

Dott. Geol. Paolo Dal Negro Via S.Brigida, 2A 22038 Tavernerio (CO)

Cell 339 – 1468733 www.paolodalnegro.it

**Piano Attuativo in variante urbanistica
“Compendio Colombaio”**

COMUNE DI BLEVIO (CO)

Relazione geologica

Committente: Como Iniziative Immobiliari Srl

Professionista incaricato: Dott. Geol. Paolo Dal Negro



| n° | Data | Rev. | Riferimento |
|----|------------|--------|-------------------------------------|
| 00 | 30/09/2019 | - | 1° emissione |
| 01 | 07/09/2021 | Rev. 1 | Aggiornamento progettuale |
| 02 | 17/10/2022 | Rev. 2 | Aggiornamento elaborati progettuali |

INDICE

| | |
|--|----|
| 1 - PREMESSA | 3 |
| 2 - INDIVIDUAZIONE CATASTALE DEL SITO | 4 |
| 3 - INTERVENTO PROPOSTO | 5 |
| 4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | 6 |
| 5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO | 7 |
| 6 - STUDI DI RIFERIMENTO | 8 |
| 6.1 - Studio Geologico comunale | 8 |
| 6.2 - Studio reticolo idrico minore | 14 |
| 6.3 - Aree PAI | 19 |
| 6.4 - Piano Gestione Rischio Alluvioni | 21 |
| 6.5 - Interferometria da satellite | 22 |
| 6.6 - Documento di Polizia Idraulica (DPI) | 24 |
| 7 - ASPETTI SISMICI | 24 |
| 7.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale | 24 |
| 7.2 - Definizione dell'azione sismica di base | 27 |
| 8 - RILIEVO DI TERRENO | 28 |
| 9 - PROCEDURA RHAP | 33 |
| 9.1 - Premessa metodologica | 33 |
| 9.2 - Aree Omogenee pre-interventi | 33 |
| 9.3 - Interventi proposti di messa in sicurezza | 35 |
| 9.4 - Ridefinizione della pericolosità da crollo | 36 |
| 9.5 - Proposta di ripermetrazione delle aree a rischio crollo | 36 |
| 10 - PERICOLOSITA' IDRAULICA TORRENTE COLOMBARO | 37 |
| 10.1 - T. Colombaro | 37 |
| 10.1.1 <i>Analisi dati pregressi</i> | 37 |
| 10.1.2 <i>Rilievo post- evento del luglio 2021</i> | 43 |
| 10.1.3 <i>Considerazioni sulla pericolosità del torrente in relazione al progetto in esame</i> | 45 |
| 10.2 - Analisi idrologiche ed idrografiche | 46 |
| 10.3 - Verifiche idrauliche | 51 |
| 10.4 - Interventi prescritti | 56 |
| 11 - CONCLUSIONI | 60 |

ALLEGATI

- Tavola 1 - Carta di inquadramento geologico - Scala 1:10.000
- Tavola 2 - Carta di inquadramento geomorfologico - Scala 1:10.000
- Tavola 3 - Carta dei dissesti con elementi geomorfologici - Scala 1 : 400
- Tavola 4 - Carta delle aree omogenee - Scala 1: 500
- Tavola 5 - Proposta di modifica fattibilità geologica - scala 1: 1.000

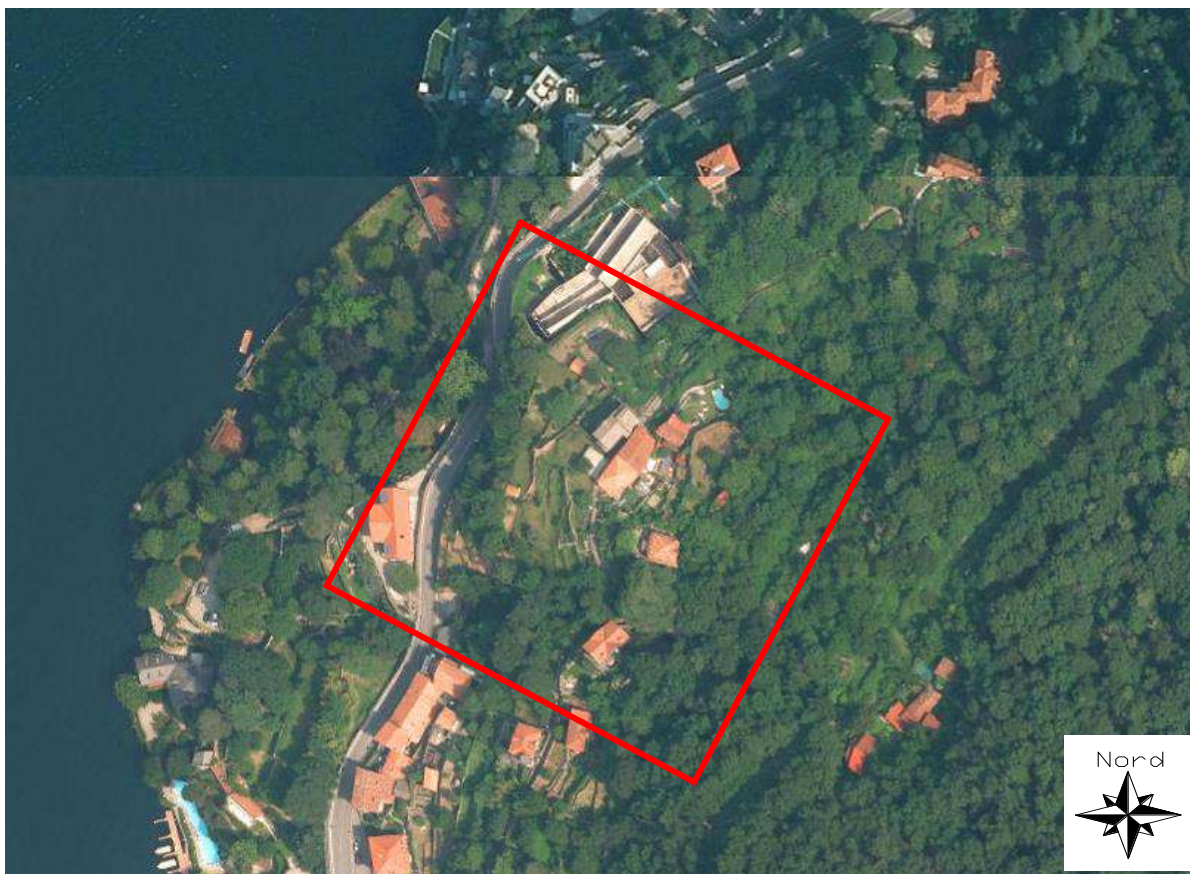
- Scheda frane
- Schede crolli SITUAZIONE ATTUALE (aree omogenee A – B)
- Schede di rilevamento geomeccanico (RGM1, RGM2)
- Calcolo delle portate di massima piena T. Colombaro

1 - PREMESSA

Su incarico di Como Iniziative Immobiliari Srl è stata redatta la presente relazione geologica a supporto del Piano Attuativo in variante urbanistica al PGT vigente "Compendio Colombaio" in comune di Blevio (Co).

L'Ambito di Trasformazione in esame si colloca a monte della Via Caronti, nel settore settentrionale del territorio comunale.

L'ubicazione del sito è riportata nella figura seguente su ortofoto digitale.



Ubicazione indicativa dell'ambito di trasformazione su ortofoto digitale

Il comune di Blevio è dotato di Studio Geologico comunale, redatto secondo i criteri applicativi della l.r. 12/05, aggiornato nel 2013.

La presente analisi, che si configura come Relazione geologica a supporto dell'Ambito di trasformazione urbanistica, propone la variante dell'attribuzione di fattibilità geologica di un circoscritto settore, attualmente definito in classe di fattibilità geologica 4 in quanto "aree potenzialmente soggette a crolli di massi".

La presente analisi è stata affrontata secondo il seguente approccio metodologico:

1. Reperimento dati bibliografici di natura geologica per il sito oggetto di ambito di trasformazione.

2. Effettuazione di rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio finalizzata alla determinazione dell'assetto geologico geomorfologico ed idraulico del sito oggetto di trasformazione;
3. Effettuazione studio di dettaglio (procedura RHAP ai sensi allegato 2 della dgr 2616/2011) per definire la esatta attribuzione delle condizioni di pericolosità geologica (a seguito della realizzazione di opere di messa in sicurezza definite puntualmente nella presente analisi) e conseguente attribuzione della classe di fattibilità geologica per la porzione sita nella porzione Ovest dell'ambito, a monte della via Caronti, la quale per asserite problematiche di crollo risulta attualmente inserita in classe di fattibilità geologica 4;
4. Verifica compatibilità delle trasformazioni previste con gli strumenti di pianificazione geologica esistenti (Studio geologico, PGRA, PAI, Studio Reticolo idrico Minore);
5. Analisi idraulica del torrente Colombaio per la valutazione della compatibilità della strada di accesso del comparto, posto in ambito interferente con fascia di rispetto idraulica di torrente iscritto nel reticolo idrico minore ed in zona di esondazione del PAI.

Per la definizione dell'assetto geologico, geomorfologico e geotecnico del sito, oltre a specifici rilievi ed analisi in sito, si è proceduto alla consultazione degli studi e strumenti di pianificazione di carattere geologico ed idraulico interessanti il territorio comunale, sia a disposizione delle strutture comunali che regionali.

Si è proceduto alla consultazione delle banche dati del SIT della Regione Lombardia al fine di verificare i contenuti e le perimetrazioni dell'inventario dei dissesti (Geoiffi), del quadro dei dissesti PAI aggiornato, del PGRA e di tutte le informazioni di natura geologica di interesse per l'area in esame.

La presente analisi tiene conto degli adeguamenti progettuali comunicati dai progettisti delle opere. Sono inoltre stati effettuati dei rilievi ex-novo tesi a verificare l'assetto morfologico a seguito degli eventi alluvionali del luglio 2021 che hanno pesantemente colpito il territorio comunale di Blevio.

2 - INDIVIDUAZIONE CATASTALE DEL SITO

I mappali interessati dal progetto sono sintetizzati di seguito. Si rimanda in ogni caso alle tavole progettuali per maggiori dettagli e per la definizione puntuale dei medesimi.

Catasto fabbricati

1850 - 5260 - 1847 - 1848 - 4429 - 5257

Catasto terreni

1851- 4406 - 1653 - 1427 - 5101 - 5102 - 5154 - 4812 -1648 - 4002 - 1655 - 4003 - 1657 - 1661 - 1656 - 1662 - 1829 - 1830 - 5256 - 5299 - 5300 - 5155 - 5301 - 4939 - 5081 - 5076

3 - INTERVENTO PROPOSTO

Il progetto prevede la realizzazione di un complesso ricettivo e di un edificio polifunzionale. Gli interventi sono alquanto articolati, si sintetizzano di seguito (con delle semplificazioni) le caratteristiche sostanziali mentre si rimanda alle tavole progettuali per la esatta definizione dell'intervento stesso.

In linea generale, gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di:

- parcheggio interrato (n. 70 posti auto + n. 5 posti auto carico/scarico)
- edificio polifunzionale
- struttura ricettiva s.s. (alloggi ecc).



Stralcio planimetria generale intervento

Il parcheggio interrato e l'edificio polifunzionale si sviluppano a valle della mulattiera esistente mentre la struttura ricettiva s.s. si estenderanno sia a valle che a monte della stessa.

L'edificio con funzioni di pubblica utilità sarà composto da 3 piani (pavimento alle quote +3,2

/ +6,4 / +9,7).

Per quanto riguarda la struttura ricettiva in senso stretto (ovvero le unità abitative), nel settore posto a valle della mulattiera si hanno i livelli L26, L30, L34, L38 (livello che passa al di sotto della mulattiera esistente con un corridoio di raccordo tra la porzione a valle e quella a monte della stessa).

Nel settore posto a monte della mulattiera si hanno i livelli L41, L44/45, L48, L51, L54 e L57.

4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Come indicato nella Tavola 1 in allegato, il substrato roccioso è costituito dalla formazione del Calcere di Moltrasio. Di seguito si fornisce una sintetica descrizione di tale formazione sedimentaria:

- **Calcere di Moltrasio (Giurassico):** è costituito da calcari e calcari marnosi con stratificazione da centimetrica a decimetrica di colore grigio bluastrò, grigio nocciola in patina di alterazione, con liste e noduli di selce di colorazione scura. Si osserva talora la presenza di laminazione millimetrica o centimetrica, da planare ad ondulata. Sono presenti sottili interstrati marnosi, talora fogliettati. Gli spessori indicati in letteratura di tale formazione sono molto variabili, passando da pochi metri in prossimità dei Corni di Canzo ai 4000 m del monte Generoso. Talora all'interno della formazione sono riscontrabili fenomeni di slump e discordanze stratigrafiche, legate a scivolamenti sinsedimentari sottomarini verificatisi sulle ripide scarpate delimitanti il bacino ove si sono depositati i sedimenti costituenti tale formazione.

Il substrato roccioso è interessato da piegamenti, con pieghe aperte, fianchi dritti o poco curvi e cerniere debolmente arrotondate. Il piano assiale ha direzione NNE ed è molto inclinato, mentre l'asse ha direzione Est-Ovest ed immerge a basso angolo alternativamente verso i quadranti orientali ed occidentali. Le strutture plicative, in particolar modo nella porzione centrale e meridionale del territorio comunale, portano alla verticalizzazione della stratificazione, che immerge in genere ad alto angolo alternativamente verso i quadranti settentrionali e meridionali. In alcuni casi si osserva il rovesciamento degli strati. Il substrato è localmente interessato da faglie minori, in genere con direzione WNW – ESE.

Il substrato roccioso è coperto da spessori variabili di depositi quaternari. In particolare sui terrazzi morfologici e nelle aree a minore pendenza sono diffusi depositi di origine glaciale. Essi sono in genere rappresentati da ghiaie con sabbie, talvolta limose, associate a ciottoli o blocchi anche di notevole dimensione.

A tali depositi lungo i versanti a maggiore inclinazione si associano depositi detritici di versante, costituiti in genere da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa. Questi orizzonti si presentano pedogenizzati nella porzione superficiale. I clasti sono da angolosi a subarrotondati e sono costituiti da calcari e da ciottoli cristallini.

5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO

Per quanto attiene l'idrografia, il territorio comunale si caratterizza per abbondanza di corsi d'acqua che solcano i ripidi versanti. Le aste torrentizie presentano prevalente orientazione Est-Ovest, e sono spesso alimentati da sorgenti di natura carsica. Il substrato calcareo è infatti interessato da un sistema carsico ben sviluppato. Più in dettaglio, la porzione centro meridionale del territorio comunale presenta limitate emergenze carsiche poste nella parte alta dei versanti, ad una quota di circa 900 – 950 m s.l.m.. Nella porzione centro settentrionale si osservano invece diffuse emergenze carsiche, con torrenti che si originano da sorgenti carsiche poste nella parte medio bassa dei versanti, ad una quota media di 500 m s.l.m..

L'asta torrentizia più vicina al sito in esame, che confina a sud con il comparto in esame, è il Torrente Colombaro. Esso nasce ad una quota di 850 m s.l.m., in prossimità della sommità del rilievo di Croce d'Ardano e scorre in direzione NW fino a sfociare nelle acque del Lago di Como. Il tratto terminale risulta tombinato.

Per maggiori dettagli riguardo alla geologia della zona si rimanda alla Tavola 1 allegata a fine testo.

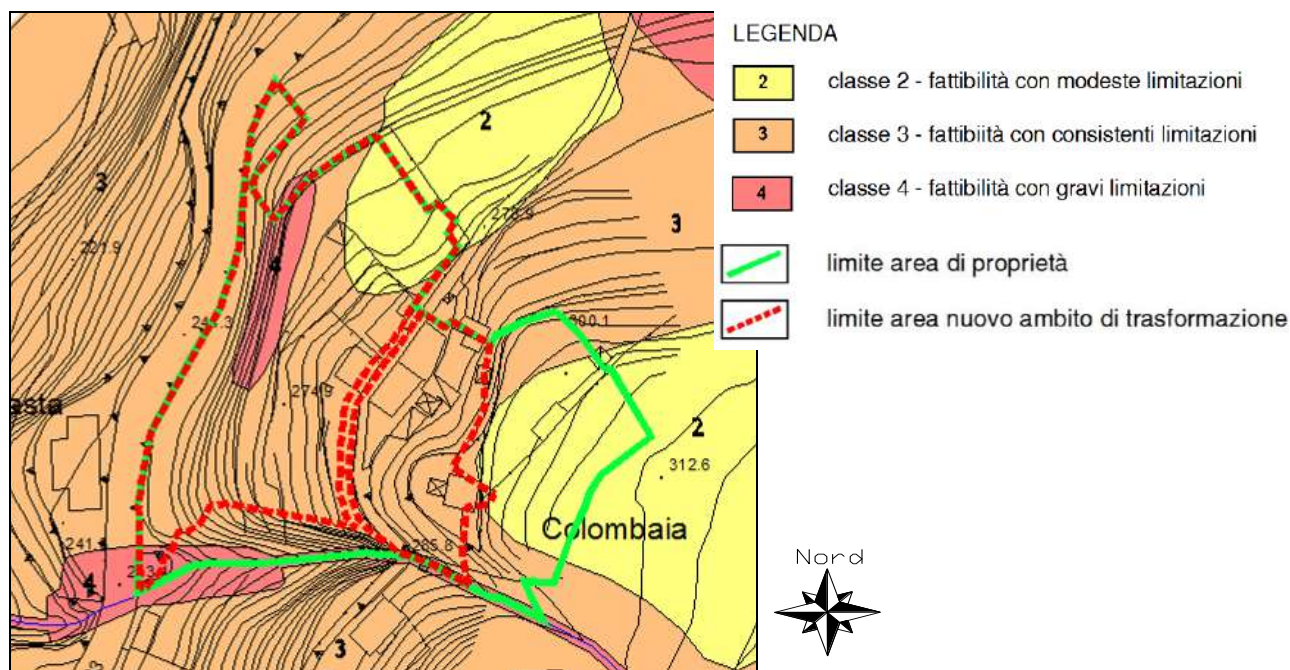
6 - STUDI DI RIFERIMENTO

6.1 - Studio Geologico comunale

Il comune di Blevio è dotato di uno studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale redatto nel febbraio 2003 e aggiornato secondo i dettami della l.r.12/2005 a supporto del PGT nel agosto 2013. In tale elaborato vengono analizzate le caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.

In particolare, la carta di fattibilità suddivide il territorio in quattro classi di fattibilità.

Nella carta di fattibilità delle azioni di piano (vedi estratto) **l'area inserita nel Piano Attuativo in esame ricade in parte classe di fattibilità 3, ovvero fattibilità con consistenti limitazioni, parte in classe di fattibilità 2, con modeste limitazioni, e per un limitato settore in classe di fattibilità 4, ovvero fattibilità con gravi limitazioni.**



Stralcio carta di fattibilità geologica (non in scala)

La classe 2 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni di carattere geologico all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

La classe 3 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni di carattere geologico all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso

per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

La classe 4 comprende aree per le quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

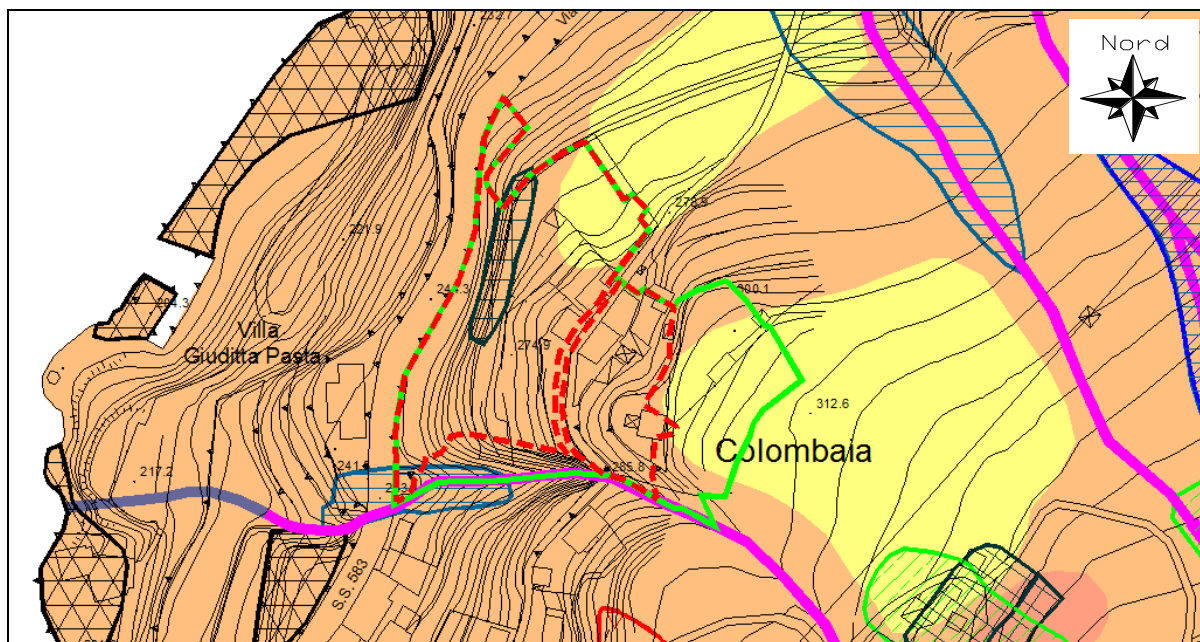
Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia del dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità / vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.


Nella **Carta di Sintesi**, costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica, in corrispondenza dell'area inserita nel Piano Attuativo, sono presenti le seguenti problematiche (vedi estratto):

- aree pericolose dal punto di vista di instabilità dei versanti:
 - aree a pendenza medio-alta, in corrispondenza di buona parte del settore centrale e occidentale dell'ambito;
 - aree a pendenza medio-bassa, nel settore nord e est dell'ambito;
 - aree potenzialmente soggette a crolli di massi e relativa area di accumulo stimata su base geomorfologica, che costituiscono la parete rocciosa a monte della S.S. Lariana;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (nel settore meridionale dell'area di intervento):
 - aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici, in fregio al Torrente Colombaro,
 - alveo di corso d'acqua con pericolosità potenziale legata al possibile innesco di colate in detrito e terreno, ovvero del Torrente Colombaro sino a valle




dell'attraversamento della S.S. Lariana.



Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

-  Aree potenzialmente soggette a crolli di massi e relativa area di accumulo stimata su base geomorfologica
-  Aree a pendenza medio alta
-  Aree a pendenza medio bassa
-  limite area di proprietà
-  limite area nuovo ambito di trasformazione

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

-  Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici
-  Alveo corso d'acqua interessato in prevalenza da trasporto liquido con elevata velocità di flusso
-  Alveo corso d'acqua con pericolosità potenziale legata al possibile innesco di colate in detrito e terreno

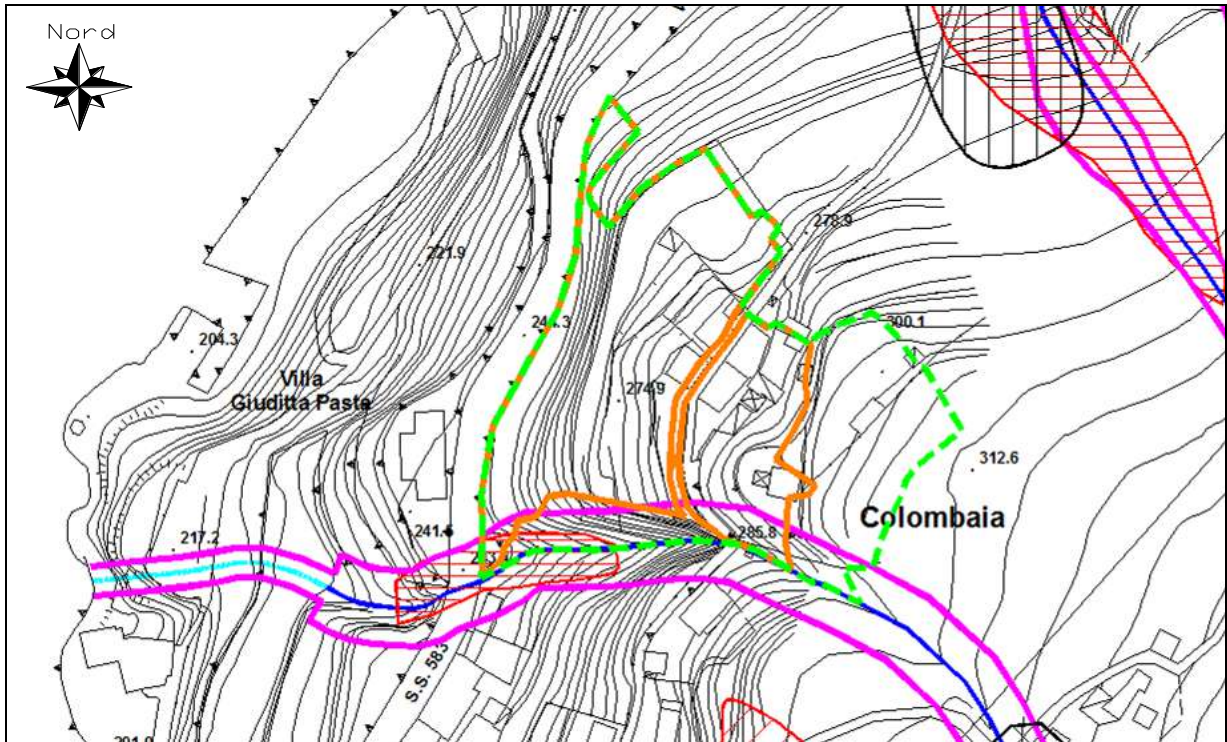
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

-  Aree con riporti di materiale

Stralcio carta di sintesi (non in scala)

La carta dei Vincoli geologici (vedi estratto) in corrispondenza del settore meridionale dell'area in esame indica la presenza dei seguenti vincoli geologici:

- fascia di rispetto di corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore (T. Colombaro);
- area a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio Ee (aree a vincolo PAI), nel settore a monte e a valle dell'attraversamento della S.S. Lariana da parte del corso d'acqua già citato.

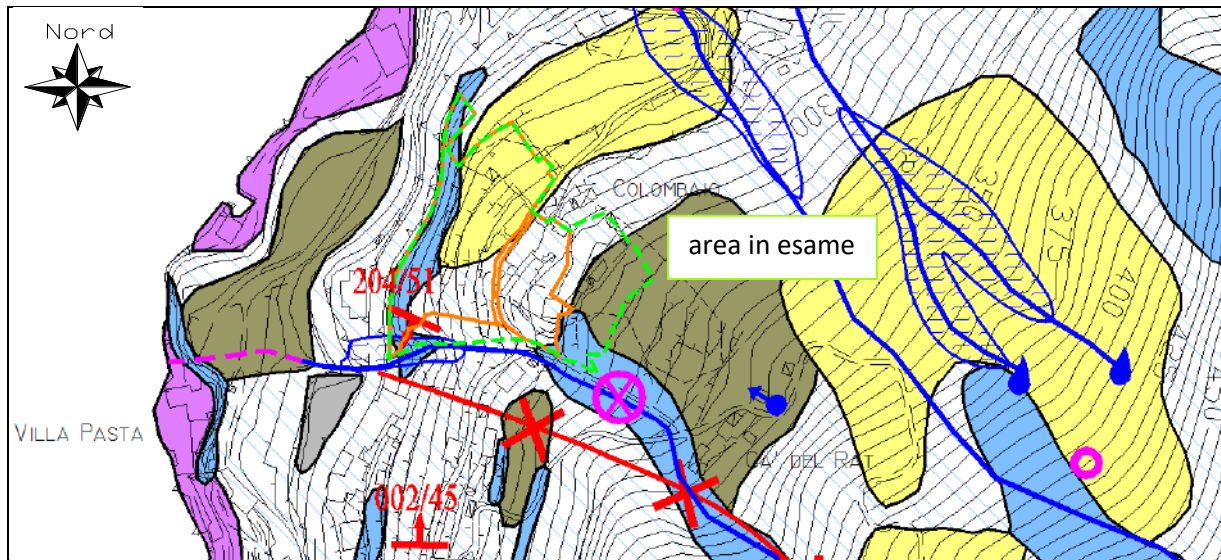


| Simbologia | Definizione | Normativa di riferimento |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA | | |
| | Fascia di rispetto di corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore (in tratteggio tratti tombinati) | N.T.A. Studio reticolo idrico minore |

| PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - QUADRO DEL DISSESTO AGGIORNATO | | |
|---|---|----------------|
| | Area di frana attiva - Fa | art. 9 NTA PAI |
| | Area di frana quiescente - Fq | art. 9 NTA PAI |
| | Area di frana stabilizzata - Fs | art. 9 NTA PAI |
| | Area a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio - Ee | art. 9 NTA PAI |
| | Area a pericolosità elevata per esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio - Eb | art. 9 NTA PAI |
| | Area di conoide attivo non recentemente attivatosi o completamente protetta - Cn | art. 9 NTA PAI |

Stralcio carta dei vincoli (non in scala)

Ulteriori informazioni riguardanti le aree di intervento sono reperibili nelle carte di dettaglio allegato allo Studio Geologico comunale (tavole 5a-5b), di cui si riportano degli estratti.



Aspetti litologici e strutturali

| | | | |
|--|--|--|--|
| | Riporti | | Masso erratico di notevoli dimensioni |
| | Aree a bassa pendenza con probabile presenza di depositi lacustri frammentati a terreni di riporto e/o depositi di versante colluviali | | Giacitura della stratificazione |
| | Depositi di concolde: ghiaie e sabbie con ciottoli, talora limose | | Asse di piega a) sinclinale b) anticlinale |
| | Depositi detritici di natura gravitativa: ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso limosa | | Faglia o frattura certa |
| | Depositi glaciali: ghiaie e sabbie talora limose | | Faglia presunta |
| | Calcere di Moltrasio: calcari calciferi stratificati a) affiorante b) subaffiorante | | |
| | Substrato roccioso fratturato | | |

Aspetti idrologici ed idrogeologici

| | | | |
|--|---|--|--|
| | Corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore | | Sorgente captata |
| | Tratto di corso d'acqua con alveo tombinato | | Sorgente non captata |
| | Tratto di corso d'acqua con alveo costruito artificialmente | | Zona con fenomeni di stillicidio |
| | Aree di probabile esondazione dei corsi d'acqua | | Pozzo captato ad uso idropotabile |
| | Aree interessate da erosioni e/o franamenti spondali | | Punto di sezione di deflusso insufficiente |
| | | | Punto di ostruzione al deflusso causata da attraversamento o da opere di tombinatura |
| | | | Deviazione antropica di corso d'acqua |
| | | | Punto di possibile disallineamento |

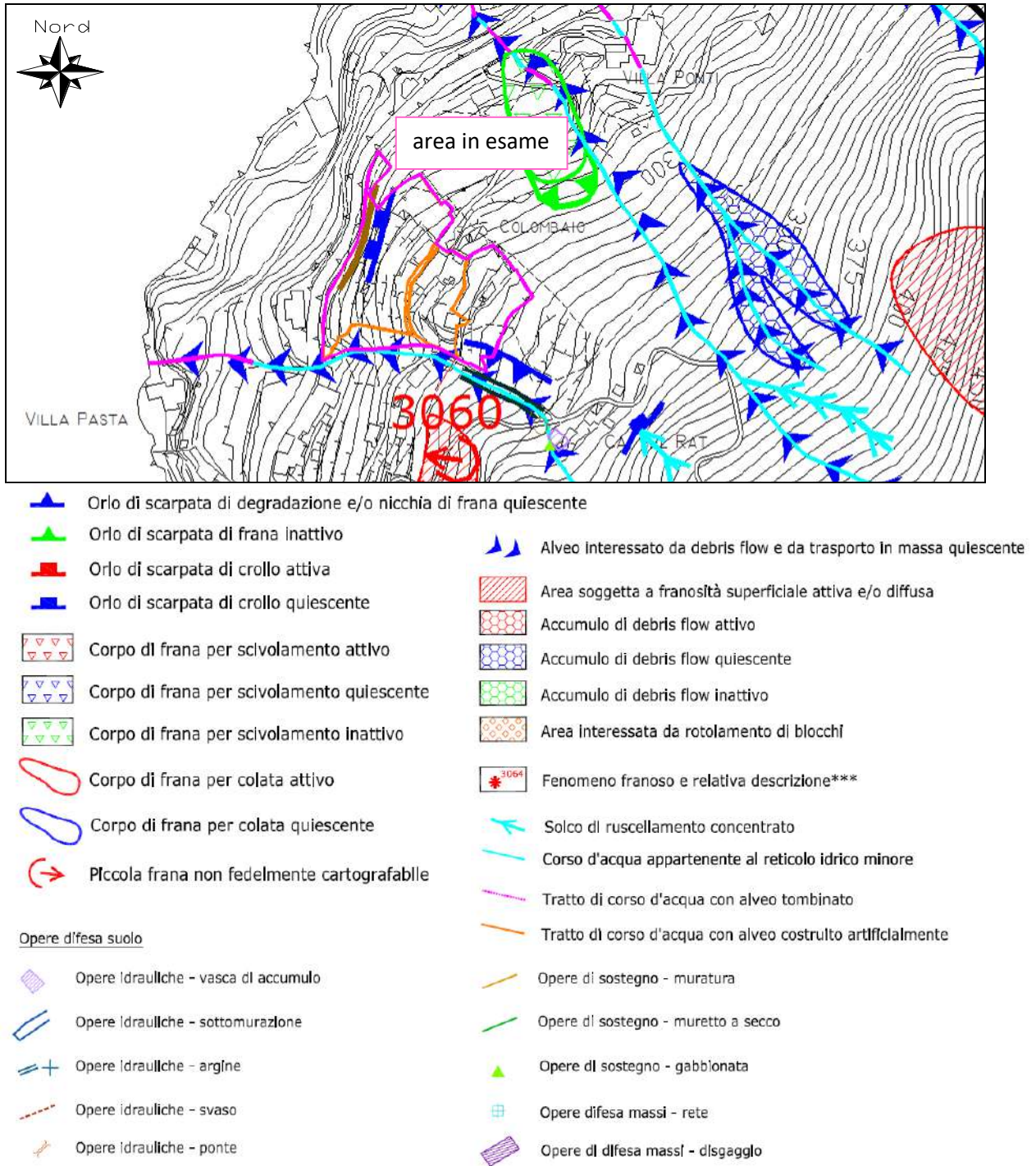
Estratto Tavola 5a - "Carta di dettaglio con elementi geologici e geomorfologici"

Nella tavola 5a "Carta di dettaglio con elementi geologici e geomorfologici", l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di substrato roccioso afferibile al Calcere di Moltrasio, in prevalenza subaffiorante e in affioramento nel settore immediatamente a monte della Strada Statale. Le giaciture mostrano un assetto sudvergente della roccia. Il settore a sud dell'alveo del torrente Colombaro che delimita il lato sud dell'area di intervento è caratterizzato dalla presenza di una piega ad ampia scala di assetto sinclinale. Al di sopra del substrato

roccioso, nel settore nord affiorano depositi di origine glaciale e nella propaggine orientale dell'area sono presenti materiali detritici di natura gravitativa, che affiorano con continuità anche a sud, in corrispondenza di località Ca' del Rat. A nord-est dell'area, ovvero nel bacino idrografico dei torrenti posti a nord del sito, si nota la presenza di sorgenti non captate, a quote comprese tra 380 e 400 m s.l.m..

Nella Tavola 5b, oltre agli elementi già citati, si segnalano:

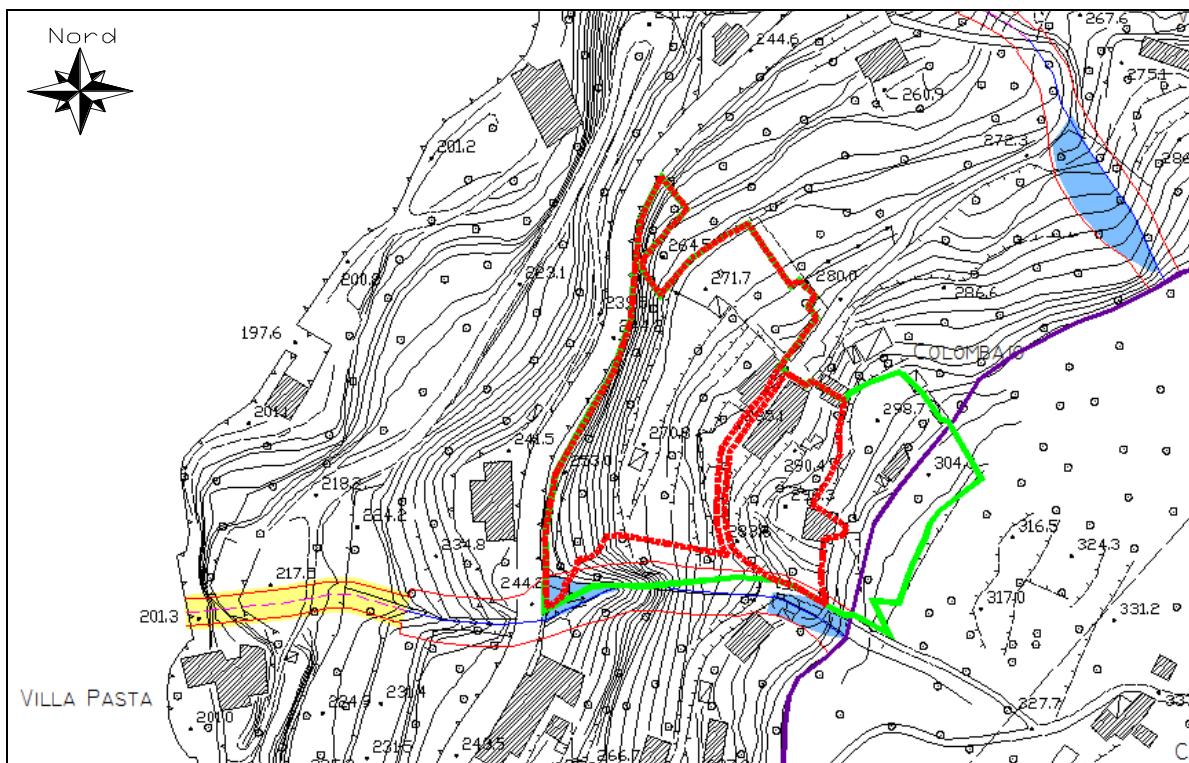
- alveo interessato da debris flow e trasporto in massa quiescente lungo tutto il tracciato del T. Colombaro che delimita il settore meridionale dell'area di intervento;
- presenza di orlo di scarpata di degradazione quiescente nel settore sud-orientale dell'area;
- presenza di vasca di accumulo e opere di sostegno in alveo del T. Colombaro a monte dell'area di intervento;
- muratura di sostegno nel settore nord lungo la S.S. Lariana a valle di orlo di scarpata di crollo quiescente.








Estratto Tavola 5b - "Carta di dettaglio con elementi geomorfologici"

6.2 - Studio reticolo idrico minore

Studio di riferimento principale in materia idraulica è lo studio del Reticolo Idrico Minore, il quale individua i corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore, di competenza comunale, le fasce di rispetto degli stessi e le norme per esercitare le attività di polizia idraulica.



LEGENDA

-  Corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore con alveo demaniale
-  Probabile andamento dei tratti tombinati dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore con alveo demaniale
-  Tratto di corso d'acqua di cui non è stato possibile verificare in sito il reale andamento, in quanto attraversante proprietà non accessibili
-  Aree inondabili definite su base geomorfologica
-  Fascia di rispetto : è Individuata in base a ragioni di Interesse generale e di tutela della pubblica incolumità.

Comprende uno o più del seguenti elementi:

- aree di stretta pertinenza fluviale, individuate con criterio geomorfologico, da mantenere a disposizione per consentire l'accesso durante interventi di manutenzione del corso d'acqua e per la realizzazione di interventi di difesa idraulica;
- aree non idoneamente protette da interventi di difesa idraulica e per questo soggette a fenomeni di erosione spondale o franamenti;
- aree inondabili, o potenzialmente inondabili in occasione di eventi meteorici eccezionali, identificate in base a criteri geomorfologici

Estratto "Individuazione del Reticolo minore e fasce di rispetto"

Il comune di Blevio è dotato di studio del Reticolo Idrico Minore redatto nell'Aprile 2004, con successive modifiche nell'Agosto 2005.

Tale studio (vedi estratto) indica che il limite su dell'area di proprietà in esame, è presente un corso d'acqua attribuito al reticolo idrico minore, denominato **Torrente Colombaro**.

Le norme tecniche di attuazione dello Studio del reticolo idrico minore comunale prevedono quanto segue.

"Fasce di rispetto"

Modalità di misura

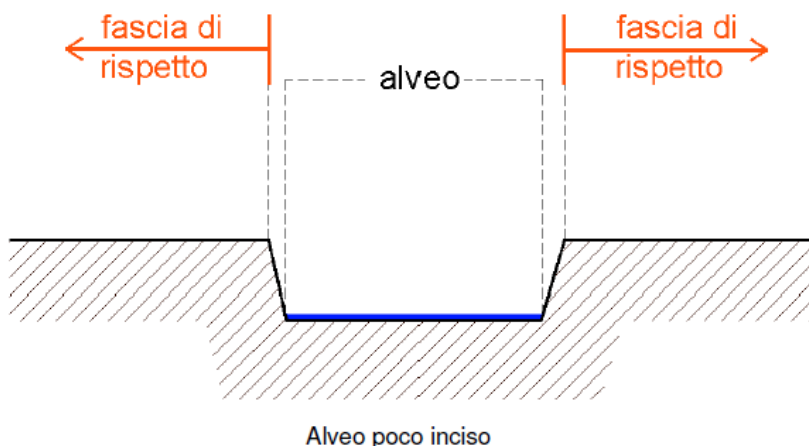
L'ampiezza della fascia di rispetto deve essere ricavata sulle tavole grafiche «Individuazione del reticolo minore e delle fasce di rispetto».

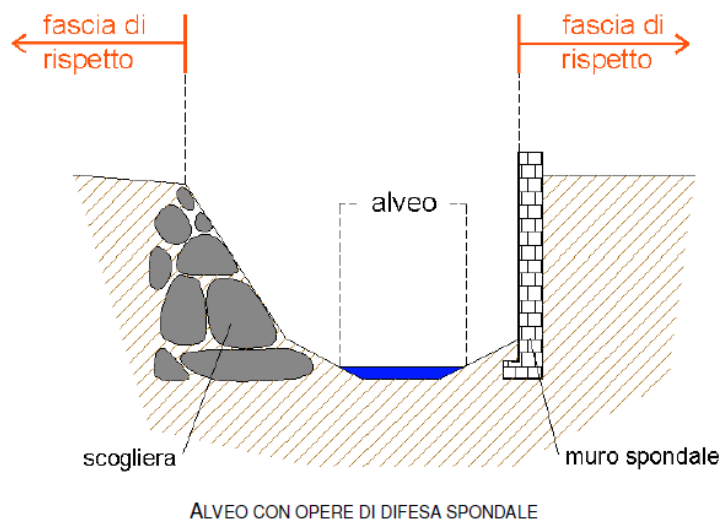
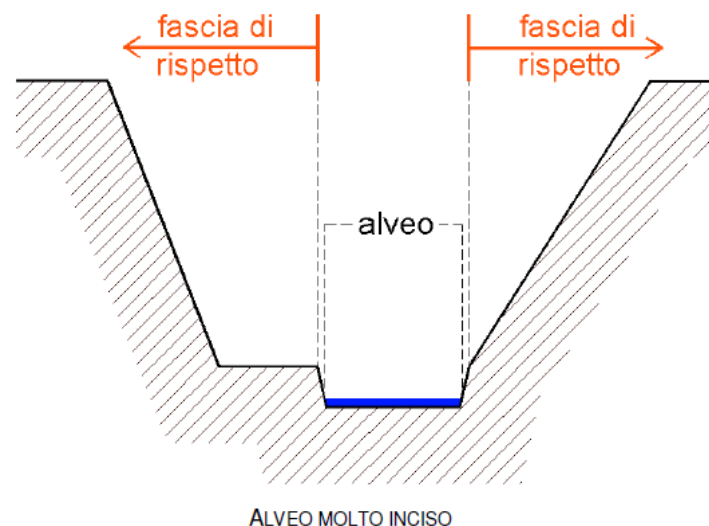
La misura deve essere effettuata dalla mezzeria delle linee azzurre o blu, che rappresentano i corsi d'acqua, alla mezzeria della linea rossa che rappresenta i limiti esterni della fascia di rispetto.

Tali misure devono essere successivamente riportate sul terreno a partire dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso siano presenti delle adeguate opere di difesa spondale (es. muri spondali o scogliere), la fascia di rispetto sarà misurata a partire dalla sommità di tali manufatti.

L'ampiezza minima della fascia di rispetto del reticolo minore risulta essere di 5 m per i corsi d'acqua a cielo libero e di 4 metri per quelli tombinati.

Per esemplificare la modalità di misura delle fasce di rispetto, si riportano alcuni disegni schematici (non in scala) rappresentativi delle situazioni tipo.





[...]

TITOLO III - OPERE E ATTIVITÀ VIETATE O SOGGETTE A NULLA OSTA IDRAULICO, AUTORIZZAZIONE AI SOLI FINI IDRAULICI O CONCESSIONE PER OCCUPAZIONE DI AREA DEMANIALE

Articolo 8. definizioni

[...]

Articolo 9. Alveo: opere e attività consentite

All'interno dell'alveo sono consentite:

- Opere di regimazione, difesa e sistemazione idraulica (briglie, pennelli, ecc.);
- Opere di attraversamento (ponti, passerelle pedonali, strade per piste ciclabili, guadi, sottopassi pedonali, ecc.) che non comportino una riduzione della sezione dell'alveo;

Opere per lo scarico di acque in alveo;

Opere per la derivazione di acque superficiali.

Le opere realizzate in alveo demaniale sono soggette al rilascio di Concessione per occupazione di area demaniale.

Le opere realizzate in alveo non demaniale sono soggette al rilascio di Autorizzazione ai soli fini idraulici.

Articolo 10. Alveo: opere e attività vietate

All'interno dell'alveo sono vietate:

Nuove edificazioni o ampliamenti di edifici esistenti;

Opere per la copertura dei corsi d'acqua ai sensi dell'art. 41 del d.lgs. 152/99;

Interventi che comportano una restrizione della sezione dell'alveo;

Attività e opere che non rientrano in quelle consentite dall'articolo 9.

Per quanto non compreso, si fa riferimento al Codice Civile ed in particolare agli articoli 868, 915, 916 e 917.

Articolo 11. Fascia di rispetto: opere e attività consentite

All'interno della fascia di rispetto sono consentite:

- ◆ *Attività di manutenzione ordinaria e straordinaria lungo il corso d'acqua;*
- ◆ *Attività di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere afferenti al reticolo idrico minore;*
- ◆ *Opere di regimazione, difesa e sistemazione idraulica (briglie, argini, scogliere, pennelli, ecc.);*
- ◆ *Opere per lo scarico in alveo;*
- ◆ *Opere di attraversamento (ponti, passerelle pedonali, strade per piste ciclabili, guadi, sottopassi pedonali, ecc.) che non comportino una riduzione della sezione dell'alveo;*
- ◆ *Manufatti di derivazione di acque superficiali;*
- ◆ *Recinzioni mobili, cioè recinzioni infisse nel terreno senza strutture di fondazione, facilmente rimovibili per operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria e comunque messe in posto ad una distanza di almeno 5 m dalla sommità della sponda;*
- ◆ *Ristrutturazione e realizzazione di infrastrutture lineari a rete e relativi impianti, riferite a servizi pubblici quali: fognature, gasdotti, metanodotti, acquedotti, linee elettriche, linee telefoniche, ecc.;*
- ◆ *Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, interventi di restauro e risanamento conservativo e interventi di ristrutturazione che non comportino aumenti volumetrici o di capacità insediativa all'interno della fascia di rispetto;*
- ◆ *Interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;*
- ◆ *Interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- ◆ *Interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione dei fattori di interferenza antropica incompatibili con la corretta funzionalità idraulica.*

Articolo 12. Fascia di rispetto: opere e attività vietate

All'interno della fascia di rispetto sono vietate:

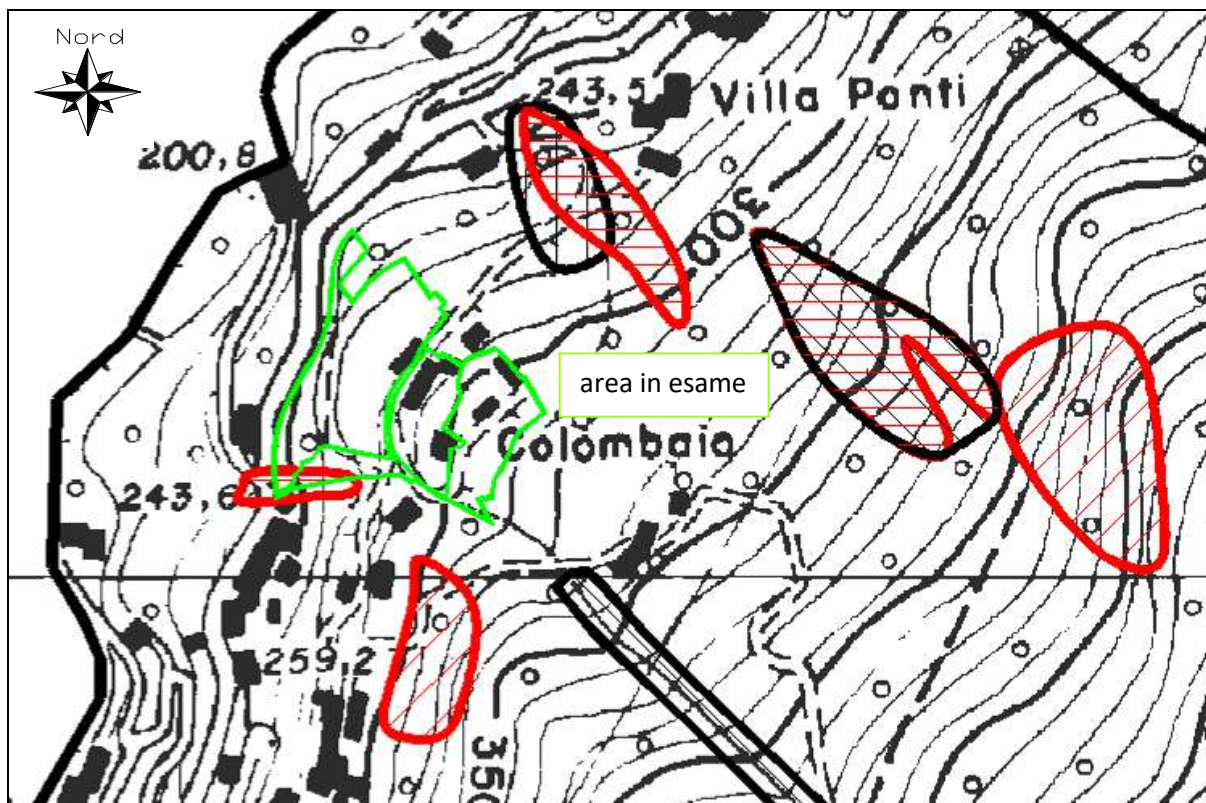
- ◆ Nuove edificazioni;
- ◆ Interventi di ristrutturazione che comportino aumenti volumetrici o di capacità insediativa all'interno della fascia di rispetto;
- ◆ Costruzione di pali o tralicci asserviti a linee tecnologiche sospese ad una distanza inferiore a 5 m dalla sommità della sponda;
- ◆ Recinzioni fisse, cioè provviste di strutture di fondazione;
- ◆ Escavazione di pozzi;
- ◆ Modifiche morfologiche (scavi e/o riporti) se non finalizzate a progetti di sistemazione idraulica;
- ◆ Esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti non precedentemente autorizzate;
- ◆ Qualsiasi tipo di attività che comporti una presenza continuativa di persone o macchinari ad eccezione dei cantieri legati a lavori di sistemazione idraulica;
- ◆ Piantumazioni di alberi e siepi e qualunque altra coltivazione che impedisca l'accesso ed il transito ai mezzi di intervento ad una distanza inferiore a 5 m dalla sommità della sponda;
- ◆ Sradicamento delle ceppaie lungo le sponde, tranne nel caso di esecuzione di lavori di regimazione idraulica;
- ◆ Opere e attività che non rientrano in quelle consentite dall'art. 11.

Per quanto riguarda l'area in esame si ha quanto segue:

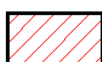
- ❖ La fascia di rispetto del torrente ha un'ampiezza massima di 10 m.
- ❖ Queste misure devono essere misurate sul terreno a partire dal punto a cui fa riferimento la normativa sopra riportata (ovvero, nel caso in esame, dalla sponda incisa o dalla sommità del muro di difesa spondale).
- ❖ Con riferimento al progetto in esame si evince la strada di accesso ai box interrati ed all'edificio polifunzionale con funzione di pubblica utilità sarà parzialmente interessato dalla fascia di rispetto idraulica del corso d'acqua (ampiezza 10 m). Tale opera rientra tra le tipologie ammesse (*Ristrutturazione e realizzazione di infrastrutture lineari a rete e relativi impianti, riferite a servizi pubblici ...*).

6.3 - Aree PAI

Come già riportato nella Carta dei Vincoli dello Studio Geologico comunale, sono presenti aree nel quadro del dissesto PAI aggiornato che interferiscono marginalmente con l'area di intervento, in particolare nel settore sud-occidentale (vedi estratto).



Frane



Area di frana attiva a pericolosità molto elevata (Fa)

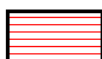


Area di frana quiescente a pericolosità elevata (Fq)



Area di frana stabilizzata a pericolosità media o moderata (Fs)

Esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio



Area a pericolosità molto elevata (Ee)



Area a pericolosità elevata (Eb)

Stralcio carta del dissesto con legenda uniformata PAI (non in scala)

l'Articolo 9 comma 5 delle N.d.A. del P.A.I. (Delibera del Comitato Istituzionale dell'autorità di Bacino del fiume Po n.18 del 26 aprile 2001, approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 maggio 2001), stabilisce quanto segue:

*Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n.279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Ee** sono esclusivamente consentiti:*

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a) b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la

tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento di carico insediativo;

- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuati le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

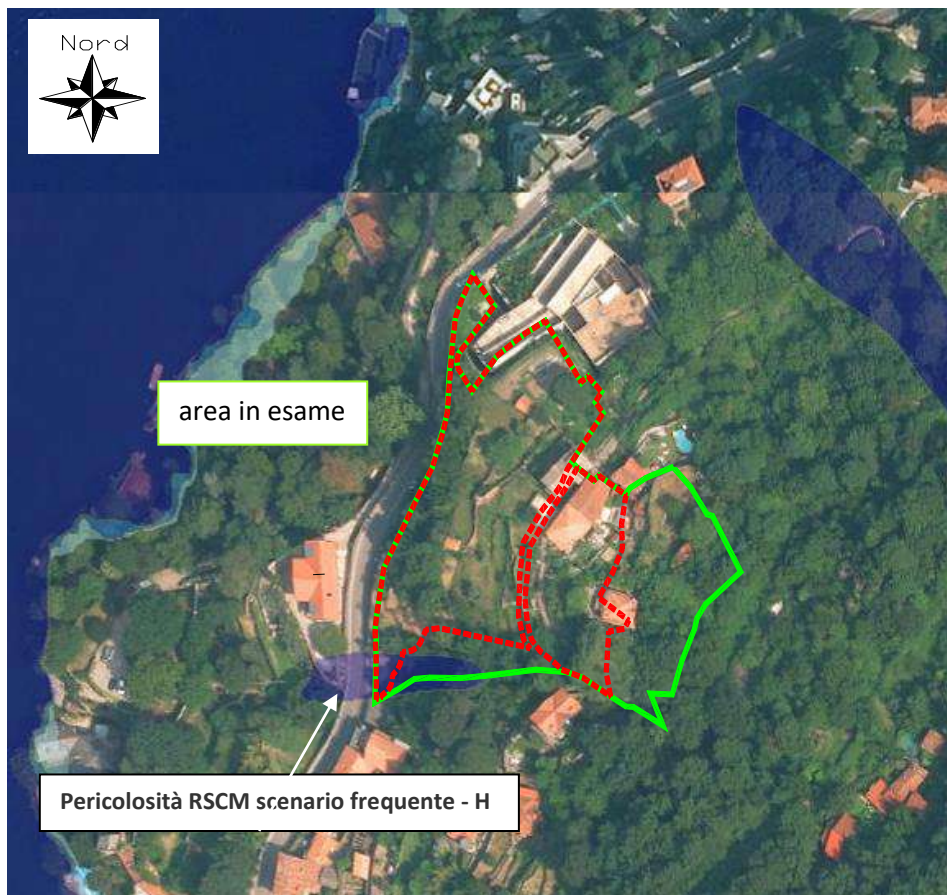
Per quanto riguarda l'area in esame si ha quanto segue:

- ❖ Con riferimento al progetto in esame si evince la strada di accesso ai box interrati ed all'edificio polifunzionale con funzione di pubblica utilità sarà parzialmente interessato dalla zona Ee. Tale opera rientra tra le tipologie ammesse (*Ristrutturazione e realizzazione di infrastrutture lineari a rete e relativi impianti, riferite a servizi pubblici ...*).

6.4 - Piano Gestione Rischio Alluvioni

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei

portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.



Estratto PGRA da Geoportale Regione Lombardia (non in scala)

Le mappe di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio alluvioni del Bacino del fiume Po individuano nel settore sud-occidentale dell'area di intervento la presenza di perimetrazione definita come scenario frequente H – riferito alla pericolosità RSCM (reticolo secondario collinare montano). Ai sensi del punto 3.2.2 della dgr 19/06/2017 n.X/6738, su tali ambiti, già individuati nel PAI, si applicano le normative già vigenti, ovvero per questo caso l'art.9 comma 5 delle Nta del PAI già sopra citate.

6.5 - Interferometria da satellite

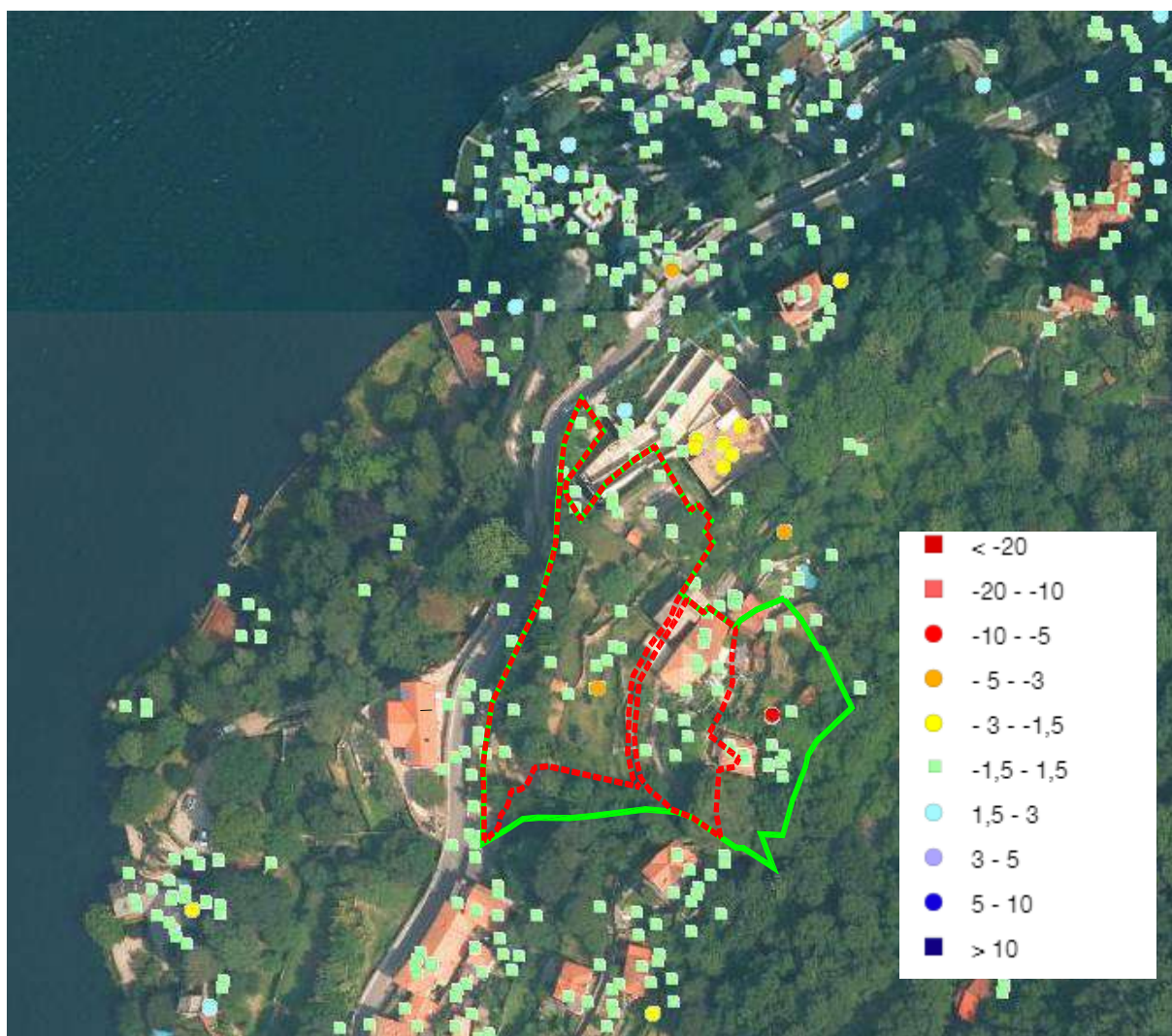
Sono stati consultati i dati derivanti da monitoraggio satellitare tramite interferometria radar da satellite (tecnica dei Diffusori Permanenti - Permanent Scatterers, PS) disponibili sul portale informatico di Regione Lombardia.

Tale tecnica consente di misurare gli spostamenti millimetrici del bersaglio rispetto al sensore del satellite e nel campo geologico risulta particolarmente efficace nel monitoraggio di fenomeni di deformazioni a bassa velocità quali ad esempio le frane di scivolamento. Sul

geoportale regionale sono disponibili i PS derivanti dai processing delle immagini dei satelliti ERS-1 e ERS-2, relative ad un arco temporale di 10 anni (1992 – 2001), le immagini del satellite RSAT-1, relative ad un arco temporale di 5 anni (2003 – 2007) e le rilevazioni COSMO SKY-MED (gennaio 2010 – aprile 2014). In generale, i PS caratterizzati da velocità medie di deformazione inferiori a $\pm 1,5$ mm/anno sono quelli che vengono considerati stabili, per cui non sono riconosciuti movimenti al suolo.

La legenda indica gli spostamenti al suolo, in mm/anno, misurati in direzione verticale. I dati negativi indicano un abbassamento del suolo, quelli positivi un innalzamento del suolo. I bersagli di tale tecnica di monitoraggio satellitare sono in genere costituiti da superfici riflettenti quali edifici, pareti rocciose esposte, elementi metallici, etc.

I dati disponibili indicano assenza di fenomeni di dissesto profondi alla scala del versante interferenti con la porzione di versante oggetto di intervento.



Dati monitoraggio satellitare. La legenda indica gli spostamenti al suolo, in mm/anno. I dati negativi indicano un abbassamento del suolo, quelli positivi un innalzamento del suolo – fuori scala.

6.6 - Documento di Polizia Idraulica (DPI)

Il nuovo Documento di Polizia Idraulica (DPI), redatto ai sensi della d.g.r. n. X/7581 del 18/12/2017 e s.m.i., risulta ad oggi adottato.

Tale studio ha uniformato l'ampiezza delle fasce di rispetto di tutti i corsi d'acqua (sia a cielo libero, sia tombinati) a 10 m per ciascuna sponda.

Ha inoltre riconfermato (per quanto attiene il caso in esame) la tipologia delle opere ammesse in fascia di rispetto, per cui si riconferma quanto esposto al punto 6.2.

7 - ASPETTI SISMICI

7.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale

In merito all'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, è stata redatta una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio nazionale, con l'individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona.

Ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso *range* di valori del parametro a_g corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , secondo la seguente tabella.

| zona | accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g] | accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g] |
|------|---|--|
| 1 | > 0,25 | 0,35 |
| 2 | 0,15-0,25 | 0,25 |
| 3 | 0,05-0,15 | 0,15 |
| 4 | <0,05 | 0,05 |

- *Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti*
- *Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti*
- *Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti*
- *Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici bassa*

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha confermato la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future. Al comune di Blevio era stata attribuita la zona sismica 4.

L'Ordinanza PCM 3274 ha richiesto anche la compilazione di una nuova mappa di pericolosità del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s). Tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.

Il nuovo studio di pericolosità, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio.

La Regione Lombardia, con D.G.R. 11 luglio 2014, n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni.

Secondo questa classificazione a Blevio è stata confermata la zona sismica 4.

Il D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018) ha proposto una classificazione delle categorie di sottosuolo per l'utilizzo dell'approccio semplificato nelle verifiche sismiche.

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

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | 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. |
| B | 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. |
| C | Depositi 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. |
| D | Depositi 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. |
| E | 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. |

Si sottolinea che, per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie riportate nella tabella precedente, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

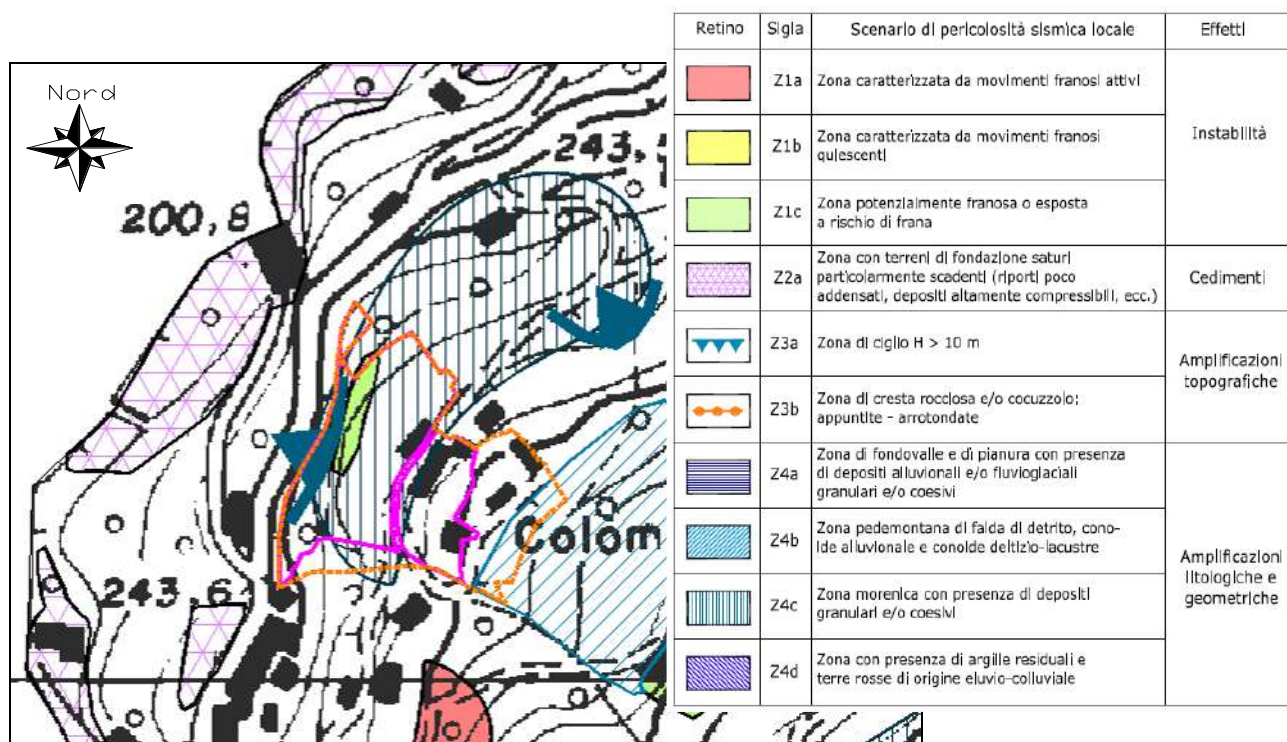
La valutazione degli effetti sismici di sito riportata nella delibera di riferimento (d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12" e successive modifiche) prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente:

- 1° livello: da realizzarsi in fase di pianificazione urbanistica;

- 2° livello: obbligatorio per i Comuni ricadenti in Zona Sismica 4 in aree classificate Z3 e Z4 solo per progettazione di edifici strategici e/o rilevanti;
- 3° livello: da realizzarsi, se necessario, in fase di progettazione.

Il 1° livello consiste in un approccio qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Si tratta di un metodo empirico che permette l'individuazione delle zone dove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo Studio Geologico Comunale ha effettuato il primo livello di approfondimento sismico su l'intero territorio comunale. In corrispondenza dell'area in esame, nella Carta di Pericolosità sismica locale (vedi estratto) sono individuati i seguenti scenari di pericolosità sismica:



Stralcio carta PSL (non in scala)

- Z1c (zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana)
- Z3a (zona di ciglio H > 10 m)
- Z4b (zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre)
- Z4c (zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi)

7.2 - Definizione dell'azione sismica di base

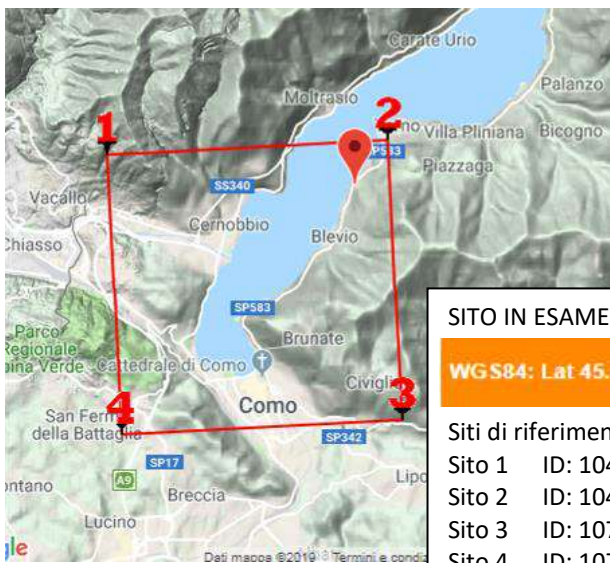
Con il Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 sono state aggiornate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. La parte relativa alla determinazione delle azioni sismiche rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo. Viene definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche" e viene introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base" costituisce quindi l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alla progettazione strutturale dei manufatti. Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastica costituito da uno spettro normalizzato considerato indipendente dal livello di sismicità, moltiplicato per il valore dell'accelerazione massima ($a_g \times S$) del terreno che caratterizza il sito di fondazione.

Gli spettri sono definiti in base a tre parametri fondamentali:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione.

Questi parametri sono calcolati in funzione del "reticolo di riferimento". Sul territorio italiano è infatti stata individuata una maglia di circa 10 km di lato, associando a ciascun nodo la definizione di tali parametri. Partendo dai valori nei nodi, per ogni punto individuato sul territorio mediante le sue coordinate geografiche (longitudine, latitudine) e attraverso interpolazione, è possibile individuare i parametri di pericolosità sismica per un periodo di ritorno (T_R) assegnato.



SITO IN ESAME:

WGS84: Lat 45.847295 - Lng 9.107566

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|-------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 10483 | Lat: 45,8536 | Lon: 9,0453 | Distanza: 4940,055 |
| Sito 2 | ID: 10484 | Lat: 45,8562 | Lon: 9,1168 | Distanza: 1094,945 |
| Sito 3 | ID: 10706 | Lat: 45,8063 | Lon: 9,1206 | Distanza: 4752,465 |
| Sito 4 | ID: 10705 | Lat: 45,8037 | Lon: 9,0490 | Distanza: 6768,892 |

Il periodo di ritorno viene valutato in funzione della "Vita di Riferimento" (V_R) ed in base alla corrispondente probabilità del suo superamento allo stato limite che si intende verificare. La "Vita di Riferimento" (V_R) viene calcolata in funzione della "Vita Nominale" e del "Coefficiente d'uso" (C_U).

Per l'opera in esame, è stata considerata una Vita nominale delle opere (VN) 50 anni.

È stata inoltre valutata una classe d'uso II per la maggior parte dell'ambito di intervento (coefficiente $C_U=1,0$). Per l'edificio di interesse pubblico si può applicare una la classe d'uso III (coefficiente $C_U=1,5$).

Per la determinazione dell'azione sismica di progetto si rimanda alle fasi progettuali successive, in cui verrà compiutamente definito l'intervento ed ai relativi approfondimenti geotecnici e sismici, i quali consentiranno di determinare la categoria sismica del sottosuolo. Analogamente, le future fasi di approfondimento consentiranno di effettuare, per le casistiche dovute, gli approfondimenti sismici di 2° ed eventualmente di 3° livello ai sensi della dgr 2616/2011.

8 - RILIEVO DI TERRENO

È stato svolto un accurato rilievo di terreno del sito di interesse e di un utile intorno finalizzato a ricavare una ricostruzione dell'assetto geologico del sottosuolo e dei principali elementi della dinamica geomorfologica.

Il sito di intervento abbraccia la porzione di versante posta tra la S.S. Lariana e la frazione Colombaro, con quote che variano da 250 m slm a 307 m slm circa. La morfologia generale dei siti è di blando dislivello, con esposizione verso Nord-Ovest, bordata a Sud dalla incisione torrentizia del torrente Colombaro.

Da un punto di vista morfologico l'area è costituita da ambito terrazzato, con terrazzamenti sostenuti da muri in sasso, prevalentemente secco, spesso fondati su substrato roccioso. Si differenzia un settore sommitale, posto a monte della strada Regia, che si caratterizza per la presenza di terrazzamenti ampi sino ad una quindicina di metri, con pendenze assai contenute, dal settore posto subito a valle della strada Regia, ove si osserva un lieve incremento delle pendenze e con terrazzamenti in genere ampi pochi metri. Alla quota di 275 m slm si osserva la presenza di orlo di scarpata morfologica, che demarca il passaggio da contesto di pendio terrazzato a contesto di pendio acclive, con roccia affiorante a formare risalti e pareti rocciose, sino al raccordo con la strada Lariana. Nel settore Sud-occidentale dell'area, e per una ampiezza di circa 50 m, il raccordo tra area terrazzata a modesta pendenza e strada Lariana avviene tramite pendio terrazzato mediamente acclive caratterizzato da diffusa roccia da affiorante a subaffiorante.

Altro elemento morfologico di rilievo è la incisione del torrente Colombaro, che borda a Sud l'area in esame. Il passaggio tra l'area terrazzata sopra descritta ed il torrente è demarcato da orlo di scarpata morfologica, con passaggio abbastanza netto da un conteso all'altro. In direzione del torrente è presente roccia affiorante.



Fronte roccioso posto a ridosso della S.S. Lariana, delimitato a monte da orlo di scarpata morfologica

Il compendio in esame confina ad Ovest ed a Nord con autosilo pluripiano. Lo scavo per la realizzazione di tale opera ha profondamente modificato la morfologia dell'area. Il ciglio di scavo correlato a tale opera si spinge sino a ridosso del confine di proprietà. Ciò ha portato a creare un setto roccioso largo pochi metri a ridosso della strada Lariana, come riportato nella carta di dettaglio.



Confine settentrionale del compendio, in direzione di autosilo pluripiano esistente

In larga parte dell'ambito analizzato è stata osservata roccia affiorante o subaffiorante. Nella tavola di dettaglio in allegato è riportata la ubicazione puntuale degli affioramenti.

La roccia è costituita da calcari ben stratificati, ascrivibili alla formazione del Calcarea di Moltrasio, con liste e noduli di selce di colorazione scura. La stratificazione risulta abbastanza regolare, di spessore medio variabile tra 10 e 20 cm, con intercalati interstrati calcareo-marnosi di spessore massimo pari ad 1 cm, in genere fittamente laminati. La stratificazione mostra prevalente giacitura verso i quadranti sud-occidentali con valori di inclinazione variabili tra 39° e 77°. L'osservazione degli affioramenti rocciosi ha permesso di ricostruire i fenomeni plicativi che interessano il substrato, mostrandosi alternanza di terminazioni anticlinaliche e sinclinaliche. Il piano assiale delle pieghe ha giacitura 332°/62°, mentre l'asse ha giacitura 055°/28°.

La presenza di pieghe con piano assiale immergente ad alto angolo verso NNW e con asse immergente verso Est, determina in alcuni punti la verticalizzazione degli strati e talora la presenza di strati rovesci. Per tale motivo si è proceduto alla capillare annotazione dei valori di giacitura della stratificazione. L'analisi della cartografia di dettaglio dello studio geologico comunale (paragrafo 6) indica che in direzione del torrente Colombaro si individua asse di sinclinale a grande scala. Tale elemento condiziona la giacitura della roccia, che, a ridosso del medesimo torrente mostra prevalente giacitura verso Sud, a medio-alto angolo di inclinazione. All'interno del comparto si osservano inoltre disturbi tettonici a scala minore, con alternanza di pieghe sinformi ed antiformali a scala metrica, che portano a repentine variazioni della giacitura della stratificazione.



Alveo del torrente Colombaro. Roccia con stratificazione verticalizzata



Affioramento roccioso a ridosso della S.S. Lariana. Si osserva piegamento antiforme.

È utile ribadire che le zone di cerniera dei piegamenti sono quelle in cui si concentrano gli sforzi e le deformazioni. In tali punti è spesso osservabile un incremento del grado di fratturazione della roccia. Le cerniere delle pieghe sono in linea teorica i settori ove si localizzano eventuali venute idriche. Alla data del rilievo non sono state osservate aree di ristagno idrico o venute a giorno di acque dal substrato roccioso.

Sebbene a Nord del sito in esame siano indicate nella cartografia comunale delle sorgenti di natura carsica, nel comparto in esame non sono state osservati settori con manifestazioni sorgentizie di natura carsica.

La roccia è ricoperta da spessori metrici, la cui entità sarà da appurare mediante specifica campagna di indagini, di coperture detritiche di origine colluviale e/o glaciale, talora frammista a terreni rimaneggiati in conseguenza della realizzazione di terrazzamenti antropici. Gli spessori maggiori di tali materiali sono prevedibili in corrispondenza dei cigli di terrazzamenti antropici, sostenuti da muri di contenimento in calcestruzzo o in pietra. I muri in sasso presenti mostrano mediocre stato di conservazione. Localmente si osservano deformazioni di tali manufatti.

Allo stato attuale non si osservano indicatori di dissesti alla scala di versante che possano interferire con l'area in esame, come confermato anche dai dati di monitoraggio satellitare tramite interferometria radar riportata al paragrafo 6.5.

La presenza di terrazzamenti ampi parecchi metri lungo il settore di monte del compendio mette al riparo da interferenze con fenomeni di dinamica di versante di tipo superficiale, quale rotolamento di blocchi o crollo di muretti di sostegno presenti a monte del compendio stesso.

L'ambito con possibili maggiori fenomeni di dinamica geomorfologica si collocano a ridosso della strada Lariana, dove si osserva incremento di pendenze con substrato roccioso affiorante. Nella porzione sommitale del ciglio di scarpata morfologica si osservano calcari stratificati con prevalente giacitura a reggipoggio. Si osserva la presenza di una coltre superficiale di roccia maggiormente allentata e fratturata, specie in prossimità del ciglio superiore della parete, da cui si possono verificare distacchi di blocchi lapidei di dimensione decimetrica. La presenza di opere di difesa passiva a ridosso della strada Lariana, ovvero di muro di sostegno sormontato da barriera paramassi di tipo rigido limita le aree di influenza di tali possibili crolli.

In merito alla dinamica torrentizia si rimanda allo specifico paragrafo.

9 - PROCEDURA RHAP

9.1 - Premessa metodologica

Al fine di procedere a proposta di ripermetrazione dell'area a rischio crolli ricadente entro il compendio in esame, attribuita alla classe di fattibilità geologica 4 nello studio geologico comunale vigente, si è proceduto applicando la procedura denominata RHAP per la zonazione della pericolosità da crolli in roccia riportata nei criteri di cui alla d.g.r. 30/11/2011 n. IX/2616, cui si rimanda per una completa descrizione della metodologia.

In sintesi la procedura nella sua completezza prevede le seguenti fasi:

- a. individuazione dei settori di versante potenzialmente origine di crolli con delimitazione delle aree omogenee;
- b. individuazione di sezioni significative lungo cui effettuare modellazioni di caduta massi;
- c. determinazione dei parametri e grandezze di interesse ai fini delle modellazioni (volumetria massi, aree di arresto, forma dei blocchi, coefficienti restituzione e rugosità);
- d. delimitazione delle aree di transito ed arresto del 70% blocchi simulati, del 95% e del 100% - attribuzione pericolosità preliminare (H1-H4);
- e. valutazione del grado di attività delle aree sorgenti e determinazione della pericolosità finale (H1-H5)

Come riportato ai paragrafi successivi la procedura RHAP è ben applicabile per crolli le cui aree sorgenti si impostano su pareti rocciose ben individuate e perimetrabili.

Nel presente caso la proposta è vincolata alla realizzazione di opere di messa in sicurezza, descritte al paragrafo successivo, le quali saranno attuate contestualmente all'ambito di trasformazione oggetto della presente proposta, che di fatto rimuoveranno o stabilizzeranno tutte le possibili aree sorgenti di crollo. A tale motivo la procedura RHAP qui elaborata per lo specifico caso in esame si è arrestata al punto **a** della procedura sopra illustrata. Come riportato al paragrafo 2.2.1 Allegato 2 della DGR 2161/2011 "*Tuttavia, nel caso in cui tutte le aree omogenee presentino percentuali inferiori al 10% (percentuale di attività dei fenomeni di crollo) non si ritiene necessario effettuare la zonazione della pericolosità*" in caso di assenza di aree sorgenti di crolli o di aree sorgenti completamente stabilizzate, non ha senso procedere alla zonazione di pericolosità mediante modellazione del fenomeno di crollo in quanto viene sterilizzata in origine la fonte della potenziale pericolosità.

9.2 - Aree Omogenee pre-interventi

La distinzione delle aree omogenee è avvenuta sulla scorta di:

1. Caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso;
2. Presenza di affioramenti rocciosi e possibili aree sorgenti di distacchi di roccia;
3. Morfologia del versante lungo le traiettorie di discesa;
4. Presenza di opere di difesa.

L'area originariamente attribuita alla classe di fattibilità 4 è stata suddivisa in due aree omogenee.

Di seguito si fornisce una descrizione delle aree omogenee individuate, la cui perimetrazione è riportata nella Tavola 4. La individuazione delle due aree è avvenuta principalmente sulla base delle caratteristiche morfologiche delle zone sorgenti, in seconda battuta sulla scorta dell'assetto geomeccanico, ricavato tramite rilievo geomeccanico i cui esiti sono sintetizzati nelle apposite schede in allegato.

Area omogenea A

Settore abbracciante la porzione meridionale dell'area attribuita alla classe di fattibilità 4. Si osserva parete di roccia con dislivello variabile tra circa 7 e 15 m, la quale si raccorda alla base del pendio, ovvero al muro di sostegno sito a lato della Lariana mediante porzione di versante con pendenza medio alta caratterizzata da roccia subaffiorante e detrito. Il piede della parete risulta arretrato di una decina di metri rispetto alla strada Lariana. A margine strada è presente muro di sostegno alla cui sommità sono localizzate le barriere paramassi di tipo rigido, alte 3,5 m, con capacità di assorbire impatti di energia stimata sino a 250 kJ. La vegetazione è di medio / alto fusto, abbastanza fitta.

Area omogenea B

Settore abbracciante la porzione settentrionale dell'area attribuita alla classe di fattibilità 4. Si osserva parete di roccia subverticale, con dislivello massimo di una ventina di metri, la quale si spinge sino a pochi metri (circa 3) dal muro di monte della strada Lariana, su cui sono localizzate le barriere paramassi di tipo rigido alta 3,5 m, con capacità di assorbire impatti di energia stimata sino a 250 kJ. Tale muro, nella estrema porzione settentrionale definisce una sorta di trincea con altezza crescente sino a 10 metri, che funge da ulteriore trappola per i massi eventualmente dinamicizzati.

La vegetazione è di medio / alto fusto, mediamente fitta.

Al fine di valutare le condizioni di pericolosità da caduta massi si è proceduto ad effettuare un censimento dei blocchi e massi presenti sia nel detrito che nelle possibili aree sorgenti. Le volumetrie dei massi potenzialmente dinamicizzabili sono pressoché identiche in entrambe le aree omogenee.

Si specifica che i rilievi di terreno ed il rilievo topografico fornito dalla Committenza hanno inoltre consentito di meglio individuare sul terreno i settori sorgente di crolli. Le originarie perimetrazioni riportate nella cartografia dello studio geologico individuavano, probabilmente per la carenza nella cartografia topografica di base, come aree sorgente di crolli anche settori a pendenza pressoché nulla posti a monte della parete di roccia.

Si è effettuata un'analisi statistica di tutte le misurazioni effettuate nelle potenziali aree sorgenti. Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche dei massi modalì e massimi.

Sintesi geometria e dimensioni blocchi.

| | Geometria | Dimensioni (m) | Volume (m³) | Peso (kg) |
|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|
| Masso Modale | Tabulari | 0,30 x 0,30 x 0,50 | 0,045 | 117 |
| Masso Massimo | Tabulari | 0,30 x 0,70 x 1,00 | 0,21 | 546 |

Concordemente alle caratterizzazioni geotecniche e geomeccaniche del territorio comunale, per la roccia in esame (Calcere di Moltrasio) è stato adottato un peso specifico di 2600 kg/m³.

9.3 - Interventi proposti di messa in sicurezza

Gli interventi che giustificano l'avanzamento di proposta di ripermimetrazione dell'area soggetta a fenomeni di crollo ed attualmente attribuita alla classe di fattibilità 4, sono correlati agli interventi di messa in sicurezza di seguito proposti, i quali saranno attuati in seno all'ambito di trasformazione urbanistica oggetto della presente analisi:

1. escavazione e riprofilatura del fronte roccioso sorgente di potenziali crolli, con rimozione delle porzioni instabili e protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento;
2. disaggio delle residue porzioni di fronte roccioso sorgente di potenziali crolli non interessate da escavazione e riprofilatura, e protezione dei fronti mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento.

Come visibile nella Tavola 4 , l'ambito 1 copre la quasi totalità del settore attualmente perimetrato in classe di fattibilità 4, mentre l'ambito 2 ne copre i settori marginali in direzione Nord. Si specifica inoltre che la originaria perimetrazione della classe di fattibilità 4 interessa anche un ridotto lembo di terreno nella confinante proprietà in direzione Nord, ove attualmente insiste autosilo pluripiano. La profonda modifica delle aree operata dalla edificazione, oltre alla protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento, ha di fatto rimosso le possibili aree sorgenti di crollo in tale ambito.

La distribuzione delle opere proposte è rappresentata nelle Tavole in allegato.

Le opere a base della presente proposta di ripermimetrazione di fatto porteranno ad una rimozione o stabilizzazione completa delle possibili aree sorgenti dei crolli. Tali opere saranno oggetto di specifica progettazione esecutiva nell'ambito del P.A..

9.4 - Ridefinizione della pericolosità da crollo

La procedura RHAP prevede di definire la probabilità di accadimento dei fenomeni di distacco in ciascuna area omogenea suddividendo le stesse in una maglia in cui andare ad individuare il numero di elementi di instabilità, definiti tra i seguenti:

- fratture aperte con evidenze di attività associate e cinematismi possibili;
- blocchi ruotati;
- zone intensamente fratturate;
- superfici non alterate che testimoniano distacchi recenti;
- emergenze di acque alla base dei blocchi.

Dal momento che la presente proposta di ripermimetrazione è basata sulle condizioni di progetto, ovvero a seguito della messa in atto degli interventi di stabilizzazione definiti al paragrafo 9.3, si ricava che le opere proposte, una volta realizzate e collaudate, consentiranno di rimuovere completamente le aree di crollo intervenendo direttamente sulle aree sorgenti rimuovendole o mettendole in sicurezza.

Ne deriva una percentuale di attività pari allo 0%, ben al di sotto della soglia minima del 10 % riportato come limite minimo della procedura RHAP per procedere alla zonazione della pericolosità (dgr 30/11/2011 n.IX/2616 – Allegato 2, relativo alla procedura RHAP).

Sulla scorta di quanto sopra si ritiene di proporre la completa rimozione del poligono della classe di fattibilità geologica 4 derivante da problematiche di crollo.

9.5 - Proposta di ripermimetrazione delle aree a rischio crollo

Sulla scorta delle analisi sopra esposte si può giungere ad una proposta di ridefinizione delle aree a rischio crollo che hanno portato alla originaria classificazione in fattibilità geologica 4 nel tratto posto a valle della località Colombaio, motivata dalla realizzazione di opere di stabilizzazione in progetto nel Piano Attuativo in variante urbanistica del "Compendio Colombaio". La presente proposta di ripermimetrazione prende inoltre atto della profonda modifica morfologica correlata alla realizzazione dell'autosilo multipiano sito a confine Nord del compendio in esame, in cui ricade un ridotto lembo di classe di fattibilità 4 per le medesime problematiche di crollo.

In considerazione degli esiti delle analisi di terreno svolte e conformemente a quanto riportato nell'allegato 2 della dgr 30/11/2011 n.IX/2616, relativa alla procedura RHAP, per percentuali di attività inferiori al 10%, **si ritiene di proporre la completa rimozione delle perimetrazioni di aree di crollo per l'ambito oggetto di studio**, come indicato nella Tavola 5 in allegato.

Nella Tavola 5 viene proposta pertanto la ridefinizione delle classi di fattibilità geologica. Ai fini di proporre una delimitazione omogenea delle classi di fattibilità all'interno del territorio comunale, si è fatto specifico riferimento alle classi e sottoclassi di fattibilità come definite nello studio geologico attualmente vigente (Studio Geologico di supporto al PGT agosto 2013).

Le analisi svolte indicano l'assenza della problematica di crolli sull'area precedentemente attribuita alla classe di fattibilità 4, come conseguenza della stabilizzazione in progetto delle potenziali aree sorgenti dei crolli.

A tali ambiti risulta pertanto consona l'attribuzione della **classe di fattibilità 3**, così come definita nella dgr 30/11/2011 n.IX/2616 e nelle NTA dello studio geologico adottato.

Per quanto attiene alla specifica normativa e prescrizioni da adottarsi per le singole classi e sottoclassi proposte, si rimanda a quanto definito nelle NTA dello studio geologico adottato.

10 - PERICOLOSITA' IDRAULICA TORRENTE COLOMBARO

10.1 - T. Colombaro

10.1.1 Analisi dati pregressi

Al fine di caratterizzare il T. Colombaro, come prima analisi, sono stati consultati studi ufficiali già redatti e disponibili; è poi stato eseguito un rilievo del torrente nel tratto interno alla proprietà e in quello immediatamente a monte della stessa. Gli studi disponibili sono:

- Studio del reticolo idrico minore comunale
- Studio geologico comunale
- Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti dalla dinamica dei corsi d'acqua entro il territorio comunale - proposta preliminare interventi di sistemazione idrogeologica (aprile 2018)

In particolare quest'ultimo ha riassunto le problematiche occorse negli anni sui torrenti (dissesti), ha valutato la pericolosità e proposto alcuni interventi al fine di mitigare le situazioni di rischio presenti.

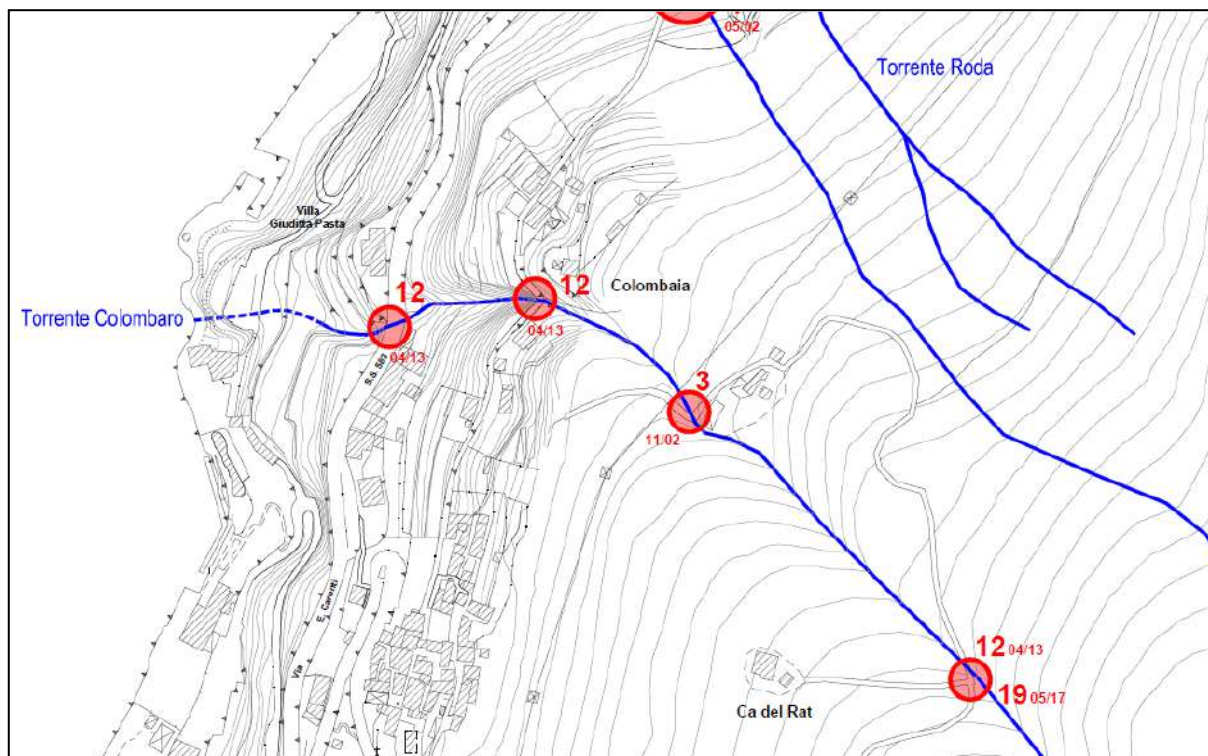
Di seguito si sintetizza quanto tale studio riporta per il T. Colombaro.

"Torrente Colombaro": nasce ad una quota di 850 m s.l.m., in prossimità della sommità del rilievo di Croce d'Arzona e scorre in direzione NW fino a sfociare nelle acque del lago. Il tratto terminale è tombinato per una lunghezza di circa 65 metri ed è sito in proprietà privata non accessibile. Si tratta di torrente con alveo in roccia con tendenza

all'approfondimento. In passato, il corso d'acqua ha dato consistenti problemi di trasporto in massa e di colate di detrito, alimentate da dissesti presenti nella parte medio-alta del bacino, quali scivolamenti nelle coperture prospicienti l'impluvio e crolli da pareti rocciose. Lungo il suo corso, immediatamente a monte della frazione Colombaio, sono state realizzate delle opere di difesa, quali briglie selettive a pettine ed opere di arginatura."

Sono poi stati sintetizzati i dissesti avvenuti negli ultimi anni.

| Codice dissesto | Corso d'acqua | Data evento | Danni a | | |
|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|
| | | | Infrastrutture | Beni privati | Opere pubbliche |
| 3 | T. Colombaro | 13-25/11/2002 | x | | |
| 8* | | 11/05/2010 | x | | x |
| 12 | | 19-20/04/2013 | x | x | x |
| 19 | | 13-14/05/2017 | x | x | |



Stralcio Tav. 4 (aree interessate da fenomeni di dissesto torrentizio) tratta dallo studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti da dinamica corsi d'acqua - proposta interventi di sistemazione idrogeologica"

Sono state poi definite la pericolosità e le classi di rischio utilizzando la procedura proposta da Regione Lombardia.

Per far ciò sono stati definiti sia i principali parametri idrografici ed idrologici, sia la stima della magnitudo, ovvero il volume massimo teorico di materiale detritico rimobilizzabile durante un evento di trasporto in massa o misto (fatto che caratterizza e penalizza i torrenti

comunali).

Per ciascun corso d'acqua è stata inoltre calcolata la portata di picco di trasporto solido e liquido di una colata, determinata indirettamente con la formula semplificata di Anselmo (1985). I valori di magnitudo sono stati valutati indirettamente mediante uno dei metodi empirici riportati in letteratura tecnica, integrati con i dati storici e con le osservazioni effettuate nei bacini in esame. Nel caso in esame, la magnitudo *M* è stata ricavata con la formula di Ceriani et al. (2000).

| Identificativo corso d'acqua | Portata di picco trasporto solido e liquido (mc/s)*** | Magnitudo (mc)**** |
|------------------------------|---|--------------------|
| T. Girola | 68.4 | 2,446 |
| T. Pertus | 50.0 | 1,746 |
| T. Galmeora | 33.6 | 1,391 |
| T. Della Chiesa | 15.4 | 1,125 |
| T. Colombaro | 14.6 | 1,213 |

***formula di Anselmo (1985)

**** formula di Ceriani et al. (2000)

Tutte le informazioni raccolte hanno permesso di attribuire al tratto terminale dei corsi d'acqua considerati uno specifico grado di pericolosità. Le classi di pericolosità assegnate sono:

Pericolosità molto bassa (H1)

Pericolosità bassa (H2)

Pericolosità media (H3)

Pericolosità alta (H4)

Pericolosità molto alta (H5)

Le classi di pericolosità definite per ciascun corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente.

| Identificativo corso d'acqua | Classe di pericolosità |
|------------------------------|------------------------|
| T. Girola | H5 |
| T. Pertus | H4 |
| T. Galmeora | H3 |
| T. Della Chiesa | H5 |
| T. Colombaro | H4 |

È stato poi definito il rischio.

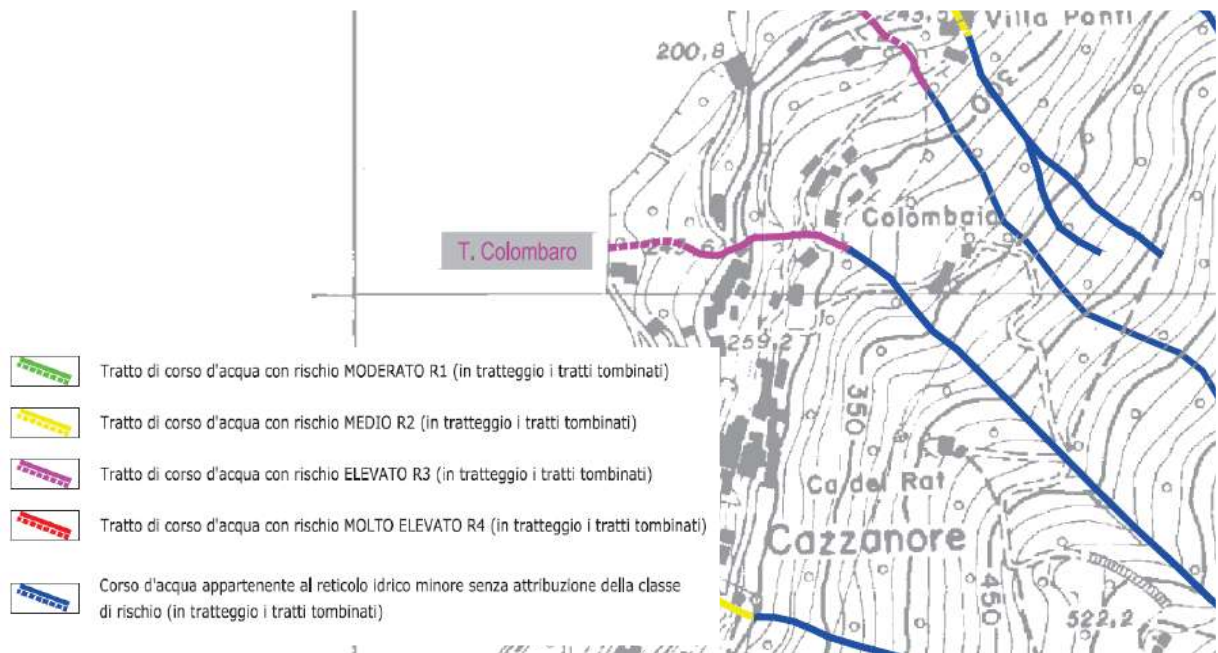
Il passaggio al rischio è stato quindi effettuato, più semplicemente, incrociando le classi degli elementi esposti al rischio con le classi di pericolosità.

rischio moderato - R1

rischio medio - R2

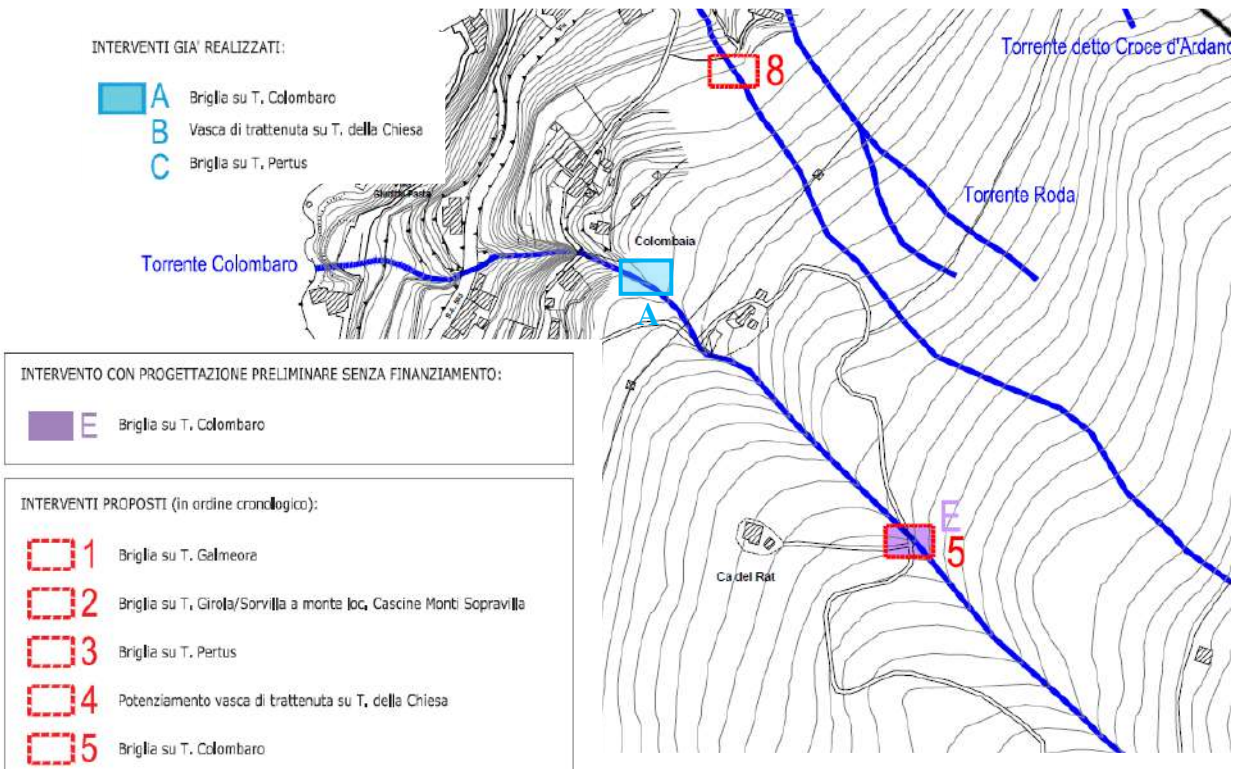
rischio elevato R3

rischio molto elevato R4




Stralcio Tav. 5 (carta del rischio) tratta dallo studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti da dinamica corsi d'acqua - proposta interventi di sistemazione idrogeologica"

Come ultima fase del lavoro sono stati riassunti le opere già realizzate in passato e gli interventi già programmati e/o proposti al fine di mitigare le situazioni di rischio.



Stralcio Tav. 6 (carta degli interventi proposti) tratta dallo studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti da dinamica corsi d'acqua - proposta interventi di sistemazione idrogeologica"

L'opera denominata A è già stata realizzata in passato.


| | |
|-----------------------------------|---|
| Denominazione opera | A |
| Corso d'acqua | Torrente Colombaro |
| Stato | Esistente |
| Opere | Briglia selettiva – area di deposito |
| Documentazione fotografica |  <p><i>vista da monte</i></p> |

Questa briglia è ubicata a monte della proprietà in esame (e del lavatoio), prima del sottopasso della mulattiera esistente.

Viene poi proposto un nuovo intervento (intervento E/5)

Per questo intervento, che si ubica in corrispondenza di dissesti già avvenuti, prevede il rifacimento dell'attraversamento, il ripristino nei manufatti spondali, il risezionamento dell'alveo e la realizzazione di una briglia selettiva e area di deposito.

Allo stato attuale per questo intervento è stato redatto il Progetto di fattibilità tecnica ed economica.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Denominazione intervento | E / 5 |
| Corso d'acqua | Torrente Colombaro |
| Stato | Progetto di fattibilità tecnica ed economica |
| Opere | Rifacimento attraversamento – ripristino manufatti spondali – risezionamento alveo realizzazione briglia selettiva e area di deposito |
| Documentazione fotografica |  <p><i>vista attraversamento da valle</i></p> <p><i>vista da monte</i></p> |

Lo studio del Reticolo Idrico minore comunale (aprile 2004 – revisionato nel 2005) riporta, oltre alle fasce di rispetto del corso d'acqua, un censimento delle opere afferenti al reticolo ed alcune problematiche presenti sullo stesso.

Per quanto riguarda le opere presenti sono riportati sia gli attraversamenti del torrente sia le opere presenti. In particolare si osserva che uno degli attraversamenti, a monte della proprietà in esame, è quello che è stato interessato dal dissesto identificato col n. 19 nello studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti dalla dinamica dei corsi d'acqua entro il territorio comunale - proposta preliminare interventi di sistemazione idrogeologica" e per cui è previsto l'intervento E/5 prima esposto.

Si segnala inoltre:

- Punto di possibile ostruzione al deflusso causata da attraversamento → posto a monte della proprietà in esame in corrispondenza dell'attraversamento a monte del lavatoio → corrisponde circa alla sezione 1b rilevata per il presente lavoro (vedi paragrafo seguente).

- Tratti di sponda interessati da erosioni e/o franamenti → si tratta di piccole aree che interessano le sponde del corso d'acqua, consistenti in frane di scivolamento, colata e di crollo da pareti rocciose poste lungo il tratto montano del corso d'acqua.
- Aree inondabili definite su base geomorfologica → dovute alla presenza di sponde poco incise.

Lo studio Geologico comunale (ultimo aggiornamento del 2013), per quanto attiene alla proprietà in esame (zona futuro ingresso) segnala una zona potenzialmente inondabile (settore già precedentemente segnalato). Tale area è identificata come:

- Aree potenzialmente inondabili delimitate su base geomorfologica: sono quelle aree che potrebbero essere allagate ad opera dei corsi d'acqua a causa di alveo poco inciso, di sezioni di deflusso insufficienti, o di presenza di opere antropiche ostacolanti il deflusso → Carta di Sintesi
- Aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee): comprendono le aree in fregio ai corsi d'acqua potenzialmente inondabili delimitate su base geomorfologica → Carta dei Vincoli e Carta con legenda uniformata PAI
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

10.1.2 Rilievo post- evento del luglio 2021

Il territorio comunale di Blevio, nel mese di luglio 2021, e più precisamente in data 25/07/2021, è stato interessato da eventi alluvionali di portata molto consistente, conseguenti a piogge eccezionali. Si è verificata l'attivazione di diversi torrenti, con attivazione di fenomeni di debris flow e trasporto solido che hanno riversato ingenti quantitativi di detrito e materiale vegetale sugli abitati, in particolare interessando le frazioni di Capovico e Sopravilla, con danni ingenti a infrastrutture, edifici e beni privati.

Al fine di riverificare l'assetto morfologico a seguito di tali eventi che hanno comportato la dichiarazione di stato di emergenza per calamità naturale di livello nazionale.

Sono pertanto stati effettuati dei rilievi post-evento lungo l'asta del torrente Colombaio, con particolare attenzione alla tratta prossima all'ambito di trasformazione in esame.

Come testimoniato dalle fotografie di seguito riportate lungo il torrente in esame si sono attivati fenomeni di trasporto solido di modesta entità, i quali hanno tuttavia comportato il colmamento della briglia selettiva A descritta al paragrafo precedente. Si leggono inoltre indizi di tracimazione delle acque lungo il sentiero che costeggia l'alveo a monte del lavatoio esistente. In corrispondenza dell'attraversamento prossimo al lavatoio si osserva la deposizione di modesti quantitativi di detrito. Con molta probabilità i flussi solido liquidi in tale tratto hanno comportato la quasi saturazione della sezione di deflusso.



Vasca A ingombra di detrito



Modesti accumuli di detrito lungo il sentiero che costeggia l'alveo a monte del lavatoio



Modesti accumuli di detrito in corrispondenza dell'attraversamento sito all'altezza del lavatoio

10.1.3 Considerazioni sulla pericolosità del torrente in relazione al progetto in esame

Dall'analisi degli studi consultati, dal rilievo effettuato e dalle verifiche idrauliche che sono esposte nel paragrafo 10.4, si evince la necessità di attuare degli interventi lungo il torrente al fine di mitigare il rischio legato al torrente stesso e rendere in tal modo compatibili le trasformazioni d'uso previste con le condizioni di pericolosità individuate.

Una delle problematiche principali di questo torrente, come degli altri torrenti comunali, è legata al trasporto solido di materiale. L'eccesso di trasporto solido può dar luogo ad accumuli lungo gli alvei di materiale che può successivamente mobilizzarsi in forma di colate detritiche caratterizzate da elevata capacità distruttiva. Con molta probabilità l'evento piovoso che ha innescato i dissesti nel territorio comunale nel luglio 2021 ha solo lambito il bacino idrografico del torrente Colombaio.

Le opere qui proposte hanno principalmente due tipologie di finalità:

- intercettare il materiale trasportato prima che possa venire mobilitato e depositato in maniera incontrollata causando danni,
- ampliare la sezione di deflusso (ove non sufficiente).

10.2 - Analisi idrologiche ed idrografiche

Al fine di procedere ad una corretta caratterizzazione idrologica ed idraulica del corso d'acqua si è effettuata una specifica analisi del bacino idrografico scolante.

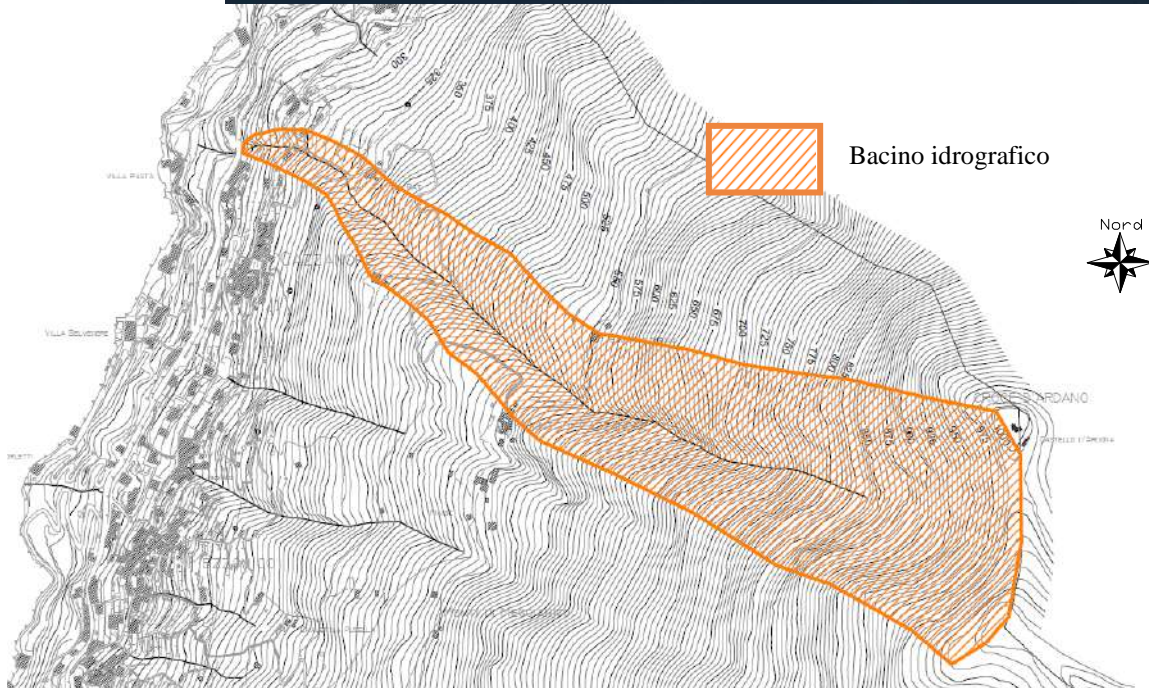
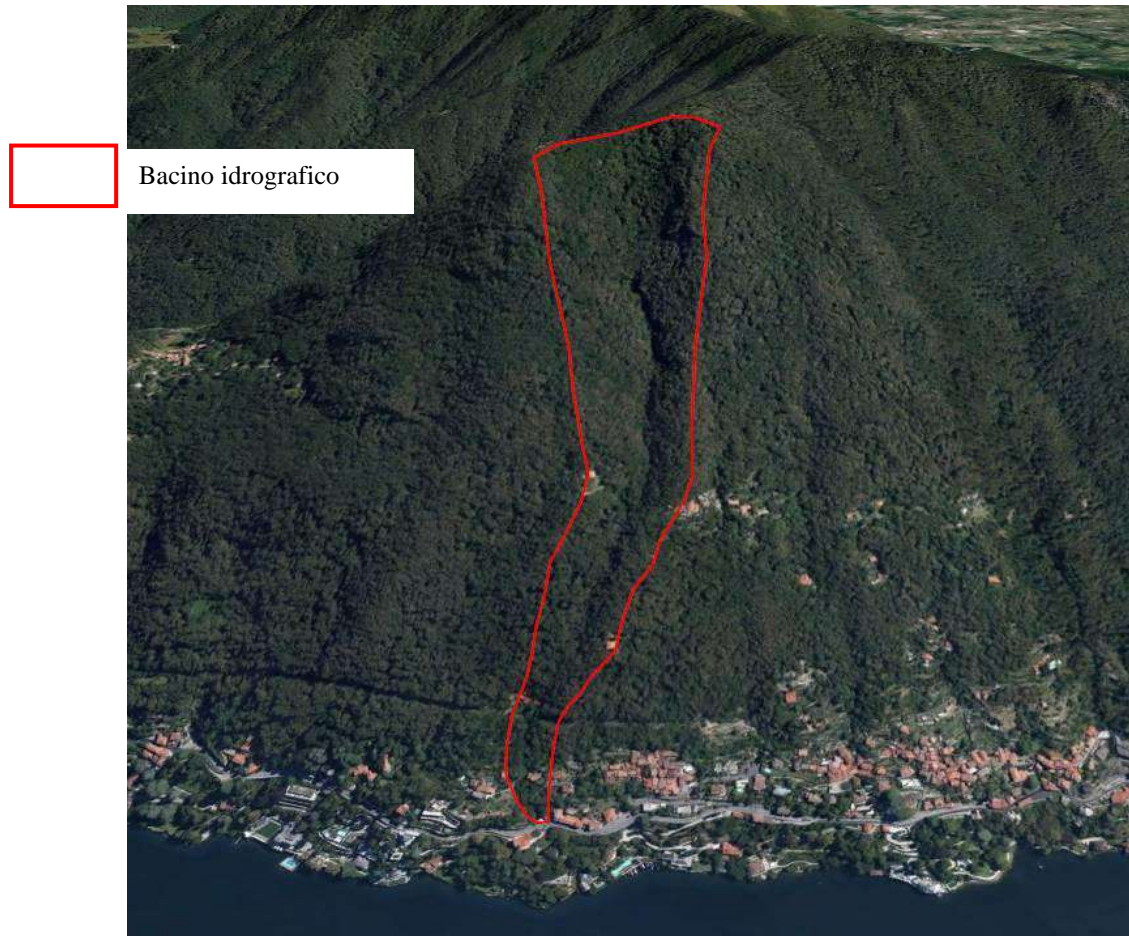
Il modello matematico adottato per descrivere il comportamento del corso d'acqua in esame, partendo dai dati in nostro possesso, è il cosiddetto *metodo di corrivazione*. Ammettendo di conoscere il tempo di corrivazione del bacino, le modalità d'uso del suolo, l'altezza di precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione, il coefficiente di deflusso e considerando prevalenti i fenomeni di traslazione dell'acqua, il metodo consiste nell'individuare la cosiddetta curva *Area-Tempi*. Per la valutazione della portata di piena con tempo di ritorno fissato si utilizza la massima altezza di pioggia, con tempo di ritorno corrispondente, per una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione.

10.2.1 Bacino idrografico

Il bacino considerato è quello sotteso dal punto di attraversamento della via Caronti.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali del bacino idrografico:

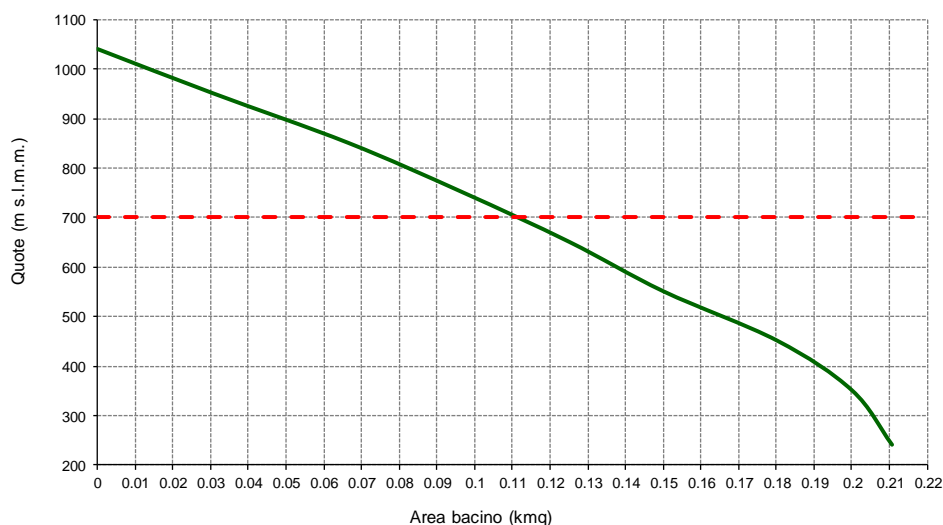
| | |
|---|----------------------|
| A = superficie totale del bacino | 0,21 Km ² |
| L = lunghezza percorso più lungo | 1,2 Km |
| H _{max} = quota massima del bacino imbrifero sotteso | 1040 m |
| H _{min} = quota minima del bacino imbrifero sotteso | 240 m s.l.m |
| H _{media} = quota media del bacino imbrifero sotteso | 702 m s.l.m |



Bacino idrografico – fuori scala

La quota media è stata desunta dalle curve ipsometriche dei bacini considerati. Tale curva rappresenta la ripartizione percentuale della superficie del bacino compresa tra fasce

altimetriche di 100 m. Tale diagramma è stato ottenuto riportando in ordinata le quota sul livello del mare ed in ascissa l'area della superficie che si trova al di sopra della quota considerata



10.2.2 Definizione del regime pluviometrico dell'area

Come noto dall'idrologia la relazione che lega altezze e durate di pioggia ha la seguente espressione analitica, in cui i parametri concorrenti vengono a essere ricavati da analisi statistiche sulle precipitazioni differenziate per diverse stazioni di rilevamento:

$$h = a \cdot t^n$$

dove

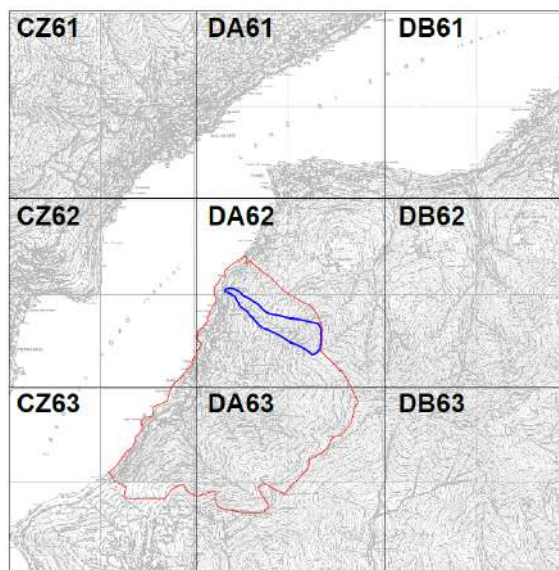
h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (h)

a = assume il significato di precipitazione oraria (tipico dell'area omogenea) (mm)

n = è il coefficiente esponenziale adimensionale (tipico dell'area omogenea) (-)]

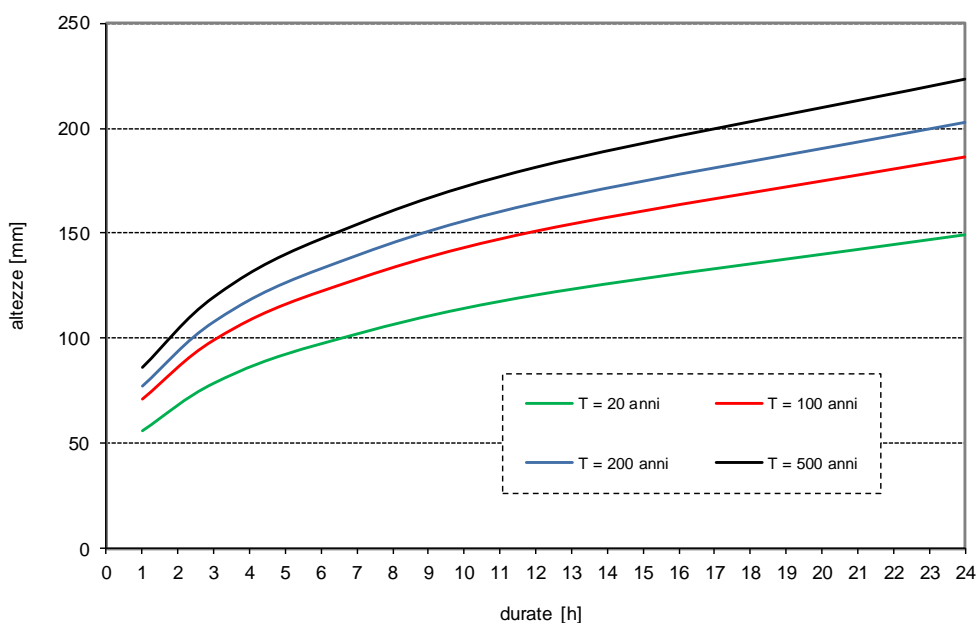
L'Autorità di Bacino del fiume Po, nell'ambito della redazione del PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po), ha emanato con p per le progettazioni e le verifiche di compatibilità riportata la distribuzione spaziale delle precipita per l'analisi di frequenza delle piogge intense r condotta un'interpolazione spaziale con il metoc segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punti derivante dalla risoluzione spaziale della griglia 100, 200 e 500 anni.



Il bacino in esame ricade nella cella DA62 i cui parametri sono riportati nella tabella seguente.

| Cella | Coordinate UTM | | Tr 20 | | Tr 100 | | Tr 200 | | Tr 500 | |
|-------|----------------|---------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | Est | Nord | a | n | a | n | a | n | a | n |
| DA 62 | 509000 | 5077000 | 56,35 | 0,306 | 71,21 | 0,303 | 77,55 | 0,302 | 85,92 | 0,301 |

La figura seguente mostra le curve di possibilità pluviometrica della zona in oggetto per diversi tempi di ritorno.



Questi valori sono stati ragguagliati in funzione dell'area sulla quale si considera distribuito l'evento piovoso al fine di ricavare dei dati più attendibili riferiti al bacino idrografico considerato; l'altezza di precipitazione tende infatti a diminuire all'aumentare dell'area interessata dall'evento meteorico. Tale operazione è stata effettuata utilizzando le formule proposte da Columbo sulla base di studi effettuati nel comprensorio di Milano. L'Autore propone di modificare i valori di "a" e "n" della curva caratteristica con le seguenti relazioni:

$$a' = a \cdot (1 - 0.06 \cdot (S/100)^{0.4}) \qquad n' = n + 0.003 \cdot (S/100)^{0.6}$$

dove

a e n = parametri della curva segnalatrice di possibilità climatica o pluviometrica

S = l'area della superficie totale del bacino espressa in ettari

I valori ragguagliati sono ti seguenti

| Tr 20 | | Tr 100 | | Tr 200 | | Tr 500 | |
|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| a' | n' | a' | n' | a' | n' | a' | n' |
| 54,54 | 0,307 | 68,92 | 0,304 | 75,06 | 0,303 | 83,16 | 0,302 |

Ai fini della presente relazione, come richiesto dalle Nta del Reticolo Minore Comunale, verranno adottati i parametri della curva di probabilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 100 anni, e sono pertanto stati scelti pari a:

$$a' = 68,92 \quad n' = 0,304$$

10.2.3 Tempo di Corrivazione

Il tempo di corrivazione è il massimo tempo nel quale una qualsiasi particella d'acqua caduta nel bacino idrografico riesce a giungere nella sezione di chiusura considerata. Questa grandezza può essere calcolata empiricamente usando la formula di Giandotti.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - H_0)}}$$

dove

T_c = tempo di corrivazione del bacino espresso in ore

S = area del bacino idrografica (km²)

L = percorso idraulicamente più lungo che deve compiere la singola particella d'acqua per raggiungere la sezione suddetta (km²);

Hm = altezza media del Bacino m s.l.m. H_0 = quota della sez. di chiusura m s.l.m.

Per il bacino in esame si ottiene un **tempo di corrivazione e 0,21 ore.**

10.1.4 Portata di riferimento in corrispondenza dell'area in esame

Il calcolo della portata liquida massima prevista è stato effettuato, secondo quanto richiesto dalle Norme di Attuazione del PAI (direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica), utilizzando la formula razionale.

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_t S}{T_c}$$

dove

Q_c = portata al colmo (m³/s)

c = coefficiente di deflusso (-)

T_c = tempo di corrivazione (ore)

h_t = massima precipitazione al tempo t (mm)

S = superficie del bacino (km²)

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Per coefficiente di deflusso (c) si intende il rapporto fra il deflusso del corso d'acqua, riferito ad una determinata sezione di chiusura, e il volume delle precipitazioni cadute durante lo stesso periodo all'interno del suo bacino imbrifero. La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficoltosa e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia. Si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio. Gli studi e le pubblicazioni disponibili indicano che il valore di C in un dato bacino varia da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili.

Nel caso in esame è stato utilizzato un valore di $C = 0,3$.

Con i parametri suddetti, utilizzando il metodo razionale, è quindi stata determinata la portata liquida di massima piena del torrente:

$$Q_{\max} \text{ con tempo di ritorno 100 anni } \rightarrow \text{circa } 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scheda di calcolo completa è allegata a fine testo.

10.3 - Verifiche idrauliche

Nella presente analisi sono proposte delle opere tese a mitigare la pericolosità da trasporto solido lungo l'asta del torrente Colombaro, le quali hanno lo scopo di intercettare e stabilizzare il detrito trasportato prima che lo stesso possa interferire con il settore posto a ridosso della S.S. Lariana. Nel presente paragrafo viene pertanto presa in considerazione unicamente la capacità del torrente di smaltire la piena liquida.

La piena liquida di progetto di riferimento (con tempo di ritorno centennale) prima calcolata è:

$$Q_{\max} \text{ con tempo di ritorno 100 anni } \rightarrow 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata che defluisce per una determinata sezione di un corso d'acqua è evidentemente condizionata da:

A (m^2) = area della sezione trasversale dell'alveo;

V_m (m/s) = velocità media della corrente.

La portata massima defluibile è stata ottenuta sulla base di ipotesi di moto uniforme, adottando la formula di Chézy di seguito riportata.

$$Q = A \times V = A \times \chi \times \sqrt{R \times i}$$

dove:

Q = portata (m³/s)

V = velocità di deflusso (m/s)

P = perimetro bagnato (m)

m = coeff. di scabrezza di kutter

A = area di deflusso (m²)

R = raggio idraulico = A/P

i = pendenza media

χ = coefficiente di attrito

Per il calcolo del coefficiente χ sono proposte in letteratura diverse formule, di seguito esposte.

$$\chi = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \rightarrow \text{Bazin}$$

$$\chi = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \rightarrow \text{Kutter}$$

$$\chi = k \times R^{1/6} \rightarrow \text{Gauckler - Strickler}$$

$$\chi = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \rightarrow \text{Manning}$$

I valori dei parametri γ , m, k, n, caratterizzano la scabrezza delle pareti e del fondo, e sono riportate in tabelle note in letteratura.

Nelle verifiche eseguite sono stati utilizzati i parametri relativi a torrenti di montagna con letto irregolare riportati di seguito:

Bazin → 4

Gauckler-Strickler → 17

Kutter → 5

Manning → 0,05

Sono state verificate le sezioni che durante il rilievo sono state ritenute significative (per la posizione, perché rappresentano le sezioni ad area minore e quindi più ostative ecc...) la cui ubicazione e geometria (schematizzata) è riportata nelle tavole a fine testo.

- Sezione 1

È ubicata a monte dell'area in esame, in corrispondenza di un sottopasso della mulattiera esistente. Si tratta della zona immediatamente a valle della briglia selettiva recentemente realizzata.

In particolare sono state verificate sia la sezione che costituisce lo sbocco (sezione 1a) sia la sezione minima posta al di sotto dell'attraversamento.



Sezione 1a



Sezione 1b

| Sezione 1a | | | | |
|--|----------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| | <i>Manning</i> | <i>Gauckler-Strickler</i> | <i>Kutter</i> | <i>Bazin</i> |
| Area della sezione bagnata (mq) | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| Perimetro bagnato (m) | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Raggio idraulico | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| Pendenza media dell'alveo | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Parametri di scabrezza | 0,05 | 17 | 5 | 4 |
| Coefficiente di Chèzy | 17,65 | 15,00 | 12,08 | 12,75 |
| Velocità della corrente (m/sec) | 3,43 | 2,92 | 2,35 | 2,48 |
| Portata defluibile nella sezione (mc/sec) | 5,83 | 4,96 | 3,99 | 4,2 |
| Portata media defluibile (mc/sec) | | | 4,75 | |
| Portata piena Tr 100 anni di riferimento (mc/sec) | | | 3,6 | |
| Verificata | | | SI (4,75 > 3,6) | |
| Sezione 1b | | | | |
| | <i>Manning</i> | <i>Gauckler-Strickler</i> | <i>Kutter</i> | <i>Bazin</i> |
| Area della sezione bagnata (mq) | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Perimetro bagnato (m) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Raggio idraulico | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| Pendenza media dell'alveo | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Parametri di scabrezza | 0,05 | 17 | 5 | 4 |

| | | | | |
|--|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Coefficiente di Chèzy | 16,92 | 14,38 | 10,80 | 11,44 |
| Velocità della corrente (m/sec) | 2,90 | 2,46 | 1,85 | 1,96 |
| Portata defluibile nella sezione (mc/sec) | 3,19 | 2,71 | 2,04 | 2,2 |
| Portata media defluibile (mc/sec) | 2,52 | | | |
| Portata piena Tr 100 anni di riferimento (mc/sec) | 3,6 | | | |
| Verificata | NO (2,52 < 3,6) | | | |

- Sezione 2

Si tratta del sottopasso della mulattiera esistente (strada Regia) che attraversa la proprietà in esame.



Sezione 2

| Sezione 2 | <i>Manning</i> | <i>Gauckler-Strickler</i> | <i>Kutter</i> | <i>Bazin</i> |
|--|----------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
| Area della sezione bagnata (mq) | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Perimetro bagnato (m) | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| Raggio idraulico | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 |
| Pendenza media dell'alveo | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Parametri di scabrezza | 0,05 | 17 | 5 | 4 |
| Coefficiente di Chèzy | 17,73 | 15,07 | 12,24 | 12,91 |
| Velocità della corrente (m/sec) | 4,28 | 3,64 | 2,96 | 3,12 |
| Portata defluibile nella sezione (mc/sec) | 14,99 | 12,74 | 10,35 | 10,9 |
| Portata media defluibile (mc/sec) | 12,55 | | | |
| Portata piena Tr 100 anni di riferimento (mc/sec) | 3,6 | | | |
| Verificata | SI (12,55 > 3,6) | | | |

- Sezione 3

È ubicata nella proprietà in esame. In particolare è posta in un settore in cui la pendenza generale diminuisce e crea un ripiano morfologico. In tale settore si osserva inoltre un ampliamento generale della sezione dell'alveo. Poco a valle e a monte si hanno delle pareti subverticali lungo l'alveo, a creare un ripido salto.

Si tratta della zona indicata nel paragrafo successivo come area idonea per la realizzazione di opere di difesa idraulica ed idrogeologico (briglia selettiva).



Sezione 3

| Sezione 3 | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
| | <i>Manning</i> | <i>Gauckler-Strickler</i> | <i>Kutter</i> | <i>Bazin</i> |
| Area della sezione bagnata (mq) | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 |
| Perimetro bagnato (m) | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| Raggio idraulico | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 |
| Pendenza media dell'alveo | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Parametri di scabrezza | 0,05 | 17 | 5 | 4 |
| Coefficiente di Chèzy | 18,89 | 16,06 | 14,42 | 15,14 |
| Velocità della corrente (m/sec) | 4,50 | 3,83 | 3,44 | 3,61 |
| Portata defluibile nella sezione (mc/sec) | 19,80 | 16,83 | 15,12 | 15,9 |
| Portata media defluibile (mc/sec) | 16,91 | | | |
| Portata piena Tr 100 anni di riferimento (mc/sec) | 3,6 | | | |
| Verificata | SI (16,91 > 3,6) | | | |

- Sezione 4

È ubicata nella proprietà in esame pochi metri a monte del sottopasso di via Caronti. Si tratta

di una sezione ridotta e posta in corrispondenza della zona indicata nella bibliografia di riferimento come area di esondazione PAI (Ee).



Sezione 4

| Sezione 4 | | | | |
|--|----------------|---------------------------|---------------|--------------------|
| | <i>Manning</i> | <i>Gauckler-Strickler</i> | <i>Kutter</i> | <i>Bazin</i> |
| Area della sezione bagnata (mq) | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Perimetro bagnato (m) | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| Raggio idraulico | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| Pendenza media dell'alveo | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Parametri di scabrezza | 0,05 | 17 | 5 | 4 |
| Coefficiente di Chèzy | 16,55 | 14,07 | 10,18 | 10,80 |
| Velocità della corrente (m/sec) | 5,14 | 4,37 | 3,16 | 3,35 |
| Portata defluibile nella sezione (mc/sec) | 4,63 | 3,93 | 2,85 | 3,0 |
| Portata media defluibile (mc/sec) | | | 3,6 | |
| Portata piena Tr 100 anni di riferimento (mc/sec) | | | 3,6 | |
| Verificata | | | NO | (3,6 = 3,6) |

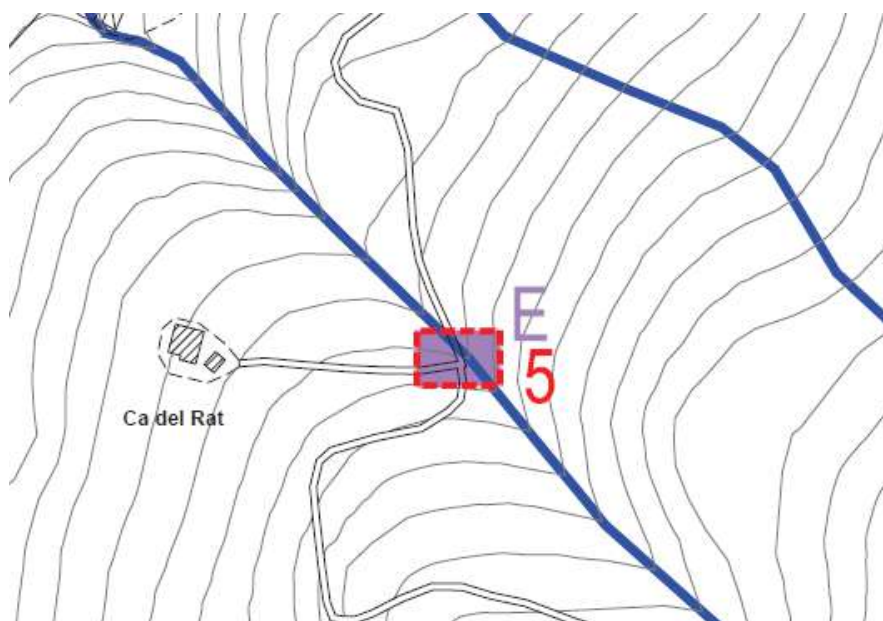
10.4 - Interventi prescritti

Le opere necessarie a mitigare la pericolosità idrogeologica ed idraulica del torrente Colombaro, e necessarie a garantire la compatibilità del Piano Attuativo in esame con le condizioni di pericolosità del torrente, sono di seguito definite (partendo da monte e valle).

- Realizzare l'intervento n. E/5 indicato nello studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti dalla dinamica dei corsi d'acqua entro il territorio comunale - proposta preliminare interventi di sistemazione idrogeologica"

Questo intervento, che si ubica in località Cà del Rat in corrispondenza di dissesti già avvenuti, prevede il rifacimento dell'attraversamento, il ripristino nei manufatti spondali, il risezionamento dell'alveo e la realizzazione di una briglia selettiva e area di deposito.

Allo stato attuale per questo intervento è stato redatto il Progetto di fattibilità tecnica ed economica.



- Si dovranno realizzare delle cunette trasversali sulla mulattiera sita a monte del lavatoio presente lungo la strada Regia (vedi fotografia seguente), con lo scopo di riconvogliare le acque eventualmente fuoriuscite (come verificatosi anche nell'evento del 2021) in corrispondenza del sottopasso a monte (sezione 1a e 1b- non verificata per la piena centennale, oltre a possibili ostruzioni del sottopasso per colmamento della briglia selettiva)



- Realizzare, nella zona della sezione 3 di verifica, una briglia selettiva di altezza pari ad almeno 2,0 m nel punto più depresso con lo scopo di arrestare ulteriori eventuali trasporti di detrito prima della intersezione del torrente Colombaro prima dell'attraversamento della S.S. Lariana. Dovrà inoltre essere realizzata una pista di accesso a tale briglia selettiva per le necessarie operazioni periodiche di manutenzione e pulizia.



- In corrispondenza della sezione di verifica n.4 (sezione di ampiezza ridotta e non sufficiente allo smaltimento dalla portata liquida centennale con idoneo franco di sicurezza) è necessario aumentare la sezione di deflusso del torrente. Si dovrà quindi agire contemporaneamente in due modalità:
 - ✓ risagomare il fondo alveo asportando in parte il substrato roccioso che presenta sporgenze al fine di approfondire e regolarizzare il fondo;
 - ✓ innalzare il muro che costituisce l'argine (in sponda dx).

Le NtA dello Studio del reticolo idrico minore del comune di Blevio prevedono che, per le opere di sistemazione idraulica, le opere siano dimensionate considerando una sezione libera di deflusso di progetto (S_{prog}) non inferiore a quella determinata per una piena con tempo di ritorno centennale (S_{100}), aumentata del 20%.

Per rispettare tale norma la nuova sezione idraulica, dovrà avere (tenendo l'attuale larghezza come riferimento) una altezza della nuova sponda non inferiore a 1,6 m.



Tratto di torrente Colombaro ove realizzare interventi di risagomatura



11 - CONCLUSIONI

Su incarico di Como Iniziative Immobiliari Srl è stata redatta la presente relazione geologica a supporto del Piano Attuativo in variante urbanistica al PGT vigente "Compendio Colombaio" in comune di Blevio (Co).

L'Ambito di Trasformazione in esame si colloca a monte della Via Caronti, nel settore settentrionale del territorio comunale.

Nella **carta di fattibilità delle azioni di piano** l'area inserita nel Piano Attuativo in esame ricade:

- in parte classe di fattibilità 3, ovvero fattibilità con consistenti limitazioni,
- in parte in classe di fattibilità 2, con modeste limitazioni
- per un limitato settore in classe di fattibilità 4, ovvero fattibilità con gravi limitazioni. Tale attribuzione si riferisce alle aree di pericolosità idraulica del torrente Colombaro, per una ristretta fascia ad esso adiacente, e per un limitato comparto nel settore centrale del Piano Attuativo per asserite problematiche di crollo.

La **carta dei Vincoli geologici** in corrispondenza del settore meridionale dell'area in esame indica la presenza dei seguenti vincoli geologici:

- fascia di rispetto di corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore (T. Colombaro);
- area a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio Ee (aree a vincolo PAI), nel settore a monte e a valle dell'attraversamento della S.S. Lariana da parte del medesimo corso d'acqua. La medesima area viene individuata come scenario frequente H – riferito alla pericolosità RSCM (reticolo secondario collinare montano) nel PGRA.

L'analisi relativa alla **componente sismica** ha inserito l'area in esame nei seguenti scenari:

- Z1c (zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana)
- Z3a (zona di ciglio $H > 10$ m)
- Z4b (zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre)
- Z4c (zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi)

Si è proceduto alla valutazione della compatibilità delle trasformazioni d'uso del suolo comportate dalla dal Piano Attuativo in oggetto con le condizioni di pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica evidenziate nello studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale. Oltre a prendere in considerazione le specifiche problematiche indicate nello studio geologico di supporto al PGT, è stata considerata la compatibilità idrogeologica generale dell'intervento. Con il termine "compatibilità idrogeologica" vengono considerati diversi aspetti, quali le problematiche connesse a frane, esondazioni, ristagno delle acque, subsidenza e soggiacenza della falda. Di seguito vengono discusse ordinatamente tali problematiche.

◆ *Proposta di ripermetrazione per area a rischio crolli*

Nella presente analisi viene avanzata una proposta di ripermetrazione dell'area a rischio crolli ricadente entro il compendio in esame, attribuita alla classe di fattibilità geologica 4 nello studio geologico comunale vigente. Ciò è stato effettuato applicando la procedura denominata RHAP per la zonazione della pericolosità da crolli in roccia riportata nei criteri di cui alla d.g.r. 30/11/2011 n.IX/2616.

Nel presente caso la proposta è vincolata alla realizzazione di opere di messa in sicurezza, le quali saranno attuate contestualmente all'ambito di trasformazione oggetto della presente proposta, che di fatto rimuoveranno o stabilizzeranno tutte le possibili aree sorgenti di crollo. Gli interventi che giustificano l'avanzamento di proposta di ripermetrazione dell'area

soggetta a fenomeni di crollo sono di seguito definiti:

1. escavazione e riprofilatura del fronte roccioso sorgente di crolli, con rimozione delle porzioni instabili e protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento;
2. disaggancio delle residue porzioni di fronte roccioso sorgente di crolli non interessate da escavazione e riprofilatura, e protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento.

Come visibile nella Tavola 4, l'ambito 1 copre la quasi totalità del settore attualmente perimetrato in classe di fattibilità 4, mentre l'ambito 2 ne copre i settori marginali in direzione Nord. Si specifica inoltre che la originaria perimetrazione della classe di fattibilità 4 interessa anche un ridotto lembo di terreno nella confinante proprietà in direzione Nord, ove attualmente insiste autosilo pluripiano. La profonda modifica delle aree operata dalla edificazione dell'autosilo esistente, oltre alla protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento, ha di fatto rimosso le possibili aree sorgenti di crollo in tale ambito.

La distribuzione delle opere proposte è rappresentata nelle Tavole in allegato.

Le opere a base della presente proposta di ripermetrazione di fatto porteranno ad una rimozione o stabilizzazione completa delle possibili aree sorgenti dei crolli, fatto che ne giustifica la nuova attribuzione proposta alla fattibilità 3, con consistenti limitazioni.

◆ *Analisi di pericolosità idraulica*

Lo studio Geologico comunale (ultimo aggiornamento del 2013), per quanto attiene alla proprietà in esame (zona futuro ingresso al piano P0) individua una zona potenzialmente inondabile del torrente Colombaro. Tale area è identificata come:

- Aree potenzialmente inondabili delimitate su base geomorfologica: sono quelle aree che potrebbero essere allagate ad opera dei corsi d'acqua a causa di alveo poco inciso, di sezioni di deflusso insufficienti, o di presenza di opere antropiche ostacolanti il deflusso → Carta di Sintesi
- Aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee): comprendono le aree in fregio ai corsi d'acqua potenzialmente inondabili delimitate su base geomorfologica → Carta dei Vincoli e Carta con legenda uniformata PAI
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

Il settore interferente con tali perimetrazioni è relativo alla zona di futuro accesso al parcheggio interrato ed all'edificio polifunzionale con funzione di pubblica utilità.

Le analisi svolte, dettagliate al paragrafo 10, indicano la compatibilità degli interventi proposti con le condizioni di pericolosità idraulica ed idrogeologica vincolata alla realizzazione dei

seguenti interventi di messa in sicurezza e mitigazione del rischio:

- Realizzazione dell'intervento n. E/5 indicato nello studio "Analisi situazioni di pericolo/rischio derivanti dalla dinamica dei corsi d'acqua entro il territorio comunale - proposta preliminare interventi di sistemazione idrogeologica"
Questo intervento, che si ubica in località Cà del Rat in corrispondenza di dissesti già avvenuti, prevede il rifacimento dell'attraversamento, il ripristino nei manufatti spondali, il risezionamento dell'alveo e la realizzazione di una briglia selettiva e area di deposito.
- Realizzazione di cunette trasversali sulla mulattiera sita a monte del lavatoio presente lungo la strada Regia, con lo scopo di riconvoogliare le acque eventualmente fuoriuscite in corrispondenza del sottopasso a monte (sezione di verifica 1a e 1b). La sezione 1b risulta non verificata per la piena centennale, oltre a possibili ostruzioni del sottopasso per colmamento della briglia selettiva.
- Realizzazione, nella zona della sezione 3 di verifica (vedi tavole in allegato per ubicazione), di una briglia selettiva di altezza pari ad almeno 2,0 m con lo scopo di arrestare ulteriori eventuali trasporti di detrito prima della intersezione del torrente Colombaro con l'attraversamento della S.S. Lariana. Dovrà inoltre essere realizzata una pista di accesso a tale briglia selettiva per le necessarie operazioni periodiche di manutenzione e pulizia.
- In corrispondenza della sezione di verifica n.4 (sezione di ampiezza ridotta e non sufficiente allo smaltimento della portata liquida centennale con idoneo franco di sicurezza) è necessario aumentare la sezione di deflusso del torrente. Si dovrà quindi agire contemporaneamente in due modalità:
 - ✓ risagomare il fondo alveo asportando in parte il substrato roccioso che presenta sporgenze al fine di approfondire e regolarizzare il fondo;
 - ✓ innalzare il muro che costituisce l'argine (in sponda destra), con una altezza della nuova sponda non inferiore a 1,6 m.

Si ribadisce inoltre che, affinché l'Ambito di trasformazione proposto risulti compatibile con la normativa vigente relativa alle NtA del Reticolo Idrico Minore ed alle NtA del PAI, la porzione interferente con le relative perimetrazioni (PAI, fasce di rispetto reticolo) sia correlata alla ristrutturazione e realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti.

◆ *Stabilità dei versanti nelle condizioni attuali*

Il contesto morfologico del sito è rappresentato da un versante terrazzato a pendenza medio-alta, costituito da substrato roccioso (Calcere di Moltrasio) ricoperto da spessori in genere

discontinui di depositi detritici e rimaneggiati. Le coperture risultano sostenute da muri in pietra, che talora mostrano indizi di deformazione locale.

Non si rilevano alla data del rilievo indizi di instabilità alla scala del versante che pregiudichino la fattibilità delle trasformazioni proposte.

Per la tematica dei fenomeni di crollo si rimanda allo specifico paragrafo, come per quella relativa alla stabilità generale opere / scavi / pendio.

◆ *Stabilità dei fronti di scavo*

Gli scavi in progetto saranno di consistente entità e rappresenteranno uno dei punti cruciali dell'intervento. I fronti di scavo avranno altezze variabili e geometrie articolate.

I fronti di scavo massimi si avranno a valle della mulattiera, in corrispondenza del blocco "Parcheggio interrato e locali di servizio" dove (almeno per qualche tratto) supereranno i 20 m. L'entità dei fronti di scavo diminuisce, in linea generale, procedendo verso monte dove potranno comunque raggiungere i 10 m.

Gli scavi interesseranno sia la coltre superficiale di depositi detritici sia il substrato roccioso.

Da quanto osservato in prima analisi durante il rilievo (da confermare con le specifiche indagini prescritte al punto successivo) i depositi detritici hanno spessore variabile tra pochi centimetri ad almeno 4 m circa.

Dati i dislivelli previsti lungo i fronti di scavo principali, risulta necessario evitare l'innescò di dissesti al ciglio superiore degli scavi, ove si presentano coperture sciolte e/o substrato roccioso maggiormente fratturato.

La complessità dell'inserimento dell'opera nel contesto geologico e geomorfologico locale **richiede quindi di procedere alla preventiva stabilizzazione dei fronti di scavo, di rilevante altezza, mediante realizzazione di opere di sostegno lungo il perimetro dei fronti di scavo, quale, ad esempio, paratia di micropali.**

La necessità degli interventi di sostegno deriva dai seguenti elementi:

- Necessità di garantire stabilità alle coperture detritiche presenti lungo il perimetro di scavo. L'indagine condotta ha mostrato la presenza di spessori variabili di tali coperture, da poche decine di centimetri ad almeno 4 m (da appurarsi puntualmente mediante specifica campagna di indagine)
- Disomogeneità delle caratteristiche della roccia e presenza di disturbi tettonici (pieghe in rapida successione) che portano a repentine variazioni dell'assetto locale della roccia;
- Necessità di garantire sia la sicurezza generale del fronte di scavo e del versante sia la sicurezza alle maestranze impiegate nel cantiere.

La realizzazione di paratie di micropali consentirà inoltre di creare un setto di discontinuità

all'interno della roccia in grado di attenuare la propagazione delle sollecitazioni dinamiche connesse agli sbancamenti in roccia, che altrimenti potrebbero indurre lesioni nei manufatti circostanti.

La trasmissione di sollecitazioni in roccia potrebbe inoltre incrementare il grado di fratturazione locale della roccia, creando nuove vie di deflusso delle acque sotterranee, con effetti non prevedibili.

Nel caso in fase di scavo si incontrassero orizzonti particolarmente consistenti, al fine di minimizzare l'insorgenza di vibrazioni connesse alle operazioni di scavo con conseguenti riflessi negativi sulle strutture adiacenti, potrà valutarsi localmente l'adozione di tecnologie di scavo alternative all'utilizzo di martello demolitore (prefori, malte espansive tipo Bristar, esplosivi a basso potenziale tipo Nonex, taglio con dischi diamantati, etc).

Si prescrive in ogni caso attento controllo delle vibrazioni indotte dagli scavi in roccia, al fine di determinare in tempo reali gli effetti degli scavi sugli ambiti circostanti.

L'opera, che dovrà essere adeguatamente dimensionate da parte di un Progettista abilitato, potrà essere ottimizzata in relazione ai risultati delle indagini che dovranno essere necessariamente realizzate a supporto delle successive fasi di progettazione, ai sensi della normativa vigente.

Si rammenta inoltre che andrà evitato lo stoccaggio e l'accumulo di materiale di risulta degli scavi o di materiali a servizio del cantiere in prossimità del ciglio di pendii acclivi o di fronti di scavo.

◆ *Strutture di fondazione*

Dato il contesto geologico locale e le evidenze di terreno, con riferimento al progetto in esame, è ragionevole ipotizzare che i piani di fondazioni principali si imposteranno entro il substrato roccioso.

In ogni caso si prescrive che, al fine di non gravare su pendio, le fondazioni dovranno poggiare sul substrato roccioso ed essere rese solidali con lo stesso (barre ancorate nel substrato roccioso).

A supporto delle successive fasi di progettazione, sarà **necessario procedere alla effettuazione di adeguata ed esaustiva indagine geognostica, geotecnica, geomeccanica e sismica, atta a definire con esattezza il modello geologico, geotecnico ed idrogeologico locale del sottosuolo, supportata da indagini dirette, spinte fino alle profondità di interferenza opere-sottosuolo. Andrà prevista la realizzazione di adeguate prove in sito e prove di laboratorio sui campioni prelevati nel corso delle indagini dirette. Tali dati permetteranno di determinare quantitativamente le interazioni tra le edificazioni in progetto e l'assetto geologico locale e permetteranno di procedere ad adeguato dimensionamento delle opere e**

sistemi geotecnici. Tali analisi saranno da compendiarsi in apposita relazione geologica e geotecnica ai sensi della normativa vigente.

◆ *Aspetti sismici*

Il comune di Blevio ricade in zona sismica 4. La carta di pericolosità sismica locale dello studio geologico vigente attribuisce differenti scenari di possibile pericolosità sismica per il comparto in esame.

Per la determinazione dell'azione sismica di progetto si rimanda alle fasi progettuali successive, in cui verrà compiutamente definita la categoria sismica dell'intervento ed ai relativi approfondimenti geotecnici e sismici, i quali consentiranno di determinare la categoria sismica del sottosuolo.

Analogamente, le future fasi di approfondimento consentiranno di effettuare, per le casistiche dovute, gli approfondimenti sismici di 2° ed eventualmente di 3° livello ai sensi della dgr 2616/2011.

◆ *Problematiche idrogeologiche*

Il rilievo svolto nel sito di intervento ha permesso di ricavare la presenza di substrato roccioso interessato da pieghe. Le zone di cerniera di pieghe in roccia sono caratterizzate da incremento del grado di fratturazione, cui spesso si associa circolazione idrica.

Tale fenomeno, seppur non riscontrato nella proprietà durante il rilievo, è tipico della zona e riscontrato in aree non distanti.

Inoltre, in considerazione dell'assetto geologico locale è possibile che si verifichino flussi idrici al contatto roccia – coperture detritiche, in occasione di eventi meteorici prolungati o intensi.

Da ciò deriva che:

- **In fase di cantiere dovrà essere predisposto adeguato sistema di raccolta ed allontanamento delle acque provenienti dai fronti di scavo;**
- **Dovranno prevedersi opere di drenaggio da porsi lungo il perimetro degli scavi in progetto, dotate di adeguate opere di raccolta ed allontanamento delle acque intercettate. Si consiglia a tal proposito di lasciare un'intercapedine tra il fronte roccioso e le strutture in progetto, in corrispondenza della quale dovranno essere posizionati i drenaggi.**
- **Tutte le opere di sostegno dovranno essere dotate di adeguati drenaggi;**
- **Si ritiene necessario associare ai drenaggi la impermeabilizzazione delle strutture**

interrate.

- Potrà risultare necessario mettere in essere opere di drenaggio ed impermeabilizzazione di porzioni dei fronti di scavo, nell'eventualità in cui si manifestassero venute idriche concentrate. Gli approfondimenti geologici e geotecnici prescritti ai punti precedenti saranno volti alla individuazione di eventuali zone di deflusso preferenziale delle acque entro il substrato roccioso.

◆ *Gestione delle acque meteoriche*

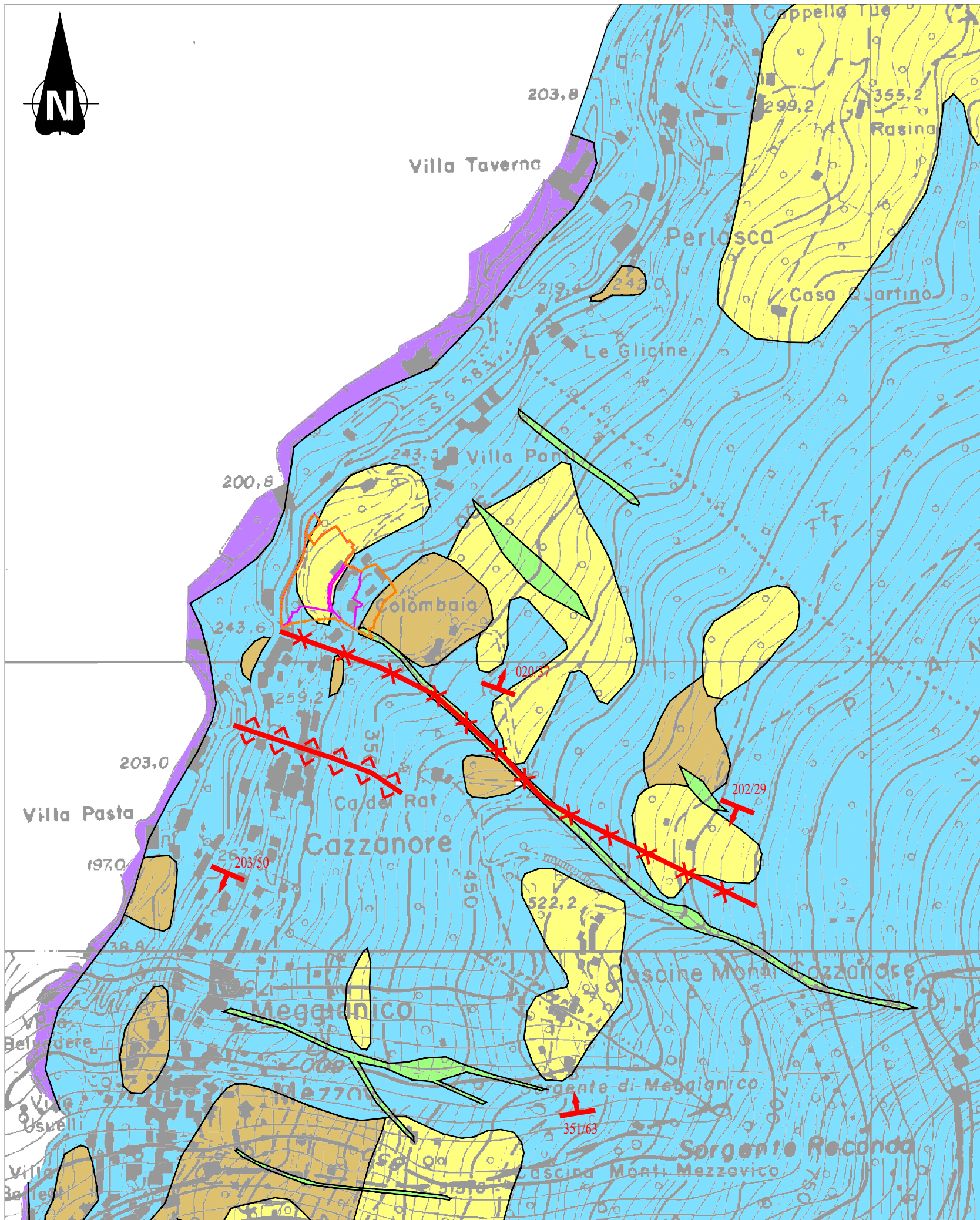
Il progetto in esame comporterà una profonda modifica dello stato dei luoghi. A supporto del medesimo dovrà essere redatto il progetto di invarianza idrologica ed idraulica ai sensi del R.R. 7/17 e smi, fondato su adeguate e specifiche indagini idrogeologiche in sito tese ad appurare la capacità di infiltrazione dei suoli.

Considerato il contesto geologico, geomorfologico e geologico tecnico del sito in esame come ottenuto dai rilievi in sito condotti, fatta salva l'osservanza delle prescrizioni sopra indicate, e la realizzazione delle prescritte opere di stabilizzazione e messa in sicurezza puntualmente definite nei precedenti punti, si ritiene che l'Ambito di Trasformazione in esame sia compatibile con le condizioni geologiche riscontrate nell'area e più in particolare compatibile con le risultanze dello studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale, dello studio del reticolo idrico minore, delle perimetrazioni PAI - PGRA. Si rammenta che la presente analisi propone una ridefinizione di una porzione di classe di fattibilità geologica 4, subordinata e correlata alla attuazione di interventi di messa in sicurezza.

Tavernerio 17/10/2022

Dott. Geol. Paolo Dal Negro





LEGENDA

DEPOSITI DI COPERTURA

- Depositi di conoide: ghiaie e sabbie con ciottoli talora sparsi
- Depositi alluvionali e/o da trasporto di massa lungo le incisioni torrentizie: ghiaie e ciottoli talora sabbiosi
- Depositi lacustri frammisti a terreni di riporto e colluvio
- Depositi detritici: ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso limosa; depositi di versante frammisti a colluvio ed accumuli di frana
- Depositi glaciali: ghiaie e sabbie talvolta limose con occasionale presenza di ciottoli e massi, anche di notevoli dimensioni

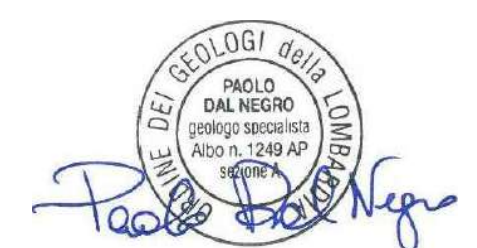
SUBSTRATO ROCCIOSO

- Calcare di Moltrasio (Lias inferiore) calcari selciferi stratificati

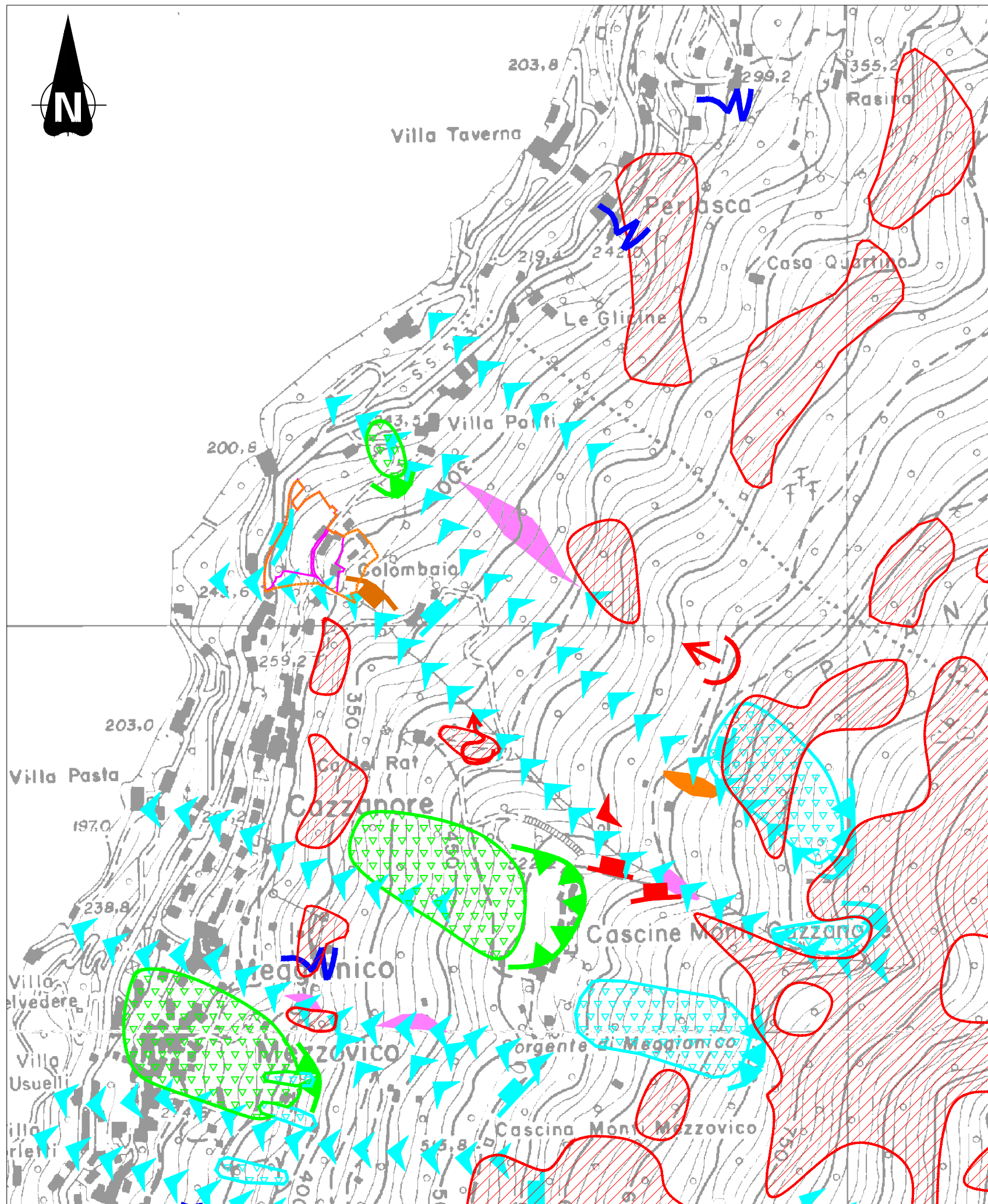
ELEMENTI STRUTTURALI

- Giacitura della stratificazione
- Giacitura della stratificazione subverticale
- Asse di piega
a) sinclinale b) anticlinale
- Faglia, frattura certa
- Faglia presunta
- Area in esame

| | | |
|----------------|--|-------------------|
| OGGETTO | Tavola 1 - Carta di inquadramento geologico | |
| SCALA: | 1: 10.000 | |
| DATA: | Settembre 2021 | |
| | NOTE | Data |
| 0 | Prima emissione | 30-09-2019 |
| Rev.1 | Aggiornamento progettuale | 07-09-2021 |
| Rev. 2 | - | - |










Dott. Geol. Paolo Dal Negro
Via per S. Brigida, 2A - 22038 Tavernerio (Co)
Cell. 339/1468734
paolo.dalnegro@libero.it - www.paolodalnegro.it







LEGENDA

Forme e processi gravitativi

Attivi Quiescenti Inattivi

-  Orlo di scarpata di frana
-  Orlo di scarpata di crollo di singoli massi
-  Orlo di scarpata morfologica
-  Aree soggette a franosità superficiale attiva diffusa
-  Accumulo di frana
-  Accumulo di frana
-  Accumulo di frana
-  Area interessata da rotolamento di blocchi da depositi glaciali
-  Piccolo fenomeno franoso non fedelmente cartografabile
-  Area interessata da soliflusso generalizzato
-  Impluvio interessato da debris flow e fenomeni di trasporto in massa
-  Accumulo da debris flow

Forme e processi legati allo scorrimento delle acque superficiali

-  Solco di ruscellamento concentrato
-  Area interessata da ruscellamento diffuso
-  Cono alluvionale
-  Area in esame

OGGETTO Tavola 2 - Carta di Inquadramento geomorfologico

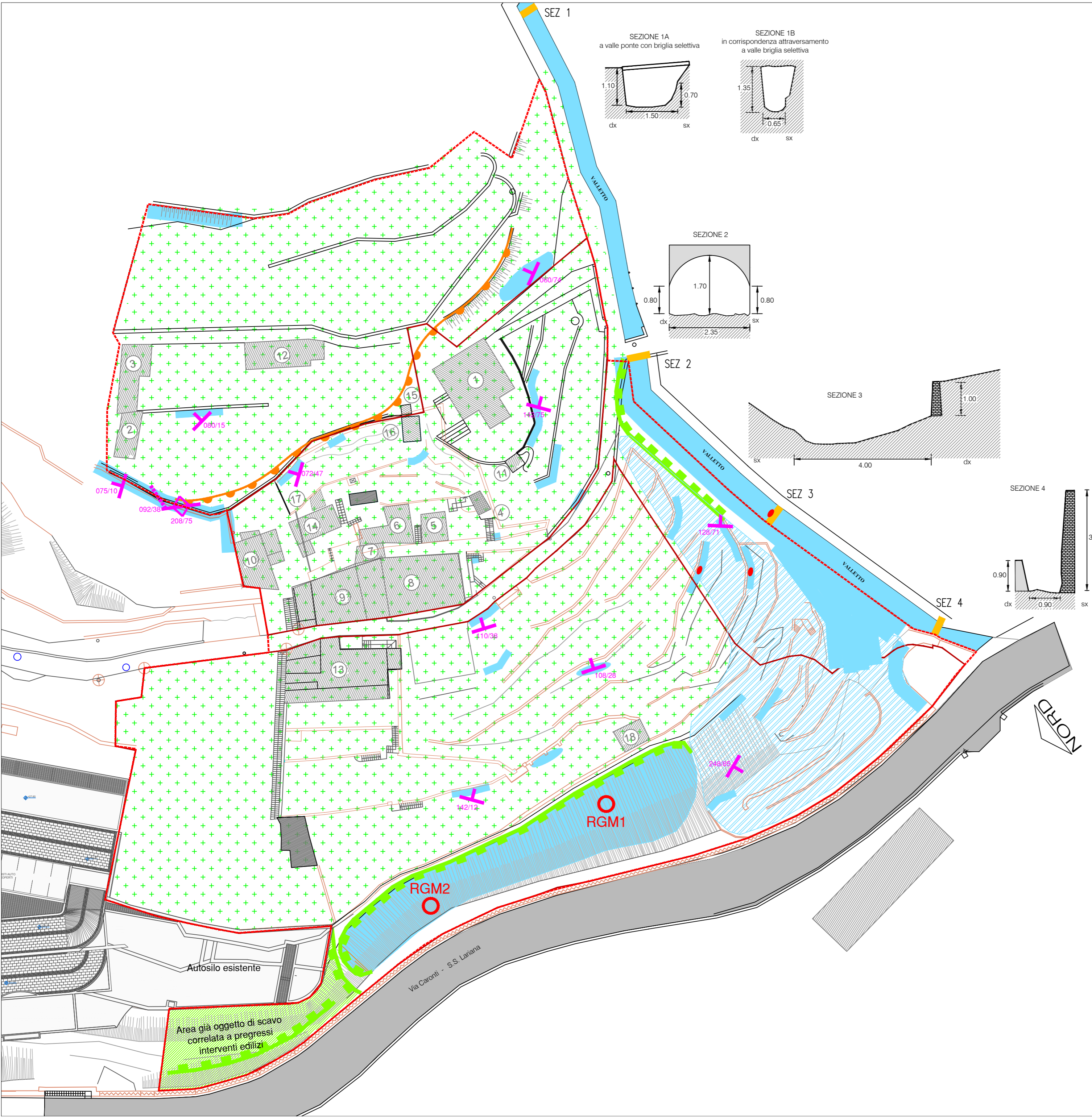
SCALA: 1: 10.000

DATA: Settembre 2021

| | NOTE | Data |
|--------|---------------------------|-------------------|
| 0 | Prima emissione | 30-09-2019 |
| Rev.1 | Aggiornamento progettuale | 07-09-2021 |
| Rev. 2 | - | - |



Dott. Geol. Paolo Dal Negro
 Via S. Brigida, 2A - 22038 Tavernerio (Co)
 Cell. 339/1468734
 paolo.dalnegro@libero.it - www.paolodalnegro.it



Legenda

- Substrato roccioso di natura calcarea (Calcare di Moltrasio)
a-affiorante b-subaffiorante
- Faglia
- Piegatura stratificazione
- Area terrazzata caratterizzata da pendenze contenute.
Substrato roccioso a profondità in genere contenuta da p.c.
Assenza di aree sorgenti di crollo
- Massa erratica
- Orlo di scarpata morfologica
- Sezione alveo per verifica idraulica
- Orlo di terrazzo morfologico
- Area rilievo geomeccanico

Opere di difesa

- Muro in sasso
- Muro di sostegno a monte strada con barriere rigide
- Fabbricati esistenti
- Strada
- Limite area di proprietà
- Limite area nuovo ambito di trasformazione

OGGETTO **Tavola 3 - Carta dei dissesti con elementi geomorfologici**

SCALA: 1: 400 - sezioni 1: 80

DATA: Settembre 2021

| | NOTE | Data |
|--------|---------------------------|------------|
| 0 | Prima emissione | 30-09-2019 |
| Rev.1 | Aggiornamento progettuale | 07-09-2021 |
| Rev. 2 | - | - |



Dott. Geol. Paolo Dal Negro
Via S. Brigida, 2A - 22038 Tavernerio (Co)
Cell. 339/1468734
paolo.dalnegro@libero.it - www.paolodalnegro.it

Area già oggetto di scavo correlata a progressi interventi edilizi

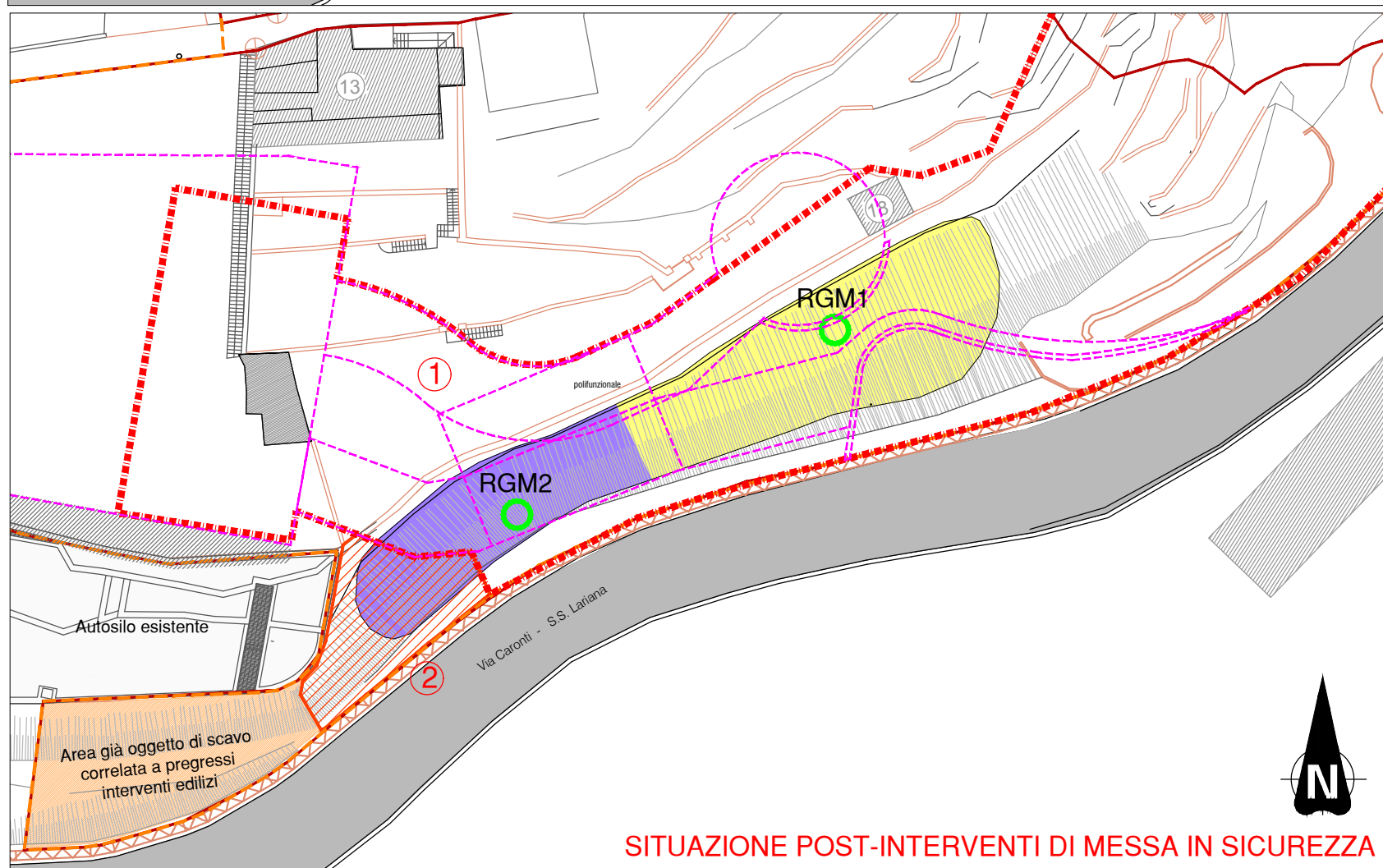
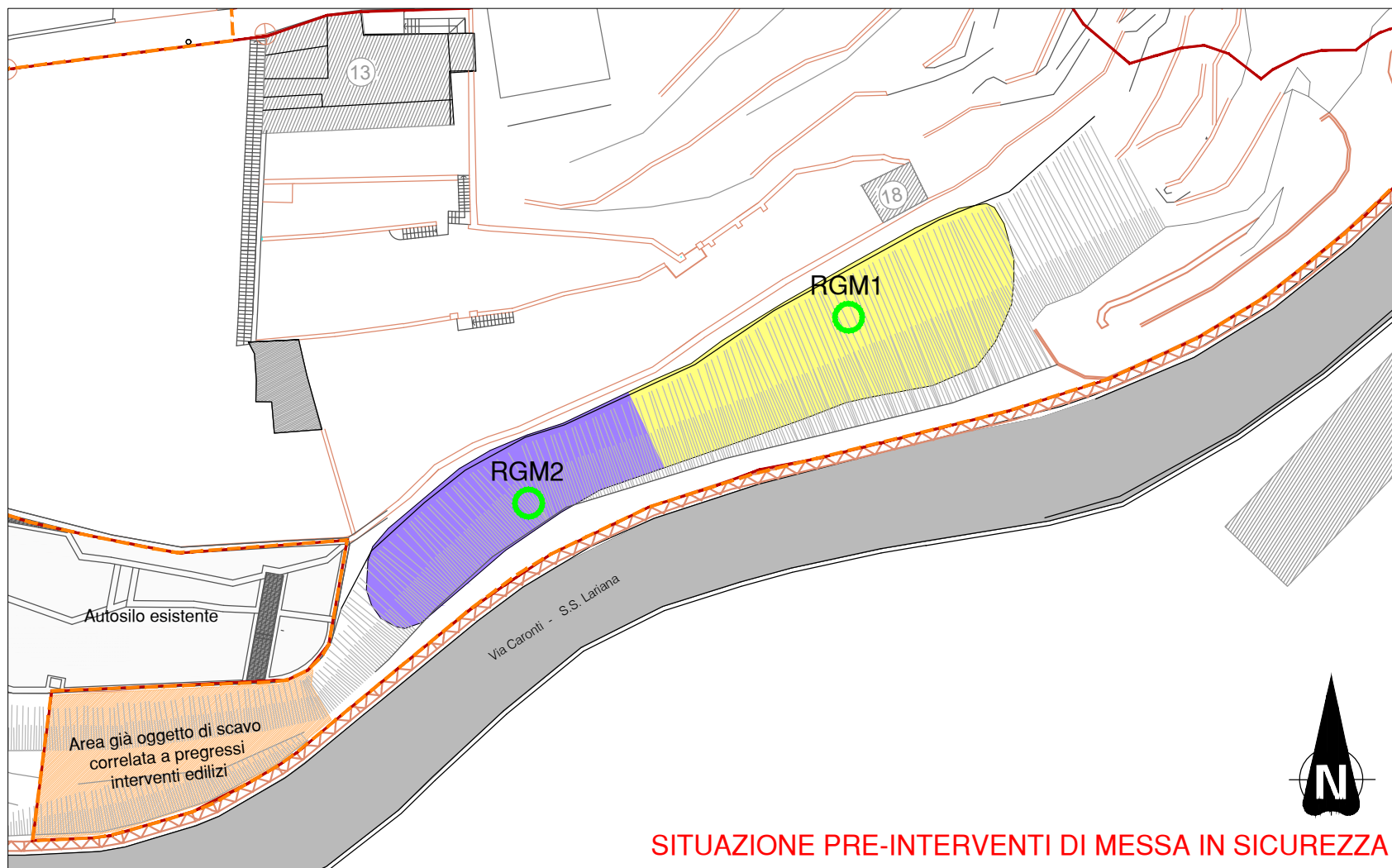
Autosilo esistente

Via Caroniti - S.S. Lariana

RGM1

RGM2





LEGENDA

- Area omogenea A**
Settore con parete di roccia, di dislivello variabile tra circa 7 e 15 m, che si raccorda alla base del pendio mediante porzione di versante a pendenza medio- alta, caratterizzata da roccia subaffiorante e detrito. Il piede della parete risulta arretrato di circa 10 m rispetto alla strada S.S. Lariana. A margine della strada presenza di muro di sostegno alla sommità del quale sono localizzate barriere paramassi di tipo rigido, h 3,5 m, con capacità di assorbire impatti di energia stimata sino a 250 kJ. Vegetazione di medio / alto fusto, abbastanza fitta.
- Area omogenea B**
Settore con parete di roccia subverticale, di dislivello massimo di una ventina di metri, che si spinge sino a circa 3 m dal muro di monte della strada S.S. Lariana, su cui sono localizzate barriere paramassi di tipo rigido, h 3,5 m, con capacità di assorbire impatti di energia stimata sino a 250 kJ. Il muro, nella estrema porzione settentrionale definisce una sorta di trincea con altezza crescente sino a 10 metri, che funge da ulteriore trappola per i massi eventualmente dinamicizzati. Vegetazione di medio / alto fusto, mediamente fitta.

Opere di difesa esistenti


- Muro in sasso
- Muro di sostegno a monte strada con barriere rigide

Interventi proposti di messa in sicurezza

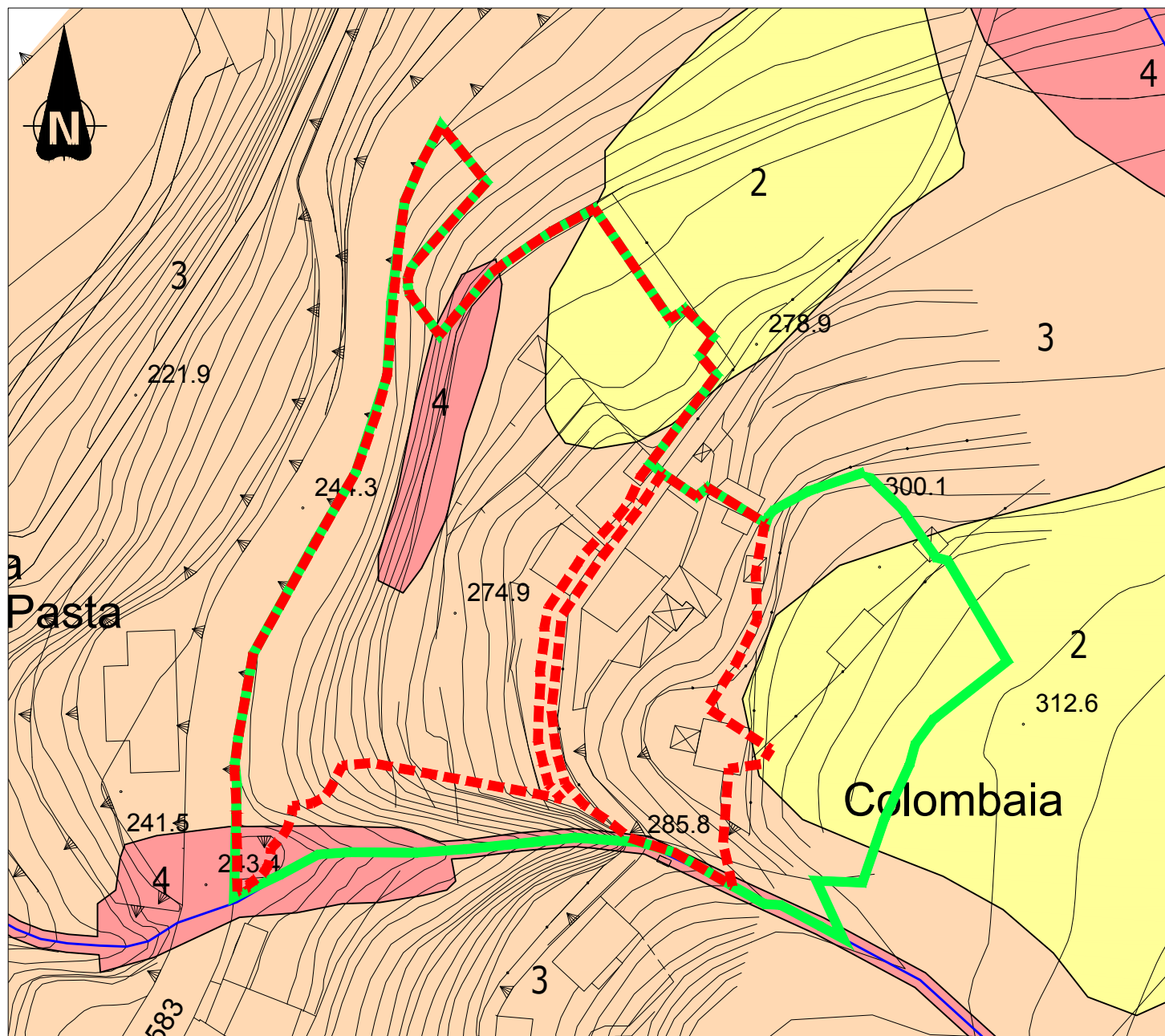
- INTERVENTO 1**
Escavazione e riprofilatura del fronte roccioso sorgente di potenziali crolli, con rimozione delle porzioni instabili e protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento
- INTERVENTO 2**
Disgaggio delle residue porzioni di fronte roccioso sorgente di potenziali crolli non interessate da escavazione e riprofilatura, e protezione dei fronti mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento

- Fabbricati esistenti
- Strada
- Limite area di proprietà
- RGM1 Area rilievo geomeccanico
- Profilo opere in progetto
- Limite area nuovo ambito di trasformazione

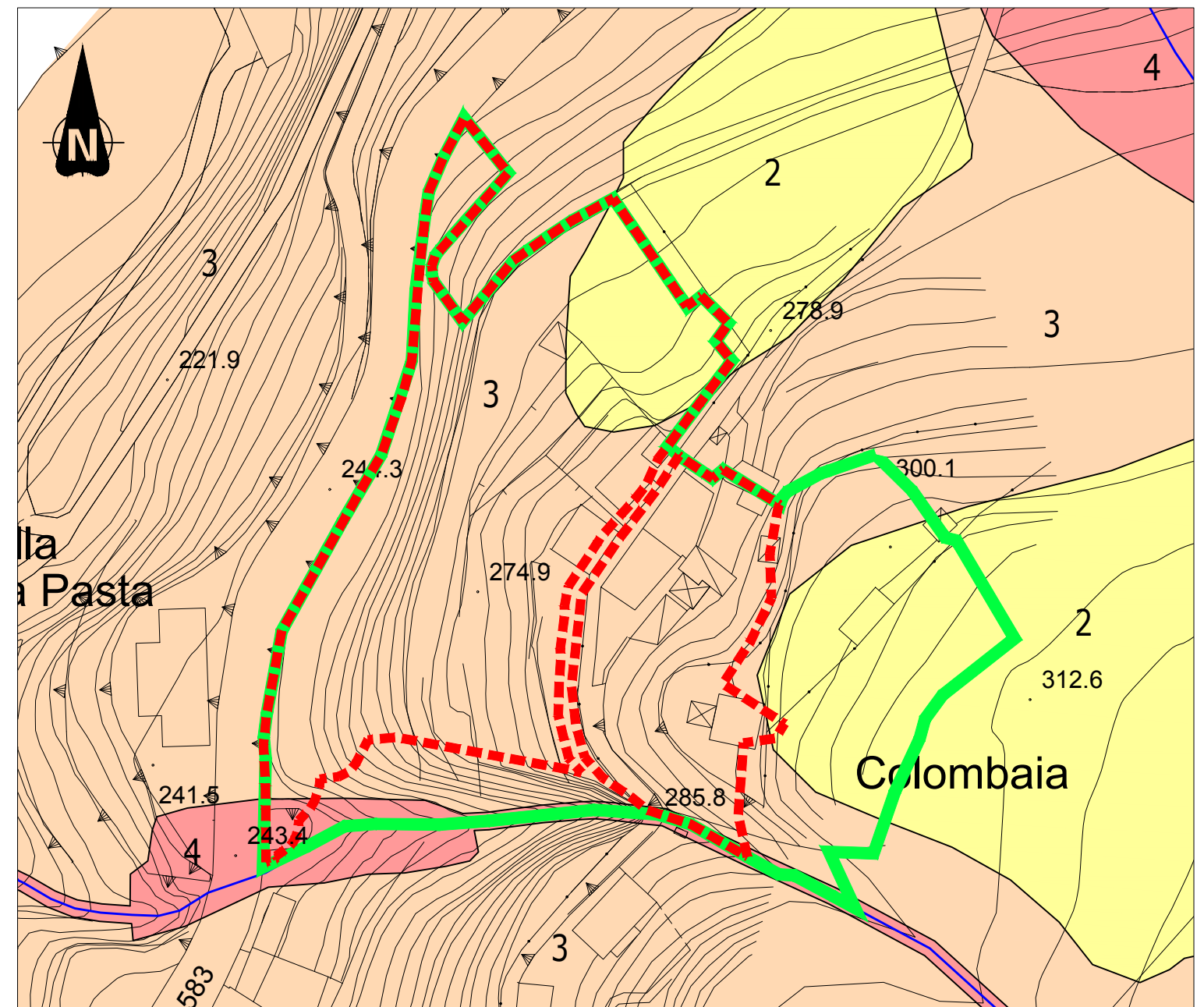
| | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|
| OGGETTO Tavola 4 - Carta delle aree omogenee | | |
| SCALA: 1: 500 | | |
| DATA: Ottobre 2022 | | |
| NOTE | | Data |
| 0 | Prima emissione | 30-09-2019 |
| Rev.1 | Aggiornamento progettuale | 07-09-2021 |
| Rev. 2 | Aggiornamento elaborati progettuali | 17-10-2022 |



Dott. Geol. Paolo Dal Negro
Via S. Brigida, 2A - 22038 Tavernerio (Co)
Cell. 339/1468734
 paolo.dalnegro@libero.it - www.paolodalnegro.it



SITUAZIONE PRE-INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA



SITUAZIONE POST-INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

LEGENDA

- classe 2 - fattibilità con modeste limitazioni
- classe 3 - fattibilità con consistenti limitazioni
- classe 4 - fattibilità con gravi limitazioni
- limite area di proprietà
- limite area nuovo ambito di trasformazione

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---|------------|
| OGGETTO | | Tavola 5 - Proposta di modifica fattibilità geologica | |
| SCALA: 1: 1.000 | |  <p>Dott. Geol. Paolo Dal Negro Via S. Brigida, 2A - 22038 Tavernerio (Co) Cell. 339/1468734 paolo.dalnegro@libero.it - www.paolodalnegro.it</p> | |
| DATA: Settembre 2021 | | | |
| | NOTE | | Data |
| 0 | Prima emissione | | 30-09-2019 |
| Rev.1 | Aggiornamento progettuale | 07-09-2021 | |
| Rev. 2 | - | - | |

SCHEDA CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

| | | | |
|--|-------------------|---------------------------|--------------|
| N. riferimento | 1 | Data di compilazione | 30/09/2019 |
| Rilevatore | Paolo Dal Negro | Tipo di rilevamento | diretto |
| Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento) | Latitudine | 5075768 | |
| | Longitudine | 1507667 | |
| Nome e località frana | Colombaio | Comune | Blevio |
| Comunità Montana | Triangolo Lariano | Provincia | Como |
| Bacino | Lago di Como | Sottobacino | Lago di Como |
| Sigla CTR | B4a4 | Nome CTR | Blevio |
| Località minacciata direttamente | | Comune | |
| Località minacciata indirettamente | S.S. Lariana | Comune | Blevio |
| Data primo movimento | n.d. | Data ultima riattivazione | n.d. |

2 - DATI MORFOMETRICI

| | |
|-------------------------------------|-----|
| NICCHIA | |
| Quota coronamento (m s.l.m.) | 240 |
| Larghezza media (m) | 50 |
| Larghezza massima (m) | 50 |
| Altezza max scarpata principale (m) | 15 |
| Area (m ²) | 550 |
| Volume (m ³) | - |

| | |
|---|---------|
| ALTRI DATI | |
| Area totale (m ²) | 550 |
| Lunghezza max percorso colata/massi (m) | 15 |
| Giacitura media del versante (imm/incl) | 288/55 |
| Forma del versante | planare |
| Presenza svincoli laterali | - |

| | |
|--------------------------|-----|
| ACCUMULO | |
| Quota unghia (m s.l.m.) | 300 |
| Quota testata (m s.l.m.) | |
| Larghezza media (m) | |
| Larghezza massima (m) | |
| Lunghezza media (m) | |
| Lunghezza massima (m) | |
| Spessore medio (m) | |
| Spessore massimo (m) | |
| Area (m ²) | |
| Volume (m ³) | |
| Accumulo in alveo | |
| Accumulo rimosso | |

3 - TIPO DI MATERIALE

| | | NICCHIA | | | | ACCUMULO |
|-----------------------|---|----------------------|--------|--------|---------|----------------------|
| Roccia | Unità | Calcere di Moltrasio | | | | Calcere di Moltrasio |
| | Litologia principale | Calcari | | | | Calcari |
| | Altre litologie | | | | | |
| | Alterazione | decolorata | | | | decolorata |
| | Struttura della roccia | stratificata | | | | |
| | Giacitura foliazione o stratificazione principale (imm/inc) | 090/22 | | | | |
| | Giacitura sistemi discontinuità principali (imm/inc) | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | | 298/68 | 208/72 | 245/83 | | |
| | Classe granulometrica principale (A.G.I.) | | | | | ciottoli e blocchi |
| Grado di cementazione | | | | | assente | |
| Terreno | Unità | | | | | |
| | Facies | | | | | |
| | Classe granulometrica principale (A.G.I.) | | | | | |
| | Alterazione | | | | | |
| | Grado di cementazione | | | | | |

4 – TIPO DI MOVIMENTO

1 2

| | | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------|---|--|
| Crollo | in massa | | | |
| | di singoli blocchi | puntuale | X | |
| | | diffuso | | |
| Ribaltamento | | | | |
| Scivolamento | rotazionale | | | |
| | traslativo | | | |
| Superficie di movimento | | | | |
| | | Planare | | |
| | | Multiplanare | | |
| | | Circolare | | |
| | | Curvilinea | | |
| | | Non determinabile | | |
| Espansione laterale | | | | |
| Colata | | | | |
| Subsidenza | | | | |

5 – PRESENZA DI ACQUA

| | | |
|----------------------------|---------|----------|
| | Nicchia | Accumulo |
| Precipitazioni pre-rilievo | no | |
| Assenza venute d'acqua | X | |
| Umidità diffusa | | |
| Acque stagnanti | | |
| Stillicidio | | |
| Rete drenaggio sviluppata | | |
| Ruscigliamento diffuso | | |
| Presenza di falda | | |
| Profondità falda | | |
| Sorgenti | | |
| Portata (l/s) | 1 | 1 |
| | 2 | 2 |
| | 3 | 3 |
| | 4 | 4 |
| Comparsa nuove sorgenti | | |
| Scomparsa sorgenti | | |

6 – STATO DI ATTIVITA'

| | | | | | |
|--------------------------------------|--|--------------|----------|------------|----------|
| Attiva | Sintomi di attività | | | | |
| | Rigonfiamenti | | | | |
| | Cedimenti di blocchi | | | | |
| | Superfici di movimento non alterate | | | | |
| | Vegetazione assente o abbattuta | | | | |
| | Variazione portata acque | | | | |
| | Lesione a manufatti | | | | |
| | Fratture aperte | | | | |
| Colate di detrito e/o terra al piede | | | | | |
| Riattivata | Per: Arretramento Estensione laterale avanzamento | Parzialmente | | Totalmente | |
| | | Nicchia | Accumulo | Nicchia | Accumulo |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Inattiva quiescente | X | | | | |
| Inattiva stabilizzata | | | | | |

7 – PROBABILE EVOLUZIONE

| | | |
|-------------------------|---------|----------|
| | NICCHIA | ACCUMULO |
| Arretramento | X | |
| Estensione laterale | | |
| Avanzamento | | |
| Rimobilizzazione totale | | |
| Stabilizzazione | | |

8 – DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

| Accertati | | Potenziali | Accertati | | Potenziali |
|-----------|------------------------------|------------|-----------|------------------------------------|------------|
| | Centro abitato | | | Acquedotti | |
| | Baite o case sparse | | | Fognature | |
| | Edifici pubblici | | | Oleodotti | |
| | Insedimenti produttivi | | | Argini o opere di regimazione | |
| | Ferrovie | | | Sbarramento parziale corsi d'acqua | |
| | Autostrade, S.S., S.P. | | | Sbarramento totale corsi d'acqua | |
| | Strade comunali o consortili | | | Terreni agricoli | |
| | Linee elettriche | | | Boschi | X |
| | Condotte forzate | | | Allevamenti | |
| | Gallerie idroelettriche | | | Strada campestre | |
| | Dighe | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------|--|---------------|--|-----------------|--|
| Morti e dispersi | | Feriti | | Evacuati | |
|-------------------------|--|---------------|--|-----------------|--|

9 – OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

| | E | P | | E | P | | E | P |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|---|---|----------------------------|---|---|
| Sistemazioni forestali | | | Interventi passivi | | | Drenaggio | | |
| Viminate/fascinate | | | Valli paramassi | | | Canalette di drenaggio | | |
| Gradonature | | X | Trincee paramassi | X | | Gallerie drenanti | | |
| Disgaggio | | | Rilevati paramassi | | | Trincee drenanti | | |
| Gabbionate | | | Muri e paratie | X | | Dreni | | |
| Palificate | | | Sottomurazioni | | | Pozzi drenanti | | |
| Rimoboschimento | | | Barriere paramassi | X | | | | |
| Sistemazione muri sostegno esistenti | | | | | | | | |
| Sistemazioni idrauliche | | | Interventi attivi in parete | | | Altro | | |
| Briglie e traverse | | | Spritz-beton | | | Sistemi di allarme | | |
| Argini e difese spondali | | | Chiodature | | | Consolidamento edifici | | |
| Svasi/pulizia alveo | | | Tirantature | | | Evacuazione | | |
| Vasche di espansione | | | Imbragature | | | Demolizione infrastrutture | | |
| | | | Iniezioni | | | Terre armate | | |
| | | | Reti | | X | Micropali | | |
| | | | | | | Demolizioni blocchi | | |

10 – STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

| | E | P | | E | P |
|--------------|---|---|--|---|---|
| Fessurimetri | | | Monitoraggio meteorologico | | |
| Assestimetri | | | Monitoraggio idro-meteorologico | | |
| Distometri | | | Monitoraggio topografico convenzionale | | |
| Estensimetri | | | Monitoraggio topografico tramite GPS | | |
| Inclinometri | | | Rete microsismica | | |
| Piezometri | | | Monitoraggio acustico | | |

11 – STATO DELLE CONOSCENZE

| | | | |
|------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Raccolta di dati storici | | Dati geoelettrici | |
| Rilievi geostrutturali | X | Dati sismici a rifrazione | |
| Analisi strutturali | X | Dati sismici a riflessione | |
| Indagini idrogeologiche | | Relazione geologica | X |
| Dati di perforazione | | Verifiche di stabilità | |
| Analisi geotecniche di laboratorio | | Relazione di sopralluogo tecnico | |
| Prove penetrometriche | | Progetto di sistemazione di massima | |
| Prove scissometriche | | Progetto esecutivo | |
| Prove pressiometriche | | | |

12 – NOTE

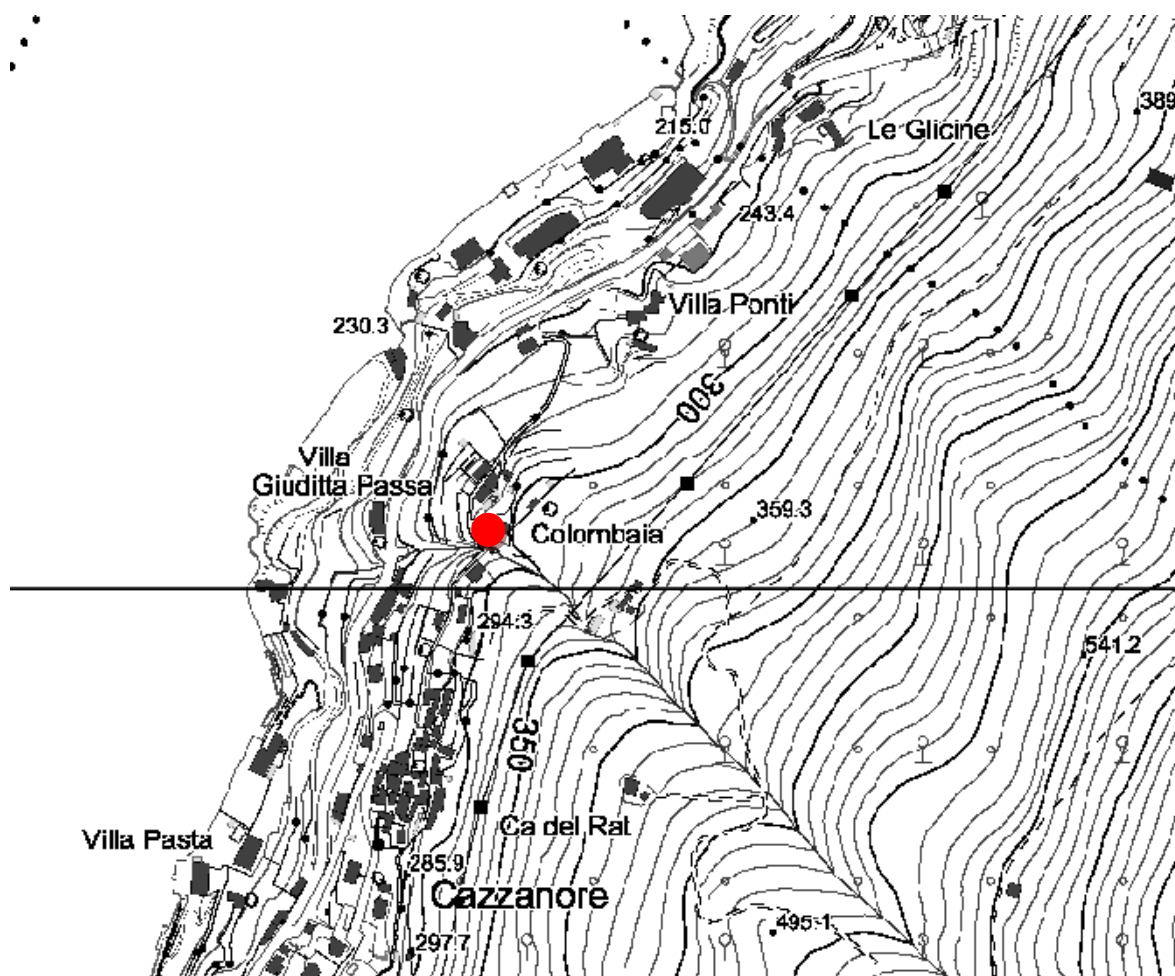
| |
|--|
| |
|--|

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

| |
|--|
| |
|--|

ALLEGATI

| | |
|----------------------------|---|
| Cartografia (CTR 1:10.000) | X |
| Foto | |
| Sezioni | |
| Altro | |



SCHEDA CROLLI - Area A

Da compilare per ogni area omogenea

| | |
|--|----|
| Lunghezza massima piste di discesa (m) | 15 |
|--|----|

| | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|----|----------|----------|----------|
| ZONA DI DISTACCO | Pendenza (°) | 65 | | | | |
| | Altezza della parete (m) | 7-15 | | | | |
| | Forma della parete | Planare | | X | | |
| | | Convessa | | | | |
| | | Concava | | | | |
| | | Aggettante | | | | |
| | Fratture a monte della parete* | si | | no | X | |
| | Presenza di contatti litologici | si | | no | X | |
| | Presenza di interstrati argillitici | si | | no | X | |
| | Presenza di venute d'acqua | si | | no | X | |
| | Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³) | 0,2 | | | | |
| | Sintomi di attività | Fratture aperte | si | | no | X |
| | | Blocchi ruotati | si | X | no | |
| | | Zone intensamente fratturate | si | | no | X |
| | | Superfici non alterate | si | | no | X |
| | Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)* | 1 | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|----|----------|----|--|
| ZONA DI TRANSITO | Pendenza media versante (°) | 32 | | | | |
| | Natura della superficie | Roccia resistente | | | | |
| | | Roccia debole | | | | |
| | | Detrito grossolano | | X | | |
| | | Detrito fine | | X | | |
| | | Terreno | | | | |
| | Tipo di impatti | Impatti singoli* | si | X | no | |
| | | Impatti multipli* | si | | no | |
| | Rottura di blocchi per impatto | si | | no | | |
| | Tipo di vegetazione | Assente | | | | |
| | | Erbacea | | | | |
| | | Arbustiva | | X | | |
| | | Di alto fusto | | X | | |
| | Altezza vegetazione abbattuta (m) | | | | | |

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------|----------------------|
| ZONA DI ACCUMULO | Pendenza media (°) | | 20 |
| | Natura della superficie | Roccia resistente | |
| | | Roccia debole | |
| | | Detrito grossolano | X |
| | | Detrito fine | X |
| | Terreno | X | |
| Materiale franato | Litologia | Calcare | |
| | Selezione | Scarsa | |
| | Forma | Tabulare | |
| | Volume minimo dei blocchi (m ³) | | 1,0 10 ⁻³ |
| | Volume modale dei blocchi (m ³) | | 0,05 |
| | Volume massimo dei blocchi (m ³)* | | 0,21 |
| | Distanza minima raggiunta dai blocchi (m) | | 0 |
| | Distanza modale raggiunta dai blocchi (m) | | |
| | Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)* | | 15 |
| Tipo di vegetazione | Assente | | |
| | Erbacea | | |
| | Arbustiva | | X |
| | Di alto fusto | | |

*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

SCHEDA CROLLI - Area B

Da compilare per ogni area omogenea

| | |
|--|----|
| Lunghezza massima piste di discesa (m) | 18 |
|--|----|

| | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|----|----------|----------|----------|
| ZONA DI DISTACCO | Pendenza (°) | 75 | | | | |
| | Altezza della parete (m) | 20 | | | | |
| | Forma della parete | X | | | | |
| | | Planare | | | | |
| | | Convessa | | | | |
| | | Concava | | | | |
| | | Aggettante | | | | |
| | Fratture a monte della parete* | si | | no | X | |
| | Presenza di contatti litologici | si | | no | X | |
| | Presenza di interstrati argillitici | si | | no | X | |
| | Presenza di venute d'acqua | si | | no | X | |
| | Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³) | 0,2 | | | | |
| | Sintomi di attività | Fratture aperte | si | | no | X |
| | | Blocchi ruotati | si | X | no | |
| | | Zone intensamente fratturate | si | | no | X |
| | | Superfici non alterate | si | | no | X |
| | Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)* | 2 | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|----|----------|----|----------|
| ZONA DI TRANSITO | Pendenza media versante (°) | 50 | | | | |
| | Natura della superficie | Roccia resistente | | | | |
| | | Roccia debole | | | | |
| | | Detrito grossolano | | | | X |
| | | Detrito fine | | | | X |
| | | Terreno | | | | |
| | Tipo di impatti | Impatti singoli* | si | X | no | |
| | | Impatti multipli* | si | | no | |
| | Rottura di blocchi per impatto | si | | no | | |
| | Tipo di vegetazione | Assente | | | | |
| | | Erbacea | | | | |
| | | Arbustiva | | | | X |
| | | Di alto fusto | | | | X |
| | Altezza vegetazione abbattuta (m) | | | | | |

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------|-----------------------|
| ZONA DI ACCUMULO | Pendenza media (°) | | 5 |
| | Natura della superficie | Roccia resistente | |
| | | Roccia debole | |
| | | Detrito grossolano | X |
| | | Detrito fine | X |
| | Terreno | X | |
| Materiale franato | Litologia | Calcare | |
| | Selezione | Scarsa | |
| | Forma | Tabulare | |
| | Volume minimo dei blocchi (m ³) | | 1,4 *10 ⁻³ |
| | Volume modale dei blocchi (m ³) | | 0,04 |
| | Volume massimo dei blocchi (m ³)* | | 0,21 |
| | Distanza minima raggiunta dai blocchi (m) | | 0 |
| | Distanza modale raggiunta dai blocchi (m) | | |
| | Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)* | | 18 |
| Tipo di vegetazione | Assente | | |
| | Erbacea | | |
| | Arbustiva | | X |
| | Di alto fusto | | |

*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

(Da Casagli e Crosta 1992, modificato)

| | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|-------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--|
| STAZIONE N° RGM1 | | Data: 25/09/2019 | | Operatore: PDN | | Rullino/Foto: - | | | | |
| LOCALITA': Colombaio | | Comune: Blevio (CO) | | | | | | | | |
| CTR: | | Coordinate: 508315.89 - 5077074.14 | | | | Campioni n°: - | | | | |
| Esposizione: | Naturale: affioramento | | | | | | | | | |
| | Artificiale: | | | | | | metodo di scavo: | | | |
| LITOLOGIA: Calcari grigio bluastri, interstrati marnosi, noduli e liste selce scura | | | | | | | | | | |
| Formazione: Calcare Moltrasio | | | | | | | | | | |
| Fattori Geologici: Cerniere - fianchi pieghie antiformali giacitura piano assiale piega 332/62 – asse 055/28 | | | | | | | | | | |
| INSTABILITA' | Scivolamenti: Planari a cuneo rotazionali | | | | | Ribaltamenti: di blocchi per flessione | | | | |
| | AMMASSO* | MASSIVO | BLOCCHI | TABULARE | COLONNARE | IRREGOLARE | FRANTUMATO | | | |
| STRUTTURA | -Massiccia | | Stratificata (spessore strati in cm) min 8 moda 24 max 30 | | | | | | | |
| ALTERAZIONE* | INALTERATA | | DECOLORATA | <50% DECOMP. | >50% DECOMP. | COMPL. DECOM. | | | | |
| | Fisica (microfratture, grani, etc.) | | | | | | | | | |
| RESISTENZA* | Estr. Deb | Molto Deb. | Debole | Med. Res | Resistente | Molto Res. | Estr. Res. | | | |
| | Sbriciola a mano | Sbriciola con martello | Diff. da sbriciolare con martello | Frattura con 1 colpo martello | Frattura con pochi colpi di martello | Frattura con molti colpi di martello | Scheggiata dal martello | | | |
| BLOCCHI | DIM. MEDIA: 0.05 mc | | | FORMA: Prisma | | | | | | |
| Piano affioramento | Giacitura 282/75 | | | Altezza (m) 5 | | Larghezza (m) 10 | | | | |
| Linea di scansione | Giacitura (verticale/orizzontale) orizzontale | | | | | Lunghezza (m) 5 | | | | |
| SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO) 24 | | | | | | | | | | |
| PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO) 10 | | | | | | | | | | |
| NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA' 5 | | | | | | | | | | |
| PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA) | | | | | | | | | | |
| SIST. | TIPO¹ | GIAC. | SPAZ.² | PERS.³ | APERT.⁴ | RIEMPIM.⁵ | RUGOS.⁶ | ALTER.⁷ | ACQUA⁸ | |
| 1 | 9 | 168/32 | 8-24 | 10 | 0-1 | - | ond. rug. | D | 0 | |
| 2 | 9 | 145/89 | 8-24 | 10 | 0-1 | - | ond. rug. | D | 0 | |
| 3 | 2 | 004/64 | 25-30 | 7 | 0-15 | - | ond. str. | D | 0 | |
| 4 | 2 | 222/68 | 15-45 | 7 | 2-8 | - | ond. lisc. | D | 0 | |
| 5 | 2 | 282/58 | 0-40 | 6 | 0-20 | - | ond. lisc. | D | 0 | |
| ZONE DI TAGLIO | | Orientazione (imm/incl) | | | | | | | | |
| | | Uniforme matrice% breccia % vena | | | | a più strati matrice % breccia % vena | | | | |

* ISRM 1978

1: 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite.

2: in centimetri

3: in metri

4: in millimetri

5: I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G=gesso

6: planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

7: I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

8: 0=asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Area rilievo geomeccanico RGM1

SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

(Da Casagli e Crosta 1992, modificato)

| STAZIONE N° RGM2 | | Data: 25/09/2019 | | Operatore: PDN | | Rullino/Foto: - | | | |
|--|---|---|---|-------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| LOCALITA': Colombaio | | Comune: Blevio (CO) | | | | | | | |
| CTR: | | Coordinate: 508325.15 – 5077107.74 | | | Campioni n°: - | | | | |
| Esposizione: | Naturale: affioramento | | | | | | | | |
| | Artificiale: | | | | metodo di scavo: | | | | |
| LITOLOGIA: Calcari grigio bluastri, interstrati marnosi, noduli e liste selce scura | | | | | | | | | |
| Formazione: Calcare Moltrasio | | | | | | | | | |
| Fattori Geologici: Struttura monoclinale | | | | | | | | | |
| INSTABILITA' | Scivolamenti: Planari a cuneo rotazionali | | | | Ribaltamenti: di blocchi per flessione | | | | |
| | AMMASSO* | | BLOCCHI | TABULARE | COLONNARE | IRREGOLARE | FRANTUMATO | | |
| STRUTTURA | | Massiccia | Stratificata (spessore strati in cm) min 3 moda 20 max 27 | | | | | | |
| ALTERAZIONE* | INALTERATA | | DECOLORATA | <50% DECOMP. | >50% DECOMP. | COMPL. DECOM. | | | |
| | Fisica (microfratture, grani, etc.) | | | | | | | | |
| RESISTENZA* | Estr. Deb | Molto Deb. | Debole | Med. Res | Resistente | Molto Res. | Estr. Res. | | |
| | Sbriciola a mano | Sbriciola con martello | Diff. da sbriciolare con martello | Frattura con 1 colpo martello | Frattura con pochi colpi di martello | Frattura con molti colpi di martello | Scheggiata dal martello | | |
| BLOCCHI | | DIM. MEDIA: 0,045 mc | | FORMA: Prisma | | | | | |
| Piano affioramento | | Giacitura 288/85 | | Altezza (m) 5 | | Larghezza (m) 10 | | | |
| Linea di scansione | | Giacitura (verticale/orizzontale) orizzontale | | | | Lunghezza (m) 5 | | | |
| SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO) 20 | | | | | | | | | |
| PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO) 10 | | | | | | | | | |
| NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA' 4 | | | | | | | | | |
| PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA) | | | | | | | | | |
| SIST. | TIPO ¹ | GIAC. | SPAZ. ² | PERS. ³ | APERT. ⁴ | RIEMPIM. ⁵ | RUGOS. ⁶ | ALTER. ⁷ | ACQUA ⁸ |
| 1 | 9 | 090/22 | 3-27 | 10 | 0-15 | - | plan. rug. | D | 0 |
| 2 | 2 | 298/68 | 0-18 | 6 | 0-15 | - | ond. rug. | D | 0 |
| 3 | 2 | 208/72 | 10-45 | 7 | 0-5 | - | plan. str. | D | 0 |
| 4 | 2 | 245/83 | 9-32 | 6 | 0-10 | - | ond. str. | D | 0 |
| 5 | | | | | | | | | |
| ZONE DI TAGLIO | | Orientazione (imm/incl) | | | | | | | |
| | | Uniforme matrice% breccia % vena | | | a più strati matrice % breccia % vena | | | | |

* ISRM 1978

1: 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite.

2: in centimetri

3: in metri

4: in millimetri

5: I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G-gesso

6: planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

7: I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

8: 0=asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Area rilievo geomeccanico RGM2

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I. "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Descrizione: Torrente Colombaro

valori a, n ragguagliati all'area sottesa dal bacino in esame

Punto di sezione :

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)

| DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO | | | DATI RISULTANTI |
|--------------------------------------|-----------------|---|---|
| S | ⇒ 0.21 | [Km ²] Superficie Bacino | Tempo di Corrivazione $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \Rightarrow \mathbf{0.21}$ [ore] |
| L | ⇒ 1.2 | [Km] Lunghezza asta principale | |
| H_m | ⇒ 702.00 | [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m. | |
| H_o | ⇒ 240.0 | [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m. | |

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

| FORMULA | |
|---|---|
| Curva di probabilità pluviometrica $h_{(t)} = at^n$ | $h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni) |

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE
(Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)

| Cella | Coord. Est UTM | Coord. Nord UTM | a' Tr 20 | n' Tr 20 | a' Tr 100 | n' Tr 100 | a' Tr 200 | n' Tr 200 |
|-------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| DA62 | 509000 | 5077000 | 54.54 | 0.307 | 68.92 | 0.304 | 75.06 | 0.303 |

MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE

| Tr | h(t) | |
|-----|--------------|--|
| 20 | 33.84 | $h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] 0.21 Tr = tempo di ritorno |
| 100 | 42.96 | |
| 200 | 46.86 | |

PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_{(t)} S}{T_c}$$

dove

| | | |
|-----------|---------------|--|
| Q_c | | portata al colmo |
| c | ⇒ 0.3 | coefficiente di deflusso |
| $h_{(t)}$ | | massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) |
| S | ⇒ 0.21 | [Km ²] Superficie Bacino |
| T_c | ⇒ 0.21 | [ore] Tempo di corrivazione |

RISULTATI

| Tr | | Q _c [mc/sec] | |
|-----|---|-------------------------|------------------------------|
| 20 | ⇒ | 2.81 | Tr = tempo di ritorno [anni] |
| 100 | ⇒ | 3.56 | |
| 200 | ⇒ | 3.88 | |

ALLEGATO 6 – NUOVO SCHEMA ASSEVERAZIONE (EX ALLEGATO 15 D.G.R. IX/2616/2011)

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Il/I sottoscritto/i....Dott. Geol. Paolo Dal Negro.....
nata/o aLECCO..... il21/04/1975.....
residente aTAVERNERIO.....
in viaSANTA BRIGIDA..... n.2A.....
iscritto all'Ordine dei Geologi della RegioneLOMBARDIA..... n ...1249.....
incaricato/i dal i ..Como Iniziative Immobiliari srl..... (prov.)
con conferma d'ordine del10/09/2019.....

Il/I sottoscritto/i.....
nata/o a il
residente a
in via n.
iscritto all'Ordine degli Ingegneri³¹ della Provincia n
incaricato/i dal Comune di (prov.)
conDet./Del. n del

- di aggiornare la componente geologica del Piano di Governo del Territorio realizzata nell'anno..... da
..... e successivamente aggiornata nell'anno da relativamente ai seguenti aspetti:
•

di redigere uno studio geologico parziale a supporto di variante urbanistica;

- di realizzare uno studio parziale di approfondimento/integrazione ai sensi degli allegati 2 e 3 dei citati criteri;
- di realizzare uno studio parziale di approfondimento/integrazione ai sensi dell'allegato 4 dei citati criteri;

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);

³¹La presente dichiarazione deve essere sottoscritta dall'Ingegnere incaricato ogni qualvolta venga redatto uno studio di approfondimento ai sensi dell'Allegato 4 dei "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12".

DICHIARA

di avere redatto lo studio geologico di cui sopra conformemente ai vigenti "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", affrontando tutte le tematiche e compilando tutti gli elaborati cartografici previsti;

di aver consultato ed utilizzato come riferimento i dati e gli studi presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale e presso gli archivi cartacei delle Strutture Regionali;

di aver effettuato nuovi rilievi sul compendio in esame e sulle aree adiacenti a seguito degli eventi alluvionali del luglio 2021, al fine di verificare gli effetti di tali eventi e la eventuale modifica dell'assetto geomorfologico;

di aver assegnato le classi di fattibilità geologica conformemente a quanto indicato nella Tabella 1, nella Tabella 1 bis, nella Tabella 2 dei citati criteri;

oppure

• di aver assegnato una classe di fattibilità geologica **diversa** rispetto a quella indicata nella Tabella 1 dei citati criteri per i seguenti ambiti;

- ambito 1
.....
per i seguenti motivi.....
.....
- ambito 2
.....
per i seguenti motivi.....
.....
- ambito 3
.....
per i seguenti motivi.....
.....
- ambito 4
.....
per i seguenti motivi.....
.....

DICHIARA INOLTRE

che lo studio redatto propone aggiornamenti parziali / globali al quadro del dissesto contenuto nell'Elaborato 2 del PAI vigente / derivante da una precedente proposta di aggiornamento;

che lo studio redatto propone la ripermimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato identificata con il n..... nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 del PAI;

che lo studio redatto propone modifiche/aggiornamenti alle aree allagabili contenute nelle mappe di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA);

che lo studio contiene il tracciamento alla scala locale delle Fasce fluviali vigenti nel PAI;

- che non si è resa necessaria la redazione della Carta PAI-PGRA in quanto lo studio non propone aggiornamenti alla cartografia del PAI e del PGRA oppure non esistono sul territorio comunale aree in dissesto idrogeologico/idraulico;
- che lo studio redatto propone aggiornamenti ~~globali~~ / parziali al mosaico della fattibilità geologica in quanto ~~prima versione dello studio geologico comunale~~ / aggiornamento del precedente studio geologico comunale;

ASSEVERA
(per tutte le varianti al P.G.T.)

- la congruità tra i contenuti della variante e i contenuti (classificazioni e norme) della componente geologica del Piano di Governo del Territorio;
- la congruità tra i contenuti della variante e i contenuti (classificazioni e norme) derivanti dal PGRA, dalla variante normativa al PAI e dalle disposizioni regionali conseguenti.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

.....TAVERNERIO07 SETTEMBRE 2021..... (luogo, data)

Il Dichiarante



Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'art. 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (art. 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'art. 37 D.P.R. 445/2000.

Spett.le

**PROVINCIA DI COMO SETTORE
TUTELA AMBIENTALE E
PIANIFICAZIONE DEL
TERRITORIO**

**Servizio Pianificazione e tutela
del territorio**

Via Borgovico, 148

22100 COMO

Tavernerio, 17/02/2022

OGGETTO: *Comune di BLEVIO (CO). Piano Attuativo (P.A.) ATR3 in variante puntuale al Documento di Piano del Piano di Governo del Territorio (PGT) vigente, ai sensi dell'art. 14 della L.R. n. 12/2005 e s.m.i..*

Procedimento di valutazione di compatibilità con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (art. 13, c., 5 della L.R. n. 12/2005 e s.m.i.- art. 5, c. 4, quinto periodo, della L.R. n. 31/2014 e s.m.i.).

INTEGRAZIONI DOCUMENTALI - ASPETTI GEOLOGICI

Facendo seguito a Vs nota del 10/02/2022, sono a rappresentare quanto segue, relativo agli aspetti geologici.

Punto 1 - rispetto allo stato di fatto delle aree, documentazione che giustifichi il declassamento previsto dalla Variante allo Studio Geologico adottata;

Come esposto nella relazione ed elaborati geologici datati 07/09/2021, viene avanzata una proposta di differente attribuzione della fattibilità geologica per la porzione sita nel settore Ovest dell'ambito, a monte della via Caronti, la quale per asserite problematiche di crollo risulta attualmente inserita in classe di fattibilità geologica 4.

A tal fine nel suddetto elaborato sono sviluppate, al capitolo 9, le analisi di dettaglio applicando la procedura denominata RHAP per la zonazione della pericolosità da crolli in roccia, come previsto all'allegato 2, capitolo 2 della d.g.r. 30/11/2011 n. IX/2616 e smi,.

Nel caso in esame la proposta è vincolata alla realizzazione di opere di messa in sicurezza, le quali saranno attuate contestualmente all'ambito di trasformazione in oggetto, che di fatto rimuoveranno o stabilizzeranno tutte le possibili aree sorgenti di crollo.

Come riportato al paragrafo 2.2.1 Allegato 2 della DGR 2161/2011 "*Tuttavia, nel caso in cui tutte le aree omogenee presentino percentuali inferiori al 10% (percentuale di attività dei fenomeni di crollo) non si ritiene necessario effettuare la zonazione della pericolosità*" in caso di assenza di aree sorgenti di crolli o di aree sorgenti completamente stabilizzate, non ha senso procedere alla zonazione di pericolosità mediante modellazione del fenomeno di crollo in quanto viene sterilizzata in origine la fonte della potenziale pericolosità.

Gli interventi che giustificano l'avanzamento di proposta di ripermetrazione dell'area soggetta a fenomeni di crollo ed attualmente attribuita alla classe di fattibilità 4, sono correlati alle opere di messa in sicurezza di seguito proposti, le quali saranno attuate in seno all'ambito di trasformazione urbanistica oggetto della presente analisi:

1. escavazione e riprofilatura del fronte roccioso sorgente di potenziali crolli, con rimozione delle porzioni instabili e protezione dei fronti di scavo mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento;
2. disaggancio delle residue porzioni di fronte roccioso sorgente di potenziali crolli non interessate da escavazione e riprofilatura, e protezione dei fronti mediante rete in aderenza e reticolo di funi di contenimento.

Le opere a base della proposta di ripermetrazione, indicate nella Tavola 4 allegata alla perizia geologica, di fatto porteranno ad una rimozione o stabilizzazione completa delle possibili aree sorgenti dei crolli. Tali opere saranno oggetto di specifica progettazione esecutiva nell'ambito del P.A..

Risulta quindi chiaro che la proposta di ripermetrazione avanzata è vincolata alla attuazione degli interventi sopra definiti, e che pertanto l'analisi sottoposta sia da valutarsi in funzione dello stato "di progetto" anziché allo stato "di fatto". Nella Tavola 4 allegata allo studio viene chiaramente definita la situazione pre e post interventi di messa in sicurezza, e vengono definiti puntualmente i medesimi.

Punto 2 - parere favorevole dell'Autorità Competente (Regione Lombardia) relativo agli interventi ricadenti in zona "Ee" del PAI, in particolare alla strada che permette di accedere al PL.

Con riferimento al progetto sottoposto si evince la strada di accesso ai box interrati ed all'edificio polifunzionale con funzione di pubblica utilità sarà parzialmente interessata dalla zona Ee del PAI. Tale opera rientra tra le tipologie ammesse dalla normativa Pai vigente, ove si indicano come consentite *"la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti"*

Nell'elaborato geologico presentato viene ampiamente argomentata la pericolosità idraulica del torrente Colombaro, e vengono sviluppate le relative e puntuali analisi.

Lo studio arriva ad individuare le opere necessarie a mitigare la pericolosità idrogeologica ed idraulica del torrente Colombaro, e necessarie a garantire la compatibilità del Piano Attuativo in esame con le condizioni di pericolosità del torrente. Si rimanda pertanto in toto all'elaborato prodotto per quanto concerne tali contenuti.

Si specifica che l'elaborato sottoposto non propone alcuna modifica alle perimetrazioni delle aree PAI, la quale richiederebbe il parere tecnico delle competenti strutture di Regione Lombardia.

Ci si rimette pertanto al parere della Autorità competente in materia.

Si coglie l'occasione per porgere

Distinti Saluti.

Dott. Geol. Paolo Dal Negro



PAOLO DAL NEGRO
geologo specialista
Albo n. 1249 AP
sezione A

Paolo Dal Negro