

REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI SAN GIOVANNI ILARIONE

LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA
DI STRADE DISSESTATE - LOCALITÀ SALGARI -
COMUNE DI SAN GIOVANNI ILARIONE

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA
ai sensi del D.M. 14 Gennaio 2008

COMMITTENTE

COMUNE DI SAN GIOVANNI ILARIONE

TECNICO/I INCARICATO/I

Dott. Geol. Alberto Cò



Via dell'Artigianato, 23 – 37135 Verona - P. IVA 04383630235 - infocogeologi@gmail.com – tel. 045.20.77.480

0

Andreis/Merci

Cò

Cò

31/01/18

REV

Descrizione

elaborato

verificato

approvato

Data

CODICE

GS

237

NUM. ELABORATO 01

File: GS237 – Relazione geologica-geotecnica.doc

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO IN ESAME	5
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO.....	9
5	RELAZIONE GEOLOGICA.....	12
5.1	inquadramento geologico e geomorfologico.....	12
5.2	inquadramento idrogeologico ed idrografico	17
5.3	inquadramento tettonico - strutturale.....	20
5.4	sismicità dell'area	22
5.5	analisi del piano di assetto territoriale (p.a.t.i.)	24
6	RELAZIONE GEOTECNICA.....	27
6.1	campagna indagini: trincee esplorative.....	27
6.2	parametrizzazione geotecnica dell'area.....	29
6.3	caratterizzazione sismica del sito progettuale.....	30
6.4	stima della capacità portante.....	32
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	35
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	37

ALLEGATI AL TESTO

- ALLEGATO 1:** COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
- ALLEGATO 2:** DOCUMENTAZIONE SCAVI ESPLORATIVI

Codice di Rif.: GS237

Verona, 31 gennaio 2018

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la messa in sicurezza di un tratto di strada in località Salgari nel Comune di San Giovanni Ilarione (Verona), è stato condotto il presente studio geologico - geotecnico ai sensi del D.M. 14/01/2008, finalizzato:

- *alla ricostruzione dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area d'interesse progettuale;*
- *alla parametrizzazione geotecnica dei terreni costituenti il primo sottosuolo;*
- *all'individuazione delle possibili problematiche di carattere geologico e geotecnico connesse all'esecuzione dell'intervento.*

Lo studio è stato condotto avvalendosi delle informazioni provenienti dalla bibliografia e dalla cartografia geologica esistenti, dell'esperienza maturata dallo scrivente in studi svolti precedentemente nel medesimo contesto geologico, nonché alla luce di una mirata campagna geognostica condotta *in situ*.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

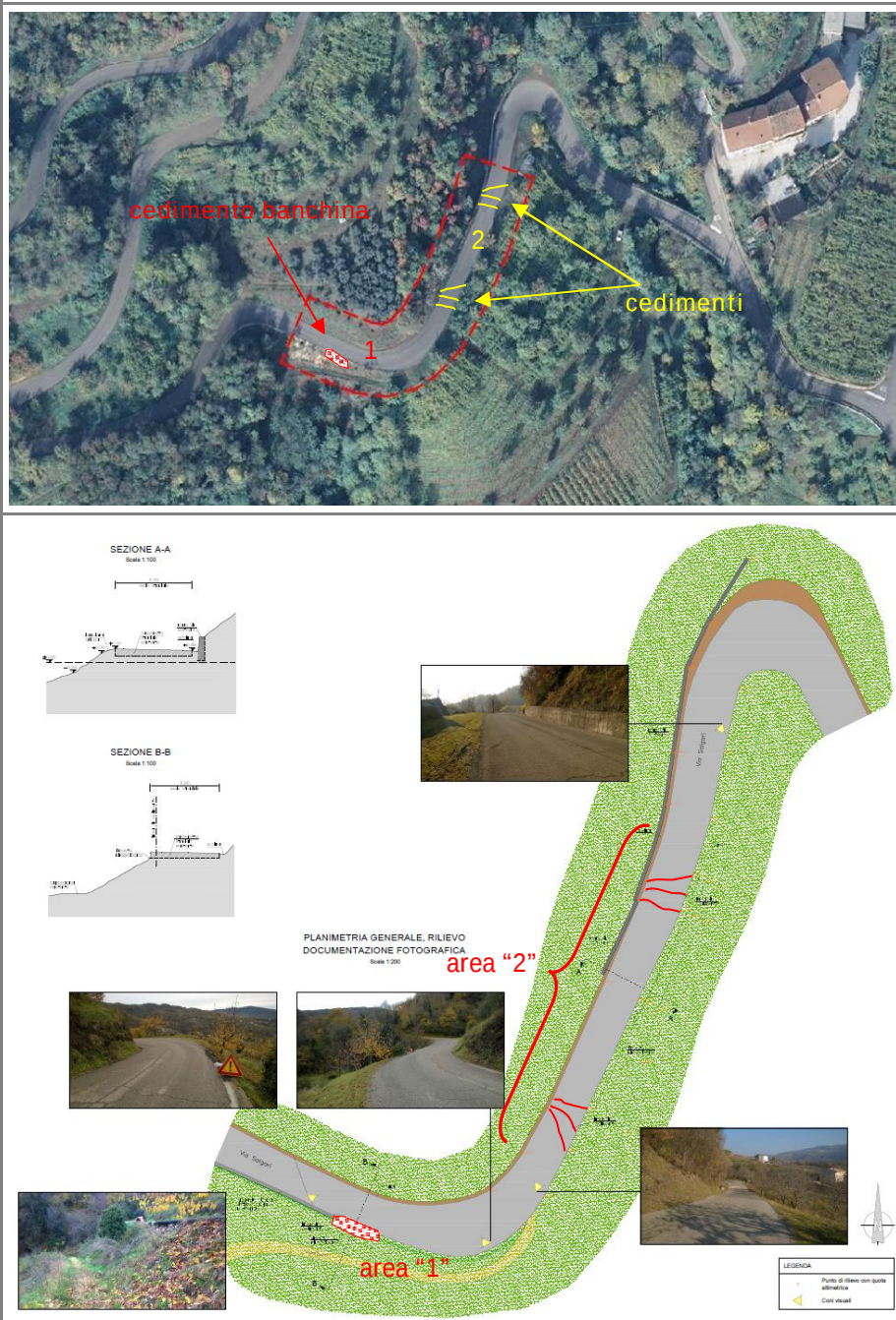
La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

CIRC. REGIONE VENETO 30.01.1990 N° 2 <i>Osservanza della normativa vigente sull'uso del sottosuolo ai fini edificatori e, in particolare, dell'obbligo, nei casi previsti, della Relazione geologica e della Relazione geotecnica.</i>
ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 20.03.2003 N° 3274 (G.U. 08.05.2003 N° 105) <i>Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica.</i>
DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE 21/07/2003 N° 1435 <i>Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del O.P.C.M. n° 3274/2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".</i>
DELIBERA DEL CONSIGLIO REGIONALE DEL VENETO 03.12.2003 N° 67 <i>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003 n° 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – Approvazione della classificazione sismica e direttive per l'applicazione.</i>
ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 28.04.2006 N° 3519 <i>Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.</i>
DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL VENETO 22.01.2008 N° 71 <i>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" – Direttive per l'applicazione. Adozione del provvedimento n°96/CR del 7 agosto 2006.</i>
D.M. 14.01.2008 <i>Nuove norme tecniche per le costruzioni.</i>
CIRC. MIN. 02.02.2009 N° 617 <i>Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.</i>
PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE VENETO (P.T.A.) D.G.R.V. 05.11.2009 N° 107 <i>Norme per il governo del territorio.</i>

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO IN ESAME

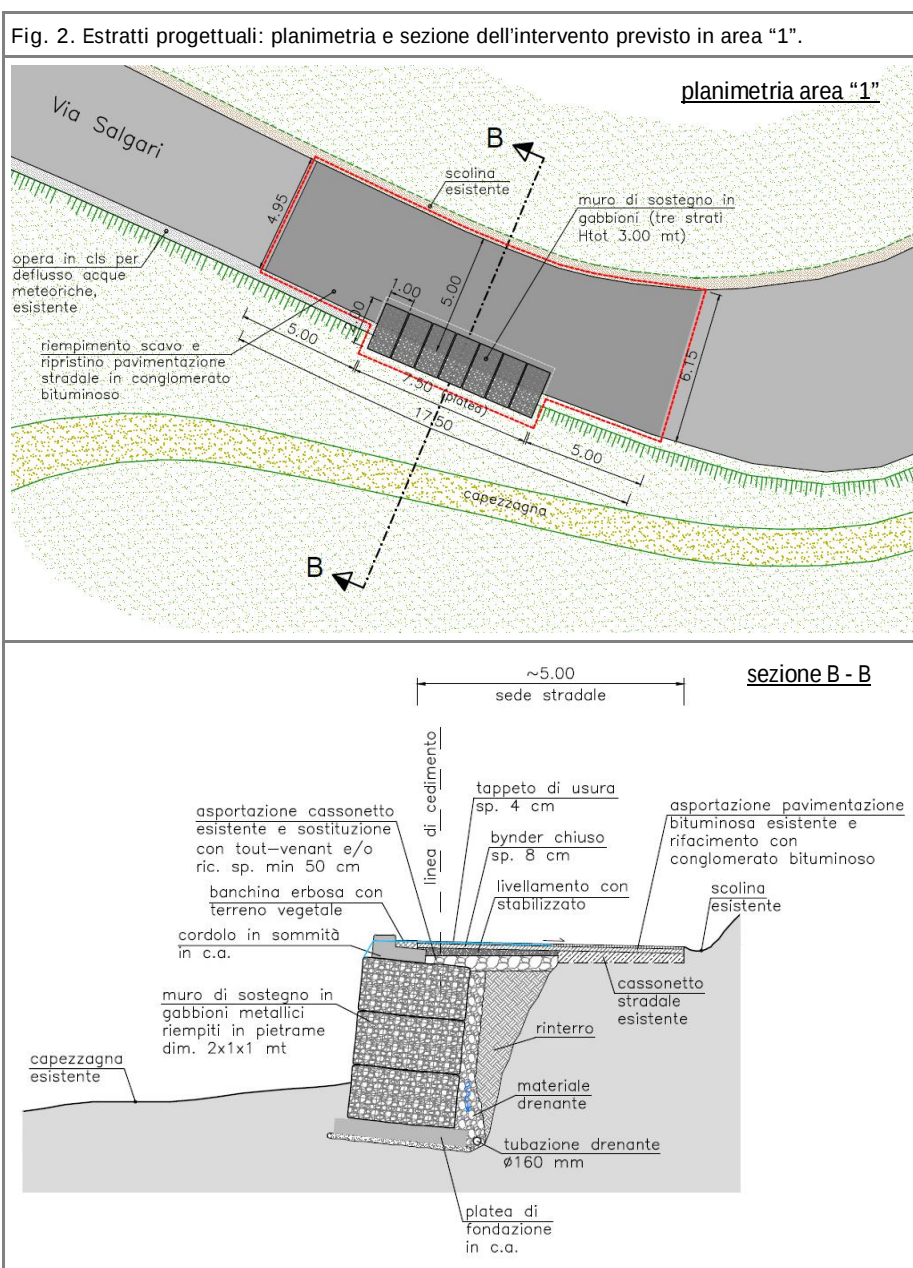
Alla luce della documentazione fornita e con riferimento alle figure seguenti, l'intervento in oggetto interesserà un tratto di strada in località Salgari. Lo stato attuale del dissesto risulta limitato a due zone e coinvolge parte della carreggiata stradale nonché un tratto di banchina laterale.

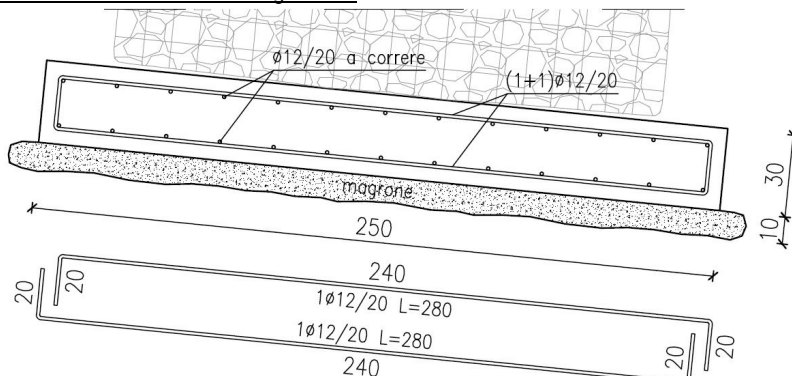
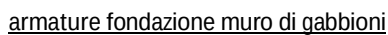
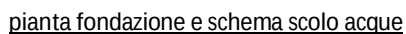
Fig. 1. Estratti progettuali: tratto di strada oggetto d'intervento (*sotto*) e planimetria stato di fatto con le aree oggetto dell'intervento di messa in sicurezza (*in basso*).



Schematicamente e sinteticamente l'intervento in progetto prevede:

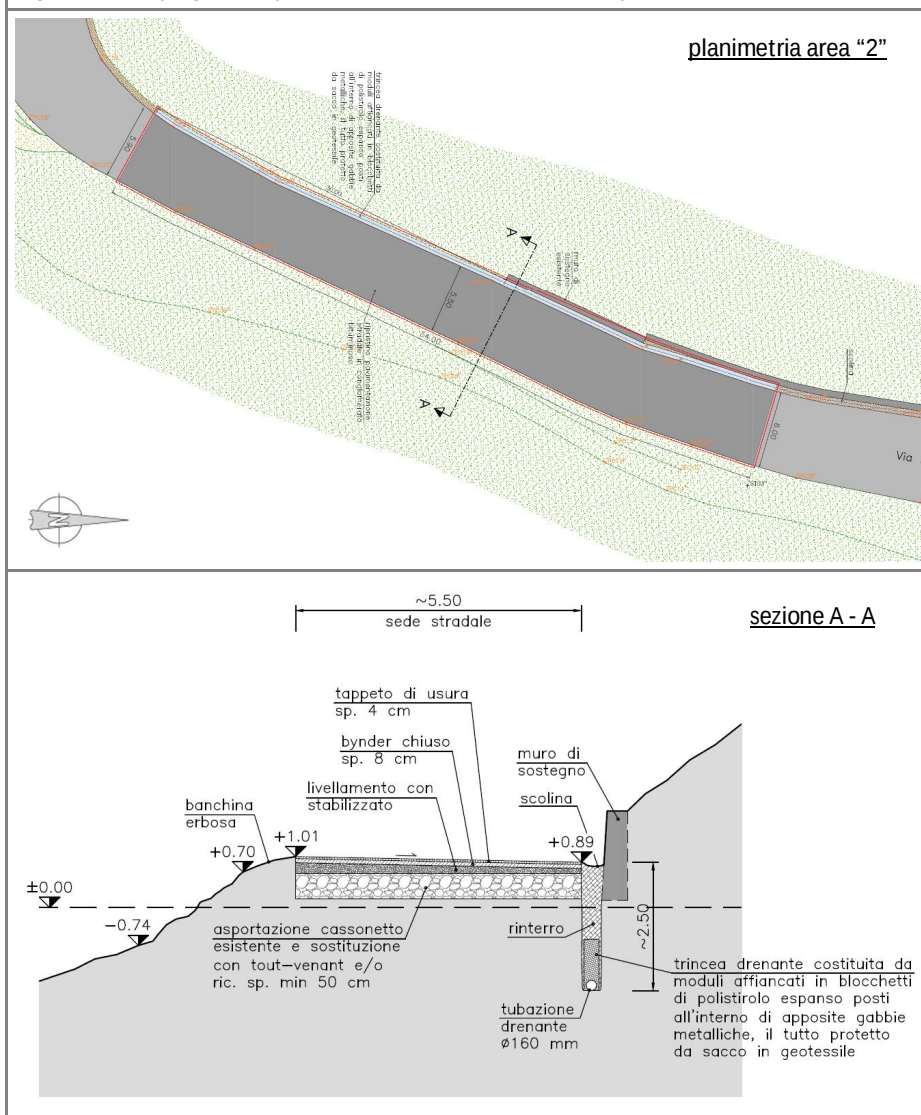
- area 1: per un tratto di lunghezza pari a 17 m ca. è previsto il ripristino della pavimentazione stradale previa rimozione di quella danneggiata e rifacimento in conglomerato bituminoso (*binder* e strato d'usura) oltre a ricariche con *tout - venant* e materiale stabilizzato. Nel tratto ove è avvenuto il cedimento della banchina e per una lunghezza pari a 7,5 m ca. è previsto il riempimento dello scavo e la posa in opera di un muro di sostegno in gabbioni (dimensioni: 2 x 1 x 1 m cad. h = 3,00 m) posizionati su una platea di fondazione (7,5 x 2,5 x 0,3 m) inclinata di 6° sull'orizzontale. A tergo dei gabbioni sarà infine posato materiale drenante e tubazione drenante al di sotto della fondazione.





- area 2: per un tratto complessivo di lunghezza pari a 54 m il progetto prevede il rifacimento della sovrastruttura stradale danneggiata, la ricarica con *tout-venant* e materiale stabilizzato in corrispondenza delle zone oggetto di rilassamento nonché la messa in opera di una trincea drenante disposta longitudinalmente alla strada con tubazione drenante alla base (v. fig. seguente).

Fig. 4. Estratti progettuali: planimetria e sezione dell'intervento previsto in area "2".



4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

L'area d'interesse è situata nella porzione settentrionale del territorio comunale di San Giovanni Ilarione lungo la strada che collega il centro abitato con la frazione Cattignano e con il Comune di Tregnago, precisamente nel tratto seguente al primo tornante presso località Salgari. Inserito in un contesto a destinazione prevalentemente agricola e forestale, il tratto di strada oggetto d'intervento si colloca a mezzacosta su un versante moderatamente inclinato.

Fig. 5. Ubicazione geografica del sito oggetto di studio.

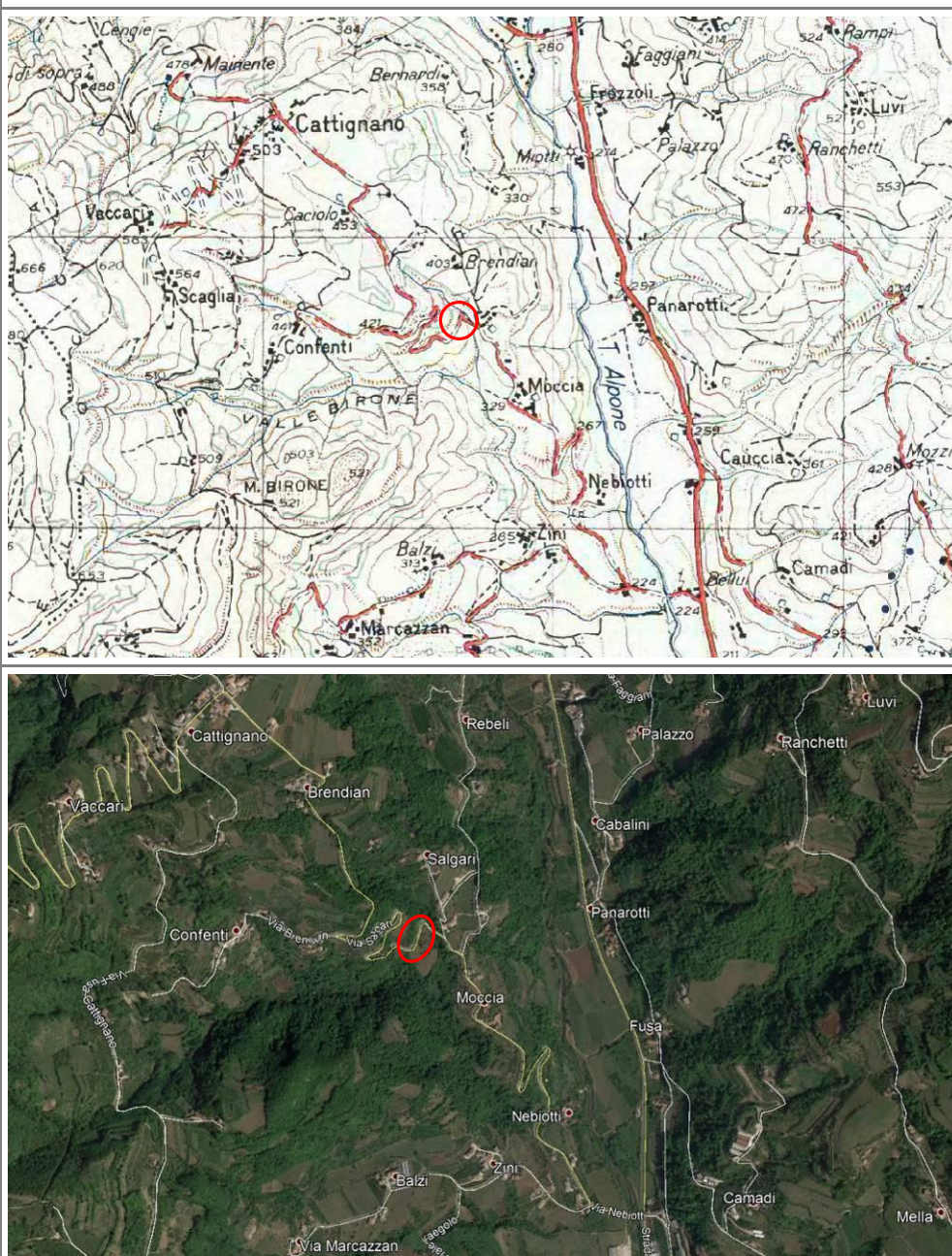
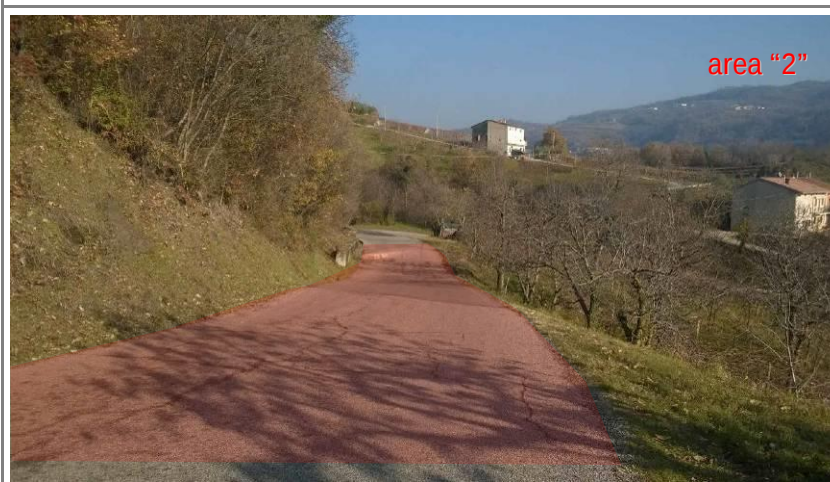
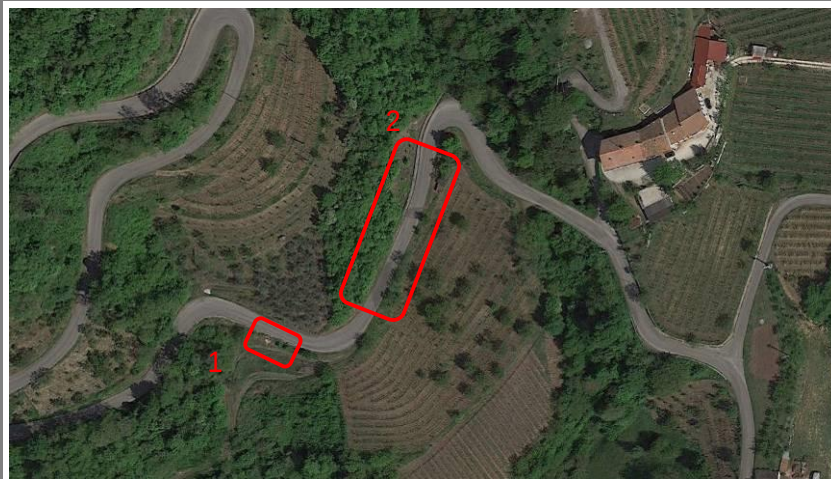


Fig. 6. Ortofoto delle aree di studio (*sotto*); area "1" particolare del tratto di banchina oggetto di cedimento (*al centro*); area "2" panoramica del tratto di strada in dissesto (*in basso*).



Il territorio considerato nel presente studio ricade all'interno dell'Elemento n. 124071 ("Cattignano") della Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000 di cui si allega un estratto in calce al presente elaborato (v. All. 1).

RELAZIONE GEOLOGICA

5 RELAZIONE GEOLOGICA

5.1 inquadramento geologico e geomorfologico

Per un inquadramento cartografico generale della porzione di territorio in cui ricade il sito d'interesse progettuale si rimanda alla "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:100.000 – Foglio n.49 "Verona", di cui si riporta un estratto nella figura seguente.

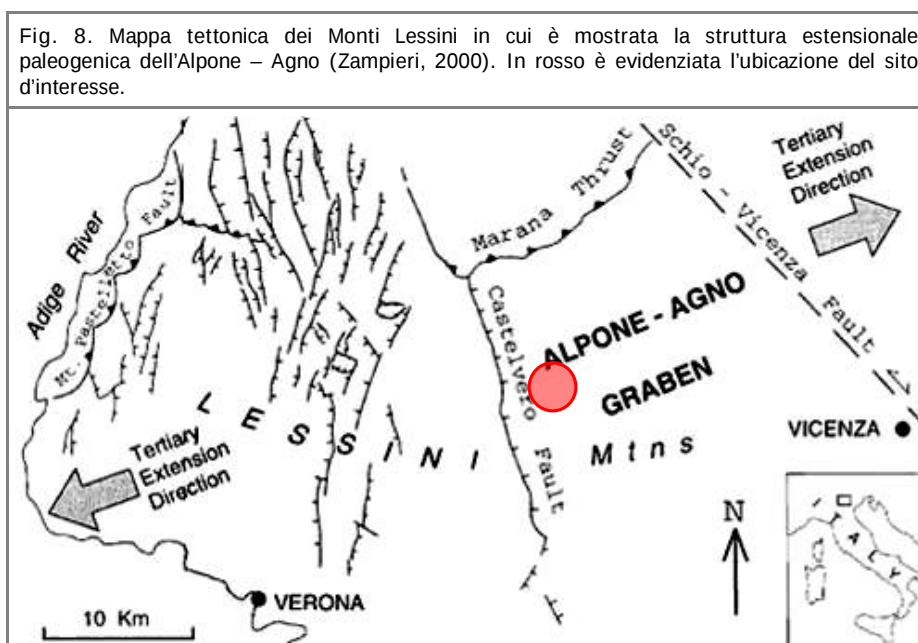
Fig. 7. Estratto dalla "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:100.000 – Foglio n°49 "Verona".



- DETRITO DI FALDA (dt) - *olocene*
- BASALTI COLONNARI (β) - *miocene inferiore p.p. (?) – cretaco superiore (?)*
- TUFI E IOLOCLASTITI (β^{ti}) - *oligocene – cretaco superiore (?)*
- BRECCIE VULCANICHE (β^v) - *oligocene – cretaco superiore (?)*
- FORMAZIONE DELLA SCAGLIA ROSSA - *maastrichtiano - titoniano*
- FAGLIA: le frecce indicano l'immersione, i trattini la parte ribassata
- SORGENTE

L'area d'interesse progettuale ricade nell'ambito collinare dei Monti Lessini Orientali che si caratterizzano per la prevalenza di litologie vulcaniche, espressione dell'attività eruttiva attivatasi a partire dall'Eocene inferiore e medio con successiva ripresa verso l'Oligocene.

Detta attività vulcanica fu direttamente collegata allo sviluppo della fossa tettonica nota come "Graben Alpone - Agno" che, definita da profonde linee di frattura, appare oggi delimitata dalla faglia di Castelvero ad Ovest (localizzabile lungo la dorsale che separa le valli d'Illasi e dell'Alpone) e da un allineamento tettonico non direttamente osservabile ma che si presume passi per la linea Castelvogomberto - Montecchio Maggiore - Bocca d'Ansiesia - Val Liona ad Est. La fase eruttiva unitamente al graduale e continuo abbassamento tettonico, hanno quindi determinato in corrispondenza del suddetto *graben* un importante accumulo di prodotti vulcanici prevalentemente effusivi.



In linea generale l'aspetto dei luoghi è condizionato da motivi strutturali, dalla diversa erodibilità delle litologie affioranti e, non secondariamente, dall'antropizzazione dell'area. Ciò premesso i luoghi sono in genere caratterizzati da una morfologia piuttosto dolce seppur localmente alternata alla presenza di rilievi dal profilo approssimativamente conico e da versanti piuttosto ripidi, ciò che resta di antiche strutture vulcaniche.

Da un punto di vista morfologico l'area oggetto di studio si colloca tra le quote altimetriche di riferimento di 365 e 370 m s.l.m., a mezzacosta di un versante dal profilo irregolare, articolato, esposto verso Sud - Est e caratterizzato da una pendenza variabile tra 15 e 20°. Risulta inoltre interessata da un movimento gravitativo (in prima analisi del tipo "colamento") che nel coinvolgere anche Via Salgari ha determinato lo stato di dissesto oggetto di studio causando in particolare:

- il cedimento di una porzione della banchina stradale di valle con parziale interessamento della carreggiata, rilascio per gravità lungo la scarpata sottostante di materiale costituente il pacchetto di sottofondo stradale ("area 1"- v. fig. 9);
- l'ammaloramento della sede stradale con locale cedimento della carreggiata (v. fig. 6 - pag. 10) e localizzate lesioni / rotture lungo il muro di sostegno posto sul lato di monte ("area 2" - v. fig. 10).

Fig.9. "Area 1": parziale cedimento della banchina stradale con interessamento della carreggiata e del pacchetto di sottofondo.

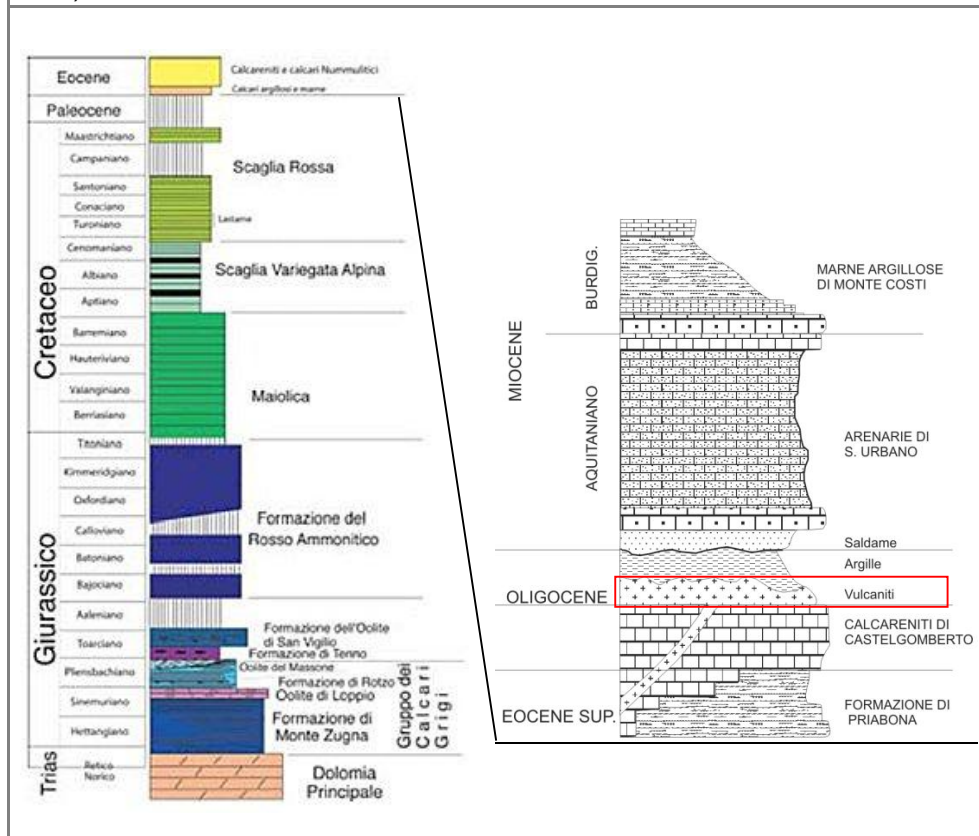


Fig. 10. "Area 2": particolare del muro di sostegno sul lato monte di Via Salgari interessato da diffuse lesioni e rotture localizzate.



Da un punto di vista *stratigrafico* le litologie affioranti nel territorio in esame sono essenzialmente costituite da formazioni vulcaniche attribuibili alla serie terziaria veneta e risalenti ad un vulcanismo verificatosi nel medio – tardo Oligocene (v. fig. 11).

Fig. 11. Colonna cronostratigrafica delle formazioni mesozoiche e paleogeniche dei Monti Lessini (a sinistra) (da Roghi & Romano, 2009). Successione stratigrafica Cenozoica dei Lessini Orientali (a destra).



Come già in precedenza accennato il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da vulcaniti (in prevalenza rocce vulcaniche effusive) risalenti ad un ciclo vulcanico verificatosi tra il Cretaceo sup. e il Miocene inf., *basalti colonnari*, *tufi* e *ialoclastiti varicolori* da stratificate a caotiche.

Il substrato roccioso risulta sotteso da un primo orizzonte superficiale di copertura quaternaria costituito da terreni di origine detritico – colluviale. Processi meteorici, alluvionali e gravitativi agenti sui versanti e sulle litologie vulcaniche affioranti, particolarmente fragili ed erodibili, hanno infatti favorito la messa in posto di una coltre superficiale di spessore in genere plurimetrico, costituita da materiali prevalentemente fini (argille e limi) con abbondante presenza di elementi lapidei. Tale copertura, differenziata in più livelli in ragione di frequenti ancorché talvolta sfumati cambi composizionali, è generalmente dotata di medio - basso grado di consistenza e, nella porzione più superficiale, risulta caratterizzata dalla presenza di terreno vegetale.

Fig. 12. Cumulo di materiale limo argilloso riferibile allo strato di copertura superficiale (*sotto*); vulcaniti affioranti costituenti il substrato roccioso (*in basso*).



Pur rimandando al capitolo successivo per una dettagliata descrizione di quanto emerso in termini litostratigrafici a seguito della campagna indagini condotta (v. Cap. 5 e All. 2), è possibile schematizzare il modello geologico locale nelle seguenti unità continue e sovrapposte:

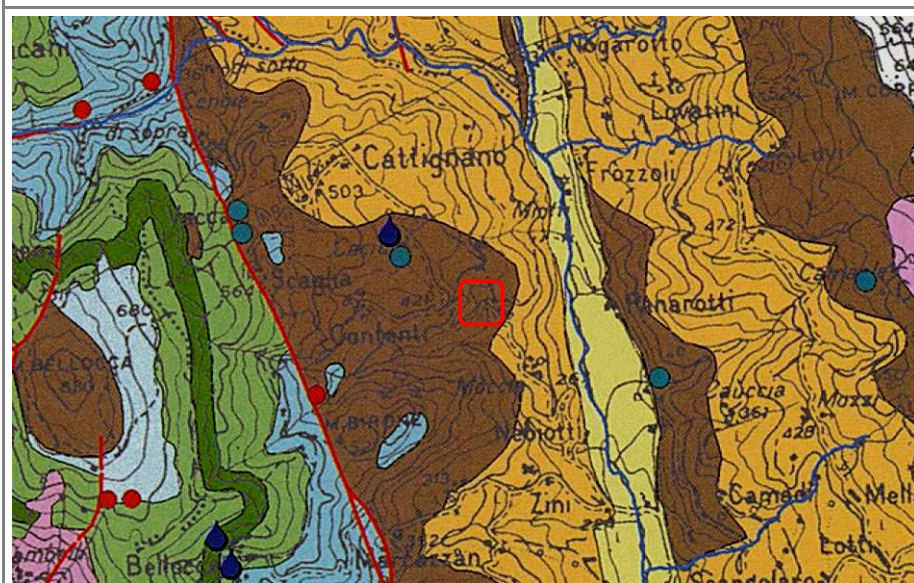
UNITÀ	LITOLOGIA
A	limo argilloso di colore marrone scuro con locali inclusi lapidei.
B	argilla limosa di colore bruno - rossiccio con elementi lapidei.
C	elementi lapidei eterogranulari in matrice limo argillosa di colore bruno.
SR	substrato roccioso (vulcaniti) di natura basaltica.

5.2 inquadramento idrogeologico ed idrografico

Le litologie costituenti il sottosuolo in corrispondenza della porzione di territorio oggetto di studio presentano differenti gradi di permeabilità e proprietà di drenaggio: substrato roccioso e copertura quaternaria mostrano infatti una permeabilità variabile in funzione del grado di fatturazione, stato di addensamento e secondariamente dell'eventuale presenza di intercalazioni di spessore centimetrico; tali livelli in occasione di eventi meteorici possono facilmente saturarsi ostacolando in tal modo il deflusso verticale delle acque di infiltrazione e facilitando al contempo la rapida saturazione della frazione permeabile presente negli orizzonti più superficiali.

Ciò premesso, dalla “*Carta Idrogeologica dei Monti Lessini*” redatta nel 2006 dalla Regione Veneto nell'ambito del progetto KATER (di cui si riporta un estratto nella figura alla pagina seguente) si evince come in corrispondenza del sito progettuale il primo sottosuolo sia caratterizzato dalla presenza di litologie vulcaniche caratterizzate da permeabilità da bassa a molto bassa per porosità.

Fig. 13. Estratto dalla “*Carta Idrogeologica dei Monti Lessini*” (Progetto KATER – Regione Veneto, 2006).

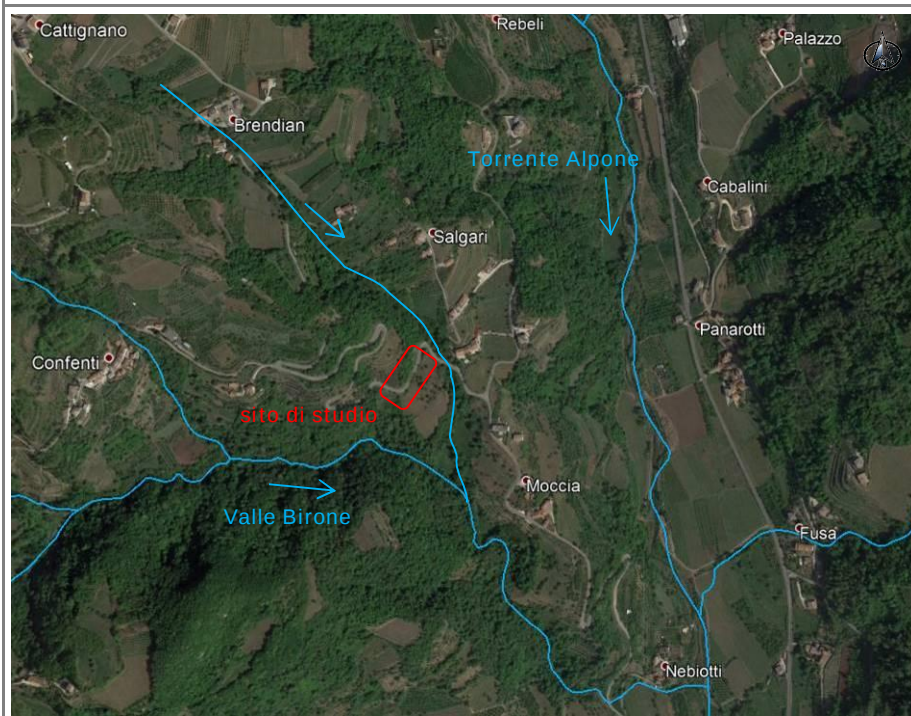


Litologia		Permeabilità	
	Depositi colluviali ed eluviali	Molto bassa (<i>per porosità</i>)	
	Depositi colluviali e glaciali	Media – bassa (<i>per porosità</i>)	
	Unità vulcaniche	Bassa – molto bassa (<i>per fratturazione</i>)	
	Corso d'acqua		
	Sorgente		
	Pozzo idrico		

Con specifico riferimento al descritto fenomeno gravitativo in atto (cfr. pag. 10), l'assetto litostratigrafico locale (cfr. pag. 16) comporta, in virtù delle proprietà geotecniche dei materiali, una differente risposta degli stessi in presenza d'acqua ed una loro differente propensione all'imbibizione. Nello specifico si ritiene che in presenza di un anomalo apporto d'acqua lungo vie di deflusso sotterraneo o per infiltrazione superficiale con conseguente aumento degli sforzi tangenziali, diminuzione della resistenza al taglio e superamento dei limiti di liquidità nei materiali costituenti il sottosuolo, si possa determinare una superficie di scivolamento all'interfaccia fra la componente più superficiale della copertura, meno addensata, più permeabile ed incline all'imbibizione e la porzione inferiore, strutturata, addensata, impermeabile e più stabile.

Influenzata dalla complessa tettonica, l'*idrografia* della porzione di territorio in esame appare ben sviluppata e impostata su una serie di incisioni vallive più o meno profonde che scendono lungo i versanti lungo la direzione di massima pendenza e si collegano al fondovalle dove scorre il Torrente Alpone. Le principali incisioni sono caratterizzate da regime temporaneo ove si registrano portate idriche in alveo solamente in seguito ad eventi meteorici di una certa importanza, restando altresì asciutte per la maggior parte dell'anno. Nello specifico, ad una distanza di poche decine di metri a Nord Est rispetto al tratto di strada oggetto di intervento si segnala un modesto impluvio, asciutto al momento del rilievo, che confluisce nella Valle Birone a monte del Torrente Alpone all'altezza di località Nebiotti (v. fig. seguente).

Fig. 14. Estratto da *Google Earth* con indicazione degli elementi idrografici principali (in azzurro) del territorio entro cui si inserisce il sito di studio (in rosso).



Per quanto riguarda le dinamiche di corrivazione superficiale, si ritiene che il deflusso delle acque meteoriche avvenga lungo il versante in modo uniforme e diffuso, senza la formazione di vere e proprie direzioni di scorrimento.

Le portate generalmente modeste ed il carattere torrentizio della rete idrografica sono diretta conseguenza del carsismo lessineo, con presenza di importanti recapiti sotterranei, cavità e condotti a sviluppo prevalentemente verticale attraverso cui le acque d'infiltrazione alimentano l'acquifero di base profondo condizionando pesantemente le dinamiche del deflusso sotterraneo e con esso l'assetto idrogeologico locale. In corrispondenza dei rilievi circostanti, a conferma di una circolazione idrica a carattere prevalentemente profondo, è nota la presenza di un acquifero produttivo a profondità di alcune decine di metri da piano campagna.

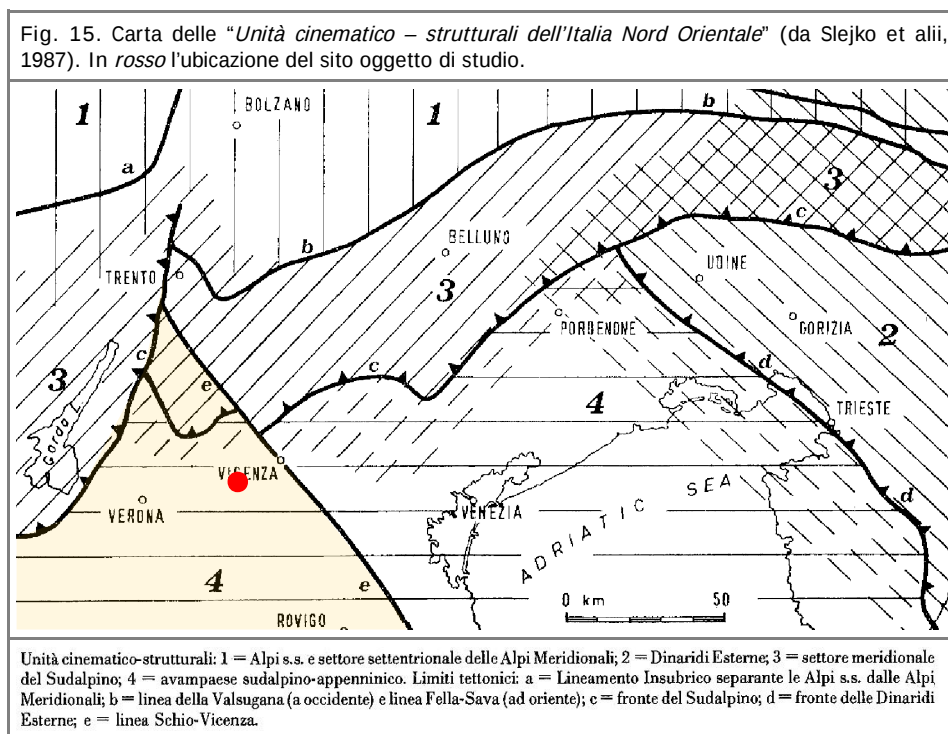
Nel corso dell'esecuzione degli scavi esplorativi non sia stata rilevata la presenza della falda, né di alcuna venuta d'acqua dalle pareti o da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (4,30 m ca. da p.c.). A conferma di ciò, fonti bibliografiche confermate da riscontri locali indicano la presenza di significative "vene d'acqua" a profondità comprese tra 7 e 8 m da piano campagna. Nello specifico dell'area d'interesse, si ritiene che la falda si attesti a profondità tali da non interferire con le opere in progetto.

Da un punto di vista *idrografico - amministrativo* il sito di studio rientra nell'ambito dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige e, come riportato sulla cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico, non ricade fra le aree a pericolosità idraulica individuate.

5.3 inquadramento tettonico - strutturale

Sulla base della cinematica, della geodinamica e dell'evoluzione tettonica verificatesi nel Pleistocene medio – Olocene, l'Italia nord – orientale è suddivisibile in quattro unità cinematico – strutturali (Slejko et. alii., 1987 - v. fig. 15):

- I. Alpi e settore settentrionale delle Alpi Meridionali (Unità 1);
- II. Dinaridi Esterne (Unità 2);
- III. Settore meridionale del Sudalpino (Unità 3);
- IV. Avampaese sudalpino – appenninico (Unità 4).



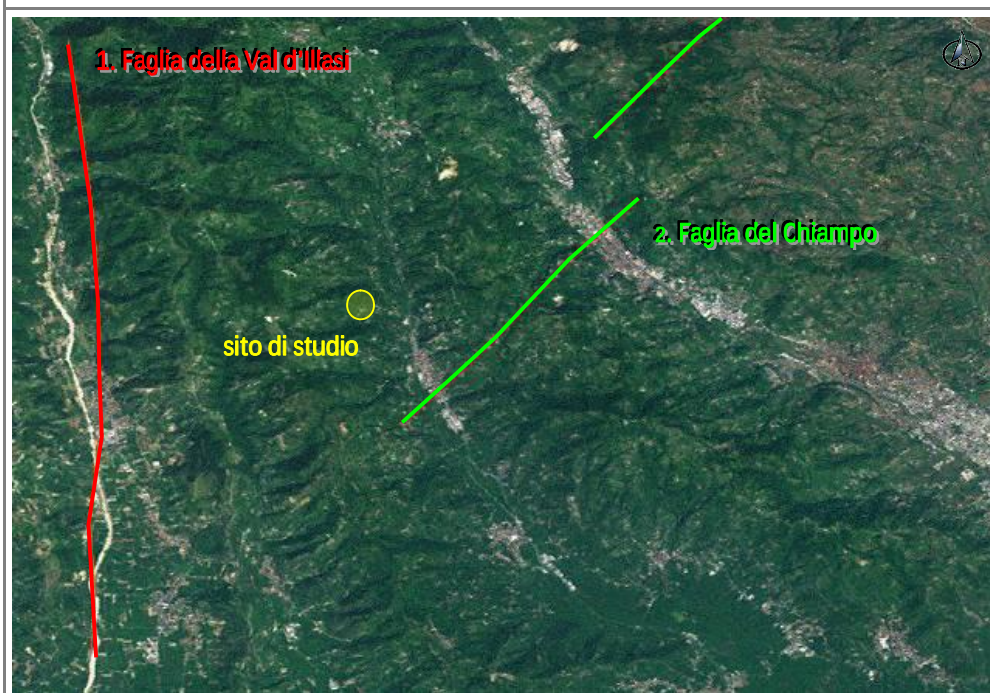
Il sito in esame ricade nell'*Avampaese sudalpino*, unità che presenta una crosta con blande ondulazioni e con alti della Moho sia nel settore lessineo sia in quello adriatico (Istria occidentale e alto meso - Adriatico) e di cui il settore lessineo rappresenta una sorta di apofisi padana nel Sudalpino. Con riferimento alla figura di cui sopra i Monti Lessini sono strutturalmente delimitati ad Ovest dai sistemi di embricazione paralleli al Sistema delle Giudicarie (Nord Nord Est – Sud Sud Ovest) dell'area Garda – Trento, ad Est dalla linea Schio – Vicenza (Nord Nord Ovest – Sud Sud Est) che funge da svincolo trascorrente rispetto alle unità alloctone orientali. Il settore lessineo è infine interessato da strutture tettoniche di direzione circa Est – Ovest che sono parallele alla Linea della Valsugana.

Premesso quanto sopra l'area oggetto di studio risulta caratterizzata da omogeneità strutturale, attività neotettonica prevalentemente di tipo areale e sismicità ridotta, storicamente concentrata soprattutto nel settore meridionale, al passaggio fra i Monti Lessini e la pianura vicentino - veronese.

Con riferimento al “*Catalogo delle faglie capaci - ITHACA*” redatto dall'ISPRA (v. fig. 16), nella porzione di territorio in cui ricade il sito oggetto di studio si riconoscono alcune strutture neotettoniche (“faglie capaci”) che hanno generato fagliazione superficiale negli ultimi 20.000 anni e ritenute pertanto potenzialmente in grado di creare nuove deformazioni in superficie:

1. “*Faglia della Val d’Illasi*”: faglia inversa di lunghezza pari a circa 15 km orientata in senso Nord – Sud; sebbene abbia registrato gli ultimi segni di attività in epoca pleistocenica (<10.000 anni fa), da recenti studi di sismicità si caratterizza per una media probabilità di riattivazione (Castaldini & Panizza, 1991);
2. “*Faglia del Chiampo*”: faglia trascorrente sinistra di lunghezza pari a circa 13 km, orientata in senso NE – SW posta ad una distanza di circa 400 m da sito di studio; secondo recenti studi di sismicità locale (Castaldini & Panizza, 1991), tale elemento risulta caratterizzato da media probabilità di riattivazione.

Fig. 16. Mappa delle “faglie capaci” presenti nei dintorni del Comune di San Giovanni Ilarione (estratto dal “*Catalogo delle faglie capaci - ITHACA*” redatto dall'ISPRA). In giallo l'ubicazione del sito di studio.

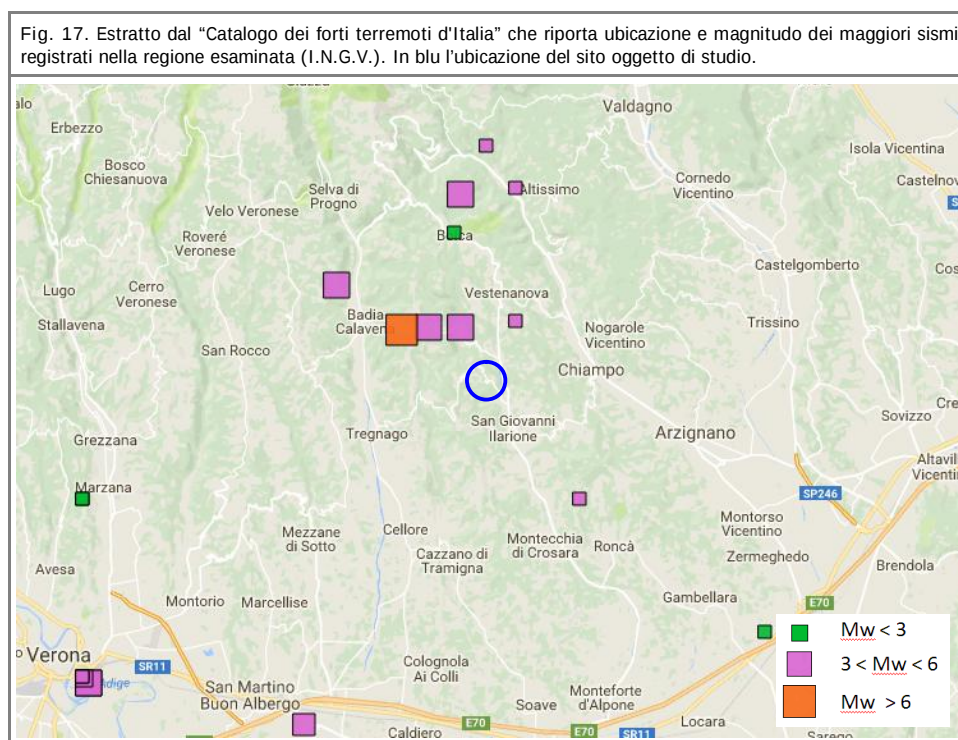


→ Detto quindi come in corrispondenza della porzione di territorio in esame si riconosca la presenza di alcuni lineamenti neotettonici (faglie capaci) di significativa rilevanza, alla scala “sito specifica” non si rilevano altre criticità di carattere tettonico – strutturale.

5.4 sismicità dell'area

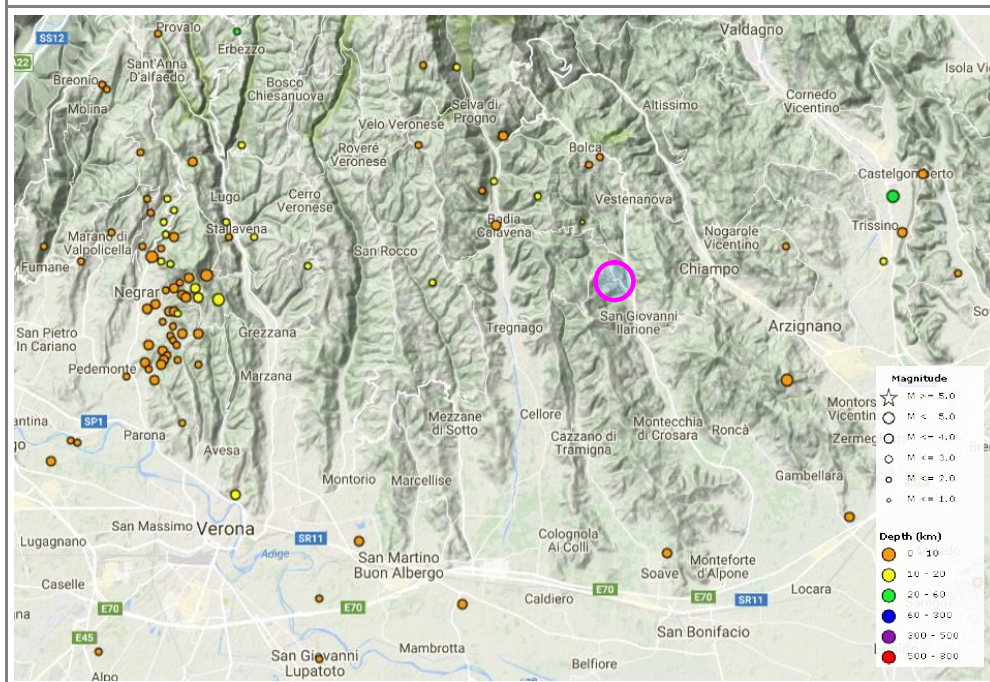
Con specifico riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03, il Comune di San Giovanni Ilarione rientra in zona 3. Per delineare la sismicità storica della porzione di territorio in cui ricade il sito oggetto di studio si è fatto specifico riferimento alle seguenti carte tematiche:

1. "Catalogo dei Forti Terremoti d'Italia" precedenti all'anno 1997 (I.N.G.V.);
 2. "Mappa degli epicentri" registrati sul territorio della Provincia di Verona dal 01/01/1998 ad oggi (Italian Seismological Instrumental and Parametric Database - ISIDE).
1. Analizzando il "*Catalogo dei forti terremoti d'Italia*" redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (v. fig. 17): fino all'anno 1997 nella zona lessinea sono registrati sismi con magnitudo M_w compresa tra 3 e 6, con locali eventi di magnitudo superiore a 6 (terremoto della Val d'Ilasi presso Badia Calavena del 1891).



2. Per quanto riguarda invece il periodo successivo al 01/01/1998, come riportato nella "*Mappa degli epicentri*" dei terremoti avvenuti sul territorio della Provincia di Verona, si segnalano isolati eventi tellurici di magnitudo massima fino a 4,0 localizzati principalmente fra i territori comunali di Negrar e Grezzana (v. fig. 18 alla pag. seguente).

Fig. 18. Ubicazione e magnitudo dei maggiori sismi registrati dal 01/01/1998 nella regione esaminata (fonte *Italian Seismological Instrumental and Parametric Database - ISIDE*). In magenta il sito oggetto di studio.



Volendo sintetizzare quanto fin qui esposto, alla luce delle informazioni raccolte si ritiene che la magnitudo massima registrata strumentalmente nell'area territoriale in cui ricade anche il sito d'interesse progettuale sia in prima analisi pari a $M_w = 6,0$.

In caso di evento sismico gli elementi morfologici e stratigrafici che possono produrre un'amplificazione dell'onda sismica sono essenzialmente legati a:

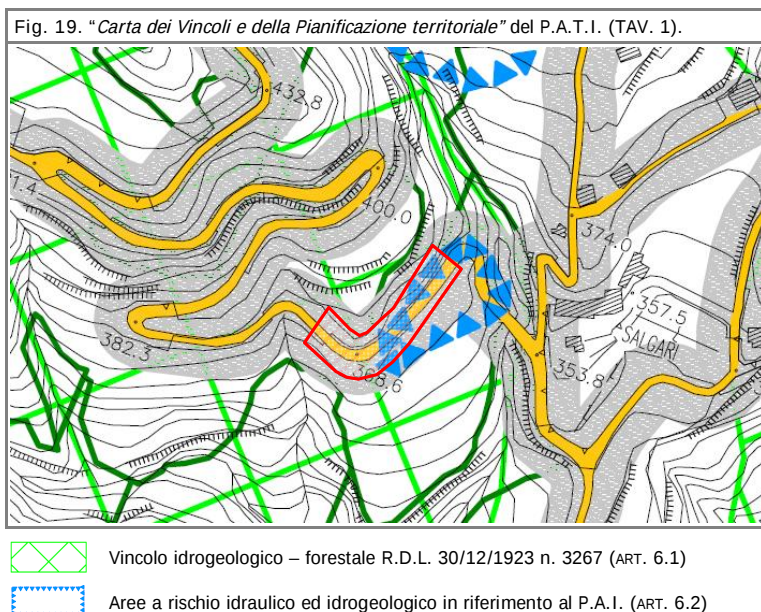
1. presenza di faglie o fratture maggiori collegate alle faglie principali;
2. instabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica;
3. linee di cresta marcate o bruschi cambiamenti di pendenza;
4. contatti geologici che mettono a contatto terreni a differente impedenza acustica;
5. presenza sui versanti di coltri detritiche o di accumuli franosi (sia attivi che quiescenti);
6. vicinanza a scarpate di grande altezza soggette a fenomeni di crollo e rotolamento;
7. presenza di falda freatica a bassa profondità con sottosuolo costituito da terreni granulari soggetti a liquefazione (sabbie fini o limi sabbiosi poco addensati).

→ *Con riferimento all'elenco puntato di cui sopra ed in particolare ai punti 4 e 5, si ritiene che l'area di studio presenti alcune potenziali criticità di carattere morfologico - stratigrafico la cui presenza potrebbe, in caso di terremoto, focalizzare gli effetti di un'onda sismica. Il tratto di versante su cui ricade la strada oggetto di intervento risulta inoltre potenzialmente soggetto a fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico, essendo caratterizzato da una pendenza mediamente superiore a 15° .*

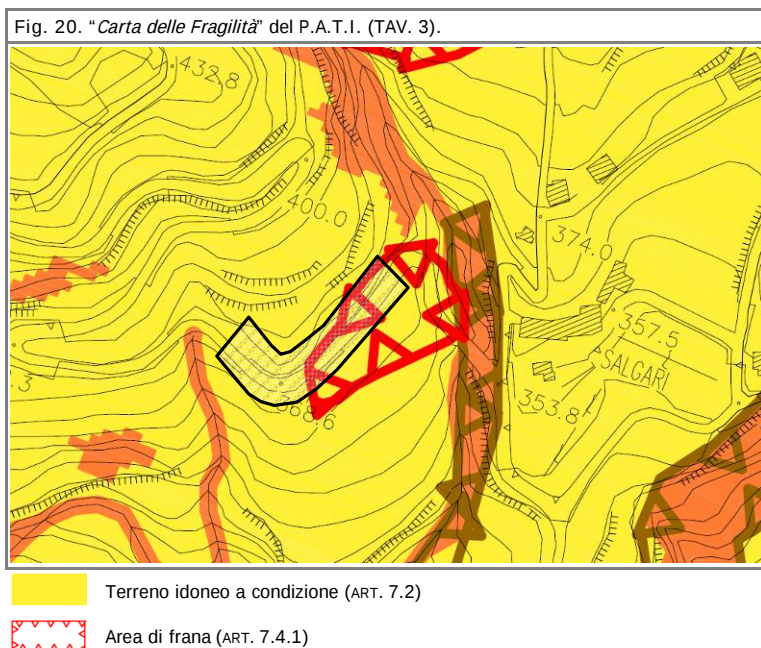
5.5 analisi del piano di assetto territoriale (p.a.t.i.)

Con specifico riferimento alle sole tematiche trattate nel presente elaborato nonché alle possibili problematiche connesse con la realizzazione degli interventi in esame, l'analisi del P.A.T.I. dell'Alpone (approvato con Conferenza dei Servizi del 28/12/2010) e delle relative "Norme tecniche di attuazione" ha evidenziato quanto segue.

1) "Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale"



2) "Carta delle Fragilità"



TAV.

NORMA / ANALISI

1 Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale: vincolo idrogeologico – forestale (art. 6.1) ai sensi del R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 e zona a rischio idraulico ed idrogeologico (art. 6.2) in riferimento al P.A.I. Per quanto riguarda il vincolo idrogeologico – forestale, si può ragionevolmente affermare come l'intervento in esame, finalizzato al ripristino delle condizioni di sicurezza e ad un miglioramento della stabilità attuale dei luoghi, non determini alcun tipo di interferenza negativa con il contesto locale. In merito all'art. 6.2 si rimanda a quanto sotto scritto in merito alla Tavola n. 03

2 Carta delle Invarianti - In corrispondenza del sito di intervento non sono presenti invarianti geologiche, geomorfologiche o idrogeologiche, né ambiti territoriali caratterizzati da evidenze ed unicità geologiche.

3 Carta delle Fragilità - area di frana (art. 7.4.1) e in area idonea a condizione (art. 7.2). Secondo l'art. 7.4.1 nei siti ricadenti all'interno delle aree di frana (che comprendono le zone a rischio idraulico ed idrogeologico (art. 6.2) in riferimento al P.A.I.) è vietata l'esecuzione di movimenti in terra salvo quelli finalizzati alla stabilizzazione degli stessi e al miglioramento delle condizioni di sicurezza. Gli interventi ricadenti all'interno della categoria "aree idonee a condizione" dovranno essere corredati da una relazione geologico - geotecnica che analizzi con attenzione la stratigrafia del luogo, le caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione, la stabilità locale, nonché le caratteristiche idrogeologiche locali. A tal riguardo il presente elaborato ha inteso ricostruire l'assetto geologico, idrogeologico e geotecnico locale.

→ *Alla luce del progetto in esame e dall'analisi del P.A.T.I. dell'Alpone va debitamente sottolineato come l'intervento previsto pur ricadendo, parzialmente o interamente, in un'area a rischio idraulico ed idrogeologico (P.A.I.), di frana ed idonea a condizione possa essere consentito in quanto finalizzato al ripristino di adeguate condizioni di sicurezza e ad un miglioramento delle attuali condizioni di stabilità.*

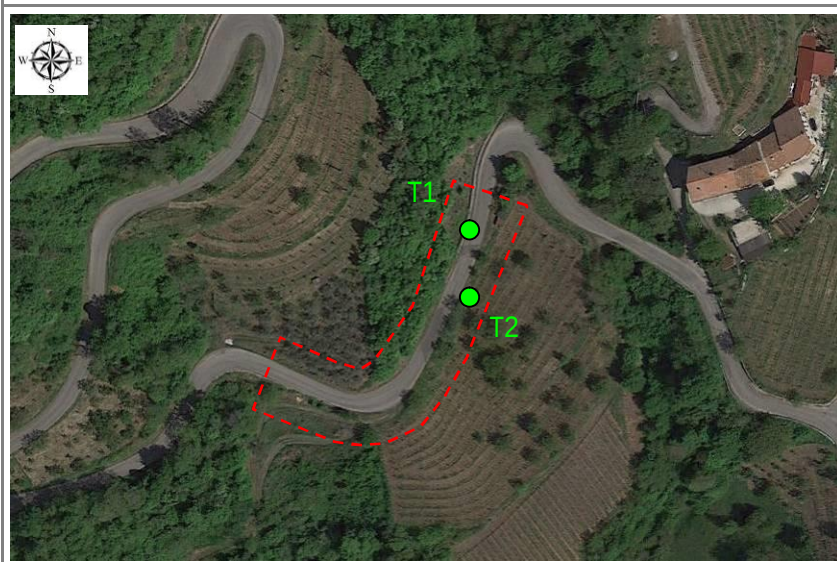
RELAZIONE GEOTECNICA

6 RELAZIONE GEOTECNICA

6.1 campagna indagini: trincee esplorative

Come anticipato in premessa per predisporre il presente elaborato è stata condotta una mirata campagna indagini *in situ* finalizzata, unitamente ad un attento rilievo dei luoghi alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico di dettaglio. A tale scopo sono state effettuate *nr. 2 trincee esplorative* ("T1" e "T2"), rispettivamente lungo la carreggiata a ridosso del muro lesionato che delimita verso monte la sede stradale ("T1") e sulla banchina esterna al tratto di strada interessato dal cedimento ("T2"), così come illustrato nella figura seguente.

Fig. 21. Ubicazione dei due scavi esplorativi ("T1" e "T2") realizzati.



Le trincee esplorative, eseguite con escavatore meccanico e spinte rispettivamente alle profondità di 4,00 m ("T1") e 4,30 m ("T2") da piano campagna, hanno permesso di:

- ✓ prendere visione diretta della stratigrafia superficiale dell'area;
- ✓ accertare l'eventuale presenza di materiale di riporto e/o rimaneggiato;
- ✓ fornire una parametrizzazione geotecnica dei materiali rinvenuti;
- ✓ valutare il comportamento dei terreni in funzione della stabilità degli scavi;
- ✓ verificare la presenza della falda o di eventuali venute d'acqua.

Pur rimandando all'All. 2 per una dettagliata descrizione dei caratteri peculiari degli scavi esplorativi effettuati, vengono in merito proposte di seguito alcune tabelle riepilogative.

L'osservazione di quanto emerso in fase di scavo unitamente all'esecuzione di un attento rilievo dei luoghi esteso ad un significativo intorno a monte e a valle rispetto all'area oggetto d'intervento, ha quindi permesso di individuare le seguenti unità litostratigrafiche:

UNITÀ	LITOLOGIA
A	limo argilloso di colore marrone scuro con locali inclusi lapidei di dimensioni centimetriche. Deposito asciutto e di consistenza soda.
B	argilla limosa di colore bruno - rossiccio con elementi lapidei di varia pezzatura. Deposito di consistenza variabile (morbida ÷ soda), umido e plastico.
C	elementi lapidei eterogranulari in matrice limo argillosa di colore bruno. Deposito di consistenza variabile (soda ÷ dura), asciutto.
SR	substrato roccioso (vulcaniti) di natura basaltica.

Nella tabella seguente è possibile osservare, per ciascuna delle trincee eseguite, la profondità massima raggiunta in fase di scavo e per le unità litologiche individuate, i limiti superiore e inferiore (le profondità sono riferite al piano campagna attuale):

trincea	prof. max	"A"	"B"	"C"
T1	4,0	0,6 ÷ 1,8*	1,8 ÷ 3,5	> 3,5
T2	4,3	0,0 ÷ 4,3	-	-

*: in corrispondenza della trincea "T1" l'unità "A" è sottesa dal pacchetto stradale (pavimentazione in asfalto e sottofondo).

Alla luce di quanto emerso in fase di scavo è possibile evidenziare inoltre quanto segue:

- ✓ fino alle massime profondità di scavo il modello litostratigrafico locale è rappresentato da terreni in giacitura naturale, prevalentemente fini e di tipo coesivo (limo e argilla in proporzioni reciproche variabili con elementi lapidei di varia pezzatura);
- ✓ sebbene non intercettato durante l'esecuzione degli scavi geognostici è ragionevole ipotizzare la presenza del substrato roccioso ad una profondità indicativa di 6 ÷ 8 m da piano campagna;
- ✓ le pareti delle trincee hanno mantenuto la verticalità per tutta la durata dello scavo;
- ✓ in fase di scavo non è stata rilevata la presenza della falda, né di alcuna venuta d'acqua dalle pareti o da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta in fase d'indagine (4,30 m ca. da p.c.).

6.2 parametrizzazione geotecnica dell'area

Alla luce del modello geologico in precedenza ricostruito, dei dati raccolti in fase d'indagine nonché sulla base dell'esperienza maturata dallo scrivente in lavori svolti nel medesimo contesto geologico – geotecnico, è possibile fornire la seguente parametrizzazione geotecnica:

UNITÀ	LITOLOGIA	γ_{nat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	C' (kPa)	C _u (kPa)
A	limo argilloso	19 ÷ 20	30 ÷ 32	0 ÷ 15	50 ÷ 100
B	argilla limosa con elementi lapidei	18 ÷ 19	28 ÷ 30	0 ÷ 10	40 ÷ 60
C	elementi lapidei in matrice limo - argillosa	18 ÷ 19	30 ÷ 34	0 ÷ 15	50 ÷ 100
SR	roccia vulcanica di natura basaltica	25	40 ÷ 45	100	-

N.B.: γ = peso di volume, ϕ = angolo d'attrito, c' = coesione efficace, c_u = coesione non drenata

Pur in assenza di prove dirette sui materiali, alla luce di quanto emerso in fase d'indagine è possibile evidenziare quanto segue:

- i terreni riferibili alle unità "A" e "C" risultano caratterizzati da discrete caratteristiche geotecniche, consistenza da soda a dura e compattezza variabile. Inferiori le proprietà geotecniche attribuibili all'unità "B", dotata di scarsa consistenza, plastica e umida;
- il livello della falda in corrispondenza dell'area in oggetto si colloca a profondità tali rispetto al piano campagna da non interferire in alcun modo con la realizzazione delle opere previste;
- alla luce dell'assetto geologico – geotecnico ricostruito e dei disegni progettuali forniti, si ritiene che il sedime di fondazione del previsto muro in gabbioni sarà costituito dai terreni riferibili all'unità "A", come detto dotata di discrete caratteristiche geotecniche.

→ *In corso d'opera si renderà necessario verificare direttamente in sito la correttezza delle ipotesi assunte in questa fase, ponendo attenzione all'effettiva profondità delle unità litologiche individuate.*

Con specifico riferimento al fenomeno gravitativo in atto, si ritiene che l'assetto litostratigrafico locale comporti, in virtù delle proprietà geotecniche dei materiali, una differente risposta degli stessi in presenza d'acqua ed una loro differente propensione all'imbibizione. A tal riguardo è ragionevole ipotizzare che un anomalo apporto d'acqua con conseguente aumento degli sforzi tangenziali, diminuzione della resistenza al taglio e superamento dei limiti di liquidità, possa determinare la formazione di una superficie di scivolamento all'interno della copertura quaternaria oppure, più facilmente, all'interfaccia fra la stessa, meno addensata, più permeabile nonché incline all'imbibizione, ed il sottostante substrato roccioso di origine vulcanica di fatto più strutturato ed impermeabile.

6.3 caratterizzazione sismica del sito progettuale

In riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03 il Comune di San Giovanni Ilarione ricade in zona 3.

La recente normativa definisce la *pericolosità sismica di base* del sito di costruzione in termini di accelerazione massima orizzontale attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido ($V_{s,30} > 800$ m/s) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento (P_{VR}), in funzione del periodo di riferimento V_R . Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 la stima di tale parametro viene definita mediante un approccio "*sito dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona dipendente*". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro punti della griglia di accelerazioni ("*reticolo di riferimento*") tramite media pesata, utilizzando la formula riportata di seguito.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

p	valore del parametro di interesse nel punto in esame;
p_i	valore del parametro di interesse nell' i esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
d_i	distanza del punto in esame dall' i esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i seguenti parametri spettrali:

a_g accelerazione orizzontale massima;

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.

Considerato l'effetto topografico sulla risposta sismica locale, alla luce dell'orografia del territorio il coefficiente di amplificazione topografica si ritiene pari a $S_T = 1,20$ (categoria topografica T2: pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa definisce varie categorie di "sottosuolo di fondazione" secondo cui il sottosuolo locale viene classificato sulla base delle specifiche caratteristiche geotecniche. Queste categorie, correlate alla specifica accelerazione orizzontale su suolo di categoria A (a_g) definiscono le azioni sismiche di progetto.

Sebbene in assenza di indagini geofisiche sito specifiche eseguite in corrispondenza delle aree di intervento, alla luce del contesto geologico entro cui s'inserisce l'area di studio è ragionevole ritenere che il sito in esame possa essere inserito nella Categoria di Sottosuolo di fondazione "E" così definita: "*terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)*".

Nel presente caso di studio i parametri spettrali caratteristici sono stati valutati considerando, cautelativamente, una classe d'uso II (*reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o IV*) ed una vita nominale $V_N \geq 50$ anni. In tali ipotesi il coefficiente d'uso $C_U = 1,00$ da cui deriva un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni.

In riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), [definito come condizione in cui "a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali"], considerando una probabilità di superamento P_{VR} del 10% nel periodo di riferimento $V_R = 50$ anni cui corrisponde un tempo di ritorno di 475 anni, sono stati calcolati i parametri di progetto riportati di seguito (v. fig. 22).

PARAMETRO SISMICO	VALORI
Accelerazione orizzontale massima a_g [g]	0,162
Valore max. fatt. di amplificazione F_0	2,430
Periodo inizio tratto vel. cost. spettro T^*_c [s]	0,279
Coeff. azione sismica orizzontale K_h	0,073
Coeff. azione sismica verticale K_v	0,037

Fig. 22. Parametrizzazione sismica del sito d'interesse progettuale.



6.4 stima della capacità portante

Alla luce del quadro geologico e geotecnico ricostruito nelle pagine precedenti e tenendo presenti le caratteristiche dell'intervento in esame (cfr. Cap. 3) si espongono di seguito alcune elaborazioni di carattere geotecnico finalizzate ad una stima di massima della capacità portante del terreno per quanto riguarda la platea di fondazione del muro di sostegno in gabbioni. A tal proposito, si evidenzia quanto segue:

- si ritiene realistico e ragionevole considerare un sedime di fondazione costituito dall'unità "A" di natura prevalentemente limoso - argilloso e a comportamento coesivo;
- alla luce dell'assetto idrogeologico locale e di quanto osservato nel corso della campagna indagini, il sedime fondazionale sarà considerato in condizioni asciutte;
- per la stima della portanza si considera una platea di fondazione di lunghezza $L = 7,50$ m, larghezza $B = 2,50$ m e incastro $D = 0,30$ m, con un'inclinazione di 6° sull'orizzontale.

Per il calcolo della portanza verrà quindi adottata la seguente parametrizzazione, considerando per il peso di volume e la coesione non drenata i valori minimi dei *range* riportati nel Par. 6.2.

UNITÀ	LITOLOGIA	COMPORTAMENTO	PARAMETRIZZAZIONE
A	LIMO ARGILLOSO	coesivo	$\gamma_{nat} = 19,0 \text{ kN/m}^3$ $c_u = 50 \text{ kPa}$

In ottemperanza al D.M. 14/01/2008 si fornisce di seguito una stima della capacità portante del terreno utilizzando il metodo degli stati limite:

"Il metodo degli stati limite prevede l'impiego di coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle azioni (A1, A2) ed ai loro effetti, alle caratteristiche dei materiali (M1, M2) e alle resistenze (R1, R2, R3). Tali coefficienti possono essere diversamente raggruppati e combinati fra di loro in funzione del tipo e delle finalità delle verifiche, nei diversi stati limite considerati. Nell'ambito delle verifiche geotecniche rispetto agli stati limite ultimi, la normativa prevede che possano essere utilizzati due approcci progettuali distinti ed alternativi che prevedono l'adozione di differenti gruppi di coefficienti di sicurezza. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la combinazione 1 (A1 + M1 + R1) è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto col terreno, mentre la combinazione 2 (A2 + M2 + R2) è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti (A1 + M1 + R3), da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche. Per quanto riguarda le fondazioni superficiali, le verifiche di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi devono fare riferimento sia allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni (SLU di tipo geotecnico o GEO), sia al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa (SLU di tipo strutturale o STR)."

Il caso discusso nel presente lavoro rientra nell'ambito delle verifiche di tipo GEO, in particolare di quella relativa al collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno, ritenuta significativa in relazione alle caratteristiche delle opere in progetto ed al modello geologico - geotecnico ricostruito.

Per la fase di calcolo si è ritenuto opportuno utilizzare il metodo di Brinch Hansen (1970) secondo cui, nel caso di terreni coesivi (con $\varphi = 0$, carico verticale e piano campagna orizzontale), il valore limite di portanza è espresso da:

$$q_{lim} = c_u N_c s_c \beta_c + \gamma_1 D \beta_q$$

dove:

q_{lim} = capacità portante limite del terreno

c_u = coesione non drenata del terreno su cui poggia la fondazione

γ_1 = peso di volume del terreno posto sopra il piano di posa

D = profondità di posa della fondazione

N_c = fattore adimensionale di portanza, nel caso specifico pari a 5,14;

s_c = fattore di forma così definito:

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L} \quad (\text{dove: } N_q = 1 \text{ per } \varphi' = 0)$$

β_c e β_q servono per tener conto dell'inclinazione della base della fondazione.

Per quanto riguarda la parametrizzazione del sedime di fondazione i valori geotecnici di progetto adottati sono i seguenti:

PARAMETRO	SECONDO COEFFICIENTI M1	SECONDO COEFFICIENTI M2
PESO DI VOLUME DEL TERRENO NATURALE	$\gamma_n = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_n = 19,0 \text{ kN/m}^3$
COESIONE NON DRENATA	$C_u = 50 \text{ kPa}$	$C_u = 36 \text{ kPa}$

Considerando l'assenza di falda in corrispondenza del piano di posa si ipotizza una fondazione dalle seguenti caratteristiche costruttive, alla pagina seguente vengono illustrati i risultati del calcolo della capacità portante secondo gli approcci progettuali previsti da normativa e rilevanti ai fini geotecnici.

TIPO DI FONDAZIONE	a platea
PROFONDITÀ PIANO DI POSA	$\approx 3,50 \text{ m}$ da p.c.
LUNGHEZZA FONDAZIONE (L)	7,50 m
LARGHEZZA FONDAZIONE (B)	2,50 m
INCASTRO FONDAZIONE (D)	0,30 m

I valori di portanza di progetto (R_d) per il confronto con il valore di progetto delle azioni (E_d) sono i seguenti:

APPROCCIO	COMBINAZIONE	Q_{SLU}
1	A2+M2+R2	111 kN/m ²
2	A1+M1+R3	120 kN/m ²

→ Pur ribadendo il carattere indicativo dei valori sopra riportati, il calcolo della capacità portante ha permesso di confermare l'idoneità dei terreni di fondazione a supportare una tipologia costruttiva corredata da fondazioni dirette (nel caso specifico "a platea"). *Ciò detto sarà comunque necessario verificare i calcoli alla luce delle effettive sollecitazioni indotte.*

Vista l'entità dell'intervento e considerando come il carico ipotizzabile indotto dalla nuova opera in progetto sia in qualche modo paragonabile ai carichi litostatici attuali, in prima analisi è realistico ritenere che gli interventi previsti daranno luogo a cedimenti contenuti sia in termini di entità che come sviluppo temporale. In assenza di dati geotecnici di dettaglio dei terreni che costituiscono il primo sottosuolo dell'area non è possibile quantificare con precisione l'entità dei cedimenti.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- Il presente studio è stato condotto su basi bibliografiche, alla luce di quanto emerso da una campagna indagini condotta *in situ*, di un mirato rilievo dei luoghi nonché dell'esperienza maturata dallo scrivente in numerosi lavori svolti in passato nel medesimo contesto progettuale e con materiali di analoghe caratteristiche geomeccaniche e geotecniche.
- Il tratto di versante oggetto di studio appare interessato da un fenomeno di dissesto, un movimento gravitativo (in prima analisi del tipo "colamento") che ha coinvolto il tracciato stradale oggetto di futuro intervento ed il muro di contenimento posto a monte. Molteplici in tal senso le evidenze riscontrabili, dalle fessurazioni del manto stradale al cedimento della banchina esterna, dalla presenza di crepe sul suolo a localizzate lesioni / rotture sul muro di monte. Per far fronte a dette criticità, l'intervento in esame prevede il ripristino della pavimentazione stradale e la messa in opera di un muro in gabbioni.
- Il modello litostratigrafico locale risulta costituito dalle seguenti unità litostratigrafiche sovrapposte: i) limo argilloso con inclusi lapidei e di consistenza soda (unità "A"), ii) argilla limosa con elementi lapidei di consistenza variabile (morbida ÷ soda) ed umida (unità "B"), iii) elementi lapidei in matrice limo argillosa di consistenza variabile (soda ÷ dura) (unità "C"). Tali unità di copertura sottendono il substrato roccioso di natura basaltica che, sebbene non direttamente intercettato durante l'esecuzione degli scavi esplorativi, si ritiene rinvenibile ad una profondità indicativa di 6 ÷ 8 m da piano campagna.
- I terreni riferibili alle unità "A" e "C" risultano caratterizzati da discrete caratteristiche geotecniche, consistenza da soda a dura e compattezza variabile. Inferiori le proprietà geotecniche attribuibili all'unità "B", dotata di scarsa consistenza, plastica e umida.
- Con specifico riferimento al fenomeno gravitativo in atto, si ritiene che l'assetto litostratigrafico locale comporti, in virtù delle proprietà geotecniche dei materiali, una differente risposta degli stessi in presenza d'acqua ed una loro differente propensione all'imbibizione. A tal riguardo è ragionevole ipotizzare che un anomalo apporto d'acqua con conseguente aumento degli sforzi tangenziali, diminuzione della resistenza al taglio e superamento dei limiti di liquidità, possa determinare la formazione di una superficie di scivolamento all'interno della copertura quaternaria oppure, più facilmente, all'interfaccia fra la stessa, meno addensata, più permeabile nonché incline all'imbibizione, ed il sottostante substrato roccioso di origine vulcanica di fatto più strutturato ed impermeabile.
- Si ritiene che l'area di studio presenti alcune potenziali criticità di carattere morfologico - stratigrafico la cui presenza potrebbe, in caso di terremoto, focalizzare gli effetti di un'onda sismica: la presenza di limiti geologici che mettono a contatto terreni a differente impedenza acustica e la presenza sui versanti di materiali detritici. Il tratto di versante su cui ricade la strada oggetto d'intervento risulta inoltre potenzialmente soggetto a fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico, essendo caratterizzato da una pendenza mediamente superiore a 15°.

- segue -

- *continua* -

- L'analisi del P.A.T.I. dell'Alpone ha evidenziato come l'intervento progettuale in esame, pur ricadendo in un'area "a rischio idraulico ed idrogeologico" e "di frana", vada autorizzato in quanto finalizzato al ripristino di adeguate condizioni di sicurezza e ad un miglioramento delle condizioni di stabilità dei luoghi.
- Nel corso dell'esecuzione degli scavi esplorativi non è stata rilevata la presenza della falda, né di alcuna venuta d'acqua dalle pareti o fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta in fase d'indagine (4,30 m ca. da p.c.). A conferma di ciò, fonti bibliografiche indicano la presenza di significative "vene d'acqua" a profondità comprese tra 7 e 8 m da piano campagna. In tal senso si ritiene quindi che la falda si attesti a profondità tali da non interferire con le opere in progetto.
- Alla luce dell'assetto geologico – geotecnico ricostruito e dei disegni progettuali forniti, il sedime di fondazione del previsto muro in gabbioni sarà costituito dai terreni riferibili all'unità "A", di natura prevalentemente limoso - argillosa e a comportamento coesivo.
- La stima preliminare della capacità portante eseguita tramite il metodo di Brinch Hansen ha permesso di confermare l'idoneità dei terreni di fondazione a supportare una tipologia costruttiva corredata da fondazioni dirette (nel caso specifico una platea a base rettangolare di dimensioni 7,5 x 2,5 x 0,3 m, inclinata di 6° sull'orizzontale). Sarà comunque necessario verificare i calcoli alla luce delle effettive sollecitazioni indotte.
- Per quanto riguarda una valutazione circa la stabilità del sistema "opera – versante" si rimanda a quanto verificato dal progettista alla luce del corretto dimensionamento dell'intervento in progetto.

Fatto salvo quanto considerato non si ravvisano in prima analisi impedimenti o limitazioni di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico alla fattibilità degli interventi in progetto.

Verona, 31 gennaio 2018

Dott. Geol. Alberto Cò



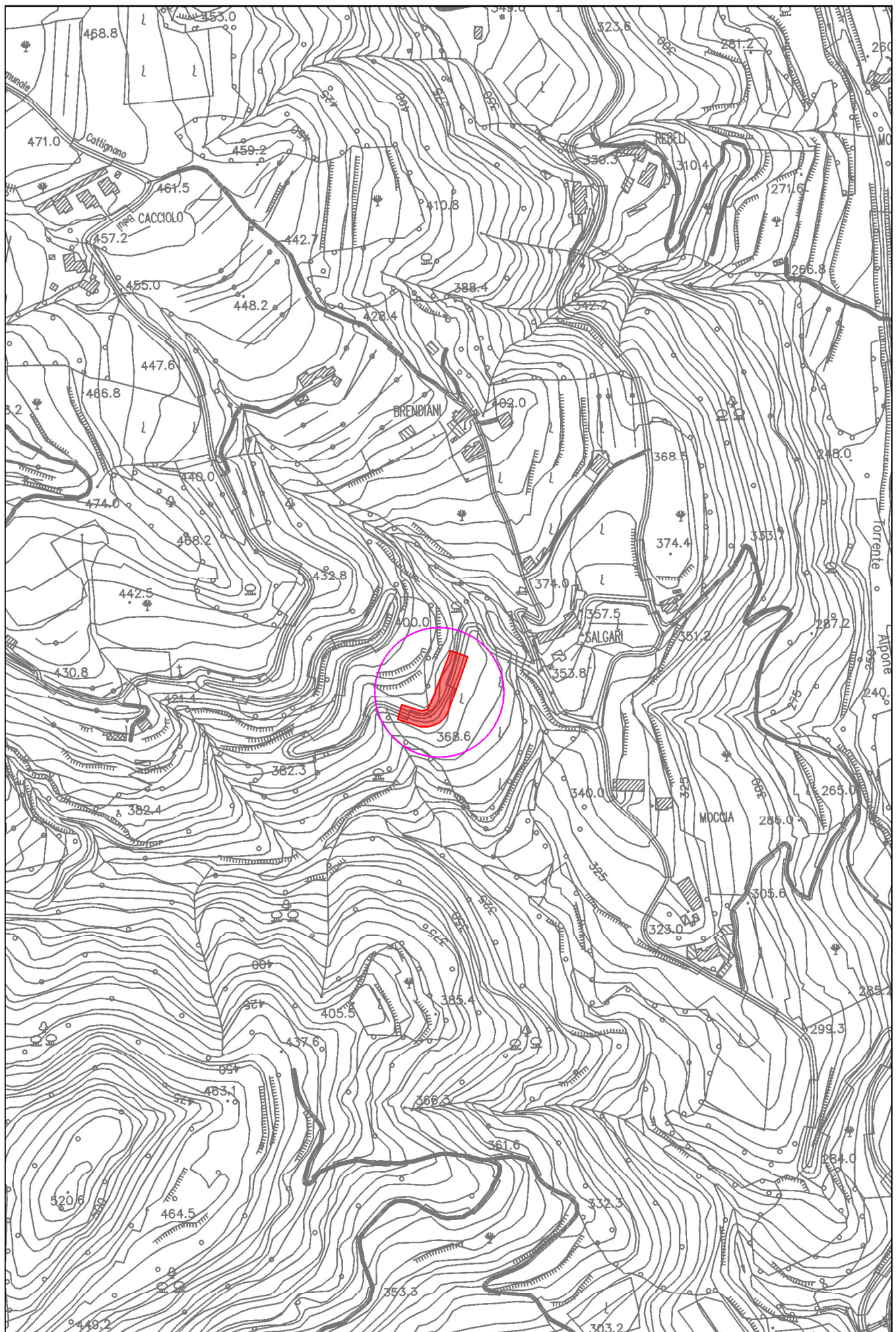
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (2005)
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
CASTALDINI D. & PANIZZA M. Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (1991)
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 Foglio n°49 "Verona"
COMUNE DI SAN GIOVANNI ILARIONE Piano di Assetto del Territorio
I.N.G.V. - ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA Catalogo dei Forti Terremoti d'Italia
I.S.P.R.A. - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE Catalogo delle Faglie capaci (ITHACA)
PANIZZA M. ET ALII Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (1981)
SLEJKO D. ET ALII Modello Sismotettonico dell'Italia Nord Orientale – Trieste (1987)
REGIONE VENETO Carta Idrogeologica dei Monti Lessini – PROGETTO KATER (2006).
ZAMPIERI D. Segmentation and linkare of the Lessini Mountains normal faults, Southern Alps, Italy - Tactonophysics, 319, 2000.
TANZINI M. L'indagine geotecnica. Dario Flaccovio Editore (2002)

ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



ALLEGATO 2

DOCUMENTAZIONE SCAVI ESPLORATIVI

trincea T1

data 08 Novembre 2017

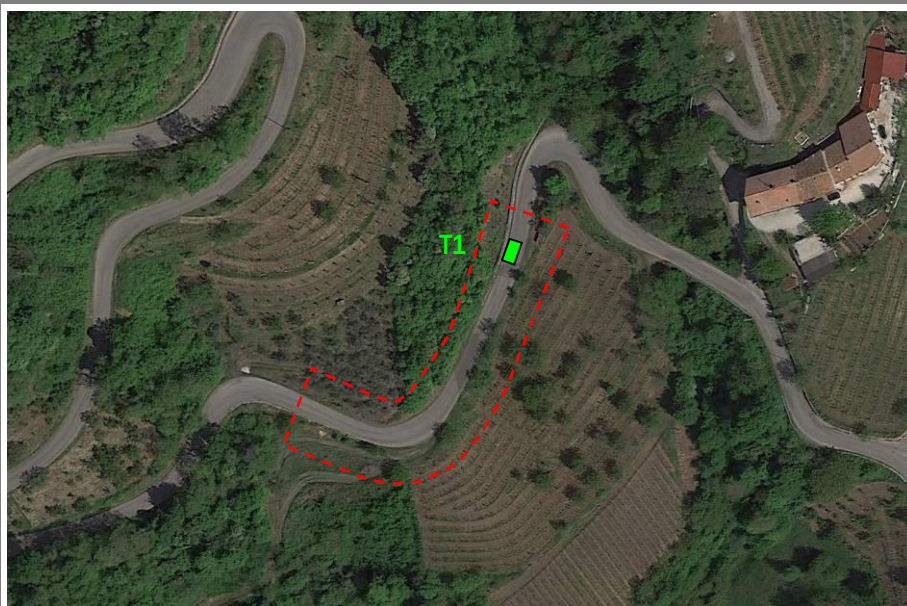
luogo località Salgari (San Giovanni Ilarione)

profondità 4,00 m da p.c.

POSTAZIONE



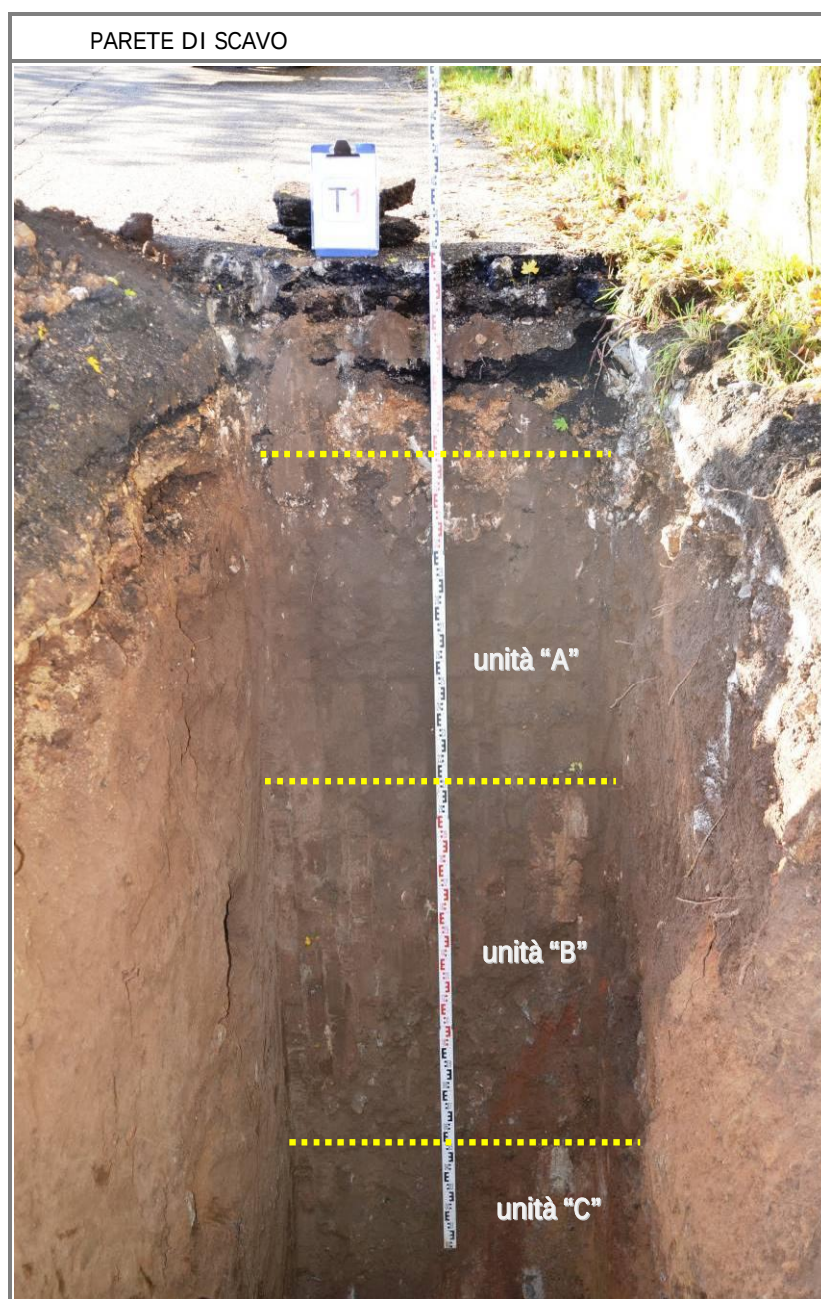
UBICAZIONE



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,60	PACCHETTO STRADALE: pavimentazione in asfalto e sottofondo ghiaioso.	-
0,60 ÷ 1,80	limo argilloso di colore marrone scuro con locali inclusi lapidei di dimensioni centimetriche. Deposito asciutto e di consistenza soda.	A
1,80 ÷ 3,50	ARGILLA LIMOSA DI COLORE BRUNO - ROSSICCIO CON ELEMENTI LAPIDEI di varia pezzatura. Deposito di consistenza variabile (morbida ÷ soda), umido e plastico.	B
3,50 ÷ 4,00	ELEMENTI LAPIDEI ETEROGRANULARI IN MATRICE LIMO ARGILLOSA di colore bruno. Deposito di consistenza variabile (soda ÷ dura), asciutto.	C

falda non si registrano venute d'acqua dalle pareti o da fondo scavo

stabilità pareti scavo le pareti si mantengono stabili e verticali per tutta la durata dello scavo



Particolare fronte di scavo lato lungo



Materiale riferibile all'unità "A" – limo argilloso di colore marrone scuro



Materiale riferibile all'unità "B" – argilla limosa di colore bruno - rossiccio



Materiale riferibile all'unità "C" – elementi lapidei eterogranulari in matrice limo argillosa



trincea T2

data 08 Novembre 2017

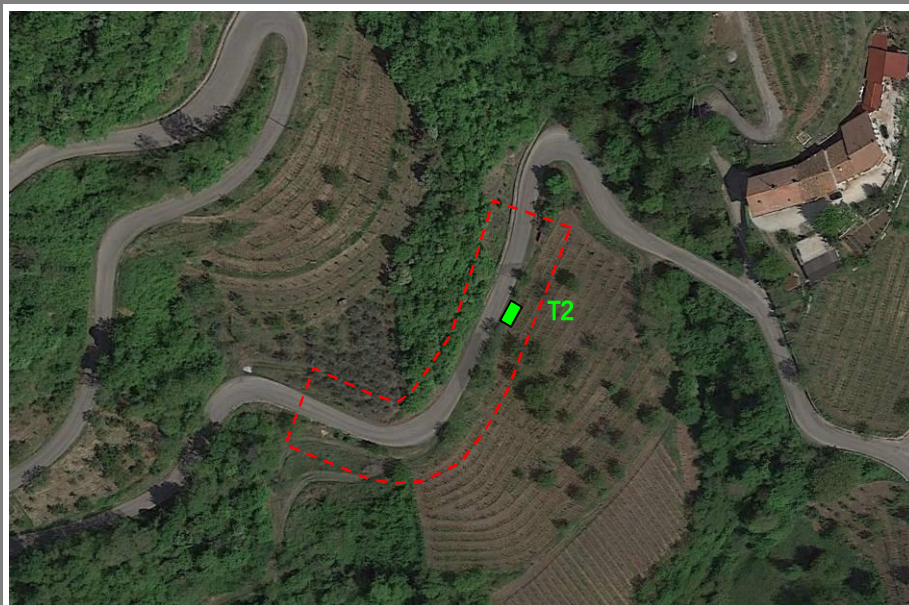
luogo località Salgari (San Giovanni Ilarione)

profondità 4,30 m da p.c.

POSTAZIONE



UBICAZIONE



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 4,30	LIMO ARGILLOSO di colore marrone scuro con locali inclusi lapidei di varia pezzatura. Deposito asciutto, da poco a mediamente consistente.	A

falda nessuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo
stabilità pareti scavo le pareti si mantengono stabili e verticali per tutta la durata dello scavo



Materiale riferibile all'unità "A" – limo argilloso di colore marrone scuro



Materiale riferibile all'unità "A" – limo argilloso di colore marrone scuro

