

COMUNE DI VALLELAGHI

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

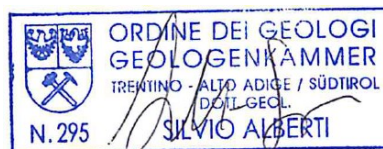


PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI VALLELAGHI -VARIANTE GENERALE 2024 VARIANTE P. 09

STUDIO DI COMPATIBILITÀ TORRENTIZIO

COMMITTENTE: Comune di Vallelaghi

Dott. Geol. Silvio Alberti
Via S. Fabiano e Sebastiano, 16
38094 Porte di Rendena (TN)
alberti.silvio@gmail.com
Tel. 349.5132216



Ing. Tiso Christian
Ing. Gasperi Debora



Via A. Degasperi n. 77, 38123 Trento
tiso@paes.tn.it
Tel. 0461 – 1865161

Febbraio 2026

INDICE

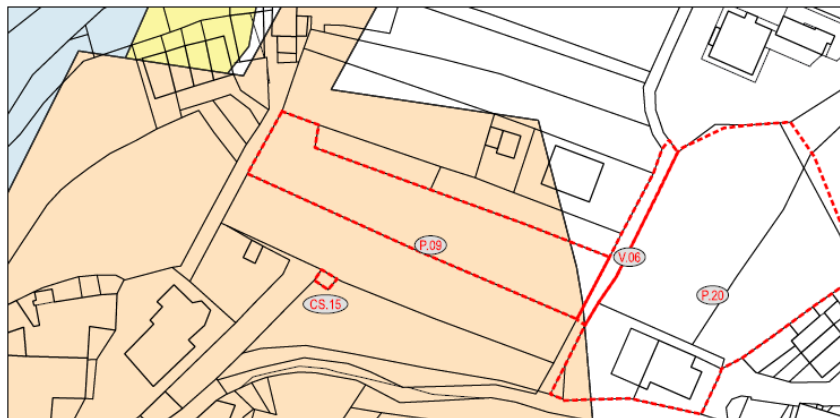
<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG</u>	<u>4</u>
<u>3</u>	<u>CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ</u>	<u>5</u>
3.1	IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI	11
<u>4</u>	<u>PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA</u>	<u>21</u>
<u>5</u>	<u>RIO FRAVEGGIO: BACINO IDROGRAFICO</u>	<u>22</u>
5.1	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	27
5.2	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON JGRASS	27
5.2.1	IL MODELLO PEAKFLOW	27
5.2.2	INPUT NECESSARI AL MODELLO	28
5.2.3	I PARAMETRI DEL MODELLO	30
5.2.4	CALCOLO DELLA PORTATA LIQUIDA DI PICCO	31
5.3	VERIFICA IDRAULICA DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO	33
<u>6</u>	<u>CONCLUSIONI</u>	<u>41</u>

1 PREMESSA

Il presente studio, commissionato dal Comune di Vallelaghi, si rende necessario vista la variante al PRG P. 09 che prevede quanto riportato nella tabella successiva.

Numero Variante	DESTINAZIONE VIGENTE	DESTINAZIONE PROGETTO	NOTE PROGETTISTA
P.09	Area agricola di rilevanza locale	Parcheggio pubblico di progetto	Le Varianti P09, P.20 e V.06 costituiscono un sistema integrato di aree pubbliche a servizio dell'abitato di Fraveggio. In particolare la Variante P.09 costituisce la previsione di un parcheggio pubblico funzionale al vicino centro storico, complementare alla volontà di incentivare il riutilizzo degli edifici in Centro Storico, riducendo quindi il consumo di suolo in tale ambito. Diversamente, la Variante P.20 prevede a costituire, inglobando anche la casa sociale (p.ed. 106 ora area scolastica), una zona a verde attrezzato di progetto. La Variante V.06, risulta una variante complementare, alle P.09 e P.20 prevede la modifica di destinazione da area agricola a viabilità pubblica di progetto, risultando di fatto una modifica conseguente allo stato dei luoghi, in considerazione del fatto che la strada risulta già esistente.

ESTRATTO C.S.P. (scala a vista)



ESTRATTO PRG VARIANTE (scala a vista)

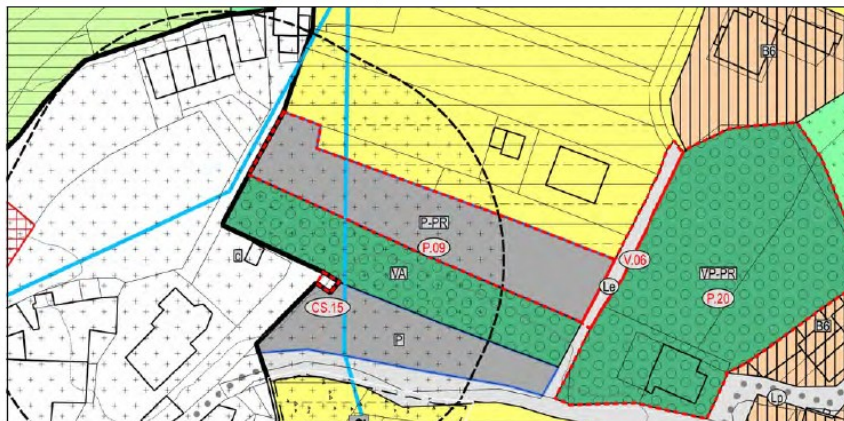


Figura 1.1 Estratto Prg di Variante

La normativa in materia (CSP) non ammette varianti urbanistiche che determinino un aggravio rispetto alla situazione vigente in aree a penalità P4, P3 e APP, a meno che non siano supportate da uno studio di compatibilità redatto ai sensi della normativa di riferimento, oggetto appunto di tale elaborato. Lo studio andrà pertanto ad analizzare la pericolosità gravante sul sito di interesse e ne valuta sia la compatibilità della destinazione urbanistica che le criticità riscontrate, individuando se necessario, opere di mitigazione e prescrizioni.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG

L'area di studio è situata in Val dei Laghi, nel Comune di Vallelaghi, nella porzione centrale dell'abitato di Fraveggio.

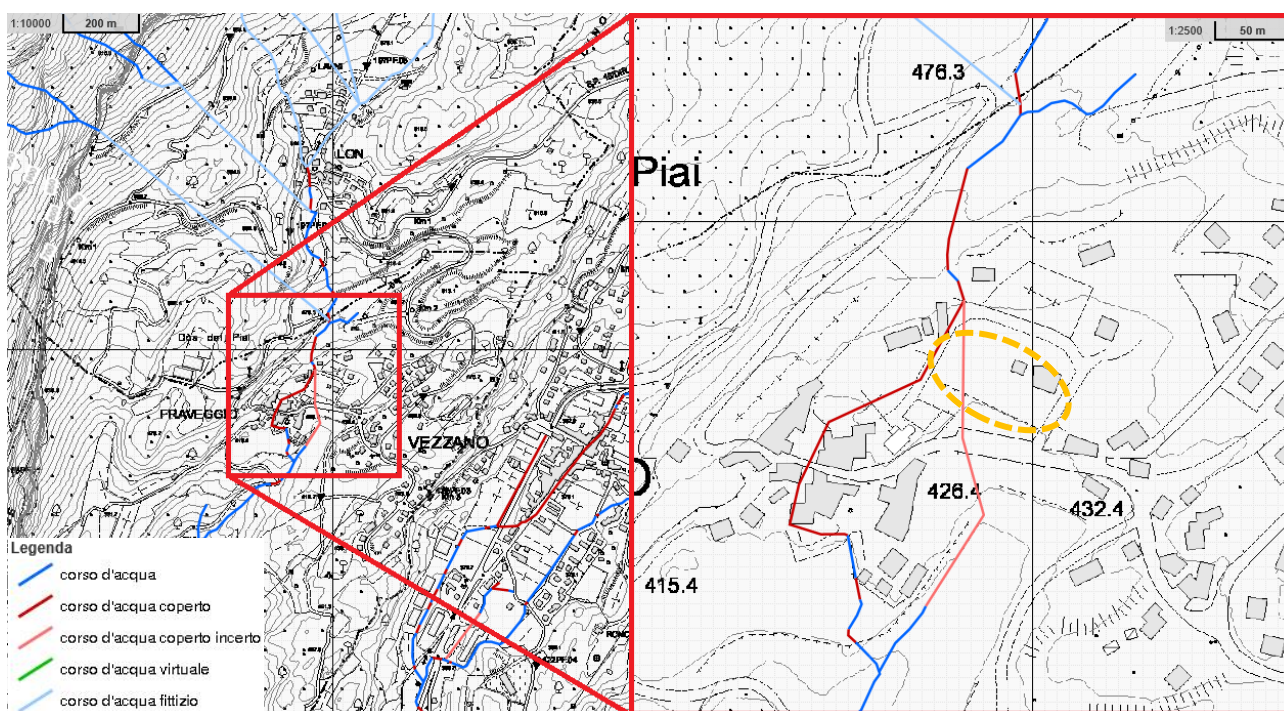
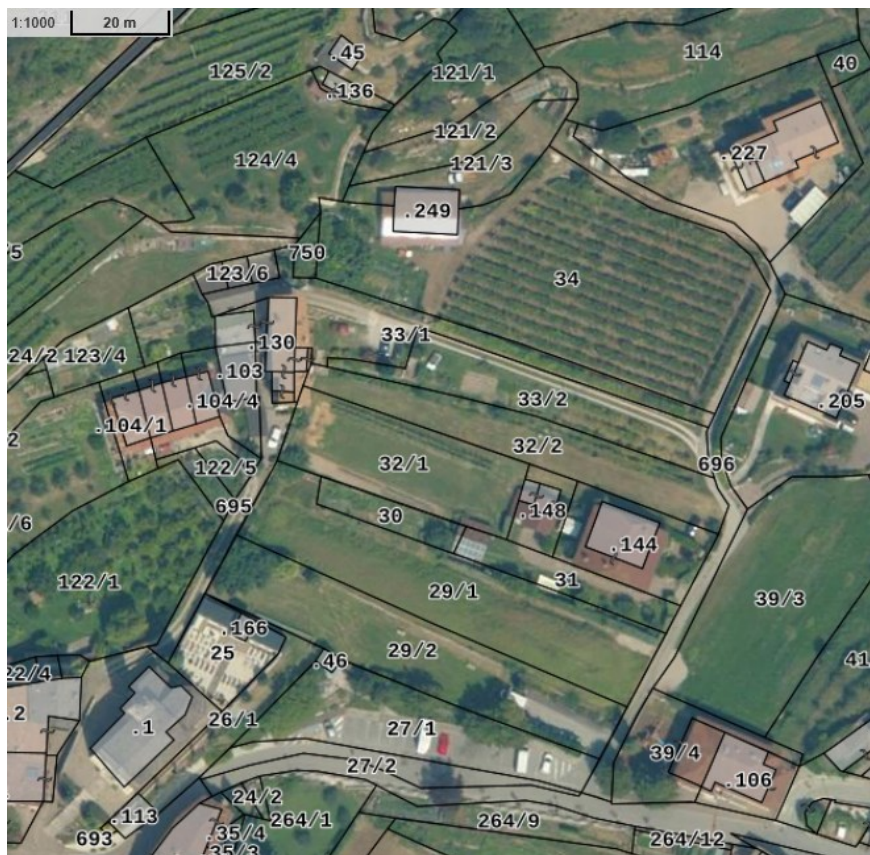


Figura 2.1 Estratto della Carta Tecnica Provinciale (CTP) relativa all'area di studio

3 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ

La Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P.) rappresenta il **nuovo strumento** di riferimento per la pianificazione urbanistica e con la sua approvazione (comma 2, art. 22 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15) cessano di applicarsi le disposizioni della Carta di Sintesi Geologica e le disposizioni in materia di uso del suolo del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP). La Giunta Provinciale con **deliberazione n°1080 del 19 luglio 2019** ha adottato preliminarmente su tutto il territorio provinciale la CSP dando avvio alla fase di partecipazione dei comuni territorialmente interessati ai sensi del comma 7 dell'art. 10 della l.p. 9/2011 estendendo la consultazione, con possibilità di produrre osservazioni, anche ai cittadini.

Il **4 settembre 2020** sono state approvate dalla G.P. con delibera n. 1317 le Carte della Pericolosità e la Carta di Sintesi della Pericolosità su tutto il territorio provinciale. Il giorno **18 marzo 2022** con delibera **n.379** della G.P. viene modificata la delibera precedente, effettuando aggiunte, integrazioni e confermando nelle rimanenti parti la precedente. La G.P. con le deliberazioni n. 1737 e 1748 del 29/09/2023 ha approvato il primo aggiornamento delle CaP e della CSP mentre il **12/09/25** con del.1341 e **1361** ha approvato il secondo aggiornamento cartografico e delle Norme di Attuazione.

Le applicazioni alla norma sono regolate dal capitolo **4** “*Indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP*”, mentre **le esclusioni** dal capitolo **5** “*Interventi esclusi dall'applicazione del capo IV delle norme di attuazione del PUP*”.

In premessa al capitolo **4** è riportato che:

“Ai fini dell'applicazione del Capo IV delle norme di attuazione del PUP per trasformazione urbanistica s'intende la modifica delle destinazioni d'uso del suolo mediante l'adozione di piani regolatori generali o loro varianti, di piani attuativi con effetto di variante al PRG, di autorizzazione di progetti in deroga alle destinazioni di zona. Per trasformazione edilizia si intende qualsiasi intervento di nuova costruzione edilizia o di recupero di manufatti edilizi esistenti, fatta eccezione per la manutenzione ordinaria e per la manutenzione straordinaria che non comporti cambio di destinazione d'uso o aumento delle unità immobiliare o modifica delle parti strutturali. Per edificio si intende qualsiasi manufatto che origina un volume edilizio o una superficie coperta, ai sensi dell'articolo 3 della legge provinciale per il governo del territorio. Per volume si intende il volume urbanistico, come definito dall'articolo 3 del regolamento urbanistico-edilizio provinciale.”

Nel capitolo **5** è riportato che:

I progetti edilizi o infrastrutturali devono, in generale, tenere conto dei contenuti e delle informazioni delle Carte della pericolosità; ferma restando questa condizione e fermo restando il rispetto delle disposizioni contenute nelle NTC, sono esclusi dall'applicazione del capo IV delle norme del Piano urbanistico provinciale i seguenti interventi:

a) *gli interventi di manutenzione ordinaria e di manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo e demolizione così come definiti dall'articolo 77 della l.p. 15/2015, che non comportano: aumento di volume, cambio di*

destinazione d'uso con aumento del carico antropico, aumento delle unità immobiliari, modifica delle parti strutturali direttamente esposte ai fenomeni che generano penalità;

b) le attività di edilizia libera così come definite dall'articolo 78 della l.p. 4 agosto 2015, n. 15, fatta eccezione per gli interventi di cui al comma 3, lettera k). Per tali attività, la l.p. 15/2015 fa riferimento alla tutela dal pericolo idrogeologico con riguardo al rispetto delle NTC2018, essendo attività esentate dall'applicazione del Capo IV delle Nda del PUP;

b2) la realizzazione di costruzioni accessorie nelle aree di pertinenza di edifici esistenti come definite al comma 4 dell'articolo 3 del regolamento urbanistico-edilizio provinciale;

b3) i manufatti di limitate dimensioni, ai sensi dell'art. 84 del Regolamento urbanistico ed edilizio provinciale, che ricadono in aree con sola penalità elevata di incendio boschivo;

c) gli interventi soggetti a SCIA limitatamente a quanto indicato dalle seguenti lettere del comma 1 dell'articolo 85 della l.p. n. 15/2015:

- a) i volumi tecnici;

- e) i parcheggi, da realizzare nel sottosuolo e nei locali al piano terreno degli edifici, ai fini del rispetto degli standard richiesti per le singole unità immobiliari, con esclusione degli interventi ricadenti nelle aree a pericolosità alluvionale e per fenomeni franosi (che sono comunque tenuti ad osservare i divieti di realizzazione di nuovi volumi edilizi o gli ampliamenti dei volumi edilizi esistenti anche in interrato in penalità elevata);

- f) le opere di eliminazione delle barriere architettoniche in edifici esistenti, se comportano modifiche della sagoma;

- g) le recinzioni superiori a 150 centimetri di altezza;

- h) i muri di sostegno e di contenimento fino a tre metri di altezza;

- i) la realizzazione della parte dell'intervento non ultimata nel termine stabilito, salvo che le opere corrispondenti non rientrino tra quelle soggette a permesso di costruire;

- l) i cartelli o altri mezzi pubblicitari all'esterno dei centri abitati, nel rispetto delle disposizioni contenute nel regolamento urbanistico-edilizio provinciale;

- gli interventi indicati alla lettera d) nel rispetto dei limiti di ampliamento di volume dettati dagli articoli 15 e 16 delle norme del PUP;

c2) i sottoservizi e gli impianti a rete compresi quelli a servizio di singole unità immobiliari e i manufatti edilizi di servizio con dimensioni analoghe alle costruzioni accessorie (p.e. cabine di trasformazione). Sono invece assoggettate alla disciplina prevista dalla CSP le linee elettriche come definite dall'articolo 96 comma 2 e 3 della l.p. n. 15/2015 (linee di distribuzione superiori ai 30 kV; impianti di trasmissione di energia elettrica di alta tensione) e i metanodotti principali (o dorsali) e le linee di distribuzione primaria del gas (alta pressione > 5 bar); Sono in ogni caso assoggettati alla disciplina di cui al presente allegato i sottoservizi e gli impianti a rete ricadenti nelle aree interessate da pericolosità da frane.

c3) gli impianti di radiodiffusione sonora e televisiva e di telecomunicazione comprese le relative strutture; sono inoltre esclusi i locali contenenti le apparecchiature elettroniche a servizio delle strutture esistenti e gli armadi tecnici; Si precisa che tali interventi sono comunque tenuti ad osservare le specifiche disposizioni previste nel presente documento per le aree di rispetto delle stazioni sismometriche.

c4) le piccole derivazioni assoggettate a procedura semplificata previste al Capo III ed al Capo VI del Decreto del Presidente della Provincia 23 giugno 2008 n. 22-129/Leg (Regolamento per la semplificazione e la disciplina dei procedimenti riguardanti derivazioni e utilizzazioni di acqua pubblica), le relative tubazioni o condotte, le opere di

presa e le restituzioni in alveo e le derivazioni a uso forza motrice con funzioni dimostrative o di carattere storico - didattico caratterizzate da un utilizzo saltuario e discontinuo;

d) le variazioni in corso d'opera (art. 92 del Regolamento urbanistico ed edilizio provinciale) al progetto assentito, se viene attestata dal progettista dell'intervento la coerenza con gli studi di compatibilità qualora allegati al progetto già assentito;

e) le varianti dei progetti già autorizzati, o per i quali è stato già redatto e presentato in forma asseverata lo studio di compatibilità, ai sensi delle disposizioni del capo IV delle norme di attuazione del PUP, che non comportano significative variazioni rispetto alla valutazione di compatibilità dell'intervento e non interferiscano con le opere di difesa e le misure di sicurezza mitigazione previste dallo studio di compatibilità o dalla relazione tecnica, così come attestato dal progettista dell'intervento;

f) realizzazione di interventi per la riduzione dei consumi energetici degli edifici esistenti quali coibentazione, installazione di impianti e dispositivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili fermo restando quanto disposto dalla deliberazione della Giunta provinciale n. 2154 di data 3 settembre 2009 relativamente all'installazione di sonde geotermiche a circuito chiuso;

g) realizzazione di nuove stazioni di rilevazione scientifica quali quelle idro-metereologiche, sismiche, di monitoraggio ambientale e idrogeologico;

h) interventi richiesti per l'adeguamento tecnologico e funzionale di servizi e pertinenze delle malghe comprese nello schedario dei pascoli trentini approvato con d.g.p. n. 944/2018 e d.g.p. 637/2019 e dei rifugi alpini ed escursionistici esistenti alla data di entrata in vigore del PUP, purché non siano previsti aumenti di ricettività e a condizione che la relazione tecnica attesti che gli interventi non contribuiscono a incrementare il carico insediativo esposto a pericolo;

i) le attività di gestione forestale ai sensi degli articoli 55, comma 3, e 56, comma 1, della l.p. n. 11/2007, nonché la realizzazione di opere e di interventi di sistemazione idraulico-forestale ai sensi dell'art. 10 comma 4, della l.p. n. 11/2007;

j) manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture per la mobilità esistenti con consolidamento di rampe e scarpate e sistemazione della sezione viaria, compresa la regimazione delle acque mediante cunette e drenaggi, la sistemazione di parapetti - o barriere antirumore;

j2) realizzazione di sentieri alpini e sentieri alpini attrezzati, vie ferrate e vie alpinistiche, percorsi escursionistici di cui all'articolo 11, comma 1, lett. h) del Regolamento urbanistico-edilizio provinciale, compresi i tracciati alpini di cui all'articolo 8 della l.p. n. 8/1993 e gli itinerari idonei alla fruizione ciclo-escursionistica di cui all'art. 22 bis della l.p. 8/1993 (rete provinciale dei percorsi in mountain bike);

Come si evince dallo stralcio di Figura 3.1 l'area è cartografata come **“APP – da approfondire”** per **penalità torrentizia**.

Legenda

Classi di Penalità

penalità ordinaria

- P4 - elevata
- P3 - media
- P2 - bassa

altri tipi di penalità

- APP - aree da approfondire
- PRV - residua da valanga
- P1 - trascurabile o assente

tutele speciali

- AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche
- IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo
- RSS - area di rispetto stazione sismometrica
- S

 stazione sismometrica

CSP

- CSP Torrentizia
- CSP Crolli
- CSP Litogeomorfologica

APP_r

- APP_r
- P1
- P1

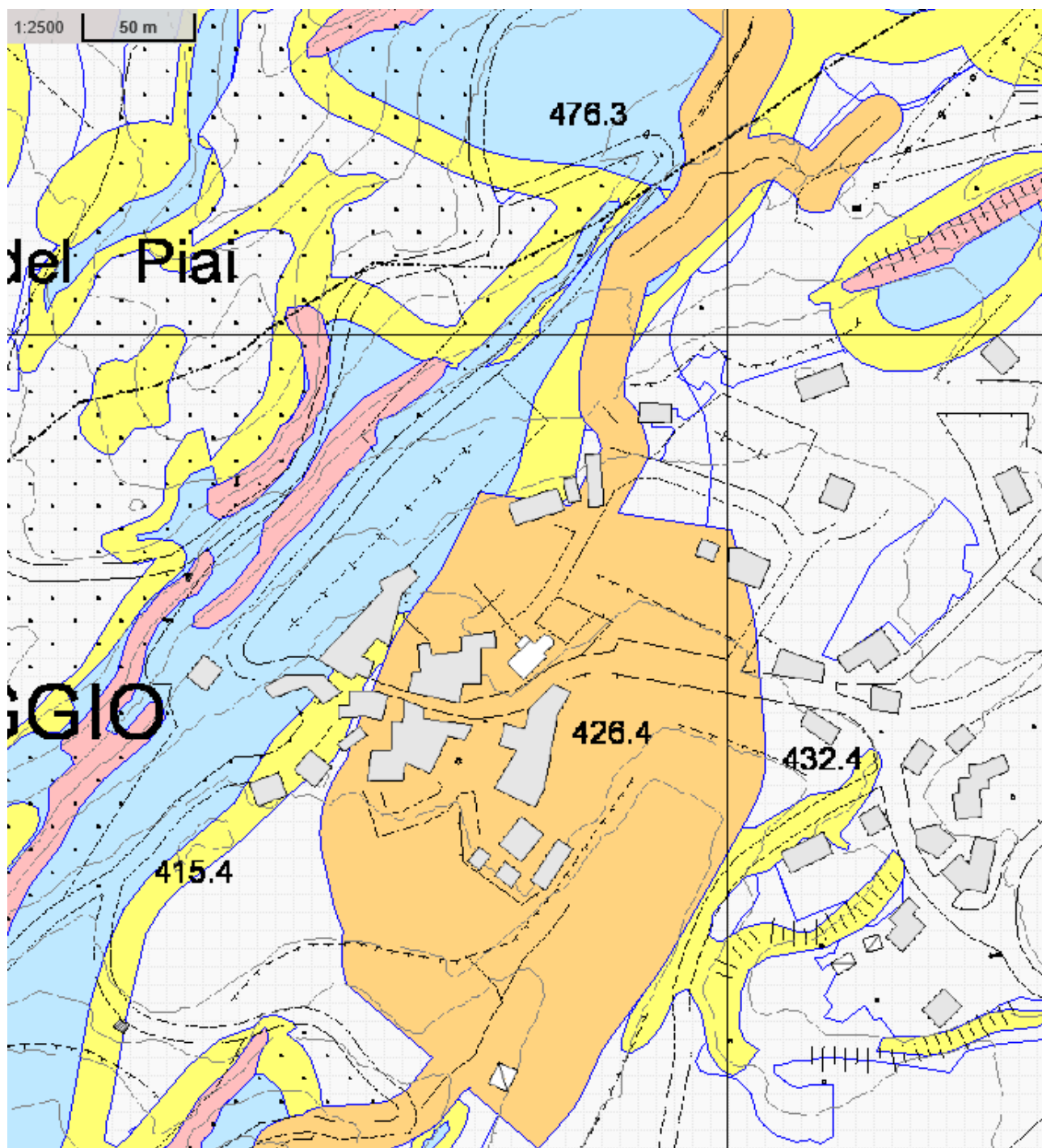


Figura 3.1 Estratto dalla Carta di Sintesi della Pericolosità con CTP

La penalità “APP” è regolamentata dall’art.18 del capitolo 4.

Nell’articolo 18 si riporta che:

Articolo 18 - Aree con altri tipi di penalità	
1. Nella carta di sintesi della pericolosità prevista dall'articolo 14 sono opportunamente rappresentate anche le aree con altri tipi di penalità, tra cui in particolare quelle associate alla presenza di pericolosità residua, potenziale e trascurabile.	Le aree con altri tipi di penalità comprendono: ■ aree da approfondire; ■ aree con penalità residua da valanga; ■ aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo; ■ aree con penalità legate alla pericolosità sismica; ■ aree con penalità trascurabile o assente. Aree da approfondire (in breve Aree APP) Le aree da approfondire hanno un carattere di salvaguardia volto ad assicurare specifici studi prima della realizzazione degli interventi ammessi. Questa classe di pericolosità, tenuto conto del fatto che il territorio provinciale, per le sue caratteristiche naturali, presenta un fondo naturale di pericoli tipici dell'ambiente alpino, è stata adottata per le porzioni di territorio per cui non è disponibile la relativa classificazione ordinaria della pericolosità. Questa classe è stata adottata anche per i tratti di corsi d'acqua coperti, vista la difficoltà di valutazione delle caratteristiche idrauliche/strutturali delle opere. Nel caso delle previsioni urbanistiche vigenti gli interventi di trasformazione edilizia in tali aree sono subordinati a specifici studi di compatibilità, finalizzati ad approfondire le dinamiche degli eventi attesi e a individuare, con riferimento all'area oggetto di intervento, la corrispondente pericolosità secondo le classi previste dalla deliberazione della Giunta provinciale n. 2759 del 2006 e s.m. nonché la penalità secondo la deliberazione della Giunta provinciale concernente "Disposizioni tecniche per la redazione della 'Carta di sintesi delle pericolosità' in attuazione di quanto disposto dall'articolo 14 della legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5 'Approvazione del nuovo piano urbanistico provinciale'. Considerata la classe di penalità risultante da detti studi si applica all'area di intervento la disciplina d'uso del suolo corrispondente alla rispettiva penalità e le relative precisazioni contenute nel presente documento. Lo studio necessario per la definizione della pericolosità nelle aree da approfondire (APP) è sottoposto direttamente alla valutazione tecnica della struttura competente per tipologia di pericolo. Nel caso in cui l'intervento necessiti di autorizzazione il Servizio di merito trasmetterà il progetto al Servizio Urbanistica e tutela del paesaggio per l'avvio del procedimento di autorizzazione di cui agli artt. 15 e 16. In deroga a quanto previsto nei paragrafi precedenti, si stabiliscono le seguenti specifiche disposizioni: a) nelle aree da approfondire <u>legate al solo reticolo idrografico</u> (in breve <u>Aree APP da reticolo</u>), rimane ferma la necessità di verificare preventivamente l'ammissibilità rispetto alla disciplina delle invarianti del Piano urbanistico provinciale e alle disposizioni sulla polizia idraulica di cui al Capo I della l.p. n. 18 del 1976. Per gli interventi ammissibili lo studio allegato al piano o al progetto deve attestare (mediante asseverazione per i progetti) la compatibilità della previsione o dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua, il pericolo atteso e le caratteristiche strutturali e idrauliche delle sezioni di deflusso, anche se il corso d'acqua è coperto o tombinato, senza che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area. b) nelle aree da approfondire interessate da fenomeni valanghivi (in breve Aree APP da valanga) lo studio asseverato consiste in una relazione nivologica che, analizzando nel dettaglio il fenomeno atteso, possa escludere il verificarsi di fenomeni valanghivi in grado di interessare le zone oggetto di intervento o, in alternativa, individui gli accorgimenti costruttivi, le opere di difesa o le misure gestionali atti a tutelare l'incolumità delle persone, senza che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area. c) <u>per gli interventi non elencati all'articolo 80 della l.p. 15/2015</u>, che interessano aree da approfondire legate a fenomeni torrentizi "non da reticolo" (in breve APP non da reticolo), rimane ferma la necessità di identificare le classi di penalità risultanti dall'approfondimento e quindi di verificare preventivamente l'ammissibilità rispetto alla disciplina del Piano urbanistico provinciale e alle disposizioni sulla polizia idraulica di cui al Capo I della l.p. n. 18 del 1976. Per gli interventi ammissibili lo studio allegato al piano o al progetto deve attestare mediante asseverazione la compatibilità (mediante asseverazione per i progetti) della previsione o dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua, il pericolo atteso

	e le caratteristiche strutturali e idrauliche delle sezioni di deflusso, anche se il corso d'acqua è coperto o tombinato, senza che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area. Lo studio, richiesto per la presentazione o il rilascio del titolo edilizio degli interventi nelle aree da approfondire, di cui ai precedenti punti a), b) e c), <u>è asseverato dal tecnico incaricato, secondo le modalità di cui al capitolo 3 del presente documento e allegato al progetto oggetto di comunicazione o titolo edilizio</u>. Una volta concluso l'iter edilizio il comune trasmette lo studio di compatibilità – in formato digitale .pdf -alla Provincia per l'integrazione del registro delle relazioni. Nel caso di adozione di nuove previsioni urbanistiche e di autorizzazione in deroga di opere pubbliche o di interesse pubblico nelle aree da approfondire, il piano o il progetto sono supportati da uno studio che, con riferimento al contesto, assicuri l'approfondimento degli eventi attesi e la classificazione (solo per le APP non da reticolo) dell'area oggetto di modifica secondo la disciplina delle classi di penalità. A seguito dell'approvazione degli strumenti urbanistici si rinvia all'aggiornamento periodico delle carte della pericolosità e della Carta di sintesi della pericolosità. Analogamente, nel caso di procedimenti di deroga urbanistica, l'aggiornamento della Carta di sintesi della pericolosità è condotto secondo la procedura di aggiornamento periodico. Al fine dell'aggiornamento della Carta nonché per l'integrazione del registro delle relazioni, nel caso di deroghe urbanistiche di competenza comunale, il comune trasmette il provvedimento finale alla Provincia, unitamente allo studio di compatibilità, in formato .pdf.
--	---

Si ricorda che le strutture provinciali competenti per le diverse tipologie di pericolo, con riferimento all'attuale assetto organizzativo, sono:

- **Servizio Bacini montani:** per pericolosità fluviali, torrentizie e lacuali;
- **Servizio Geologico:** per frane, crolli rocciosi, deformazioni gravitative profonde di versante, ghiacciai e Piccola Età Glaciale, aree soggette a permafrost, caratteristiche litogeomorfologiche e sismicità,
- **Servizio Prevenzione rischi e CUE:** per valanghe e ordigni bellici inesplosi;
- **Servizio Foreste:** per incendi boschivi.

3.1 IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI

Nella CaP è riportata la pericolosità “HP” torrentizia e “HR2” da crolli.

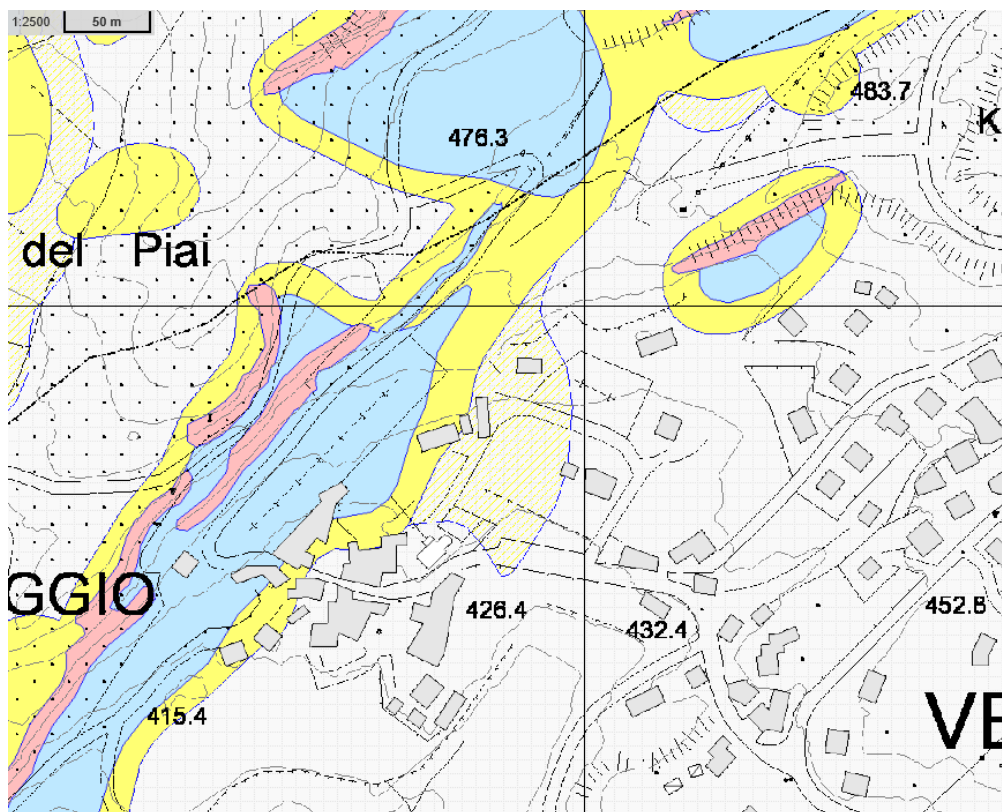


Figura 3.2 Estratto dalla Carta della pericolosità da crolli



Figura 3.3 Estratto Carta della Pericolosità torrentizia con catasto

Si riporta, al fine di meglio individuare le caratteristiche del sito, un estratto dell'ombreggiamento del sito.

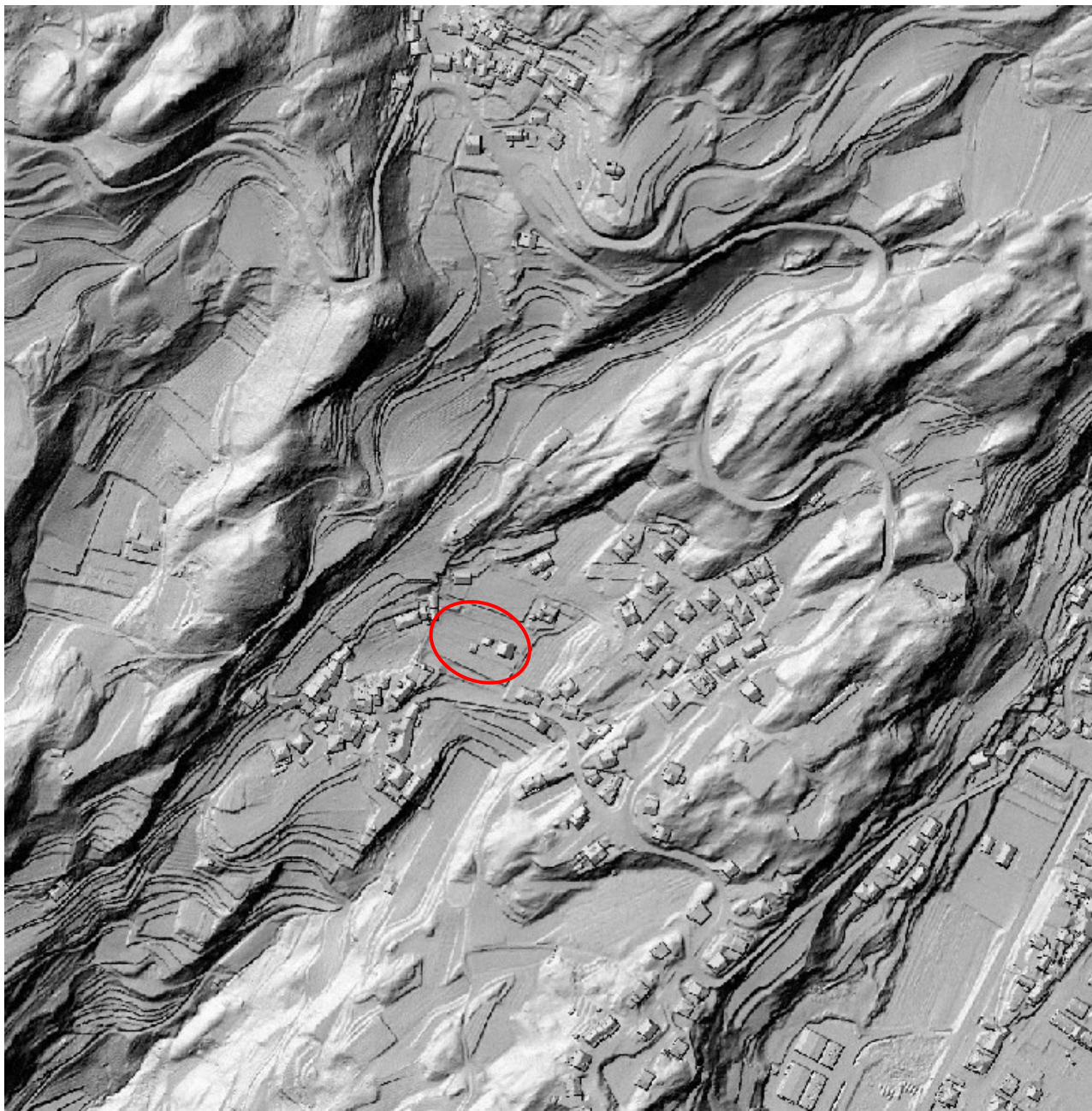
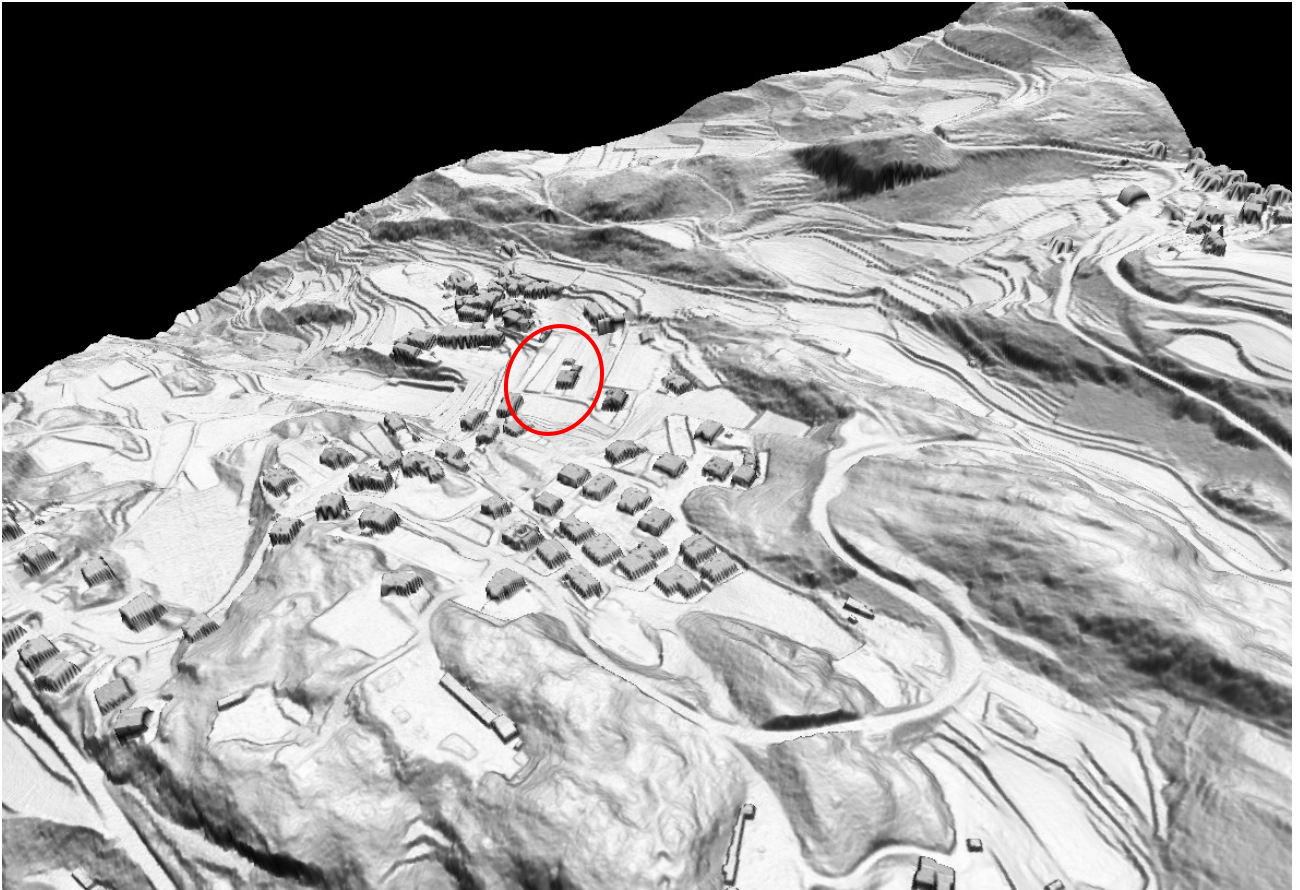


Figura 3.4 Estratto Lidar DBM 2014

Geomorfologicamente l'area presenta un'inclinazione media. Netta la presenza di affioramenti e creste rocciose. Intuibile solo a tratti il solco di scorrimento del rio oggetto di studio. Apprezzabile la presenza di superfici terrazzate e di depressioni (depositi a bassa energia?).

Si riporta di seguito una vista 3D da Est del sito ricavate dal Lidar PAT 2014.



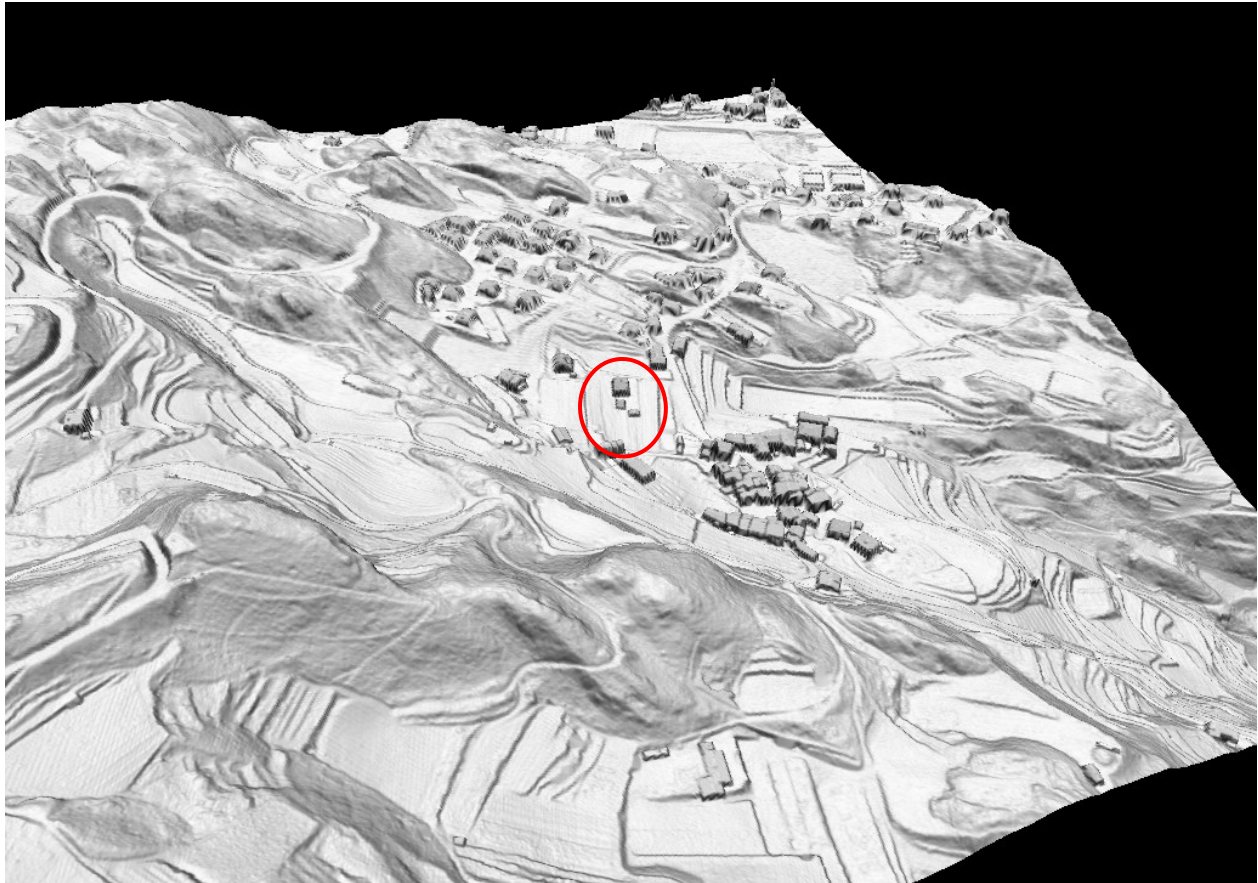
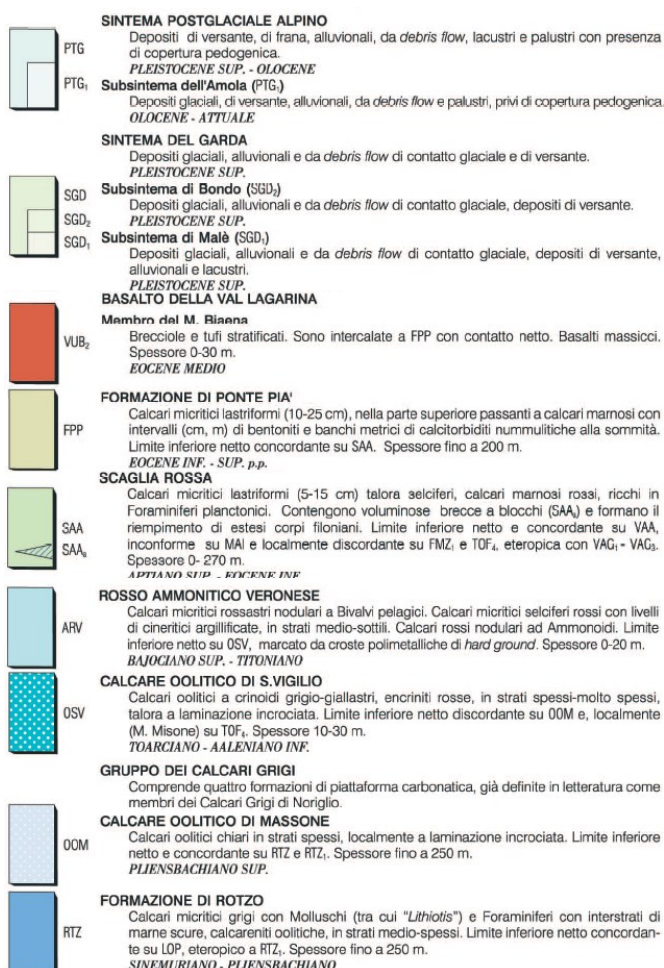
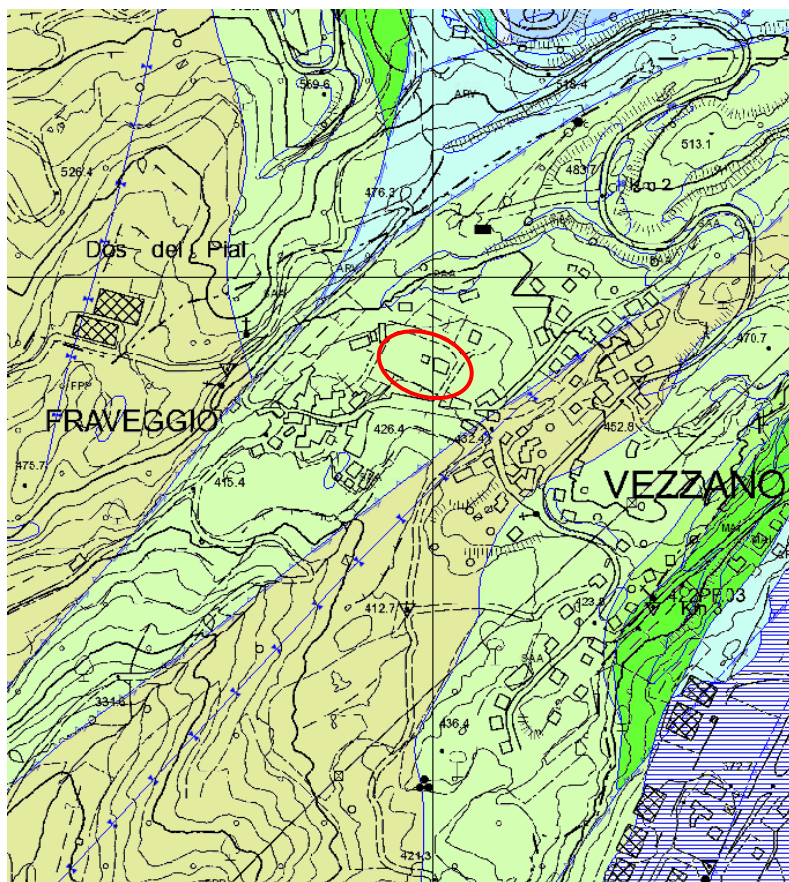


Figura 3.5 Viste 3d elaborate dal Lidar 2014 (Est, Nord, Ovest e Sud).

Si riporta, per avere delle informazioni litologiche generali, un estratto della C. Geologica N. 59120



“Padergnone” relativa all’area di studio e legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg 59.

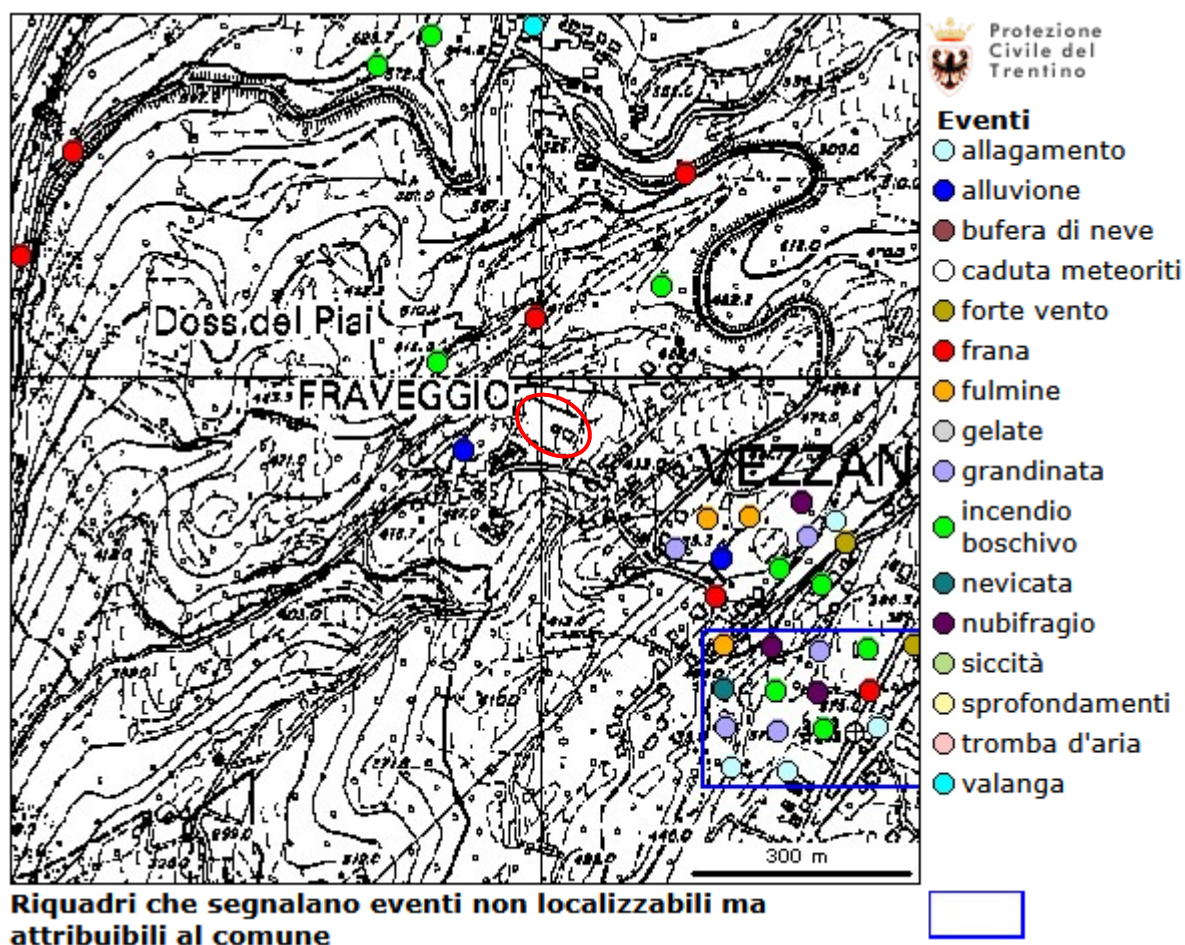
Figura 3.6 Estratto Carta Geologica PAT N. 59120 “Padergnone” relativa all’area di studio e legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg “80” Riva

Osservando la Carta Geologica in Figura 3.6 si nota che l’area in progetto è cartografata direttamente su roccia, nel particolare la Formazione di Ponte Pià (FPP). Il substrato e gli affioramenti lungo il versante sono interessati dal Gruppo dei Calcari Grigi, nel particolare dalla Formazione di Rotzo, Calcare Oolitico di Loppio e dalla

Formazione di Monte Zugna.

Al fine di ottenere ulteriori informazioni sul sito si è effettuata un’indagine storica.

Nella cartografia del “Progetto Arca” (Archivio Storico online degli Eventi Calamitosi della Provincia Autonoma di Trento) sono segnalati danni per l’alluvione del 17/9/1882 ed un incendio del 1961.



Presto domato il fuoco scoppiato in un bosco

Un principio di incendio è scoppiato nel bosco ceduo ad oriente di Fraveggio, in prossimità della Val Forca e Castin. Sul posto andavano il comandante dell'ufficio mandamentale delle foreste maresciallo Biscontini, i vigili del fuoco di Fraveggio, il sindaco Capaccioni, l'arciprete don Clauser ed altri. I pompieri e alcuni volontari hanno ben presto domato le fiamme che, data la persistente siccità, avrebbero potuto propagarsi rapidamente all'intorno.

Figura 3.7 Estratto cartografico e verbali-articoli dal progetto ARCA

Nella cartografia del “Progetto IFFI” (Inventario dei fenomeni franosi d’Italia) è riportato un evento franoso a NO del sito (Figura 3.8).

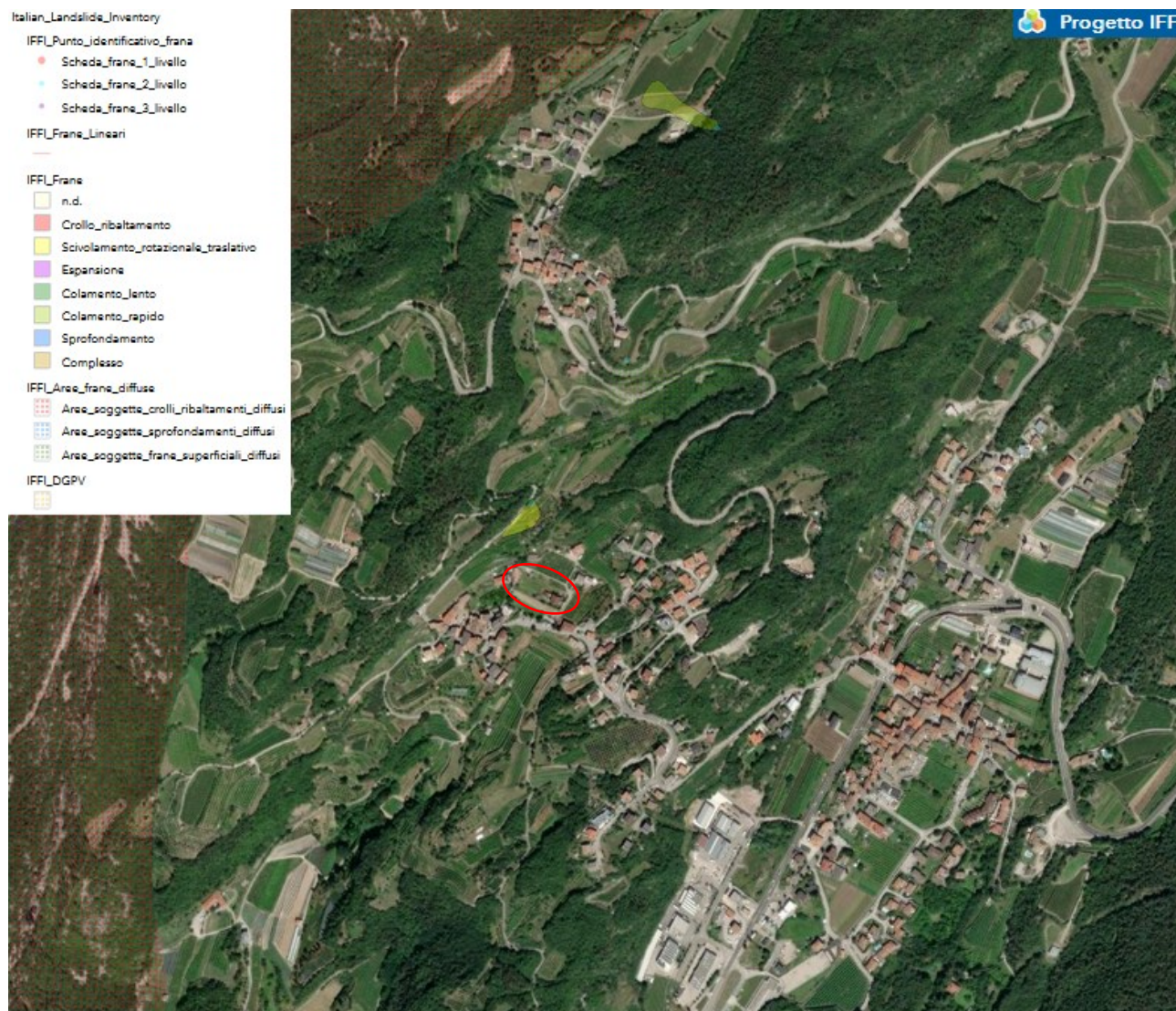


Figura 3.8 Estratto cartografico dal Progetto IFFI

Non disponibile l’accesso al portale del progetto **Life Franca** “*La difesa dalle alluvioni in Trentino*”.

Si riporta di seguito un confronto tra l’ortofoto del 1973 e del 2023 ed un estratto da “*Immagini a volo d’uccello degli insediamenti in Trentino (1985 ca)*” dai quali si evince la trasformazione urbanistica dell’area.

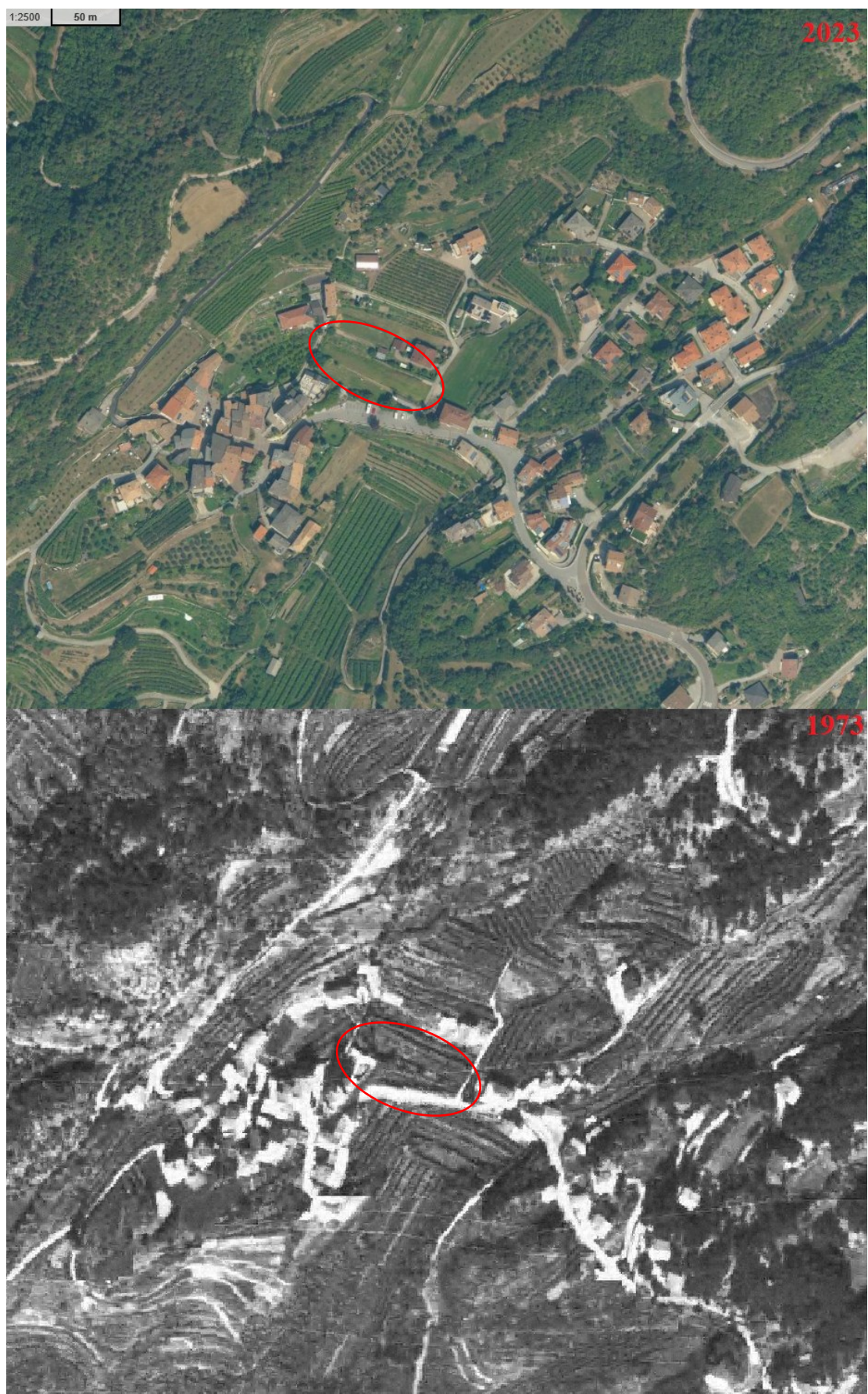


Figura 3.9: Ortofoto del 1973 e del 2023 dell'area.

43

KODAK EPR 6017

42





Figura 3.10: Immagini a volo d'uccello degli insediamenti in Trentino (1985 ca)".

Dopo questo inquadramento normativo e sulle pericolosità segnalate, nel cap. 4 viene definita la pericolosità torrentizia HP. La presente è redatta secondo quanto disposto dalle *“Indicazioni e precisazioni per l’applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità”* come riportato nel Piano Urbanistico Provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008) della Legge provinciale per il governo del territorio (l.p. n. 15 del 2015, articolo 22) per la valutazione del pericolo. Gli scenari studiati riguardano eventi di piena relativi a tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni, come previsto dalla l.p.2008, n.5.

4 PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA

L’area oggetto di studio, come descritto nei paragrafi precedenti, è classificata secondo la CSP come “Area da approfondire (APP)” secondo la CaP per fenomeni alluvionali torrentizi.

Pertanto, al fine della classificazione della pericolosità nell’area di studio è necessario studiare dal punto di vista idrologico e idraulico il sito.

L'impostazione metodologica del presente studio segue quanto elencato di seguito:

- Inquadramento generale dell’area di studio
- Estrazione cartografica del bacino in analisi;
- Analisi geomorfologica e idrologica per la determinazione dell’idrogramma di piena liquido per i tempi di ritorno significativi (30, 100 e 200 anni);
- Verifiche idrauliche e dove necessaria modellazione bidimensionale del fenomeno di onda di piena nel tratto di torrente soggetto di tale studio;
- Identificazione delle classi di pericolosità;

Al fine di pervenire ad una quanto più precisa modellazione finale del corso d’acqua, è necessario avvalersi di dati meteorologici, informazioni cartografiche, strumenti informatici di gestione del territorio e di analisi, in particolare:

- **Indagini di campo.** Vengono condotte mediante accurati sopralluoghi sul sito interessato dallo studio. Queste indagini risultano di supporto alla definizione delle caratteristiche idrauliche e morfologiche del sito quali granulometria, scabrezza, presenza di vegetazione, individuazione di zone di erosione e deposito e identificazione di eventuali affluenti non attivi.
- **Analisi storiche.** L’esame delle informazioni riguardanti precedenti eventi di dissesto idrogeologico è fondamentale per una prima analisi delle zone critiche e per comprendere meglio il comportamento degli eventi di onda di piena che hanno interessato la zona. Le

fonti principali sono costituite dall'archivio storico della Provincia Autonoma di Trento, costituito dai riferimenti agli articoli delle principali testate giornalistiche della regione.

- ***Analisi cartografiche.*** Attraverso l'uso di specifici strumenti GIS (GRASS, GlobalMapper, Qgis), sono state condotte analisi sulle informazioni geografiche e cartografiche esistenti al fine di definire le principali caratteristiche geomorfologiche del bacino di interesse e preparare con metodologia rigorosa i dati di ingresso nei software di modellazione. In particolare, si è fatto uso dei seguenti strumenti:
 - Carta Topografica Generale 1:10.000 con definizione a 254 punti per pollice, cod. agg.1.1/00, di proprietà della Provincia Autonoma di Trento;
 - Modello Digitale del Terreno 1:10.000 con passo di campionamento 0.5 m, cod. 1.2/96, di proprietà della Provincia Autonoma di Trento;
 - Cartografia on-line della P.A.T. (<http://www.gis.provincia.tn.it>), con i tematismi riguardanti l'idrografia e gli sfondi delle Ortofoto a Colori del Volo Italia 2000;

Strumenti utilizzati:

- ***Estrazione cartografica del bacino.*** Mediante il software Udig-Peakflow è stata realizzata l'estrazione cartografica del bacino di interesse a partire dal DTM dell'area di interesse.
- ***Analisi idrologiche.*** Gli idrogrammi di piena sono stati realizzati mediante l'utilizzo del modello afflussi-deflussi implementato all'interno del software "Udig" denominato "Peakflow". Questo è un modello idrologico semi-distribuito integrato in JGrass che lavora utilizzando come base d'approccio GIUH e calcola sia la portata massima che la durata della precipitazione che massimizza la portata stessa.
- ***Modellazione matematica.*** Le analisi di pericolo sono state condotte a partire da calcoli idraulici per relative sezioni critiche e laddove necessario integrate mediante il software "HEC-RAS". Questo software permette la modellazione di fenomeni di piena a fondo fisso.

Nei prossimi paragrafi verranno descritti con maggiore dettaglio, suddivisi per sotto-capitoli, gli aspetti precedentemente esposti.

5 RIO FRAVEGGIO: BACINO IDROGRAFICO

L'area oggetto di variazione si colloca a nord della chiesa dell'abitato di Fraveggio. Quest'ultimo è attraversato da una roggia storica che prende appunto il nome di rio Fraveggio; nel tratto prossimo all'area di studio è tombato. Il Rio Fraveggio costituisce un corso d'acqua minore di origine antropica, riconducibile a una roggia storica al servizio dell'abitato di Fraveggio, nel comune di Vallelaghi (TN). Il bacino idrografico di riferimento presenta estensione limitata ed è caratterizzato

da morfologia collinare con versanti a pendenza medio-elevata e substrato prevalentemente calcareo-dolomitico. L'alimentazione del rio avviene principalmente tramite sorgenti locali, contributi di ruscellamento superficiale temporaneo e drenaggi agricoli, con un regime idrologico di tipo intermittente e fortemente influenzato dagli eventi meteorici. La risposta idraulica del bacino risulta rapida, con incrementi di portata concentrati in occasione di precipitazioni intense o durante il periodo di fusione nivale primaverile, seguiti da rapide fasi di esaurimento dovute all'elevata permeabilità dei terreni ed alla significativa capacità di infiltrazione. Il corso d'acqua risulta in parte incanalato e regolato, con funzione storica di smaltimento e distribuzione delle acque, e presenta limitate criticità idrauliche riconducibili principalmente a fenomeni di ostruzione o insufficiente manutenzione delle sezioni di deflusso.

Tali considerazioni sono fondamentali per la determinazione del bacino idrografico che realmente può contribuire alla formazione dell'onda di piena.

Allo scopo di individuare eventuale pericolosità nel sito di intervento è necessario, in primo luogo, identificare il bacino idrografico che contribuisce alla formazione del picco di piena.

Per definizione un bacino idrografico è quella porzione di suolo all'interno del quale ogni goccia d'acqua caduta sulla superficie, confluiscie necessariamente verso un unico punto posto più a valle definito come "sezione di chiusura" del bacino.

L'estrazione dei confini del bacino genera un tematismo cartografico che evidenzia una porzione chiusa di un territorio che congiunge le creste dei rilievi circostanti una o più valli tra questi comprese. Questa operazione può essere condotta a varie scale (versante, bacino idrografico, insieme di bacini) e nel presente caso di studio si è operato a partire da una sezione di chiusura posta a valle.

L'estrazione del bacino idrografico mediante procedura informatica supervisionata, si basa sull'elaborazione del dato di elevazione digitale del terreno ed è necessaria per la calibrazione dell'onda di piena. In particolare, si è fatto uso del modello digitale del terreno in uso presso la Provincia Autonoma di Trento con risoluzione 0.5x0.5 m.

A partire dal DTM dell'area di studio ricampionato ad una risoluzione di 7x7 m sono state eseguite le classiche operazioni di analisi GIS finalizzate alla perimetrazione dei confini dei sottobacini idrologici.

Il software utilizzato è JGrass un GIS libero e open source basato sul più famoso GIS Grass. È sviluppato in java da HydroloGIS (che si occupa del suo coordinamento) e il CUDAM, il Centro Universitario per la Difesa dell'Ambiente Montano dell'Università di Trento. Anche in JGrass sono

presenti una serie di strumenti per l'analisi geomorfologica e idrologica dei dati di elevazione digitale del terreno.

La metodologia seguita dal software utilizzato consiste nell'elaborare una serie di nuove mappe ricavate applicando funzioni matematiche al dato originale dell'elevazione altimetrica, in particolare si ottengono:

- la mappa delle direzioni di drenaggio (Figura 5.1) che indica, per ogni porzione di suolo considerato, verso quale direzione si orienta l'acqua nella sua discesa verso valle, è inoltre necessaria per la successiva estrazione del reticolo idrografico;

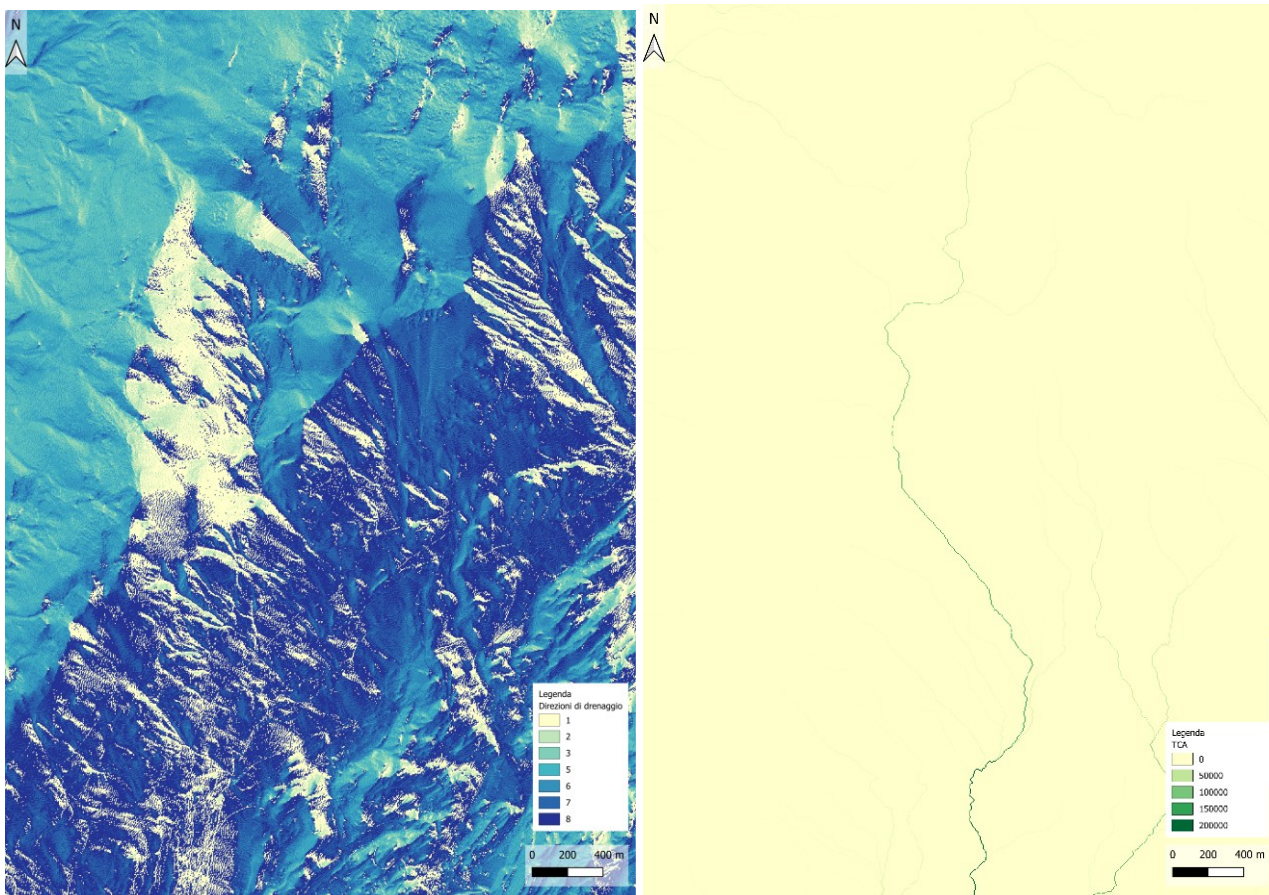


Figura 5.1 la mappa delle direzioni di drenaggio dell'area in esame calcolata con il GIS JGrass a sinistra e mappa delle aree contribuenti totali sull'area di studio espressa in forma logaritmica per poter apprezzare la variabilità dei valori nelle celle a destra

- la mappa delle aree totali contribuenti che rappresenta per ogni cella, il totale espresso in numero di celle presenti a monte e che drenano nella porzione di suolo considerata;
- la mappa raster di prima approssimazione della rete idrografica ottenuta scegliendo un valore di soglia di area contribuyente totale per ogni cella al fine di differenziare le aree classificate come versante da quelle classificate come canale (Figura 5.2 a sinistra);

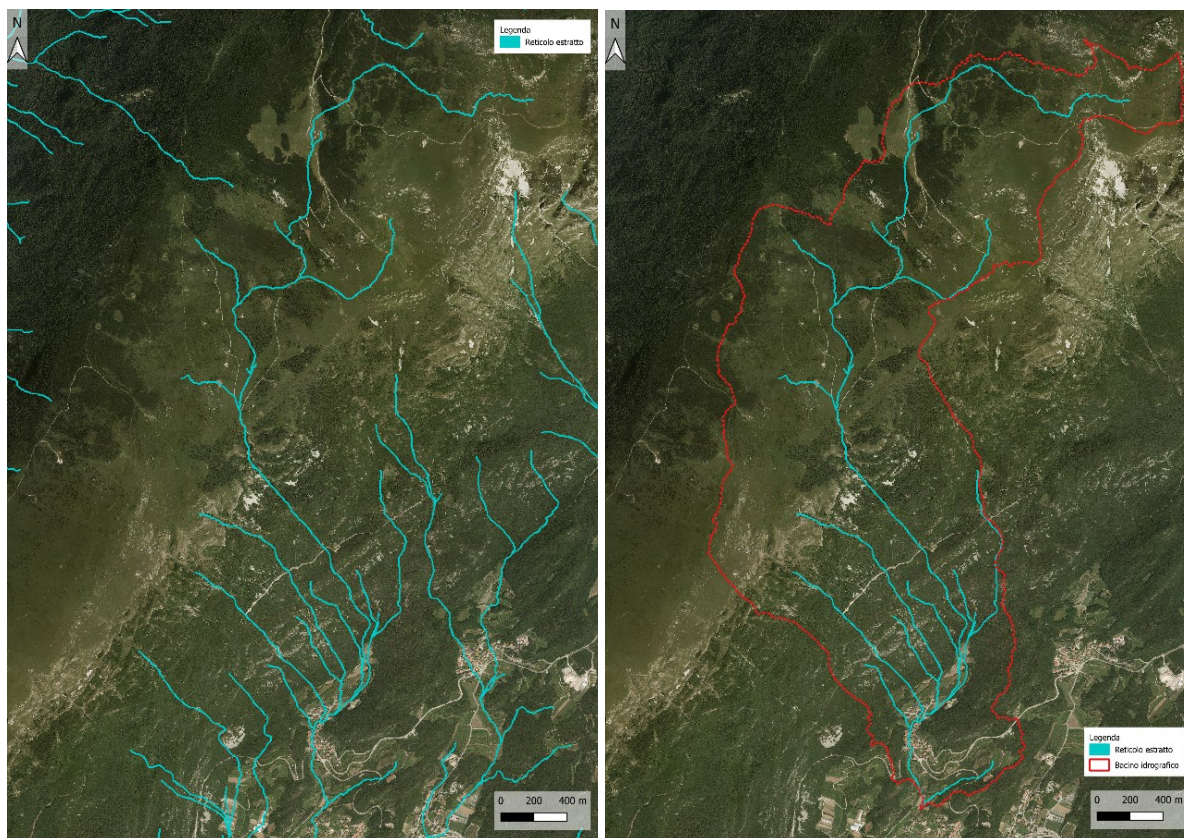


Figura 5.2 Mappa del reticolo idrografico e del bacino idrografico

- la mappa vettoriale contenente il punto che identifica la sezione di chiusura del bacino (Figura 5.2 a destra).

In particolare quest'ultima viene realizzata sotto la completa supervisione dell'utente in quanto le sezioni di chiusura vengono scelte in corrispondenza dei pixel canale della mappa raster della rete idrografica. Si noti che in alcune aree di fondovalle il DTM non risulta sufficientemente rappresentativo del reale andamento planimetrico del corso d'acqua e le procedure di estrazione della rete producono mappe non coerenti nei tratti a pendenza prossima allo zero. Di conseguenza, nella scelta delle coordinate delle sezioni di chiusura è necessario prediligere i punti in corrispondenza di un tratto di alveo reale, guidando tale scelta mediante l'uso di ortofotocarte. In questo caso la scelta della sezione di chiusura è stata imposta a monte delle particelle oggetto di analisi di compatibilità, in questo modo si ottiene, mediante analisi idrologica la portata di picco che compete al tratto di roggia di valle.

In **Errore**. **L'origine riferimento non è stata trovata.** vengono riportate le caratteristiche principali dell'asta principale del reticolo idrografico. Come evidenziato dal Lidar 2014 e dalla cartografia della PAT la roggia risulta evidente nel tratto compreso tra l'abitato di Lon e il Lago di Santa Massenza, nel quale la roggia confluisce. Il reticolo inoltre risulta in quasi tutta la totalità

intubato salvo alcuni tratti a cielo aperto tra i centri abitati di Fraveggio e Lon (a monte dell'area interessata).

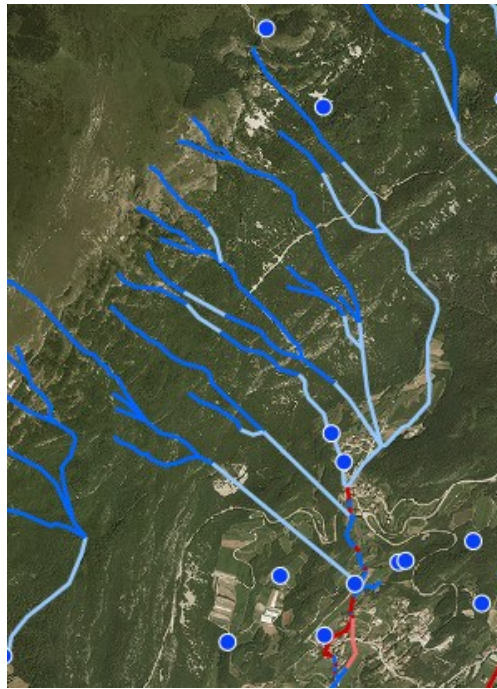
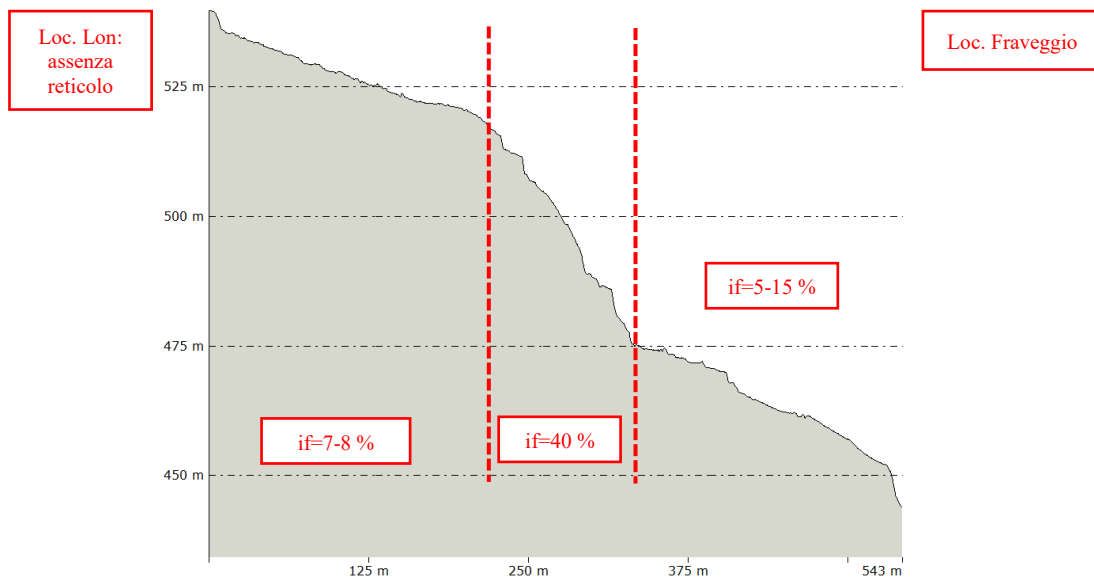


Figura 5.3 Estratto della cartografia provinciale (in azzurro chiaro i tratti di reticolo "fittizio") mentre i cerchi blu rappresentano le sorgenti



Come descritto in precedenza il reticolo principale della roggia oggetto di studio si origina dalle acque raccolte dalla Loc. Lon alle pendici orientali del Monte Ranzo. A monte dell'abitato di Lon sono presenti apporti diffusi senza evidenza di un reticolo idrografico. A valle dell'abitato il primo tratto mostra pendenza costante a circa 7-8 % con attraversamento di aree prative e agricole. A valle la roggia scorre verso valle con pendenze elevate 40% circa che permettono di raggiungere in breve distanza le aree prative a monte dell'abitato di Fraveggio dove il rio mostra pendenze variabili dal 5

al 15% prima di essere intubato sotto agli edifici. A valle del paese il canale torna a cielo aperto fino all'immissione nel lago di Santa Massenza.

5.1 CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

In tale capitolo verrà descritto il calcolo degli idrogrammi di piena in relazione agli assegnati tempi di ritorno. Per tale trattazione è stato utilizzato JGrass e nello specifico il modello Peakflow.

5.2 Calcolo della portata di massima piena con JGrass

A seguito dell'analisi geologica-geomorfologica, validata anche da sopralluoghi effettuati in situ, si è scelta la sezione di chiusura del bacino attorno ai 467 m s.l.m., ovvero a Nord dell'abitato di Fraveggio e dell'area oggetto di studio. In questo modo è possibile determinare l'idrogramma della portata di massima piena per i tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni che transita nell'alveo in adiacenza all'area oggetto di trasformazione urbanistica.

Nonostante il bacino presenti numerosi tratti tombati che attraversano l'abitato di Lon, a favore di sicurezza si è deciso di considerare l'intera area come contribuente alla formazione del colmo di piena. Tuttavia, i tratti tombati rappresentano una sezione critica al normale deflusso dell'onda di piena con possibili esondazioni a monte degli stessi, contribuendo di fatto alla laminazione del picco in caso di alveo completamente a cielo aperto. Per considerare tale fenomeno ci si è basati sulla taratura del modello andando a modificare i parametri idraulici che governano l'analisi idrologica in modo da allungare l'evento e ridurre l'intensità. Infine, c'è da precisare come, anche nel caso di esondazione a monte, il deflusso, per caratteristiche morfologiche della valle potrebbe rientrare totalmente in alveo.

Il calcolo del picco di piena è stato eseguito utilizzando un modello geomorfologico semidistribuito e fisicamente basato adatto a riprodurre la risposta del bacino a scala di evento. Tale modello, Peakflow, è integrato nel GIS JGRASS e permette di determinare l'idrogramma di piena nella sezione di chiusura, relativamente all'evento considerato.

5.2.1 Il modello Peakflow

Il modello Peakflow calcola la portata aggregando i deflussi precedentemente separati in superficiali e subsuperficiali sulla base della saturazione del terreno. L'ipotesi di base è che le sole aree sature contribuiscano al deflusso superficiale, mentre quelle insature contribuiscono al deflusso subsuperficiale, generalmente più lento. La trattazione geomorfologica consente di differenziare, punto per punto nel bacino, sia il tipo di deflusso (superficiale e subsuperficiale) che il tempo

necessario all'acqua per raggiungere la sezione di uscita e contribuire al picco di piena. Tale approccio è implementato attraverso il calcolo della funzione di ampiezza, ovvero la distribuzione dei tempi di residenza del bacino considerato.

5.2.2 Input necessari al modello

Al fine di generare un idrogramma di piena nella sezione di chiusura del bacino è necessaria la determinazione, in primo luogo, il valore di saturazione iniziale del terreno. Si è ipotizzata una percentuale di saturazione iniziale pari al 15%. Con tale assunzione è possibile scindere le zone sature da quelle insature mediante l'utilizzo dell'indice topografico, che descrive la tendenza di un pixel a saturarsi in funzione della pendenza locale e dell'estensione dell'area a monte in esso drenante. Su questa mappa di indice topografico, corretta rispetto alle aree pianeggianti, viene svolta un'analisi statistica per determinare la distribuzione dell'indice topografico rispetto alle celle del bacino e la relativa probabilità cumulata. Sul relativo grafico, riportato in Figura 5.4, in corrispondenza del valore complementare a 100 della percentuale di saturazione fissata (ovvero 85%, se si è ipotizzata una percentuale di saturazione pari al 15%), si legge, sull'asse delle ascisse, il valore di indice topografico. Tutte le celle del bacino aventi valore di indice topografico superiore al valore così determinato sono, secondo le ipotesi fatte, saturi e contribuiscono al deflusso superficiale.

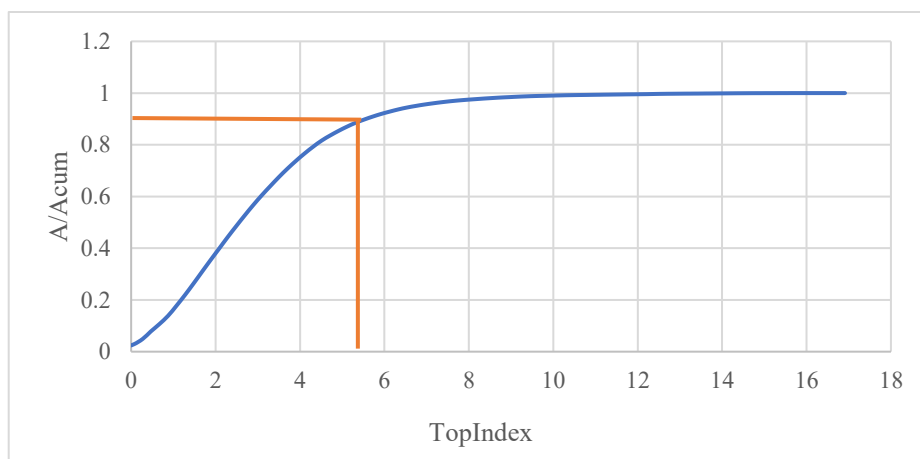


Figura 5.4 Frequenza cumulata dell'indice topografico calcolato sul bacino della roggia di Fraveggio

Relativamente al bacino della roggia di Fraveggio sono state fatte numerose prove con percentuali di saturazione diverse, e alla fine si è ipotizzato uno scenario con saturazione iniziale pari al 15%, a cui corrisponde un unico valore di soglia di indice topografico per l'intero bacino pari a 4.92. La scelta della percentuale di saturazione del bacino costituisce l'unico parametro del modello che richiede la sensibilità nella sua stima. Tale parametro è stato utilizzato per calibrare l'onda di piena in modo da ottenere valori sia in termini di durata dell'evento che di portata massima compatibili

con la roggia in analisi e le sue caratteristiche. In Figura 5.5 viene riportata la mappa dell'indice topografico evidenziando le aree saturate da quello non saturate.



Figura 5.5 Indice Topografico del bacino della roggia di Fraveggio

Il calcolo delle distanze riscalate relativamente ai siti saturi ed insaturi è funzionale al calcolo della funzione d'ampiezza. Questa descrive la distribuzione di probabilità delle distanze di ogni singola cella dalla sezione di chiusura, misurate lungo i vari percorsi di drenaggio (versante + canale). Anche in questo caso il parametro r che permette di differenziare il tempo di risposta dei versanti dal tempo di risposta dei canali, è ipotizzato prevalentemente superficiale, utilizza valori di r dell'ordine di 20, mentre per le zone non saturate, dove il deflusso è prevalentemente subsuperficiale, r è dell'ordine 100.

La suddivisione del bacino in aree saturate ed insature viene svolto applicando un filtro sulle celle il cui valore di indice topografico risulta superiore alla soglia di saturazione fissata.

In Figura 5.6, si riportano le mappe delle distanze riscalate rispettivamente, per il deflusso superficiale (relative alle sole porzioni sature) e quello subsuperficiale (delle sole porzioni non sature) relative ad una saturazione del bacino del 15%.

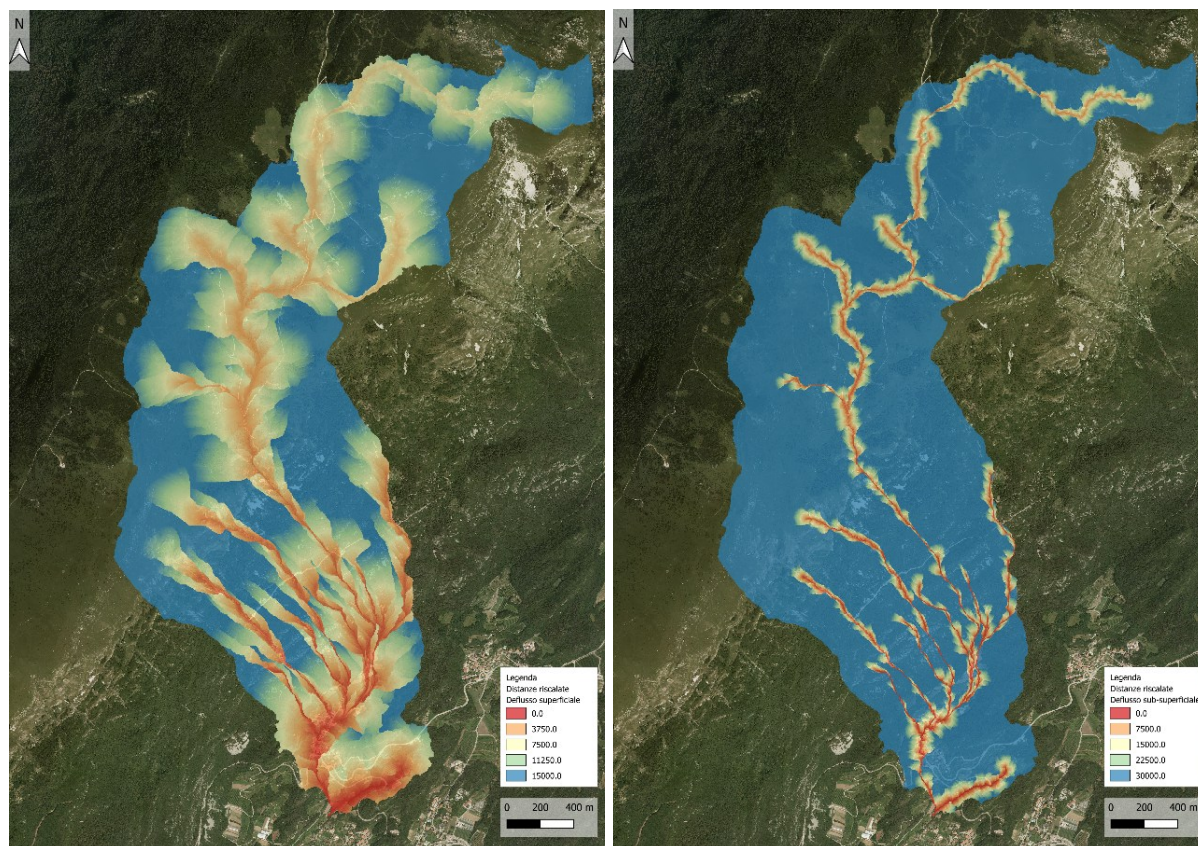


Figura 5.6 Mappa della distanza riscalata per il deflusso superficiale della roggia, $r=30$ (a sinistra) e per il deflusso subsuperficiale $r=300$ (a destra), relative ad una saturazione del sottobacino pari al 15%

5.2.3 I parametri del modello

I parametri idraulici permettono di definire in maniera mediata per il bacino la velocità dell'acqua nei canali e le caratteristiche del moto dell'onda di piena. Per il sottobacino in esame sono state eseguite numerose prove considerando velocità medie comprese tra 1 e 2 m/s e coefficienti di dispersione idrodinamica variabili tra 100 e 1000 m²/s. Al termine di queste prove effettuate su tutti i sottobacini dell'intera area di studio si è deciso di utilizzare un valore comune pari a 2 m/s per quanto riguarda la velocità media dell'acqua all'interno della rete dell'intero bacino e 1000 m²/s per il coefficiente di dispersione idrodinamica. La scelta di un valore comune per tutta l'area di studio è dettata dal fatto che non è stato possibile utilizzare dei valori misurati per la taratura dei suddetti parametri, e dal fatto che la geomorfologia dei vari sottobacini analizzati è simile.

In Tabella 5.1 vengono riassunti i principali parametri utilizzati nel modello PeakFlow.

Parametri modello Peakflow	
<i>Velocità media nel canale</i>	2 m/s
<i>Coefficiente di dispersione idrodinamica</i>	1000 m ² /s
<i>Saturazione del terreno</i>	15 %

Tabella 5.1 Parametri utilizzati nel modello Peakflow

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica a (funzione dello spazio e del tempo di ritorno) e n (funzione solo dello spazio) relativi all'intera area di studio sono ricavati tramite l'analisi statistica delle precipitazioni e seguono l'equazione:

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

La PAT ha reso disponibili le mappe su una griglia regolare dei dati spazialmente distribuiti del coefficiente pluviometrico a , dell'esponente n e del coefficiente di variazione globale V relative alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica distribuite sull'intero territorio provinciale.

Mediante un processo di interpolazione spaziale effettuato attraverso il modello dell'Ordinary Kriging si sono ricavati i parametri delle L.S.P.P. utilizzati nella stima dell'idrogramma di piena per tre tempi di ritorno.

	a	n
<i>Tr= 30 anni</i>	34.956	0.358
<i>Tr=100 anni</i>	40.098	0.358
<i>Tr=200 anni</i>	44.612	0.358

Tabella 5.2 Parametri delle L.S.P.P. del rio

5.2.4 Calcolo della portata liquida di picco

Come descritto in precedenza, grazie della morfologia e ai sopralluoghi effettuati, la reale area che contribuisce alla formazione del picco di piena è quella identificata posizionando la sezione di chiusura a monte dell'area oggetto di intervento. L'idrogramma di piena calcolato verrà utilizzato nelle successive modellazione e per la realizzazione della carta della pericolosità.

Utilizzando i parametri descritti nei paragrafi precedenti, sono state condotte diverse simulazioni con il modello *Peakflow* che hanno dato origine agli idrogrammi di piena, riportati per i vari tempi di ritorno.

I valori relativi alla portata massima rilevata in funzione dei diversi tempi di ritorno, il tempi di picco dell'evento, la durata della pioggia tale da determinare il picco, il grado di saturazione del bacino imbrifero utilizzato e il coefficiente udometrico sono riportati in Tabella 5.3.

Tr [anni]	Saturazione [%]	Ql [m ³ /s]	Area [km ²]	Coefficiente Udometrico [m ³ /s/km ²]	Tpicco [h]
30	15	4.99	5.90	0.85	2.61
100	15	5.86	5.90	0.99	2.61
200	15	6.37	5.90	1.08	2.61

Tabella 5.3 Risultati della portata di picco per differenti tempi di ritorno per la roggia di Fraveggio

Come si osserva nella precedente tabella, le portate di picco oscillano tra valori di 5 m³/s e 6.4 m³/s per tempi di ritorno rispettivamente di 30, 100 e 200 anni. Il tempo di picco è nell'ordine di poco più di 2 ore e mezza, mentre il coefficiente udometrico, che esprime la portata per unità di superficie, è compreso tra 0.85-1.08 m³/s/km², che rappresentano risposte idrologiche del bacino lente. Tali valori possono essere considerati elevati in quanto il modello non riesce ad evidenziare fenomeni di **carsismo** importanti. Infatti, la stima di tale portata di picco non tiene conto nello specifico delle caratteristiche carsiche del bacino. Questo tipo di fenomeni carsici risultato di difficile trattazione salvo si effettui uno studio apposito tramite campagna di indagini geognostiche volte a determinare i livelli di falda e moti di filtrazione sotterranea. Data la mancanza di questi dati specifici, il presente studio, a favore di sicurezza trascura la possibile presenza di tali fenomeni di infiltrazione profonda che possono essere impediti da eventi di precipitazione intensa concomitanti con temperature ancora fredde (specie all'inizio del periodo primaverile) con terreno gelato e/o ricoperto da neve.

Inoltre non considera i molteplici tratti tombinati che in occasione di fenomeni di precipitazione estrema possono occludersi e di fatto rallentare l'onda di piena in termini temporali e di intensità.

In Figura 5.7 viene rappresentato l'idrogramma di piena liquido ottenuto mediante il modello Peakflow considerando una saturazione iniziale del terreno pari al 15%, per la parte di bacino idrologico che realmente contribuisce alla formazione del picco di piena.

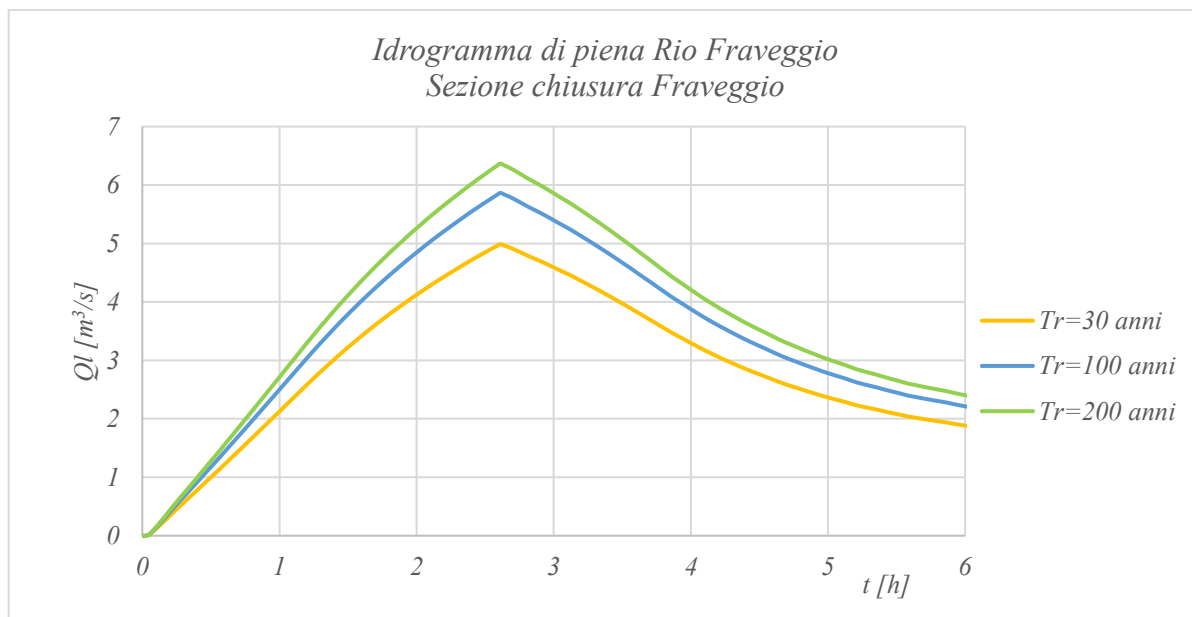


Figura 5.7 Idrogramma di piena liquida della roggia di Fraveggio per differenti tempi di ritorno

5.3 VERIFICA IDRAULICA DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO

Come descritto nei precedenti paragrafi lo studio mira ad analizzare la compatibilità della variante P. 09 del PRG nell'abitato di Fraveggio e la pericolosità attesa dovuta alla piena della roggia di storica presente.

A tal fine è stato effettuato un sopralluogo che ha permesso di identificare tratti omogenei e sezioni critiche che potrebbero provocare l'esondazione della roggia verso l'area di intervento nel tratto che si estende per circa 300 m a monte, quali:

- **Tratto 0.** A valle dell'abitato di Lon la roggia attraversa aree prative e agricole fino ad intercettare un cambio di pendenza dove si crea una piccola cascata; questa cade in una piccola vasca realizzata dal servizio foreste con un foro di uscita di dimensioni molto ridotte; la geometria risulta molto variabile così come la pendenza è non nota. Si nota che il lato est della vasca presenta un muro di contenimento per evitare l'esondazione; tuttavia, la dimensioni ridotta dello sbocco e la presenza di materiale vegetale possono occludere facilmente il passaggio.
- **Tombato T1.** La cascata è collegata con il tratto di valle (Tratto 1) mediante un tratto coperto di sezione e pendenza non rilevabili ma si può presupporre che sia un tratto in assenza di tubazione ma di sezione simil rettangolare.

- **Tratto 1.** Il flusso giunge quindi in una vasca collegata ad un dissabbiatore realizzato dal Servizio Foreste nel 2013. Le dimensioni della vasca sono ridotte e compatibili con le portate ordinarie, ma sottodimensionato in caso di evento estremo.
- **Tombato T2.** A valle della vasca di decantazione parte una tubazione in calcestruzzo di diametro pari a 0.3 m e pendenza simile a quella del piano campagna ovvero il 7% che giunge in prossimità di un'opera di presa (probabilmente per uso agricolo).
- **Tratto 2.** In prossimità dell'opera di presa (dismessa) la roggia per un breve tratto torna a cielo aperto con sezione rettangolare (altezza circa 0.5 m e larghezza circa 0.5 m).
- **Tombato T3.** Proseguendo verso valle il rio viene nuovamente intubato in una tubazione in calcestruzzo di diametro pari a 0.3 m fino ad sfociare in una canale artificiale a cielo aperto.
- **Tratto 3.** La roggia per un tratto di circa 55 m scorre in un canale a cielo aperto di calcestruzzo a sezione rettangolare di larghezza pari a 0.5 m e altezza analoga.
- **Tombato T4.** A valle il rio viene nuovamente intubato tuttavia non sono noti ne la geometria ne la precisa localizzazione fino ad intercettare nuovamente un cambio di pendenza.
- **Tratto 4.** Il tratto a cielo aperto si traduce in una piccola cascata che viene accolta in una nicchia presidiata da una grata al di sotto della quale è presente la tubazione che porta la roggia mediante tratto intubato fino a valle del paese. Di questo tratto intubato (che si sviluppa a distanza dall'area di studio) non è stato possibile durante il sopralluogo effettuare misure e non sono noti dati geometrici (Tombato T5).

Di seguito si riporta un estratto planimetrico ed alcune immagini scattate durante il sopralluogo.

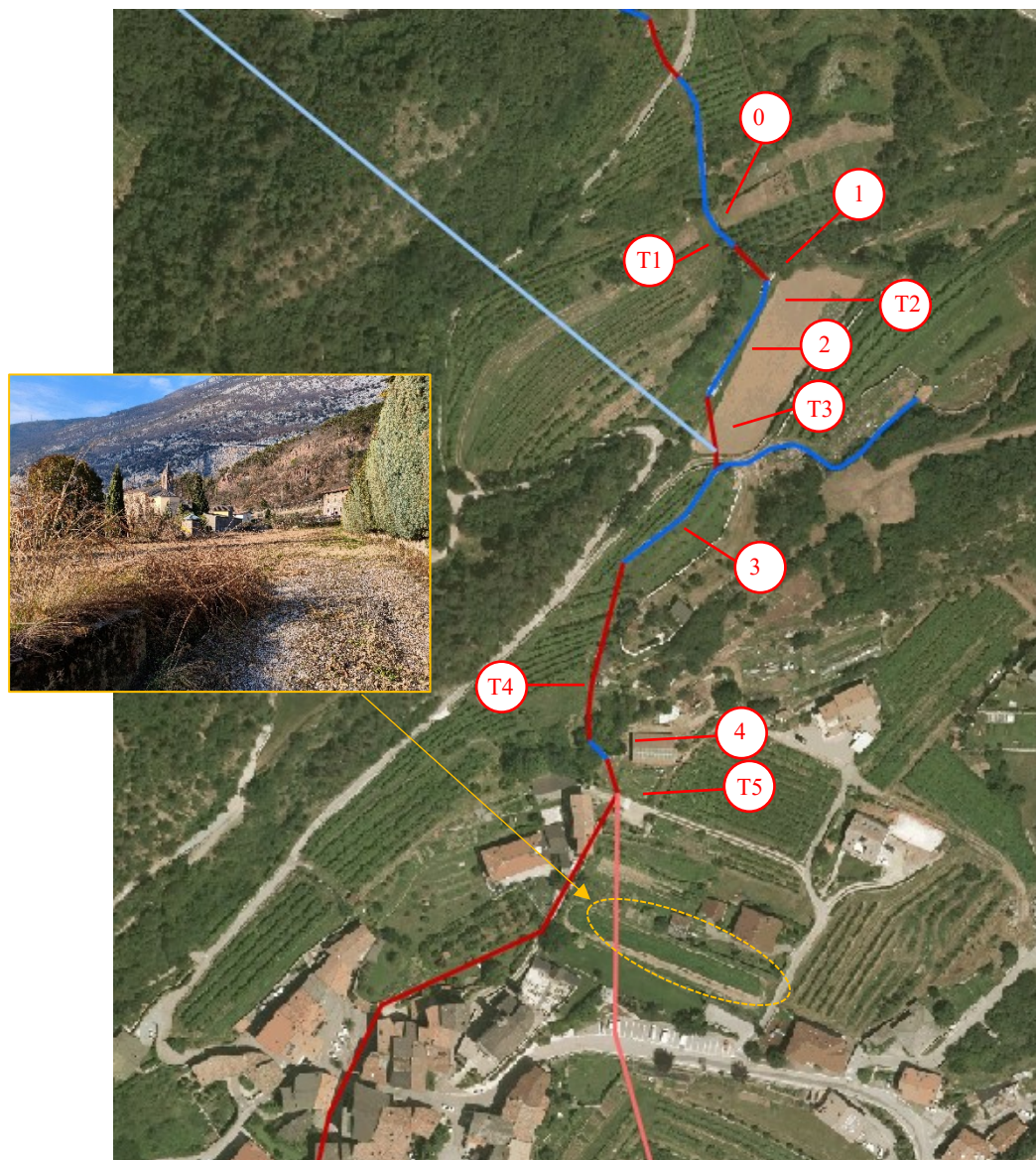
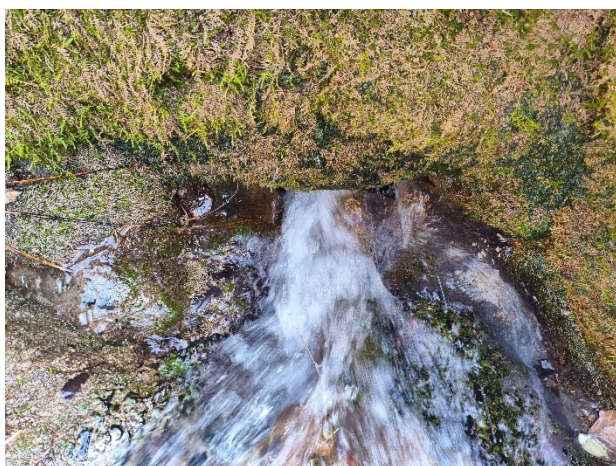


Figura 5.8 Estratto planimetrico della roggia di Fraveggio a monte di Fraveggio

0



T1



1



T2



2



T3



3



4



T5

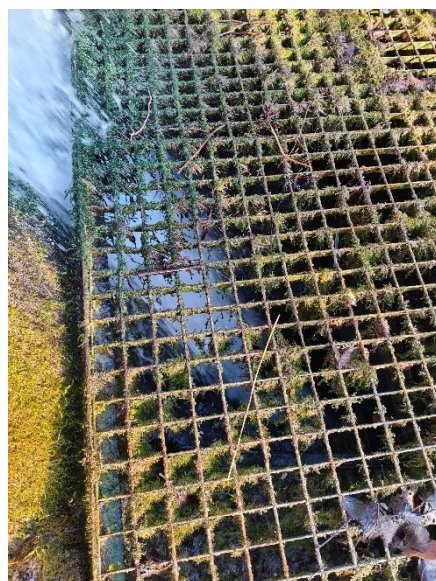


Figura 5.9 Sezioni critiche della roggia di Fraveggio a monte dell'area di studio

A titolo di esempio si riporta la portata massima transitabile in alcune sezioni tipo come il tratto tombato T2 e la canaletta del Tratto 3. La vasca in testa al tratto, in relazione alla portata stimata, risulta ampiamente sottostimata per il transito della piena anche considerando lo sbocco di fondo di larghezze minime. Il calcolo viene fatto considerando l'ipotesi di moto uniforme ovvero applicando la formula si ottiene la portata massima transitabile considerando la tubazione piena al 99% e la canaletta con tirante pari a 0.5 m (altezza sponda):

$$Ql = A \cdot Ks \cdot Rh^{2/3} \cdot if^{0.5}$$

TOMBATO T2



Dati	
Diametro	D 0.3 m
Pendenza	if= 0.07
Scabrezza	Ks= 70 m ^{1/3} s ⁻¹
Portata massima	Ql= 244 l/s

CANALETTA TRATTO 3



Dati	
Larghezza	L= 0.5 m
Altezza sponde	H= 0.5 m
Pendenza	if= 0.095
Scabrezza	Ks= 45 m ^{1/3} s ⁻¹
Portata massima	Ql= 1.1 m ³ /s

Come si osserva dalle tabelle sopra riportate la portata massima transitabile risulta molto inferiore rispetto a quella stimata dall'analisi idrologica; pertanto, sono attesi fenomeni esondazione che potrebbero spingersi fino all'area di intervento.

A fronte di tali considerazioni, al fine di valutare l'estensione del fenomeno e le intensità attese nella porzione di interesse si è optato per una simulazione bidimensionale del fenomeno mediante il software HEC-RAS a fondo fisso.

In tale modellazione idraulica è stato utilizzato il Lidar fornito dalla Provincia Autonoma di Trento del 2014 con risoluzione 0.5x0.5 m. **Inoltre, al fine di massimizzare l'evento si sono considerati tutti i tratti tombati completamente occlusi fin dai primi istanti della simulazione.**

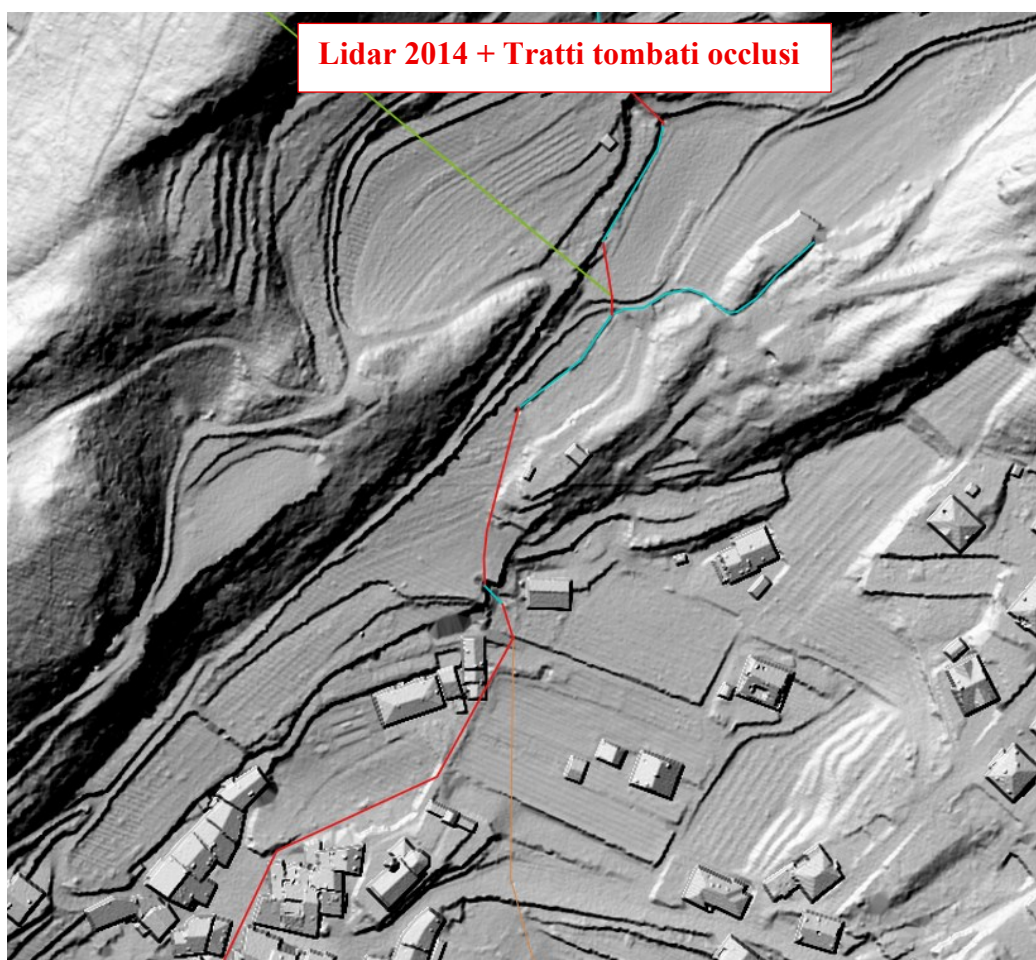


Figura 5.10 Estratto 2D e 3D dell'area di studio

Per la parte idrologica sono stati considerati gli idrogrammi di piena illustrati nei precedenti paragrafi validi per Tr 200 anni.

Di seguito si riporta il dominio utilizzato per la modellazione bidimensionale. La sezione di ingresso nel dominio di calcolo è collocata poco a monte della vasca realizzata dal Servizio Forestale nel 2013.

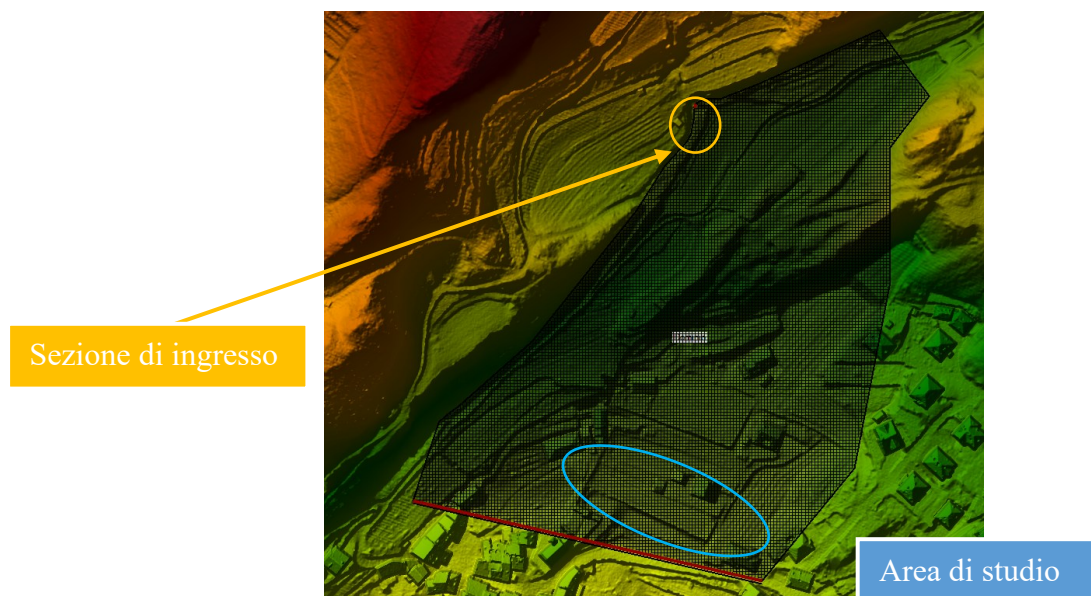


Figura 5.11 Dominio di calcolo utilizzato per la modellazione idraulica

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati attesi, in termini di tirante e rapporto tirante per velocità massimo in seguito di un evento di piena liquida duecentennale sulla roggia di Fraveggio.

Tr 200 anni

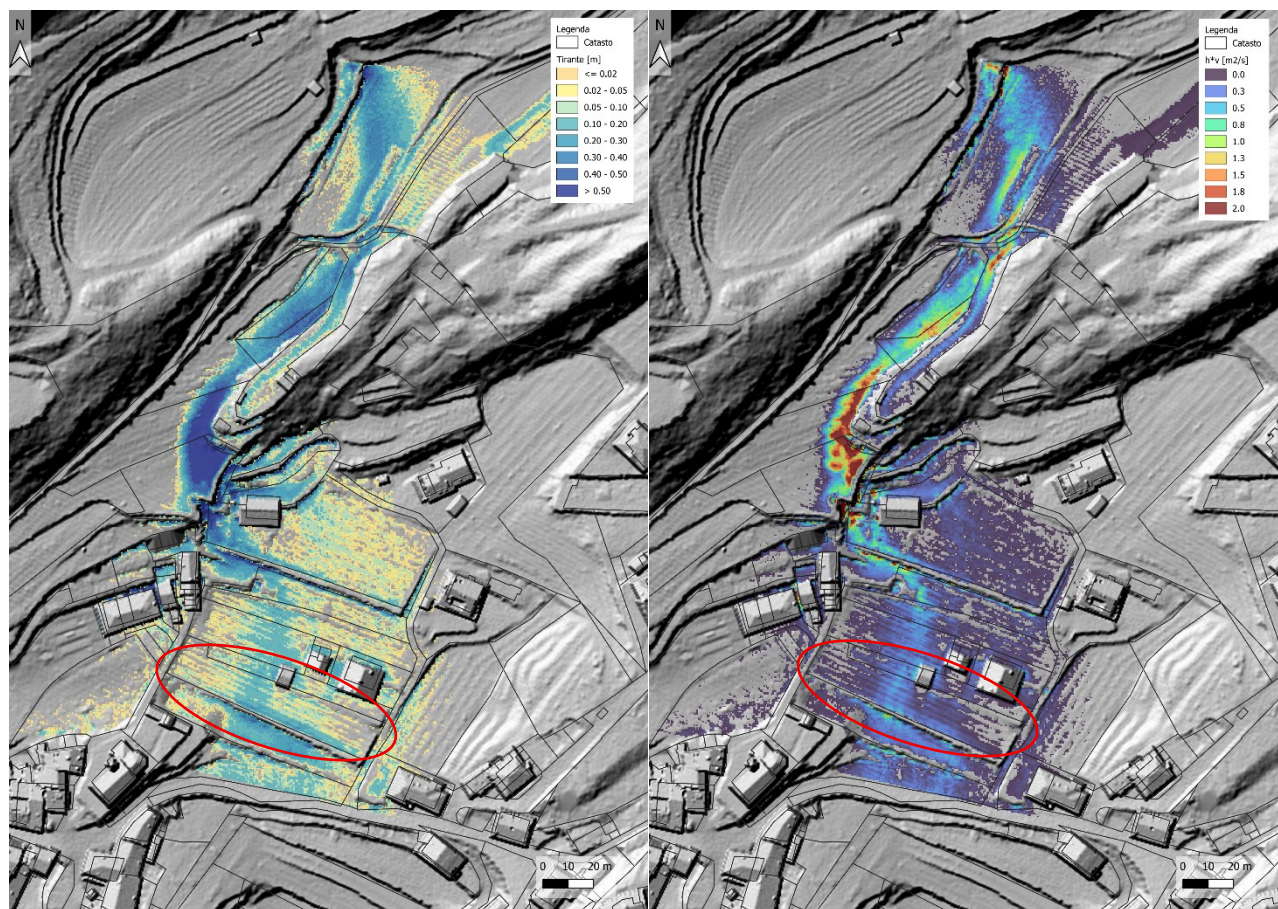


Figura 5.12 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Fraveggio – Tirante massimo e $H*V$ massimo, Tr 200 anni

Come si osserva dalle mappe dei risultati la vasca presente all'inizio del dominio di calcolo (Tratto 1) risulta insufficiente al contenimento della piena attesa. Il flusso si riversa sulle aree agricole presenti defluendo verso valle con intensità ridotta. Il flusso raggiunge, grazie alla morfologia dei luoghi, nuovamente l'alveo, in particolare in corrispondenza del tratto denominato 4 alimentando la cascata chiamata come T5. Qui il flusso in parte dovrebbe proseguire nel tubo presente sotto la grata di protezione. Nella modellazione, tuttavia, come descritto in precedenza, si è considerato tale tratto completamente occluso a favore di sicurezza. A valle della cascata la piena si allarga sulle aree agricole interessando in parte alcuni edifici presenti. Per quanto riguarda l'area oggetto di trasformazione urbanistica si osservano valori del tirante ridotti che vanno da un minimo di pochi centimetri fino a 0.1 m nella parte centrale della particella dove il flusso, grazie alla morfologia, sembra rimanere più confinato. La presenza di un muro di confine con l'area di valle innalza leggermente i tiranti nella porzione più a sud dell'area di studio fino a 0.2-0.3 m localmente.

La combinazione tra **intensità attese ridotte e le portate considerate**, che non valutano l'elevato carsismo della zona, suggeriscono di classificare l'area cautelativamente come "Area a pericolosità bassa (H2)", ovvero "Area a penalità bassa (P2)" secondo la CSP.

6 CONCLUSIONI

Su incarico del Comune di Valledelaghi si è effettuato uno studio di compatibilità sulle penalità segnalate dalla CSP nei confronti della richiesta di Variante al PRG P.09.

L'analisi della pericolosità torrentizia si rende necessaria in quanto l'area è mappata con una penalità "APP" dalla Roggia di Fraveggio secondo la CSP in vigore.

L'area oggetto di variazione si colloca a Nord della chiesa dell'abitato di Fraveggio. Quest'ultimo è attraversato da una roggia storica che prende appunto il nome di rio Fraveggio; nel tratto prossimo all'area di studio è tombato.

Lo studio è sviluppato in due parti, la parte idrologica e quella idraulica. L'analisi idrologica è stata condotta ponendo la sezione di chiusura del bacino a monte del centro abitato Fraveggio.

La stima dell'idrogramma di piena liquida ha portato a portate variabili tra valori di 5 m³/s e 6.4 m³/s per tempi di ritorno rispettivamente di 30, 100 e 200 anni. Il tempo di picco è nell'ordine di poco più di 2 ore e mezza, mentre il coefficiente udometrico, che esprime la portata per unità di superficie, è compreso tra 0.85-1.08 m³/s/km², che rappresentano risposte idrologiche del bacino lente. Tali valori possono essere considerati elevati in quanto il modello non riesce ad evidenziare fenomeni di carsismo importanti. Infatti, la stima di tale portata di picco non tiene conto nello

specifico delle caratteristiche carsiche del bacino. Data la mancanza di questi dati specifici, il presente studio, a favore di sicurezza trascura la possibile presenza di tali fenomeni di infiltrazione profonda che possono essere impediti da eventi di precipitazione intensa concomitanti con temperature ancora fredde (specie all'inizio del periodo primaverile) con terreno gelato e/o ricoperto da neve.

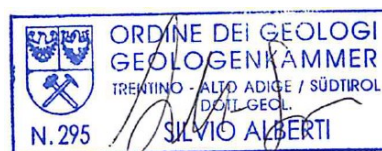
La roggia nell'area oggetto di studio presenta sezione, rivestimento e pendenza differenti a seconda del tratto considerato. Nell'intorno della zona di intervento sono state individuate n. 4 Tratti omogenei e n.5 attraversamenti caratterizzati da geometria altamente variabile. Per alcune tratti ritenuti significativi è stata calcolata la massima portata transitabile. I risultati hanno evidenziato come questa portata sia inferiore rispetto a quella di picco stimata dall'analisi idrologica. Pertanto, per **valutare l'estensione del fenomeno e le intensità attese nella porzione di interesse si è optato per una simulazione bidimensionale del fenomeno mediante il software HEC-RAS a fondo fisso.**

Dalle modellazioni si osserva che un'ampia area nei pressi della roggia viene interessata dal fenomeno con intensità ridotte. Per quanto riguarda l'area oggetto di trasformazione urbanistica si osservano valori del tirante ridotti che vanno da un minimo di pochi centimetri fino a **0.1 m** nella parte centrale della particella dove il flusso, grazie alla morfologia, sembra rimanere più confinato. La presenza di un muro di confine con l'area di valle innalza leggermente i tiranti nella porzione più a sud dell'area di studio fino a **0.2-0.3 m** localmente.

Visti i risultati ottenuti e le considerazioni eseguite per il calcolo delle portate si propone di classificare l'area come "Area a pericolosità bassa (H2)", ovvero "Area a penalità bassa (P2)" secondo la CSP.

Oltre a questo, si ritiene la variante al prg P. 09 in oggetto compatibile con il pericolo atteso.

Tanto si relaziona in ossequio dell'incarico ricevuto.



Porte di Rendena, febbraio 2026

Dott. Geol. Silvio Alberti