

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. RELAZIONE GEOLOGICA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RILIEVI E CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>13</b>

Allegati:  
Report Relazione di calcolo

## 1. PREMESSA

Su incarico di Comune di Calolziocorte (LC), si redige il presente Progetto Esecutivo a supporto dell'intervento di messa in sicurezza di un'area soggetta a fenomeni di caduta massi provenienti dalle pareti rocciose presenti a monte di Via Favirano, in Comune di Calolziocorte (LC).



*Figura 1: Foto aerea (Google Earth)*

L'area oggetto di intervento si colloca nella porzione orientale del territorio comunale di Calolziocorte (LC) lungo il versante a monte di Via Favirano nel tratto a ridosso del primo tornante dopo l'incrocio stradale con Via Nuova per Sopracornola.

Il presente elaborato costituisce la Relazione geologica a supporto del progetto definitivo degli interventi necessari alla mitigazione del rischio di crolli e caduta massi.

## **2. RELAZIONE GEOLOGICA**

### **2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area si ubica su un versante con immersione verso S, e inclinazione media di circa 25°-35°, con diffusa copertura a bosco e con aree tenute a prato in parte terrazzate a scopo agricolo. L'area in oggetto si sviluppa a monte della strada via Favirano che raggiunge la frazione di Favirano.

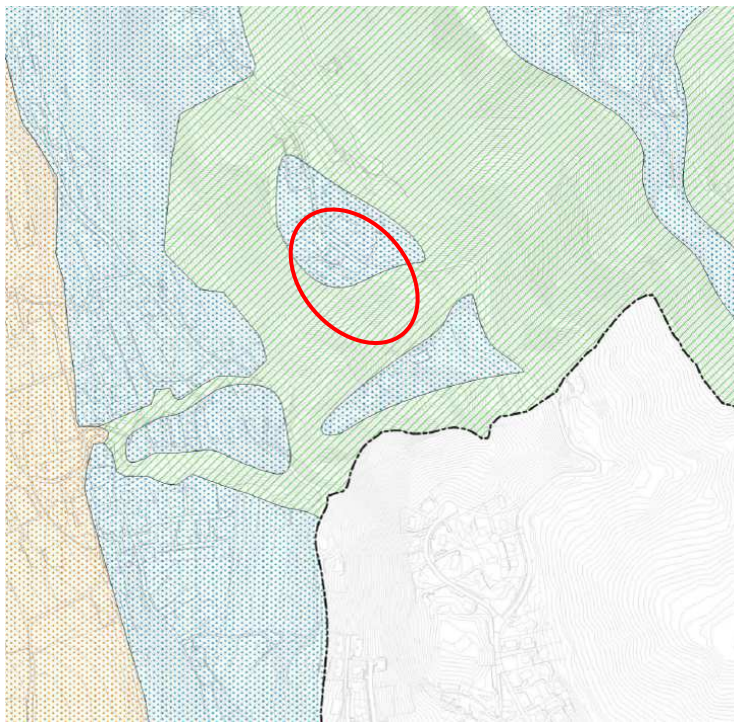
Dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso, di natura flyschoidale (Flysch di Pontida) costituite da arenarie, marne e conglomerati d'età Turoniano medio – superiore, che è localizzato in piccoli affioramenti sparsi lungo il versante e lungo la strada, sul ciglio di monte a NW, e lungo il sentiero posto a monte a NE.

Tipica formazione di origine torbiditica, costituita da alternanze di arenarie (o calcareniti) e peliti, il cui rapporto è variabile lungo la successione considerata. Le arenarie di colore grigio ferro, assumono per alterazione una colorazione marrone; le peliti interstrato sono di colore marroncino rossastro subordinatamente grigio.

Tale formazione è arealmente la più diffusa nel comune di Calolziocorte, affiorando nella porzione sommitale del territorio comunale. Spaccati molto significativi si hanno all'interno della forra del torrente Serta e sulla strada che sale da Lorentino a Sopracornola.

In particolar modo affiora a monte dell'area in oggetto, dove è presente una scarpata, abbastanza liscia e molto acclive, avente ampiezza di circa 20-30 m ed altezza di circa 10-14 m dalla quale sono crollati i blocchi segnalateci.

Il substrato roccioso è ricoperto da una coltre di depositi eluvio colluviali di natura sabbioso limosa con frammenti di roccia arenaceo marnosa.

**Depositi superficiali**

	<b>Depositi glaciali</b>	Depositi a granulometria eterogenea, costituita da frazioni fini quali sabbie limose, inglobanti ciottoli e blocchi spigolosi di natura ignea e metamorfica
	<b>Depositi lacustri</b>	Argille e limi di colore grigio-bluastro, con orizzonti di materiale torboso; tali depositi possono presentare anche lenti di materiale alluvionale (ghiaie e sabbie)
	<b>Depositi di conoide</b>	Accumuli a forma di ventaglio, depositati allo sbocco di impluvi e valli. La granulometria di tali depositi è costituita da sabbie e ghiaie, con prevalenza di granulometrie grossolane nelle parti apicali delle conoidi e fini in quelle distali
	<b>Depositi di versante</b>	Clasti spigolosi di dimensione variabile, dovuti alla disgregazione delle scarpate rocciose a monte. Tali depositi appaiono spesso colonizzati dalla vegetazione e/o cementati a causa della circolazione di acque calcaree
	<b>Depositi di frana</b>	Costituiti dal franamento della coltre detritica cementata soprastante e, subordinatamente, da blocchi e massi franati dalle pareti di roccia a monte

**Substrato roccioso**

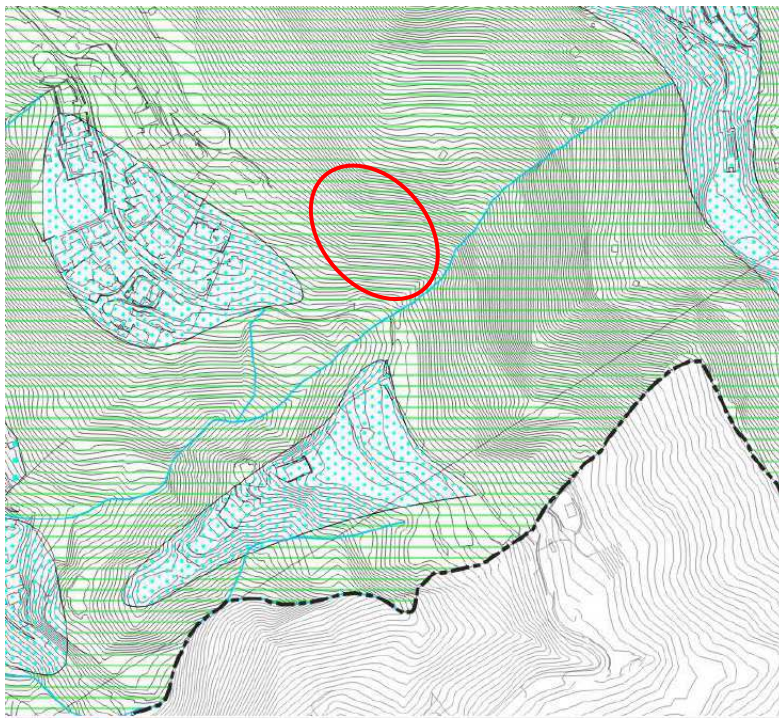
	<b>Flysch di Pontida</b>	Formazione torbida, costituita da alternanze di peliti, di colore marrone-rossastro, e arenarie, con colorazione grigio ferro. Il rapporto arenarie-peliti è variabile lungo la successione (Turoniano medio-sup.)
	<b>Formazione Mista</b>	Alternanza di peliti, argilliti, arenarie, mame e calcari in strati di spessore variabile tra 10 ed 80 cm (Turoniano medio-Albiano)
	<b>Maiolica</b>	Calcari micritici color avorio con stratificazione decimetrica (20-50 cm) e noduli di selce interstrato di colore grigio-blu (Barroniano inf.-Neoconiaciano)
	<b>Selcifero</b>	- Radiolanti: selci in strati decimetrici (10-30 cm) di colore violaceo o grigio-viola - Rosso ad Aptici: mame calcaree di color violaceo in strati con spessore variabile tra 20-50 cm
	<b>Rosso Ammonitico</b>	Mame nodulari e calcilutiti marmose di colore rosso mattone con strati di spessore compreso tra 10-40 cm (Toarciano-Bajociano)
	<b>Calcare di Domaro</b>	Calcari marnosi di colore grigio chiaro in strati di spessore decimetrico (20-60 cm) con selce nera interstrato (Domeniano)

*Carta geologica del PGT comunale di Calolziocorte con ubicazione dell'area di studio***2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO**



Dal punto di vista dell'idrografia superficiale non si segnalano incisioni torrentizie o rogge nelle immediate vicinanze; l'impluvio più vicino si trova circa 50-60 m a SE; per quanto riguarda la circolazione idrica profonda non si hanno evidenze, anche se è probabile la circolazione al contatto tra copertura superficiale e substrato roccioso.

Il rilievo effettuato e scavi eseguiti nella vicinanza non hanno mostrato la presenza di acqua o filtrazioni idriche, particolari, in funzione della limitata profondità del substrato roccioso non vi è presenza di falda acquifera, si può ipotizzare una modesta e limitata circolazione idrica al contatto tra copertura superficiale e substrato roccioso, che si potrebbe istaurare solo in seguito a fenomeni piovosi intensi e prolungati.









#### Permeabilità del substrato roccioso

-  Substrato roccioso con permeabilità secondaria variabile; internamente alla successione la permeabilità assume valori medio/bassi (Flysch di Pontida, Selsifero, Rosso Ammonitico)
-  Substrato roccioso con permeabilità secondaria da media ad elevata; sono talora presenti condotti carsici (Maiolica, Calcere di Pavesio)

#### Idrogeologia di superficie

-  Delimitazione alvei fluviali (Fiume Adda) e bacini idrici naturali (Lago di Olginate)
-  Reticolo idrico principale
-  Reticolo idrico minore
-  Reticolo idrico minore (tratto intubato)

*Carta idrogeologica del PGT comunale di Calolziocorte con ubicazione dell'area di studio*

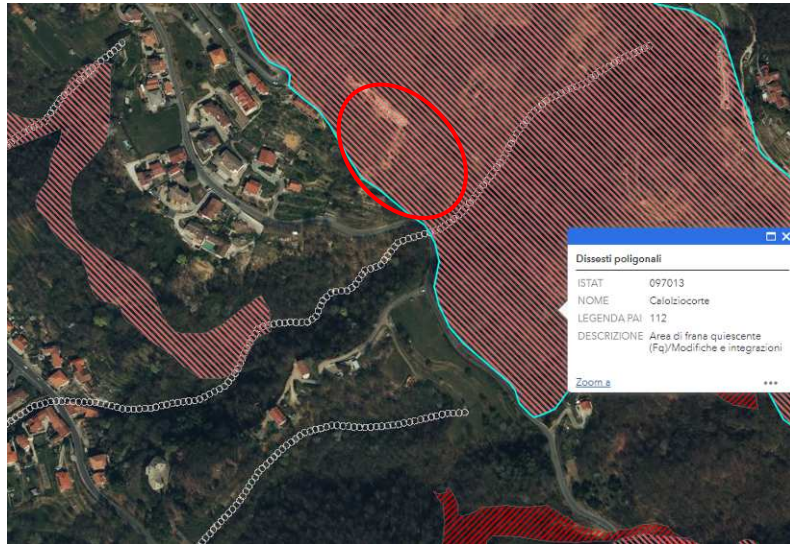
## 2.3 ANALISI CARTOGRAFIA UFFICIALE

Sono state consultate e analizzate alcune delle cartografie ufficiali di riferimento significative dal punto di vista delle condizioni geologiche locali. Si riassume di seguito quanto indicato:

- Studio geologico dal Geoportale della Lombardia

#### Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po (P.A.I.) nella versione vigente

L'area d'intervento in oggetto rientra in un'area di frana quiescente e in un'area a pericolosità media o moderata non perimetrata.



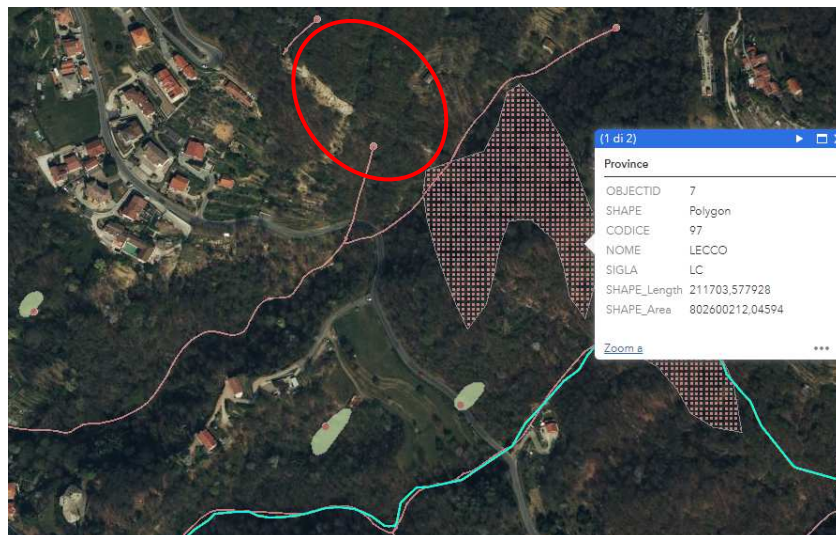
*Estratto della carta PAI tratta dal Geoportale della Lombardia con ubicazione del terreno in oggetto*

### **Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA), revisione 2022**

L'area d'intervento in oggetto **risulta esclusa** da aree soggette a vincolo in relazione al vigente vincolo di cui al Piano Gestione Rischio Alluvioni, e regolamentato a livello regionale con la Deliberazione della Giunta Regionale n°X/6738 del 19/06/2017.

### **Inventario fenomeni franosi (IFFI) – Lombardia**

Il terreno in oggetto non risulta incluso in aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi attivi, riattivati e sospesi. All'interno dell'area sono presenti anche aree di colamento rapito localizzate nei pressi dell'impluvio rilevato. L'inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, realizzato da ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. Per la Lombardia i dati sono aggiornati al 2014.



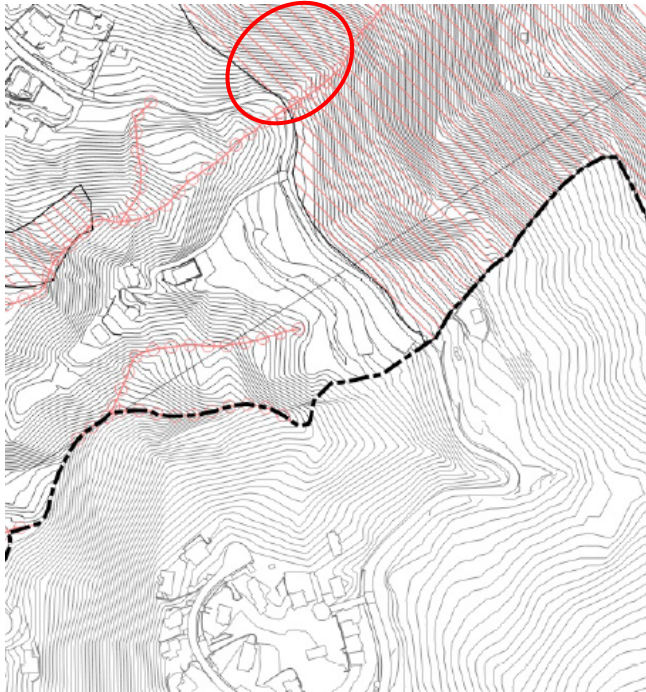
*Estratto della carta IFFI tratta dal Geoportale della Lombardia con ubicazione del terreno in oggetto*







- Studio geologico a supporto del PGT comunale

### Carta dei dissesti con Legenda uniformata PAI

L'area in oggetto risulta inclusa in Aree perimetrate come **aree di frana quiescente** secondo la vigente cartografia PAI.



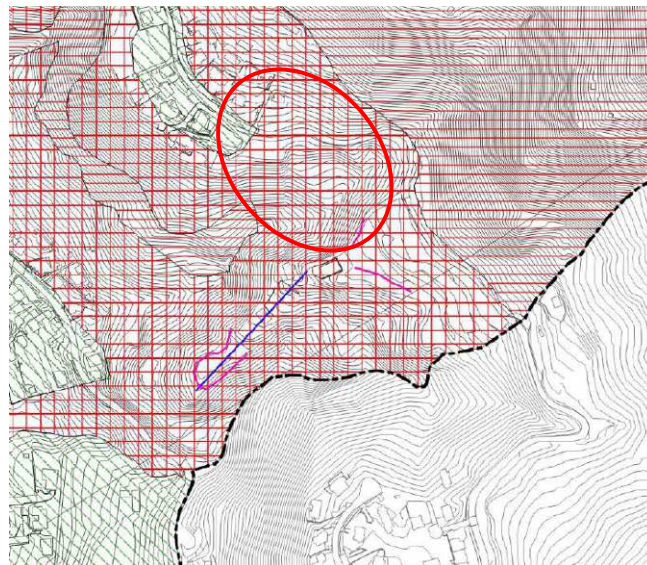
#### Dissesti poligonali

-  Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
-  Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)
-  Area di frana attiva (Fa)
-  Area di frana quiescente (Fq)




*Estratto della carta uniformata PAI tratta dal PGT con ubicazione del terreno in oggetto*

### Carta della Pericolosità Sismica Locale PSL

L'area in oggetto ricade in **area Z1**, più precisamente sia in area Z1b caratterizzata da movimenti di frana quiescenti e in Z1c, zona potenzialmente franosa o esposta a pericolo frana.



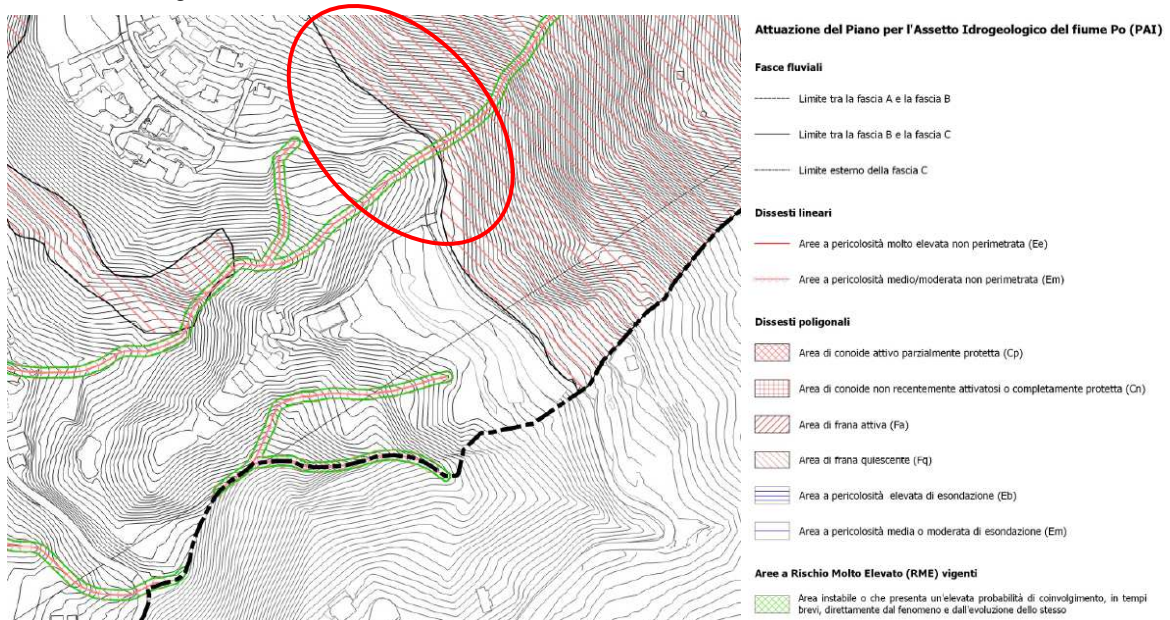
**Effetto locale: instabilità dei versanti**

-  Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
-  Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
-  Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana

*Estratto della carta della pericolosità di sismica locale PSL tratta dal PGT con ubicazione del terreno in oggetto*

### **Carta dei Vincoli di carattere geologico**

L'area in oggetto rientra in aree di frana quiescente secondo quanto riportato nella vigente cartografia dei vincoli allegata al PGT Comunale.

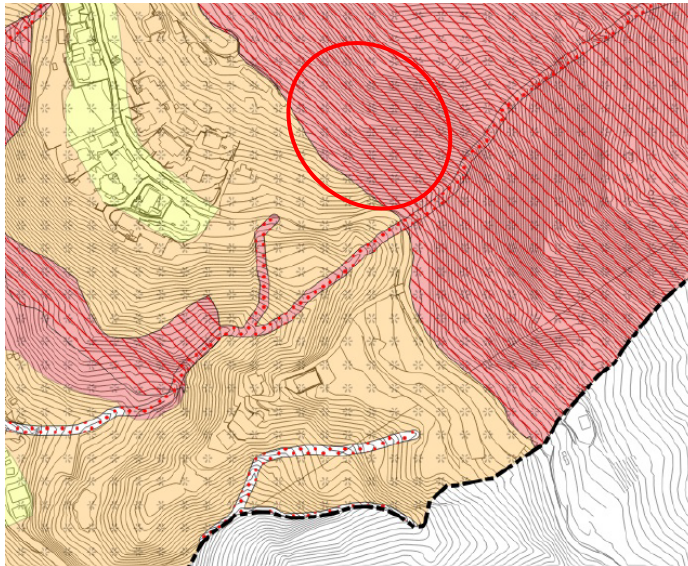


*Estratto della Carta dei vincoli allegata al PGT comunale con ubicazione del terreno in oggetto*








### **Carta di Fattibilità Geologica**

Il terreno in esame ricade in **classe 4**, ossia fattibilità con gravi limitazioni.





Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

-  Sottoclasse 4a Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)
-  Sottoclasse 4b Aree di frane quiescenti
-  Sottoclasse 4c Aree in erosione accelerata (ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)
-  Sottoclasse 4d Aree a franosità attiva superficiale diffusa (settori di versante con attività maggiore di 20-25%)
-  Sottoclasse 4e Aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267) - Zona 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso
-  Sottoclasse 4f Aree delimitate:  
- dalle fasce fluviali A del PAI  
- dalle aree allagabili RP (P3/H)  
- dalle aree a rischio idraulico ad idrogeologico molto elevato (R4)
-  Sottoclasse 4g Aree delimitate:  
- dalle aree allagabili RSCH (P3/H)

*Estratto della Carta della fattibilità geologica allegata al PGT comunale con ubicazione del terreno in oggetto*

## Carta di Sintesi

Nella carta di sintesi l'area d'intervento in oggetto risulta inclusa in aree con frane quiescenti.

## 2.4 INQUADRAMENTO SISMICO

La normativa di riferimento è la seguente:

- L.R. 11 marzo 2005 n.12 e s.m.i. (in particolare DGR 30 novembre 2011 – n. IX/2616)
- D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 (aggiornamento delle zone sismiche in Lombardia)
- D.M. 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni)

Per l'applicazione della normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003), l'intero territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche con grado di pericolosità crescente da 4 a 1 (vedi classificazione sismica dei comuni italiani, aggiornata con D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129). Ciascuna zona è contrassegnata da un valore del parametro di accelerazione di picco orizzontale al suolo ( $A_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale.

Come già definito al paragrafo 1, ai sensi della zonazione sismica del 2014, Il Comune di Calolziocorte di Brianza (LC) per quanto riguarda il rischio sismico si colloca in in **Zona Sismica 3** (bassa), con valore di **Accelerazione Massima ( $A_{gMax}$ ) pari a 0,06733 g** (D.G.R. 11 luglio 2014 – n. X/2129).

#### **2.4.1 Valutazione della categoria di suolo sismico ai sensi delle NTC2018**

La classificazione sismica dei terreni può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$ , in base alla quale s'identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione (tab. 3.2.II N.T.C. 2018):

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800,0 m/s, eventualmente comprendenti uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3,0 m;
- B. Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360,0 m/s e 800,0 m/s;
- C. Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30,0 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180,0 m/s e 360,0 m/s;
- D. Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30,0 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100,0 m/s e 180,0 m/s;
- E. Terreni dei sottosuoli di tipo C o D, con profondità del substrato non superiore a 30,0 m.

In assenza di indagini dirette del profilo delle  $V_s$ , basandoci solo sulle evidenze stratigrafiche emerse dai rilievi e dalla presenza di substrato roccioso in parte affiorante e stimabile a profondità ridotte per la porzione di pendio vegetato, si ritiene che il suolo possa rientrare nella **Categoria A**, con un certo margine di incertezza risolvibile eventualmente con la registrazione in sito delle velocità sismiche (es. con registrazione di una linea Masw).

#### **2.4.3 Valutazione della categoria topografica ai sensi delle NTC2018**

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione basata sulle caratteristiche della superficie topografica (tab. 3.2.III N.T.C. 2018):

- 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  $i > 30^\circ$

Se consideriamo come riferimento l'area in oggetto e le immediate vicinanze, possiamo applicare una geometria semplificata al caso in esame, attribuendo al sito una **categoria topografica T2**.

La topografia è stata verificata a scala locale (1:1000).

### 3. RILIEVI E CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

#### 3.1 RILIEVI

Il giorno 04/11/2022 sono stati eseguiti dallo scrivente, con il supporto di RADOMES INSTALLER S.r.l.s., dei rilievi di dettaglio delle pareti rocciose a monte di Via Favirano, i quali hanno compreso sia i rilievi sulle direttrici orizzontali alla base e sul ciglio di monte delle pareti, sia i rilievi sulle direttrici verticali delle medesime.

L'area in oggetto è stata suddivisa in tre parti principali in base alla parete in esame:

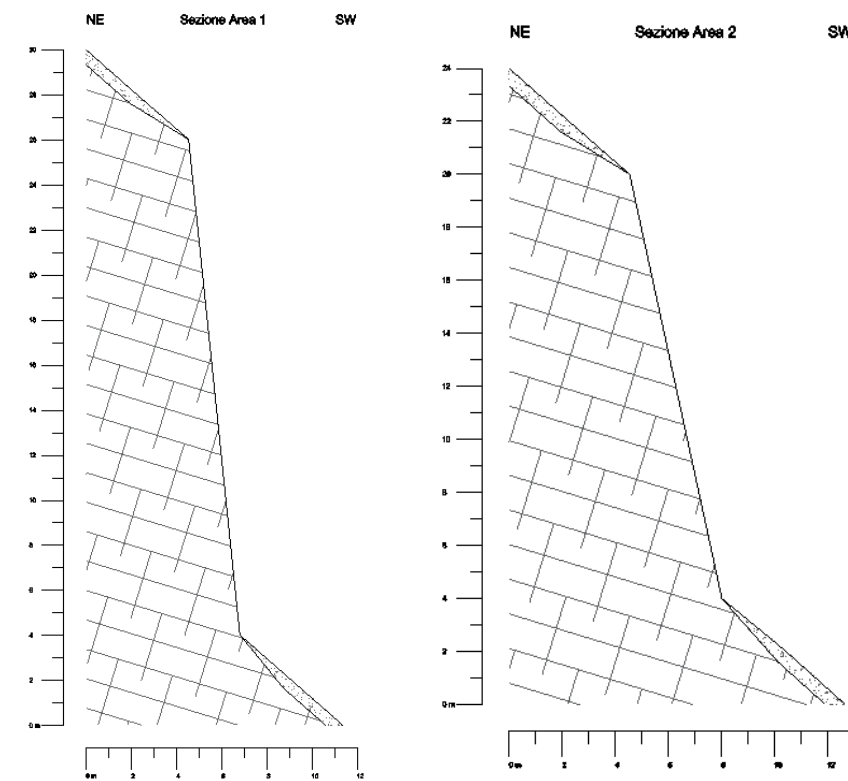
- Area 1 – parete palestra di roccia (lunghezza 25 m, altezza media 22 m)
- Area 2 – parete rischio caduta massi (lunghezza 30 m, altezza media 15 m)
- Area 3 – pendio rischio caduta massi (lunghezza 40 m, altezza media 15 m)

A loro volta le aree sono state suddivise in tre fasce in base alla posizione sulla parete / pendio:

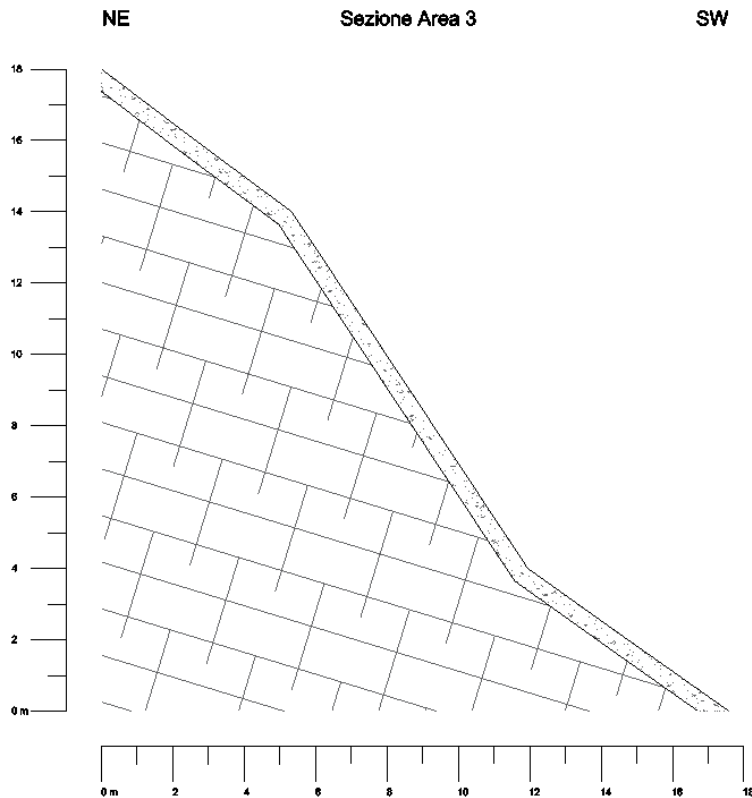
- Fascia sommitale
- Fascia intermedia
- Fascia alla base

In particolare sono state prese tre sezioni di dettaglio, una per ogni zona (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole allegate):

Sezione 1







Lo spessore della coltre superficiale, ove presente, risulta essere inferiore a 0.5/1 m.

### 3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Sono stati eseguiti rilievi geomeccanici speditivi finalizzati a definire i parametri geomeccanici in relazione alle caratteristiche geometriche, litologiche, fratturazione, risposta alla percussione (prove sclerometriche) e quindi classificando la roccia in posto in termini di qualità.

In relazione ai dati ottenuti, è possibile stimare le seguenti caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso:

Peso di volume  $\gamma = 25 \text{ kn/mc}$

Angolo di attrito  $\phi = 30^\circ$

Coesione  $C = 22 \text{ kPa}$

Il volume dei blocchi distaccati e dei blocchi che compongono l'ammasso roccioso è inferiore a 1 mc.

#### **4. CONCLUSIONI**

Su incarico di Comune di Calolziocorte (LC), si redige il presente Progetto Esecutivo a supporto dell'intervento di messa in sicurezza di un'area soggetta a fenomeni di caduta massi provenienti dalle pareti rocciose presenti a monte di Via Favirano, in Comune di Calolziocorte (LC).

Sono state definite le caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area in oggetto.

Sono state valutate le caratteristiche geomeccaniche

A cura di Dott. Geologo Massimo Riva