



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO
PROTEZIONE CIVILE

SERVIZIO GEOLOGICO
UFFICIO STUDI IDROGEOLOGICI

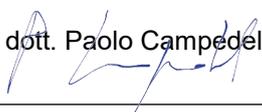
**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE FERMATE 1190 LP LR – 3.A E 3.R
TPL TRATTA ORA-PENIA (ANDATA) E PENIA - ORA (RITORNO)**

Comune di TESERO

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA

*sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)*

Data: luglio 2025 fascicolo: 19.5.1-2025-119	Redatto da: dott. Paolo Campedel 	VISTO: il Direttore dell'Ufficio dott.ssa Paola Visintainer	VISTO: Il Dirigente dott. Mauro Zambotto
---	--	--	---

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE FERMATE 1190 LP LR – 3.A E 3.R
TPL TRATTA ORA-PENIA (ANDATA) E PENIA - ORA (RITORNO)**

Comune di TESERO

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA

*sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)*

INDICE

PREMESSA.....	4
1. INQUADRAMENTO IN RIFERIMENTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI.....	6
1.1. Carta di Sintesi della Pericolosità (1° agg. approvato con DGP 1737/23).....	6
1.2. Carta delle Risorse Idriche (3° agg. approvato con DGP 1941/18).....	7
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	8
2.1. Coperture quaternarie.....	8
2.2. Substrato prequaternario.....	10
2.3. Stabilità geomorfologica del sito.....	11
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE.....	12
3.1. Indagini geofisiche.....	12
3.2. Pozzetto esplorativo.....	14
3.3. Modello stratigrafico locale.....	16
4. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	17
4.1. Unità idrogeologiche.....	17
4.2. Modello idrogeologico.....	17
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	19
6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO.....	20
7. PERICOLOSITA' SISMICA.....	21
7.1. Periodo di riferimento V_r e Tempo di ritorno T_r	21
7.2. Pericolosità sismica di base.....	23
7.3. Risposta sismica locale.....	24
7.4. Coefficienti sismici.....	25
CONCLUSIONI.....	26

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta su richiesta del Servizio Opere Stradali e Ferroviarie della Provincia Autonoma di Trento, a supporto del progetto di ampliamento delle piazzole di fermata presso loc. Piera nel comune di Tesero previsto per l'organizzazione dei giochi olimpici invernali 2026.

In particolare le due piazzole esistenti (andata e ritorno) verranno adeguate ai nuovi requisiti richiesti che prevedono in particolare:

- larghezza piazzola minima per permettere la manovra in carrozzina 2.20m;
- presenza di scivoli e attraversamenti pedonali;
- altezza cordonata minima 15 cm;
- pendenza area di fermata 7%
- ulteriori indicazioni operative
- lunghezza dimensionale del golfo di fermata 12 m + 20 m + 12 m;

Nel caso specifico tali requisiti verranno raggiunti mediante un semplice modesto ampliamento delle aree asfaltate, senza alcuna significativa movimentazione di terra.

Il presente documento si prefigge di:

1. fornire indicazioni circa le condizioni di stabilità dei luoghi in relazione ad eventuali processi morfologici e di dissesto in atto o potenziali;
2. definire il modello litologico stratigrafico dei terreni interessati dagli interventi;
3. descrivere lo schema di circolazione superficiale e sotterranea;
4. fornire le indicazioni per una corretta gestione delle terre e rocce da scavo;
5. definire il modello geotecnico di massima;
6. definire la pericolosità sismica del sito;

Lo studio si è basato su specifiche indagini geologiche compiute in sito, su dati e rilievi appositamente raccolti e su alcuni dati tratti dagli archivi del Servizio Geologico (rilievi per la cartografia geologica, cartografie tematiche, banche dati sondaggi).

Nella Carta Tecnica Provinciale in scala 1:10.000, edita dalla P.A.T., la zona studiata è compresa nella sezione 44100 "Cavalese" (vedi estratto della C.T.P. di fig. 1 con area di studio).

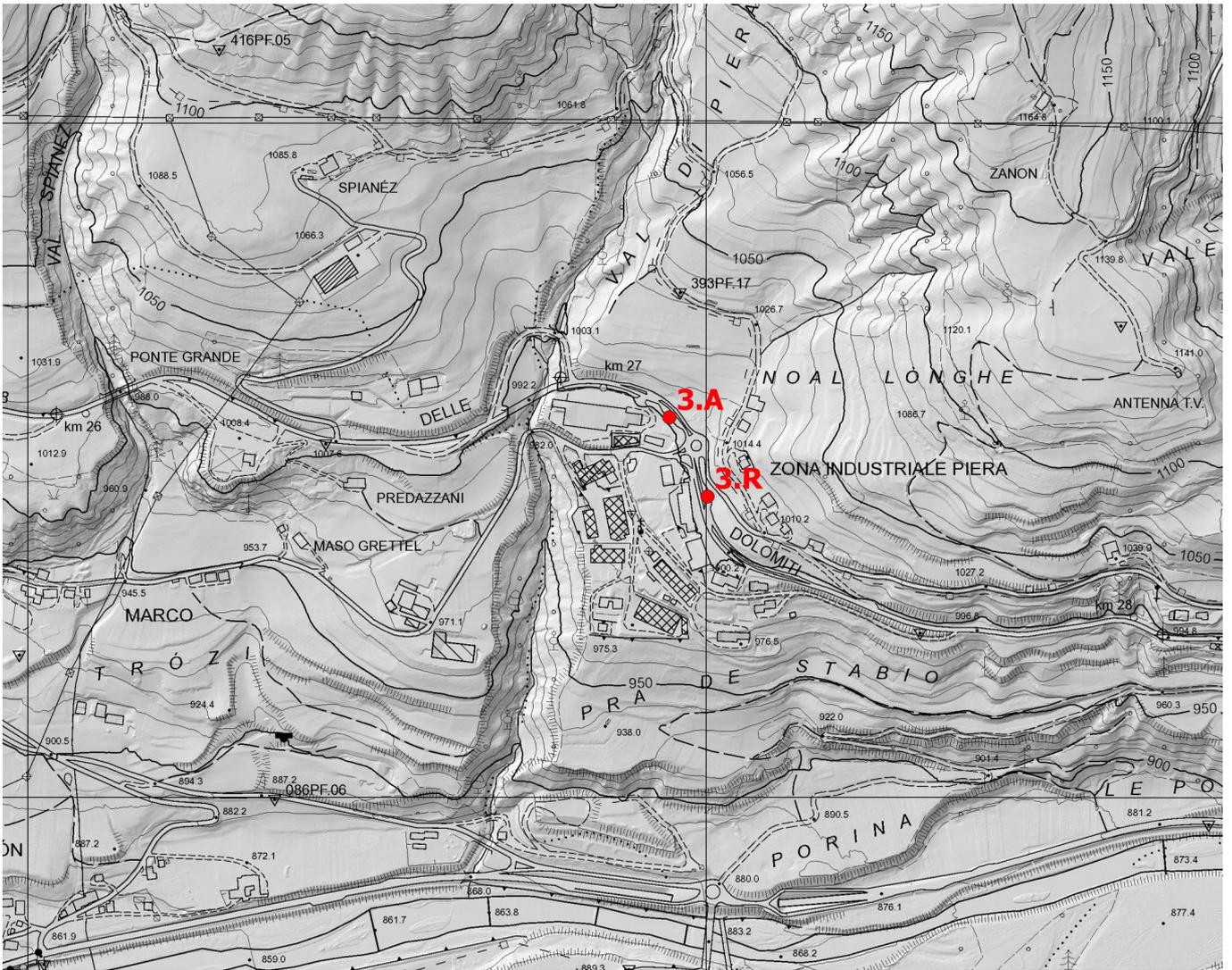


Fig. 1 - estratto della C.T.P. con ubicazione delle piazzole (scala 1:10.000)

1. INQUADRAMENTO IN RIFERIMENTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI

1.1. Carta di Sintesi della Pericolosità (1° agg. approvato con DGP 1737/23)

In riferimento alla Carta di Sintesi della Pericolosità di corredo al Piano Urbanistico Provinciale si evidenzia come l'opera in progetto si collochi su di un versante con classe di penalità trascurabile od assente (P1) (cfr. fig. 2).

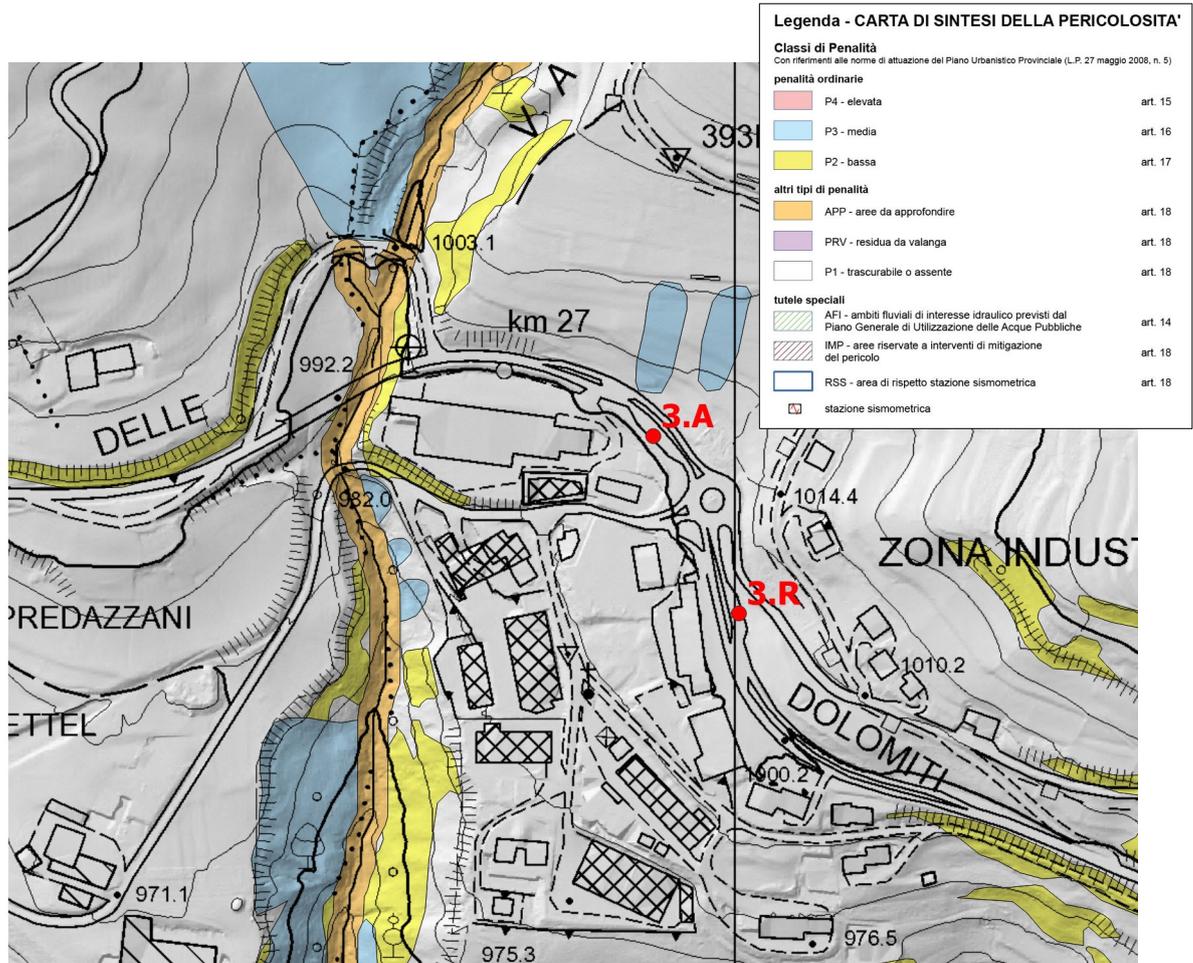


Fig. 2 – Estratto Carta della Pericolosità (scala 1:5.000)

1.2. Carta delle Risorse Idriche (3° agg. approvato con DGP 1941/18)

In riferimento alla Carta delle Risorse Idriche (prevista dall'art. 21 delle Norme di Attuazione del P.U.P. 2008) attualmente in vigore (3° aggiornamento), è stato verificato come l'area interessata dalle opere in progetto risulti esterna sia a "zone di protezione idrogeologica" che a "zone di rispetto idrogeologico" (fig. 3).

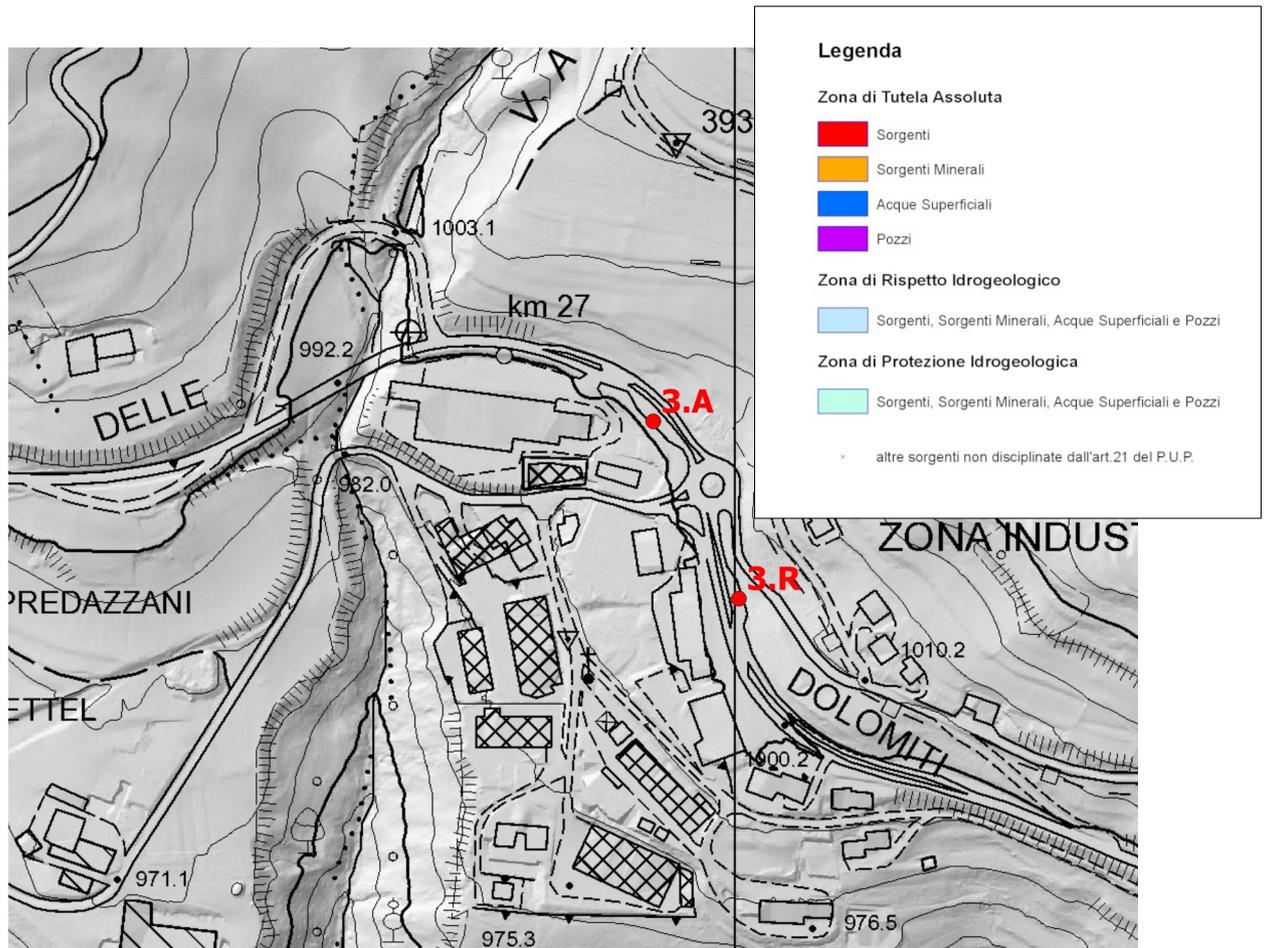


Fig. 3 – Carta delle risorse idriche (scala 1:5.000)

Sono inoltre assenti nell'area di studio, sorgenti rientranti nel catasto provinciale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in cui si colloca l'opera in progetto, è posta sul versante destro della Valle di Fiemme in prossimità della località Piera, ad un'altezza di circa 1000 m s.l.m., 1,5 km ad ovest dell'abitato di Tesero.

Le due piazzole sono poste sui lati opposti della Strada Statale n. 48 "delle Dolomiti", ad una distanza tra loro di circa 130 m, nello stesso contesto morfologico e geologico.

Morfologicamente la zona di interesse si caratterizza per la presenza di ampie superfici prative debolmente acclivi (pendenze medie generalmente inferiore a 20°), per gran parte coltivate e con ridotta vegetazione arborea, modellate per gran parte dall'azione glaciale a formare isolati dossi altimetricamente molto poco pronunciati. Solo in prossimità di alcuni corpi idrici superficiali si individuano linee di impluvio moderatamente incise per ruscellamento concentrato che determinano tratti di superfici a maggiore acclività, il principale dei quali è denominato Val di Piera, che percorre l'intero versante in direzione nord sud, poco ad ovest dei siti di progetto; tali linee di impluvio non sono comunque presenti nell'area direttamente interessata dai lavori in oggetto.

Le zone a minor acclività sono state recentemente parzialmente urbanizzate con edifici commerciali, produttivi, di edilizia privata e relativi aree di parcheggio e viabilità locale.

2.1. Coperture quaternarie

L'area si caratterizza per l'ubiquitaria presenza di coperture quaternarie sciolte di considerevole potenza, tale da includere per intero l'area di influenza dei manufatti oggetto della presente progettazione. Più in dettaglio (carta geologica di fig. 4), i depositi quaternari sono identificabili in due unità distinte costituite rispettivamente da:

1. **depositi glaciali** (till indifferenziati): costituiscono la copertura di deposito sciolto più superficiale presenti nell'area di interesse e nel suo intorno, al di sopra di quota 980 m s.l.m. circa. Sono depositi clastici di granulometria molto eterogenea e distribuita, con clasti poligenici arrotondati aventi diametri anche sull'ordine dei decimetri, immersi in matrice massiva limo-sabbiosa con struttura prevalente matrice-sostenuta.
2. **depositi di debris flow**: compaiono nella parte altimetricamente più bassa del versante e costituiscono il cono di deiezione del torrente che percorre la Val di Piera. Oggi profondamente incisi dallo stesso torrente, risultano inattivi e testimoniano la loro precedente attività in un contesto

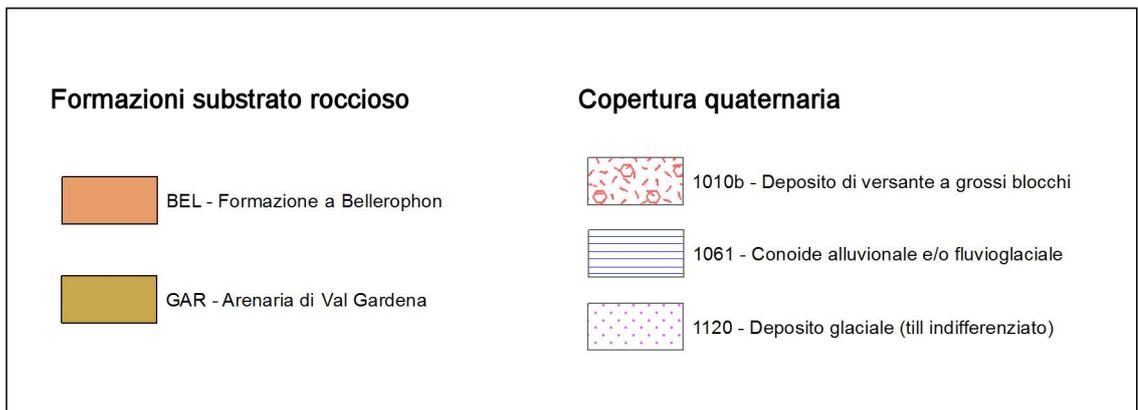
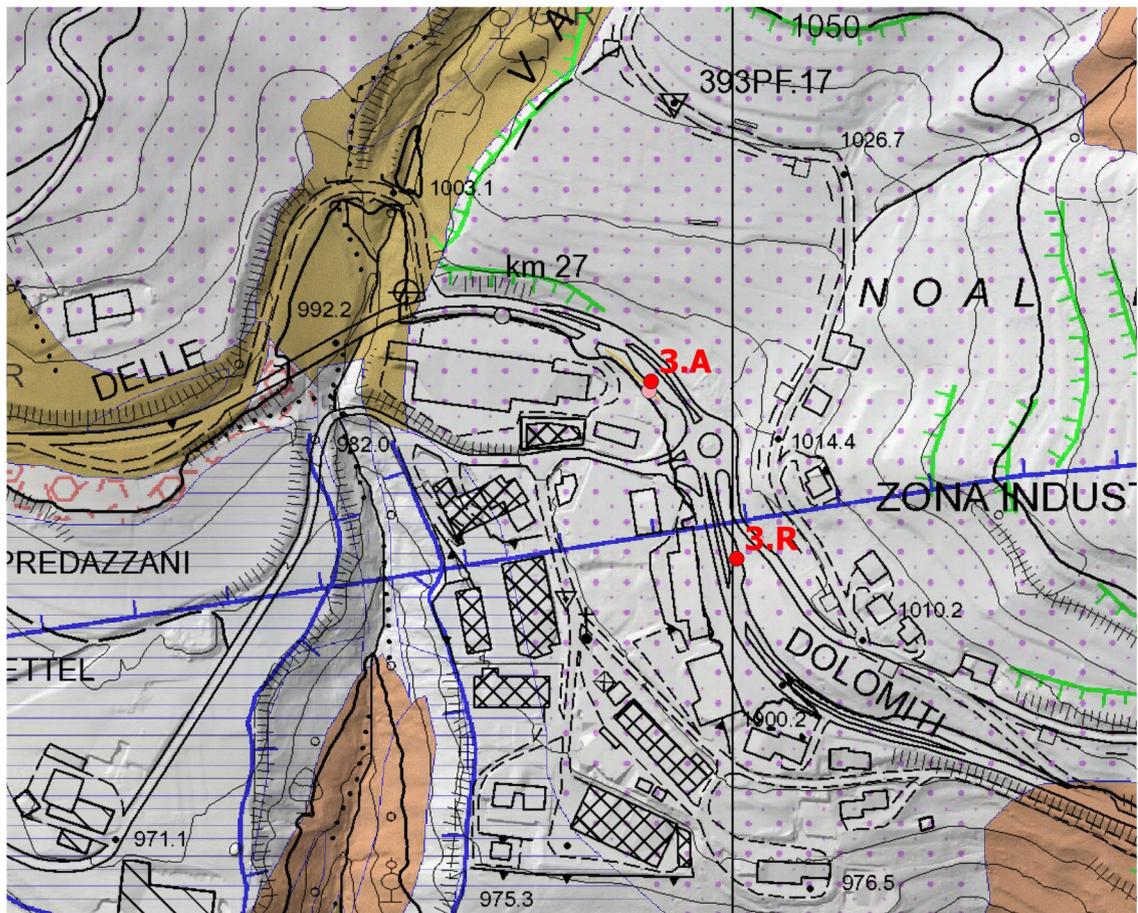


Fig. 4 – Carta geologica (scala 1:5.000)

morfologico differente, caratterizzato da un livello di base del corpo idrico assai più elevato, indotto a sua volta dalla collocazione del talweg del Torrente Avisio ad una quota altimetrica maggiore rispetto alle condizioni attuali. Questi depositi sono costituiti da materiale clastico granulometricamente piuttosto eterogeneo ma tendenzialmente con minor frazione fine rispetto ai depositi di origine glaciale. La struttura risulta essere prevalentemente massiva (depositi originati da colate detritiche) con solo locali accenni di stratificazione, causati da temporanei e circoscritti eventi di deposizione prodotti da correnti trattive. I clasti risultano sempre poligenici ma con una netta prevalenza di litologie presenti nel bacino idrografico del corpo idrico che li ha trasportati.

2.2. Substrato prequaternario

Come anticipato più sopra, i depositi quaternari sciolti, nell'area oggetto degli interventi di progetto, ricoprono ubiquitariamente il substrato roccioso prequaternario, con spessori piuttosto elevati (si vedano le indagini geofisiche al paragrafo 3.1.) e tali da poter considerare il volume di influenza delle opere di progetto interamente compreso all'interno di essi.

Specificato ciò, nell'area di studio il substrato roccioso risulta costituito da due unità stratigrafiche a prevalente composizione terrigena, visibili esclusivamente solo lungo le incisioni torrentizie della Val di Piera e in limitati settori a maggior acclività presenti nel versante ad est del sito di progetto.

Di seguito si fornisce una sintetica descrizione delle due formazioni in ordine di sequenza stratigrafica di deposizione:

Arenarie di Val Gardena: si tratta di una formazione pelitico arenacea di età permiana, ben stratificate e dall'evidente colorazione rossastra. Nell'area di studio affiorano in modo molto sporadico nella parte inferiore della Val di Piera e, per effetto di una faglia ad andamento est ovest presente in corrispondenza dei siti di progetto, sono pure visibili in affioramento anche nel settore medio superiore della stessa valle (si veda carta geologica di fig. 4). La presenza di tale litologia ben si riflette nella composizione della copertura quaternaria soprastante;

Formazione a Bellerophon: questa formazione è posta stratigraficamente al di sopra delle Arenarie di Val Gardena e pertanto nella porzione a sud della faglia ad andamento E-W la si trova in affioramento, sempre nell'incisione della Val di Piera, nel suo tratto medio, a valle del ponte sulla SS 48. Altri affioramenti compaiono nel settore a nord della citata faglia, nelle porzioni più elevate del versante, a partire da quota 1100 m slm circa.

Litologicamente è costituita da calcari siltitici grigio brunastri fittamente stratificati con siltiti laminate grigie ed un progressivo aumento della componente carbonatica nella parte più elevata dell'unità; in tale unità formazionale sono spesso presenti lenti volumetricamente importanti di gesso;

2.3. Stabilità geomorfologica del sito

L'area su cui verranno realizzate le opere in progetto risulta ampiamente antropizzata e caratterizzata da condizioni di stabilità geomorfologiche nel complesso buone con l'assenza di processi morfogenici attivi o quiescenti. Non si prevede pertanto che alcun processo morfogenico possa interferire in modo significativo con i lavori previsti.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

Al fine di pervenire ad una migliore definizione del modello stratigrafico e geotecnico di riferimento, funzionale ad una più razionale progettazione, sono state programmate alcune indagini, sia di tipo diretto (pozzetto geognostico), sia di tipo geofisico, così come verranno descritte nei paragrafi successivi.

3.1. Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche sono consistite in prospezioni di tipo sismico eseguite direttamente dal Servizio Geologico, secondo due metodologie differenti:

- un'acquisizione sismica attiva MASW lungo uno stendimento di n. 24 geofoni con interdistanza 2 m;
- un'acquisizione passiva dei microtrempi HVSR.

L'ubicazione delle prospezioni è riportata in fig. 5

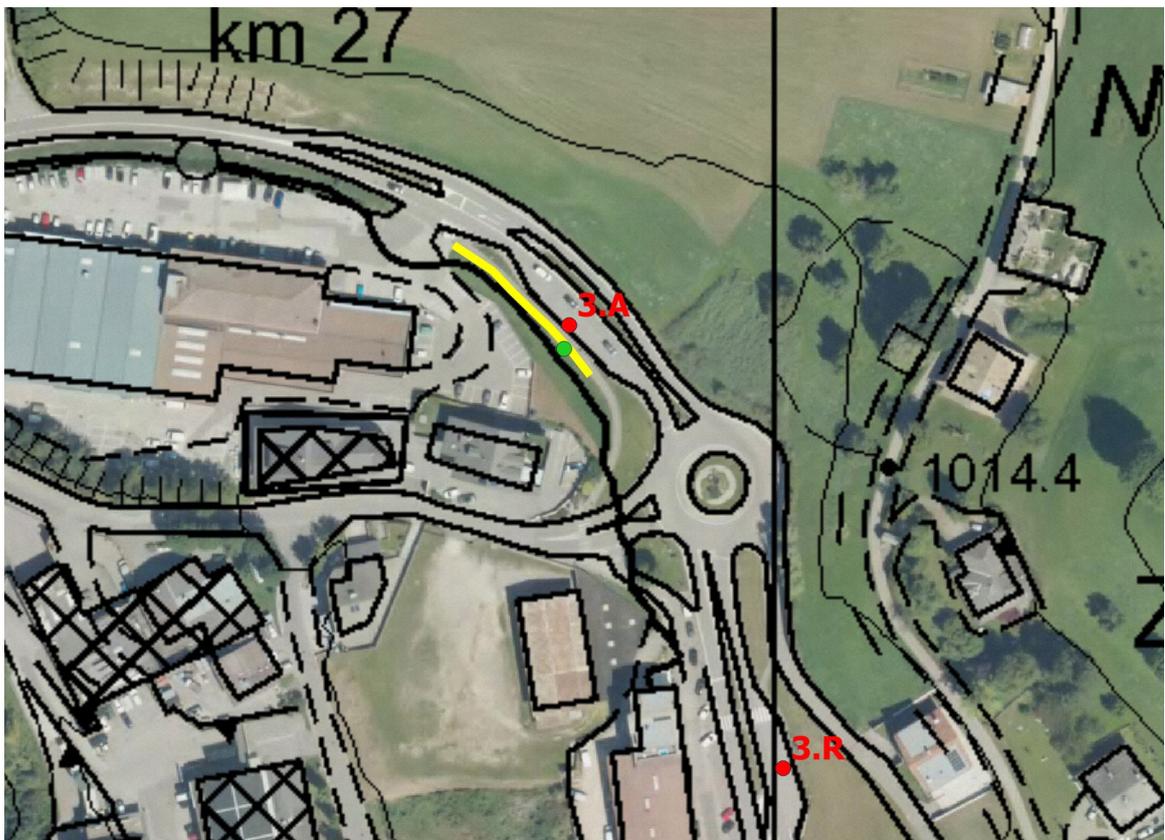


Fig. 5 – Ubicazione indagini geofisiche (scala 1:2.000)
Linea gialla: MASW; punto verde: HVSR

I dati acquisiti mediante l'applicazione delle due metodologie, sono stati quindi elaborati ricorrendo all'inversione congiunta.

I risultati di tali indagini sono riassunti in fig. 6, in cui sono riportati più profili di V_s (velocità delle onde di taglio) e di densità sovrapposti fra loro e graduati per colore in funzione del misfit (differenza) tra il dato acquisito in campagna e risposta del modello/profilo considerato. Il profilo rappresentato con il colore blu coincide con quello a misfit minore ovvero con quello che meglio ricalca i dati di campagna. I restanti modelli rappresentati consentono di stimare l'intervallo di variabilità dei parametri considerati.

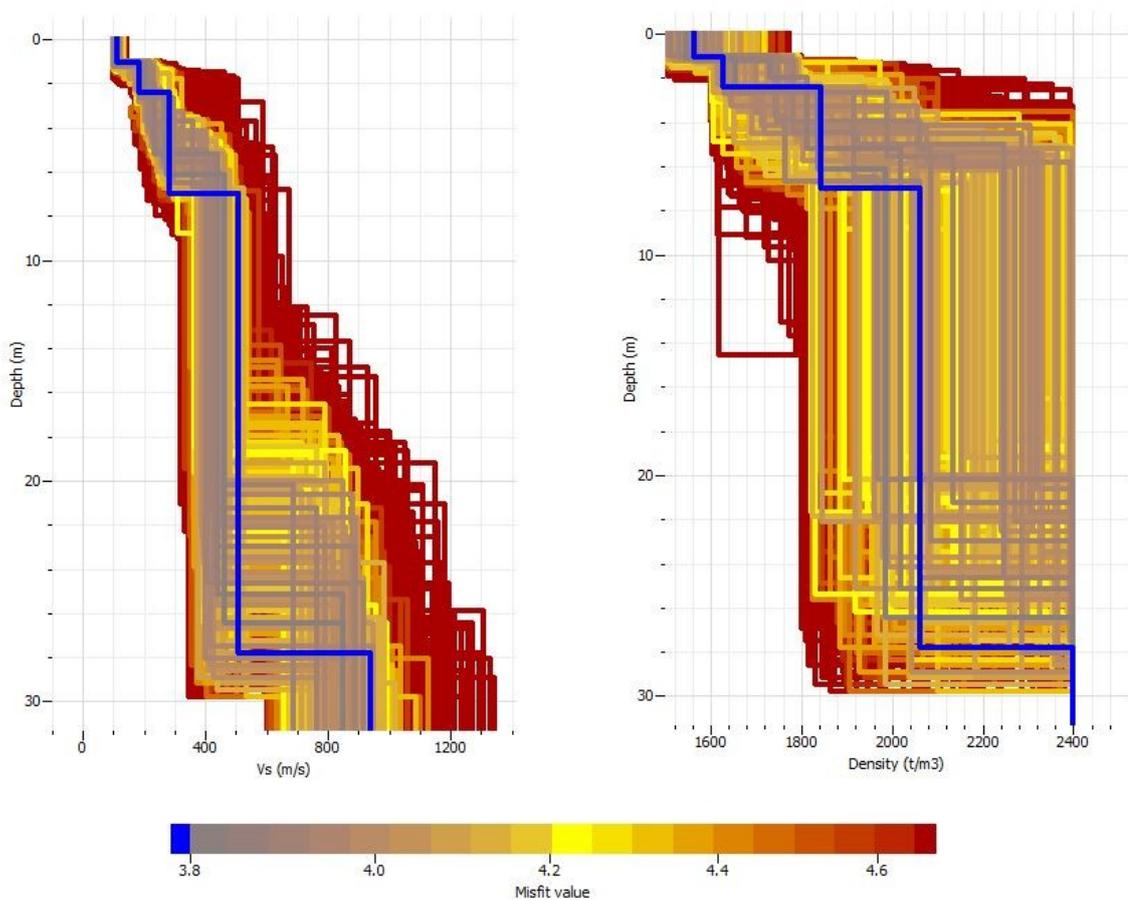


Fig. 6 – Profili di V_s e densità ottenuti dalle indagini sismiche

Le indagini sismiche evidenziano la presenza di un primo livello di spessore pari a circa 2 metri poco addensato caratterizzato da una velocità media V_s di circa 400 m/s e densità di 1600 kg/m³, con entrambi i valori in aumento con la profondità. Si tratta probabilmente della parte di copertura di origine glaciale, rimaneggiata dai precedenti lavori di realizzazione della rotonda sulla SS 48 e relative piste. Ad esso segue un livello sempre di natura glaciale più addensato (circa 1850 kg/m³ e V_s di

680 m/s) di circa 4.5 m di spessore che, a partire da una profondità di circa 6,5 m, incrementa ulteriormente sia la sua densità (circa 2050 kg/m³) sia le Vs (1085 m/s). Il bedrock sismico viene individuato ad una profondità di circa 28 m con valori di V_s pari a circa 2000 m/s e densità di 2400 kg/m³.

3.2. Pozzetto esplorativo

In aggiunta alla prospezione geofisica sopra descritta, sempre nella zona prossima alla fermata 3. A (fig. 7) è stato realizzato mediante escavatore meccanico, un pozzetto esplorativo al fine di verificare in dettaglio le caratteristiche deposizionali e granulometriche della sequenza deposizionale più superficiale presente in questa porzione di area (fig. 8). Lo scavo è stato arrestato ad una profondità di 1,5 m.

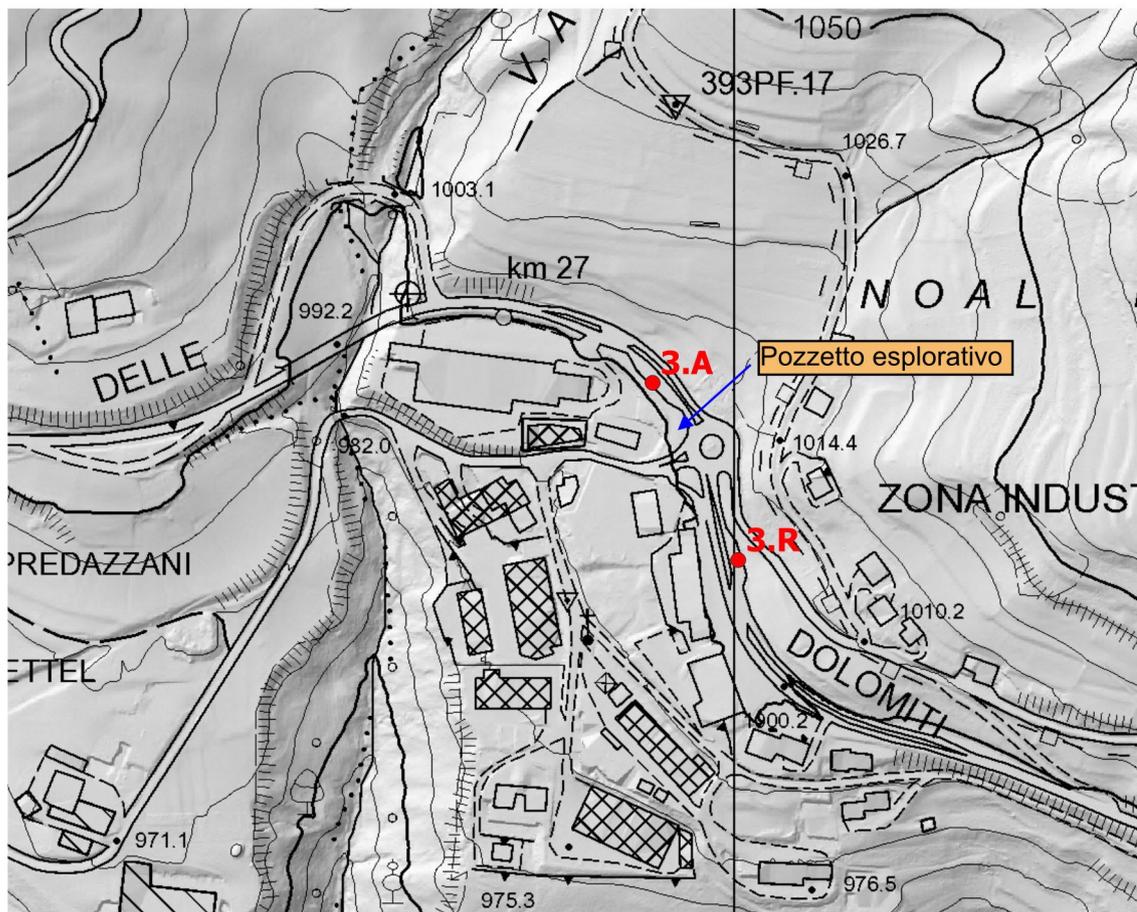


Fig. 7 – Ubicazione pozzetto esplorativo

La porzione indagata risulta pertanto stratigraficamente costituita dalle seguenti litologie:

profondità (m)		Litologia
da	a	
0	0,10	Sabbia limosa con ghiaia; matrice con moderata frazione organica
> 0,10		Ghiaia sabbioso limosa priva di struttura con clasti poligenici arrotondati



Fig. 8 – Fronte scavo del pozzetto geognostico

Al di sotto di un modesto strato decimetrico di suolo sabbioso con moderata frazione organica, il substrato appare quindi costituito dal deposito glaciale di natura granulare con granulometria piuttosto grossolana (ghiaie sabbioso limose) e privo di strutture sedimentarie. Va rilevato che il deposito appare ampiamente rimaneggiato, verosimilmente in occasione della precedente sistemazione delle aiuole in fregio alla strada statale n. 48.

3.3. Modello stratigrafico locale

Le indagini geofisiche e geognostiche eseguite sul sito di progetto consentono di ricavare per la zona direttamente investigata la seguente stratigrafia, semplificata ai fini della modellazione geotecnica e di seguito descritta a partire dagli strati più superficiali:

1. primo strato superficiale costituito da un deposito glaciale granulometricamente eterogeneo a struttura caotica, poco addensato a clasti di diametro anche decimetrico, avente spessore di circa 2 m (densità media $\cong 1600 \text{ kg/m}^3$);
2. secondo strato costituito dallo stesso deposito glaciale ma più addensato, con spessore di 26 m (densità media $\cong 1900 \text{ kg/m}^3$);
3. substrato roccioso poco alterato con velocità V_s pari a circa 2000 m/s presente a partire dalla profondità di circa 28 m (Formazione a Bellerophon).

4. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Lo schema litologico delineato e descritto nel capitolo precedente, può restituire un assetto stratigrafico nel dettaglio assai complesso ed eterogeneo. Va tuttavia evidenziato, soprattutto ai fini della ricostruzione del modello idrogeologico funzionale al progetto in esame, come le principali caratteristiche idrogeologiche delle diverse unità stratigrafiche presentiti in sito, non presentino marcate differenze.

4.1. Unità idrogeologiche

I terreni presenti nell'area possono pertanto essere sinteticamente suddivisi in due unità idrogeologiche distinte:

1. **Prima unità idrogeologica:** è costituita dall'insieme di tutti i depositi sciolti quaternari (depositi glaciali e depositi di debris flow). La permeabilità risulta essere per porosità primaria, in valori nel complesso piuttosto bassa. Indicativamente, considerando che tali depositi possiedono un diametro efficace D_{10} approssimativamente attorno ad $1\mu\text{m}$, può essere stimata per essi una **permeabilità pari a circa 10^{-7} m/s**;
2. **Seconda unità idrogeologica:** rappresentata dal substrato roccioso che nell'area di influenza dell'opera è prevalentemente terrigeno, pelitico arenaceo (Arenarie di Val Gardena) e siltitico marnoso (Formazione a Bellerophon). Si tratta di un'unità con permeabilità mista sia primaria (per porosità, più propria delle Arenarie di Val Gardena) sia secondaria (per fessurazione, Formazione a Bellerophon), comunque non elevata e tendente ad una spiccata riduzione della conducibilità idraulica con l'aumentare della profondità, legata al diminuire dello stato di fratturazione. Nel complesso questa unità presenta permeabilità il cui valore risulta comparabile con quello caratteristico della prima unità idrogeologica. Se ne distingue sia per una più pronunciata eterogeneità, principalmente legata al grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, sia per una maggiore anisotropia, quest'ultima condizionata dalle significative disomogeneità granulometriche che si riscontrano nella successione stratigrafica e dagli elementi strutturali di origine tettonica (discontinuità) che interessano l'ammasso.

4.2. Modello idrogeologico

L'individuazione delle precedenti due unità idrogeologiche, consente di ipotizzare una circolazione idrica sotterranea piuttosto modesta caratterizzata da un prevalente

drenaggio verticale in zona non satura all'interno dei depositi quaternari sciolti con la presenza di possibili falde sospese in corrispondenza dei livelli più grossolani dei depositi glaciali.

Per quanto riguarda il reticolo di deflusso superficiale, si rileva che nell'area strettamente limitrofa alla zona di intervento, non si rinvennero corpi idrici permanenti o comunque significativi.

5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il sito di progetto non rientra nell'anagrafe dei siti da bonificare redatto dalla Provincia Autonoma di Trento e neppure all'interno delle macroaree interessate da fenomeni naturali con superamento delle CSC individuate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 1666 del 3 luglio 2009.

Non vi è inoltre la previsione progettuale di un esubero del materiale prodotto dalle operazioni di scavo; tutti i volumi provenienti dagli sterri verranno utilizzati nell'ambito del cantiere.

Il presente studio individua nell'area direttamente interessata dalle opere in progetto, la presenza di terreni naturali (depositi glaciali), oggetto comunque di recenti lavori di rimodellamento che hanno implicato un loro rimaneggiamento antropico.

Per questo motivo e per la vicinanza con una struttura viaria con significativo traffico (SS. n.48), si ritiene opportuno provvedere nelle successive fasi progettuali ad un campionamento del terreno, con almeno due campioni, al fine di determinare gli elementi di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 (Tabella 1, Allegato V della Parte Quarta).

6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO

Stante le caratteristiche stratigrafiche del sito di indagine e le caratteristiche dimensionali dell'opera che si intende realizzare, il modello geotecnico può essere facilmente sintetizzato con l'assunzione di un modello a due strati costituiti entrambi dal deposito glaciale ma caratterizzati da un diverso grado di addensamento e poggianti su substrato roccioso rappresentato dalla Formazione a Bellerophon. L'interfaccia tra coperture quaternarie sciolte e ammasso roccioso può essere considerata con giacitura subparallela al versante, ad una profondità piuttosto elevata (poco meno di 30 m) e tale da consentire di ritenere il volume di interferenza dell'opera interamente all'interno del deposito quaternario. Considerando le modestissime azioni suolo-strutture inducibili dalle opere previste in progetto e la fase progettuale a cui questo elaborato fa riferimento, di seguito si forniscono le indicazioni di massima circa i principali parametri geotecnici del terreno interessato dai lavori, derivati da indagini svolte in siti collocati in contesti geologici e depositi analoghi:

Tab. 6.1 - Principali parametri geotecnici dei litotipi

Litotipo	SPESSORE	CARATTERISTICHE FISICHE		RESISTENZE AL TAGLIO	
		Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo d'attrito	Coesione
	m	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	ϕ' gradi	c' kPa
Deposito glaciale poco addensato	2	16,0	18,0	32	5 (apparente)
Deposito glaciale addensato	26	19,0	20,0	34	5 (apparente)

In fase esecutiva dovranno comunque essere verificate le reali caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche del sedimento.

7. PERICOLOSITA' SISMICA

La pericolosità sismica di un sito è identificata, secondo le NTC 2018, dalla probabilità che in un certo lasso di tempo, nel sito in oggetto, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari al valore prefissato. Nelle stesse norme tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” V_r mentre la probabilità viene denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” P_{VR} .

Operativamente si definisce la pericolosità sismica del sito attraverso la determinazione dei tre seguenti parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale.

tali parametri, ricavabili dall'Allegato B delle NTC 2018 in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno T_r , sono riferiti a siti sismicamente rigidi (categoria A della tabella 3.2.II delle NTC 2018) con superficie topografica orizzontale (categoria T1 della tabella 3.2.III delle NTC 2018). Da queste grandezze è quindi possibile ricavare in maniera compiuta e previa una più puntuale caratterizzazione le caratteristiche spettrali dell'evento sismico atteso e pertanto definire le relative azioni sismiche.

7.1. Periodo di riferimento V_r e Tempo di ritorno T_r

Il Tempo di ritorno T_r viene determinato dal Periodo di riferimento V_r (funzione della vita nominale dell'opera e della sua classe d'uso) e degli stati limiti definiti al paragrafo 3.2.1 delle NTC 2018 che qualificano i valori della Probabilità P_{VR} , secondo la seguente tabella:

Stati Limite		PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

dove:

1. **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
2. **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;
3. **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
4. **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Nel caso in esame, trattandosi di opera pubblica inerente una struttura viaria, in ottemperanza alla *“Prima direttiva per l'applicazione del Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 in materia di nuove norme tecniche per le costruzioni”*, sono stati assunti dal progettista i seguenti parametri:

Vita nominale dell'opera V_n : **100 anni**;

Classe d'uso (paragrafo 2.4.2 delle NTC 2018): **III**;

da cui si ricava (tabella 2.4.II delle NTC 2018) il seguente coefficiente

Coefficiente d'uso C_u : **1,5**.

Il Periodo di riferimento V_r viene pertanto ricavato dalla seguente espressione:

$$V_r = V_n \cdot C_u$$

e quindi:

Periodo di riferimento V_r : **150 anni**

Per la determinazione del Tempo di ritorno T_r , si fa ricorso all'espressione:

$$T_r = \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})}$$

da cui si ricava la successiva tabella:

Stati Limite	Probabilità di superamento P_{VR}	Tempo di ritorno T_r
SLO	81%	90
SLD	63%	151
SLV	10%	1424
SLC	5%	2475

7.2. Pericolosità sismica di base

Ricavato il tempo di ritorno per ogni singolo stato limite è possibile definire per ognuno di essi il valore per i tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima al sito), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T^*_c (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale) riferito al sito di progetto. Tali valori consentono di caratterizzare la cosiddetta pericolosità sismica di base, riferita cioè ad un sito rigido ed a topografia orizzontale.

Il valore a_g è ricavato direttamente dalla "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e resa cogente dall'ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006, mentre F_o e T^*_c , tabulati nell'allegato B delle NTC 2008, sono calcolati in modo tale che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC 2008 approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Considerando il punto di intervento avente le seguenti coordinate geografiche (datum WGS84):

Latitudine: **46.292059°**

Longitudine: **11.492552°**

per interpolazione lineare è possibile ricavare dai tabulati dell'allegato B i seguenti valori:

Stati Limite	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]
SLO	0,038	2,540	0,264
SLD	0,046	2,488	0,310
SLV	0,095	2,664	0,408
SLC	0,112	2,684	0,438

7.3. Risposta sismica locale

Al fine di tenere conto della topografia del sito e delle reali caratteristiche stratigrafiche e geometriche del volume di terreno interessato dall'opera, entrambi fattori in grado di produrre significative modificazioni dell'azione sismica in superficie rispetto alle previsioni prodotti per siti rigidi e pianeggianti (pericolosità sismica di base), vengono di seguito identificate le categorie del suolo di fondazione e le categorie topografiche, sulla base delle indicazioni prodotte nelle rispettive tabelle 3.2.II e 3.2.III contenute nelle NTC 2018 e di seguito riportate.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Alla luce delle considerazioni espresse nei capitoli relativi e delle indagini geofisiche compiute, possono essere indicate le seguenti categorie:

Categoria di sottosuolo: **B**

Categoria topografia: **T2**

7.4. Coefficienti sismici

Mediante il software “GeoStru Parametri Sismici” vers. 1.5, prodotto dall’azienda GeoStru Software, sono stati quindi determinati i relativi coefficienti sismici secondo le metodologie previste dalle NTC 2018 e relativi a muri di sostegno in grado di subire spostamento:

	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max} [m/s²]	Beta
SLO	1,20	1,44	1,20	0,010	0,005	0,537	0,180
SLD	1,20	1,39	1,20	0,012	0,006	0,648	0,180
SLV	1,20	1,32	1,20	0,025	0,012	1,341	0,180
SLC	1,20	1,30	1,20	0,039	0,019	1,587	0,240

CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta su richiesta del Servizio Opere Stradali e Ferroviarie della Provincia Autonoma di Trento, a supporto del progetto di ampliamento delle piazzole di fermata presso loc. Piera nel comune di Tesero previsto per l'organizzazione dei giochi olimpici invernali 2026.

Le caratteristiche geologiche del sito risultano pienamente compatibili con le opere previste, stante anche i modesti interventi che le stesse comportano. Nell'area in oggetto non si ravvisa inoltre alcun processo morfogenico in grado di produrre effetti negativi in termini di stabilità, durata o sicurezza verso le opere e le relative utenze.

Nella presente relazione vengono forniti modello geotecnico e relativi parametri geotecnici di massima, propri di terreni con caratteristiche meccaniche medie.

Sono state inoltre fornite le grandezze di riferimento previste per la definizione della pericolosità sismica e dei coefficienti sismici.

Trento, luglio 2025

Il relatore
dott. geol. Paolo Campedel

