

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

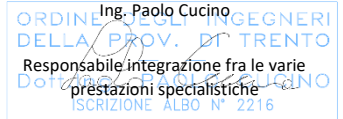


MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino



## PROGETTO ESECUTIVO

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

RELAZIONE

05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA

A - Relazioni

Nuova viabilità

Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 A	E	Z Z	R H	G E 0 0 0 0	0 0 2	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	A. Damiano	28/09/2021	P. Perello	29/09/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	30/09/2021	IL PROGETTISTA A. Damiano

File: IB0U1BEZZRHGE0000002A.docx

n. Elab.:

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 1 di 26

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
4.1 INQUADRAMENTO STRUTTURALE SU BASE BIBLIOGRAFICA .....	6
4.1.1 L'evento deformativo D1 .....	6
4.1.2 L'evento deformativo D2 .....	6
4.1.3 Deformazione fragile.....	6
<b>5. ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>7</b>
5.1 LITOSTRATIGRAFIA .....	7
5.1.1 Substrato pre-quadernario .....	7
5.1.2 Depositi quadernari .....	7
5.2 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE LOCALE.....	8
<b>6. DATI DA INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>9</b>
6.1 SONDAGGIO C8 .....	9
6.2 PROVA SISMICA DI TIPO RE.MI.-MASW "RES20" .....	10
6.3 RILIEVI GEOMECCANICI .....	11
<b>7. ASSETTO GEOMORFOLOGICO NELL'AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>8. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>9. CENNI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA.....</b>	<b>14</b>
9.1 DATI DISPONIBILI.....	14
9.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PROGETTO .....	14
9.3 SISMICITÀ STORICA LOCALE .....	18
9.4 PARAMETRI LOCALI PER L'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO .....	19
9.5 CATEGORIE SISMICHE DI SOTTOSUOLO DELL'AREA DI PROGETTO.....	20
9.6 CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	20
9.7 CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE.....	20
<b>10. MODELLO GEOLOGICO DI DETTAGLIO LUNGO L'OPERA.....</b>	<b>22</b>
10.1 TRATTA PK 0+000 (INIZIO WBS)- 0+210 .....	22

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI          REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA          LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA          TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandanti:</u> <b>SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST          M Ingegneria</b>													
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>2 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	2 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	2 di 26								

10.2	TRATTA PK 0+210 - 0+310 .....	22
10.3	TRATTA PK 0+310 - 0+440 .....	24
10.4	TRATTA PK 0+440 – 0+635 (FINE WBS) .....	25



APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 4 di 26

## 2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco delle Normative a cui si è fatto riferimento per la stesura della presente Relazione e dei siti istituzionali dove sono stati consultati i dati relativi ai dissesti per l'inquadramento geomorfologico:

- [1] Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. N.42 Del 20.02.2018, Supplemento Ordinario N.8.
- [2] Circolare 2 Febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui Al D.M. 14 Gennaio 2008.
- [3] RRFI Dtc Inc Cs Sp Ifs 001 A Del 21.12.2011 - "Specifica per la Progettazione Geotecnica delle Opere Civili Ferroviarie".
- [4] RFI Dtc Sics Sp Ifs 001 A Del 30.06.2014 - Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte LI – Sezione 5 – "Opere in Terra e Scavi" – Rfi.
- [5] Uni En 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole Generali
- [6] Uni En 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle Strutture per la Resistenza Sismica – Parte 5: Fondazioni, Strutture di Contenimento ed Aspetti Geotecnici.
- [7] IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – Servizio WMS (<https://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartografia-on-line/>).
- [8] Geoportale dell'Alto Adige – Rete Civica dell'Alto Adige – Hazard Browser (<https://maps.civis.bz.it/>)

## 3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO

Lo studio geologico-geomorfologico e idrogeologico del sito di intervento ha previsto:

- l'esecuzione di una ricerca bibliografica;
- il rilevamento di terreno e l'acquisizione dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici relativi alle aree di intervento;
- l'analisi ed interpretazione delle immagini aeree disponibili;
- la revisione critica dei dati della campagna geognostica del Progetto Definitivo approvato nel 2019, nonché delle relazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del medesimo Progetto Definitivo (PD);
- l'interpretazione dei dati raccolti sul terreno alla luce dell'insieme delle informazioni disponibili;

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio si colloca all'interno del dominio Sudalpino a S della linea Insubrica, un importante sistema di faglie, con orientazione E-W, che separa le Alpi Settentrionali da quelle Meridionali.

L'intero settore interessato dall'opera in progetto è costituito prevalentemente dal basamento metamorfico di età ercinica formato per la maggior parte da rocce filladiche e quarzo/filladiche appartenenti al Gruppo di Bressanone, associato in determinate porzioni a lenti ricche in grafite ed intercalazioni di porfiroidi appartenenti alle unità meta-vulcaniche acide. Queste hanno raggiunto il picco metamorfico durante le fasi compressive dell'orogenesi Ercinica nel Carbonifero mentre, nel tardo Cenozoico, l'orogenesi Alpina non ha

APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GE0000</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO. <b>5 di 26</b>

portato ad eventi di metamorfismo regionale, ma esclusivamente ad eventi associati a circolazione di fluidi idrotermali.

Durante il Permiano la messa in posto di estesi corpi intrusivi (Dioriti di Chiusa e Granito di Bressanone) ha determinato fenomeni di metamorfismo termico che hanno interessato le rocce incassanti nelle aree di contatto, trasformando le filladi in cornubianiti a cordierite, biotite e andalusite. La mancanza di evidenze di strutture metamorfiche nel fabric delle rocce intrusive, sottolinea come queste non siano state coinvolte nei processi tettonici legati all'orogenesi Ercinica e come l'evento Alpino non abbia raggiunto le condizioni P-T necessarie allo sviluppo di facies metamorfiche.

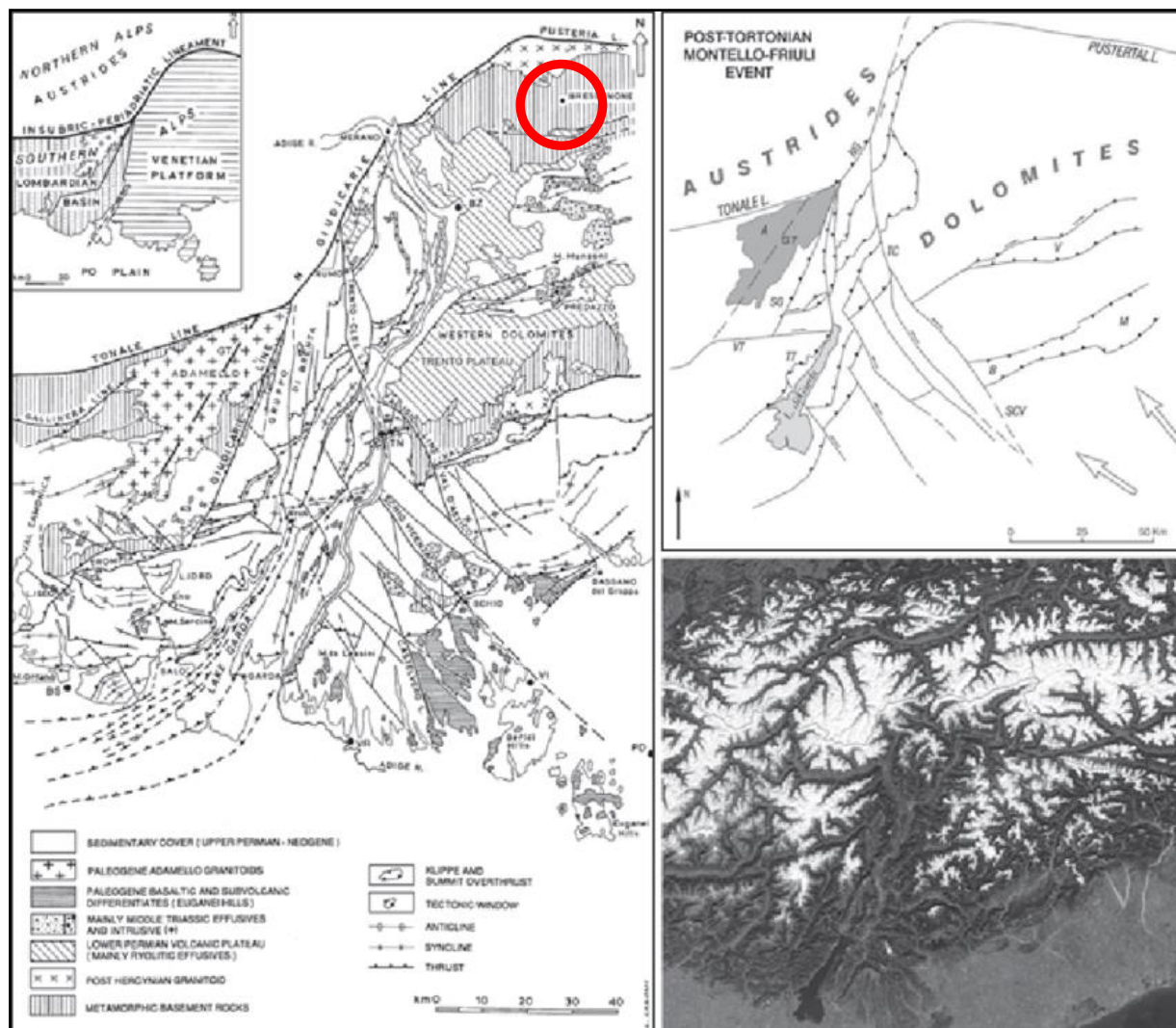


Figura 2: carta strutturale dei settori centro-orientali del dominio Sudalpino (a sinistra) da Castellarin et al., 2006; schema tettonico delle maggiori strutture attive a partire dal Messiniano (in alto a destra) da Castellarin et al., 2006; immagine satellitare Alpi centro-orientali (in basso a destra). Il cerchio rosso indica l'area interessata dal progetto.

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 6 di 26

In tutto il settore interessato i depositi Quaternari relativi al Pleistocene medio – Olocene, coprono vaste aree con depositi alluvionali all'interno dei fondivalle delle principali aste vallive come la Val di Isarco e la Val di Funes, depositi colluviali situati alla base e lungo i versanti, depositi glaciali/fluvio-glaciali e depositi lacustri riconducibili alle fasi glaciali-interglaciali susseguites a partire dal Pleistocene medio.

#### 4.1 INQUADRAMENTO STRUTTURALE SU BASE BIBLIOGRAFICA

L'area oggetto di studio si colloca all'interno del dominio Sudalpino caratterizzato da una evoluzione tettonica complessa, legata alla sovrapposizione di più eventi deformativi che hanno interessato le litologie coinvolte. Attraverso l'analisi e studio di carattere strutturale delle rocce costituenti il basamento metamorfico sono stati individuati, da parte di alcuni autori (Ring e Richter, 1994; Benciolini et al. 2006) diversi elementi strutturali come foliazioni, pieghe, zone di taglio duttili, fragili-duttili e fragili, i quali hanno permesso di distinguere fino a tre eventi deformativi (D1, D2, D3) relativi all'orogenesi Ercinica.

Strutture duttili e fragili-duttili, riscontrate dai rilevamenti sul terreno nell'ambito della progettazione definitiva, sono state associate ai primi due eventi deformativi D1 e D2, mentre non sono state distinte quelle relative al terzo stadio deformativo in quanto questo risulta essere parallelo e con stessa associazione mineralogica di D2 (Benciolini et al., 2016). Secondo Ring e Richter (1994), D3, piuttosto che essere considerato come una fase distinta, corrisponderebbe ad una evoluzione dell'evento deformativo precedente D2. Vengono riscontrate strutture successive di tipo fragile legate alle distensioni permo-mesozoiche e mesozoiche e alle deformazioni attribuibili all'orogenesi Alpina.

Verranno descritte nei paragrafi seguenti le evidenze strutturali, riportate nell'ambito del progetto definitivo, che hanno permesso la distinzione dei primi 2 eventi deformativi (D1 e D2) e della più recente deformazione fragile associata all'orogenesi Alpina.

##### 4.1.1 L'evento deformativo D1

Il primo set deformativo presenta una scistosità "S1" la quale spesso risulta di difficile differenziazione a causa dell'obliterazione di quest'ultimo dalla scistosità più recente (S2) legata all'evento deformativo D2. D1 è caratterizzato da dei piani SC con vergenza verso E-SE, mentre gli assi di piega P1 mostrano una direzione circa N-S (180°-220°) evidenziando come il trasporto tettonico durante tale evento fosse orientato circa E-W.

##### 4.1.2 L'evento deformativo D2

Il secondo evento deformativo presenta una scistosità "S2" con la presenza di piani SC e una direzione di massima immersione di circa 220° la quale risulta in linea con l'orientazione degli assi di piega riconducibili a tale evento, compresa tra i 90° e i 140°. Le superfici di tipo C, in cui si localizza il piano di taglio, sono caratterizzate da fillosilicati mentre, le superfici S, vengono evidenziate dalla presenza di minerali allungati secondo un'orientazione preferenziale. L'elongazione coinvolge minerali quali: muscovite, biotite e quarzo

##### 4.1.3 Deformazione fragile

Durante i rilievi di terreno sono state osservate diverse strutture di tipo fragile, generate da singole fasi deformative o impostate su piani di taglio ereditati da eventi tettonici precedenti poi riattivati. All'interno di queste zone di faglia si rinvencono *damage zones* più o meno estese e *core zone* lungo i piani di taglio. La maggior parte delle strutture fragili sono riconducibili alla deformazione Alpina dove le rocce del basamento, costituite prevalentemente da filladi e filladi quarzitiche, hanno subito un tilting tettonico e una riattivazione

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 7 di 26

fragile dei piani di scistosità principali (S2) e dei piani di clivaggio, ereditati dall'orogenesi Ercinica (Doglioni e Bosellini, 1987). La vergenza del trasporto tettonico verso N, opposta alla tipica vergenza verso S del dominio Sudalpino, probabilmente è riconducibile alle strutture tettoniche più importanti come ad esempio la linea della Val di Funes, considerata come un backthrust della Linea della Valsugana (Chanell & Doglioni, 1994).

## 5. ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Nel presente capitolo verrà descritto l'assetto litostratigrafico di dettaglio dell'area d'intervento, come desunto dagli approfondimenti eseguiti nella fase di PE. La descrizione sarà effettuata partendo dal basamento roccioso pre-quadernario per procedere poi con i depositi sciolti più recenti.

### 5.1 LITOSTRATIGRAFIA

#### 5.1.1 Substrato pre-quadernario

Il basamento cristallino nell'area di intervento affiora in modo frammentario, ma esistono chiare evidenze di una sua presenza diffusa a profondità perlopiù molto modeste, al di sotto di una coltre superficiale di depositi detritici e colluviali di versante. La zona di affioramento più continua è rappresentata dalla parete posta lungo la strada sterrata che affianca la ferrovia. Il substrato è costituito da filladi e porfiroidi, affioranti rispettivamente nel settore est ed ovest della zona di intervento e di seguito descritti per quanto attiene alle loro caratteristiche litologiche.

*Filladi ricche in quarzo (BSSa).* Si tratta di alternanze di filladi ricche in quarzo, quarziti filladiche e livelli completamente filladici. Laddove la roccia si presenta più massiva è costituita da una importante componente quarzifica, con frequenti vene di quarzo deformate o allungate secondo la scistosità. Nello specifico, gli sporadici affioramenti cartografati ad E della zona di intervento, sono costituiti da fillade di colore grigio argenteo, sericitizzata e con una marcata scistosità, il che conferisce alla roccia una minor resistenza allo sfaldamento in particolar modo lungo i piani di foliazione. Generalmente all'interno di queste porzioni, a causa della presenza di un importante contrasto litologico rispetto alle porzioni meno deboli presenti al contorno, si imposta la maggior parte dei piani di taglio duttili e fragili duttili di età successiva allo sviluppo della scistosità.

*Porfiroidi (p).* la maggior parte delle rocce affioranti nell'area di interesse appartiene ai litotipi classificati in letteratura con la denominazione di "porfiroidi". Questi sono metavulcaniti e metavulcanoclastiti acide, derivanti probabilmente da protoliti riolitici o riodacitici, disposti generalmente in lenti e corpi più o meno estesi all'interno delle sopracitate filladi. Gli affioramenti che interessano la tratta compresa da pk 0+225 e pk 0+390 circa della strada in progetto, presentano una struttura massiva e un aspetto gneissico, il colore varia da grigio più o meno scuro sulla superficie alterata a grigio-verdastro sulla superficie fresca. Sono costituiti da una forte componente quarzo-feldspatica, frequentemente organizzata in livelli disposti lungo la scistosità. Affioramenti poco estesi situati appena ad E della pk 0+390 sono caratterizzati da una struttura decisamente più scistosa e una resistenza allo sfaldamento minore, probabilmente dovuta a differenze litologiche relative al protolite di partenza.



APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>8 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	8 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	8 di 26								

### 5.1.2 Depositi quaternari

I Depositi quaternari nel settore in esame presentano perlopiù degli spessori modesti, al massimo qualche metro, soprattutto lungo lo sviluppo del pendio principale. Al piede per contro le coltri detritiche possono costituire degli accumuli con spessori maggiori. In tutto l'immediato intorno occidentale della pista da adeguare i depositi sono molto sottili o quasi assenti, mentre nel settore più orientale si osservano coltri, seppur discontinue, con spessore maggiore.

*Depositi fluvioglaciali (df).* I depositi fluvio-glaciali non interessano il diretto intorno della pista da eseguire ma costituiscono solo delle placche di limitato spessore lungo il versante a monte. Essi sono costituiti da clasti poligenici di dimensione eterometrica da centimetrica e decimetrica, fino a raggiungere anche blocchi di dimensioni superiori al metro, all'interno di una matrice sabbiosa color beige.

*Depositi alluvionali recenti (ar).* I depositi alluvionali costituiscono tutto il tratto di fondovalle al piede del versante di interesse. Tuttavia l'intervento si sviluppa sopra tali depositi soltanto nel settore occidentale. Essi sono costituiti da sabbie mediamente grossolane color grigio e ghiaie e conglomerati di natura poligenica con elementi eterometrici, contenenti anche blocchi con dimensioni superiori al metro. Il loro spessore è variabile e tende ovviamente ad aumentare significativamente e rapidamente spostandosi dal piede del versante verso il centro della valle.

*Detrito di falda (d).* Il detrito di falda locale è costituito da blocchi di dimensione variabile da metrica a decimetrica, di prevalenti porfiroidi e subordinate filladi, immersi in matrice sabbioso-limosa. La struttura del deposito è normalmente di tipo clasto-sostenuta ma sono possibili anche settori con depositi a supporto di matrice. Il detrito di falda assume spessori significativi soprattutto nel settore orientale della zona di intervento, ove il versante naturale presenta una modesta rientranza morfologica.

*Depositi colluviali (c).* I depositi eluviali e colluviali sono costituiti da materiale a granulometria medio-fine, derivante da alterazione in posto del substrato roccioso e accumulo nei settori immediatamente a valle delle principali aree di affioramento del substrato roccioso.

*Depositi di frana inattiva (fi).* I depositi di frana inattiva sono presenti ai margini occidentali dell'area di interesse e sono caratterizzati da accumuli di materiale caotico, costituiti da clasti e blocchi spigolosi di dimensione eterometrica da decimetrica a blocchi metrici, all'interno di una matrice sabbiosa di colore marroncino-beige. Questi sono appartenenti alla formazione dei porfiroidi. Spesso si notano anche dei ciottoli arrotondati di dimensione prevalentemente centimetrica e decimetrica di natura poligenica, derivanti dal rimaneggiamento dei depositi fluvioglaciali coinvolti nei processi gravitativi. Non interessano direttamente l'opera in progetto.

*Depositi antropici (h).* Oltre ai depositi quaternari, sono presenti nel sito di interesse accumuli di materiale eterometrico sciolto e di varia natura, riconducibile ad attività antropiche. Nello specifico tali depositi antropici costituiscono il rilevato della ferrovia e della strada sterrata esistente alla base del versante di interesse.

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 9 di 26

## 5.2 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE LOCALE

A monte del versante di interesse è stata riportata la traccia di un importante sovrascorrimento con una vergenza verso N-NE, il quale corrisponde ad una diramazione della struttura tettonica di maggiore importanza relativa alla Linea della Val di Funes.

Nello specifico, i rilevamenti di terreno condotti durante l'attuale fase di progettazione esecutiva, nell'area di interesse delle opere di adeguamento della viabilità prevista (NV062), non hanno rivelato la presenza di strutture tettoniche di particolare importanza associate al sovrascorrimento sopracitato, anche se le forti variazioni nell'orientazione della scistosità, evidenziano l'importante azione tettonica, sviluppatasi in regime duttile con la comparsa di piegamenti a scala metrica/plurimetrica, che ha coinvolto le litologie affioranti.

I porfiroidi affioranti lungo la tratta compresa da pk 0+206 a pk 0+390, presentano dei piani di scistosità con una direzione di immersione compresa tra i 120° e i 160° e una inclinazione media di circa 30°. Tali orientazioni sono in linea con quella del sovrascorrimento che attraversa il tracciato appena a S dell'imbocco della galleria Gardena N. Questo dato porta a considerare, anche in questo caso come è stato osservato spesso nell'intera area di interesse per il progetto, un accomodamento della deformazione lungo i piani di scistosità. Nell'area indagata sono inoltre state misurate delle discontinuità di tipo fragile, rappresentate da giunti e fratture, non particolarmente pervasive, che seguono una direzione media di immersione circa verso N e NE (5°-45°) e altre con immersione circa verso SW (200°-220°) con una inclinazione a medio ed alto angolo (60°-80°).

Gli affioramenti della formazione dei porfiroidi nei pressi presenti più a Est (oltre la pk 0+400 circa) e delle filladi quarzitiche, presentano una scistosità decisamente più marcata con evidenti piani SC e una direzione di immersione diretta circa verso N, con una giacitura media di 318° e una inclinazione di 28°. Un'orientazione della scistosità opposta che caratterizza gli affioramenti con un aspetto più massivo rispetto agli affioramenti più filladici e con una resistenza minore, potrebbe derivare dalla differente risposta reologica dei due litotipi. Le discontinuità fragili misurate in questa area ristretta, indicano dei giunti non molto pervasivi immergenti circa verso N e NW (331°-5°), ad alto e medio angolo (60°-85°) ed altri due set relativi ad un sistema coniugato a scarsissima persistenza, immergenti circa verso W (260°-270°) ed E (100°-110°), con una inclinazione compresa tra 60° e 85°.

## 6. DATI DA INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la viabilità NV062 sono disponibili un sondaggio a carotaggio continuo realizzato durante la campagna indagini 2012-2013 e una prova sismica di tipo MASW / Re.Mi. Inoltre, durante il 2012 sono stati effettuati, nel sito di interesse, due rilievi geomeccanici e altri 4 sono stati effettuati nell'ambito del Progetto Esecutivo (2021). Le ubicazioni dei rilievi sono riportate sulla carta geologica.

### 6.1 SONDAGGIO C8

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato eseguito dal 12 al 17 aprile 2012, raggiungendo una profondità di 60.5 m. Sono stati prelevati 8 campioni rimaneggiati ed eseguite 2 prove SPT, 4 prove Lugeon, 5 prove pressiometriche/dilatometriche. Il foro è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto Norton fino a 40 m dal p.c. (microfessurato da 6 a 40 m).

APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 10 di 26

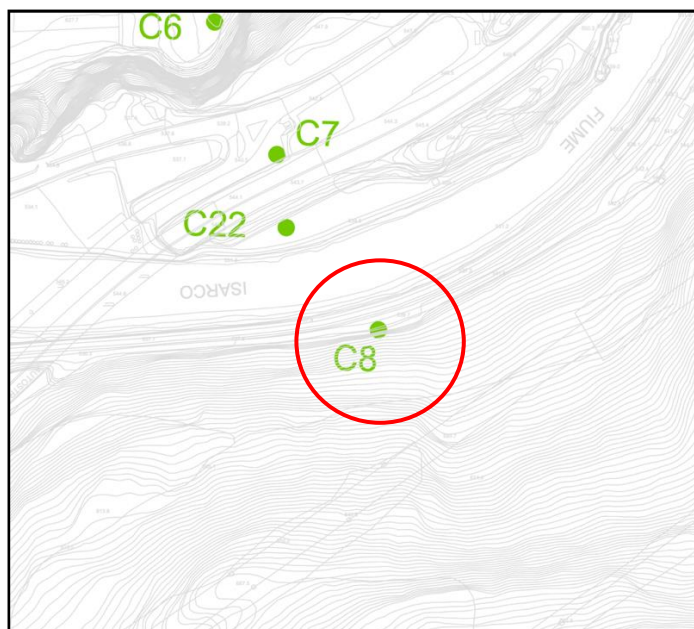


Figura 3: posizione planimetrica del sondaggio C8.

La stratigrafia mostra per i primi 7,5 m depositi alluvionali quaternari al di sopra del basamento metamorfico filladico:

- da 0 a 2,7 m ca.: sabbie da fini a grossolane limose con clasti e ciottoli poligenici, angolari con un diametro massimo di 10 cm;
- da 2,7 a 7,5 m ca.: sabbia da fine a grossolana limosa da addensata a molto addensata. Presenti clasti e ciottoli poligenici angolari, con diametro massimo 10 cm;
- da 7,5 a 10,6 m ca.: fillade grigiastra, con struttura compatta, alterazione da moderata ad intensa, dura, da fratturata a frantumata;
- da 10,6 a 20,7 m ca.: fillade grigiastra con struttura compatta, alterazione da debole ad intensa. Roccia fratturata con riempimento da prodotti di alterazione a granulometria sabbiosa. Presenti anche intercalazioni e riempimenti centimetrici e decimetrici di quarziti;
- da 20,7 a 60,5 m ca.: fillade grigiastra con struttura compatta, alterazione da debole ad intensa, fratturata con riempimenti di idrossido ferrico e patine di calcite.

## 6.2 PROVA SISMICA DI TIPO RE.MI.-MASW "RES20"

Durante la campagna geognostica 2012-2013 è stata eseguita nel sito in esame una prova MASW/Re.Mi., denominata Res 20 con stendimenti di n. 24 geofoni, posizionati ad intervalli regolari di 5.00m, finalizzate alla definizione del profilo di velocità Vs per la determinazione del parametro Vs30 e la classificazione della categoria sismica dei suoli.

I risultati di tale prova hanno mostrato dei valori delle onde s ( $V_s$ ) > di 800 m/s (877 m/s), e quindi la presenza di un substrato rigido e poco fratturato, ad una profondità di circa 8.3 m dal p.c. L'elaborazione dei dati

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 11 di 26

ottenuti dalla prova ha permesso di classificare il terreno in una categoria di suolo E con una velocità delle onde s nei primi 30 m di profondità ( $V_{s30}$ ) pari a 766 m/s.

### 6.3 RILIEVI GEOMECCANICI

Al fine di fornire dati utili alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi nell'area di interesse sono stati eseguiti, durante la fase di progettazione definitiva, nel 2012, due rilievi strutturali denominati 1138 e 1154, attraverso i quali è stato possibile, mediante elaborazione statistica dei dati acquisiti, definire i valori di RMR secondo i criteri di Bieniawsky (1989), e il parametro Q secondo quelli di Barton (1974).

Entrambi i rilievi sono stati eseguiti alla base della parete rocciosa di porfiroidi che costeggia la strada parallela alla ferrovia e sono stati calcolati l'RMR (base) pari a 62, per la stazione 1138 ed un valore di Q pari a 8.2. Per quanto riguarda la stazione strutturale denominata come 1154 è stato calcolato un RMR (base) pari a 61 e un valore di Q pari a 10.0. Le schede di tali rilievi geomeccanici eseguiti nella fase di progettazione definitiva sono riportate nell'Allegato 02.

Nella presente fase di progettazione esecutiva sono stati eseguiti ulteriori 4 rilievi strutturali all'interno del sito in esame, denominati ST-01, ST-02, ST-03 e ST-04. Questi sono stati eseguiti sia sugli affioramenti rocciosi ubicati al piede del versante a ridosso del sito ove è previsto l'imbocco N della galleria Gardena (ST-01 e ST-02) sia lungo la base dell'alta parete rocciosa in porfiroidi (ST-03 e ST-04). Per la stazione ST-01 è stato stimato un GSI compreso tra 45 e 55 ed è stato calcolato un valore di RMR pari a 55 mentre, per la stazione ST-02 è stato definito un GSI compreso tra 50 e 55 e calcolato un RMR pari a 60. Agli ammassi rocciosi in cui sono state eseguite le altre due stazioni è stato attribuito un GSI tra 60 e 70 e calcolato un RMR di 68 (rilievo ST-03) ed è stato stimato un GSI compreso tra 55 e 65 e calcolato un valore di RMR pari a 68 per il rilievo ST-04.

Tutti rilievi eseguiti mettono in evidenza, oltre alla foliazione, 3 set di giunti sistematici, inclinati sia a basso angolo e sia ad alto angolo; trasversali e subparalleli alla parete rocciosa.

Le schede dei nuovi rilievi geomeccanici eseguiti nella presente fase di progettazione esecutiva sono riportate Nell'Allegato 01.

## 7. ASSETTO GEOMORFOLOGICO NELL'AREA DI INTERVENTO

Il tratto di viabilità da adeguare in progetto si sviluppa ad una quota compresa fra i 536 e i 554 m s.l.m., alla base e nella porzione inferiore di un versante piuttosto acclive, il cui modellamento è da riferirsi all'azione erosiva del Fiume Isarco che attualmente scorre al piede in alveo regimato da una scogliera di protezione in blocchi e calcestruzzo. La strada esistente di cui è previsto l'ampliamento e la locale modifica di tracciato si trova 5 – 10 m circa al di sopra della quota dell'alveo del fiume.

Nel tratto ovest, a valle del sotto-attraaversamento da parte della strada esistente dei due viadotti della Strada Provinciale N. 142 e dell'autostrada A22, la strada percorre in rilevato il fondovalle alluvionale del Fiume Isarco. La quota di base naturale del fondovalle, di circa 533-534 è valutabile nell'area prativa esistente tra la strada in oggetto e il rilevato della SP241 (dove è previsto l'imbocco della Finestra di Funes), oltre che nell'area pianeggiante tra la ferrovia e il fiume Isarco.

A monte del sotto-attraaversamento del viadotto A22 la strada esistente si sviluppa al piede del versante, tra questo e la ferrovia che è immediatamente sovrastante la sponda sinistra dell'Isarco.

APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GE0000</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO. <b>12 di 26</b>

Il versante nel sito in esame presenta una morfologia abbastanza irregolare e accidentata, sia per la presenza di alcuni settori in cui si osservano rotture di pendenza, con zone a bassa acclività e scarpate, sia a causa degli interventi antropici alla base del versante, legati alla realizzazione della ferrovia che costeggia il fiume. Subito a est del viadotto dell’A22, lungo l’attuale strada sterrata, uno sbancamento artificiale (realizzato con ogni probabilità all’epoca della costruzione della Ferrovia del Brennero) determina la presenza di un’alta scarpata sub-verticale in roccia che raggiunge un’altezza compresa tra i 15 e i 20 m, orientata parallelamente al corso d’acqua principale (ENE-WSW). Proseguendo verso E il versante diventa meno acclive, in ragione della presenza di un blando avvallamento, probabilmente imputabile all’antica azione di modellamento del Fiume Isarco che con una sua ansa ne ha determinato l’erosione al piede, fino ad arrivare al sito ove è previsto l’imbocco N della Galleria Gardena. Da qui la pendenza diventa più blanda con una morfologia più dolce, legata alla presenza diffusa di copertura detritica, entro la quale si osservano comunque aree di affioramento del substrato roccioso. L’inclinazione locale della porzione basale del versante, in presenza della copertura detritica, è intorno ai 35°-40°.

Per la ricerca di eventuali fenomeni di dissesto geomorfologico e idraulico già precedentemente censiti nell’area di progetto è stato consultato il *Geoportale Alto Adige* della *Rete Civica Alto Adige*. In particolare è stato consultato l’*Hazard Browser* visualizzabile al sito: <https://maps.civis.bz.it/>. I livelli informativi relativi al dissesto geomorfologico e idrologico disponibili sono quelli del “Catasto degli eventi”, il quale include anche le informazioni IFFI descritte più avanti, e dei “Piani delle Zone di Pericolo (PZP)”. Per quanto riguarda il Comune di Funes, in cui si sviluppa interamente il tracciato stradale della NV062, non è ancora disponibile la copertura dei PZP e localmente non vi sono eventi censiti segnalati nelle dirette adiacenze dell’opera (Figura 4).

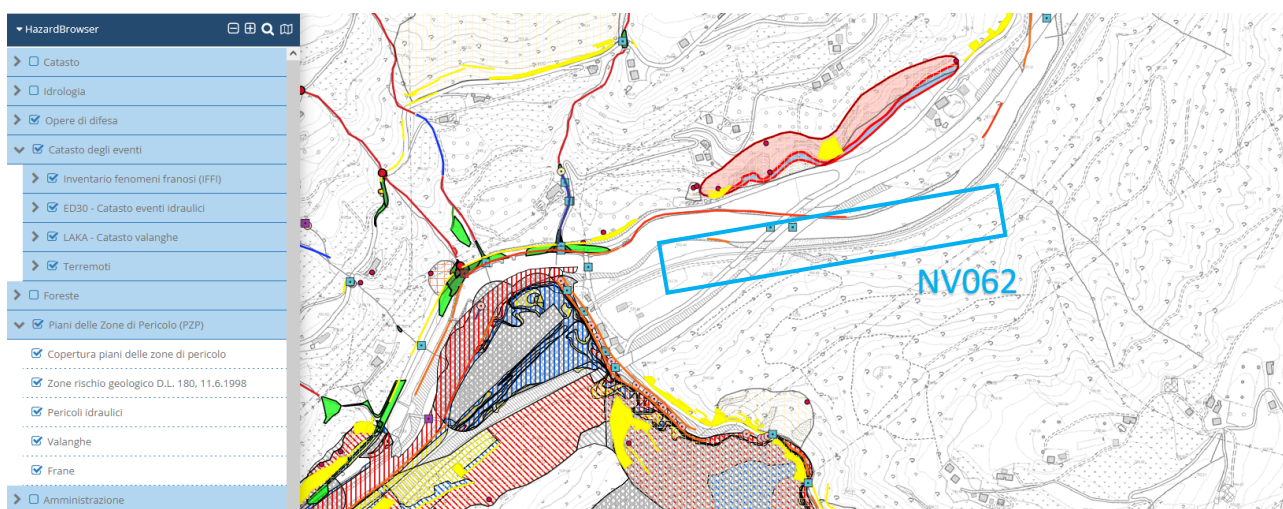


Figura 4: Geoportale Alto Adige, vista dell’area di progetto (evidenziata dal rettangolo azzurro) per i tematismi relativi al catasto degli eventi e ai Piani delle Zone di Pericolo (PZP)

La consultazione dell’Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) ha permesso di verificare che non vengono riportate aree a rischio per quanto riguarda i dissesti di tipo gravitativo anche se, durante il rilevamento di terreno della presente fase di progetto esecutivo, è stata osservata una zona lungo il versante soggetta a frane per crollo, con un accumulo abbastanza esteso di blocchi appartenenti alla litologia dei

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 13 di 26

Porfiroidi. Tale accumulo tuttavia non è interferente con le opere di adeguamento della viabilità previste in progetto.

Lungo la tratta tra le pk 0+200 e 0+300 circa, a valle della strada verso la ferrovia, è presente un muro di sostegno al di sopra del quale è collocata una barriera paramassi in rete di funi con struttura portante in profilati d'acciaio. Ancorché sia presente questa difesa passiva, non si evidenziano lungo il versante e sulla strada esistente segni di cadute di blocchi rocciosi; anche la barriera esistente appare in buone condizioni, senza segni di impatti recenti.

## 8. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Durante la campagna d'indagine geognostica 2012-2013 sono state effettuate delle letture nel tubo piezometrico installato nel sondaggio denominato C8; le letture eseguite nel periodo aprile-maggio 2012 hanno riportato i seguenti valori:

Piezometro C8 (prof. in m dal p.c.)	18/04/12	26/05/12
	8,65	7,8

Tabella 1: dati relativi alle letture piezometriche relative al sondaggio C8.

I dati si riferiscono alla falda ospitata all'interno del substrato roccioso; i risultati delle letture indicano che il livello di falda è direttamente correlato al fiume Isarco che scorre nelle immediate vicinanze dell'area, sul lato nord, riflettendo la quota del pelo dell'acqua presente in alveo.

All'interno del sondaggio sopra citato (C8) sono state effettuate 4 prove Lugeon nel substrato roccioso a differenti profondità (12-15 m, 22-25 m, 34,5-37,2 m, 42-45 m dal p.c.), dando dei valori di permeabilità della roccia abbastanza omogenei, con uno scarto massimo di un ordine di grandezza. La conducibilità idraulica per le filladi mostra dei valori che oscillano tra  $1,2 \times 10^{-6}$  e  $9,5 \times 10^{-7}$  mostrando permeabilità da bassa a medio-bassa comunque variabile in base alla presenza di una fratturazione più o meno intensa. Infatti, lo stato di alterazione e di fratturazione per rilascio superficiale dell'ammasso roccioso, può causare un aumento localizzato del grado di permeabilità.

Nei depositi alluvionali recenti ed antichi terrazzati della Valle Isarco, nell'ambito degli studi per la progettazione definitiva, sono state eseguite numerose prove di permeabilità Lefranc, che hanno restituito valori di conducibilità idraulica mediamente compresi, come ordine di grandezza, tra  $10^{-3}$  m/s e  $10^{-6}$  m/s, individuando per questi depositi un grado di permeabilità da medio ad alto.

Per quanto riguarda il grado di permeabilità dei depositi detritici di versante, che costituiscono nell'area di studio la copertura del substrato roccioso in parte dell'area di interesse, sono altresì disponibili i risultati di alcuni test idraulici in fase di progetto definitivo, i quali individuano un campo di variabilità della conducibilità praticamente sovrapponibile a quello dei depositi alluvionali descritti sopra.

Il modello idrogeologico concettuale per l'area di progetto può quindi essere schematizzato prevedendo la presenza di una falda nei depositi alluvionali in equilibrio con il fiume Isarco. La quota del livello di saturazione corrisponde dunque almeno alla quota del pelo libero dell'Isarco, che è di circa 531 m s.l.m. La falda, come detto, è sicuramente presente nei depositi alluvionali del fondovalle nonché nei detritici di versante e nei

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 14 di 26

depositi antropici presenti al piede del versante sulla verticale del tracciato stradale. In funzione del grado di fratturazione locale dell'ammasso roccioso è possibile che una zona satura sia presente anche all'interno dell'ammasso roccioso del versante e che il livello piezometrico di tale zona satura sia in equilibrio con la falda dei depositi alluvionali e che pertanto, nelle porzioni di ammasso più prossime al fondovalle tale livello piezometrico si trovi pressoché alla medesima quota che nei depositi. Allontanandosi dal piede del versante il livello piezometrico in roccia tenderà a crescere di quota. Localmente e con andamento temporaneo, legato alle precipitazioni, è possibile che si instauri una debole circolazione idrica al contatto tra le coperture detritiche e il sottostante basamento roccioso, che non costituisce una vera e propria falda, quanto un effetto dell'infiltrazione sul pendio detritico soprastante l'area di progetto, con flusso temporaneo verso la falda di fondovalle.

## 9. CENNI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA

### 9.1 DATI DISPONIBILI

Il tracciato di progetto si sviluppa interamente nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano. Per caratterizzare dal punto di vista generale la sismicità regionale, la ricerca bibliografica ha permesso di reperire le seguenti informazioni di base:

- Carta della sismicità in Italia, prodotta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV;
- Mappa della pericolosità sismica di riferimento, prodotta dall'INGV per l'intero territorio nazionale e relativa alla nuova classificazione sismica dei comuni italiani;
- Nuova mappa della classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2010;

### 9.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PROGETTO

Il territorio della Provincia Autonoma di Bolzano è classificato in Zona sismica 4 ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Provinciale n. 4047 del 6.11.2006 della Provincia Autonoma di Bolzano.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n.3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base dei valori di accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, visualizzati in Figura 6 e Figura 7, così definiti:

- Zona 1:  $a(g) > 0.25$  g
- Zona 2:  $0.15 \text{ g} < a(g) \leq 0.25$  g
- Zona 3:  $0.05 \text{ g} < a(g) \leq 0.15$  g
- Zona 4:  $a(g) \leq 0.05$  g
- 

La seguente Tabella 2 riporta la classificazione sismica dei diversi comuni interessati dal progetto di Quadruplicamento della tratta ferroviaria Fortezza – Verona, in base alle normative sopra citate;

APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 15 di 26

Regione	Comune	classificazione sismica
Provincia Autonoma di Bolzano	Fortezza	4
	Varna	4
	Bressanone	4
	Velturno	4
	Funes	4
	Chiusa	4
	Laion	4
	Ponte Gardena	4

Tabella 2: Elenco dei comuni interessati dal tracciato con indicazione del rischio sismico secondo la normativa nazionale e regionale.

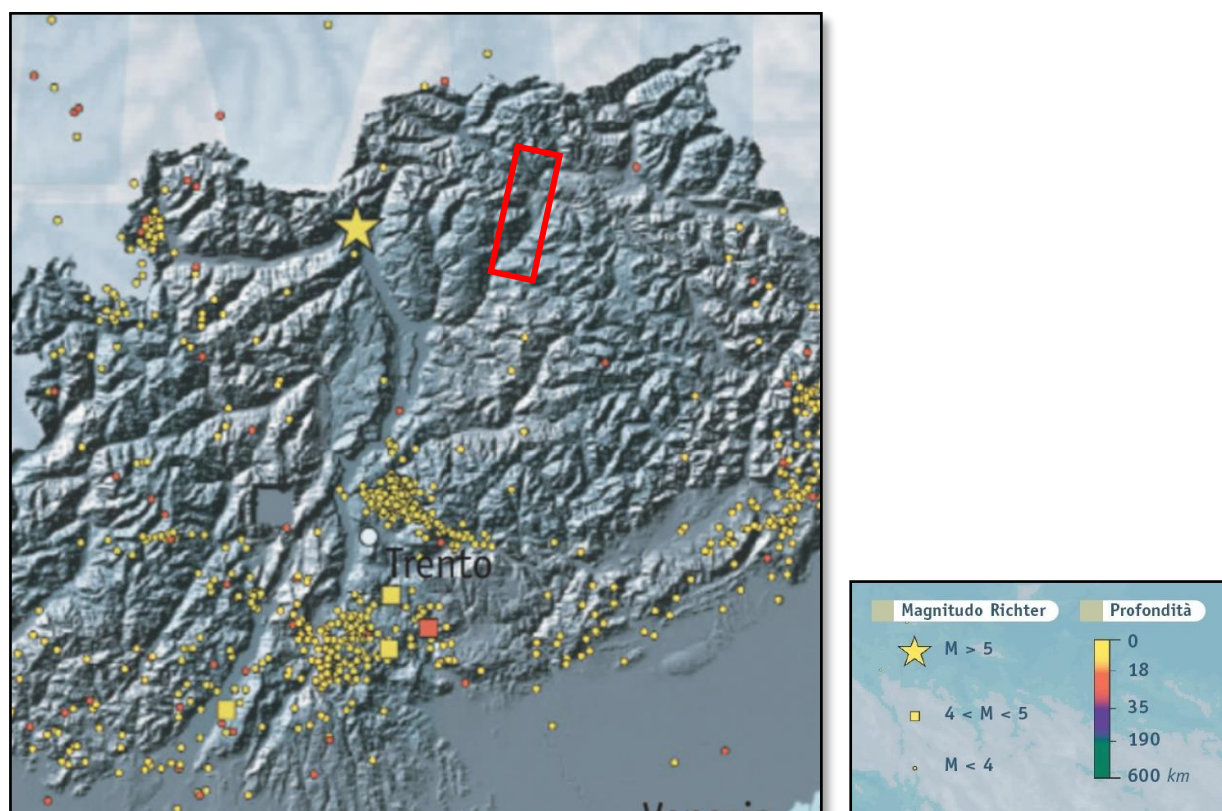


Figura 5: stralcio della Carta della sismicità in Italia tratta dal sito dell'INGV: <http://csi.rm.ingv.it>. Il rettangolo rosso indica l'area di progetto.



APPALTATORE: <b>webuild</b>   <b>Implenia</b>	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>16 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	16 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	16 di 26								

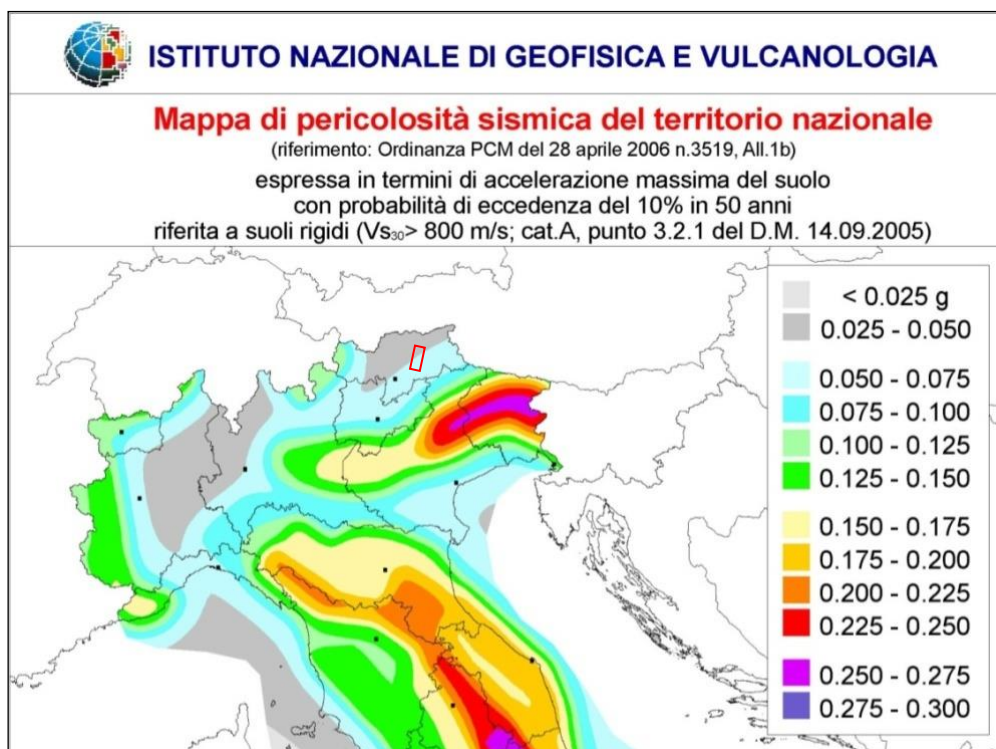
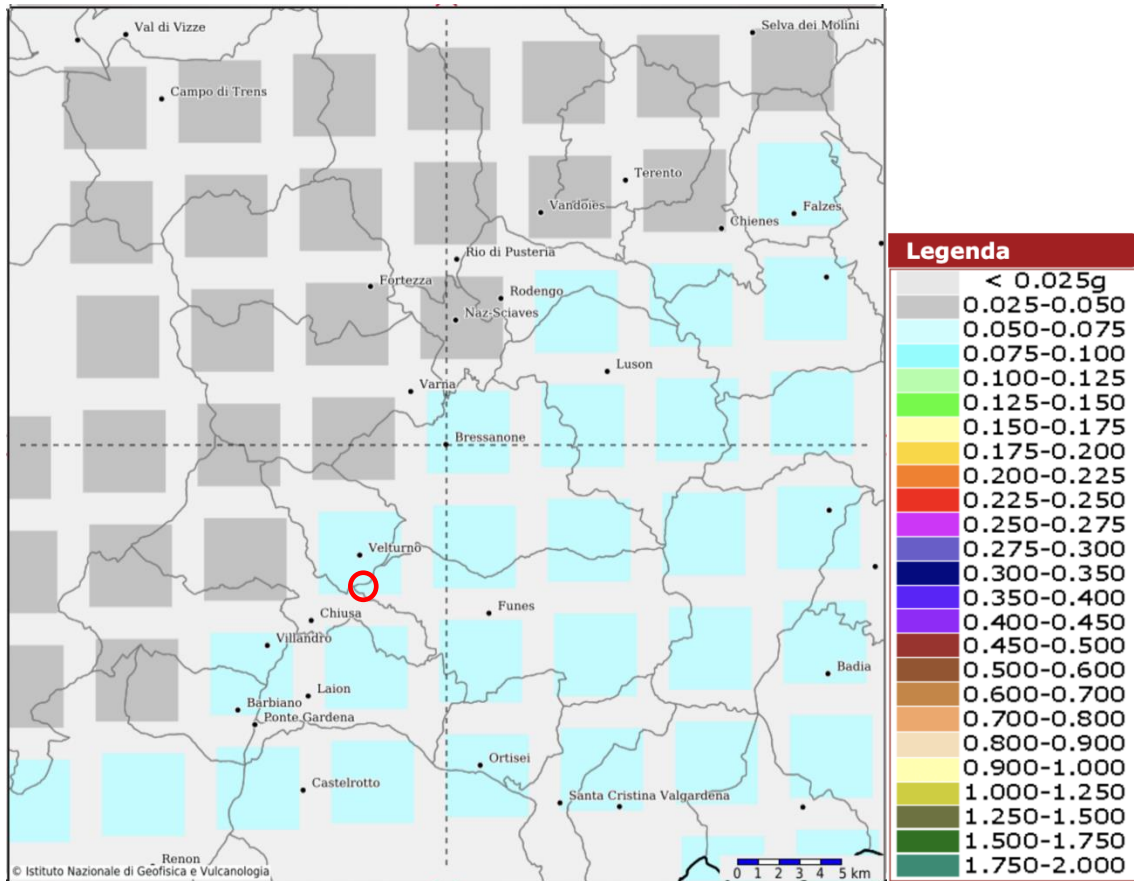


Figura 6: Mapa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>. Il rettangolo rosso indica l'area di progetto.

APPALDATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>17 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	17 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	17 di 26								



**Selezione Mappa**

Visualizza punti della griglia riferiti a:	<input checked="" type="checkbox"/>
Parametro dello scuotimento:	PGA ▾
Probabilità in 50 anni:	10% ▾
Percentile:	50° ▾
Periodo spettrale (sec.):	--- ▾
Ridisegna mappa	

Figura 7: Mappa di pericolosità sismica dell'area studiata redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Il cerchio rosso individua la posizione della WBS oggetto del presente rapporto

APPALTATORE: <b>webuild</b>   <b>Implenia</b>	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>18 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	18 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	18 di 26								

### 9.3 SISMICITÀ STORICA LOCALE

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato il comune di Funes in cui si ubica l'opera in progetto (NV062)

Le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 v1.5 (Locati et al.,2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 v1.5 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15> ).

#### Funes (San Pietro)



PlaceID	IT_20476
Coordinate (lat, lon)	46.642, 11.679
Comune (ISTAT 2015)	Funes/Villnöß
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Numero di eventi riportati	4

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDP	Io	Mw	
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
4	1895	04	14	20	17	3	Ljubljana	810	8-9	5.98
F	1897	07	15	05	53		Ljubljana	325	6-7	4.99
5	2001	07	17	15	06	1	Val Venosta	657	5-6	4.78
3	2004	07	12	13	04	0	Slovenia nord-occidentale	353		5.12

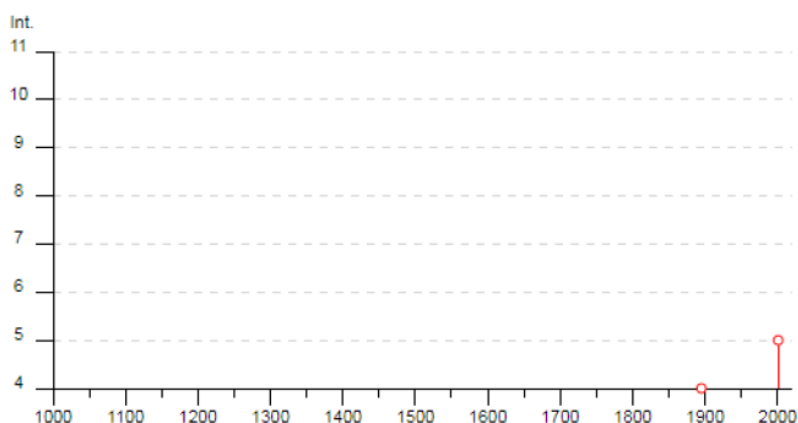


Figura 8: Terremoti storici al di sopra della soglia di danno che hanno interessato il comune di Funes. Int. = intensità in sito (MCS); Me = mese Gi = giorno Or = ora; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io = intensità massima (MCS); Mw = magnitudo momento.

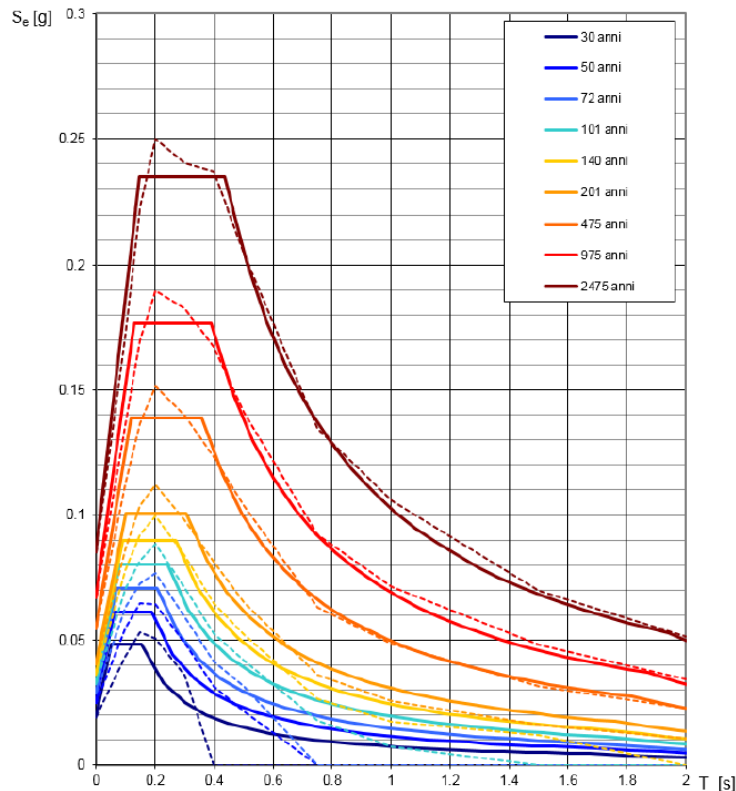
APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000</td> <td>A</td> <td>19 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	19 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000	A	19 di 26								

## 9.4 PARAMETRI LOCALI PER L'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Nella seguente tabella e figura sono forniti, per il comune di Funes dove è ubicata l'opera in progetto, per periodi di ritorno TR di 30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni, i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  e gli Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno TR da utilizzare per definire l'azione sismica di riferimento.

TR [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$
30	0.019	2.504	0.155
50	0.025	2.463	0.188
72	0.029	2.450	0.208
101	0.033	2.457	0.242
140	0.036	2.481	0.271
201	0.040	2.486	0.305
475	0.055	2.543	0.357
975	0.067	2.632	0.390
2475	0.085	2.758	0.437

Tabella 3: Valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno TR di riferimento per il comune di Funes.  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito su suolo tipo A;  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:  
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 20 di 26

Figura 9: Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno TR di riferimento (Comune di Funes)

## 9.5 CATEGORIE SISMICHE DI SOTTOSUOLO DELL'AREA DI PROGETTO

L'area studiata di interesse per l'intervento NV06, è caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso costituito da porfiroidi e filladi quarzitiche.

La copertura quaternaria è costituita da una coltre detritica costituita da sabbie fini e sabbie limose con clasti fino a 10 cm di diametro e da depositi alluvionali, che interessano la prima tratta dell'opera (da P.k. 0+000 a 0+206) con spessore almeno di 35 m, costituiti da sabbie e ghiaie con ciottoli centimetrico-decimetrici.

I rilievi di terreno eseguiti hanno inoltre permesso di delineare il seguente quadro generale:

- Il tratto iniziale della strada in progetto (pk 0+000 – 0+200 circa) è impostato su depositi alluvionali recenti di natura sabbioso-ghiaiosa. A questo tratto è possibile attribuire, in base alla natura dei terreni, una probabile categoria B.
- Il settore compreso tra la pk 0+200 e 0+310 lungo lo sbancamento in roccia realizzato per la costruzione della ferrovia, presenta un substrato roccioso di buona qualità geomeccanica a quote praticamente corrispondenti alle quote del terreno. A questa tratta si può quindi attribuire una categoria A;
- La restante tratta, caratterizzata dalla presenza di una copertura detritica di spessore tra 5 e 10 m su substrato roccioso costituito da porfiroidi e filladi, sulla base dei risultati dell'indagine sismica MASW cod. RES20 (cfr. par. 6.2) può essere classificata in categoria sismica di sottosuolo E.
- lo stato di fratturazione del substrato roccioso non è mai molto elevato, anche in ragione del fatto che buona parte degli stress tettonici (quando presenti) sono facilmente accomodati da piccoli scorrimenti lungo le superfici di stratificazione (ove preservate) o lungo la foliazione;
- dato il quadro litostratigrafico generale, non è ipotizzabile la presenza di orizzonti di possibile inversione della velocità sismica.

## 9.6 CATEGORIA TOPOGRAFICA

L'azione sismica di progetto è influenzata anche dalla topografia del sito in esame, ovvero dalla possibile amplificazione del moto sismico indotta dall'orografia del sito.

Come per le condizioni stratigrafiche, le norme tecniche vigenti definiscono quattro categorie topografiche in funzione della superficie topografica e della sua inclinazione.

Vista la configurazione altimetrica della zona di interesse della viabilità NV062, in particolare del settore oltre la pk 0+200, dove sono previste le opere di sostegno principali a monte della strada, caratterizzata da una inclinazione superiore a 15°, è possibile assumere una categoria topografica T2 (Tab. 3.2.III - NTC2018) ed un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,2 (Tab. 3.2.V - NTC2018).

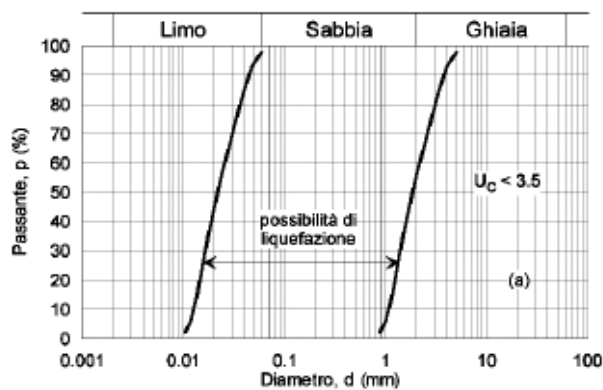
## 9.7 CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE

Il contesto geologico in cui si sviluppa l'opera in progetto, escludendo l'ammasso roccioso affiorante a monte della strada nel settore tra le pk 0+200 e 0+300 circa e considerando solo i settori in cui il tracciato interessa terre (copertura detritica superficiale e depositi alluvionali), è tale da poter escludere il rischio di liquefazione in caso di sisma.

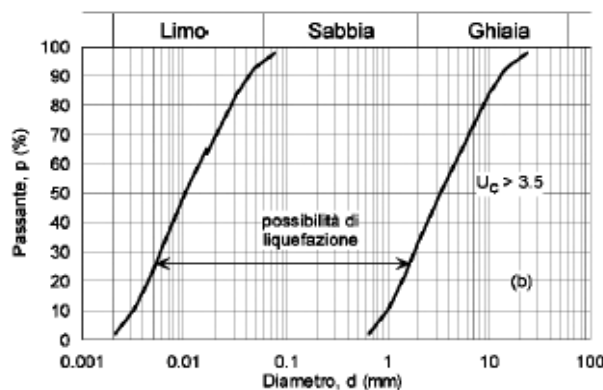
APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 21 di 26

Secondo la normativa la verifica può essere omessa nel caso in cui si manifesti almeno una delle circostanze elencate nella tabella che segue:

<b>1</b>	Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g	<b>Verificata nel caso in esame</b>
<b>2</b>	Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali	NON VERIFICATA NEL CASO IN ESAME
<b>3</b>	Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_c 1N > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $q_c 1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa	NON VALUTABILE
<b>4</b>	Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella <i>Figura 10(a)</i> nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in <i>Figura 10 (b)</i> nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$	<b>Verosimilmente verificabile nel caso in esame</b>



a)



b)

APPALTATORE:  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000	REV. A	FOGLIO. 22 di 26

Figura 10 – Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione (Fig. 7.11.1, NCT2018).

Nel caso in esame risulta verificata la condizione 1 (si veda la dalla quale si evince che l'Ag di riferimento per la zona in esame è inferiore a 0, 1 g per tutti i tempi di ritorno considerati), e risulta verosimilmente verificabile la condizione 4 per le terre presenti in gran parte dello sviluppo del tracciato stradale, che sono rappresentate da depositi detritici/alluvionali di natura eterogenea e con granulometria grossolana, immersi in matrice fine.

## 10. MODELLO GEOLOGICO DI DETTAGLIO LUNGO L'OPERA

La descrizione in dettaglio che segue del modello geologico lungo la tratta di viabilità NV062 viene fatta con riferimento alla cartografia geologica con profilo geologico e alle sezioni geologiche trasversali allegate (rispettivamente contenute negli elaborati codice IBOU1BEZZL7GE0001001A e codice IBOU1BEZZW8GE0001001A).

### 10.1 TRATTA PK 0+000 (INIZIO WBS)- 0+210

In questa tratta iniziale la strada esistente si sviluppa in rilevato, in adiacenza verso sud alla ferrovia. La sede stradale risulta più alta del piano campagna circostante (verso sud) fino a circa 4 m.

Al di sotto della pavimentazione stradale esistente e della sua fondazione, il modello geologico prevede la presenza di depositi antropici (h), costituiti dal materiale del rilevato stradale, dello spessore massimo di 4-5 m, poggianti sui depositi alluvionali recenti terrazzati (ar) che costituiscono il riempimento del fondovalle Isarco in sinistra idrografica del corso d'acqua.

Nella parte terminale della tratta in oggetto la strada sottopassa i due viadotti affiancati (a distanza di circa 35 m) della SP241 e dell'Autostrada A22.

### 10.2 TRATTA PK 0+210 - 0+310

Nella tratta in oggetto la strada, sempre in adiacenza verso sud alla ferrovia, si sviluppa lungo la probabile piattaforma rocciosa derivante dallo sbancamento del rilievo eseguito in occasione della costruzione della ferrovia.

Lungo l'asse stradale, al di sotto della pavimentazione stradale e della sua fondazione, qui realizzate in tout-venant ghiaioso e il cui spessore è ipotizzato di alcuni decimetri (depositi antropici – h), è presente direttamente l'ammasso roccioso costituito dai porfiroidi (p) facenti parte della Formazione della Fillade di Bressanone.

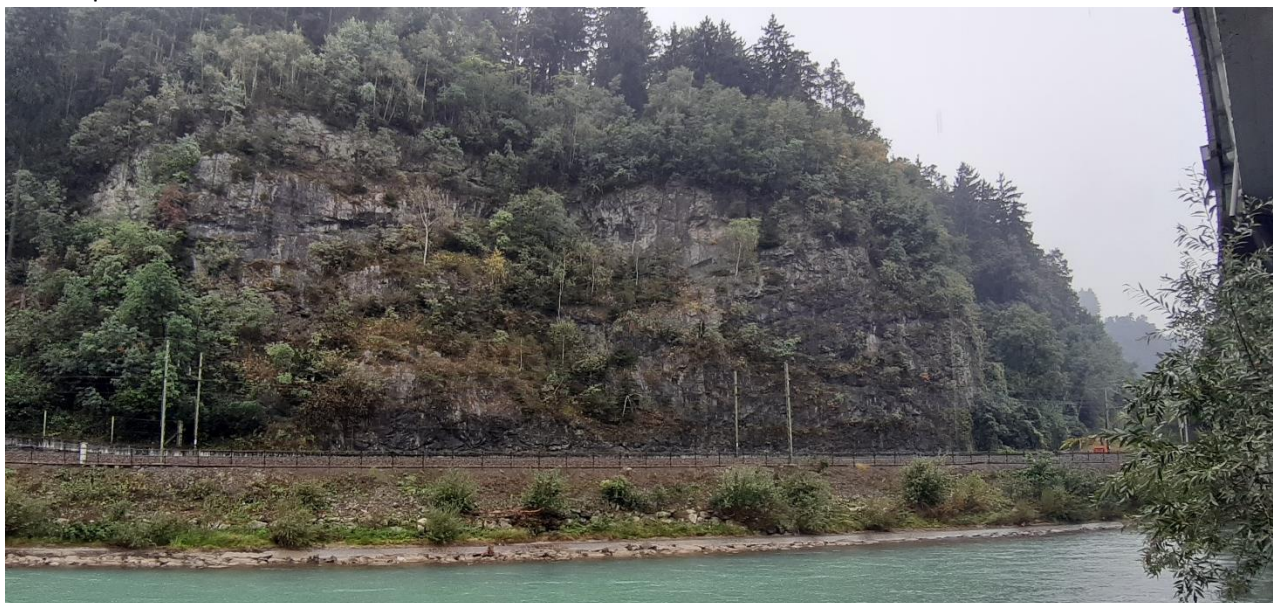
La roccia affiora lungo tutto il tratto in un'alta scarpata subverticale a monte della strada. La scarpata rocciosa ha una inclinazione variabile tra 60° e 87° dall'orizzontale. Si tratta di un ammasso roccioso prevalentemente massivo ma con una evidente foliazione che in questa tratta presenta giacitura a reggipoggio rispetto alla parete, con inclinazione di poco meno di 30°.

Lungo questa parete sono state realizzate 4 stazioni di misura geostrutturali delle discontinuità per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, di cui due nella fase di PD e due nell'attuale fase di progettazione esecutiva (cfr. paragrafo 6.3 e allegato 01). I rilievi eseguiti mettono in evidenza, oltre alla foliazione, 3 set di giunti sistematici, inclinati sia a basso angolo e sia ad alto angolo; trasversali e subparalleli alla parete rocciosa. Le tracce indicative dei vari set di discontinuità sono state riportate sulle sezioni trasversali contenute nell'elaborato IBOU1BEZZW8GE0001001A.

APPALTATORE: <b>webuild</b>   <b>Implenia</b>	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GE0000</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO. <b>23 di 26</b>

La qualità dell'ammasso è mediamente buona, in considerazione del fatto che si tratta di una scarpata artificiale di sbancamento, lungo la quale durante le operazioni di scavo è stato asportato il volume roccioso più corticale, che molto probabilmente presentava un maggior grado di fratturazione / alterazione.

La parete è protetta da una rete metallica a doppia torsione aderente fissata da bulloni. Si osservano solo localmente limitati blocchi staccati di dimensioni decimetriche trattenuti alla base della rete, a riprova della buona qualità dell'ammasso.



*Figura 11– vista panoramica – ripresa dalla sponda destra dell'Isarco – della parete rocciosa presente a monte della tratta in questione della strada esistente, che si sviluppa al piede della parete tra questa e la ferrovia.*





APPALTATORE: <b>webuild</b>   <b>Implenia</b>	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GE0000</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO. <b>24 di 26</b>

Figura 12 – Blocchi rocciosi delle dimensioni massime di circa 20 cm trattenuti localmente alla base della rete metallica di protezione della parete rocciosa lungo la tratta in oggetto della strada esistente (NV062)

### 10.3 TRATTA PK 0+310 - 0+440

Nel settore in oggetto la strada esistente percorre inizialmente il piede del versante detritico con locali affioramenti del substrato roccioso. Il tracciato di progetto poi si discosta verso monte dall'asse stradale esistente nel settore delle pile P3 (BP e BD) del futuro ponte sull'Isarco, la cui realizzazione è prevista all'incirca in corrispondenza della piattaforma stradale attuale. Questa deviazione è compresa all'incirca tra le pk 0+340 e 0+430 ed è molto evidente lungo il profilo longitudinale per l'apparente rilievo visibile nel settore citato. Nella parte terminale della tratta il tracciato di progetto ritorna sull'asse esistente.

La tratta inizia dove termina la parete rocciosa della tratta precedente; nei primi 40-50 m circa si osserva un deposito detritico che risale il pendio, mentre più avanti sono presenti affioramenti rocciosi del substrato (presenti indicativamente tra i due assi del nuovo tracciato ferroviario) che localmente raggiungono la quota della strada. Successivamente si osserva di nuovo una coltre detritica (detrito di falda – d) al piede del versante inframmezzati alla quale vi sono sporadici affioramenti di substrato. La roccia affiorante, come nella tratta precedente è costituita da porfiroidi (p).

In mancanza di indagini dirette e indirette disponibili per questa tratta, si è ipotizzato cautelativamente uno spessore della coltre detritica variabile da un massimo di circa 6-7 m, fino a ridursi localmente a zero in corrispondenza degli affioramenti rocciosi intersecati direttamente dal tracciato stradale. Lo spessore del detrito è stato ipotizzato in coerenza con l'informazione fornita dall'unico sondaggio disponibile nei pressi dell'opera in progetto (C8-2012, cfr. paragrafo 6.1 – relativo alle indagini).

Negli affioramenti descritti, nell'attuale fase di progettazione esecutiva, sono state realizzate due nuove stazioni di misura geostrutturali delle discontinuità per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, (cfr. paragrafo 6.3 e allegato 01). I rilievi eseguiti evidenziano una deformazione per pieghe della foliazione dei porfiroidi, oltre alla presenza di tre famiglie di giunti sistematici. I valori di GSI stimati per, nel range 45-55 e di RMR (55-60) calcolati per l'ammasso roccioso, evidenziano caratteristiche geomeccaniche discrete dell'ammasso.

Trattandosi tuttavia di affioramenti naturali, si è ipotizzato cautelativamente che, specialmente nei settori dove il substrato è sepolto dai depositi detritici, possa essere presente una porzione corticale di ammasso roccioso più fratturata/alterata, con caratteristiche geomeccaniche più scadenti di quanto valutabile sugli affioramenti. Questa porzione di ammasso roccioso è stata opportunamente rappresentata lungo il profilo longitudinale e le sezioni trasversali con un apposito grafismo.

APPALTATORE: <b>webuild</b>  	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> Mandanti: <b>PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione geologica - idrogeologica - geomorfologica nuova viabilità NV062	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GE0000</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO. <b>25 di 26</b>

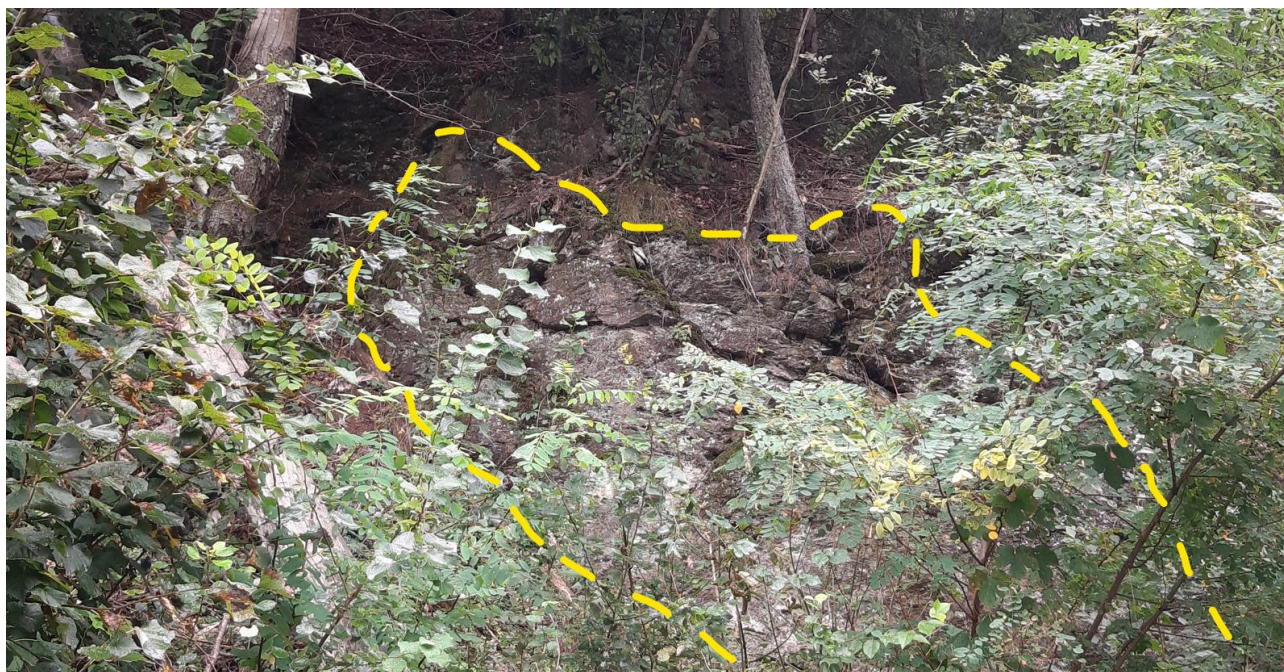


Figura 13 – Dettaglio - evidenziato dal tratteggio giallo - di uno degli affioramenti roccioso di porfiroidi visibili, pur se coperti parzialmente dalla vegetazione, a monte della strada esistente nella tratta in oggetto. Si osserva una la porzione corticale più fratturata.

#### 10.4 TRATTA PK 0+440 – 0+635 (FINE WBS)

All'inizio di quest'ultima tratta della strada in progetto si trova la posizione del sondaggio C8, realizzato durante la campagna d'indagine 2012 del PD. Questo sondaggio, ubicato circa 4 m a monte dell'asse stradale, ha carotato circa 7,5 m di depositi detritici a matrice sabbiosa, prima di raggiungere il substrato roccioso costituito dalle filladi BSSa. Nel modello geologico si è quindi ipotizzata la presenza, come previsto peraltro anche dalla carta geologica del PD, del limite tra i porfiroidi (p) affioranti nelle tratte precedenti e le filladi BSSa. Nella scarpata a monte della strada in questa tratta si osserva la diffusa presenza di coltre detritica con sporadici affioramenti rocciosi di BSSa, localizzati in particolare all'altezza della pk 0+550.

Sulla base dell'inclinazione del tetto del substrato roccioso raffigurata nella sezione trasversale 35, che passa per il punto del sondaggio C8, lungo l'asse longitudinale nella porzione iniziale della tratta fino all'incirca alla sezione n. 40 si è ipotizzato uno spessore del detrito di circa 9-10 m. Nella restante porzione della tratta, lungo il profilo geologico longitudinale, è stato raffigurato uno spessore della coltre detritica variabile in funzione della vicinanza degli affioramenti rocciosi osservati lungo il pendio detritico sovrastante la strada. Sulle sezioni trasversali, sia di questa tratta che di quelle precedenti si è ipotizzato il contatto laterale per eteropia tra i depositi detritici di versante e i depositi alluvionali di riempimento del fondovalle Isarco.