



REGIONE DEL VENETO



Provincia di Vicenza

Comune di Brogliano



Indagine geologica a corredo del progetto per il miglioramento fondiario per la
piantumazione di un nuovo vigneto a conduzione biologica ed orientamento est/ovest,
nel Comune di Brogliano (VI)

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 17 gennaio 2018)

Committente: Azienda agricola Sandro de Bruno

Dr. Geol. ~~Matteo~~ Collareda

Costabissara, ottobre 2024

La legge sui diritti d'autore (22/04/41 n° 633) vieta la riproduzione ed utilizzazione anche parziale di questo documento, senza la preventiva autorizzazione degli autori.

1. PREMESSE

Su incarico dell'**Azienda Agricola Sandro de Bruno** è stata redatta la presente relazione geologica a corredo del progetto di miglioramento fondiario per la piantumazione di un nuovo vigneto a conduzione biologica ed orientamento est/ovest, nel comune di Brogliano (VI). Di seguito si mostra l'area oggetto di studio riportata da Google Earth.



Estratto da Google Earth.

Dal punto di vista generale, la presente relazione geologica si propone di valutare le possibili interazioni tra le azioni di progetto e l'ambiente geologico, ed in particolare di:

- verificare la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica generale dell'area;
- analizzare le problematiche geologico-tecniche del sito in esame;
- ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo;
- determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione;
- riconoscere le proprietà del sistema idrogeologico locale;
- verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti.

A tal fine è stata eseguita una campagna d'indagine sperimentale in situ che ha richiesto l'esecuzione delle seguenti prove:

- **n° 12 Trincee esplorative** spinte fino alla profondità massima di circa 2,2 m dal piano campagna locale per il riconoscimento stratigrafico e per la caratterizzazione geotecnica mediante la realizzazione *in situ* di prove con penetrometro tascabile (**Pocket Pentrometer Test**).

RIFERIMENTI NORMATIVI

Considerata la necessità di procedere al previsto aggiornamento delle «Nuove Norme tecniche per le costruzioni» di cui al citato decreto ministeriale 14 gennaio 2008, il 20 febbraio 2018 entra definitivamente in vigore il **Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018** (supplemento ordinario n. 8 Gazzetta ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018) recante **"Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni"**.

Tale norma rappresenta l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni D.M 14/01/2008, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto. **Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.**

Rimane invariato il concetto di Stato Limite, ovvero la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata e prevede, per la definizione del grado di sicurezza, un approccio di tipo semiprobabilistico, o di primo livello, adottando i cosiddetti coefficienti parziali di sicurezza (CP). Salvo alcuni casi particolari, il concetto di tensioni ammissibili, previsto nel D.M. 11.03.1988, non è più adottabile. Il presente elaborato è stato svolto in ottemperanza al **D.M. 17 Gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”**.

Dal punto di vista operativo, l'impostazione metodologica adottata per il presente studio è stata articolata come di seguito esposto:

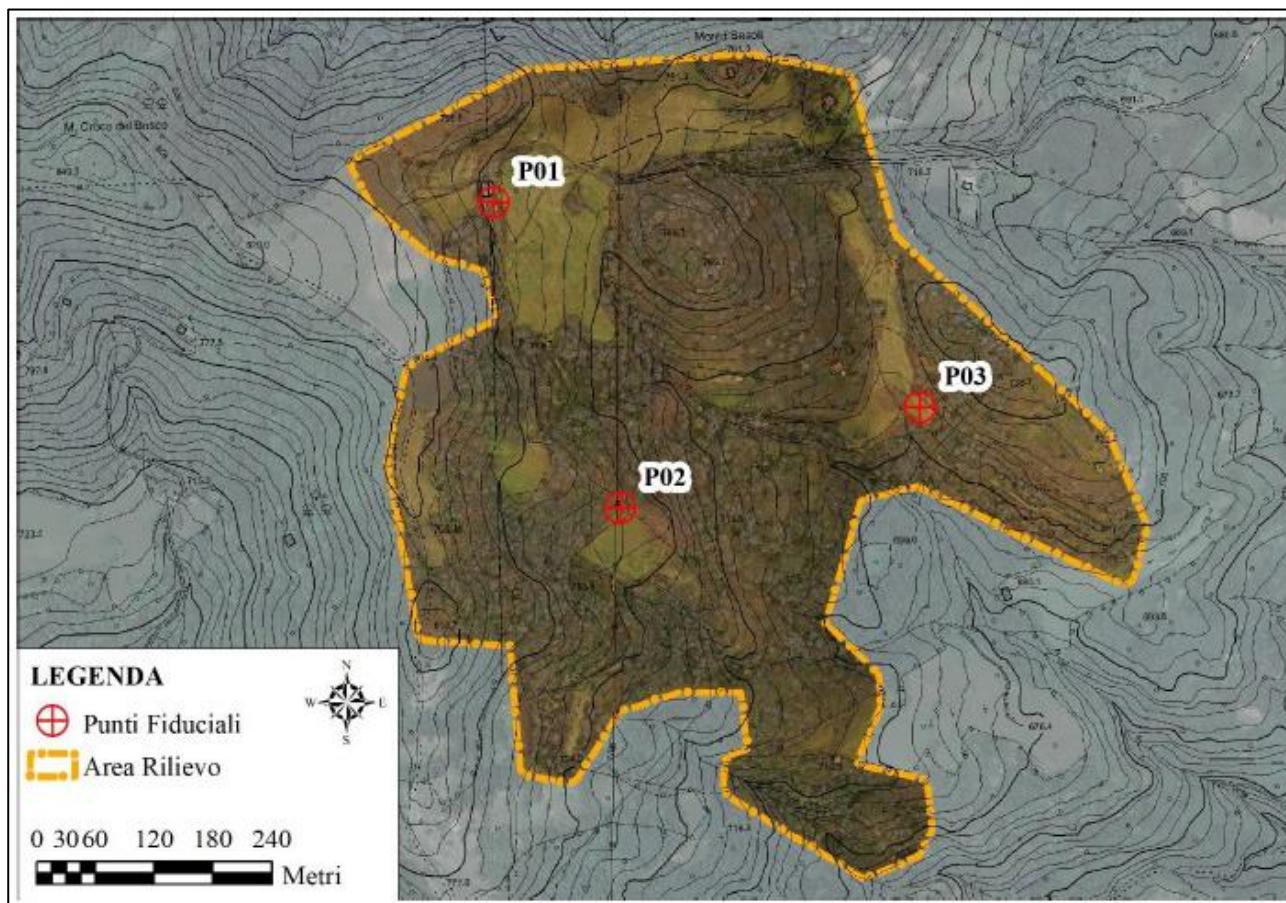
- acquisizione ed esame critico degli elaborati progettuali preliminari;
- rilievo geomorfologico, geologico ed idrogeologico speditivo dell'area;
- valutazione delle problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e topografiche e suddivisione del territorio in diverse aree omogenee classificate in funzione del grado di fattibilità di intervento nell'area;
- campagna d'indagine geognostica in sito;
- elaborazione e interpretazione dei dati sperimentali;
- ricostruzione del modello geologico.

Le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere in progetto. Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti d'archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali e le osservazioni derivanti dai rilevamenti e dalle prove in sito eseguite il giorno 23 luglio 2024.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

2.1 Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

L'area considerata riguarda un'ampia area, riportata nelle tavole del progetto e in estratto a seguire, che è localizzata nel settore occidentale del Comune di Brogliano, a confine con il Comune di Nogarole Vicentino. Il comune di Brogliano presenta un'estensione pari a 12,15 km² e si colloca sulle estreme propaggini orientali dei Monti Lessini, sul versante destro della Valle dell'Agno. Le quote più elevate del Comune, intorno agli 851 metri s.l.m., si collocano nel settore occidentale (M. Croce del Bosco) mentre sul fondovalle la quota altimetrica più bassa è di 140 metri s.l.m.



Estratto dell'area di studio e localizzazione dei capisaldi topografici

Le unità morfologiche che caratterizzano il territorio sono: versante collinare, in netta prevalenza, e una fascia ristretta di fondovalle.

Versante collinare

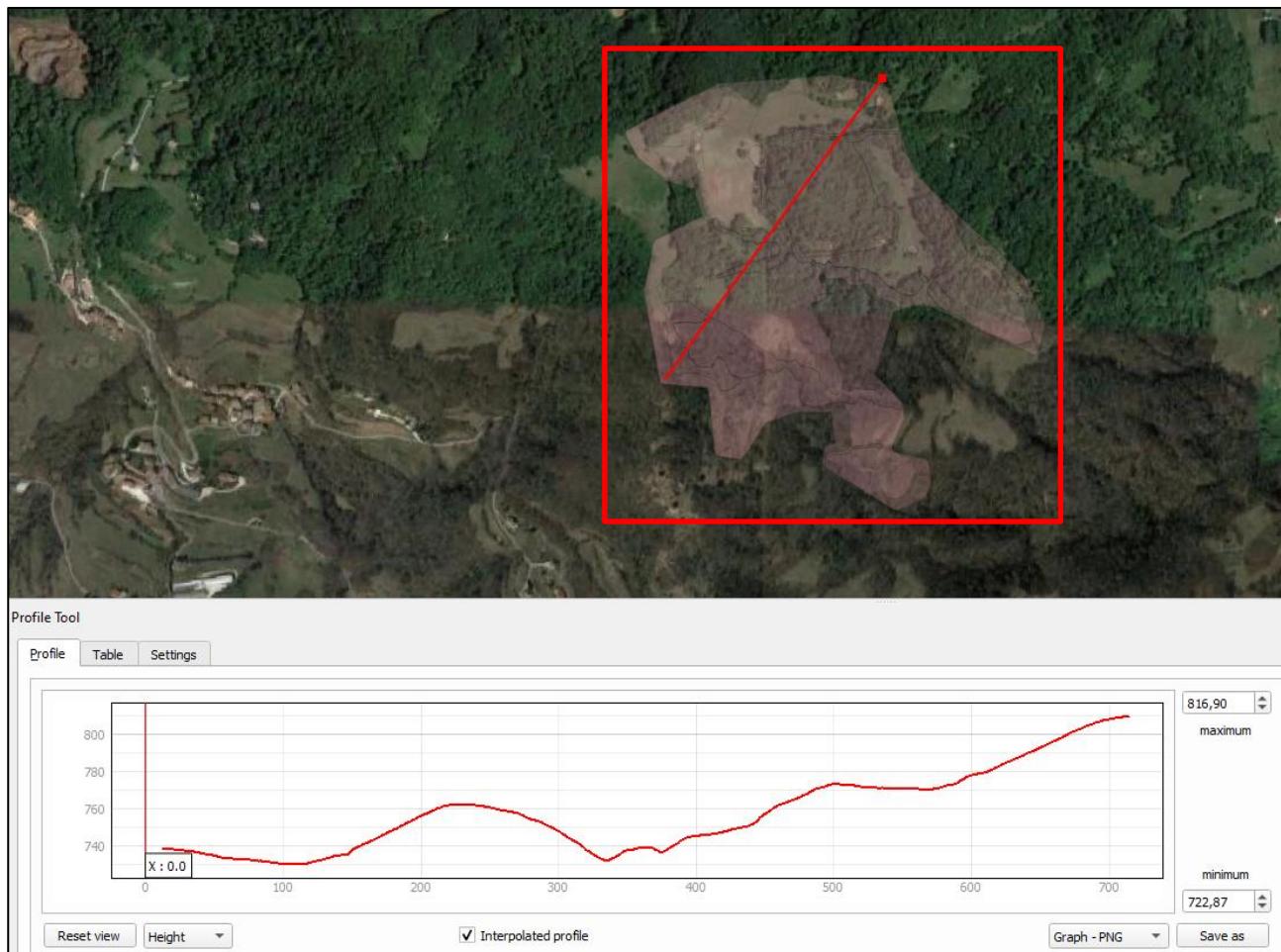
La morfologia collinare è frutto di un modellamento dato da una rete idrografica ben sviluppata impostata su un substrato di rocce prevalentemente tenere che determinano superfici morbide, ondulate e pendenze dolci, localmente modificate con terrazzamenti per l'adeguamento alle esigenze agricole locali.

Bruschi cambi di pendenza associati a locali tratti ad elevata acclività si possono trovare solo in corrispondenza delle incisioni vallive o delle vulcaniti compatte (basalti) che caratterizzano alcuni tipici rilievi di origine vulcanica. Il territorio collinare è caratterizzato da un delicato equilibrio idrogeologico con la presenza di numerose aree in frana. La maggior parte di queste sono ubicate in fascia boschiva o in aree prative, ma non mancano corpi di frana che interessano la rete viaria e alcune abitazioni.

Fondovalle

Il fondovalle è costituito dalle alluvioni ghiaiose del torrente Agno. Questi depositi alluvionali alla base del rilievo sono interdigitati con i depositi prevalentemente argilosì della fascia pedecollinare.

In particolare, l'area di studio si colloca nel settore di versante collinare, ad una quota variabile tra circa 810 - 663 m sul livello del mare.



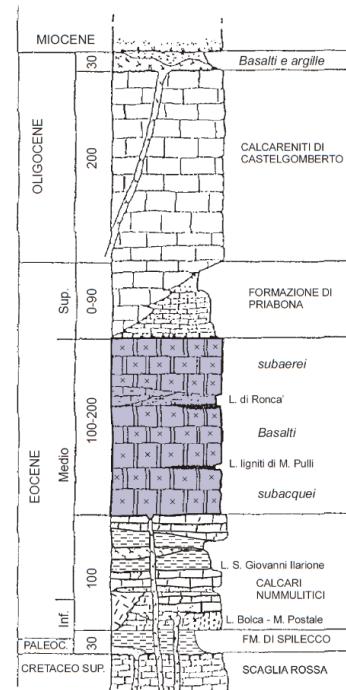
Sezione topografica

2.2 Inquadramento geologico

Il sito d'indagine si attesta sulla propaggine più orientale dei Monti Lessini. Entro il territorio comunale le formazioni rocciose affioranti sono tutte attribuibili ai prodotti vulcanici, sia subaerei che sottomarini, che a partire dall'Era Cenozoica sono stati messi in posto sulla successione carbonatica pre-Cenozoica caratterizzante i Monti Lessini. La prima fase vulcanica (Paleocene sup. - Eocene medio) è quasi interamente sottomarina con ampie colate di lava, tufi subacquei e ialoclastiti mentre il ciclo successivo (Eocene medio) inizia con lave subacquee e si conclude in condizioni subaeree. Nell'Eocene inferiore, in concomitanza con un periodo di stasi dell'attività vulcanica, iniziarono a sedimentarsi depositi calcarei di mare relativamente basso (Calcarei nummulitici). Questa situazione di stasi è perdurata fino all'Eocene medio, periodo in cui l'attività vulcanica riprende il sopravvento. All'inizio dell'Eocene superiore l'area dei Lessini orientali si trova in condizioni di emersione. Una successiva trasgressione marina darà origine ad un complesso di conglomerati, marne e calcareniti che andrà a costituire la Formazione di Priabona.

Dall'analisi della carta geo-litologica del P.A.T. vigente a Brogliano, si osserva come l'area di studio si collochi all'interno dell'unità **rocce superficialmente alterate e con substrato compatto**. In questa classe sono accorpate tutte le tipologie di rocce vulcaniche presenti nel territorio (vulcanoclastiti, basalti di colate laviche subacquee, basalti di colate laviche subaeree). Si tratta di rocce che si alterano e degradano facilmente a contatto con gli agenti atmosferici e pertanto tendono a dare origine ad estese coperture di alterazione che ricoprono il sottostante substrato compatto.

Sono inoltre presenti nell'area, porzioni caratterizzate da depositi **materiali della copertura detritica colluviale** poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbiosogliaiose e/o di blocchi lapidei.



Litologia del substrato



Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto

L-SUB-04

Materiali della copertura detritica colluviale



Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbiosogliaiose e/o di blocchi lapidei

L-DET-03



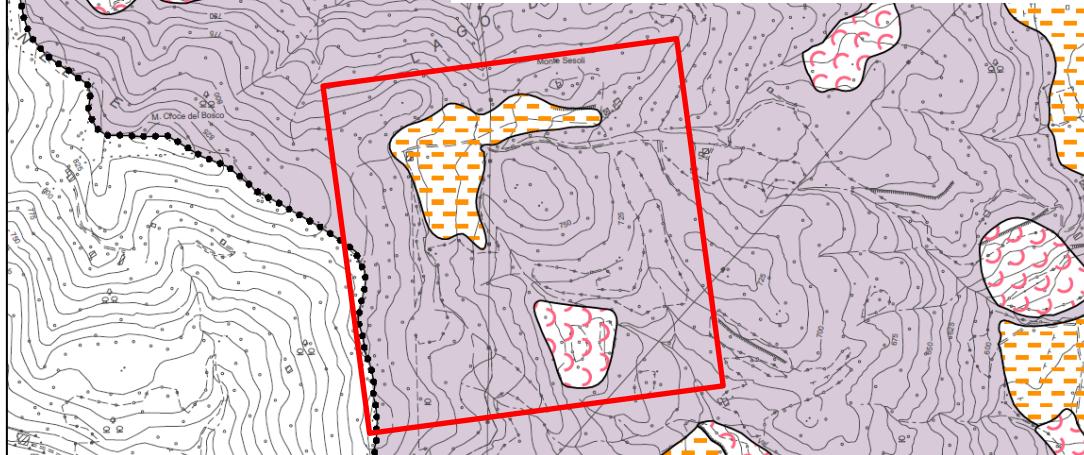
Materiali della copertura detritica colluviale

Materiali degli accumuli di frana



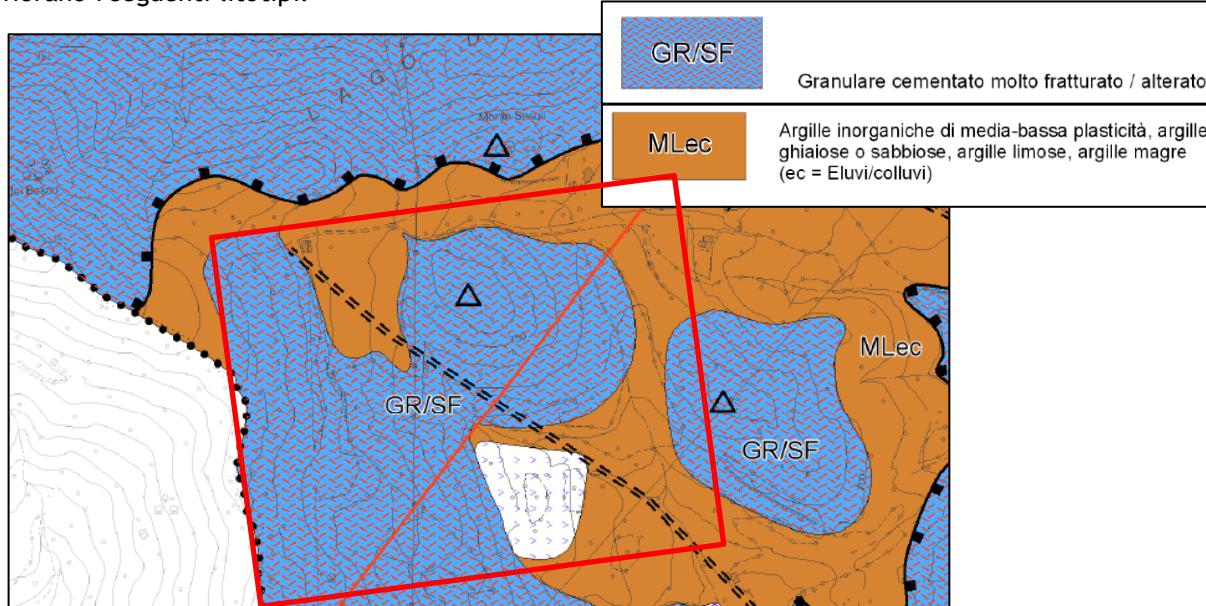
Materiali per accumulo di frana per colata o per scorrimento, a prevalente matrice fine argillosa talora inglobante inclusi lapidei

L-FRA-01



Estratto della Carta Geolitologica del P.A.T. del Comune di Brogliano

Le litologie descritte, trovano conferma, seppur con qualche piccola variazione, nella cartografia della Microzonazione Sismica di Livello 1 condotta nel 2014 dalla Geol. Claudia Centomo, in collaborazione con lo scrivente. Come è possibile vedere, infatti dall'estratto della Carta Geologico-Tecnica, nell'area in esame affiorano i seguenti litotipi:



Estratto della Carta Geologico-Tecnica della MS del comune di Brogliano

2.3 Inquadramento idrogeologico

Per quel che riguarda la rete idrografica, il corpo idrico principale è il Torrente Agno, che solca la porzione di fondovalle ed è caratterizzato da forti variazioni di portata durante l'anno e dalle seguenti rogge: Roggia del Molini e Roggia Lungo Agno.

Nell'area collinare i torrenti principali sono:

- il T. Arpega affluente di destra del T. Agno che scorre in buona parte lungo il confine tra il comune di Brogliano ed il comune di Trissino ricevendo le acque di numerosi affluenti secondari. All'interno del suo bacino orografico sono presenti numerosi e vasti fenomeni di dissesto ed erosione lungo le sponde che sono la causa di frequenti fenomeni di trasporto solido in alveo in occasione di periodi particolarmente piovosi;
- il T. Valle S. Martino caratterizzato da criticità idraulica - idrogeologica media al suo sbocco sul fondovalle. L'abbondante trasporto solido legato ai frequenti fenomeni erosivi lungo le sponde ed al grande corpo di frana che scende dalle pendici del M. Bregonzola ha provocato la sopraelevazione dell'alveo nel suo tratto finale. Questa pensilità costituisce ora l'elemento di rischio evidenziato anche nella cartografia allegata al Piano Provinciale di Emergenza della quale si allega l'estratto.
- il T. Valle Finotti, il T. Valle Pantana, il T. Valle del Merlo, T. Valle Breseghello, T. Valle del Pozzo, T. Valle di Lora.

Sono diffuse le sorgenti e le captazioni utilizzate per uso irriguo o per alimentare le numerose fontane delle contrade. La loro distribuzione è evidente soprattutto nelle zone di raccordo tra le scarpate basaltiche e le coperture detritiche o fra le diverse unità di colata, per differente grado di permeabilità. Sono emergenze da falde poco profonde che hanno per la maggior parte carattere temporaneo e portate ridotte essendo legate al regime delle precipitazioni ed al modesto bacino di alimentazione.

Dal punto di vista idrogeologico nel territorio comunale si individuano due distinti domini idrogeologici:

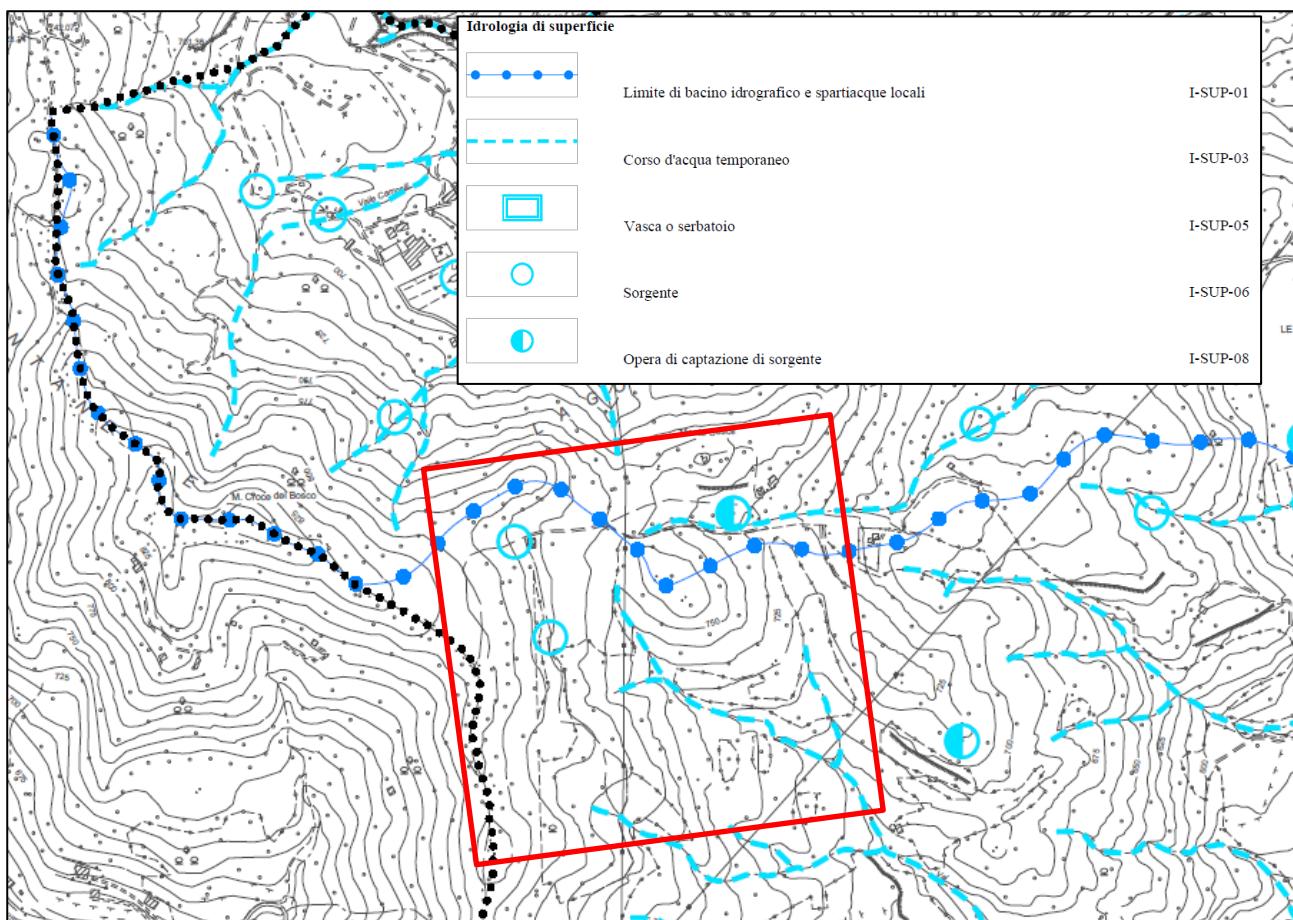
- **domino di fondovalle:** Il fondovalle è costituito dal vasto materasso alluvionale che è sede di un acquifero continuo dal substrato fino alla profondità libera della falda. La sua alimentazione è assicurata dalle forti dispersioni del torrente Agno, soprattutto a nord di Cornedo, dalla dispersione dei corsi d'acqua minori e dal sistema di canali e rogge presente nel fondovalle e, subordinatamente, dalle precipitazioni dirette e da interscambi idrici con i complessi rocciosi e fessurati che costituiscono i versanti della valle. La falda freatica è posizionata ad una profondità compresa tra 160 - 120 metri s.l.m. con un'oscillazione annua massima registrata di oltre i 10 metri.
- **dominio di collina:** caratterizzato dalle litologie poco permeabili dei litotipi vulcanici, che costituiscono acquiferi poco produttivi con falde tipicamente poco profonde e con carattere temporaneo strettamente legato al regime delle precipitazioni. In caso di precipitazioni intense il sistema tende ad avere un deflusso superficiale molto importante. Questi tipi di sistema tendono a ad immagazzinare acqua e a rilasciarla soprattutto nei giorni successivi all'evento meteorologico intenso andando via via a esaurire il loro drenaggio con il tempo.

L'area di studio rientra all'interno del **dominio idrogeologico collinare**.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva del range identificativo di permeabilità per ogni tipo di terreno o formazione geologica presente nel territorio comunale. La classificazione è basata su valori di permeabilità K da indagini pregresse recuperate in sede di redazione del PAT e sulla base di dati bibliografici.

Litologia	Grado di permeabilità	Tipo di permeabilità	K (cm/s)
Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati	Mediamente permeabili	Primaria	$1 - 10^{-4}$
Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia	Poco permeabili	Primaria	$10^{-4} - 10^{-6}$
Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto (<i>basalti, brecce vulcaniche e vulcanoclastiti</i>)	Praticamente impermeabili		$< 10^{-6}$
Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o di blocchi lapidei	Praticamente impermeabili		$< 10^{-6}$
Materiali sciolti per accumulo di frana per colata o per scorimento, a prevalente matrice fine argillosa talora inglobante inclusi lapidei	Praticamente impermeabili		$< 10^{-6}$

Sulla carta idrogeologica del PAT, riportata a seguire, è segnalata la presenza di due sorgenti che indicano venute a giorno di acqua di falda all'interno dell'area di indagine.

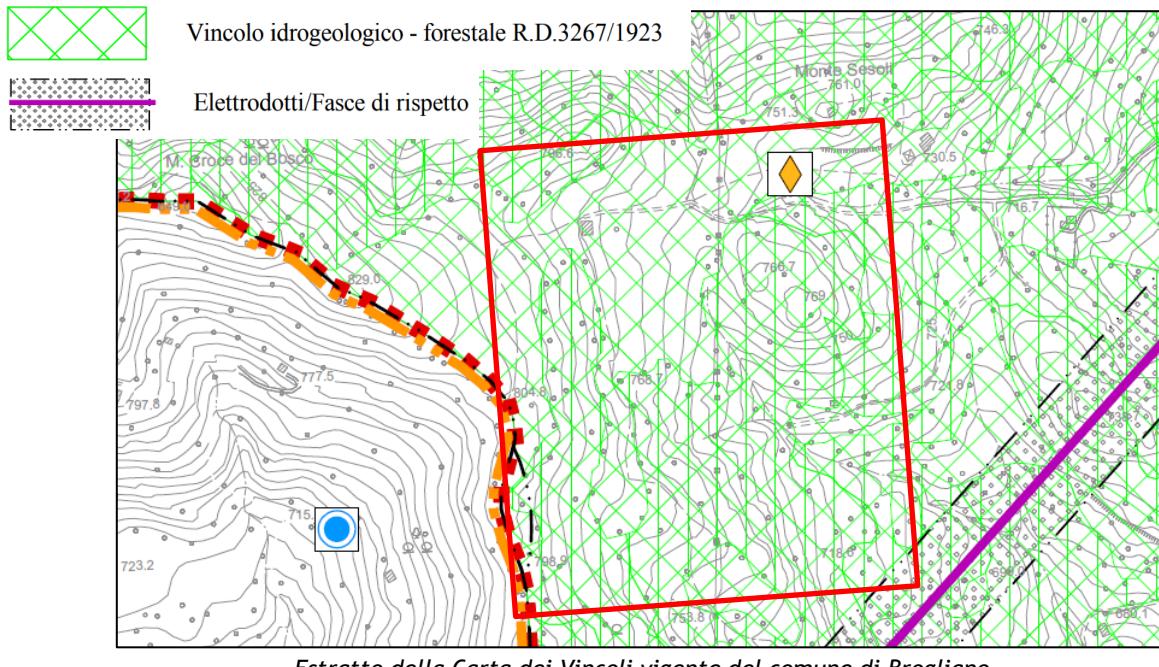


Estratto della Carta Idrogeologica del P.A.T. del Comune di Brogliano

2.4 Analisi dei Vincoli

Carta dei Vincoli

Secondo quanto indicato nella Carta dei Vincoli vigente nel Comune di Brogliano (2011) riportata in estratto a seguire, il sito oggetto di studio rientra nell'area a “*Vincolo idrogeologico-forestale - R.D. 3267/1923*”. L'area si ritrova a ridosso di una fascia di rispetto per il passaggio di elettrodotti



Si riportano a seguire degli estratti dell'art.5 delle Norme Tecniche Attuative del PAT comunale.

Art. 5 - Compatibilità geologica

[...]

Aree idonee a condizione:

comprende sia aree pianeggianti sia a moderata acclività in cui le condizioni morfologiche nonché le caratteristiche stratigrafiche, litologiche e di permeabilità dei terreni sono tali da richiedere studi adeguati con grado di approfondimento rapportato all'importanza delle opere previste. All'interno di esse non esiste un elemento predominante di criticità ambientale da evidenziare, e quindi perimetrale, ma derivano da una valutazione incrociata degli aspetti riportati nelle cartografie del quadro conoscitivo: Carta Geolitologica, Carta Geomorfologica e Carta Idrogeologica.

Rientrano in questa classe:

- le frane non attive;
- le aree con presenza di fenomeni d'instabilità nei terreni di copertura, prevalentemente superficiali ma diffusi ed estesi (creep);
- i versanti a pendenza medio-elevata;
- i terreni con caratteristiche geotecniche o il substrato con caratteristiche geomeccaniche nell'insieme scadenti o molto variabili.

Alcune zone dell' "Area a condizione" rientrano in una o più "Aree soggette a dissesto idrogeologico" in cui una serie di perimetrazioni evidenziano quegli elementi di criticità prevalenti che dovranno essere analizzati mediante approfondimenti d'indagine in sede di attuazione del P.A.T.

Prescrizioni e Vincoli

Nelle "Aree idonee a condizione" ogni intervento urbanistico ed edilizio dovrà essere correlato da studi e indagini geologiche basate sull'osservanza delle norme vigenti in materia ed estese per un intorno e profondità significativi, rapportati all'importanza delle opere previste, con rilievi di superficie, verifiche di stabilità, indagini, prove geotecniche, idrogeologiche adeguate. Tutto ciò al fine di garantire la corretta realizzazione degli interventi e le necessarie condizioni di idoneità, cioè di massima sicurezza, per le persone, le strutture e le infrastrutture.

Gli interventi che ricadono all'interno di uno dei perimetri di "Aree soggette a dissesto idrogeologico" dovranno in aggiunta contenere gli approfondimenti d'indagine previsti per ogni perimetrazione. Nel caso di interventi urbanistici o progettuali che ricadono all'interno di più perimetri di "Aree soggette a dissesto idrogeologico" questi dovranno recepire tutte le prescrizioni previste per ogni singolo perimetro.

Aree non idonee:

rientrano in questa classe porzioni limitate di territorio caratterizzate da un elevato grado di criticità tale da vietare ogni trasformazione urbanistica ed edilizia che comporti un aumento del carico insediativo. Le aree non idonee sono localizzate sul versante in corrispondenza di:

- frane attive;
- scarpate e pareti rocciose di altezza significativa ed elevata pendenza soggette a diffusi ed estesi fenomeni di erosione;
- testate e fianchi delle incisioni vallive soggette a fenomeni erosivi lungo le sponde;
- aree che sono state oggetto di interventi significativi di riporto di terreno.

Per la realizzazione di costruzioni dovranno essere rispettare le prescrizioni di seguito riportate, in rapporto alle categorie dei terreni indicate.

Il P.I., sulla base di indagini geologiche - idrauliche di maggior dettaglio, potrà precisare gli ambiti individuati nella tav. n. 3 dettagliando la relativa disciplina.

Prescrizioni e Vincoli

Nelle "Aree non idonee" sono vietati interventi di nuova edificazione. Per gli edifici e le opere, sia pubblici che privati, ricadenti all'interno di tali aree, ove consentiti dalle norme vigenti, sono invece ammessi:

- interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione senza ricavo di nuove unità abitative;

interventi di ampliamento per adeguamento a scopo igienico sanitario o per ricavo di locali accessori (legnaie, impianti tecnologici, box auto ecc.);

- interventi di realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie o reti tecnologiche;

- opere di difesa, sistemazione, manutenzione e gestione del territorio in genere;

- interventi di miglioramento fondiario pertinenti all'attività agricola o forestale e l'edificabilità di annessi rustici.

Tutti gli interventi di progettazione dovranno essere correlati da studi ed indagini geologiche basate sull'osservanza delle norme vigenti in materia estese per un intorno e profondità significativi, rapportati all'importanza delle opere previste, con rilievi di superficie, verifiche di stabilità, indagini, prove geotecniche, idrogeologiche adeguate che affrontino in maniera approfondita ogni l'elemento di fragilità evidenziato nelle cartografie d'analisi. Dovranno inoltre essere indicate le soluzioni tecniche da adottare per garantire la stabilità e la sicurezza dell'opera senza comportare un aumento del grado di criticità dell'area.

3. PROVE IN SITO

3.1 Premesse

Al fine di ottenere la caratterizzazione del sottosuolo interessato dai futuri interventi sono state eseguite indagini geognostiche in situ. Vista la situazione geologica e morfologica locale evidenziata dal rilievo preliminare di campagna e considerata la tipologia dell'intervento in oggetto, le prove sperimentali sono state condotte principalmente per riconoscere la natura dei terreni di fondazione e ricostruire il modello gologico.

Più precisamente presso il sito in studio sono state effettuate le seguenti indagini sperimentali:

- **n° 12 Trincee esplorative** spinte fino alla profondità massima di circa 2,0 m dal piano campagna locale per il riconoscimento stratigrafico e per la caratterizzazione geotecnica mediante la realizzazione in situ di prove con penetrometro tascabile (**Pocket Pentrometer Test**).

Le prove di campagna sono state ubicate all'interno dell'area oggetto del futuro intervento, tenendo in considerazione le condizioni logistiche e di accessibilità. Le ubicazioni sono riportate nella figura sottostante.



Ubicazione prove in situ

3.2 Descrizione della strumentazione utilizzata

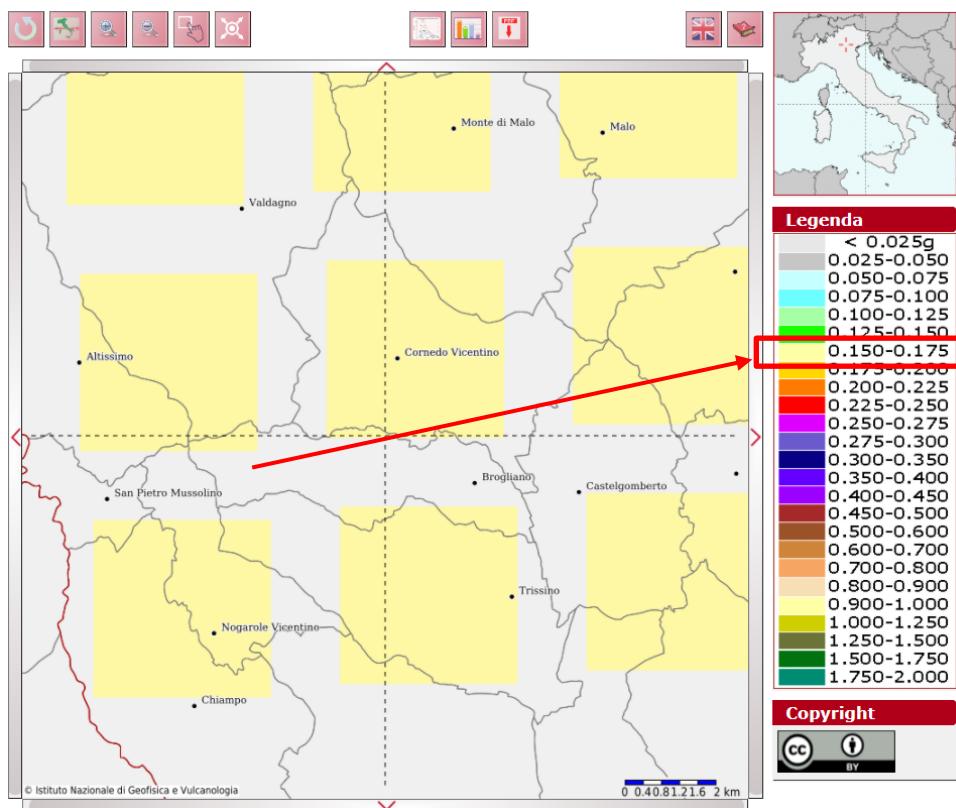
Pocket Penetrometer Test

Il Pocket Penetrometer Test consiste nell'infiggere nel terreno manualmente una piccola punta cilindrica metallica, fino alla rottura dello stesso. Il valore di resistenza messa in gioco dal terreno, misurato per mezzo di una molla a compressione, coincide con la resistenza a compressione monoassiale non confinata "o". Esistono relazioni empiriche che permettono di ricavare, a partire da tale resistenza, i valori di coesione non drenata (la rottura avviene senza che le pressioni interstiziali possano dissiparsi), tipicamente legata alla compressione monoassiale secondo la seguente legge: $C_u \approx \sigma/2$.



4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Secondo l'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006, la cui applicazione è stata definita dalla Regione Veneto con D.G.R.V. n°71 del 22 Gennaio 2008 e considerata nell'emanazione del D.M. 17 Gennaio 2018, l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale ag riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_s > 800$ m/s compreso tra **0,150g** e **0,175g**.



Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($Tr = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata (cfr. figura seguente), individua la pericolosità sismica del sito di intervento con un valore di ag riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_s,30 > 800$ m/s pari a **0,162g**.

I valori di accelerazione ag ed i parametri sismici da utilizzare nei calcoli dovranno essere successivamente stabiliti sulla base della "Strategia di Progettazione" che sarà adottata dal Sig. Progettista, una volta assegnate alle opere in esame la Vita nominale, la Classe d'uso ed il Periodo di riferimento (cfr. D.M. 17 Gennaio 2018).

Categoria topografica e coefficiente di amplificazione topografica ST

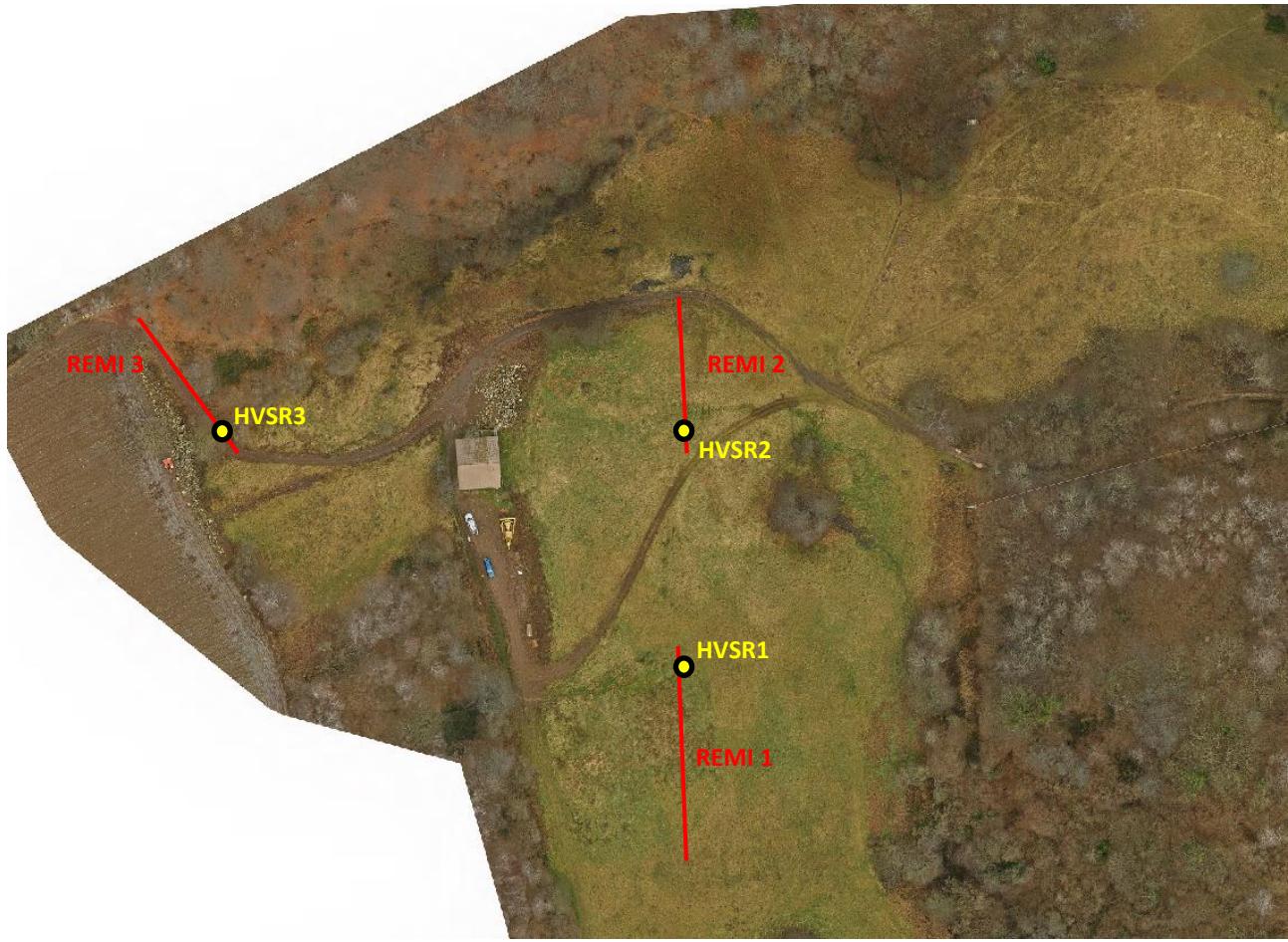
L'area in esame è modellizzabile nella **Categoria T2** (Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - cfr. Tabella 3.2. IV del par. 3.2.2 delle NTC); il coefficiente di amplificazione topografica ST si può quindi assumere pari ad 1,2 come indicato nella Tabella 3.2.VI del paragrafo 3.2.3.2.1 delle NTC.

5. ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

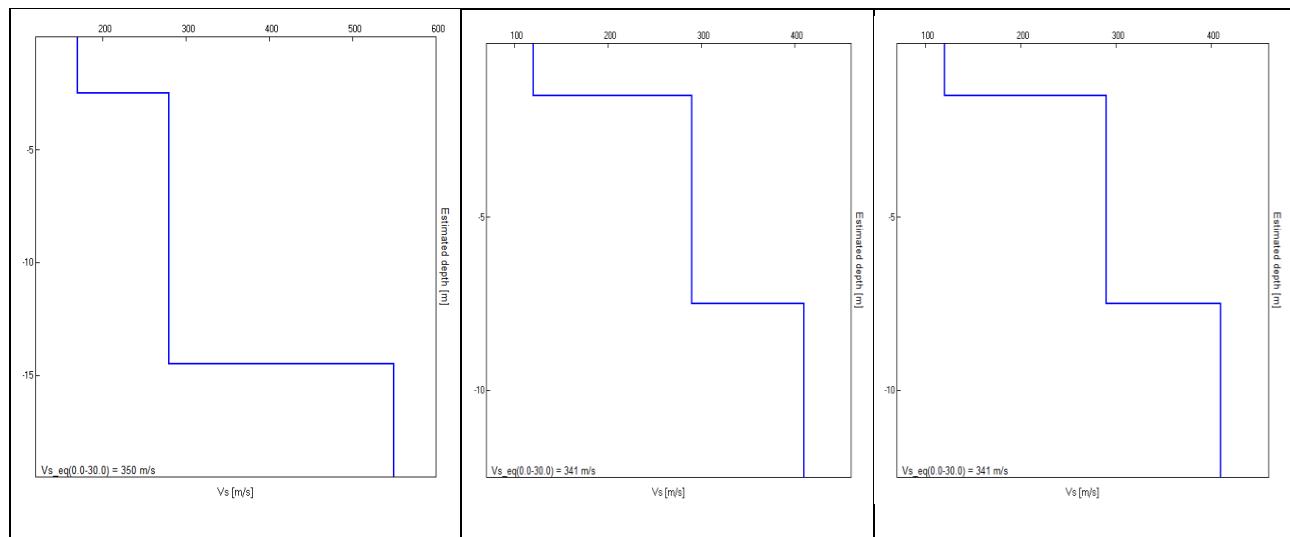
Per la caratterizzazione dell'area dal punto di vista sismo stratigrafico e al fine di definire la categoria di sottosuolo, si fa riferimento alle indagini realizzate nella relazione “Indagine geologica a corredo del progetto per il miglioramento fondiario per la piantumazione di un nuovo vigneto a conduzione biologica ed orientamento est/ovest, nel Comune di Brogliano (VI)” redatta dallo studio scrivente nel febbraio 2022.

Nell'ambito della suddetta, sono state realizzate le seguenti indagini geofisiche ubicate come nella figura sottostante:

- **n° 3 prospezioni sismiche con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppate in *array* lineari con geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione (V_s, eq) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018*);
- **n° 3 registrazioni di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture.



L'elaborazione dei dati acquisiti ha restituito i seguenti modelli sismo-stratigrafici:



La ricostruzione sismo-stratigrafica (Re.Mi.1 + H.V.S.R.1) di sito ha evidenziato la presenza di un materiale poco addensato fino a 2,5 m di profondità dal p.c. locale caratterizzato da una Vs di 170 m/s mentre per valori di profondità maggiori la velocità di propagazione delle onde aumentano a valori di circa 280 m/s. A 15 m di profondità dal p.c. locale si riscontra un sismostrato ancora rigido, dove le Vs raggiungono valori di 550 m/s. (vedi *modello sismo - stratigrafico interpretativo* riportato a seguire).

Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re.Mi. (Re.Mi.1 + H.V.S.R.1)	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	170	2,5	0,0 - 2,5
II SISMOSTRATO	280	12	2,5 - ≈15
III SISMOSTRATO	550	Semisp.	≈15 - Semisp.

La ricostruzione sismo-stratigrafica (Re.Mi.2 + H.V.S.R.2) di sito ha evidenziato la presenza di un materiale poco addensato fino a 1,5 m di profondità dal p.c. locale caratterizzato da una Vs di 120 m/s mentre per valori di profondità maggiori la velocità di propagazione delle onde aumentano a valori di circa 290 m/s. A 7,5 m di profondità dal p.c. locale si riscontra un sismostrato ancora rigido, dove le Vs raggiungono valori di 410 m/s. (vedi *modello sismo - stratigrafico interpretativo* riportato a seguire). Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re.Mi. con inversione congiunta H.V.S.R. (Re.Mi.2 + H.V.S.R.2)	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	120	1,5	0,0 - 1,5
II SISMOSTRATO	290	6,0	1,5 - 7,5
III SISMOSTRATO	410	Semisp.	7,5 - Semisp.

La ricostruzione sismo-stratigrafica (Re.Mi.3 + H.V.S.R.3) di sito ha evidenziato la presenza di un materiale poco addensato fino a 6,0 m di profondità dal p.c. locale caratterizzato da una Vs di 130-200 m/s mentre per valori di profondità maggiori la velocità di propagazione delle onde aumentano a valori di circa 300 m/s. A 24 m di profondità dal p.c. locale si riscontra un sismostrato ancora rigido, dove le Vs raggiungono valori di 400 m/s. (vedi *modello sismo - stratigrafico interpretativo* riportato a seguire). Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re.Mi. con inversione congiunta H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	130	2,5	0,0 - 2,5
II SISMOSTRATO	200	3,5	2,5 - 6,0
III SISMOSTRATO	300	18	6,0 - ≈24
IV SISMOSTRATO	400	Semisp.	≈24 - Semisp.

Indagini sismiche passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare i valori di picco, dello spettro di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza di sito

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, è possibile ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

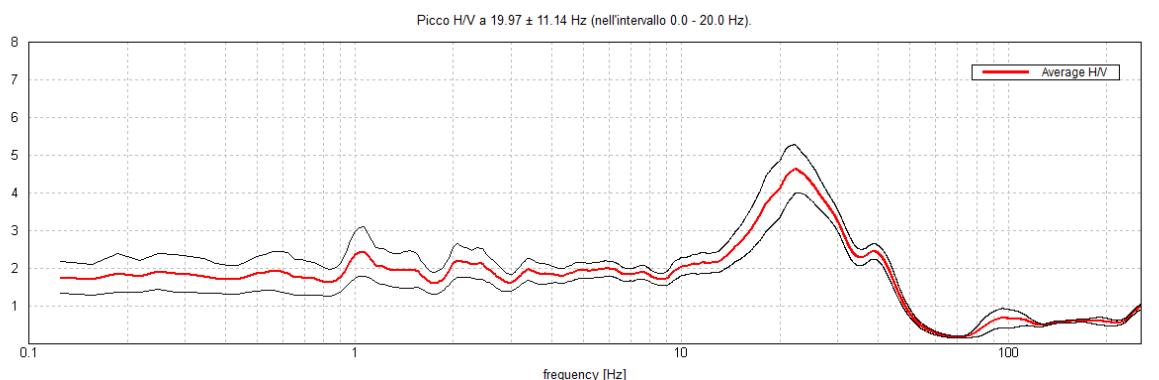
Di seguito si riportano i risultati delle misure n°2 e n°3, in quanto la prima misura non è risultata interpretabile a causa di un cattivo accoppiamento suolo-terreno.

H.V.S.R. n° 2

La frequenza fondamentale di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale (H/V ≈ 5) nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale (0,0 - 20,0 Hz), è di 20 Hz.

Frequenza fondamentale di risonanza
19,97 ± 11,14 Hz

Si dovrà quindi porre attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno. Nel caso specifico il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un rilevante fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.

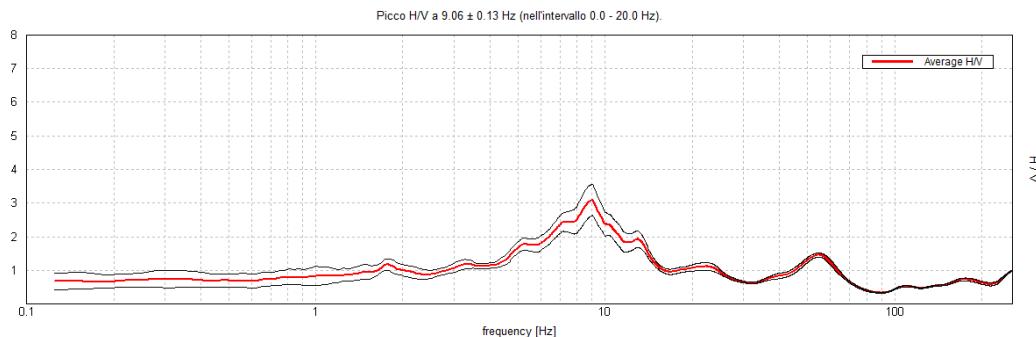
H.V.S.R. n° 3

La frequenza fondamentale di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($H/V \approx 3$) nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale (0,0 - 20,0 Hz), è di 9 Hz.

Frequenza fondamentale di risonanza

9,06 ± 0,13 Hz

Si dovrà quindi porre attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno. Nel caso specifico il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un rilevante fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.

5.1 Categoria di sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

Per definire le Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro V_s,eq , ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento ($V_s,30$ per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

Dall'assetto sismo-stratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del *bedrock* geofisico (substrato di riferimento) a profondità superiori a 30 m.

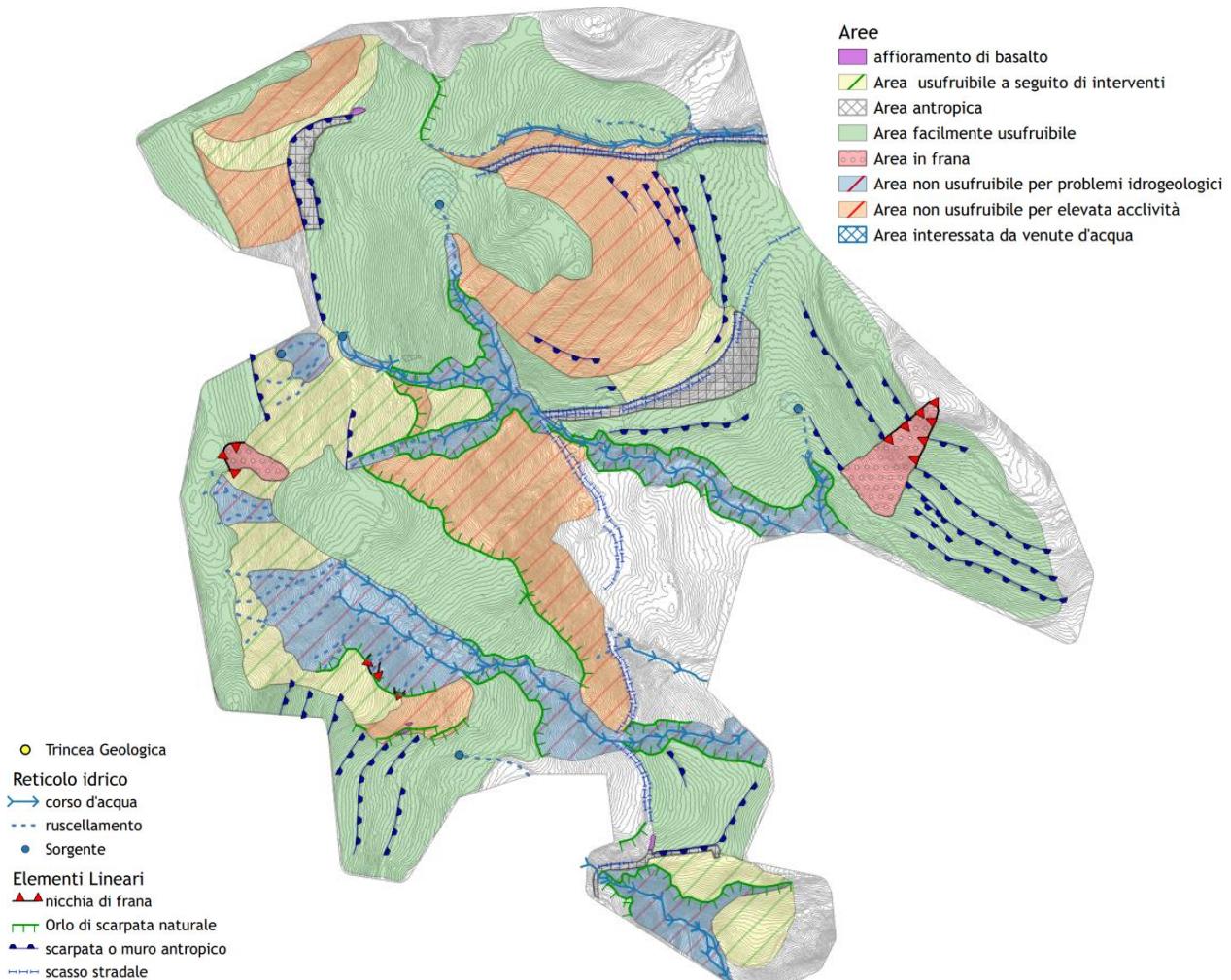
Pertanto, come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018*), si è calcolata la velocità media di propagazione delle onde di taglio fino a 30 m di profondità dal p.c. locale a partire da varie profondità del piano di posa delle fondazioni ($V_s,30$):

Profondità piano di posa delle fondazioni	$V_s,30$ - sito n° 1	$V_s,30$ - sito n° 2	$V_s,30$ - sito n° 3
0 m dal p.c.	$V_s (0 - 30) \approx 350$ m/s	$V_s (0 - 30) \approx 341$ m/s	$V_s (0 - 30) \approx 269$ m/s
1 m dal p.c.	$V_s (1 - 31) \approx 367$ m/s	$V_s (1 - 31) \approx 365$ m/s	$V_s (1 - 31) \approx 282$ m/s

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento dei siti d'indagine nelle **Categoria di Sottosuolo denominata B o C**, a seconda del piano di posa delle fondazioni.

6. CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

Nell'ambito dello studio, al fine di caratterizzare al meglio l'area in oggetto, è stato eseguito, in febbraio 2024 un rilievo geologico, geomorfologico e idrogeologico. In seguito a questo è stata realizzata una carta geologica e geomorfologica contenente la valutazione delle problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e topografiche con suddivisione del territorio in diverse aree omogenee classificate in funzione del grado di fattibilità dei possibili interventi nell'area. La carta sopraccitata sarà allegata e verrà riportata in estratto a seguito.

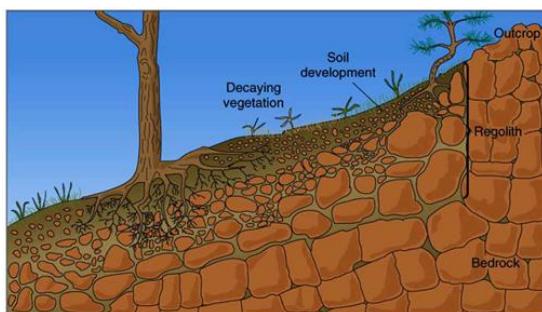


Dal punto di vista topografico l'area si presenta come una zona montana con versanti da scoscesi a dolci con pendenze che possono quindi predisporre in maniera ottimale oppure in maniera sfavorevole alle lavorazioni e agli interventi in progetto. Le aree particolarmente sfavorevoli sono evidenziate nella zona in colore arancione con tratteggio rosso. In queste zone l'acclività risulta essere molto elevata ($>15^\circ$) rendendo difficile la realizzazione di opere e poco sicura per la stabilità complessiva del versante; un esempio viene riportato nella figura 2. Infatti, sono presenti nell'area studiata valli incise sulle quali sponde l'acclività aumenta in maniera rilevante.



Vi sono, invece, aree che dal punto di vista della topografia si prestano alla coltivazione, prive di criticità geologiche (stabilità di versante) e sono indicate con le aree verdi come, ad esempio, le zone sommitali dei rilievi particolarmente pianeggianti definibili come crinali arrotondati (figura 3).

Dal punto di vista **geologico** l'area ricade all'interno di una zona con un substrato sub-affiorante o affiorante con affioramenti visibili in alcuni punti a ridosso dei versanti vallivi segnalati mediante le aree viola in carta. Gli affioramenti si presentano in forma massiva talvolta fratturata. Il comportamento del sottosuolo nella zona può essere schematizzato come nella figura sottostante.



Il substrato roccioso nella zona ha subito una degradazione meteorica nel tempo e ha portato ad avere delle situazioni eterogenee nel territorio in studio. Vi sono aree laddove il substrato è superficiale affiorante mentre altre aree, maggiormente degradate, dove il substrato si imposta a una quota inferiore e risulta essere talvolta più degradato. In particolare, questa tipologia di substrato magmatico ha la tendenza a sfaldarsi e a assottigliarsi sino a tramutarsi in argille molto compatte le quali si mescolano nella parte più superficiale con la materia organica presente in situ generando così il suolo. La roccia madre tende però a determinare le caratteristiche geotecniche e geocheimiche dei suoli e dei sedimenti presenti.

In linea generale le rocce vulcaniche (o estrusive) sono rocce magmatiche che si originano in seguito al raffreddamento del magma sulla superficie terrestre. La struttura delle rocce magmatiche è fortemente influenzata dal passaggio del sistema dallo stato di magma (fuso silicatico contenente cristalli e/o frammenti rocciosi in sospensione e gas disciolti) allo stato solido. Il principale fattore esterno che determina la solidificazione del fuso magmatico è la diminuzione di temperatura, controllata dal meccanismo di risalita del magma verso porzioni più esterne e più fredde della crosta terrestre e, nell'eventualità di effusione, dalla interazione termica con la superficie terrestre, l'aria, Gli elementi costituenti il liquido magmatico possono passare nello stato solido ordinandosi in reticoliti cristallini oppure conservando una struttura simile a quella del liquido e formando così del materiale amorfico (vetro). L'evoluzione del sistema è dunque controllata essenzialmente dalla velocità di raffreddamento, dalla viscosità e dalle caratteristiche termodinamiche del magma. Il processo di cristallizzazione inizia con la nucleazione di germi cristallini e procede con la loro crescita: il ruolo combinato di nucleazione e crescita determina il tipo di struttura della roccia. In particolare, il Basalto appartiene alla serie Subalpina. La presenza del vulcanismo sui Lessini è collegato con lo sviluppo tettonico dell'area in studio durante il periodo terziario.

Da punto di vista **Idrogeologico** l'area presenta diversi elementi. Infatti, il rilievo effettuato ha riportato diverse sorgenti, visibili grazie alle recenti forti piogge, corsi d'acqua a carattere torrentizio e diverse aree caratterizzate dallo scorrimento superficiale di rivoli. Vi sono poi aree interessate da venute d'acqua le quali vengono convogliate nei sistemi torrentizi, osservabili nella figura 6.

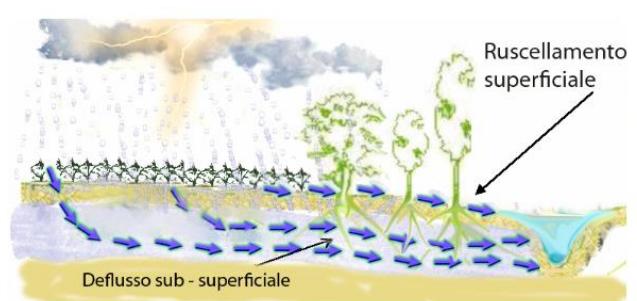


Il sistema acquifero, in quanto la roccia basaltica è molto impermeabile, può essere definito come sub-superficiale. Il deflusso sub-superficiale è un fenomeno idrologico che si verifica nel terreno. Questo è costituito da:

Ruscellamento superficiale: Questo avviene durante o subito dopo un evento piovoso. L'acqua piovana, che non si infiltra nel terreno e quella che rimane nello strato ipodermico del suolo, comincia a muoversi quando il terreno è quasi saturo o quando l'acqua accumulata nelle depressioni naturali tracima

al di fuori. Questo ruscellamento superficiale può portare via sedimenti dai versanti e contribuire all'erosione del suolo.

Ruscellamento sotto-superficiale (ruscellamento ipodermico): Questo fenomeno si verifica in suoli porosi o coltri detritiche di alterazione superficiale dei versanti. Quando il terreno raggiunge la saturazione, l'acqua infiltrata scorre al di sotto della superficie del suolo. La velocità di questo flusso d'acqua è superiore a quella delle correnti sotterranee normali e può durare anche sino a giorni dopo l'evento meteorico.



Nella carta sono state segnalate in azzurro con tratteggio rosso le aree non utilizzabili a causa della presenza di acqua che porrebbe condizioni svantaggiose nella realizzazione dell'opera e non ne garantirebbero la stabilità.

Infine, dal punto di vista **geomorfologico** l'area è interessata dalla presenza di forme dovute alla presenza di agenti geomorfologici operati dal clima e dall'acqua presente nell'area. Vi sono orli di scarpata morfologici, i quali delimitano aree pianeggianti da aree particolarmente scoscese o da aree incise dai corsi d'acqua. Vi sono poi le aree in frana definibili a partire dalla propria nicchia e rappresentate nelle zone di



colore rosse con tratteggio a pallini bianchi, nella carta tematica allegata. Queste sono da attenzionare in quanto, anche se apparentemente stabili, possono rendersi di nuovo attive in presenza di fenomeni meteorologici intensi. Data la conformazione geologica dell'area (substrato poco profondo con una coltre di argille di pochi metri) questa si presta ad ospitare fenomeni franosi in quanto l'acqua infiltrandosi arriva sul substrato basaltico creando una pellicola di acqua la qual tende a far scivolare il sedimento intriso d'acqua sopra di esso. Si fa riferimento alla figura 4 laddove si denota la presenza della nicchia e del corpo di frana.

Si segnala la presenza di zone antropiche definite come aree in cui sono presenti riporti, fabbricati e dove vi sono particolari scassi stradali.

7. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

La stratigrafia del terreno di fondazione del lotto in esame è stata ottenuta in maniera diretta attraverso le trincee esplorative eseguite, nonché dalle informazioni bibliografiche esistenti.

Dalle analisi ottenute, è possibile constatare in corrispondenza delle prove effettuate una globale omogeneità stratigrafica, in quanto gli orizzonti stratigrafici individuati si riscontrano, in generale, in tutte le trincee realizzate, fino alla massima profondità indagata.

In particolare, l'area oggetto di studio si sviluppa su materiali eluvio-colluviali la cui natura, dalle prove condotte, appare limoso-argilloso sabbiosa e sabbiosa limosa con abbondanti clasti e blocchi basaltici. Tale copertura sembra avere uno spessore massimo di qualche metro.

Tale copertura sovrasta un substrato geologico molto alterato e/o fratturato di natura basaltica.

All'interno delle trincee geognostiche realizzate, non è stata rilevata la presenza di falda acquifera anche se non si possono escludere temporanee venute d'acqua in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi. Il modello geologico generale è di seguito schematizzato:

Unità Litotecnica	Litologia correlata
A	Suolo limoso/argilloso
B	Limo argilloso /argilla limosa poco compatta con rari clasti
C	Argilla compatta con blocchi di alterazione
D	Substrato alterato/fratturato di natura basaltica

A seguire si riporta, per ogni trincea eseguita, il modello geologico locale schematizzato in una tabella.

Trincea T1	Metodo di perforazione MECCANICO		
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 1,20	-	Suolo argilloso limoso con blocchi di basalto poco costipato	
1,20 m - ... (2,20 fondo scavo)	150	Argilla-limosa con blocchi basaltici rosso d'alterazione	-
			
			

Trincea T2	Metodo di perforazione MECCANICO		
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,50	200	Suolo argilloso limoso sciolto	
0,50 m - 1,80 m	420	Argilla compatta con rari blocchi rosso d'alterazione	
1,80 m - ... (2,30 fondo scavo)		Roccia fratturata basaltica	
			
			
			

Trincea T3	Metodo di perforazione MECCANICO		
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,60	-	Suolo argilloso limoso con blocchi decimetrici di color brunastro	
0,60 m - 1,00 m	-	Ghiaia con clasti decimetrici con una forte matrice argillosa bruno scuro	
1,00 m - 1,60 m	-	Argilla compatta bruno-rossastra	
1,60 m - ... (2,00 fondo scavo)	500	Substrato roccioso alterato basaltico	
			
			

Trincea T4	Metodo di perforazione MECCANICO			
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>			
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario				
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]	
0,00 - 0,30	-	Suolo argilloso limoso	-	
0,30 m - ... (1,60 fondo scavo)	440	Alterazione basaltica - Argilla fortemente alterata color viola-brunastro		
				
 				

Trincea T5	Metodo di perforazione MECCANICO		
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,30	-	Suolo argilloso limoso	1,20
0,30 - 1,60	420	Argilla compatta bruno scuro con piccoli clasti	
1,60 m - ... (1,80 fondo scavo)		Substrato roccioso molto alterato	
			
			

Trincea T6	Metodo di perforazione MECCANICO		
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,20	-	Suolo	-
0,20 m - 0,55 m	260	Argille limose poco compatte brunastre	
0,55 m - 1,05 m	420	Argilla compatta bruna rossastra	
1,05 m - ... (1,20 fondo scavo)		Substrato roccioso fratturato basaltico	
			
 			

Trincea T7	Metodo di perforazione MECCANICO		
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,15	270	Suolo limoso argilloso	-
0,15 - 0,70	-	Argilla compatta bruna	
0,70 m - ... (0,80 fondo scavo)	360	Substrato roccioso fratturato basaltico	
			
			

Trincea T8	Metodo di perforazione MECCANICO DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
	LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario		
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m²)	Descrizione litologia	Soggiacenza a falda [m da p.c.]
0,00 - 0,20	-	Suolo limoso argilloso	-
0,20 - 0,60	-	Argilla limosa sciolta con clasti centimetrici	
0,60 m - ... (2,30 fondo scavo)	-	Argilla compatta rossastra con rari clasti basaltici	
			
			

Trincea T9	Metodo di perforazione MECCANICO		
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,30	-	Suolo limoso argilloso	-
0,30 - 1,00	200	Limo argilloso con clasti poco costipato	
1,00 m - ... (2,30 fondo scavo)	-	Argilla bruno scuro rossastra	
			
			

Trincea T10	Metodo di perforazione MECCANICO			
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA			
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario				
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza a falda [m da p.c.]	
0,00 - 0,40	-	Suolo limoso argilloso	-	
0,40 m - ... (1,80 fondo scavo)	450	Argilla compatta rossa-brunastra da alterazione basaltica		
				
				

Trincea T11	Metodo di perforazione MECCANICO		
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>		
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario			
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]
0,00 - 0,35	-	Suolo limoso argilloso poco compatto	-
0,35 - 0,85	250	Limo argilloso poco compatto con blocchi basaltici	
0,85 m - ... (2,00 fondo scavo)	480	Ghiaie in matrice molto compatta limosa argillosa bruno rossastro	
			
			

Trincea T12	Metodo di perforazione MECCANICO			
	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA</i>			
LOCALITA': Comune di Brogliano - Progetto di miglioramento fondiario				
Profondità da p.c. [m]	Pocket P. Test (kN/m ²)	Descrizione litologia	Soggiacenza falda [m da p.c.]	
0,00 - 0,40	-	Suolo limoso argilloso poco compatto	-	
0,40 - 0,80	320	Limo argilloso con ghiaiano rossastro poco addensato		
0,80 m - ... (2,50 fondo scavo)	480	Argilla limosa rossastra con blocchi di basalto		
				
				

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i risultati dei Pocket Pentrometer test eseguiti in situ. Le misure condotte hanno restituito valori variabili tra di circa 200 - 500 kN/m² (resistenza a compressione monoassiale non confinata “ σ ”), risultato della media dei test eseguiti sulle pareti degli scavi e di seguito riportati (sono riportati solo gli strati dove è stata possibile eseguire una misura di compressione):

	σ (kN/m ²) - Misura media	Prof. del Pocket test	Cu [kN/m ²]
Trincea n° 1	150	1,20 - 2,60 m	≈75
Trincea n° 2	200	0,00 - 0,50 m	≈100
	420	0,5 - 1,80 m	≈210
Trincea n° 3	500	1,60 - 2,00 m	≈250
Trincea n° 4	440	0,30 - 1,60 m	≈220
Trincea n° 5	420	0,30 - 1,60 m	≈210
Trincea n° 6	260	0,20 - 0,55 m	≈130
	420	0,55 - 1,05 m	≈110
Trincea n° 7	270	0,00 - 0,15 m	≈135
	360	0,70 m - 0,80 m	≈180
Trincea n° 9	200	0,30 - 1,00 m	≈100
Trincea n° 10	450	0,40 - 1,80 m	≈225
Trincea n° 11	250	0,35 - 0,85 m	≈125
	480	0,85 - 2,00 m	≈240
Trincea n° 12	320	0,40 - 0,80 m	≈160
	440	0,80 - 2,50 m	≈220

Si precisa che i valori dei parametri geotecnici riportati nelle tabelle sottostanti rappresentano una media ponderata di quanto desunto dalle prove in situ e possono essere considerati rappresentativi degli orizzonti stratigrafici individuati nella loro globalità, anche in considerazione della naturale disomogeneità del sottosuolo. La Cu è stata stimata mediante la relazione empirica Cu≈ $\sigma/2$.

Il valore di progetto Xd (Cud e Ød nei vari stati limite) sarà quello da utilizzare nelle verifiche di portanza dei terreni e sarà ricavato a partire da un valore caratteristico Xk al quale verrà applicato un fattore riduttivo γM (Fs parziale) tabellato nelle Norme Tecniche. Per la caratterizzazione geotecnica del substrato geologico, nelle successive verifiche, si utilizzeranno dati bibliografici rappresentativi di litotipi fratturati e/o alterati. Il modello geotecnico locale è di seguito schematizzato:

Modello geotecnico locale

Falda: non rilevata

Unità Litotecnica	Litologia correlata	Cu (k) [kN/m ²]	Φ (k) [°]	γNAT (k) [KN/m ³]
A	Suolo limoso/argilloso	-	-	-
B	Limo argilloso /argilla limosa poco compatta con rari clasti	≈75-160	-	≈18
C	Argilla compatta con blocchi di alterazione	≈210-240	-	≈19
D	Substrato alterato/fratturato di natura basaltica	≈180-250	-	≈21

Il peso specifico dei materiali è stato stimato dalla bibliografia geotecnica dei terreni in questione. Riassumendo, il sottosuolo locale è caratterizzato da una variazione laterale nelle trincee in quanto gli strati non si presentano in tutti i modelli o hanno posizioni differenti tra loro. Vi è però un ripetersi della globale della presenza di particolari livelli in modo tale da realizzare un modello geotecnico generale composto da **strati A** caratterizzati da suoli limosi/argillosi, dagli **strati B** definiti come limo argilloso/argilla limosa poco compatta con rari clasti con parametri geotecnici da scarsi a mediocri ($Cu \approx 75-160 \text{ kN/m}^2$). Vi è poi un terzo **strato C** definito da argilla compatta con blocchi di alterazione con caratteristiche geotecniche da mediocri a buone ($Cu \approx 210-240 \text{ kN/m}^2$) ed infine lo **strato D** definito talvolta da un substrato alterato/fratturato di natura basaltica con caratteristiche geotecniche da mediocri a buone ($Cu \approx 180-250 \text{ kN/m}^2$).

8. CONCLUSIONI

In conclusione, la presente relazione geologica si propone di valutare le possibili interazioni tra le azioni di progetto e l'ambiente geologico, ed in particolare di:

- verificare la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica generale dell'area;
- analizzare le problematiche geologico-tecniche del sito in esame;
- ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo;
- determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione;
- riconoscere le proprietà del sistema idrogeologico locale;
- verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti.

A tal fine sono state realizzate:

- **“Carta geologica e geomorfologica”** contente la valutazione delle problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e topografiche con suddivisione del territorio in diverse aree omogenee classificate in funzione del grado di fattibilità e sicurezza dei possibili interventi nell'area;
- **n° 12 Trincee esplorative** spinte fino alla profondità massima di circa 2,2 m dal piano campagna locale per il riconoscimento stratigrafico e per la caratterizzazione geotecnica mediante la realizzazione *in situ* di prove con penetrometro tascabile (**Pocket Pentrometer Test**) al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e geotecnico l'area in studio.

Per la caratterizzazione dell'area dal punto di vista sismo stratigrafico e al fine di definire la categoria di sottosuolo si fa riferimento alle indagini realizzate nella relazione “indagine geologica a corredo del progetto per il miglioramento fondiario per la piantumazione di un nuovo vigneto a conduzione biologica ed orientamento est/ovest, nel Comune di Brogliano (VI)” redatta dallo studio scrivente nel febbraio 2022 con risultato:

Profondità piano di posa delle fondazioni	V _s ,30 - sito n° 1	V _s ,30 - sito n° 2	V _s ,30 - sito n° 3
0 m dal p.c.	V _s (0 - 30) ≈ 350 m/s	V _s (0 - 30) ≈ 341 m/s	V _s (0 - 30) ≈ 269 m/s
1 m dal p.c.	V _s (1 - 31) ≈ 367 m/s	V _s (1 - 31) ≈ 365 m/s	V _s (1 - 31) ≈ 282 m/s

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento dei siti d'indagine nelle **Categoria di Sottosuolo denominata B o C**, a seconda del piano di posa delle fondazioni.

Aree

- █ affioramento di basalto
- █ Area usufruibile a seguito di interventi
- █ Area antropica
- █ Area facilmente usufruibile
- █ Area in frana
- █ Area non usufruibile per problemi idrogeologici
- █ Area non usufruibile per elevata acclività
- █ Area interessata da venute d'acqua

La carta Geologica e geomorfologica realizzata ha permesso di individuare 5 aree che individuano il grado di fattibilità degli interventi agrari. Vi sono le aree laddove la coltivazione è facilmente usufruibile, dove è usufruibile a seguito di interventi o dove non è usufruibile per varie problematiche geologiche, idrogeologiche e topografiche. Anche le aree in frana e interessate da venute d'acqua sono da considerarsi non usufruibili. La realizzazione delle trincee ha confermato le ipotesi sul grado di utilizzo delle aree discretizzate nella carta geologica e geomorfologica.

Dall'esecuzione delle trincee si può desumere che l'area in studio si sviluppa su materiali eluvio-colluviali la cui natura, dalle prove condotte, appare limoso-argilloso sabbiosa e sabbiosa limosa con abbondanti clasti e blocchi basaltici. Tale copertura sembra avere uno spessore massimo di qualche metro. Tale copertura sovrasta un substrato geologico molto alterato e/o fratturato di natura basaltica.

Le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere in progetto.

Qualsiasi opera e/o sistemazione di versante potrà essere condotta solo a seguito di opportune verifiche di stabilità che dovranno definire il corretto dimensionamento degli interventi stessi.

Le ns. verifiche vanno intese come un approccio ragionato alla valutazione dell'interazione struttura-terreno su cui il Sig. Progettista potrà eseguire le proprie verifiche e scelte progettuali, anche alla luce dei dati emersi dall'indagine.

Dr. Geol. Matteo Collareda

ALLEGATI

-  Tav.01_Carta Geologica e Geomorfologica