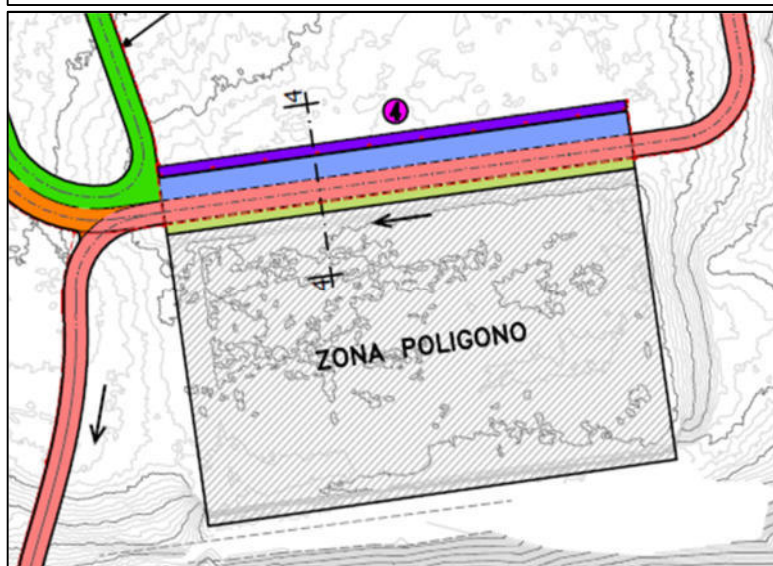
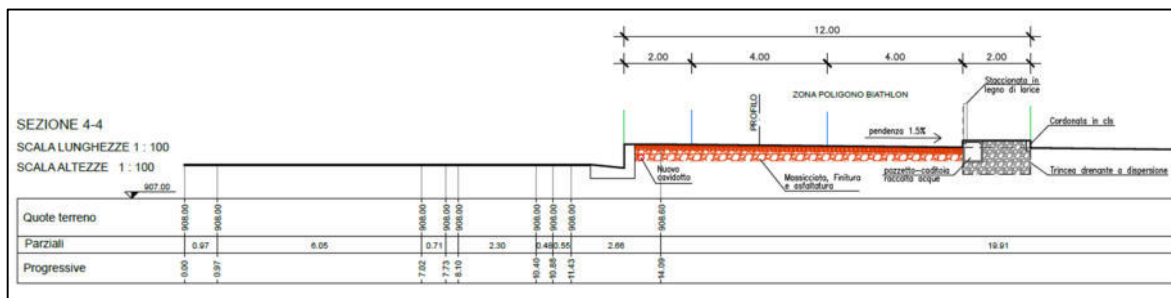
INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI					PORTATA AFFLUENTE	
STATO ATTUALE	Tipo di superficie		Superficie	Coeff. deflusso	Q	
	Superfici a verde	N1	4,00	0,30	0,01	l/s
STATO PROGETTO	Asfalto	D8	4,00	0,90	0,04	l/s
DIFFERENZA			0,00	0,60	0,03	l/s

Le differenze di portata in seguito alla realizzazione della nuova copertura del tracciato, risultano pertanto limitate e pari a 0,03 l/s considerando una situazione iniziale cautelativa di sole superfici a verde. La particolare conformazione della strada con un profilo a pendenza del 1,5% verso valle, permetterà inoltre di mantenere una pavimentazione priva di ristagni d'acqua e con uno scolo del flusso meteorico distribuito verso l'esterno della carreggiata.



SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE ZONA POLIGONO BIATHLON

La condizione di considerare il tracciato linearmente non risulta valida in corrispondenza della zona del poligono di tiro, dove l'affiancamento della pista con due marciapiedi (area osservazione cannocchiale e zona di tiro biathlon) crea una vasta area impermeabile che necessita dello smaltimento degli apporti meteorici mediante trincea disperdente. Le superfici considerate presentano infatti una dimensione di 10,00 metri di larghezza per una lunghezza di 82,00 metri.



④ Realizzazione di nr. 10 pozzetti caditoia con trincea drenante;

Le acque provenienti dalla zona poligono biathlon verranno quindi raccolte, convogliate e smaltite nel sottosuolo. Di seguito si riporta il conteggio della portata affluente, calcolata considerando le superfici dell'area in oggetto fornite dal progettista e utilizzando i valori dei coefficienti di deflusso sopracitati. Per quanto riguarda gli apporti meteorici sono è stato preso in considerazione quanto riportato nello studio di *Della Lucia et al. 1976*, il quale riporta l'analisi di tipo probabilistico sui caratteri delle piogge brevi ed intense della Provincia Autonoma di Trento e l'individuazione di zone a regime pluviometrico omogeneo, del quale si riportano alcuni accenni.

Dallo studio di 88 stazioni pluviometriche, sono stati considerati i dati dei massimi annuali delle precipitazioni per le varie durate, raccolti dal Servizio Idrografico Italiano nel periodo 1919-1970. Tali valori hanno permesso la costruzione della curva di possibilità pluviometrica della forma $h=atn$ e la suddivisione del territorio Trentino in 5 zone omogenee:

- Zona 1: appartengono 19 stazioni, di cui 13 delimitano una sottozona all'interno del bacino del Noce e le rimanenti si trovano in una sottozona nel bacino del Brenta;
- Zona 2: buona parte dei bacini del Sarca, Lago di Garda e del Chiese;

- Zona 3: rimanenti stazioni del bacino del Sarca (Stenico, Molveno, S. Lorenzo in Banale, Vezzano, Dro, Arco e Riva) e stazioni ubicate lungo l'asta principale dell'Adige e lungo i suoi affluenti;
- Zona 4: Parti alte dei bacini di Avisio, Fersina e Leno, Brenta e Bacchiglione;
- Zona 5: pluviografi di Fiera di Primiero e Passo di Cereda.

Sulla base dei risultati ottenuti sono stati raccolti i dati di pioggia per diverse durate (1, 3, 6, 12 e 14 ore) e i valori di a e n da inserire nelle curve di possibilità pluviometriche come meglio indicate nella seguente tabella.

INTERVALLO DI RITORNO TR (anni)	ALTEZZA h (mm) DELLE PIOGGE DI DURATA t_p (ore)					PARAMETRI DELLA $h=at^n$	
	1	3	6	12	24	a	n
<i>Zona n. 4</i>							
2	19,1	28,8	38,7	54,3	75,5	18,4	0,43
5	26,8	39,4	53,5	77,3	111,0	25,3	0,45
10	32,0	46,4	63,4	92,9	135,9	29,9	0,46
25	38,7	55,2	75,9	113,2	168,5	35,6	0,47
50	43,7	61,8	85,3	128,5	193,7	39,9	0,47
100	48,8	68,4	94,8	144,1	219,5	44,2	0,48
200	54,0	75,1	104,3	160,0	246,1	48,6	0,48

L'apporto idrico meteorico per un tempo di pioggia pari a 1 ora e considerando un tempo di ritorno $TR= 50$ anni, presenta pertanto un'altezza di pioggia $h = 43,7$ mm, corrispondente a un coefficiente udometrico (u) pari a $0,012$ l/s/m².

La portata oraria (Q) proveniente dal piazzale si calcola con la seguente formula:

$$Q = h S c$$

dove S è la superficie impermeabilizzata (copertura area poligono biathlon pari a 820 m²), h la massima altezza di precipitazione ($43,7$ mm/h) e c il coefficiente di deflusso.

$$Q_{copertura} = (43,7 \times 820 \times 1,00) / (60 \times 60) = 9,95 \text{ l/s}$$

Il sistema di dispersione, che potrà essere eseguito mediante trincea disperdente (profondità 60 cm), dovrà essere opportunamente dimensionato al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque considerando una permeabilità del terreno pari a 10^{-4} - 10^{-5} m/s, come osservato durante le fasi di indagini in sito. Il setto drenante dovrà essere formato da materiale grossolano arido (ad esempio ciottoli di porfido di diametro 30 - 70 mm o 80 - 100 mm). Per quanto riguarda l'ubicazione della trincea, si riportano le seguenti indicazioni:

- il pozzo dovrà presentare una distanza appropriata da eventuali altri sistemi disperdenti al fine di non creare interferenze e alterarne il normale funzionamento;
- si consiglia di considerare l'altezza efficace della trincea minimo da una profondità di 30 cm;
- si consiglia di posizionare il fondo del pozzo ad una distanza maggiore di 2 m dal livello superiore della falda;
- la distanza ottimale del sistema di smaltimento delle acque dalle scarpate e dalle fondazioni risulta di almeno 5 m.

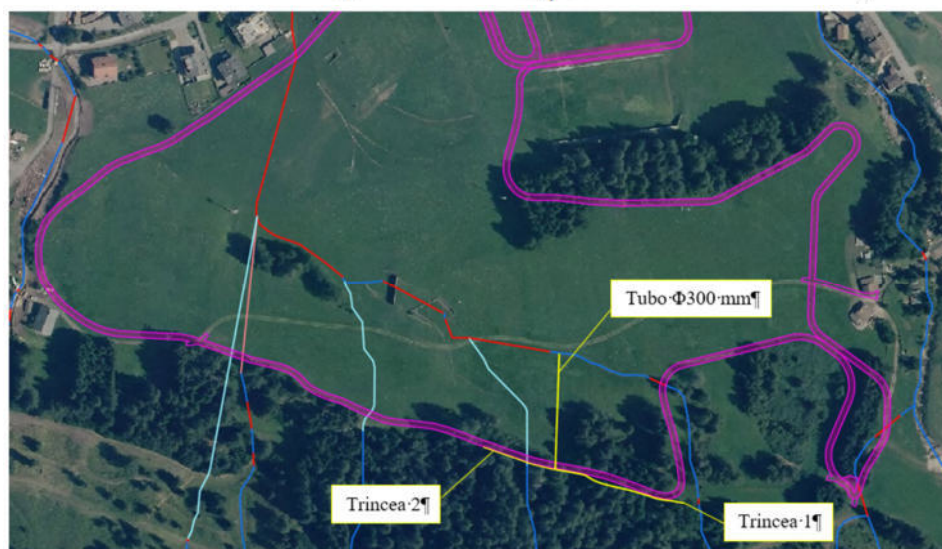
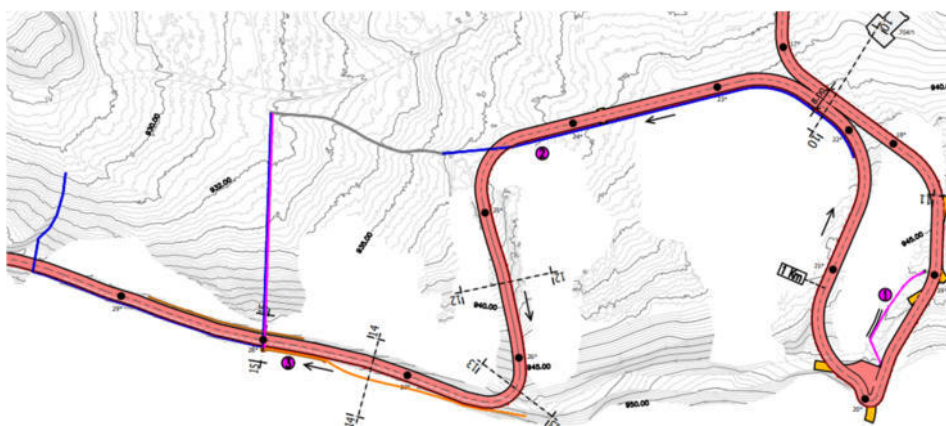
DRENAGGIO ACQUE SUPRFICIALI NELLA ZONA SUD

In altri due punti della pista di skiroll, come meglio indicato nelle tavole progettuali (si veda l'estratto planimetrico nell'immagine sottostante), sono indicate delle zone maggiormente critiche per la gestione

delle acque a causa di alcune venute idriche provenienti dal versante sovrastante. Presso il tratto denominato 2 è prevista infatti la realizzazione di una trincea drenante dotata di tubo drenante a lato monte della pista, mentre il tratto denominato 3 necessita della realizzazione di una canaletta tra la nuova scogliera e il tracciato, al fine di permettere un corretto allontanamento delle acque presso il corso d'acqua secondario che attraversa l'area in oggetto posto poco più a valle.

Anche in questo caso la trincea drenante dovrà essere opportunamente dimensionata considerando una permeabilità del terreno pari a 10^{-4} - 10^{-5} m/s e contraddistinta da materiale grossolano arido (ad esempio ciottoli di porfido di diametro 30-70mm o 80-100mm) con all'interno un tubo forato tipo Drenopal. Le dimensioni della trincea sono stimate circa 1 m in profondità e 800 cm di larghezza.

Rispetto al punto 3 (vedi figura successiva) i sopralluoghi in sito hanno accertato la necessità di allungare la trincea drenante a monte della pista di circa 70 metri verso ovest. Le acque raccolte da questo settore saranno poi convogliate all'interno un tubo (DN 350 esterno) che proseguirà in direzione nord all'interno di una trincea drenante profonda 60 cm e larghezza di 100 cm fino alla tubazione esistente in mezzo al prato. A fianco di questo si poserà un tubo microforato per tutta la lunghezza del tubo. Il Tu



- ❶ Posa nuovo tubo interrato Ecopal De 350mm;
- ❷ Realizzazione di una trincea drenante;
- ❸ Realizzazione nuova scogliera a monte e a valle della pista, fosso a monte per incanalare le acque, tombone in massi da scogliera di confluenza, fornitura e posa tubo tipo Ecopal De 350mm interrato per allontanare le acque raccolte fino al collettore esistente, trincea drenante con posa tubo in pe drenante DN 160mm;

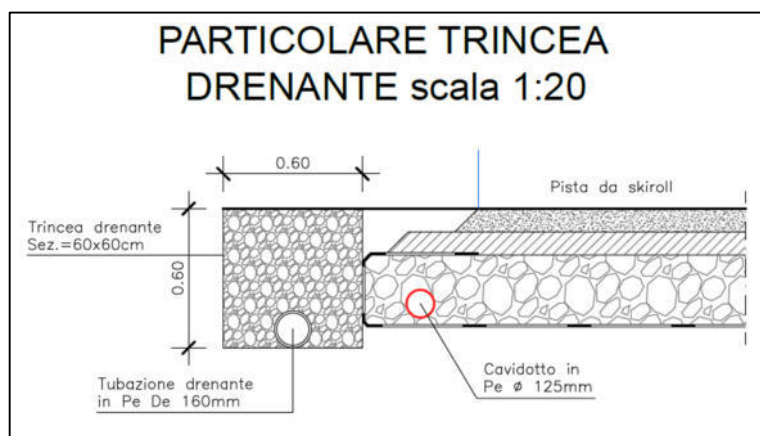
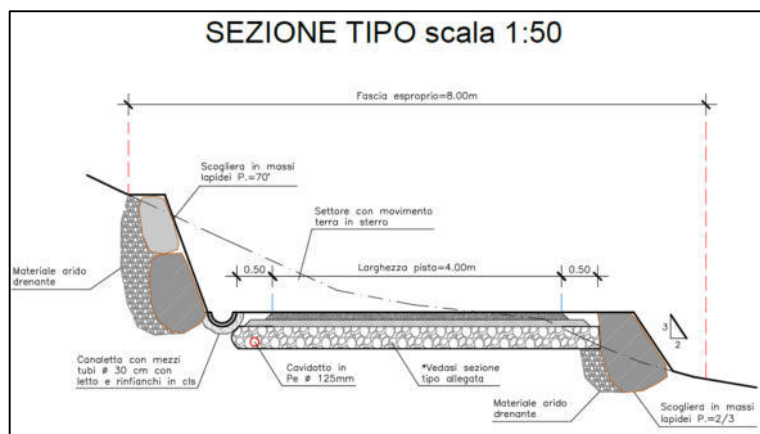


Immagine 30: esempio di trincea drenante

7 INDICAZIONI GEOLOGICHE PER FRONTI DI SCAVO, RAMPE E RACCORDI

A seconda dei tratti interessati dalla realizzazione della nuova pista, saranno aperti fronti di scavo temporanei e definitivi con diverse altezze.

Per la posa delle tubazioni per l'allontanamento delle acque captate in corrispondenza della canaletta e della trincea drenante presso la zona sud est del tracciato, si prevedono scavi temporanei (trincee) che raggiungeranno profondità attorno ai 100-150 cm. Per la realizzazione dei tratti di scogliera previsti sia a monte sia a valle della pista, saranno invece necessari scavi temporanei con altezze massime complessive attorno ai 2 metri.

Per le rampe e i raccordi del tracciato verranno mantenuti principalmente i profili del terreno autorizzati con le piste da sci, tranne in alcuni punti dove la sistemazione prevede interventi che porteranno alla rimodellazione localizzata del terreno per realizzare un assetto migliore.

Gli angoli dei nuovi fronti previsti per le rimodellazioni della morfologia locale, a seguito della realizzazione della pista di skiroll sono compresi tra i 30° e i 35°. Sulla base del modello geologico i vari scavi necessari per i diversi interventi interesseranno l'unità A1_a.

La verifica della stabilità dei fronti di scavo aperti deve essere effettuata secondo le nuove norme NTC 2018. La normativa prescrive che sia soddisfatta la condizione $E_d \leq R_d$ dove E_d è il valore di progetto dell'azione, mentre R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Questa verifica va effettuata con diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2, R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di 2 approcci progettuali distinti e alternativi.

L'Approccio 2 (A1+M1+R3) prevede un'unica combinazione da adottare sia nelle verifiche strutturali che in quelle geotecniche. Come previsto dalle NTC 2018 la verifica per la stabilità dei versanti agli SLU deve essere effettuata secondo la **Combinazione 2: A2+M2+R2** tenendo conto dei coefficienti delle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I dove il coefficiente per le verifiche di sicurezza γ_R per R2 è pari a 1.1.

La Normativa precisa al punto 2.4.1 che in caso di opere provvisorie in fase costruttiva con durata inferiore ai 2 anni (come lo sono in questo caso l'apertura dei fronti di scavo) si può omettere la verifica sismica e quindi è autorizzato il solo utilizzo dei coefficienti in condizione statica.

Di seguito si riporta una tabella con le indicazioni generali per le pendenze delle scarpate di scavo e di riporto modificata da British Columbia Forest Code (1995):

Scarpate di scavo		Scarpate di riporto	
materiale ²	pendenza	materiale	pendenza
miscele di sabbia e ghiaia (GP) sabbie da sciolte ad addensate (SW, SP)	1/1.5	miscele di sabbia e ghiaia (GP) sabbie (SW, SP) miscele di ghiaia, sabbia, limo e argilla (GM, GC)	1/1.5
sabbie limose (SM)	1/1		
limi da addensati a molto addensati sino a cementati (ML)	1/0.75	limi (ML, MH) argille (CL, CH)	1/2.5
limi soffici, limi argillosi (MH)	1/1.5		
argille limose (CL) argille inorganiche (CH)	1/1		

FRONTI DI SCAVO TEMPORANEI PER POSA TUBAZIONI

In questo caso i fronti di scavo con altezza pari o inferiore ai 100 cm (trincee) potranno essere mantenuti a 90° per il solo tempo necessario alla posa dell'infrastruttura ed in assenza di acqua nei depositi.

E' importante garantire comunque sempre un ottimo drenaggio dell'acqua superficiale che dovrà essere correttamente allontanata dall'area di cantiere o dal fondo delle trincee durante la posa delle tubazioni.

Al fine di garantire comunque la stabilità dei cigli superiori dei fronti di scavo si prescrive di:

1. proteggere i fronti di scavo con teli di nylon;
2. evitare il posizionamento di sovraccarichi in prossimità del ciglio di scavo e il passaggio in adiacenza allo stesso di mezzi meccanici, prevedendo una fascia di interdizione, opportunamente delimitata;
3. evitare il transito e la sosta di autoveicoli nell'area prossima alla zona degli scavi nel periodo richiesto dalla realizzazione degli stessi

INDICAZIONI GENERALI REALIZZAZIONE SCOGLIERA

In alcuni tratti di tracciato, al fine di sistemare le rampe a monte e a valle della pista di skiroll con pendenze importanti, vengono utilizzate le scogliere come opere di sostegno. Le altezze sono modeste, inferiori ai 2 metri. Gli accorgimenti costruttivi principali per la corretta posa di tale opera prevedono:

- piano di imposta dei blocchi con una contropendenza di circa 3-5 gradi;
- blocchi del primo corso posti per due terzi della loro altezza al di sotto del piano campagna per migliorarne la stabilità e la capacità di resistere all'erosione;
- si consiglia di utilizzare il materiale presente in sito per l'intasamento degli spazi tra i blocchi al fine di permettere un rinverdimento più celere e limitarne il dilavamento dello stesso.

INDICAZIONI GENERALI FRONTI DI SCAVO E SISTEMAZIONI DEFINITIVE

Le verifiche di stabilità dei fronti di scavo dovranno essere opportunamente calcolate in relazione geotecnica applicando quanto previsto dal capitolo 6.8 del D.M. 17 gennaio 2018 Nome Tecniche per le Costruzioni, effettuate mediante l'Approccio 1 – Combinazione 2. Questo approccio considera l'applicazione dei coefficienti A2+M2+R2. Secondo quanto previsto dalla normativa il fattore di sicurezza per questo tipo di verifiche deve superare l'unità, rappresentando gli stati di equilibrio ultimi.

In linea generale in funzione alle caratteristiche del materiale presente nelle aree di studio, la stabilità delle nuove rampe così come progettate con inclinazioni non superiori ai 33°-35° e con un efficiente drenaggio, risultano consone.

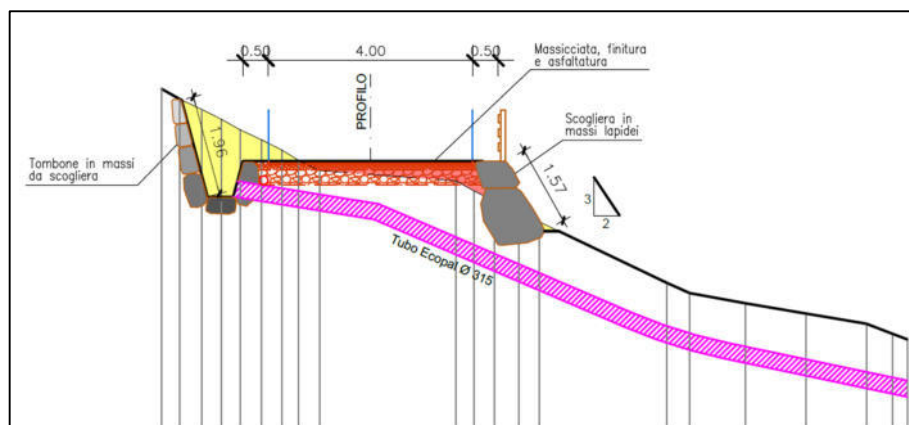


Immagine 31: sezione 15 del tracciato dove sono previste le scogliere a monte e a valle della pista



Immagine 32: fronti di scavo aperti per la realizzazione delle pista da sci con inclinazione 35°

Di seguito si riportano alcune considerazioni generali al fine di garantire una migliore sicurezza in fase d'esecuzione degli scavi:

- per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di personale, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una struttura di sostegno delle pareti di scavo come indicato al capitolo 6.8.6.2 delle NTC 2018;

- la scarpata dovrà essere messa a nudo avendo cura di rimuovere eventuali massi o blocchi di grandi dimensioni presenti all'interno della copertura detritica se esposti per più della metà della loro altezza;
- qualsiasi scavo dovrà rimanere aperto per il tempo strettamente necessario all'esecuzione della relativa fase lavorativa;
- si dovrà avere l'accortezza di non sovraccaricare il ciglio degli scavi con materiali e/o mezzi d'opera al fine di evitare eventuali fenomeni d'instabilità dei fronti di scavo;
- si prescrive di adottare teli impermeabili di copertura della scarpata finalizzati alla salvaguardia delle condizioni di coesione apparente del materiale e quindi al controllo di eventuali fenomeni di erosione diffusa e concentrata in caso di piogge prolungate con l'installazione di opportuni sistemi di drenaggio per allontanare le acque all'esterno dell'area di cantiere;
- al termine dello scavo il pendio dovrà essere tempestivamente inerbito e protetto dall'erosione;
- queste indicazioni dovranno essere rispettate e sono comunque utili per scavi aperti temporaneamente ovvero solo il tempo necessario per edificare le opere in oggetto.

Per quanto riguarda la stabilizzazione a lungo termine delle scarpate in materiale sciolto, di seguito si riportano alcune indicazioni sugli interventi possibili in funzione della pendenza del pendio:

$10^{\circ} < \varphi < 15^{\circ}$	interventi trascurabili
$15^{\circ} < \varphi < 25^{\circ}-27^{\circ}$	interventi di semina, idrosemina, semine a paglia
$25^{\circ} < \varphi < 35^{\circ}-37^{\circ}$	interventi di posizionamento biostuoie, stuoie in materiale sintetico
$35^{\circ} < \varphi < 45^{\circ}$	interventi con palificate vive, gradinate vive
$45^{\circ} < \varphi < 55^{\circ}$	interventi con grate vive, materassi rinverditi, geocelle
$50^{\circ} < \varphi < 65^{\circ}$	interventi con gabbionate, terre rinforzate, terre armate
$65^{\circ} < \varphi < 80^{\circ}$	interventi con terre armate, terre rinforzate

8 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Su incarico del COMUNE DI TESERO lo scrivente ha redatto la presente relazione geologica a supporto del PFTE 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 34, pista di skiroll.

Di seguito si riporta una sintesi dei capitoli precedenti. Si rimanda alle pagine precedenti per gli approfondimenti.

Capitolo 3-Cartografia allega al Piano Urbanistico Provinciale

Dal punto di vista del PUP l'area ricade:

- ❖ Carta Sintesi delle Pericolosità:

Gli interventi ricadono per la maggior parte 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 e residua bassa HR2 e in minima parte a una problematica connessa a incendi boschivi trascurabile H1 e media H3. Il restante tracciato ricade in aree caratterizzate APP per fenomeni torrentizi (art. 18 delle Norme di Attuazione del PUP).

Per gli interventi che ricadono all'interno delle zone APP dovrà essere redatto un idoneo studio di compatibilità torrentizio come prescritto dall'Art. 18.

Si rimanda pertanto al relativo studio di compatibilità per le indicazioni di merito.

- ❖ Carta Risorse Idriche

Non ricade in aree a protezione o rispetto

Nel suo complesso il sito appare stabile e non sono stati segnalati fenomeni di dissesto in atto o presunti.

Capitolo 4-Modello geologico di riferimento

Il modello geologico è stato ricostruito tramite le indagini in sito del 2009 e del 2022 ed i sopralluoghi in sito nell'ottobre 2024. Sulla base dei dati raccolti il Modello Geologico del sito può essere descritto come di seguito:

MODELLO GEOLOGICO: successione sedimentaria di origine fluviale/torrentizia e fluvioglaciale con spessori di diverse decine di metri formata in particolare da un livello superficiale di circa 5-5,5 m di materiale grossolano incoerente a cui seguono alternanze di materiale fine e coesivo.

Le principali Unità litostratigrafiche sono:

UNITA' S: livello superficiale di suolo con diffusa presenza di radici e componente organica in generale. Permeabilità da discreta a buona, spessore variabile attorno 20-40 cm.

UNITÀ A1_{sg}: depositi sciolti fluviali/torrentizi incoerenti con spessore variabile mediamente attestato attorno ai 5-6 m all'altezza del primo terrazzamento (edifici del centro sportivo). Si tratta di ghiaie e sabbie debolmente limose. Ghiaie poligeniche con possibili ciottoli immerse in una matrice sabbiosa. Interpretabile anche come diamicton da debris flow. Lo spessore di questa unità tende a diminuire risalendo il versante verso sud fino alla transizione con residuali depositi glaciali e gravitativi o con il substrato roccioso subaffiorante.

Nell'area la falda freatica è variabile attorno ai 3/5 m dal p.c. con un livello medio estivo attorno a 4-4,5 m di profondità.

UNITÀ A2_{al}: depositi sciolti fluvio-glaciali fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. L'interfaccia con la soprastante A1_{sg} è irregolare, attestato attorno ai -5/5,5 m dal p.c. sul fondovalle e sul primo terrazzamento, mentre tende ad interdigitarsi o ad alternarsi con la stessa A1_{sg} risalendo il versante all'altezza del secondo terrazzamento (Prai dei Zorzi) ai piedi della fascia boschiva.

Questa unità coesiva nei sondaggi è stata riscontrata almeno fino a -40 m di profondità, anche se talvolta intervallata da livelli più grossolani e meno coesivi (sabbie).

Si tratta di limi, argille, limi argillosi da addensati a molto addensati. Permeabilità stimata attorno ai 10^{-4} - 10^{-5} m/s

L'Unità A1_{sg} è presente soprattutto nella zona a valle dove sorge il Centro Fondo, mentre spostandosi verso sud, risalendo il versante, questa Unità tende ad assottigliarsi fino a scomparire e lasciare l'Unità S a contatto diretto con l'Unità A2_{al}.

Lo scavo per la realizzazione della pista raggiungerà circa i 40-50 cm di profondità e quindi i lavori programmati interesseranno principalmente l'unità S di modesto spessore su tutto il tracciato, l'unità geologica A1_{sg} nella parte a valle nei pressi del Centro Fondo e l'unità geologica A2_{al} per tutto il tracciato previsto lungo i pendii a sud.

Capitolo 5-Disciplinazione d'utilizzazione terre e rocce da scavo

Permane la necessità, prima dell'inizio dei lavori di scavo, dell'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito.

Il materiale di scavo che sarà considerato rifiuto (art. 183 del TUA) sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose, conglomerato bituminoso e/o cementizio: codice CER 17.09.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).

Capitolo 6- Variazione coefficiente di deflusso e allontanamento acque

Gli interventi dell'UF4 prevedono un aumento delle superfici impermeabili a causa della stesa del manto di copertura bituminoso, con una variazione del coefficiente di deflusso pari a 0,01 l/s ogni metro di tracciato. La conformazione della strada con una pendenza dell'1,5% verso valle, permetterà di mantenere una pavimentazione priva di ristagni d'acqua e con uno scolo del flusso meteorico distribuito verso l'esterno della carreggiata.

8.1 Prescrizioni e Raccomandazioni

Sulla base di tutto quanto esposto nella Relazione Geologica lo scrivente esprime quindi parere favorevole al progetto degli interventi previsti dall'UF4, nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

SCAVI E RIPORTI PER SISTEMAZIONE PISTE E TRINCEE PER SOTTOSERVIZI

L'intervento prevede di intervenire con movimenti terra superficiali per la realizzazione della massicciata della skiroll e la sistemazione delle rampe.

Sulla base dei dati raccolti in campagna, i lavori di scavo superficiale interesseranno sia il Suolo (Unità S) con spessori attorni a 30-40 cm ed i terreni coesivi dell'Unità Geologica A1_{al}.

Gli scavi per la realizzazione delle trincee per i sottoservizi potranno essere eseguiti con fronti verticali inferiori ai 100 cm (se maggiori è necessario applicare idonei sistemi di sostegno) per solo il tempo necessario alla posa delle tubazioni o cavidotti ed in assenza di acqua di falda. Anche in questo caso sarà necessario garantire il drenaggio dell'acqua superficiale che tenderà ad accumularsi nello scavo.

Per quanto riguarda le rampe (sia in scavo che in riporto), si raccomanda di mantenere inclinazioni massime di 35° (pendenza 2:3 adottata per terreni fini coesivi in presenza di acque sottosuperficiali) e al contempo assicurare il drenaggio superficiale allontanando dal cantiere l'acqua superficiale. Sarà quindi possibile dover ricorrere a delle canalette o trincee drenanti e relative tubazioni per l'allontanamento dell'acqua.

Di seguito una tabella indicativa per la pendenza delle scarpate di scavo e di riporto modificata da British Columbia Forest Code, 1995:

Scarpate di scavo		Scarpate di riporto	
<i>materiale²</i>	<i>pendenza</i>	<i>materiale</i>	<i>pendenza</i>
miscele di sabbia e ghiaia (GP) sabbie da sciolte ad addensate (SW, SP)	1/1.5	miscele di sabbia e ghiaia (GP) sabbie (SW, SP) miscele di ghiaia, sabbia, limo e argilla (GM, GC)	1/1.5
sabbie limose (SM)	1/1		
limi da addensati a molto addensati sino a cementati (ML)	1/0.75	limi (ML, MH) argille (CL, CH)	1/2.5
limi soffici, limi argillosi (MH)	1/1.5		
argille limose (CL) argille inorganiche (CH)	1/1		

I riporti di terreno in zone pianeggianti (rilevati) e sulle rampe naturali invece dovranno essere eseguiti con idonea compattazione del materiale posato (compattazione in strati da 30 cm). Preventivamente alla posa del materiale dovrà essere rimosso il livello di suolo naturale e preparata una superficie scabra ed irregolare per garantire un migliore ammorsamento del rilevato. Molto utile è la formazione di una superficie d'appoggio irregolare con gradonature, alcune delle quali in contropendenza. La stabilità delle rampe potrà essere inoltre garantita con la realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica oppure, vista la presenza nell'area di grandi massi, con la posa alla base della rampa di una scogliera in massi a 1 o 2 corsi (altezza 100-200 cm) reperiti in loco.

Le nuove scarpate poi dovranno essere seminate e protette con del geotessuto o fieno per evitarne l'erosione. E' fondamentale anche per questi lavori garantire il drenaggio dell'acqua superficiale con la creazione di canalette o trincee drenanti.

TRINCEE DRENANTI

A seguito dei sopralluoghi in sito si raccomanda la realizzazione delle trincee drenanti per ottimizzare la dispersione delle acque nel sottosuolo e nelle tubazioni di scarico. Di seguito si schematizzano le diverse aree con la proposta di dimensionamento minimo delle trincee:

- a) Zona poligono: larghezza 200 cm per una profondità di 60 cm; lunghezza 82 m
- b) Zona umida: trincea drenante larghezza 60, profondità 60 e lunghezza stimata 120-130 m
- c) Zona a sud: 2 trincee convergenti a monte della pista (E-O) entrambe larghe 80 cm e profonde circa 1 m. Le acque raccolte dai tubi forati tipo Drenapal saranno convogliate in una tubazione D300 orientata N-S inserita anch'essa all'interno di una trincea drenante profonda 60 cm e larghezza di 100 cm fino alla tubazione esistente in mezzo al prato. A fianco di questo tubo si poserà un tubo microforato per tutta la lunghezza della trincea.

In alcuni tratti di tracciato vengono utilizzate le scogliere come opere di sostegno. Le altezze sono modeste, inferiori ai 2 metri. Gli accorgimenti costruttivi principali per la corretta posa di tale opera prevedono:

- piano di imposta dei blocchi con una contropendenza di circa 3-5 gradi;
- blocchi del primo corso posti per due terzi della loro altezza al di sotto del piano campagna per migliorarne la stabilità e la capacità di resistere all'erosione;
- si consiglia di utilizzare il materiale presente in sito per l'intasamento degli spazi tra i blocchi al fine di permettere un rinverdimento più celere e limitarne il dilavamento dello stesso.

Occorre inoltre rispettare:

- ✓ il progetto strutturale-esecutivo dovrà tener conto del Modello Geologico;
- ✓ la Relazione Geotecnica dovrà tener conto del Modello Geologico;
- ✓ rispetto della Normativa sui Rifiuti o sulle TRS. Permane la necessità, prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito;
- ✓ rispetto della Normativa e delle linee guida e indicazioni sulla riduzione del rischio incidente a persone o cose nelle attività edili e di scavo;
- ✓ è necessario prevedere idonei sistemi di smaltimento dell'acqua di falda riscontrata negli scavi;

Per quanto riguarda la modifica alla morfologia dei luoghi per i vari interventi di scavi e riporti necessaria a migliorare le piste si prescrive che:

- ✓ le nuove rampe dovranno essere tempestivamente rinverdate per evitarne l'erosione durante periodi di pioggia intensa o prolungata. Tra la semina e la crescita della copertura erbosa si ritiene necessario proteggere le nuove rampe con del geotessuto o fieno in modo tale da proteggere il terreno dall'erosione superficiale legata ai fenomeni temporaleschi;
- ✓ i rilevati lungo la pista potranno essere realizzati con l'utilizzo del terreno risultante dalle aree di scavo. La superficie di appoggio però dovrà essere preventivamente ed opportunamente scarificata (completa asportazione del livello superficiale di suolo ovvero della parte superficiale del terreno caratterizzata dalla presenza di apparati radicali e significativa presenza di materia organica che potrà quindi essere stoccato in cantiere e reimpiegato come ripristino della vegetale) formando una superficie di appoggio molto irregolare evitando di formare superfici lisce che potrebbero diventare piani di scivolamento preferenziali. E' consigliata anche la creazione di gradonature alcune delle quali in contropendenza per il miglioramento dell'immorsamento dei materiali che verranno riportati. Il materiale di riporto per l'allargamento dovrà essere posizionato a strati (spessore massimo 30 cm) opportunamente compattati.
- ✓ I lavori dovranno essere programmati durante una **stagione non piovosa** e quindi durante un periodo nel quale i terreni risultino ben drenati
- ✓ Tutti i fronti di scavo dovranno essere opportunamente protetti dall'erosione superficiale.

Se i lavori saranno eseguiti nel rispetto delle indicazioni progettuali e delle prescrizioni contenute nella presente relazione, l'intervento non andrà ad alterare lo stato geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi garantendone quindi la stabilità.

Il presente fascicolo è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica perciò costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

E' opportuno precisare, infine, che le verifiche tecniche discendono da una serie di assunzioni derivate dall'analisi del progetto e dalle indagini geognostiche di campagna eseguite dalle Imprese incaricate. Qualora tali assunzioni perdano parte del loro significato a causa di una non corrispondenza del progetto all'effettiva realizzazione delle opere, o per una difformità tra le risultanze delle indagini di campagna e la realtà del sottosuolo, **le stesse verifiche perderebbero parte della loro attendibilità e dovranno pertanto essere aggiornate in corso d'opera.**

Il Geologo

Dott. Mirko Demozzi

