



# Geologia e Ambiente Geologie und Umweltschutz

GEOLOGIA APPLICATA, IDROLOGIA, GEOMECCANICA, VALUTAZIONI E SISTEMAZIONI GEOAMBIENTALI  
ANGEWANDTE GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE, FELSMÉCHANIK, UMWELTSCHUTZ  
STUDIO ASSOCIATO - BÜROGEMEINSCHAFT

dott. Michele Nobile • dott. Lorenzo Cadrobbi • dott. Stefano Paternoster • dott. Claudio Valle

Committente: WALTHERPARK S.p.A.

## **SISTEMAZIONI VIARIE DI VIA GARIBALDI, PIAZZA STAZIONE E VIA RENON A BOLZANO**

### **RELAZIONE GEOLOGICA con modellazione geotecnica**

sulle indagini e sulla caratterizzazione e modellazione geologica del sito  
(contiene il modello geotecnico del sottosuolo)

rel. 2686/1/24

dott. Michele Nobile  
dott. Lorenzo Cadrobbi  
dott. Stefano Paternoster  
dott. Claudio Valle

Committente: WALTHERPARK S.p.A.

## **SISTEMAZIONI VIARIE DI VIA GARIBALDI, PIAZZA STAZIONE E VIA RENON A BOLZANO**

### **RELAZIONE GEOLOGICA con modellazione geotecnica**

sulle indagini e sulla caratterizzazione e modellazione geologica del sito  
(contiene il modello geotecnico del sottosuolo)

Il geologo



rel. 2686/1/24

MN-GC/Marzo 2024

"Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto dello Studio "GEOLOGIA E AMBIENTE" (legge 22 aprile 1941 nr. 633, art. 2575 e segg. c.c.)

## SISTEMAZIONI VIARIE DI VIA GARIBALDI, PIAZZA STAZIONE E VIA RENON A BOLZANO

RELAZIONE GEOLOGICA  
contenente la modellazione geotecnica

Il progetto prevede una completa sistemazione della viabilità a SE del complesso “WaltherPark” a Bolzano (FIGURA 1), consistente nella riconfigurazione di via Garibaldi e piazza stazione, con la contemporanea creazione di nuovi tratti ciclopodali. L’intervento non prevede scavi, se non quelli inerenti alle sistemazioni delle pavimentazioni e di eventuali sottoservizi, per i quali si può stimare una profondità di circa 0,5 m al di sotto della sede stradale.

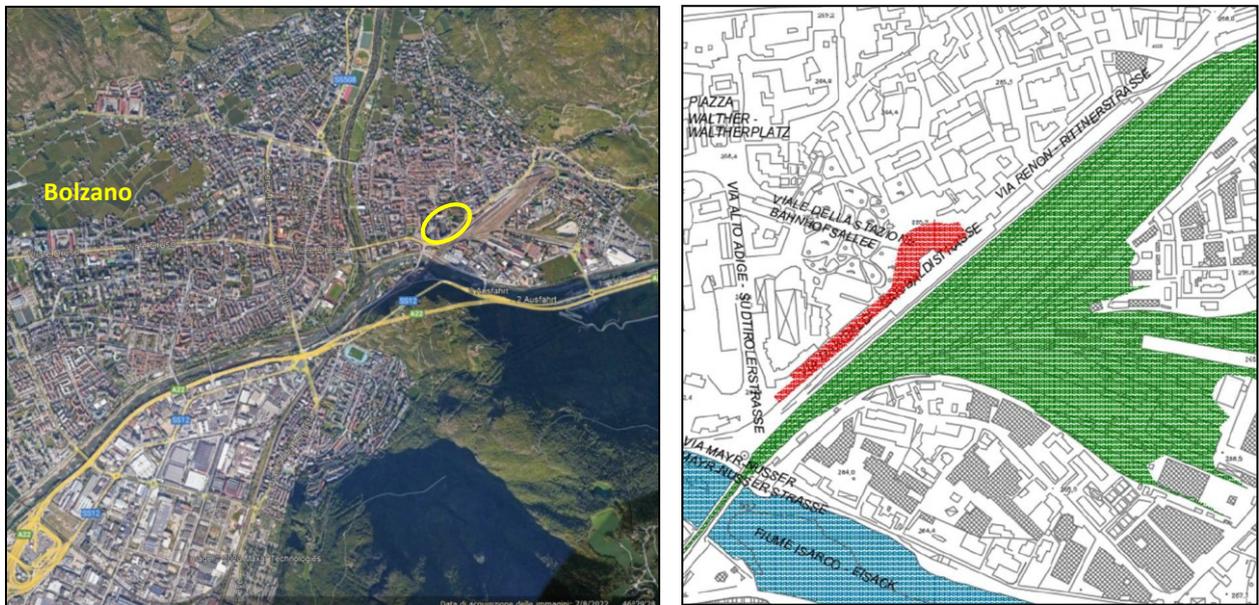


FIGURA 1: la città di Bolzano (da *Google Earth*) e dettaglio dell’area oggetto di intervento (rosso)

La presente relazione geologica, redatta ai sensi del vigente D.M. 17/01/2018 e della successiva Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019 a cura del C.S.LL.PP., nonché delle vigenti normative provinciali, descrive il modello generale del sottosuolo, con dettagliato riferimento alla stratigrafia locale ed al modello idrogeologico, in relazione allo specifico progetto.

Nel presente studio vengono anche trattati, ai sensi delle normative vigenti in materia, i temi inerenti ad eventuali pericolosità dell’area, nonché alla gestione di eventuali aliquote di terreni di risulta degli scavi.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### **Normative nazionali**

- D.P.C.M. 21 OTTOBRE 2003 n.3274 – Dipartimento Protezione Civile
- D.LGS. 152/2006 – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n°7 – Istruzioni per l’applicazione dell’”Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”” di cui al D.M. 17 gennaio 2018

### **Normative Provinciali**

- D.G.P. n° 4047 del 6 Novembre 2006 – Disposizioni relative ad azioni sismiche
- D.P.P. della Provincia Autonoma di Bolzano n° 22 del 1/9/2015 – Abrogazione del regolamento concernente “Disposizioni per opere le edili antisismiche”
- D.G.P. n. 189 del 26 gennaio 2009 - “Criteri per la classificazione di terre e rocce da scavo, anche di gallerie, come sottoprodotti”

## **ANALISI DEL PROGETTO**

Via Garibaldi si presenta con una carreggiata a tre corsie di marcia di cui una riservata al transito dei soli mezzi pubblici in direzione di piazza della Stazione; in affiancamento a questa corsia verrà realizzato un percorso ciclopedonale con larghezza minima di 2,50 m. In prossimità di piazza della stazione la carreggiata subisce un restringimento che comporta l’interruzione del percorso ciclopedonale; un attraversamento pedonale semaforizzato permetterà di raggiungere il marciapiede sul lato opposto della strada.

Piazza della Stazione è, invece, caratterizzata da una viabilità strutturata su due corsie di marcia, affiancate esternamente da due corsie per la sosta dei mezzi pubblici; in corrispondenza dell’ingresso alla stazione dei treni, la viabilità diventerà a raso con i limitrofi marciapiedi in modo da garantire continuità al flusso pedonale. Questo tratto presenterà una pavimentazione in cubetti di porfido che creerà un unico elemento con la piazza.

## PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE E VINCOLI GRAVANTI SUL SEDIME

La Provincia Autonoma di Bolzano con il DPP 5 agosto 2008 e s.m.i. ha richiesto ai propri comuni la redazione di specifici studi chiamati “Piani delle Zone di Pericolo (P.Z.P.)” per cartografare e delimitare aree caratterizzate da differenti gradi di pericolosità geologica, idrogeologica ed idraulica.

Per quanto riguarda l’areale di progetto interno all’abitato di Bolzano, l’analisi della cartografia ha verificato una pericolosità H1 (area esaminata e non pericolosa) sia per la tematica idraulica (FIGURA 2a), che per quella geologica (frane e valanghe) (FIGURA 2b).

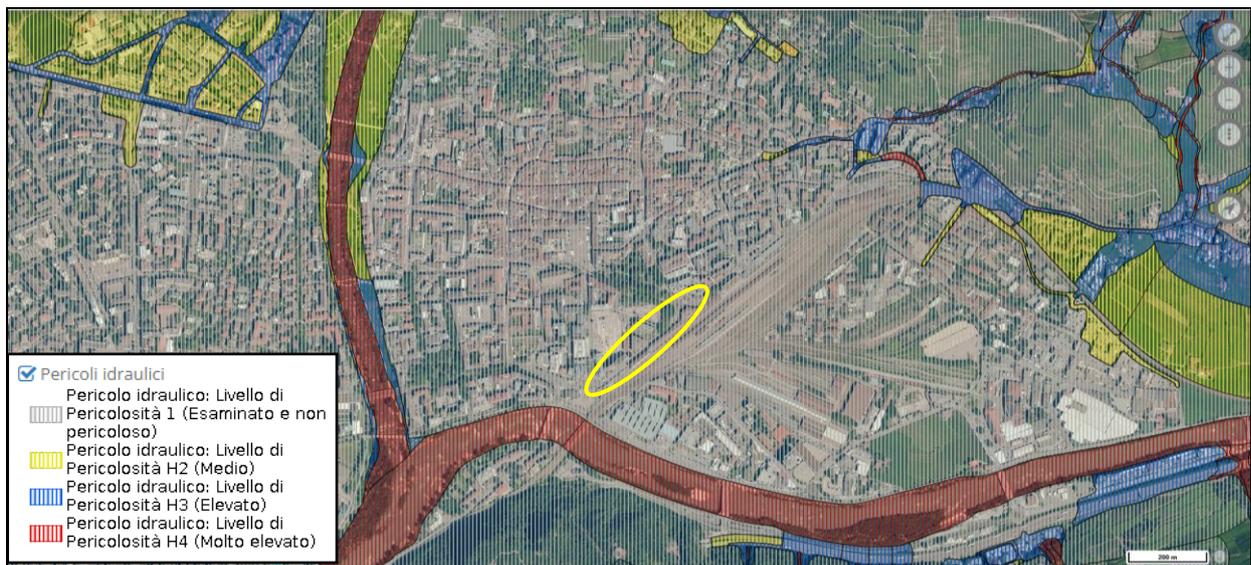


FIGURA 2a: PZP di Bolzano – “Carta della pericolosità idraulica” - estratto (Geobrowser P.A.Bz)

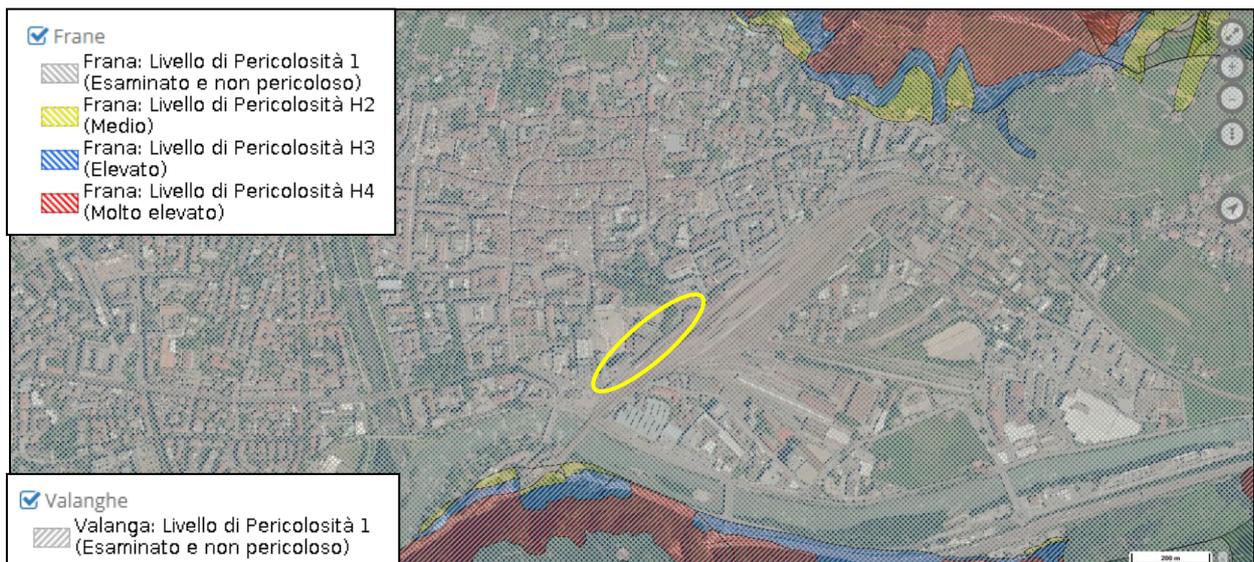


FIGURA 2b: PZP di Bolzano – “Carta delle pericolosità geologiche” - estratto (Geobrowser P.A.Bz)

Alla luce di quanto emerso dall'analisi della cartografia e dal basso livello di pericolosità rilevato, l'intervento in progetto è compatibile con il grado di pericolosità cartografato per l'area e, pertanto, non risulta necessaria la verifica di compatibilità (Art. 11 D.P.P. 42/2008) né la redazione di uno "Studio di compatibilità idrogeologica".

Oltre a quanto sopra, la P.A.Bz. con la L.P. 63/1973 (Tutela della falda acquifera di Bolzano ed istituzione della zona di rispetto) ha posto sotto tutela la falda acquifera della città di Bolzano, collocando l'intera area nella "Zona di Tutela III"; la successiva D.G.P. n.5922 del 17.10.1983 ha poi posto sotto protezione la falda cittadina, ponendo restrizioni agli scavi nelle varie aree cittadine, suddividendole in Zona A, B e C. Nel dettaglio, l'area interessata dal progetto (FIGURA 3) ricade nella "Zona C", il cui vincolo di tutela riporta:

*"È vietato lo sfruttamento dei materiali alluvionali di fondovalle mediante cave. Gli scavi per altri scopi sono soggetti all'autorizzazione dell'Ufficio Gestione Risorse Idriche se intaccano la falda sotterranea o comunque ne riducono la copertura a meno di 1 m dal livello massimo della falda acquifera; in tutti gli altri casi sono permessi".*

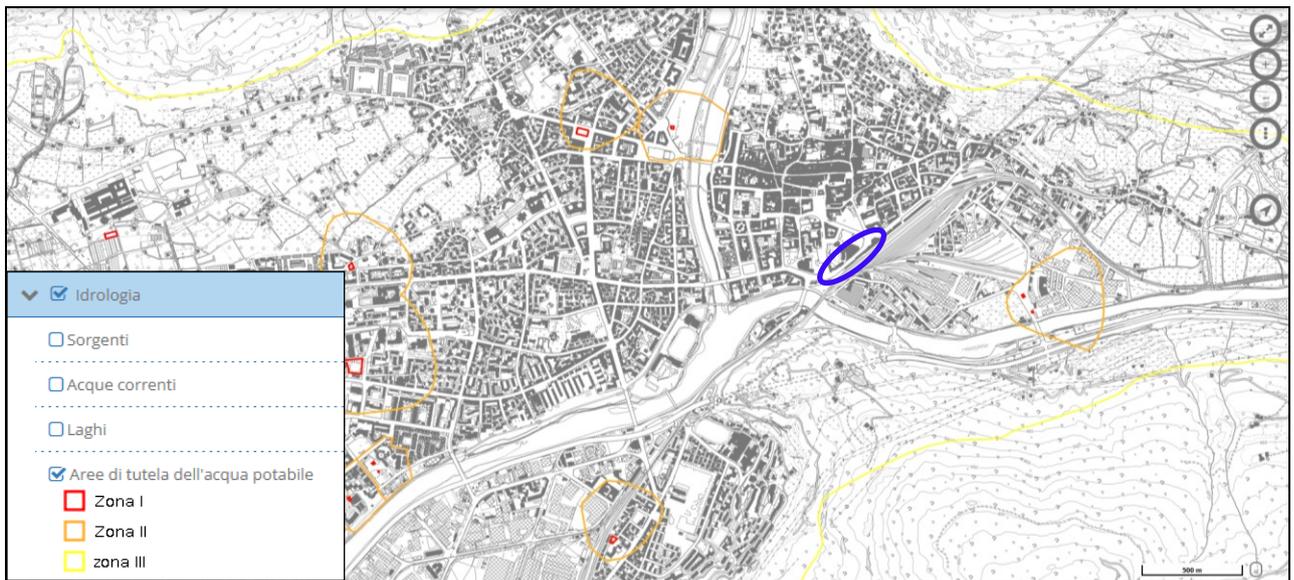


FIGURA 3: Zone di tutela delle acque potabili nella città di Bolzano - estratto (Geobrowser P.A.Bz)

Nell'area oggetto di studio la falda si colloca, generalmente, oltre i 15 m di profondità, con escursioni massime annuali dell'ordine di 5÷6 m; conseguentemente, poiché il progetto non prevede scavi ma solo modesti scotichi superficiali, non sarà necessaria alcuna autorizzazione da parte dell'U.G.R.I.

## MODELLO GEOLOGICO GENERALE

La cosiddetta conca di Bolzano individua una porzione di valle dell'Adige compresa nella zona di confluenza tra i torrenti Talvera ed Isarco e lo stesso fiume Adige; si tratta di un solco sovralluvionato, dovuto all'escavazione fluviale e glaciale entro i litotipi appartenenti alla "Piattaforma Porfirica Atesina", (noto anche come "Complesso vulcanico atesino"), una successione di potenti ed estesi banchi ignimbrici intercalati da arenarie, conglomerati, tufiti, e brecce, formatasi nel tardo Paleozoico.

Questi prodotti lavici sono ben visibili su entrambi i versanti della vallata e, spesso, risultano ricoperti da spessori molto variabili di depositi colluviali e/o materiali sciolti di origine glaciale e post-glaciale.

Il fondovalle di questa conca è ricoperto da depositi alluvionali quaternari, in prevalenza granulari e grossolani (ghiaie e sabbie, ma anche limi ed argille), che raggiungono uno spessore di diverse centinaia di metri.

Dal punto di vista geomorfologico, le alluvioni del torrente Talvera, che scende dalla valle Sarentino (N), hanno formato allo sbocco nella valle principale, alla confluenza con il Fiume Isarco (E), un'ampia conoide (FIGURA 4), sulla quale è sorta la città di Bolzano; a grande scala, questo tratto vallivo mostra una leggera pendenza in direzione SSW.

Litologicamente il sottosuolo, composto da sedimenti porfirici, coerentemente al bacino di alimentazione, mostra una classica selezione idro-gravimetrica dei sedimenti, con granulometria decrescente dalla zona apicale (ghiaie con frequenti ciottoli e blocchi) alla zona distale, dove prevale una sedimentazione da trasporto dovuta alla corrente idrica (ghiaie e sabbie prevalenti con sporadici ciottoli e blocchi) e più rari depositi (o lenti) di inter-canale abbandonato (sabbie e limi); questi ultimi depositi caratterizzano vaste aree cittadine tra i 2 ed i 4÷5 m di profondità.

Nell'area in esame e nelle aree adiacenti non si segnalano processi morfodinamici attivi o quiescenti.

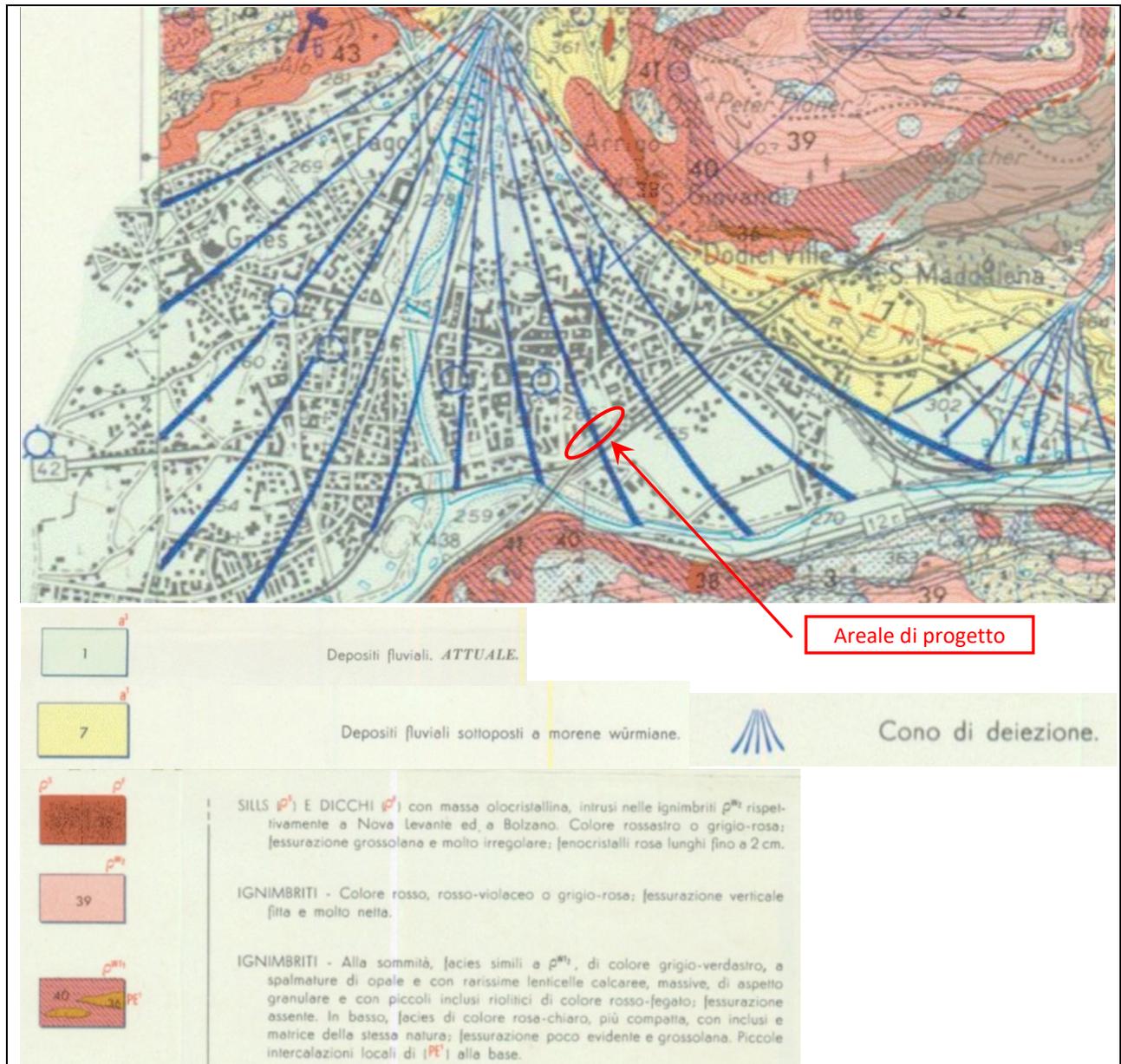


FIGURA 4: Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – F.27 Bolzano (estratto)

### MODELLO LITO-STRATIGRAFICO LOCALE

La serie stratigrafica locale di interesse per il modello geotecnico progettuale (primi 15÷20 m di sottosuolo), ricostruita sulla base di vari carotaggi condotti nei dintorni, mostra la presenza di depositi di conoide medio-distale del torrente Talvera, nei quali prevale il trasporto da corrente idrica in canale od inter-canale attivo (**Livello A** – ghiaie e sabbie con ciottoli); al tetto della formazione si rileva un'irregolare e discontinua deposizione (2÷5 m) di sabbie fini e limi sabbiosi nocciola (**Livello A2**) dovuti a depositi di decantazione in inter-canale abbandonato. Questi ultimi risultano in parte mancanti e/o sostituiti da materiali di riporto (**LIVELLO R**), in genere granulari, talora anche con resti antropici, che si rinvencono a partire dal piano di campagna, con spessori medi in genere dell'ordine dei 1÷4 m.

In sintesi, alla luce di quanto sopra, il modello geologico locale del sottosuolo, per le profondità di interesse progettuale, può essere così delineato:

Livello	Spessore	Litologia	Genesi
Livello R - Riporti	Plurimetrico (1÷4 m)	Ghiaie e sabbie rimaneggiate e/o riportate. Possibile presenza di materiali antropici (laterizi, etc.)	Antropica
Livello A2	Plurimetrico (2÷5 m)	Sabbie e sabbie limose, nocciola, moderatamente addensate	Alluvioni a media energia
Livello A	Decametrico	Ghiaie porfiriche con ciottoli e sabbie, da moderatamente addensate ad addensate	Alluvioni di conoide medio-distale

### MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

La conca di Bolzano, come precedentemente delineata, è idrogeologicamente caratterizzata da un acquifero a falda libera, alimentato dall'infiltrazione efficace nei settori di conoide non impermeabilizzati e dalle perdite di subalveo del Fiume Isarco e del Torrente Talvera, i quali risultano pensili rispetto alla falda acquifera.

La quota del p.c. di questa porzione di abitato si colloca attorno ai 265 m, mentre la circolazione idrica principale si sviluppa, generalmente, al di sotto di quota 250 m; la granulometria medio-grossolana dei depositi costituenti il sottosuolo non è, infatti, in grado di sostenere la falda che "poggia" su sedimenti fini presenti in profondità.

Inoltre, è possibile indicare che in base a misure piezometriche consultate, l'escursione annua del livello di falda tra periodi di magra (generalmente mesi di febbraio-marzo) e quelli di morbida (luglio/

agosto – ottobre/dicembre) è generalmente di 5÷6 m, ma che negli ultimi anni mostra una forte tendenza all'aumento (fino a 9 m).

Questa analisi della piezometria locale fa riferimento ai dati gentilmente forniti dall'Ufficio Geologia del Comune di Bolzano; di seguito vengono riportati i grafici dei piezometri B038 posto in via Marconi (q. 262,9 m) e B005 sito in zona ferrovia (q.267,3 m) (FIGURE 5 e 6).

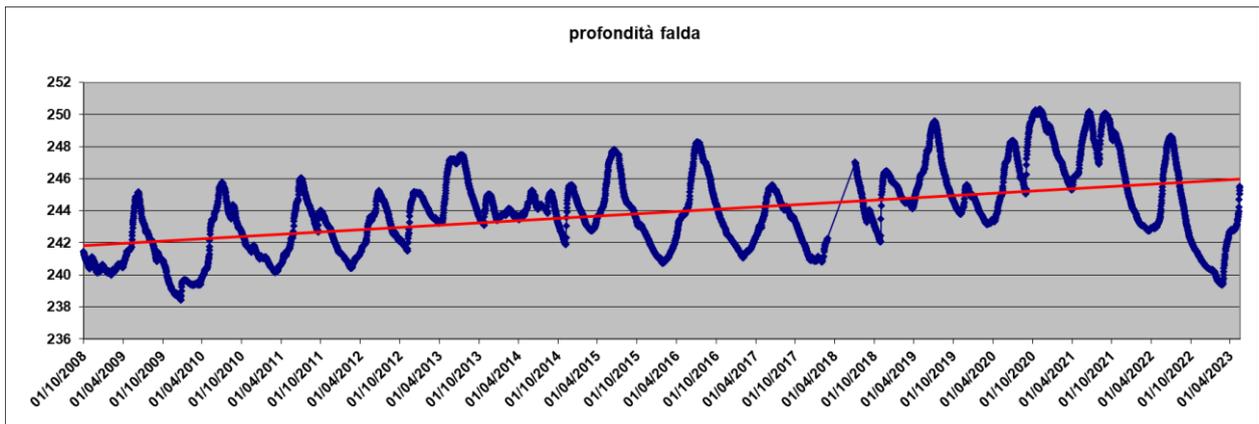


FIGURA 5: grafico oscillazioni della falda nel piezometro 038 – via Marconi (01/2008 ÷ 05/2023)

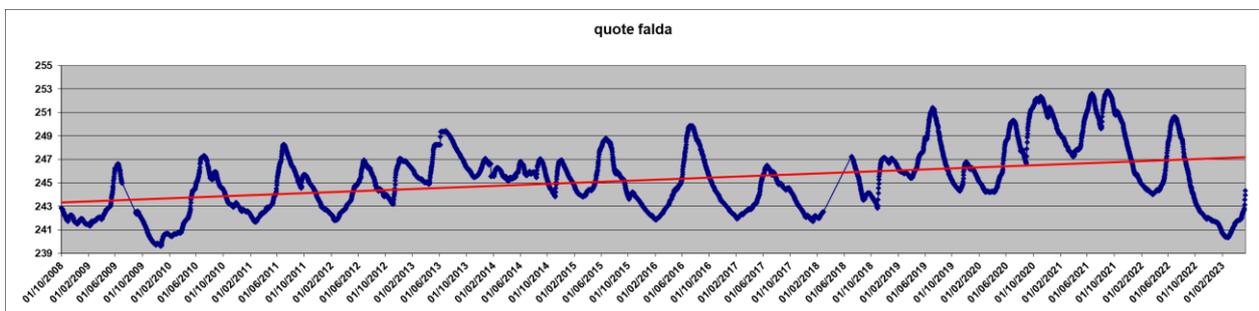


FIGURA 6: grafico oscillazioni della falda nel piezometro 005 – Ferrovia (01/2008 ÷ 02/2023)

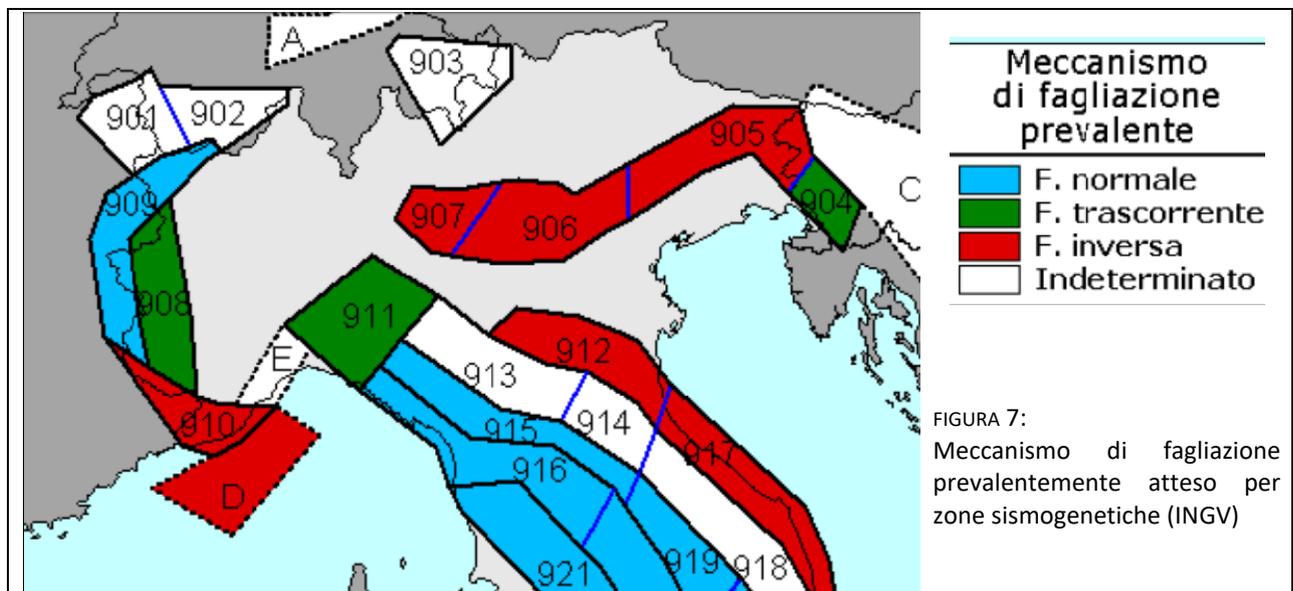
Osservando i grafici si rileva come nei tre lustri monitorati (ottobre 2008÷febbraio/maggio 2023) la falda abbia oscillato tra le quote assolute minime 238,4÷239,6 m (rispettivamente nel piezometro “Marconi” ed in quello “Ferrovia”) e massime 250,3÷252,8 m (piezometro “Marconi” e piezometro “Ferrovia”) con un andamento dei grafici, pressoché identico per entrambi i piezometri. Risulta anche evidente come le oscillazioni stagionali siano in aumento negli ultimi anni e vi sia una progressiva tendenza alla risalita della falda (linea rossa in entrambi i grafici) che potrebbe rivelare una tendenza all'incremento delle precipitazioni, unita ad una progressiva diminuzione dei prelievi antropici.

Rispetto ai punti monitorati, l'area oggetto del presente studio si colloca in posizione intermedia, in un settore con direzione di flusso della falda E-W; alla luce degli ultimi dati, quindi, è ragionevole ipotizzare una fascia di oscillazione della piezometrica compresa tra le quote assolute 239,0÷251,5 m.

## ZONAZIONE SISMICA

Successivamente all'entrata in vigore dell'O.P.C.M.3274/2003 è stato istituito un gruppo di lavoro dell'INGV, il quale ha redatto una mappa di pericolosità sismica dell'intero territorio italiano.

Il rapporto conclusivo rileva che la sismicità dell'area italiana è dovuta alla duplice interazione tra placca adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e tra placca adriatica e Sistema dinarico; le zone di fagliazione attiva (FIGURA 7), legate al margine pedemontano lombardo-veneto-friulano per fenomeni di sovra (retro) scorrimento e quelle dovute al sistema complesso Ortles-Brennero e Lineamento Periadriatico (Linea Villach-Brunico-Vipiteno) sono collocate in questo ambito.



Lo stesso INGV ha anche realizzato un database (Database of Individual Seismogenetic Sources - DISS) che riporta faglie singole o sistemi composti di faglie in grado di generare terremoti di magnitudo  $M \geq 5.5$ ; nei dintorni di Bolzano (FIGURA 8) sono presenti tre sorgenti sismiche, la Linea del Brennero (1), il Lineamento Periadriatico W (2) e la Linea delle Giudicarie (3), le cui caratteristiche sono riportate di seguito.

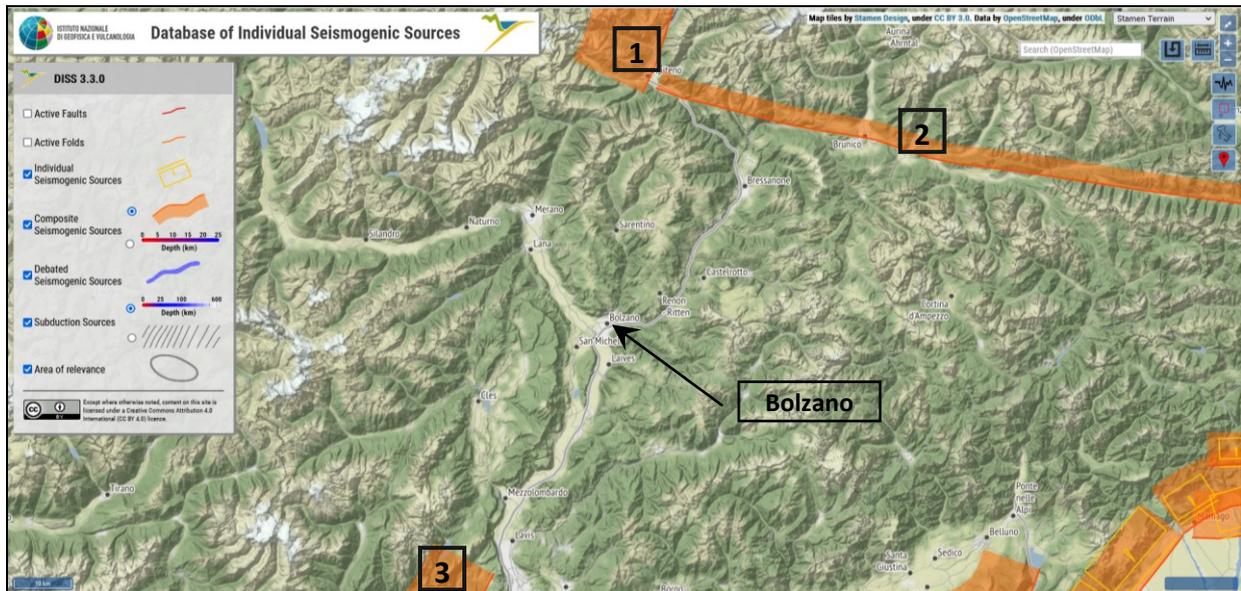


FIGURA 8: database DISS 3.3.0 (INGV) - sorgenti simiche nei dintorni dell'area di Bolzano

Nome	Profondità (km)	Direzione	Inclinazione	Max magnitudo attesa
L. del Brennero	3,5÷15	110°÷170°	30°÷50°	7,2
L. Periadriatica W	0÷15	280°÷300°	70°÷85°	7,6
L. delle Giudicarie	5÷12	205°÷265°	25°÷35°	6,8

Oltre a quanto sopra la vigente normativa sismica colloca il Comune di Bolzano in Zona sismica 4 - area a sismicità trascurabile.

Nonostante il progetto non preveda la realizzazione di alcuna struttura, ma solamente la sistemazione delle piattaforme stradali ed eventualmente la sistemazione di esistenti tubazioni e relativi allacciamenti, oltre alla realizzazione di nuovi impianti di illuminazione, di seguito si riportano comunque alcuni parametri sismici generali per l'area.

- Velocità di propagazione delle onde Vs nei primi 30 m di sottosuolo:  $V_{s30} \geq 360$  m/s corrispondente ad un **profilo stratigrafico tipo B**;
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica: **SS=1,2**
- Categoria topografica: **T1**
- Coefficiente di amplificazione topografica **ST=1,0**.

#### Verifica alla liquefazione

Sulla base di quanto riportato nel DM 17/01/2018 Cap. 7.11.3.4.2 è possibile escludere fenomeni di liquefazione dei terreni, per quanto previsto al punto 1, dato che le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g ( $a_g \cdot SS \cdot St =$

0,052·1,2·1,0 ~ **0,06**) per un Tr pari a 475 anni. La verifica a liquefazione può quindi essere omessa.

**Stati limite**

Classe Edificio

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

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.550	0.157
Danno (SLD)	50	0.025	2.518	0.187
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.052	2.593	0.347
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.063	2.695	0.383
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

## TERRE E ROCCE DA SCAVO

Come sopra accennato, il progetto in esame non prevede l'effettuazione di scavi, ma al massimo di scotichi superficiali di potenza decimetrica che comporteranno la movimentazione di un volume preliminarmente stimabile in pochi metri cubi di materiali costituiti in prevalenza da asfalti e riporti.

Detti materiali, ed eventuali altri materiali indesiderati che dovessero essere rinvenuti in fase di scavo (riporti antropici, rifiuti da demolizione, *c/s*, ceppaie, materiale ferroso, legnami, ecc..), dovranno venire gestiti separatamente (a meno di un loro riutilizzo – es. cubetti di porfido), procedendo ad un loro corretto trattamento/smaltimento secondo le normative di settore.

Si segnala che, in considerazione della forte pressione antropica gravante sull'area ed in base alla storia del sito e delle aree limitrofe, va considerata anche la possibile presenza di terreni (e materiali) contaminati, ancorché in aree circoscritte.

## MODELLO GEOTECNICO LOCALE E PARAMETRI PRELIMINARI DI MASSIMA

Il modello geologico è stato descritto, per le profondità di valenza progettuale, sulla base di tre livelli stratigrafici, differenti per genesi; esso assume rilevanza anche nella descrizione del modello geotecnico funzionale alla progettazione, il quale sarà rappresentato da:

- Unità R: corrispondente al livello superficiale di riporto/rimaneggiamento antropico (~1÷4 m); considerata la disomogeneità compositiva e di impostazione, a tale livello non vengono attribuiti parametri geotecnici.
- Orizzonte A2: corrispondente ai depositi alluvionali a granulometria medio-fine (sabbie e limi – Liv. A2) che costituiscono, localmente, la copertura dei depositi grossolani sottostanti (~2÷5 m); localmente esso può risultare limitato e/o sostituito dall'Unità R.
- Unità A: corrispondente ai depositi alluvionali grossolani (Livello A) che rappresentano il complesso alluvionale nel sottosuolo.

In base all'esperienza, alle specifiche conoscenze acquisite sui terreni in sito ed all'analisi di indagini geognostiche condotte nell'area, è possibile attribuire alle unità individuate le seguenti caratteristiche geologico-tecniche di massima:

UNITA' R: limi, sabbie e ghiaie, rimaneggiate e/o riportate, con possibile presenza di relitti antropici, potenzialmente presenti fino a 4 m di profondità		
Peso di volume	$\gamma = 16,5 \div 18,0$	kN/m <sup>3</sup>

ORIZZONTE A2: sabbie e limi di colore nocciola, moderatamente addensate, presenti localmente ed in maniera discontinua con potenze fino a 2÷5 m.		
Peso di volume	$\gamma = 18,0 \div 19,0$	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi \sim 30^\circ \div 31^\circ$	
Coesione efficace	$c' = 0 \div 5$	kPa

UNITA' A: ciottoli e ghiaie porfiriche in matrice sabbiosa, addensata.		
Peso di volume	$\gamma = 19,5 \div 20,5$	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi \sim 35^\circ \div 36^\circ$	
Coesione efficace	$c' = 0 \div 5$	kPa

## **INTERAZIONI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO COL TERRENO**

La riorganizzazione della viabilità nel tratto oggetto di studio e la auspicata riduzione del traffico veicolare necessiteranno anche di nuovi tratti ciclopedonali che verranno ricavati sull'attuale tracciato stradale.

Sarà dunque necessario apportare piccole modifiche plani-altimetriche all'attuale tracciato di via Garibaldi e piazza stazione, realizzare un nuovo percorso ciclopedonale sul lato S della stessa via Garibaldi, oltre ad effettuare sistemazioni di tipo infrastrutturale (illuminazione, smaltimento acque, etc.).

Poiché le lavorazioni previste riguarderanno solamente le sedi stradali ed, eventualmente, il corpo del rilevato stradale sottostante, eventuali scavi avranno profondità limitate a circa 50 cm, a meno di locali e puntuali approfondimenti, che potranno comunque essere realizzati con profilature sub-verticali ( $\sim 70^\circ \div 80^\circ$ ).

Qualora fosse necessario intervenire sul corpo del rilevato stradale, sarà necessario prevedere l'utilizzo di terreni con idonee caratteristiche granulometriche e procedere a compattazione degli stessi, ai sensi delle vigenti normative tecniche.

Per la gestione delle acque meteoriche, non andando il progetto a variare le superfici impermeabilizzate, si farà riferimento all'attuale sistema di smaltimento.

## CONCLUSIONI

La presente relazione geologica riguarda il progetto di sistemazione dell'areale di via Garibaldi, piazza stazione e via Renon a Bolzano, che prevede la riconfigurazione delle arterie viarie e la realizzazione di un nuovo tratto di ciclovia; lo studio, che contiene anche il modello geotecnico del sottosuolo, non ha riscontrato pericolosità geologiche attualmente gravanti sull'area ed ha verificato come lo sviluppo del progetto non comporterà effetti sull'equilibrio idrogeologico del sedime né sui suoi dintorni.

**Il presente elaborato, redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", costituisce la relazione geologica specialistica del progetto strutturale di cui al Cap. 10.1 e contiene la caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno interessato dal progetto che dovrà essere integrata in fase esecutiva, a cura del progettista statico, con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al Cap. 6.2.4 dell'Aggiornamento delle NTC. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento progettuale e la situazione effettiva, differendo eventualmente il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.**

*Bolzano, marzo 2024*