

COMUNE DI GROSIO

PROVINCIA DI SONDRIO



COMMITTENTI : **Sig.ra CASPANI MARIA**

Via Dosso, n°23 – 23033 GROSIO (SO)

C.F. CSP MRA 85T48 L175I

Sig. PRUNERI PAOLO

Via Casale Stanga, n°18 – 23033 GROSIO (SO)

C.F. PRN PLA 63L15 E200B

PROGETTO : RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO
DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL
COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108



OGGETTO : **RELAZIONE GEOLOGICA (R1 – R3) E GEOTECNICA (R2)
CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR**

Marzo 2025

Dr. Fabrizio Bigioli Geologo

(documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005)

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GESTIONE DEL TERRITORIO

Dr. Fabrizio BIGIOLLI Geologo - via Valeriana, 1135 – loc Piusso - 23016 CERCINO (SO)

Tel. 0342 680 651 Mobile 339 60 96 386

e-Mail info@bigioli.it C.F. BGLFRZ76T09F712E P.Iva 00812460145



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. METODOLOGIA.....	5
1.2. FINALITA`	6
1.3. OPERE PROPOSTE	7
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
2.1. CENNI DI GEOLOGIA GENERALE	10
2.2. SUBSTRATO ROCCIOSO.....	12
2.3. COPERTURA SUPERFICIALE	12
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
4. CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE	15
5. INQUADRAMENTO SISMICO ED INDAGINE SISMICA	17
5.1. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE.....	17
5.2. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA HVSR	23
6. ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI, VERIFICA P.A.I. E P.G.T.....	33
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE	37
8. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	38
8.1. STRATIGRAFIA IPOTIZZATA.....	38
8.2. PARAMETRI GEOTECNICI.....	38
9. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	39
10. APERTURA, SOSTEGNO E PROBLEMATICHE RELATIVE AI FRONTI DI SCAVO	40
11. STABILITA` GLOBALE <i>POST OPERAM</i>	41
12. ANNOTAZIONI CONCLUSIVE.....	42

ALLEGATO AL TESTO :

CARTA GEO LITOLOGICA

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



1. PREMESSA

Per conto e su incarico della **Sig.ra CASPANI MARIA** e del **Sig. PRUNERI PAOLO**, con riferimento al progetto dello **STUDIO TECNICO REZIA⁺ - Dott. Arch. MICHELE BESSEGHINI**, è stato eseguito il presente studio geologico e geotecnico ai sensi del D.M. 11.03.88 (*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*), del D.M. 159 del 14.09.2005 (*Norme tecniche per le costruzioni*) e D.M. 17.01.2018 (*Aggiornamento NTC 2018 entrato in vigore il 22.03.2018*) a supporto del **PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”**.

L'area oggetto di studio è posta alla quota media di circa **1.010,00 m s.l.m.** in località “Piaz Martin” in Comune di Grosio (So). Per l'ubicazione geografica si rimanda alla corografia a seguire.

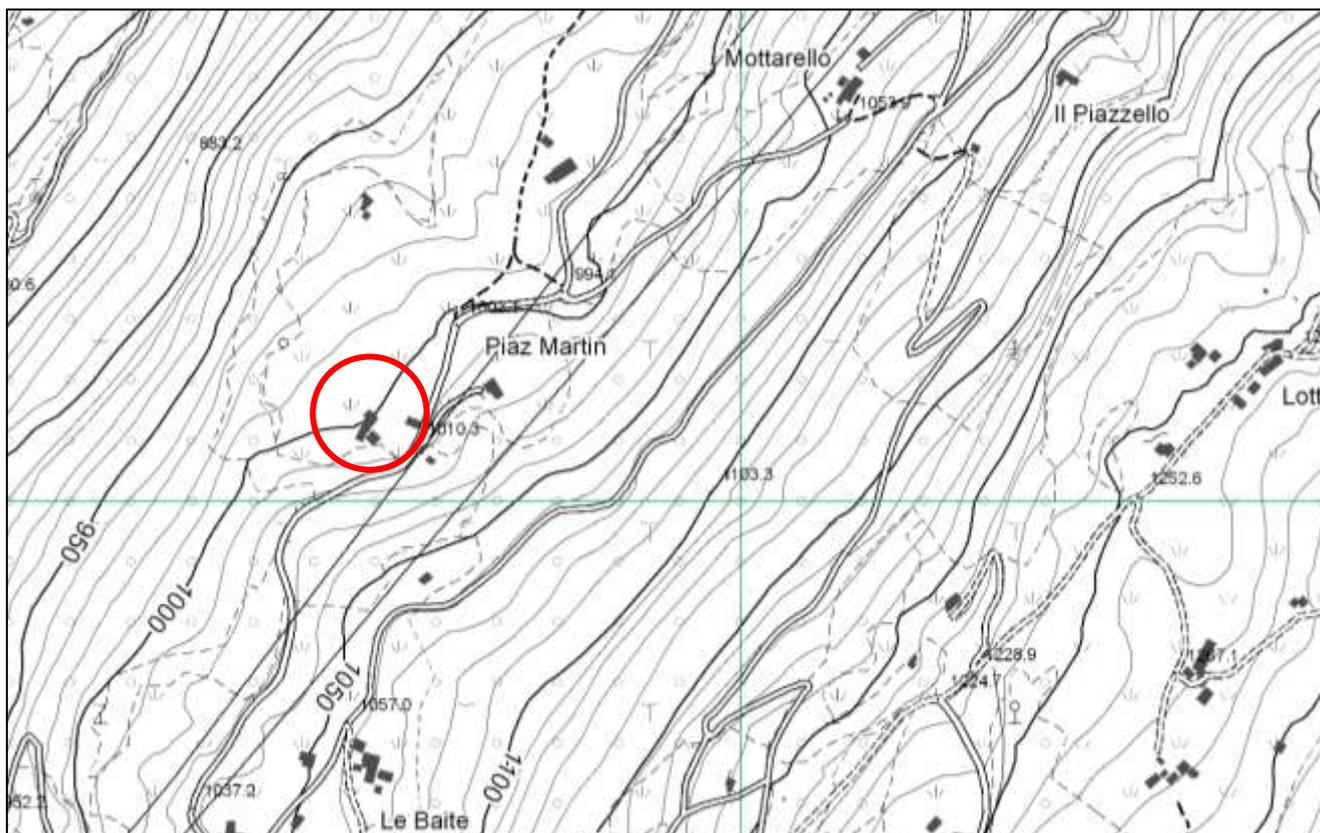


Fig. 1 – Corografia con ubicazione fabbricato oggetto di intervento (C.T.R. Sez. D2c4)

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”



In riferimento all'azzoneamento della Carta di Fattibilità Geologica del Piano di Governo del Territorio - *Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica L.R. 12 / 2005 e successive delibere attuative*, l'area oggetto di studio ricade in **Classe di fattibilità 2A (fattibilità con modeste limitazioni)**.

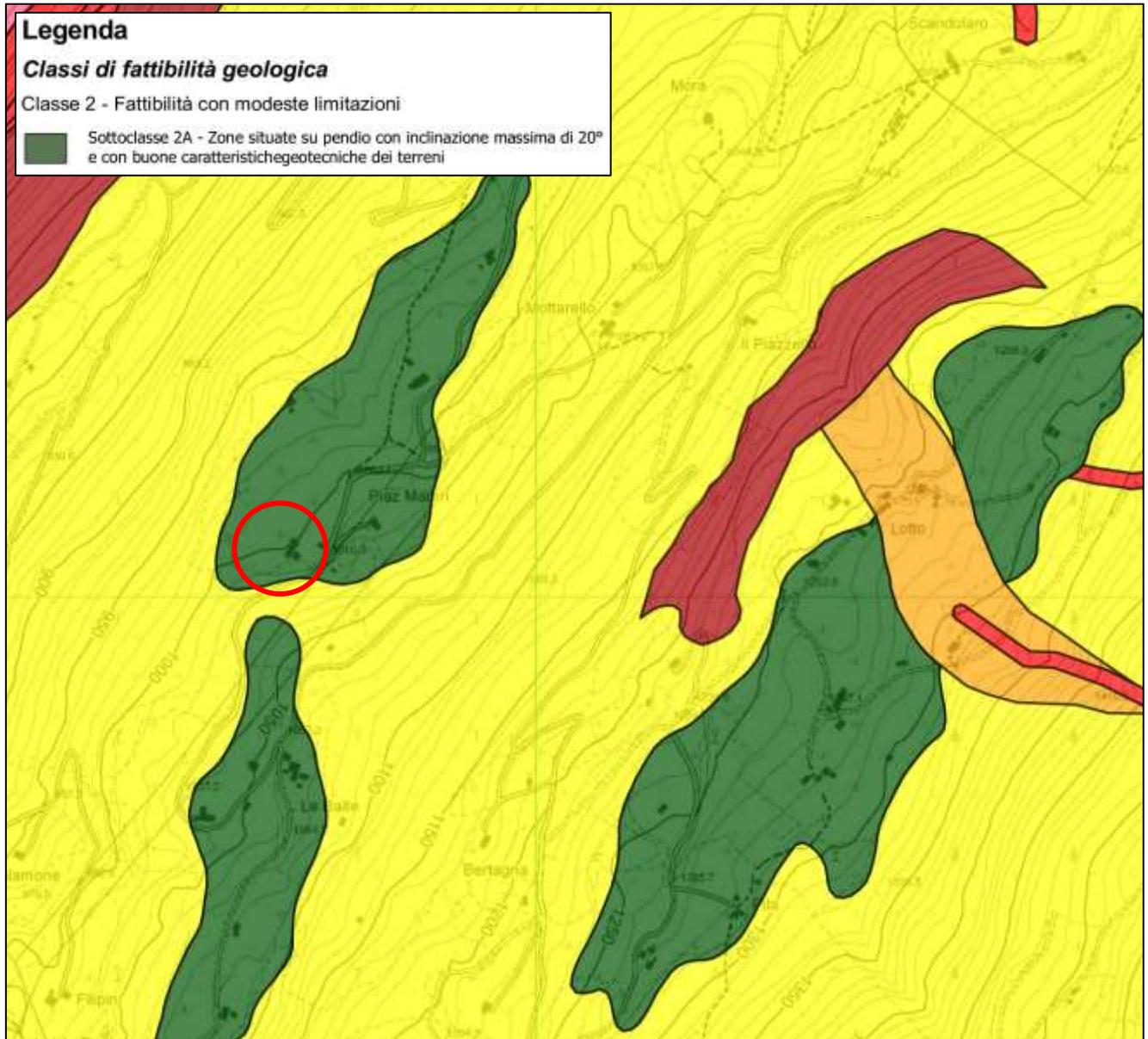


Fig. 2 – Estratto della carta di fattibilità geologica comunale e relativa legenda

Le Norme Tecniche di Fattibilità Geologica del P.G.T. riportano:

5.3. – Classe 2

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che dovranno essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e, generalmente salvo locali situazioni puntuali, senza l'esecuzione di opere di difesa. Si tratta di aree a debole pendenza, impostate su terreni con buone caratteristiche geotecniche, prive di situazioni di dissesto attive ed esterne a zone di pertinenza idraulica del reticolo principale e minore.

In tale classe di fattibilità non ci sono limitazioni, di carattere geologico, all'edificazione. Tutti gli interventi edilizi comprensivi nuove edificazioni, ampliamenti e recupero / ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente, infrastrutturali e comunque le modifiche delle destinazioni d'uso dei terreni che ricadono in questa classe dovranno essere supportate da una preventiva indagine geologica, geotecnica e sismica che valuti la fattibilità geologica dell'intervento, in relazione al grado di dissesto presente, indicando gli accorgimenti tecnico-costruttivi e le eventuali opere di protezione ritenute necessarie alla messa in sicurezza dei luoghi. A supporto della progettazione dell'intervento si dovranno inoltre accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, verificare le modalità di realizzazione degli scavi di sbancamento e degli eventuali riporti, effettuare la caratterizzazione sismica di sito e determinare eventuali interferenze con la falda freatica e/o con il reticolo idrico superficiale.

2a: Tali zone sono situate su pendio morenico, sui conoidi alluvionali, su superfici rocciose di spianamento glaciale o su depositi alluvionali terrazzati con inclinazione massima di 20°. Vi si trovano terreni con buone caratteristiche geotecniche.

1.1. METODOLOGIA

Al fine di meglio caratterizzare le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche dell'area in oggetto, lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- ~ verifica, esame ed analisi degli elaborati e delle opere / interventi proposti in progetto (**PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”**);
- ~ ricerca, raccolta ed analisi critica dei dati tecnici e geologici esistenti in bibliografia;
- ~ analisi dei lavori e delle indagini redatti dallo scrivente in aree limitrofe;
- ~ sopralluogo e rilievo geologico – geomorfologico – idrogeologico dell'area di intervento e circostanti (**30 gennaio 2025**);



- ~ esecuzione di n°1 prova di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3 (**30 gennaio 2025**);
- ~ verifica di fattibilità di quanto in progetto relativamente alla normativa vigente (P.A.I. – PGRA - RIM), al Piano di Governo del Territorio e agli altri strumenti di pianificazione comunale;
- ~ interpretazione dei dati raccolti, elaborazione e restituzione ai sensi del D.M. 11.03.88, del D.M. 159 del 14.09.2005 e del D.M. 17.01.2018 (**relazione geologica (R1-R3) e geotecnica (R2)**).



Fig. 3 – Ortofoto con ubicazione fabbricato oggetto di intervento

1.2. FINALITA`

La presente analisi si prefigge i seguenti obiettivi:

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



- ~ valutare la situazione geologico – geomorfologica - idrogeologica locale per verificare la fattibilità di quanto in progetto;
- ~ definire la categoria del sottosuolo, mediante l'indagine di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3;
- ~ definire la natura, la stratigrafia ed i parametri geotecnici dei terreni in esame;
- ~ evidenziare eventuali problematiche / prescrizioni alla fattibilità di quanto in progetto e possibili soluzioni.

1.3. OPERE PROPOSTE

Con riferimento agli elaborati progettuali in nostro possesso, il progetto redatto dallo **STUDIO TECNICO REZIA⁺ - Dott. Arch. MICHELE BESSEGHINI** prevede la realizzazione delle opere di ristrutturazione edilizia con ampliamento dell'immobile sito in località "Piaz Martin" in Comune di Grosio (So).

PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di accompagnare l'istanza per l'approvazione del piano attuativo relativo al fabbricato sito in Località Piaz Martin, nel Comune di Grosio, distinto al foglio catastale 73, mappale 108. L'intervento proposto prevede principalmente:

- *Un ampliamento del 10% della Superficie Lorda di Pavimento (SLP) esistente, in conformità con quanto previsto dall'art. 4.6.2 del Piano di Governo del Territorio (PGT).*
- *Una variazione della destinazione d'uso di un locale al piano terra.*
- *La realizzazione di un'intercapedine per il risanamento dei vani interrati.*
- *La costruzione di un locale accessorio interrato con superficie netta < 8m², in base all'art. 2.12 del PGT.*

Il fabbricato in oggetto ricade nel vigente PGT nelle aree de "Il Territorio extra Urbano riservato all'agricoltura", in particolare in "AGR_T -Edifici a matrice rurale non più adibiti ad usi agricoli – Edifici con destinazione residenziale stabile" art. 4.6.2 delle Norme Tecniche.

DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DEL FABBRICATO

Il fabbricato oggetto dell'intervento è situato in località "Piaz Martin" a quota 1010 m s.l.m. , nel Comune di Grosio, e si sviluppa su tre piani: piano terra, primo piano e secondo piano. Il fabbricato è composto da due subalterni (subalterno 1 e subalterno 2), di proprietà separata.

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Al piano terra si trovano tre locali ad uso cantina; i due posti a nord-ovest fanno parte del subalterno 1, mentre la cantina a Sud - Est fa parte del subalterno 2 ed è oggetto di cambio di destinazione d'uso. Tutti i locali di piano terra sono dotati di accesso diretto indipendente.

Il primo piano è destinato ad uso residenziale e comprende diversi locali. Si compone di cucina, camera e terrazza per il sub.1, poste nella parte ad Ovest del fabbricato e di una cucinaccia zootecnica posta ad Est per il sub.2. L'accesso al sub.2 è posto sul lato Sud - Est, mentre quello per il sub.1 è situato sul lato Sud - Ovest al quale si arriva mediante scala esterna aderente all'edificio. Nel complesso non presenta particolari criticità strutturali, ma sono previste alcune modifiche interne per ottimizzare la disposizione degli spazi in relazione all'ampliamento previsto e per garantire una migliore funzionalità dell'edificio.

Il secondo piano è anch'esso destinato ad uso residenziale ed è composto da camera e solaio facenti parte del sub.1 (posti sempre ad Ovest) e da locale dormitorio appartenente al sub.2 (posto ad Est). Al piano si accede tramite scale interne indipendenti per i due subalterni. Come per il piano inferiore, saranno apportate modifiche interne per adeguare e migliorare le unità abitative.

Il fabbricato presenta anche delle zone interrato: il lato Sud - Est e parzialmente il lato Nord - Est di piano terra. Le condizioni di umidità dei vani interrati sono favorevoli per l'attuale uso a cantine dei locali a piano terra, ma diventano problematiche per il locale cantina del sub.2 in previsione del cambio di destinazione d'uso. Per tale motivo, è prevista la realizzazione di un'intercapedine completamente interrata e con larghezza inferiore a 2,5 m (in base alle norme del vigente PGT) per il risanamento del locale.

Il fabbricato presenta muratura portante con finitura a raso pietra; la copertura è a doppia falda con colmo in direzione Nord - Est / Sud – Ovest, struttura portante in tronchi tondi di legno, manto di copertura in piode completo di due lucernari sulla falda a Nord e lattonerie in lamiera. I serramenti sono in legno a doppio vetro con ante di oscuro in legno.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede un ampliamento della Superficie Lorda di Pavimento (SLP) esistente pari al 10%, nel rispetto delle disposizioni contenute nell'art. 4.6.2 del PGT, che regola le modalità di ampliamento degli edifici esistenti per miglioramenti igienici e funzionali. L'ampliamento sarà realizzato in modo da garantire la compatibilità con l'edificato preesistente e nel rispetto delle distanze minime, degli indici di fabbricabilità e dei parametri volumetrici previsti dal PGT. In particolare l'intervento prevede la realizzazione a piano primo di una nuova struttura prefabbricata in legno lamellare; sarà costruita in aderenza al lato Nord - Est del fabbricato esistente, sviluppandosi nello spigolo Est. Al suo interno è prevista la realizzazione di locale cucina,

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



disimpegno e bagno; l'accesso al nuovo ampliamento avverrà dal fabbricato esistente tramite la creazione di una nuova porta.

Il mappale interessato dal progetto è il n°108 del foglio di mappa Fg. 73 del censuario catastale del Comune di Grosio (So).

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle tavole e relazioni di progetto.



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1. CENNI DI GEOLOGIA GENERALE

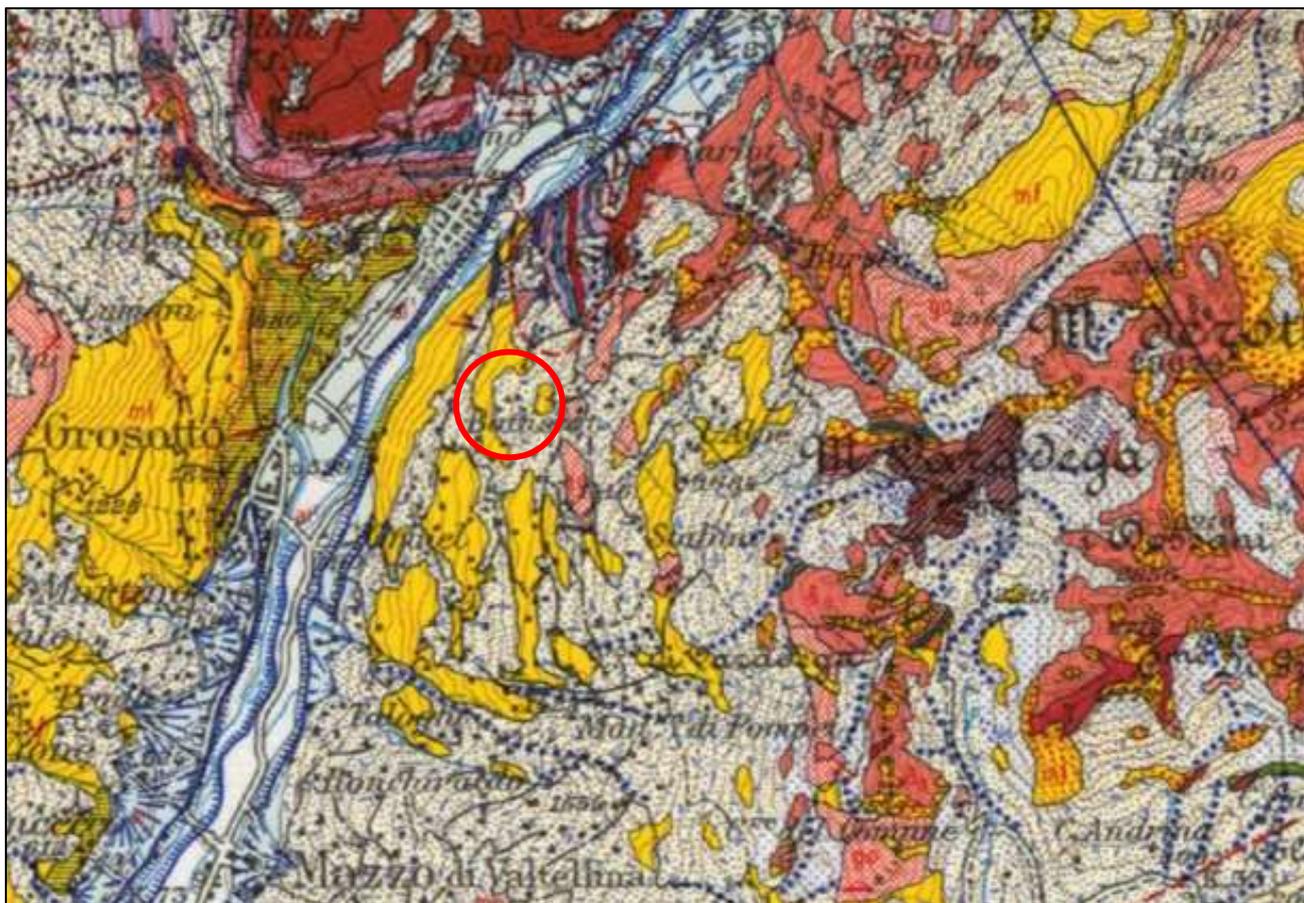
Dal punto di vista geologico generale, l'area viene a trovarsi nell'ampia fascia corrispondente alle Alpi Centrali, caratterizzata da una struttura molto complessa, le cui falde appartengono a due domini strutturali: l'Elvetico, il Pennidico e l'Austroalpino a Nord mentre a Sud troviamo il Sudalpino (o Alpi Meridionali).

Elemento fondamentale della tettonica della Valtellina è la presenza di una grandiosa faglia, nota in letteratura geologica con la denominazione di "linea del Tonale" o "linea Insubrica"¹, che rappresenta la superficie di sovrascorrimento delle unità elvetiche, pennidiche e austroalpine sul dominio sudalpino, movimento che ha provocato il sollevamento della porzione "alpina" di circa 15 km rispetto al Sudalpino (l'area oggetto di studio si trova a Nord rispetto a tale lineamento).

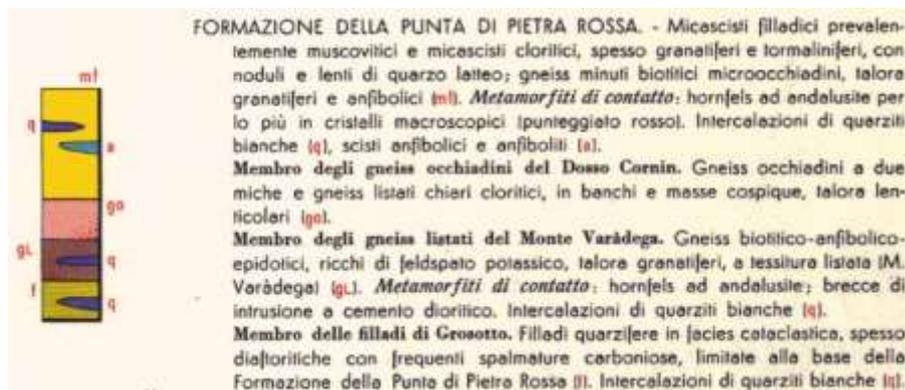
Tale linea tettonica rappresenta in realtà solo una porzione della linea Periadriatica, che taglia longitudinalmente l'intero arco alpino e che, appunto, localmente prende denominazioni differenti; decorrendo da Ovest verso Est troviamo nel Canavese passando per Bellinzona e per il Passo di S. Jorio la "linea del Canavese", lungo il solco valtellinese, nel quale si mantiene in destra orografica, la "linea Insubrica", passando sotto l'Aprica fino al Passo del Tonale la "linea delle Giudicarie" ed in Val Pusteria e Val di Drava la "linea della Pusteria".

Le falde pennidiche, che formano la parte più profonda della catena alpina, risultano formate da grosse scaglie di crosta continentale prealpina e da una serie di sequenze metasedimentarie permio - mesozoiche e terziarie accatastate assieme a lembi di ofioliti testimoni dell'Oceano Ligure - Piemontese. I complessi ofiolitici e plutonici marcano il passaggio dal dominio pennidico all'austroalpino, il quale comprende i sovrascorrimenti più estesi e le unità strutturali più elevate del sistema alpino, costituiti da falde accatastate in modo irregolare sia di crosta continentale prealpina (basamento prepermiano già metamorfosato prima dell'orogenesi alpina, verosimilmente nella precedente orogenesi ercinica) sia di sedimenti (coperture) permio - mesozoici. Nelle falde australpine affiorano la finestra dell'Engadina e dei Tauri nelle quali si possono osservare le falde pennidiche sottostanti.

¹ da: "La geologia del territorio della Provincia di Sondrio" – Bonsignore, Bravi, Nangeroni, Ragni.



SUBSTRATO ROCCIOSO



DEPOSITI SUPERFICIALI

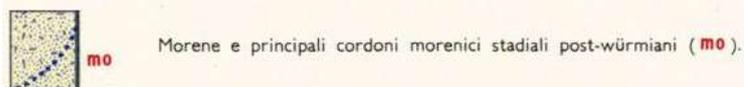


Fig. 4 - Carta geologica d'Italia scala 1 : 100.000 "Foglio 8 Bormio" e relativa legenda

A Sud della "linea Insubrica" si estende il complesso sudalpino (Alpi Meridionali); esso comprende il basamento cristallino (Cristallino Sudalpino), metamorfosato in ambiente duttile durante

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



l'orogenesi ercinica, e la copertura carbonifera - mesozoica (Sedimentario Sudalpino), che non ha subito metamorfismo alpino ma è stata deformata in prossimità della superficie insieme ad alcune scaglie del basamento.

2.2. SUBSTRATO ROCCIOSO

In fase di sopralluogo NON è stato rilevato l'affiorare – sub affiorare del **substrato roccioso** in corrispondenza dell'area oggetto di intervento e limitrofe.

In ogni caso il litotipo locale è riconducibile alla **Formazione della Punta di Pietra Rossa**, la quale, date le affinità petrografiche e strutturali con la Formazione di Valle Grosina, viene attualmente con la stessa identificata, è costituita da una vasta gamma di rocce che rispecchiano condizioni di diverso ambiente metamorfico con reciproci passaggi attraverso insensibili transizioni. I tipi petrografici prevalenti sono per altro rappresentati da micascisti muscovitico-cloritici e anfibolico-granatiferi localmente tormaliniferi, nonché gneiss minuti biotitici, talora granatiferi e anfibolici, con locali intercalazioni lenticolari sempre concordanti di quarzo e quarziti micacee grigio-chiare a muscovite prevalente e subordinata biotite cloritizzata. In prossimità del corpo intrusivo Serottini - Tremoncelli, oltre a litotipi prevalentemente gneissici si hanno fenomeni di contatto quali breccie di intrusione ed hornfels ad andalusite, granato e tormalina.

2.3. COPERTURA SUPERFICIALE

L'area oggetto di studio presenta una copertura superficiale caratterizzata prevalentemente da **depositi morenici quaternari**. Si tratta infatti dei depositi trasportati dai ghiacciai quaternari e lasciati a varie quote sui versanti nel momento del loro ritiro.

Tali depositi spessori variabili da qualche metro a poche decine di metri, ma solitamente tali da impedire l'affioramento del substrato roccioso, caratterizzati da tessitura eterogenea comprendente, ghiaia, ciottoli e massi trovanti caoticamente mescolati ad abbondante matrice limoso-sabbiosa con un discreto grado di addensamento dovuto ai successivi processi di diagenesi subiti nel tempo. Sono inoltre coperti da uno strato di suolo vegetale di almeno 30 cm e solitamente adibiti a prati o coltivi. La permeabilità è infine compresa tra 10^{-5} - 10^{-2} cm/s (a seconda del contenuto percentuale di frazione limoso-sabbiosa).

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



In allegato a fine testo la “Carta geo litologica” estratta dalle cartografie geoambientali – Regione Lombardia a scala 1 : 10.000.



3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La morfologia del territorio comunale di Grosio è dovuta all'interazione di più fenomeni passati e attuali: processi di origine glaciale legati agli episodi di avanzamento e ritiro del ghiacciaio che occupava la Valle dell'Adda nel Quaternario e che hanno determinato la caratteristica forma a "U" della Valtellina, processi di erosione fluviale che hanno portato alla formazione e all'approfondimento della Valle dell'Adda di origine pre-quaternaria ed i successivi processi fluviali di trasporto e di deposizione che hanno operato ed operano sul fondovalle dell'Adda e lungo gli affluenti laterali, ed infine i processi gravitativi di dinamica del versante che determinano sia il rimaneggiamento di depositi glaciali che la formazione di detriti di versante attuali a spese del substrato roccioso.

L'area risulta connessa principalmente all'attività glaciale testimoniata dall'estensione superficiale di depositi morenici. Si tratta prevalentemente di depositi di età tardo *würmiana* ascrivibile allo stadio della Valtellina. Tali depositi si presentano prevalentemente sotto forma di placche detritiche, mediamente alterate e con spessori e tessiture variabili. Tali materiali affiorano in modo diffuso in corrispondenza delle evidenti unità geomorfologiche costituite da terrazzi e dossi morfologici.

In dettaglio l'area oggetto di studio si trova lungo il versante idrografico sinistro della Valle dell'Adda, su un terrazzo morfologico in corrispondenza di località "Piaz Martin", alla quota media di circa 1.010,00 m s.l.m. . L'area in esame è contraddistinta da pendenze meno accentuate rispetto ai settori di versante situati a monte ed a valle della medesima, ma localmente superiori a 15°.

In fase di sopralluogo (30 gennaio 2025) NON sono stati rilevati in zona processi geomorfici potenziali o in atto tali da pregiudicare la sicurezza del fabbricato oggetto di intervento.



4. CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il reticolo idrografico del territorio comunale di Grosio è composto dalle seguenti aste principali: Fiume Adda, Torrente Roasco, in sponda idrografica sinistra Torrenti del Rio Spinedo, Scalota, Mant, Maggiore, Lago, in sponda idrografica destra Solcasc, Vernuga, Sassa, Castrin e Rovinaccio, e da una serie di corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore, aventi dimensioni molto ridotte caratterizzati da un tipico regime torrentizio, con deflussi idrici strettamente correlati al regime pluviometrico, caratterizzati da portate di piena massime in primavera ed in autunno e da portate minime concentrate nel periodo estivo ed invernale.

In dettaglio NON si evidenzia in corrispondenza dell'area di intervento la presenza di impluvi e/o corsi d'acqua significativi.

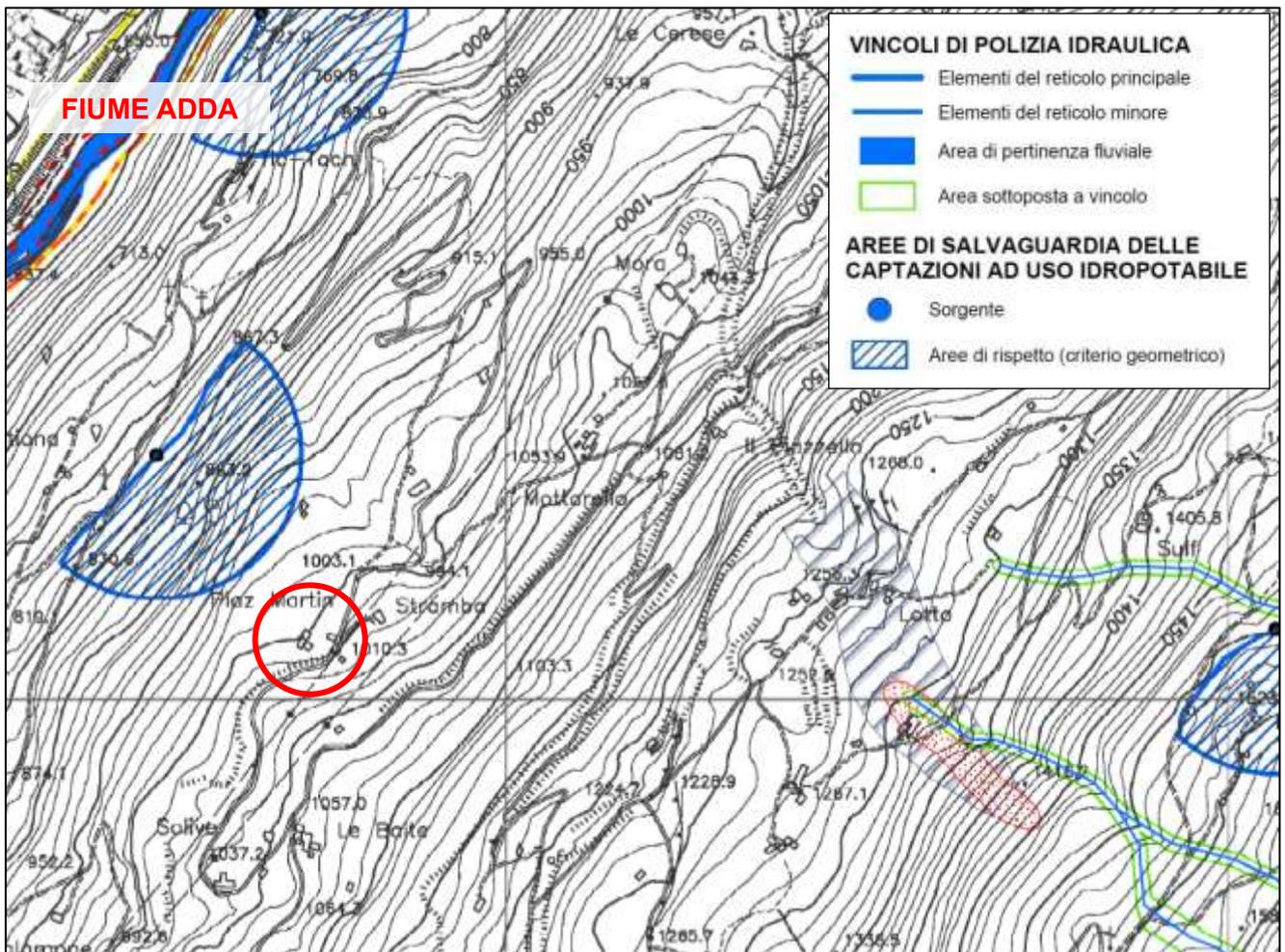


Fig. 5 – Stralcio “Carta dei vincoli” del P.G.T. del Comune di Grosio

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Per quello che concerne i caratteri idrogeologici dell'area, il livello superficiale della falda freatica NON è stato rilevato in fase di indagine. Si esclude la presenza di falde acquifere superficiali estese nei terreni in oggetto di studio.

In ogni caso si è a conoscenza della presenza di infiltrazioni sotterranee che si manifestano più importanti in occasioni di eventi meteorici piovosi; pertanto si prescrive la completa impermeabilizzazione delle nuove opere interrato e l'adozione di sistemi di drenaggio per la raccolta delle acque di infiltrazione sotterranea da realizzarsi sia alla base delle opere di fondazione che a tergo dei settori interrati.

I drenaggi dovranno essere realizzati mediante la posa di tubazioni fessurate per la raccolta e lo smaltimento delle acque e mediante il riempimento con materiale grossolano arido. Le acque raccolte dovranno essere smaltite nella rete delle acque bianche, se presente, o mediante un sistema di sub irrigazione opportunamente dimensionato oppure in un recapito superficiale sicuro (impluvio).



5. INQUADRAMENTO SISMICO ED INDAGINE SISMICA

5.1. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE

Ai fini dell'applicazione della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003, Delibera della Giunta Regionale n° 14964 del 7 novembre 2003) l'intero territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, con grado di pericolosità crescente da 4 a 1 (rif. allegato A della D.G.R. n° 14964/2003: classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia).

Il territorio del Comune di Grosio era stato inserito nella zona 4 (livello di pericolosità sismica molto basso); nelle normative precedenti non era stato classificato.

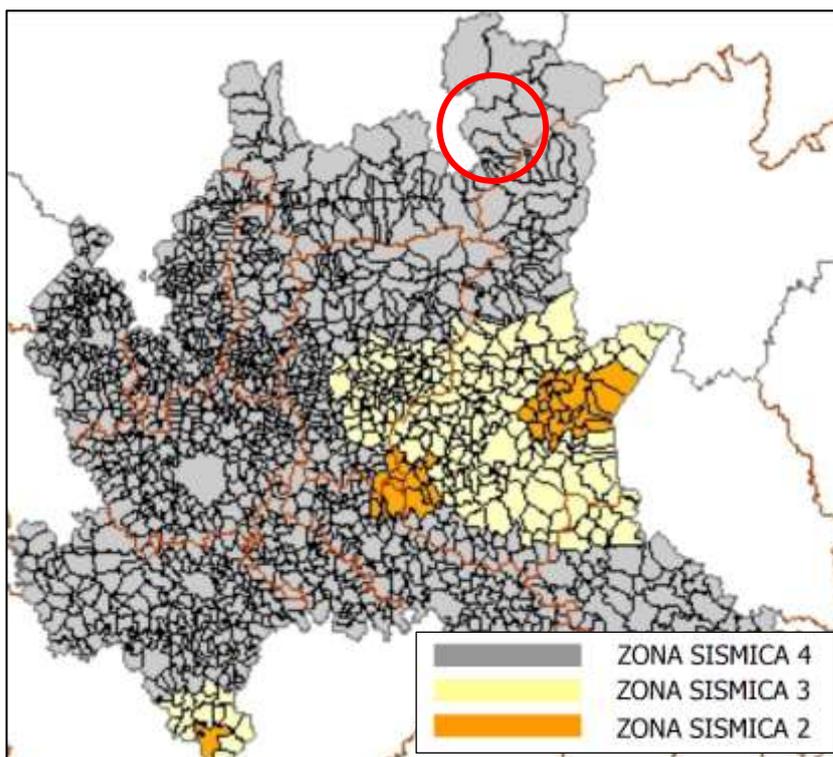


Fig. 6 – Classificazione sismica secondo la D.G.R. N° 14964/2003

Ciascuna zona è classificata in base ai valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag/g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni secondo lo schema seguente:

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)
1	> 0,25 a _g /g	0,35 a _g /g
2	0,15 – 0,25 a _g /g	0,25 a _g /g
3	0,05 – 0,15 a _g /g	0,15 a _g /g
4	< 0,05 a _g /g	0,05 a _g /g

Nel 2014 è stata approvata la D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129 che prevede l'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c. 108, lett. d). Tale provvedimento è entrato in vigore il 10 aprile 2016 e ha comportato una riclassificazione sismica dei vari comuni lombardi; in particolare il Comune di Grosio è passato da zona sismica 4 a **zona sismica 3 (livello di pericolosità sismica basso)**.

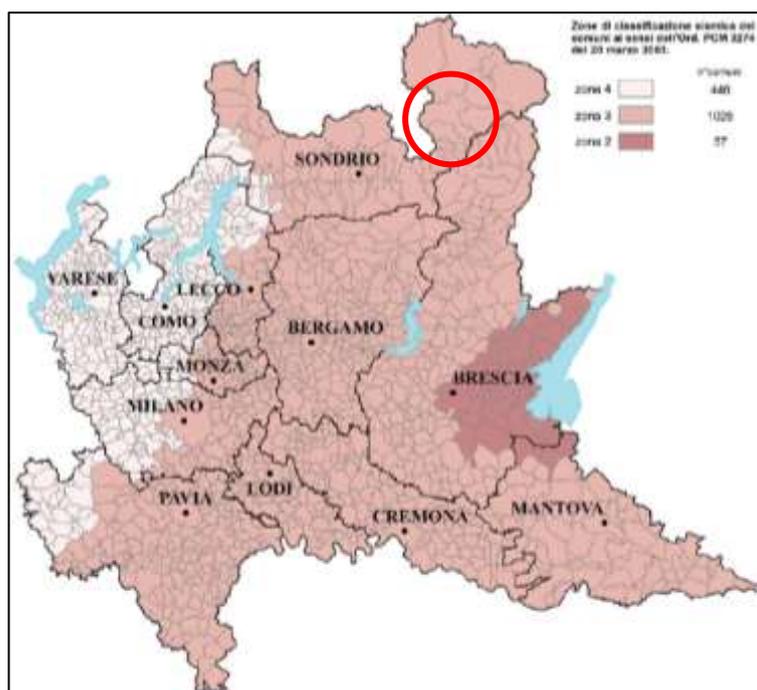


Fig. 7 – Classificazione sismica secondo la nuova normativa

La normativa vigente (rif. allegato 2 dell'Ordinanza del P.C.M. n° 3274/2003: norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici) definisce inoltre le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le indicazioni si riferiscono ai terreni presunti alla profondità del piano di posa delle fondazioni).

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



La categoria del sottosuolo è stata ricavata sulla base della interpretazione delle indagini svolte (prova di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3).

L'indagine di sismica passiva HVSR ha evidenziato una $V_{s\ eq}$ pari a 394,98 m/s con *bedrock* sismico ad una profondità di -5,10 m dal punto di esecuzione del rilievo sismico. Considerando che il piano di imposta delle fondazioni sarà impostato a circa -2,50 m dal punto di esecuzione del rilievo sismico, il *bedrock* sismico si troverà ad una profondità di circa -2,60 m dal piano di imposta delle fondazioni. Pertanto si ipotizza che i terreni naturali in oggetto di studio appartengano alla

Categoria di sottosuolo A.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

In riferimento alle condizioni topografiche la morfologia dei luoghi può essere ricondotta alla categoria topografica T2.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Vengono di seguito forniti i valori dei parametri e dei coefficienti sismici per il sito in esame:

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

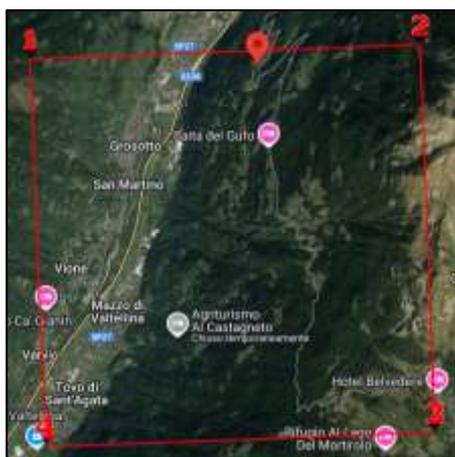


Fig. 8 – Localizzazione del reticolo di riferimento

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame

Latitudine: 46,290914 [°]

Longitudine: 10,282419 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	8724	46,2917	10,2403	3234,435
Sito 2	8725	46,2936	10,3125	2329,970
Sito 3	8947	46,2437	10,3152	5827,375

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Sito 4	8946	46,2418	10,2432	6242,125
--------	------	---------	---------	----------

Le coordinate sono espresse in ED50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,027	2,529	0,182
Danno (SLD)	63	50	0,034	2,543	0,203
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,077	2,607	0,274
Prevenzione del collasso (SLC)	5	975	0,097	2,624	0,286

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [-]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,200	0,006	0,003	0,314	0,200
SLD	1,000	1,000	1,200	0,008	0,004	0,397	0,200
SLV	1,000	1,000	1,200	0,018	0,009	0,907	0,200
SLC	1,000	1,000	1,200	0,023	0,012	1,141	0,200

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Il territorio comunale di Grosio, posto in **zona sismica 3**, ha una **$A_{g_{max}}$ pari a 0,117506 m/s²** secondo la nuova D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129 che prevede l'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c. 108, lett. d).

Secondo lo studio geologico – idrogeologico e sismico del P.G.T. , l'area in esame ricade in zona **Z4c** (Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi) della carta di classificazione della pericolosità sismica locale.

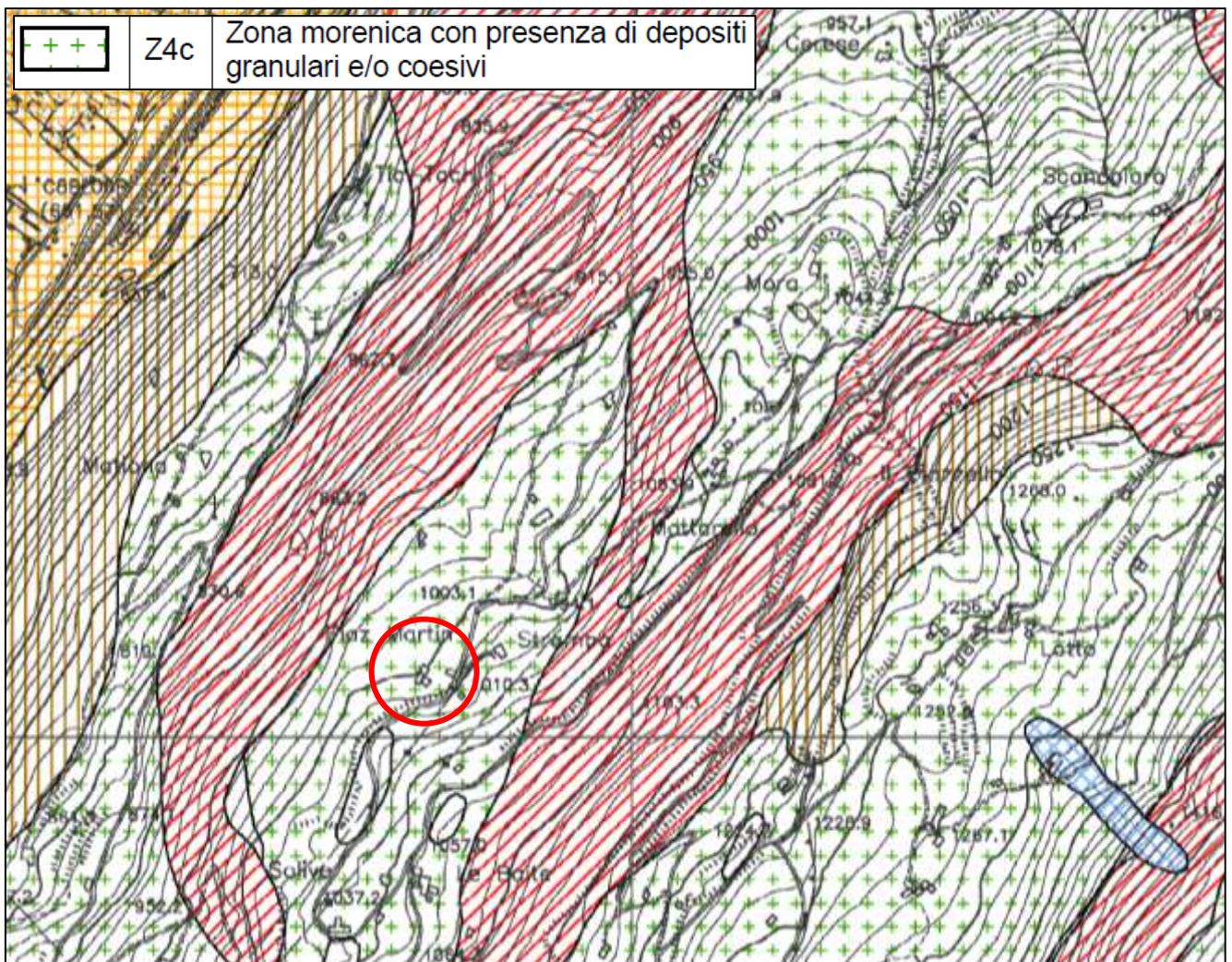


Fig. 9 - Stralcio “Carta della pericolosità sismica locale” del P.G.T. del Comune di Grosio e relativa legenda

Pur ricadendo l’area in esame in zona sismica 3 e nello scenario Z4c, dato che i terreni naturali in oggetto appartengono alla categoria di sottosuolo A, secondo la normativa vigente NON dovrà essere approntata l’analisi sismica di 2° livello.

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



5.2. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA HVSR

In data **30 gennaio 2025** è stata effettuata un'indagine indiretta di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3, che ha permesso di ricavare la categoria del sottosuolo e, attraverso la variazione della velocità sismica nel sottosuolo, di ottenere approssimativamente la stratigrafia.

L'indagine è stata svolta in corrispondenza del terreno di proprietà situato a Est - Sud - Est rispetto al fabbricato esistente, ove è previsto l'ampliamento come indicato nella corografia a seguire.



Fig. 10 – Stralcio elaborato progettuale “PLANIMETRIA” estratto della tavola “2 STATO DI FATTO – PIANTE, PROSPETTI, SEZIONI E VISTR 3D” con ubicazione punto di esecuzione indagine di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3 (esagono viola)

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”



Con il tromografo ECHO TROMO-3 è possibile eseguire misure HVSR e MASW su 3 canali con *trigger*. Di seguito sono indicate le principali caratteristiche tecniche dello strumento:

Number of channels	3 with differential input
AD conversion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preamplify gain	1-2-4-8-16-32
Frequency response MASW	0 to 400Hz (1KSPS)
Frequency response HVSR	Selectable 78-155-311-415-622-1244 Hz
Sampling Interval	12.8 -6.4-3.2-2.4-1.6-0.8 ms
Record Length	Depends on the SDcard capacity
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	1Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSPS)
Noise	0,25uV, 2ms 36dB
Delay	0 to 100 sec
Temperature range	-30°C +70°C
Power	9.6 Volt
Continuous recording	yes
Output format:	SEGY / SAF (SESAME ASCII FORMAT)

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo $V_{s,eq}$ attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z) con una singola stazione.

Si esegue un'operazione detta di *windowing*, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta *Long Period*, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "*long*", che sono sincronizzate fra le tracce. Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di *Fourier*. Quest'ultimo viene sottoposto a *tapering* e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione *X*, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione *Y*, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale *Z*, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale *H/V* per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di *windowing*.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale *H/V* medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di *Rayleigh*, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{s_eq} .



Fig. 11 – Documentazione fotografica del punto di esecuzione dell'indagine di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3

Di seguito si riportano i dati sismici ottenuti dall'indagine indiretta di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3.

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	900 s
Frequenza di campionamento:	172,00 Hz
Numero campioni:	154800
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



Grafici tracce:

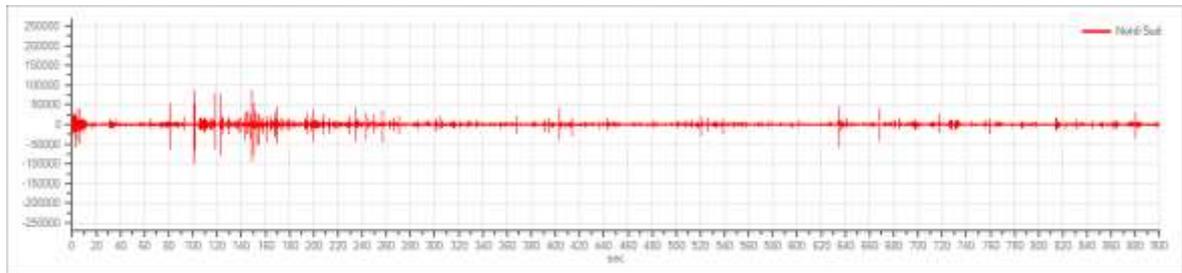


Fig. 12 – Traccia in direzione Nord-Sud

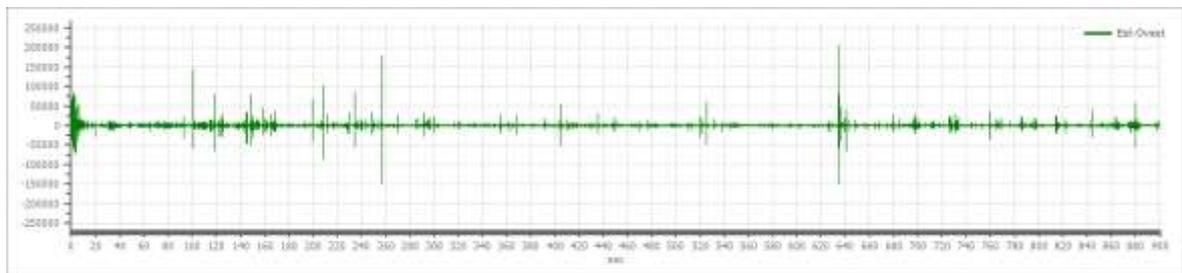


Fig. 13 – Traccia in direzione Est-Ovest

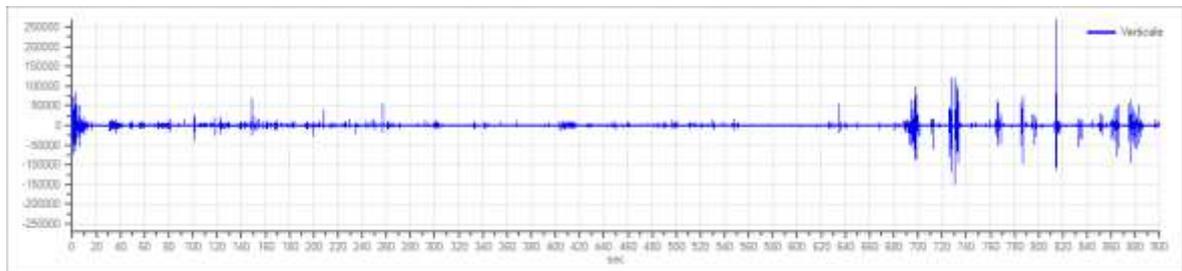


Fig. 14 – Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate:	25
Numero finestre incluse nel calcolo:	20
Dimensione temporale finestre:	20,000 s
Tipo di lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15,00%

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZZA MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"

**Tabella finestre:**

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	60	80	Esclusa
2	80	100	Inclusa
3	100	120	Inclusa
4	120	140	Inclusa
5	140	160	Inclusa
6	180	200	Inclusa
7	200	220	Esclusa
8	260	280	Inclusa
9	280	300	Esclusa
10	300	320	Inclusa
11	340	360	Inclusa
12	440	460	Inclusa
13	480	500	Inclusa
14	500	520	Inclusa
15	540	560	Inclusa
16	580	600	Inclusa
17	600	620	Inclusa
18	660	680	Esclusa
19	680	700	Inclusa
20	700	720	Inclusa
21	720	740	Inclusa
22	740	760	Esclusa
23	760	780	Inclusa
24	780	800	Inclusa
25	800	820	Inclusa

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSRPROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN
LOCALITÀ PIAZZA MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



Grafici tracce con finestre selezionate:

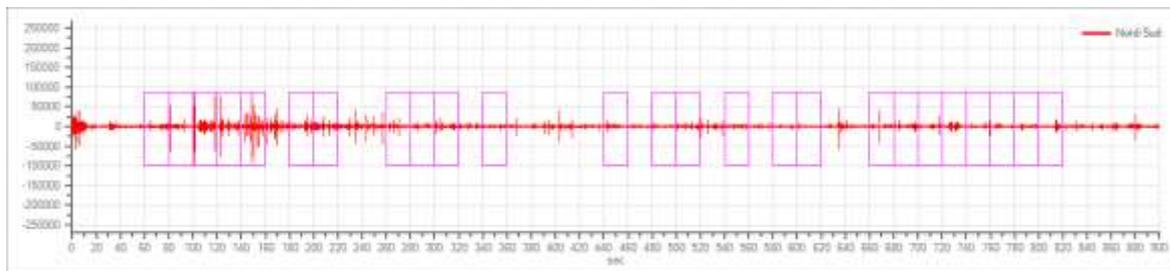


Fig. 15 – Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

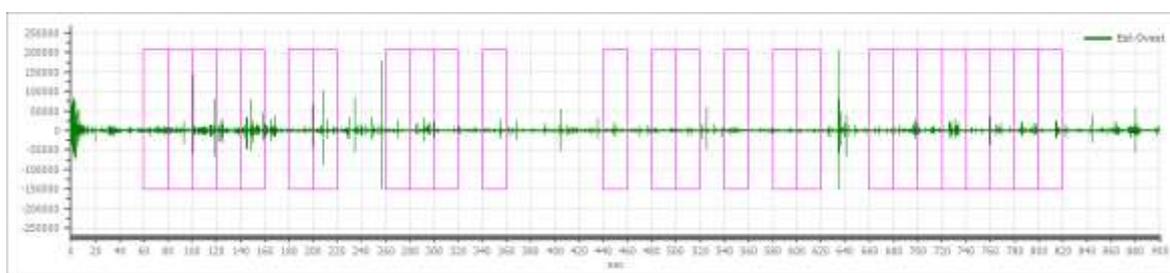


Fig. 16 – Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

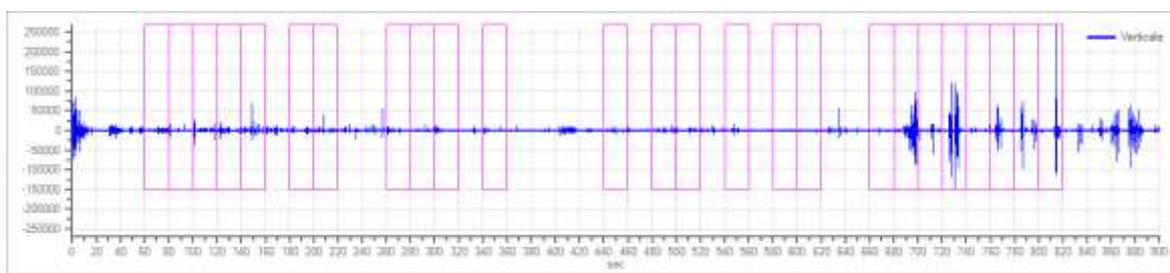


Fig. 17 – Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri

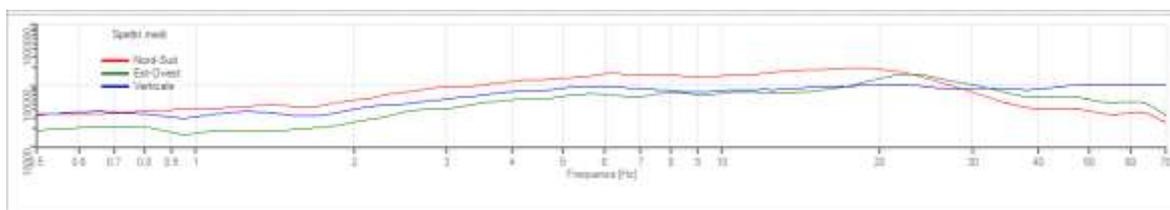


Fig. 18 – Spettri medi nelle tre direzioni

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL’IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZZA MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”

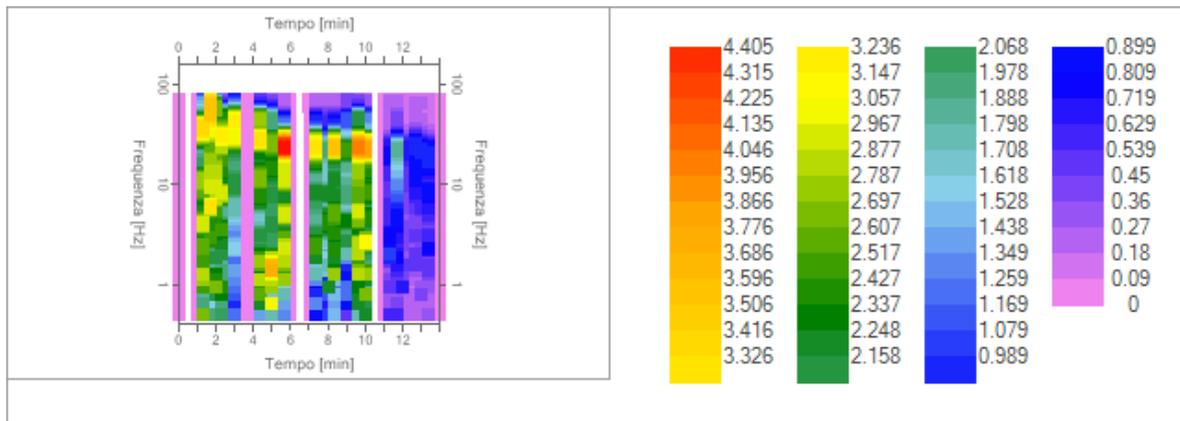


Fig. 19 – Mappa della stazionarietà degli spettri

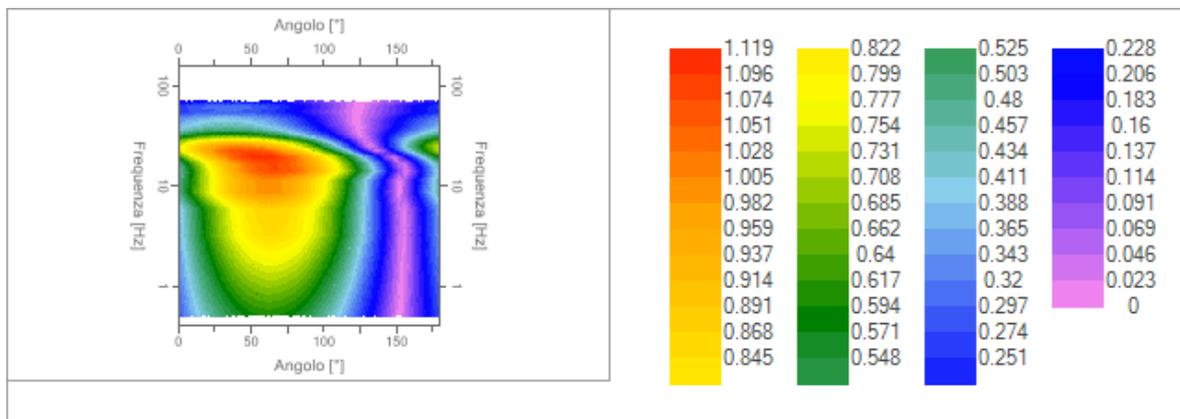


Fig. 20 – Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

- Frequenza massima: 70,00 Hz
- Frequenza minima: 0,50 Hz
- Passo frequenze: 0,15 Hz
- Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
- Percentuale di lisciamento: 15,00%
- Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 20,75 Hz ± 0,68 Hz

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Grafico rapporto spettrale H/V

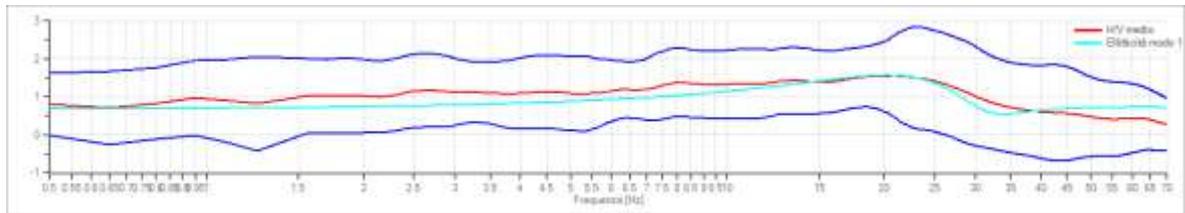


Fig. 21 – Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	---
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	---
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	---
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	---
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	---
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	---
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	3
Frequenza del picco dell'ellitticità:	20,30 Hz
Valore di disadattamento:	0,48
Valore Vseq:	394,98 m/s dal punto di esecuzione del rilievo sismico

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0,00	0,80	18	0,30	330
2	0,80	4,30	18	0,35	410
3	5,10	---	22	0,30	900

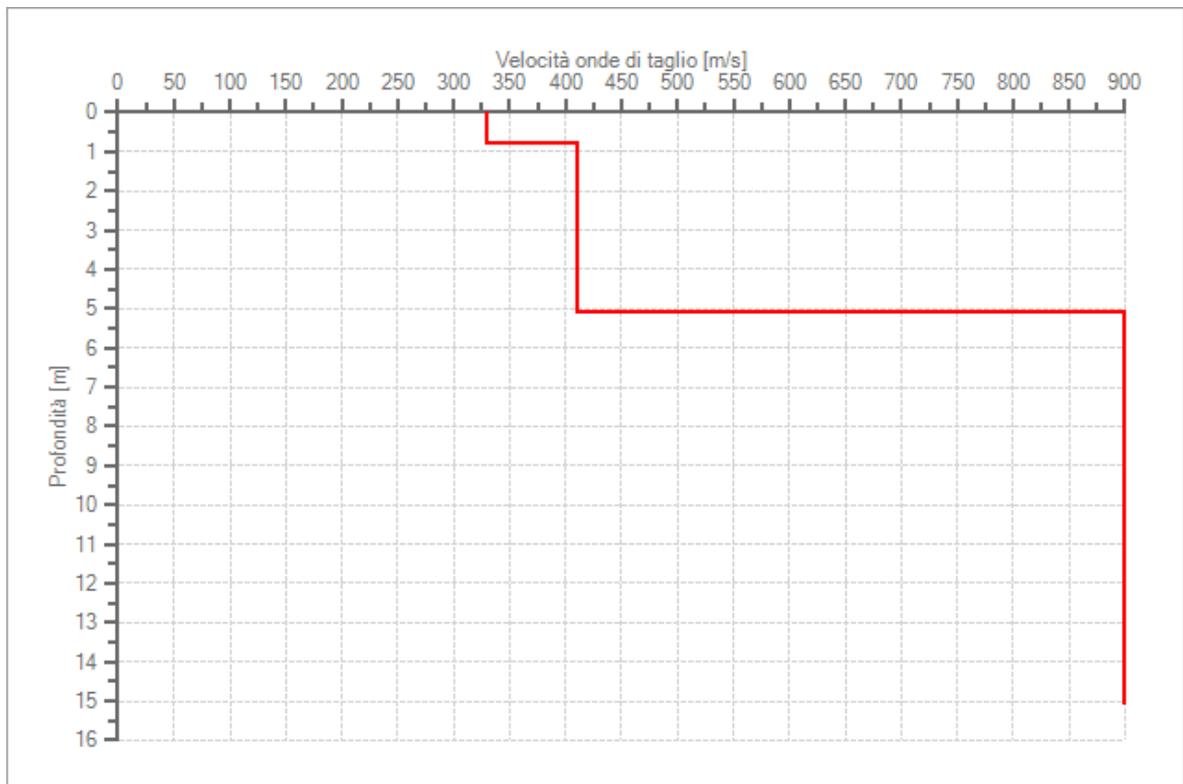


Fig. 22 – Profilo delle velocità delle onde di taglio



6. ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI, VERIFICA P.A.I. E P.G.T.

Le pubblicazioni consultate hanno fornito le seguenti classificazioni / indicazioni:

- Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia – Territorio e Rischi Idrogeologici Regione Lombardia (il versante è indicato come contraddistinto da “DGPV – Deformazioni Gravitative Profonde di Versante”. Non sono stati rilevati segni o indizi di movimenti recenti);

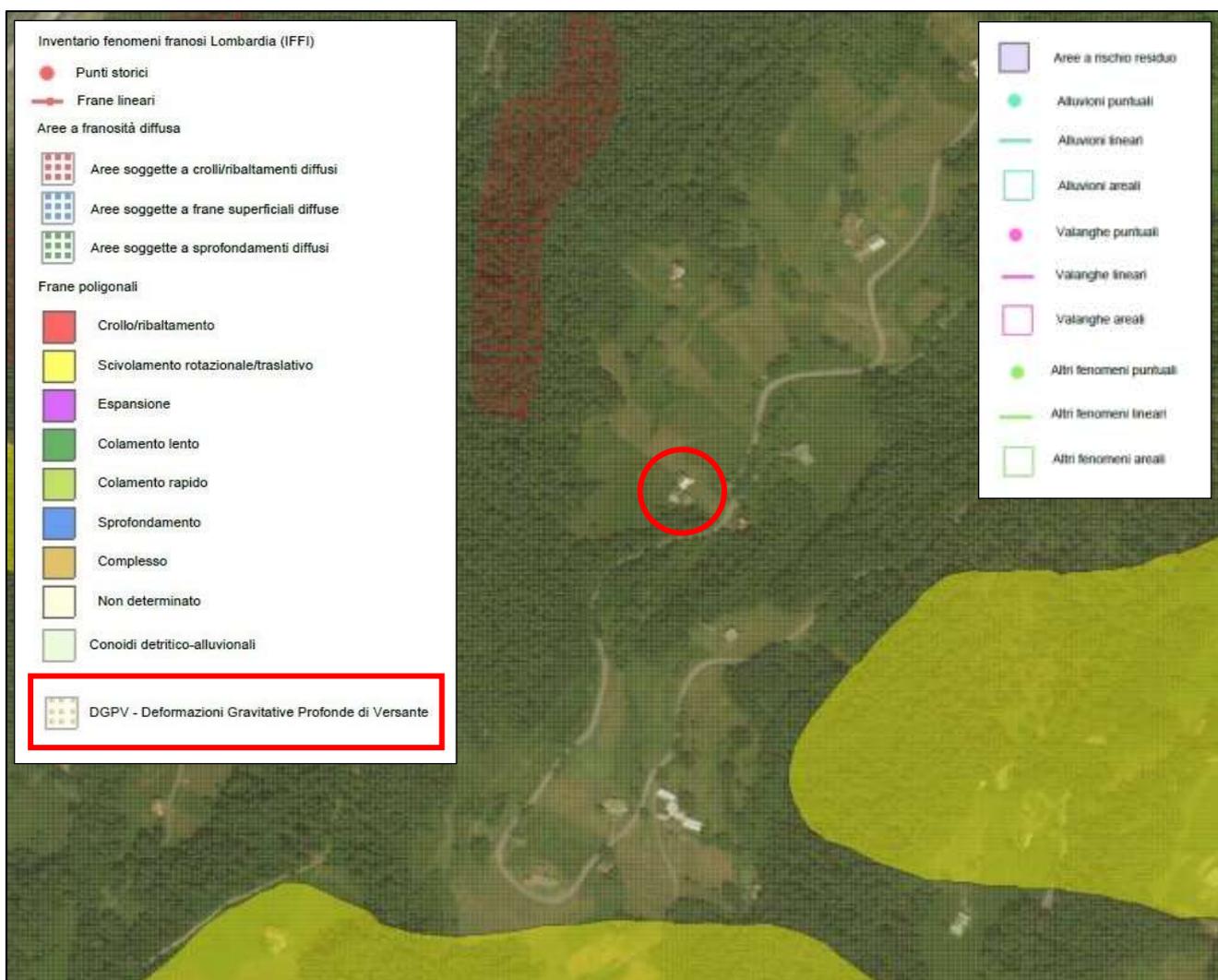


Fig. 23 – Stralcio Carta Inventario Frane e Dissesti Regione Lombardia (fonte S.I.T. Regione Lombardia)

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZZA MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”



- Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (l'area in esame NON ricade all'interno delle perimetrazioni P.A.I.);



Fig. 24 – Stralcio carta “PAI vigente” e relativa legenda (fonte S.I.T. Regione Lombardia)

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”



- Carta di localizzazione probabile valanghe della Regione Lombardia (S.I.R.VAL.) - Territorio e Rischi Idrogeologici Regione Lombardia (NESSUNA SEGNALAZIONE);

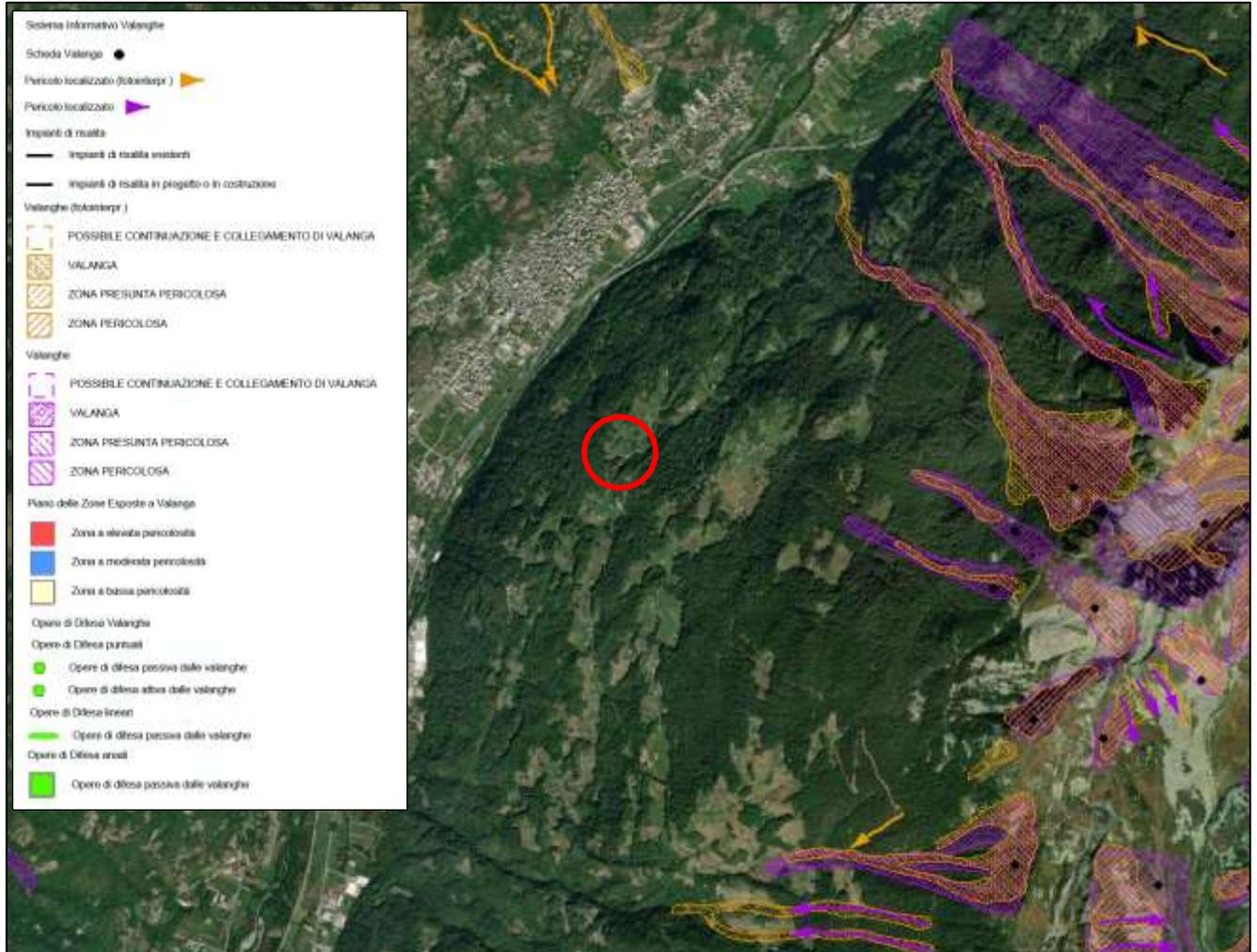


Fig. 25 – Stralcio Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (fonte S.I.T. Regione Lombardia)

- Centri Instabili della Provincia di Sondrio – CNR / Regione Lombardia (NESSUNA SEGNALAZIONE);



- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – PGRA Vigente 13/09/2024 - Pericolosità (NESSUNA SEGNALAZIONE).

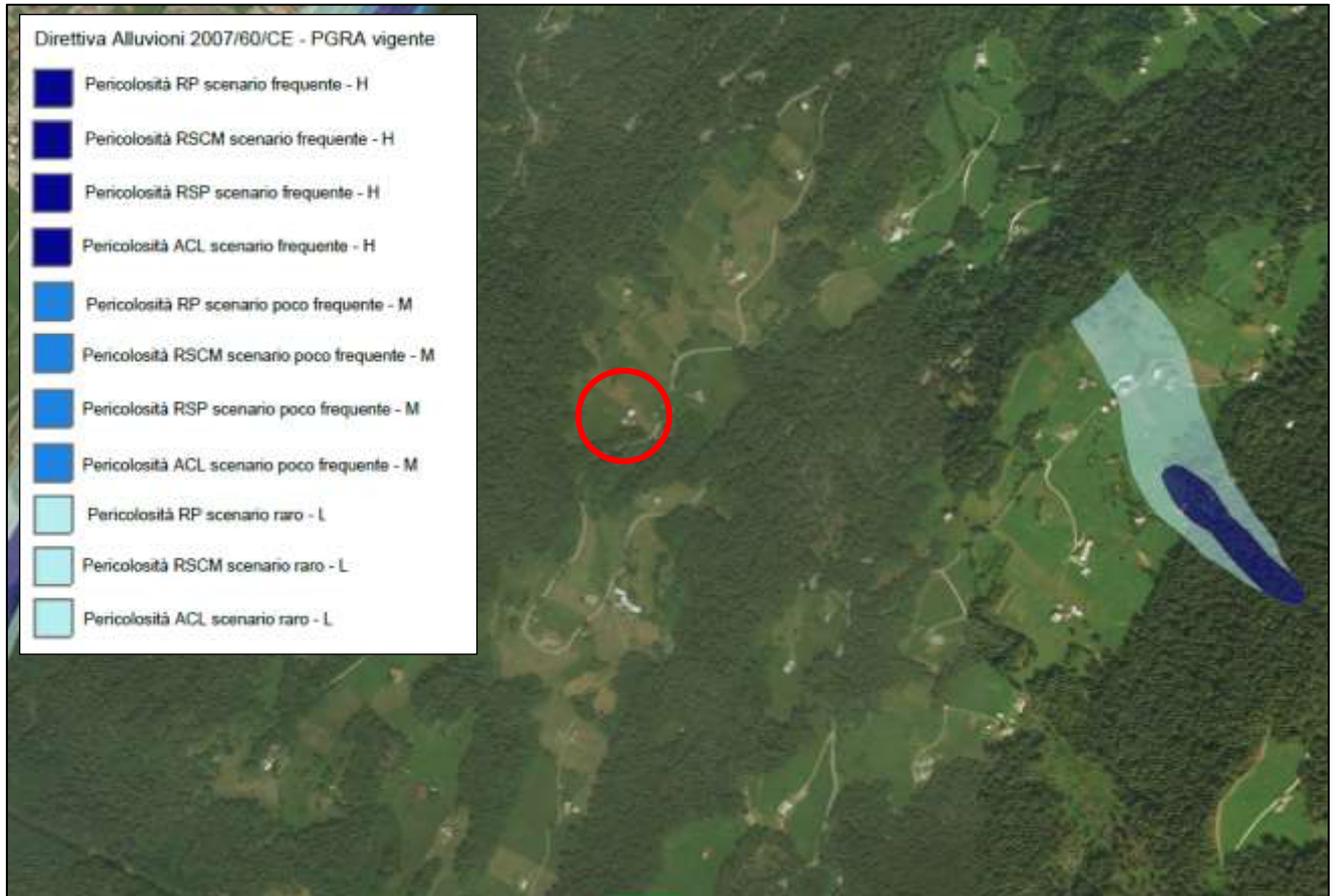


Fig. 26 – Stralcio carta Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – PGRA Vigente – Pericolosità (fonte S.I.T. Regione Lombardia)

L'area oggetto di studio risulta inserita in **Classe di fattibilità 2A**, secondo lo studio geologico di fattibilità a supporto del vigente P.G.T. ; scopo del presente studio anche la verifica delle prescrizioni / indicazioni contenute nelle N.T.A. di quanto sopra (classificazione e classe di fattibilità).

In fase di sopralluogo NON sono state individuate situazioni di dissesto potenziali o in atto.

RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR

PROGETTO DI "RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZZA MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108"



7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

In considerazione del contesto geologico - geomorfologico locale, delle evidenze di superficie relative alla natura dei terreni / roccia (depositi morenici quaternari) noti allo scrivente e dell'assenza nel fabbricato oggetto di intervento di segni di lesionamento e di cedimento da imputare a scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, allo stato attuale NON sono state svolte indagini geognostiche dirette.

Si raccomanda in fase esecutiva di verificare (anche mediante visione diretta dei fronti e del fondo di scavo) e di confermare le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni in corrispondenza dei nuovi piani di fondazione e la eventuale presenza di materiali naturali o riporti con scadenti caratteristiche geotecniche.



8. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

8.1. STRATIGRAFIA IPOTIZZATA

La stratigrafia è stata dedotta dalle evidenze di superficie, dalle conoscenze dello scrivente, dai dati disponibili in bibliografia ed archivio e dall'indagine di sismica passiva HVSR con strumentazione ECHO TROMO HVSR 3.

Quest'ultima mette in mostra la presenza di un sismostrato superficiale con uno spessore di 0,80 m ed una V_s pari a 330 m/s (STRATO SISMICO 1), seguito da un secondo sismostrato con potenza di 4,30 m e V_s pari a 410 m/s (STRATO SISMICO 2). Oltre -5,10 m di profondità la prova ha identificato la presenza di un sismostrato con V_s pari a 900 m/s che presumibilmente rappresenta il *bedrock* alterato o depositi molto addensati (STRATO SISMICO 3).

Detto ciò, si prevede alla quota di imposta delle fondazioni la presenza di depositi morenici quaternari moderatamente addensati / addensati costituiti da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice limosa – sabbiosa.

8.2. PARAMETRI GEOTECNICI

Nel presente paragrafo si riportano i parametri geotecnici riferiti ai terreni in esame. Si sottolinea che l'area in esame è ben nota allo scrivente e che tali parametri sono stati ricavati da dati di archivio e/o bibliografici.

Depositi morenici quaternari moderatamente addensati / addensati:

✓ PESO NATURALE TERRENO (γt)	1,80 – 1,90 (t/m^3) ;
✓ PESO NATURALE TERRENO IMMERSO (γt)	0,90 – 1,00 (t/m^3) ;
✓ ANGOLO DI ATTRITO (φ)	$33^\circ \pm 1$;
✓ COESIONE NON DRENATA (C_u)	0,00 - 0,10 (kg/cm^2) ;
✓ MODULO ELASTICO (E)	150 - 200 (kg/cm^2) ;
✓ COEFF. DI REAZIONI [per fondazione larga 0,3 m] (K_w)	6 - 8 (kg/cm^3) .

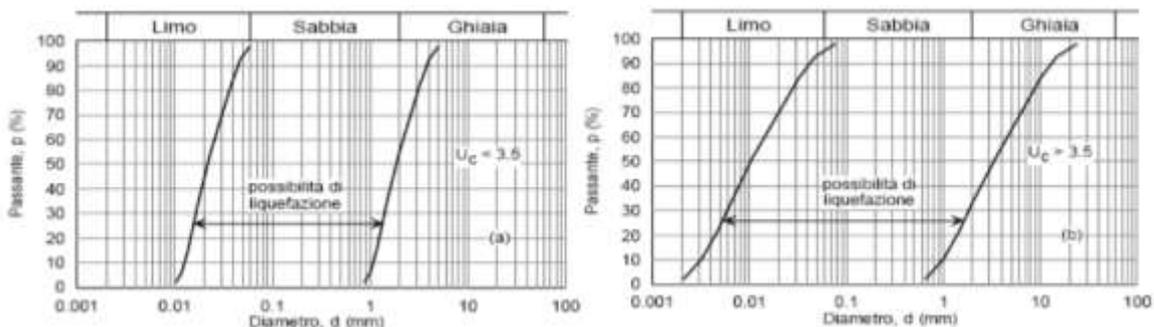
RELAZIONE GEOLOGICA (R1-R3) E GEOTECNICA (R2) CON RILIEVO DI SISMICA PASSIVA HVSR



9. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

La verifica alla liquefazione può essere omessa in conseguenza della soddisfazione di almeno una delle condizioni di cui a seguire:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1 g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinato in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ (grafico a sinistra) e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (grafico a destra).



Per quello che riguarda la condizione 1, tenendo conto dei parametri e dei coefficienti sismici ricavati per il sito in esame (riferimento *Cap. 5.1. Inquadramento sismico generale*) risulta che per lo stato limite SLV si ha un valore di $a_{g,max}$ (accelerazione orizzontale massima attesa al sito) inferiore a $0,1 g$.

Pertanto, poiché la condizione 1 è soddisfatta, si può omettere la verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione per i terreni di sedime.



10. APERTURA, SOSTEGNO E PROBLEMATICHE RELATIVE AI FRONTI DI SCAVO

Come si evince dagli elaborati di progetto è prevista l'esecuzione di uno sbancamento con un'altezza del fronte massima pari a circa 3,00 m.

In considerazione della natura e dei parametri geotecnici dei terreni oggetto di scavo, nell'apertura dei fronti di scavo si dovranno adottare delle inclinazioni massime pari a 45° - 50°.

Si rammenta che gli scavi in terreno naturale andranno mantenuti aperti per il minor tempo possibile ed il bordo coperto mediante teli impermeabili, nel caso di abbondanti piogge (per evitare erosioni dovute agli agenti atmosferici e alle acque selvagge), evitando sovraccarichi in prossimità dei cigli superiori di scavo (passaggio automezzi, depositi provvisori di materiali ed attrezzatura, installazione di gru e macchine pesanti, ecc.), nonché evitando il passaggio delle maestranze a tergo delle opere di sostegno in presenza di scavi aperti e non protetti. Qualora si dovessero manifestare indizi o segnali di instabilità, i lavori andranno sospesi ed andrà verificato il sussistere delle condizioni di sicurezza.



11. STABILITA` GLOBALE *POST OPERAM*

In considerazione:

- del contesto geologico – geomorfologico – idrogeologico locale (area stabile ed assenza di dissesto);
- della natura e dei parametri geotecnici dei terreni oggetto di studio (depositi morenici quaternari);
- della tipologia di intervento edilizio (ristrutturazione edilizia con ampliamento dell'immobile esistente);

si è ritenuto dispensabile lo svolgimento di analisi di stabilità globale dell'area *post-operam*.

Non sono previsti incrementi di carico che possano determinare situazioni critiche per la stabilità.



12. ANNOTAZIONI CONCLUSIVE

È stata redatta la presente relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 11.03.88, del D.M. 159 del 14.09.2005 e del D.M. 17.01.2018 (*Aggiornamento NTC 2018* entrato in vigore il 22.03.2018) allo scopo di evidenziare eventuali problematiche di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico alla fattibilità di quanto in progetto (**PROGETTO DI “RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO DELL'IMMOBILE SITUATO IN LOCALITÀ PIAZ MARTIN NEL COMUNE DI GROSIO E DISTINTO AL F.73 PART.108”**).

L'indagine condotta ha verificato la COMPATIBILITÀ delle opere in progetto con l'assetto geologico, idrogeologico e sismico locale.

L'imposta delle nuove opere di fondazione dovrà essere realizzata in corrispondenza dello strato di depositi caratterizzati da un grado di addensamento elevato / molto elevato. Durante le operazioni di scavo delle fondazioni si dovrà riservare attenzione alla natura dei depositi e dovranno essere segnalate eventuali difformità o repentine variazioni litologiche non rilevabili dalle indagini svolte nel presente documento.

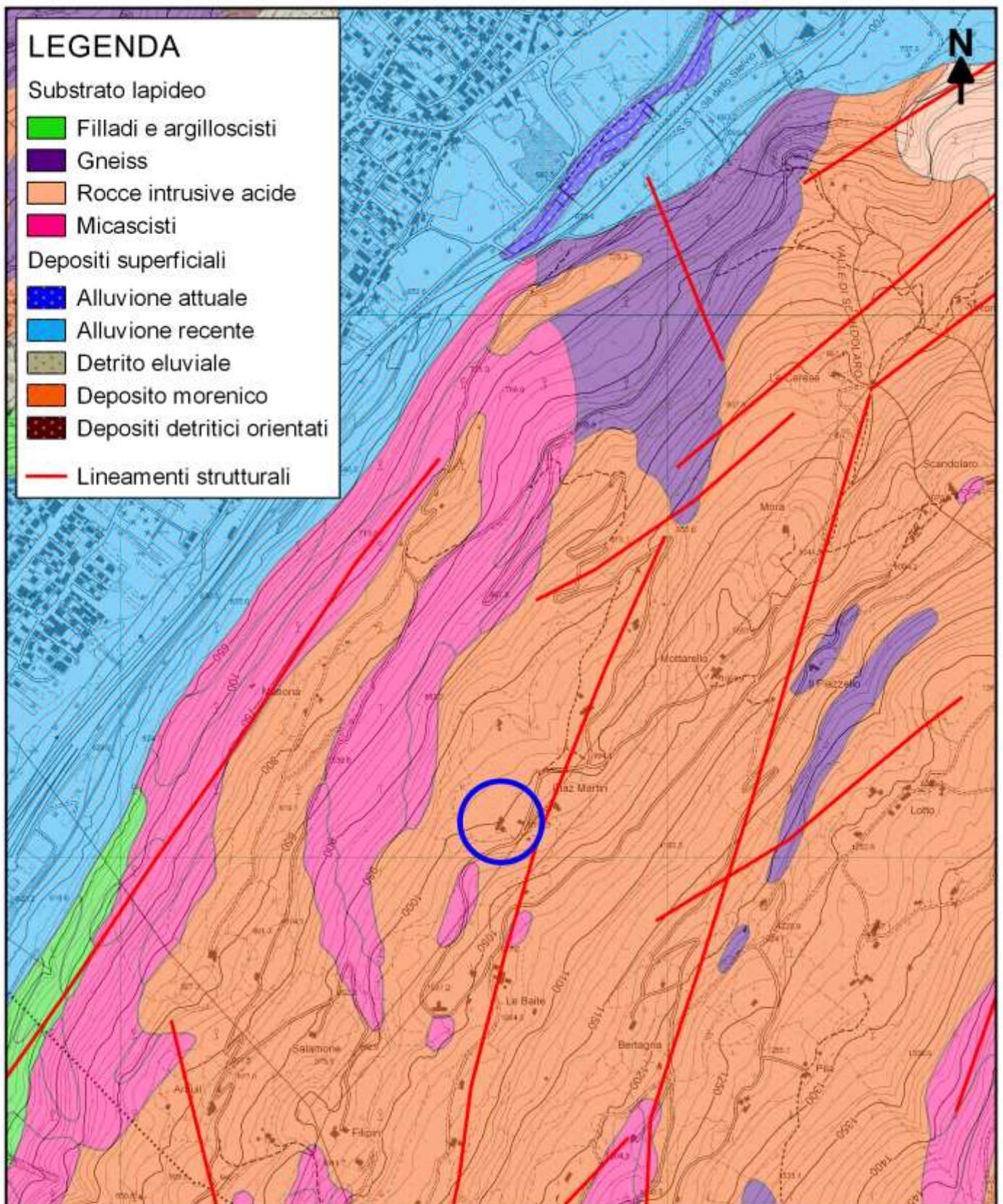
Nella realizzazione delle sistemazioni esterne particolare cura andrà posta nell'evitare di modificare l'assetto geologico ed idrogeologico stabilizzatosi nel tempo e, inoltre, nella raccolta e smaltimento delle acque di scorrimento superficiale e sottosuperficiale.

Si rinnova in ogni caso la disponibilità dello scrivente ad effettuare ulteriori sopralluoghi in corso d'opera qualora emergessero situazioni geologiche non previste nel presente studio.

Cercino, lì marzo 2025

Dr. Fabrizio Bigioli Geologo

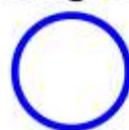
(documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005)



CARTA GEO LITOLOGICA

scala 1:10.000

Estratto cartografico geo ambientale Regione Lombardia



area di studio