

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMUNE DI ESINE

Provincia di Brescia



DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

SINDACO

Emanuele Moraschini

ESTENSORE DEL DOCUMENTO

Geol. Miriam Toaldo

Ordine dei Geologi di Regione Lombardia al n. 1857 sez. A

TITOLO

Relazione illustrativa DOSRI

ATTI

Approvazione Delibera di C.C. n. ... del

DATA

Novembre 2025

INDICE

1	PREMESSA	3
2	QUADRO NORMATIVO	4
3	DEFINIZIONI PRINCIPALI	5
4	AMBITI DI APPLICAZIONE	7
5	CONTENUTI MINIMI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA	17
6	CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA	18
7	MONETIZZAZIONE	19
9	STUDIO IDRAULICO SEMPLIFICATO	21
9.1	DATI PLUVIOMETRICI E DI DEFLUSSO SUPERFICIALE	21
9.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO DI ESINE	27
9.3	RETE IDROGRAFICA	28
9.3.1	FIUME OGLIO	29
9.3.2	TORRENTE GRIGNA	34
9.3.3	TORRENTE RESIO	37
9.3.4	TORRENTE VAL CAVENA	40
9.3.5	TORRENTE VAL CANILE	46
9.3.6	CANALE IDROELETTRICO “ITALSIDER”	52
9.3.7	VASO RE	56
9.4	SISTEMA FOGNARIO E DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	58
9.5	ANALISI MORFOLOGICA DELLE ZONE DI RISTAGNO DELLE ACQUE METEORICHE	84
10	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI CRITICITÀ IDRAULICA	87
11	INDICAZIONI DI MASSIMA SU PROPOSTE DI MITIGAZIONI STRUTTURALI, NON STRUTTURALI E BASATE SULLA NATURA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	89
12	MISURE STRUTTURALI	90
12.1	INCENTIVAZIONE DI BUONE PRATICHE E SISTEMI DI DRENAGGIO	90
12.1.1	Cisterne	90
12.1.2	Pozzi drenanti	91
12.1.3	Trincee filtranti	91
12.1.4	Superfici permeabili	91
12.1.5	Bacini d’infiltrazione	92
12.1.6	Verde pensile	92
12.2	PRESCRIZIONI URBANISTICHE	92
12.3	INTERVENTI STRUTTURALI	96
12.4	INDICAZIONI PER LE PREVISIONI URBANISTICHE	98
13	MISURE NON STRUTTURALI	99
13.1	PRIME INDICAZIONI DELLE MISURE NON STRUTTURALI	99
13.2	REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE	99

<u>13.3 INFORMATIVA ALLA POPOLAZIONE</u>	<u>103</u>
<u>13.4 MISURE DI PROTEZIONE CIVILE</u>	<u>103</u>

1 PREMESSA

L'amministrazione comunale di Esine ha incaricato la scrivente di redigere il Documento Semplificato del Rischio Idraulico ai sensi del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i. (R.R. 8/2019 e R.R. 3/2025).

Il Documento Semplificato del Rischio Idraulico fornisce un chiarimento puntuale sulle definizioni della terminologia e sugli aspetti procedurali, amministrativi e metodologici riguardanti il tema dell'invarianza idrologica e idraulica.

Tutto quanto riportato nel presente documento, oltre agli studi puntuali e specifici, è quanto definito dalla norma fino allo stato attuale. Per cui si consiglia comunque per completezza la consultazione in parallelo del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i. e dei relativi allegati.

Il presente documento prevede l'adeguamento degli strumenti urbanistici, attraverso adozione dello stesso con Delibera di Consiglio Comunale, e la modifica del Regolamento Edilizio Comunale. Per chiarezza si sono riportate anche quelle parti oggetto di integrazione al Regolamento edilizio, in modo che la consultazione di un unico documento renda più agevole la progettazione.

In riferimento all'Art. 7 e all'Allegato C *Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica*, ai sensi dell'art. 7 del regolamento del R.R., il territorio regionale è stato suddiviso in tre aree sulla base del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- aree ad alta criticità idraulica A, correlate a bacini idrografici critici, i cui allagamenti sono connessi all'elevata urbanizzazione;
- aree a media criticità idraulica B, correlate a comprensori di bonifica e di irrigazione;
- aree a bassa criticità idraulica C, correlate principalmente ai territori delle Comunità Montane.

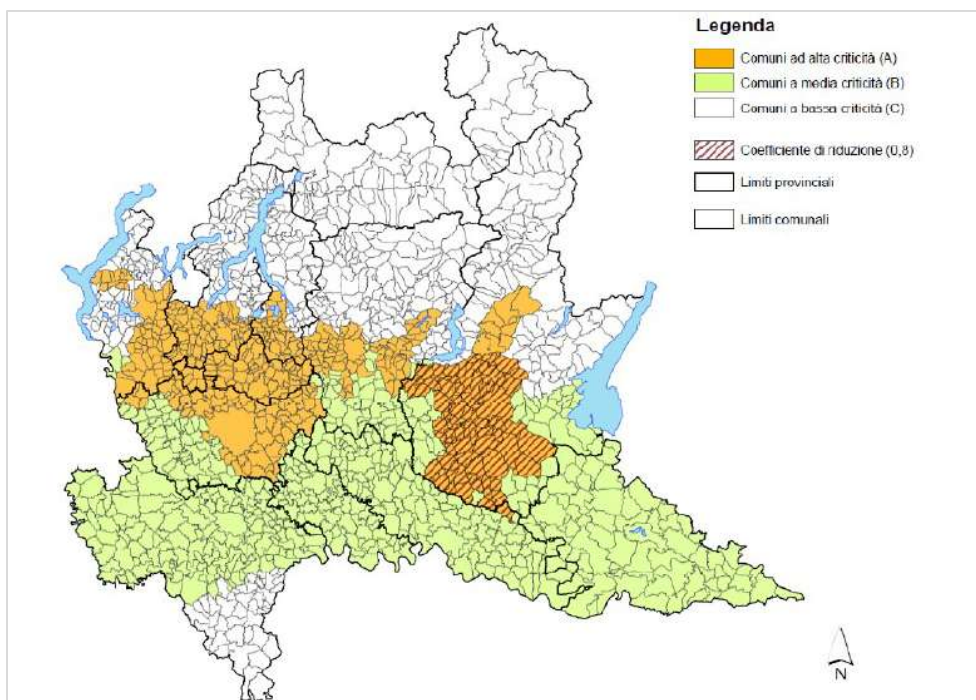


Figura 1. Suddivisione del territorio regionale in ambiti di criticità

Il comune di Esine, come tutto il territorio della Valle Camonica, è inserito nell'elenco dei comuni a bassa criticità idraulica (C).

2 QUADRO NORMATIVO

Il **Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e s.m.i.** disciplina l'invarianza idraulica e idrologica negli interventi urbanistici ed edilizi, stabilendo:

- **Art. 1:** Oggetto e ambito di applicazione;
- **Art. 2:** Definizioni;
- **Art. 3:** Interventi soggetti alle misure di invarianza;
- **Art. 5:** Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali;
- **Art. 7:** Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione;
- **Art. 8:** Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile;
- **Art. 14:** Integrazione con la pianificazione urbanistica;
- **Art. 15:** Incentivi edilizi e urbanistici;
- **Art. 16:** Monetizzazione in alternativa alla realizzazione diretta.

Il **R.R. 3/2025** (BURL Suppl. n. 14 del 1° aprile 2025) modifica il R.R. 7/2017 introducendo le seguenti principali novità:

- **Art. 1-bis:** Priorità alle **Nature-Based Solutions (NBS)** e sistemi di drenaggio urbano sostenibile (insieme ad Art. 2 e 5);
- **Art. 2:** Nuove definizioni (es. "soluzioni basate sulla natura", "coefficiente di deflusso medio ponderale", "superficie interessata dall'intervento");
- **Art. 3:** Nuovi interventi esclusi o soggetti all'applicazione del R.R. 7/2017 (i.e. estensione dell'ambito di applicazione a nuove tipologie (impianti agrivoltaici, piste ciclabili, discariche);
- **Art. 7:** abrogato il c. 5, relativo alle procedure su Piani Attuativi e Ambiti di Trasformazione;
- **Art. 14-bis:** Obbligo per i Comuni di aggiornare i PGT recependo il Documento Semplificato di Rischio Idraulico Comunale entro il **31/12/2026** e lo Studio di Gestione del Rischio Comunale entro il 31/12/2030;
- **Art. 16:** Ampliata e resa maggiormente accessibile la monetizzazione;
- **Allegato M bis:** Nuovo Modulo per il monitoraggio degli adempimenti pianificatori comunali.

L'approvazione del documento semplificato del rischio idraulico comunale per i comuni ricadenti nelle aree a media e bassa criticità idraulica ai sensi dell'Art. 7 del R.R. 7/2017, costituisce, per i comuni interessati, criterio di priorità per l'accesso ai finanziamenti, di programmi di intervento di riduzione e mitigazione del rischio idrogeologico, disposti dalla data di entrata in vigore della legge regionale.

3 DEFINIZIONI PRINCIPALI

Ai sensi dell'Art. 58-bis, comma 1 della L.R. 12/2005, introdotto dall'Art. 7, comma 2, lettera g) della L.R. n. 4 del 2016, si intende quanto di seguito esposto:

- invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;
- invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;
- drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.
- soluzioni basate sulla natura: sistemi in grado di proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali e quelli modificati fornendo al contempo benessere per gli esseri umani e benefici per la biodiversità;
- acque meteoriche di dilavamento la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento (4/2006);
- superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

- superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro (rif. lettera l): portata massima (espressa in litri al secondo) ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di **superficie interessata dall'intervento** ai sensi della lettera n ter;
- ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario.
- coefficiente di deflusso medio ponderale dell'intervento (rif. lettera n bis): valore medio, ottenuto con una media ponderata, del coefficiente di deflusso relativo alla **superficie interessata dall'intervento**;
- superficie interessata dall'intervento (rif. lettera n ter): somma delle superfici, di una porzione di territorio, che vengono trasformate attraverso uno o più interventi che richiedono, singolarmente o complessivamente, l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 3. In particolare, per gli edifici e i manufatti edilizi corrisponde alla superficie occupata dall'edificazione di cui alla lettera n quater;
- superficie occupata dall'edificazione (rif. lettera n quater): superficie risultante dalla proiezione sul piano orizzontale del profilo esterno perimetrale delle costruzioni fuori terra, seminterrate e interrato, con esclusione degli aggetti e sporti inferiori a 1,50 metri.
- isola di calore urbano: fenomeno che determina un microclima più caldo all'interno delle aree urbane cittadine, rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali.

4 AMBITI DI APPLICAZIONE

In riferimento al DPR 380/2001, gli interventi edilizi **soggetti all'applicazione del regolamento di invasi idraulica ed idrologica** sono:

- a) di **ristrutturazione edilizia**, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale o parziale, a condizione che tale demolizione sia maggiore del 70% della superficie coperta della costruzione esistente, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento dell'indice di copertura dell'edificio demolito; per gli interventi di efficientamento energetico, ai fini della verifica dell'aumento dell'indice di copertura di cui alla presente lettera, non si considerano come superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico previsti ai sensi della normativa vigente in materia.
Per Indice di copertura si intende il rapporto tra la superficie coperta e la superficie fondiaria;
- b) **nuova costruzione**, compresi ampliamenti, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- c) **di ristrutturazione urbanistica**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001;
- d) relativi alla realizzazione di **opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni**, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, ricomprendendo in senso più ampio la riparazione, la sostituzione e il rifacimento ai sensi del DM 2 marzo 2018, con una delle caratteristiche che seguono:
 - i. di superficie maggiore di 150 mq;
 - ii. di superficie minore di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);
- e) **opere pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:
 - i. di superficie occupata dall'edificazione maggiore di 150 mq;
 - ii. di superficie occupata dall'edificazione minore di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);
- f) realizzazione di **parcheggi, aree di sosta, piazzali e piazze**:
 - i. di superficie occupata dall'edificazione maggiore di 150 mq;
 - ii. di superficie occupata dall'edificazione minore di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);

- g) realizzazione **di aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque** e di aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite,
- h) l'installazione di **pannelli agrivoltaici e fotovoltaici** con superficie maggiore di 150 mq;
- i) realizzazione di **nuove discariche** e ampliamento di esistenti;
- j) relativi a **infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi**, fatta eccezione per interventi di ammodernamento e potenziamento stradale su determinate categorie di strade o realizzazione di strade legate alla viabilità ciclopedonale (Art. 3 c. 3).

Gli interventi edilizi **esclusi dall'applicazione del regolamento di invarianza idraulica ed idrologica** sono:

- a) gli interventi di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a), b) e c) del d.p.r. 380/2001;
- b) gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti di immobili sottoposti a tutela, solo se tali interventi di ricostruzione e ripristino non aumentano la superficie coperta dell'edificio crollato e demolito;
- c) gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque [...];
- d) le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua e fontane;
- e) le opere realizzate ai fini del presente regolamento, che prevedono l'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
- f) le porzioni di sito oggetto di procedimenti di bonifica ai sensi del Titolo V, Parte IV del d.lgs. 152/2006, in corso e/o già conclusi con interventi di messa in sicurezza permanente ovvero a seguito di chiusura del procedimento con Analisi di Rischio, che abbiano comportato il calcolo di CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio);
- g) gli interventi relativi alle discariche ante-norma ed alle discariche cessate come definite dall'art. 17-ter della l.r. 26/2003;
- h) i rifugi alpinistici, i bivacchi fissi e la viabilità alpina, così come definiti dall'articolo 32 della legge regionale 1° ottobre 2015, n. 27, nonché i rifugi escursionistici di cui alla stessa l.r. 27/2015 e gli edifici isolati raggiungibili solo con sentieri, mulattiere o strade di servizio non aperte al traffico se localizzati a quota non inferiore a 1000 m di altitudine;
- i) gli impianti a fune, compresi gli edifici o manufatti pertinenziali, quali stazioni e biglietterie, solo se posti a quota non inferiore a 1000 m di altitudine.
- j) la viabilità agro-silvo-pastorale;

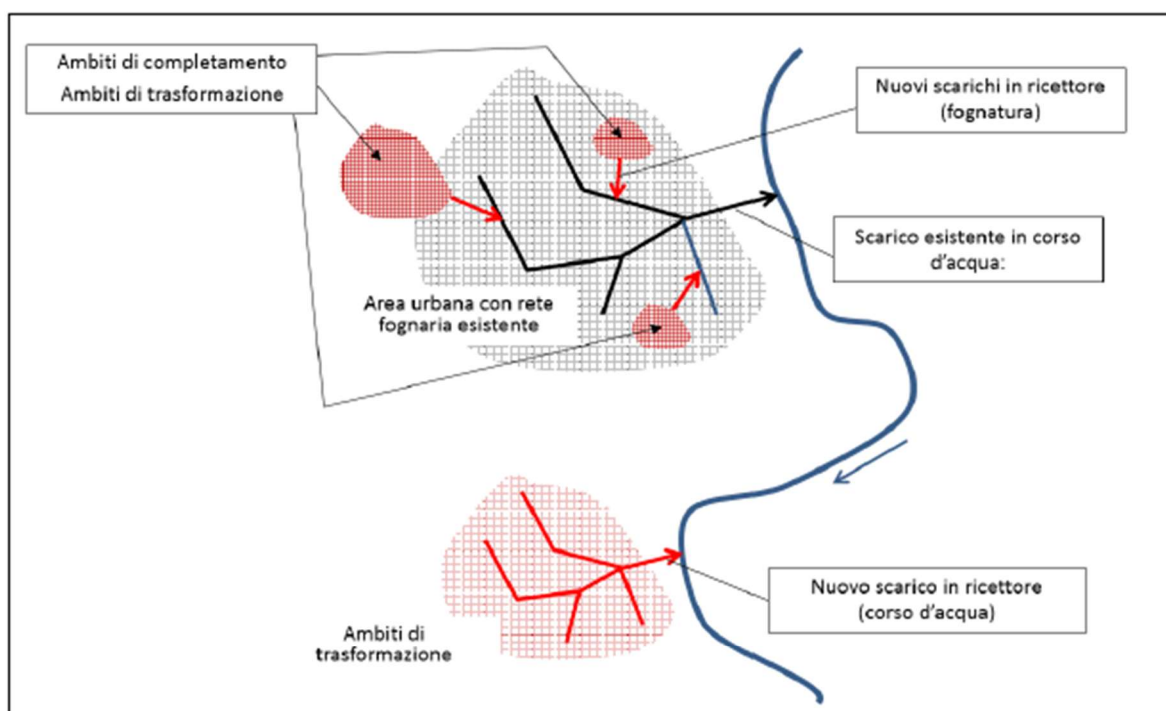
- k) gli interventi di cui ai commi 2 e 2 bis e al comma 3, con specifico riferimento alle esclusioni, con scarico diretto a lago solo qualora compatibile secondo quanto stabilito dalla concessione rilasciata dall'autorità idraulica competente;
- l) interventi in aree cimiteriali.

Per le specificità degli interventi di cui sopra, si rimanda alla normativa integrale aggiornata all'ultima revisione 2025.

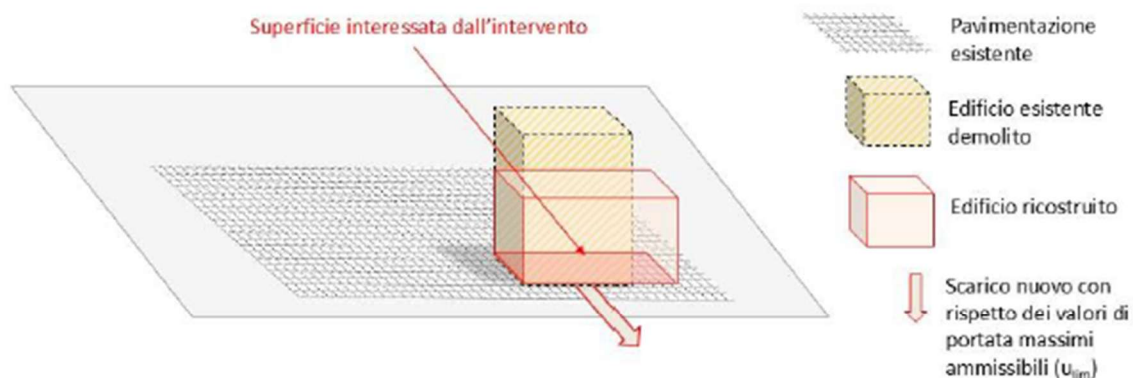
Si precisa che le misure di invarianza idraulica e idrologica ed i vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedono una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione **preesistente all'urbanizzazione o all'impermeabilizzazione** si applicano, secondo quanto previsto dal presente regolamento, alle acque pluviali.

Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e i parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica di cui al R.R. sono da prevedere sia per interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti sul territorio, sia per le nuove sedi stradali (o di parcheggio), **con riferimento alle componenti che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione**. Tutte le misure di invarianza idraulica ed idrologica saranno da calcolare in rapporto alla superficie interessata dagli interventi (art.3, comma 3 del R.R.).

Si riporta di seguito un estratto del regolamento con schemi esemplificativi aggiornati degli interventi ai quali applicare le misure di invarianza idraulica ed idrologica.

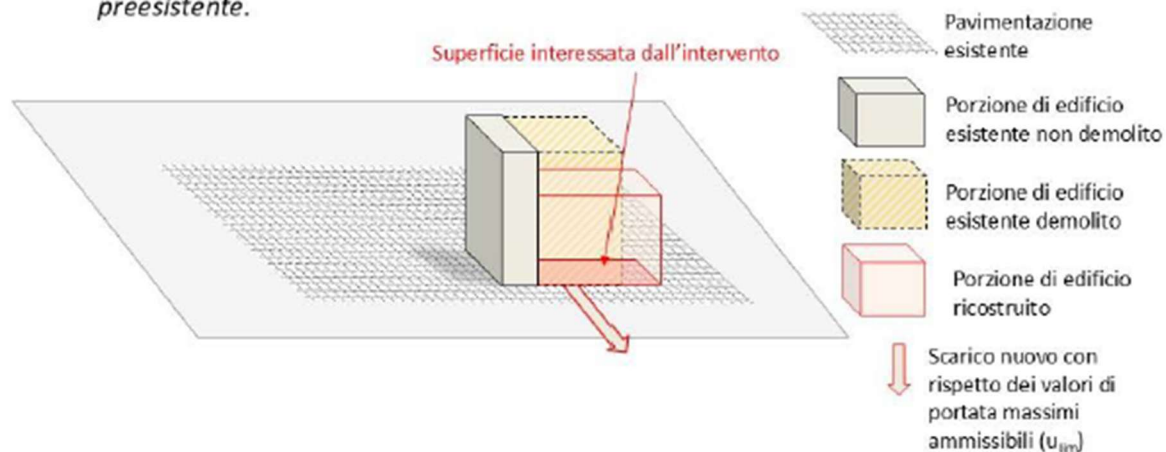


1. Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001] se consistono nella **demolizione totale**, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento dell'indice di copertura preesistente.



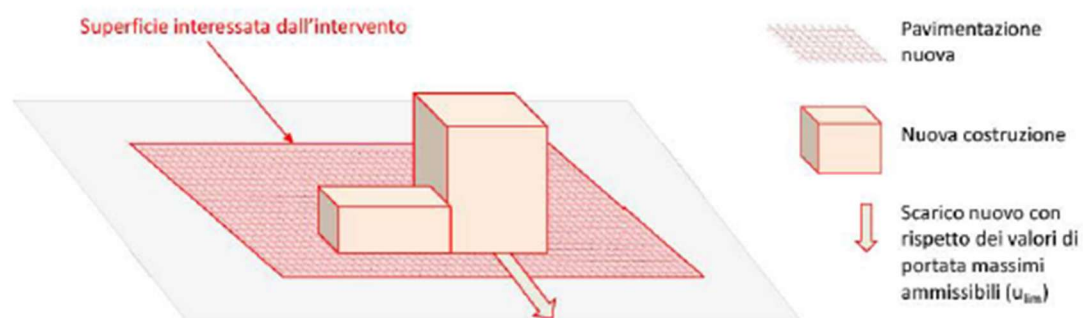
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

2. Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001] se consistono nella **demolizione parziale**, a condizione che tale demolizione sia maggiore del 70% della superficie coperta della costruzione esistente, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento dell'indice di copertura preesistente.



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

3. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti nella **costruzione di manufatti edilizi fuori terra o interrati**.

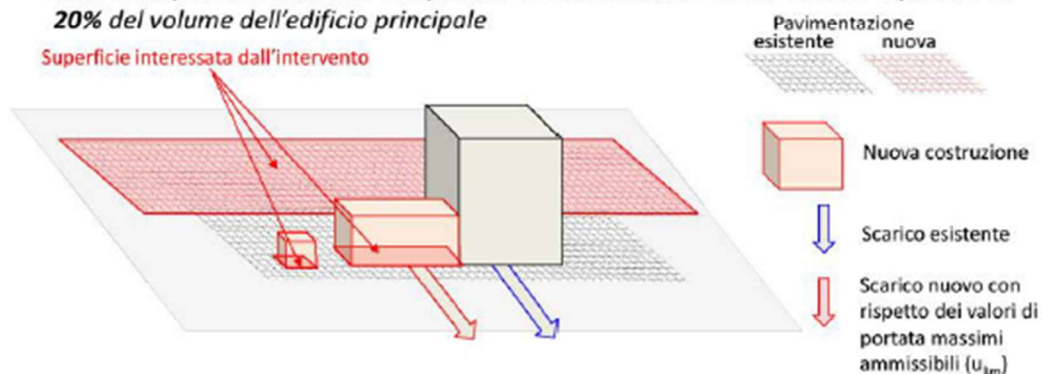


1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

4.

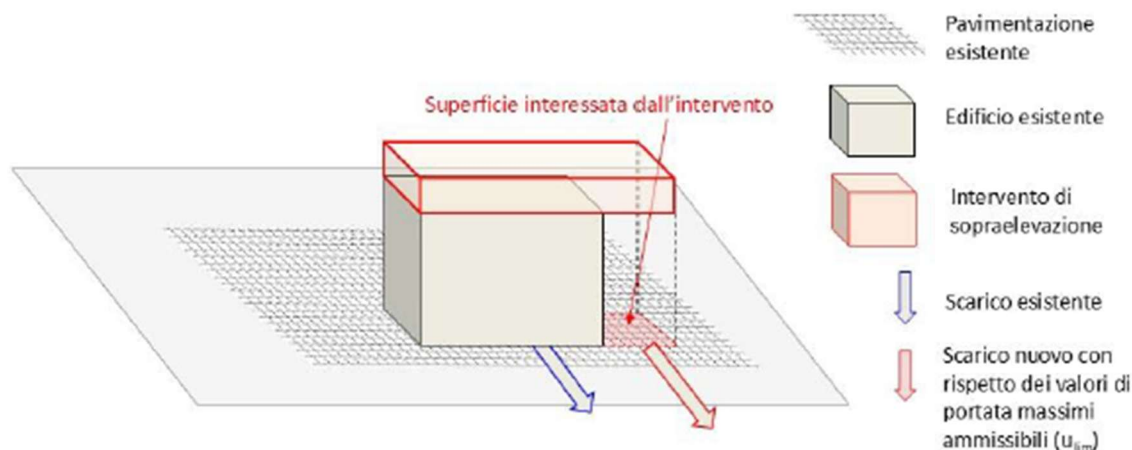
- **Interventi di nuova costruzione consistenti in ampliamenti** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]
- **Realizzazione di opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni** [articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001]
- **Realizzazione di parcheggi, aree di sosta, piazzali e piazze**
- **Realizzazione di aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque e di aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**
- **Interventi pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale**

Superficie interessata dall'intervento



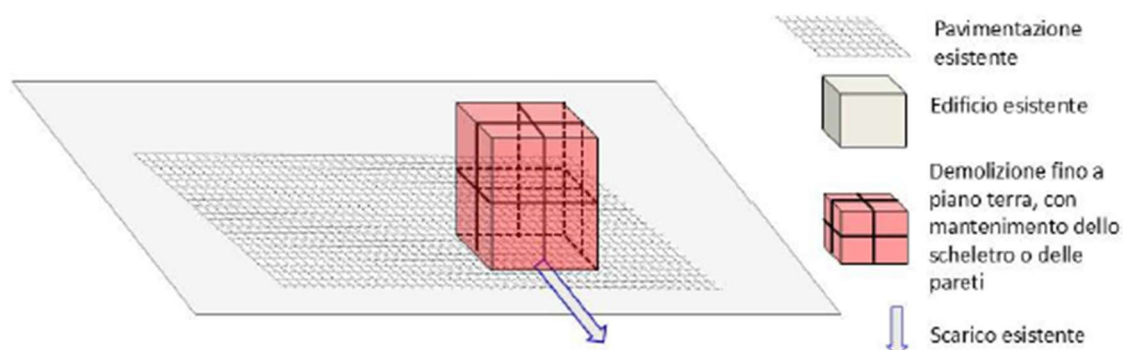
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento
2. La portata del nuovo scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

5. **Interventi di nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in **sopraelevazioni** con aumento della superficie coperta dell'edificio.



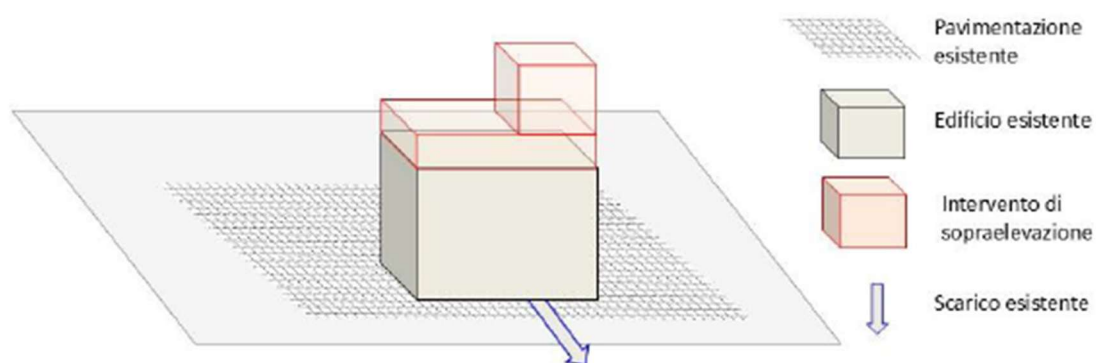
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento
2. La portata del nuovo scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

6. *Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001] se consistenti nella demolizione con mantenimento dello scheletro o delle pareti.*



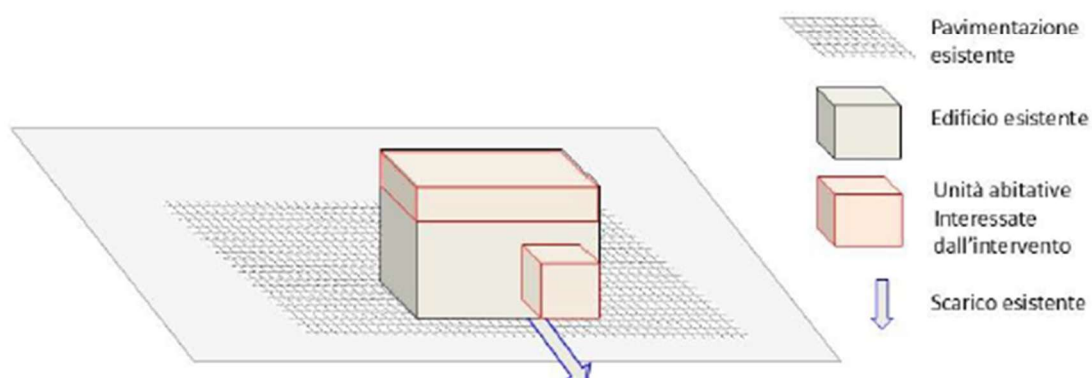
Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

7. *Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in **sopraelevazioni** senza aumento della superficie coperta dell'edificio.*



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

8. *Interventi di **manutenzione ordinaria, straordinaria e risanamento conservativo** [art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del d.p.r. 380/2001]*



Non sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica, ma auspicabili (ad esempio nel caso in cui l'intervento interessi l'intero edificio)

Si riportano di seguito le novità introdotte dal R.R. n. 3/2025, in riferimento agli adempimenti e al monitoraggio.

Adempimenti di tipo pianificatorio in capo ai Comuni

Il R.R. n. 7 del 2017 prevede anche alcuni **adempimenti di tipo pianificatorio in capo ai Comuni**, in particolare:

- i Comuni che ricadono in **area ad alta (A) o media (B) criticità idraulica** ai sensi dell'art. 7 del regolamento, sono tenuti a redigere lo **studio comunale di gestione del rischio idraulico** e a recepirlo nel PGT. Come già anticipato, a seguito dell'approvazione del R.R. n.3/2025, i comuni ricadenti in area B possono limitare gli approfondimenti idraulici previsti nello studio comunale di gestione del rischio idraulico unicamente agli ambiti più critici individuati nel documento semplificato del rischio idraulico comunale;
- i Comuni ricadenti in **area a bassa (C) criticità idraulica** sono tenuti a redigere il **documento semplificato del rischio idraulico comunale** e a recepirlo nel PGT.

Adempimenti connessi alla realizzazione di interventi edilizi (opere pubbliche ed interventi privati)

Per ogni intervento assoggettato ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, deve essere compilato il **modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica** (Allegato D al R.R. n. 7 del 2017). A partire dal 1° maggio 2021 il modulo D deve essere compilato e trasmesso utilizzando **esclusivamente** l'applicativo INVID, da inviare a lavori ultimati.

Monitoraggio

A seguito dell'approvazione del R.R. n. 3 del 2025, il **monitoraggio del regolamento** è attuato con **cadenza quinquennale** e si basa sulle informazioni raccolte mediante due moduli:

- Modulo D per il monitoraggio degli adempimenti connessi alla realizzazione di interventi edilizi, da compilare mediante l'applicativo INVID;
- Modulo per il monitoraggio degli adempimenti pianificatori sull'invarianza idraulica e idrologica M bis (art. 14 del R.R. n. 7 del 2017), che i comuni hanno l'obbligo per i comuni di trasmettere annualmente a Regione Lombardia.

Ai sensi dell'Art. 14, entro il 31 dicembre di ogni anno, tutti i Comuni sono tenuti a compilare il modulo di cui all'allegato M bis e a trasmetterlo mediante posta elettronica certificata al seguente indirizzo di posta certificata della Regione **invarianza.studi@pec.regione.lombardia.it** fino alla data di effettiva disponibilità di apposito applicativo informatico regionale. Dopo tale data, l'obbligo di trasmissione del modulo di cui all'allegato M bis, che dovrà essere firmato digitalmente dal legale rappresentante dell'Ente, è assolto tramite la relativa compilazione nello stesso applicativo.

Norme transitorie

L'art. 2 del R.R. n. 3 del 2025 introduce le norme transitorie e finali relative alla modifica dei documenti e studi sul rischio idraulico già approvati dai comuni, agli interventi e opere e all'attività di monitoraggio.

La finalità del monitoraggio consiste nelle attività di:

- Verifica dell'efficacia delle opere di gestione delle acque meteoriche e il rispetto dei parametri di invarianza idraulica;
- Aggiornamento del quadro conoscitivo comunale e regionale sugli interventi realizzati;
- Garanzia della tracciabilità delle soluzioni adottate, incluse le Nature-Based Solutions (SUDS).

5 CONTENUTI MINIMI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Pertanto i progetti soggetti all'invarianza dovranno comprendere la seguente documentazione (art.10 del R.R.):

a) Relazione tecnica:

- descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale dello scarico nel ricettore o di dispersione nel suolo;
- calcolo delle precipitazioni di progetto;
- calcolo tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;
- calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;
- dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario nel ricettore, nel rispetto dei requisiti ammissibili del R.R.. I limiti possono anche essere più restrittivi in accordo con il comune, in presenza di criticità note;

b) Documentazione progettuale completa di planimetrie e profili in scala adeguata, sezioni, particolari costruttivi;

c) Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intero sistema di opere di invarianza idraulica e idrologica e di recapito nei ricettori;

d) Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento regionale (Modello E).

Con il nuovo R.R. 3/2025, nell'ambito della relazione tecnica, dovranno essere fornite le indicazioni delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati.

I tempi di ritorno di riferimento da adottare sono i seguenti:

- T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione o anche infiltrazione con un adeguato grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
- T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la valutazione qualitativa che la realizzazione delle opere di cui al punto precedente non determinino esondazioni che arrechino danni a persone o cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno. Tale valutazione si rende necessaria per fornire al titolare delle opere indicazioni delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie

fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi, da adottare per gestire il rischio residuo.

6 CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA

Di seguito le disposizioni per il calcolo delle opere di invarianza, aggiornate con il nuovo regolamento:

-Si considera la superficie interessata dall'intervento, senza tener conto della proiezione della superficie delle opere drenanti; nel caso si realizzino strutture del tipo vasche senza dispersione, devono essere inserite nel computo delle aree;

-La portata massima di scarico riferita alla superficie interessata dall'intervento è di 20 l/s per ettaro per le aree a criticità idraulica C, con valore minimo ammissibile non inferiore a 1 l/s;

-Il volume di laminazione, calcolato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è valido solo per le classi di intervento:

- 0 – impermeabilizzazione potenziale qualsiasi;
- 1 – impermeabilizzazione potenziale bassa.

-Non occorre procedere al confronto con i requisiti minimi, ne deriva che non è più applicabile la riduzione del 30%;

-Il coefficiente udometrico viene applicato all'intera superficie interessata dall'intervento;

-La portata uscente limite di scarico è costante, indipendentemente dal grado di impermeabilizzazione previsto dall'intervento.

-Per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, lo svuotamento degli invasi deve avvenire secondo quanto indicato all'articolo 11, comma 2, lettere e) ed f), ma non deve comunque superare le 48 ore.

REQUISITI MINIMI

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento **minore o uguale a 300 mq**, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:

a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10, ferme restando la compilazione e trasmissione del modulo di cui all'allegato D, come definito all'articolo 6, comma 1, lettera e), e la dichiarazione, con specifico atto, del progettista, attestante l'applicazione della casistica di cui alla presente lettera; la dichiarazione non è dovuta per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera d), che ricadono nell'ambito di applicazione di cui alla presente lettera;

b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7.2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione. Tale valore per le aree C a bassa criticità idraulica si richiama all'articolo 7: **400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**

7 MONETIZZAZIONE

Ai sensi dell'Art. 16, la monetizzazione è consentita per i soli interventi edilizi di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b), c) ed e) per i quali sussiste l'impossibilità a ottemperare ai disposti del presente regolamento, secondo quanto stabilito di seguito.

Ai fini della monetizzazione, per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettere b), c) ed e), devono sussistere contestualmente tutte le condizioni di cui alle lettere del presente comma, mentre per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera a), anche ricadenti all'interno delle aree individuate nei PGT come ambiti di rigenerazione urbana e territoriale ai sensi dell'articolo 10 della l.r. 12/2005, devono sussistere contestualmente le sole condizioni di cui alle lettere a) e b) del seguente elenco:

a) sono caratterizzati da un rapporto tra la superficie occupata dall'edificazione e la superficie fondiaria maggiore o uguale al 70 per cento, e pertanto da una superficie dell'area esterna all'edificazione, esistente e in progetto, minore del 30 per cento;

b) è dimostrata l'impossibilità a realizzare nella quota parte di superficie fondiaria esterna all'edificazione, di cui alla lettera a), il volume di laminazione di cui all'art. 11, c. 2, lettera e), numero 3;

c) la realizzazione del volume di laminazione di cui all'art. 11, c. 2, lettera e), numero 3, sulle coperture dell'edificio e nel sottosuolo dello stesso è motivatamente impedita.

La monetizzazione è consentita per gli interventi, previsti in ambiti urbani, relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, di cui all'articolo 3, comma 3, soggetti all'applicazione del presente regolamento, unicamente per interventi da realizzarsi nelle aree C a bassa criticità idraulica, nei soli ambiti non soggetti ad allagamenti come da previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), qualora le correlate opere di invarianza non risultino realizzabili per problematiche di tipo morfologico o idrogeologico. La non realizzabilità di tali opere deve essere dimostrata ed esplicitata nella relazione tecnica del progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'infrastruttura.

Ai sensi della lettera g) del comma 5 dell'articolo 58 bis della l.r. 12/2005, il valore della monetizzazione è pari al volume di laminazione di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), numero 3, moltiplicato per il costo unitario parametrico di una vasca di volanizzazione o di trattenimento o anche disperdimento, che è assunto pari a 750 euro per mc di invaso, come dettagliato in allegato M.

Nei casi di monetizzazione, il valore di cui sopra è suddiviso tra tutti i comuni interessati dall'infrastruttura, in proporzione alla superficie dell'infrastruttura ricadente all'interno del territorio comunale rispetto alla superficie totale dell'infrastruttura stessa.

Il comune utilizza le somme derivanti dalla monetizzazione per la redazione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e del documento semplificato del rischio idraulico comunale, di cui all'articolo 14 del R.R. n.7/2017 e s.m.i., in quanto propedeutici all'individuazione e successiva realizzazione di interventi necessari per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica. Redatti tali documenti, il comune utilizza le somme derivanti dalla monetizzazione per:

- a) la progettazione, realizzazione e gestione delle misure strutturali di cui all'articolo 14, comma 7, lettera a), numero 5, e comma 8, lettera a), numero 2, privilegiando gli interventi attuati con soluzioni basate sulla natura che favoriscono la tutela della biodiversità;
- b) l'attuazione di quanto disposto all'articolo 15, comma 2, lettera c).

9 STUDIO IDRAULICO SEMPLIFICATO

9.1 DATI PLUVIOMETRICI E DI DEFLUSSO SUPERFICIALE

Per studi e valutazioni sui corsi d'acqua e sui bacini locali le osservazioni di piogge intense disponibili sono trattate con metodi statistici per ottenere le curve probabilistiche di possibilità pluviometrica (LSPP). Tali curve, che esprimono una relazione tra le massime altezze di pioggia h e le durate di pioggia d in una determinata zona per un determinato tempo di ritorno T , sono solitamente rappresentate attraverso leggi di potenza del tipo $h=ad^n$. Esse quantificano l'intensità media i dell'evento di assegnata durata ($i=ad^{n-1}$) in un particolare luogo e sono determinate quando sono noti i valori dei loro parametri a e n per il tempo di ritorno T considerato.

Nel caso in esame le curve sono state costruite attraverso i valori forniti dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>). Sul portale sono accessibili i valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica interpolate per tutta la superficie del territorio lombardo. I parametri forniti sono quelli relativi al modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) di tipo scala-invariante, nel quale la massima altezza di precipitazione h per una certa durata d e per un assegnato tempo di ritorno T è rappresentata dalla legge a tre parametri mostrata di seguito dove $a=a_1 \cdot w_T$:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot d^n = a \cdot d^n \quad [1]$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\} \quad [2]$$

I parametri sono forniti per un grid di celle rettangolari e la media dei valori è utilizzata come parametro di calcolo.

Parametri regionalizzati distribuzione GEV da ARPA Lombardia				
a1	n	Alpha	K	Epsilon

Tabella 1. Parametri regionalizzati della distribuzione GEV da <http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/>

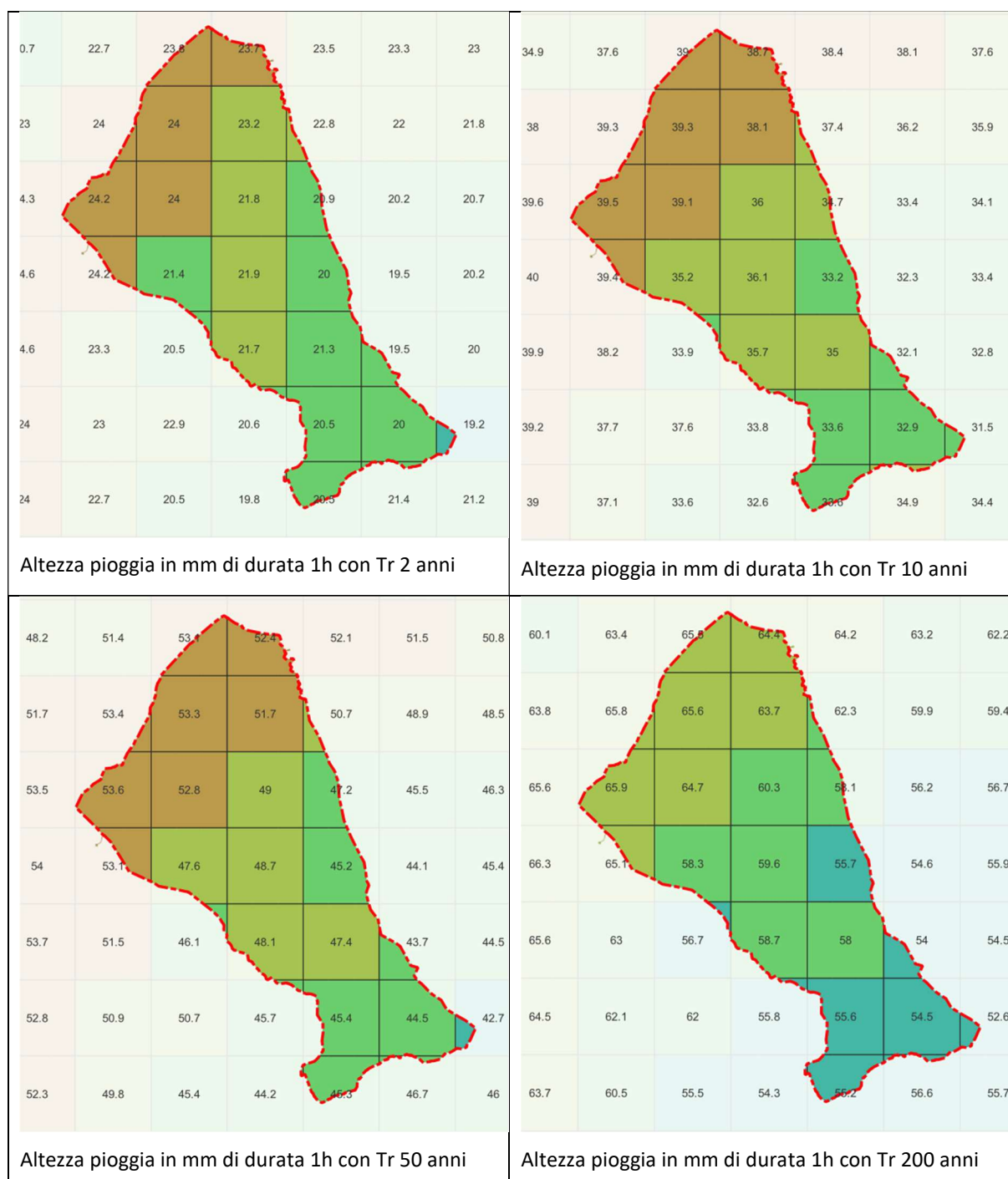


Tabella 2. Altezza di precipitazione in mm per la durata di un ora per diversi tempi di ritorno. Valori del grid in comune di Esine

La variabilità spaziale della precipitazione può essere molto alta e difficile da valutare anche in aree di moderata estensione. Si può ritenere che, durante il verificarsi degli scrosci che nella località di interesse hanno dato luogo alle altezze di precipitazione massime annuali, l'altezza di precipitazione in un altro punto posto ad una certa distanza sia risultata diversa. Al riguardo è ragionevole supporre che, durante il verificarsi di eventi di massima intensità registrati in una stazione, si siano verificati proprio

in corrispondenza di quella stazione (o nelle sue immediate vicinanze) le massime altezze di precipitazione tra tutte quelle cadute nei vari punti all'interno della superficie considerata; si assume così che il baricentro della stazione stessa coincida col centro di scroscio (o comunque sia molto prossimo a quest'ultimo). Ne deriva che l'altezza di precipitazione media ragguagliata risulti, in ciascuno degli eventi suddetti, minore dell'altezza registrata nella stazione pluviometrica.

Per questa ragione, per bacini superiori ai 15 km², si usa fare riferimento a curve di possibilità pluviometrica areali, che correlano, per un assegnato tempo di ritorno, l'altezza media di pioggia di una determinata durata su un'area A (altezza di pioggia ragguagliata all'area) con la durata stessa.

In Italia il problema del ragguaglio delle piogge all'area non viene usualmente affrontato mediante l'introduzione di un coefficiente di riduzione della massima altezza di precipitazione puntuale, bensì modificando i coefficienti a e n della curva di possibilità climatica puntuale. La curva di possibilità climatica areale viene così espressa:

$$h_A = a' \cdot d^{n'} \quad [3]$$

in cui a' e n' vengono messi in relazione con i coefficienti a e n della curva puntuale e con l'area A. Per il bacino idrografico oggetto di studio, si è deciso di utilizzare le formule proposte da Marchetti, ottenute elaborando i dati di Columbo.

$$a' = a \left[1 - 0,06 \left(\frac{A}{100} \right)^{0,4} \right] \quad [4]$$

$$n' = n + 0,003 \left(\frac{A}{100} \right)^{0,6} \quad [5]$$

nelle quali l'area A è espressa in ettari.

Una volta ottenute le LSPP dell'area in oggetto di studio, si può passare alla determinazione dello ietogramma di progetto e della portata di piena. Il tempo di corrivazione t_c dei bacini è uno dei parametri fondamentali usati per la determinazione dello ietogramma di progetto. In mancanza di misure di portata alla chiusura del bacino, t_c può essere stimato sulla base delle pendenze e della forma geometrica ed estensione dell'area.

Nel caso di interi bacini montani la sua determinazione avviene spesso con la formula di Giandotti, una delle più utilizzate in letteratura:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - h_0}} \quad [6]$$

Dove:

S = superficie del bacino espressa in km²

L = lunghezza dell'asta principale espressa in km

Hm = altitudine media del bacino, espressa in m, riferita al livello medio del mare

h0 = la quota della sezione di chiusura, espressa in m, sempre riferita al livello medio del mare.

Per la stima delle portate al colmo è solitamente sufficiente utilizzare uno ietogramma di progetto rettangolare, di durata pari alla durata critica e intensità di pioggia costante per tutto l'evento e pari a:

$$I = a \cdot d^{n-1} \quad [7]$$

Ovvero l'altezza di precipitazione ottenuta dalle LSPP relativa alla durata critica divisa per la durata critica stessa per ogni tempo di ritorno T. Questo ietogramma è utilizzato in quanto le dimensioni dei bacini sono ridotte, la morfologia scoscesa e la superficie quasi completamente coperta da vegetazione, la quale avrebbe un effetto smorzante su eventuali picchi.

La portata di pioggia netta si ottiene moltiplicando la pioggia lorda per un coefficiente che può essere:

- costante, come nel metodo percentuale;
- variabile nel tempo come nel metodo SCS-CN.

Nel primo caso il valore delle perdite da infiltrazione sarà fisso e non terrà conto di fattori come la decrescente capacità di infiltrazione del suolo. Questo approccio è efficace per aree dove la capacità d'infiltrazione delle superfici ha variazioni minime nel tempo perché quasi totalmente impermeabili (strade, pavimentazioni o edifici) o al contrario dotate di un'alta capacità di infiltrazione tale da restare lontano dal punto di saturazione e non variare in modo sensibile in relazione alle piogge di progetto (terreni sabbiosi molto profondi). Il metodo percentuale assegna un coefficiente di deflusso da 0 a 1 (0-100% di deflusso) per il tipo di terreno del bacino.

Il metodo percentuale è ideale per:

- piccoli bacini (anche singoli lotti)
- aree urbanizzate con ampia superficie impermeabile;

In questo caso la formula per la portata da utilizzare è semplificata:

$$Q_{max} = \emptyset \frac{A \cdot I_{critica}}{3,6} \quad [8]$$

Dove A è in km², I_{critica} in mm/h e $\emptyset$ è il coefficiente di afflusso costante.

Il metodo SCS-CN è invece un metodo adatto per bacini di piccole e medie dimensioni con varie caratteristiche di suolo e morfologia e permette di stimare le perdite per infiltrazione, assumendo che ci sia una relazione tra la massima capacità di immagazzinare acqua nel terreno S e l'infiltrazione totale effettiva P per una precipitazione di una certa durata. Il metodo tiene conto anche di una perdita iniziale, prima di cui non si ha alcun deflusso superficiale. La relazione fra questi elementi restituisce la portata di deflusso superficiale Q come mostra l'espressione [10]. Il valore di S è dato dall'espressione [11], in cui CN è il Curve Number, un parametro che va virtualmente da 0 a 100. La perdita iniziale è definita da [12] in mancanza di elementi per una stima più precisa.

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ mm} \quad [10]$$

$$S = 254 + \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \text{ mm} \quad [11]$$

$$I_a = 0.2 S \quad [12]$$

Il parametro CN dipende da vari fattori. Il primo è il tipo di suolo, che può ricadere in 4 categorie A, B, C, D, dove la prima classe indica terreni sabbiosi o ghiaiosi e molto profondi, difficili da saturare, mentre l'ultima classe indica superfici argillose o limose compatte con una bassissima capacità di infiltrazione.

Il secondo fattore è la copertura del suolo (strade, residenziale, industriale, prato, bosco, campi...) che, in base alla precedente classe di terreno, assegna un valore di CNII da 0 a 100. Questo valore andrà poi corretto in base alla condizione di umidità del terreno antecedente (AMC I, II, III) attraverso le formule [13] e [14]:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \quad [13]$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \quad [14]$$

Il valore del parametro CN nel caso presente è assunto in base seguenti ai valori dedotti dalla permeabilità e dall'uso del suolo DUSAF. I valori di CN per le diverse classi DUSAF possono essere adattati da valori di letteratura come *"Rosso Renzo, Consulenza tecnico scientifica nell'ambito del progetto shakeup-2 caratterizzazione idrologica del regime di piena in Lombardia: bacini tributari del lago di Como mappatura dell'indice di assorbimento e del massimo volume specifico di ritenzione potenziale del terreno relazione finale, Arpa Lombardia, 2004"*, calibrati sull'area della Valtellina.

Il metodo più semplice da utilizzare per trasformare la portata di deflusso superficiale Q in una portata di picco è il metodo triangolare semplice. Il Metodo triangolare semplice può essere utilizzato per bacini piccoli e ripidi assumendo un idrogramma di pioggia netta rettangolare.

Esso si basa sulle seguenti assunzioni, ragionevoli per piccoli bacini:

- La pioggia è **costante e uniformemente distribuita** sul bacino.
- La durata della pioggia è **pari al tempo di corrivazione**.
- L'idrogramma risultante ha **forma triangolare**.

Il deflusso totale in volume viene quindi calcolato dalla pioggia netta derivata dal metodo SCS-CN:

$$Q_{max}[\frac{m^3}{s}] = \frac{2x V_{deflusso}[m^3]}{tc[ore] x 3600} \quad [15]$$

9.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO DI ESINE

Il territorio comunale di Esine è caratterizzato da gradi di permeabilità differenziati, a seconda delle zone. Come si può ben vedere dalle mappe, la zona montana del comune è caratterizzata da un susseguirsi di affioramenti rocciosi più o meno coerenti con zone rade di accumulo detritico che fanno sì che la capacità di infiltrazione del suolo sia in generale da media a ridotta. La situazione cambia lungo il confine Nord-Ovest del territorio dove gli insediamenti urbanizzati sono concentrati.

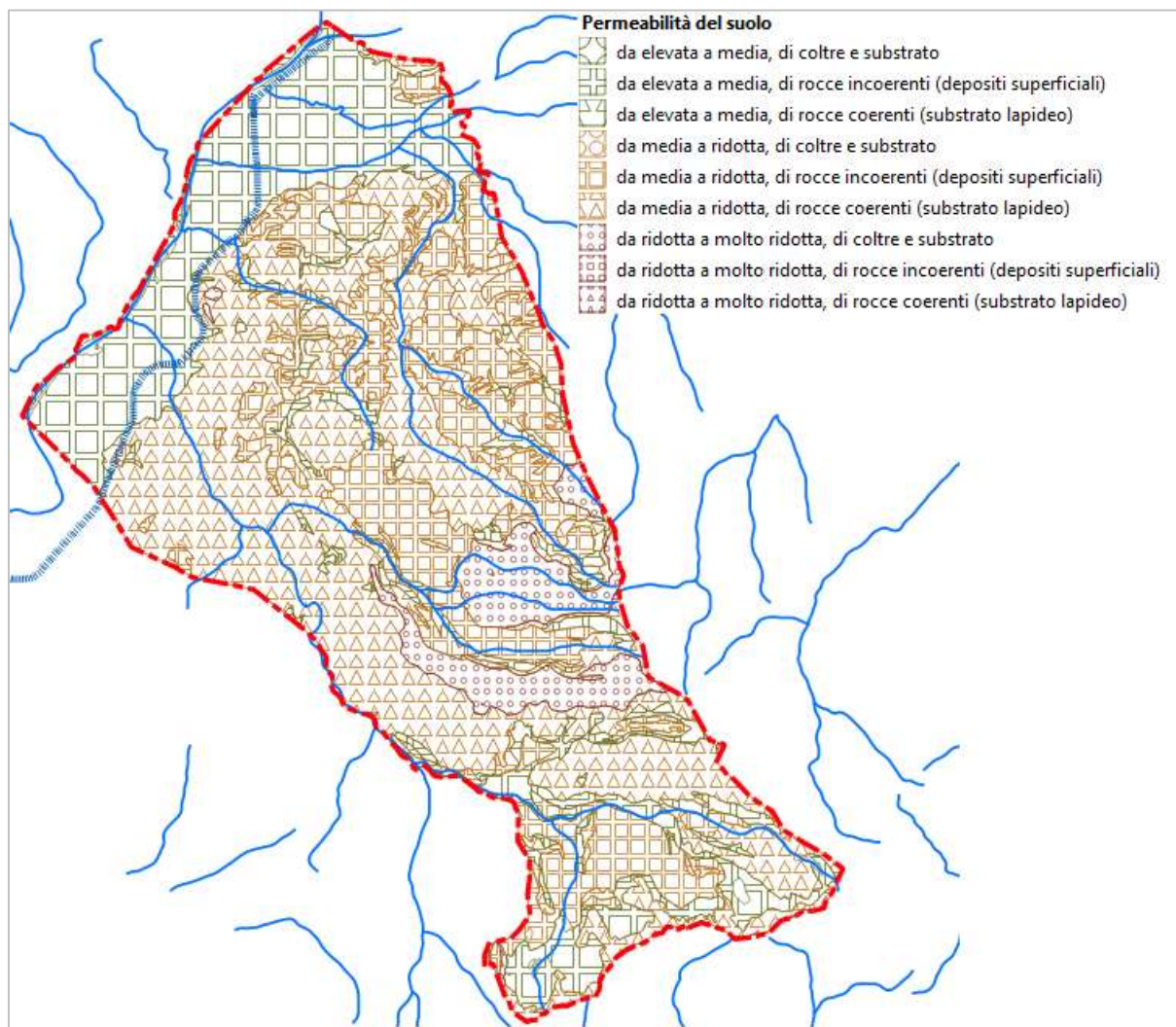


Figura 2. Carta della permeabilità del territorio comunale

In questa zona infatti il terreno ha scarse pendenze e il materiale sciolto dei conoidi dei corsi d'acqua montani e del deposito alluvionale di fondovalle dell'Oglio è caratterizzato da una permeabilità del terreno medio-alta, come ben dettaglia l'estratto.

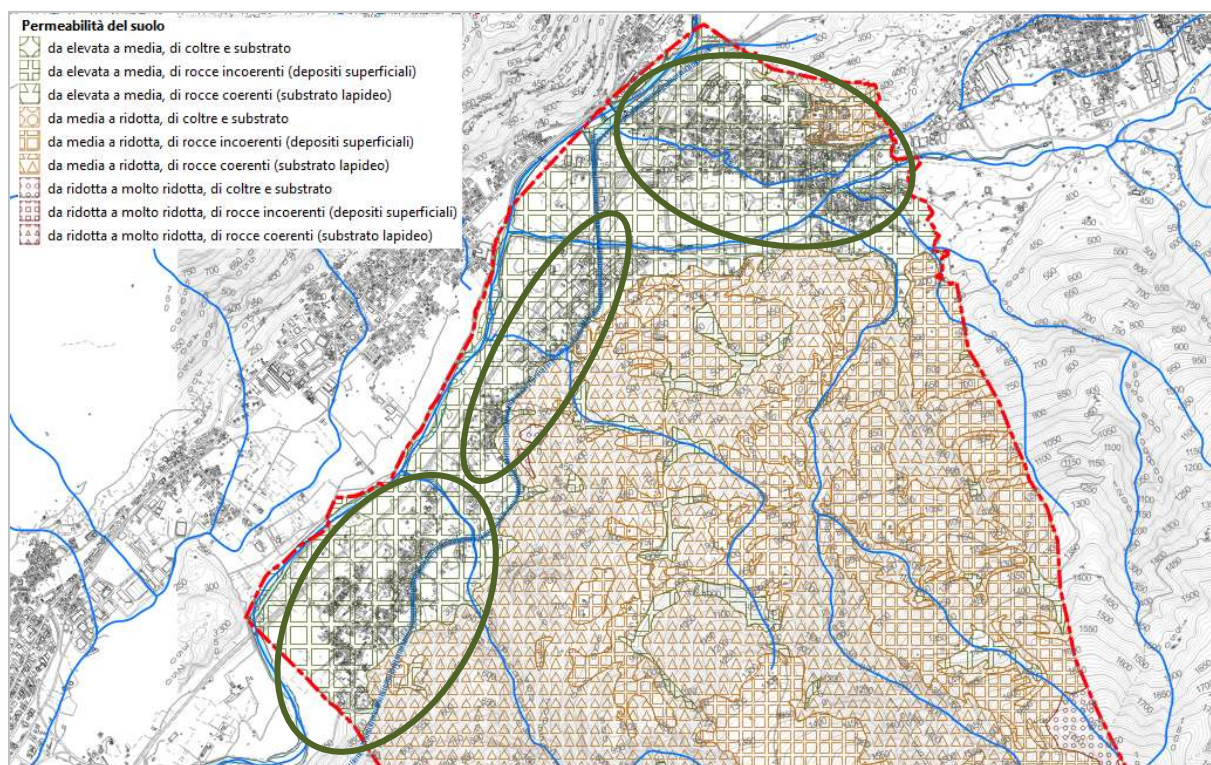


Figura 3. Dettaglio della permeabilità nelle zone urbanizzate. In evidenza i centri abitati

9.3 RETE IDROGRAFICA

Nella Tavola 1 allegata alla presente relazione sono dettagliati i corsi d'acqua con le fasce di rispetto estratte dal Documento di Polizia Idraulica, interferenti con l'abitato. Sono stati presi in considerazione sia il Reticolo Principale che il Reticolo Secondario Collinare e Montano (RP e RSCM), definiti nell'ambito del PGRA, oltre che i corsi d'acqua che delineano una potenziale interferenza con le strutture del territorio (Vaso Re e Canale idroelettrico "Italsider").

Di seguito l'elenco:

1. Fiume Oglio (RP)
2. Torrente Grigna (RSCM)
3. Torrente Resio (RSCM)
4. Torrente Val Cavena (RSCM)
5. Torrente Val Canile (RSCM)
6. Canale idroelettrico "Italsider"
7. Vaso Re

Per ogni corso d'acqua si analizzeranno le caratteristiche morfologiche e di bacino, verranno stimate, ove possibile, le caratteristiche pluviometriche e le portate di colmo con il metodo SCS-CN e deflusso triangolare semplice, inquadrando nell'ambito del PAI-PGRA i tratti interferenti con l'abitato.

9.3.1 FIUME OGLIO

Il Fiume Oglio è il corso idrico principale che delimita il confine Nord-Ovest del territorio comunale per circa 6 km.

Il Fiume Oglio, lungo 280 km, è il secondo affluente del Po e attraversa le province di Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova. Per gran parte coincide con il confine occidentale del Parco dell'Adamello, percorrendo la Valle Camonica per 81 km con un bacino di 175.200 ha. Nasce a Ponte di Legno (1.236 m s.l.m.) dalla confluenza dei torrenti Narcanello (Monte Narcanello, 3.291 m) e Frigidolfo (Corno dei Tre Signori, 3.360 m), e si immette nel Lago d'Iseo (188 m). Il corso N-S è circondato da gruppi montani delle Alpi Retiche meridionali e Orobie orientali; parte del bacino è occupata da ghiacciai perenni.

Nelle Norme del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) il Fiume Oglio in Comune di Esine appartiene all'ambito territoriale *“Reticolo Principale di pianura e di fondovalle - RP”* e le sue portate a diverse sezioni sono definite nel documento *“Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo Principale”*.

Bacino	Corso d'acqua	Progr. (km)	Sezione Cod.	Denomin.	Superficie km ²	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
Oglio	Oglio sopralac.	31.209	064	Sonico	465		460		730	830	
Oglio	Oglio sopralac.	47.664	048.01P	Capo di Ponte	797		570		850	960	Oglio a Capo di Ponte
Oglio	Oglio sopralac.	61.557	033	Breno	953		620		960	1090	
Oglio	Oglio sopralac.	76.858	012.01P	Darfo Boario	1336		680		1160	1340	Oglio a Darfo
Oglio	Oglio sopralac.	85.039	001	Immissione in Lago d'Iseo	1429		710		1210	1400	

Figura 4. Portate PGRA documento “Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo Principale”

Per quanto riguarda il Reticolo Principale Oglio, si è fatto riferimento al recente studio del 2022, redatto dall'Università di Brescia per conto dell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po *“Aggiornamento delle mappe di pericolosità idraulica nell'ambito dell'APSFR Valcamonica – Fiume Oglio da Sonico al lago d'Iseo”*.

Nello specifico si fa riferimento allo studio di Università di Brescia per la valutazione di dettaglio della pericolosità e del rischio idraulico, associati ai potenziali fenomeni di esondazione e allagamento al verificarsi di un'eventuale piena del fiume Oglio con tempi di ritorno di 200 anni. Questo studio utilizza dati più recenti, una modellazione più dettagliata e un supporto di misure in campo e rilievi di dettaglio per punti critici e strutture idrauliche.

Sono stati infatti modellati anche i sottopassaggi stradali/pedonali a intersezione del rilevato della SS42 che funzionano idraulicamente come culverts e argini dei corsi secondari affluenti dell'Oglio.

Gli esiti di seguito esposti mostrano quindi il confronto tra le aree allagabili secondo la pianificazione vigente e le valutazioni legate allo studio UNIBS, con aree di allagamento più ampie o più contenute a seconda delle zone, nello specifico:

- l'abitato di Plemo, a causa del passaggio di acqua attraverso i fornicetti presenti sotto la SS42 e una breccia sull'argine destro del torrente Resio, è potenzialmente soggetto ad allagamenti;
- nella frazione Sacca il profilo meridionale della piena è ai limiti dell'abitato e non lo invade, almeno per quanto riguarda nella zona sud, mentre a tergo dell'area della stazione di servizio e parte del tessuto residenziale è potenzialmente coinvolgibile da dinamiche esondative.

Si è dunque svolto un sopralluogo specifico nei punti di criticità, di seguito elencati, con la relativa descrizione:

1. RP_1 Sottopasso nei pressi della protezione civile di Plemo;
2. RP_2 Sottopasso circa 200m a nord dall'argine del Resio;
3. RP_3 Argine destro del torrente Resio, nel punto ribassato;
4. RP_4 Sottopasso a sud dell'eliporto;
5. RP_5 Sottopasso via Toroselle nei pressi della stazione di servizio;
6. RP_6 Sottopasso Zona Sud della Sacca presso curva Via Novelle.



RP_1: Sottopasso nei pressi della protezione civile di Plemo.

Coordinate: 45.911997 10.229594

Altezza 3.9 m

Larghezza 5.3 m

Lunghezza 20 m



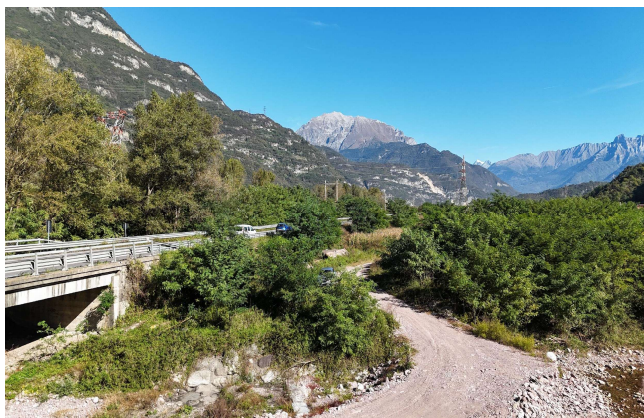
RP_2: Sottopasso presente a circa 200m a nord della breccia nell'argine del Resio

Coordinate: 45.908139 10.225581

Altezza 2.95m

Larghezza 3.85m

Lunghezza 20 m



RP_3: Argine destro del torrente Resio, dettaglio della rampa di accesso all'alveo in corrispondenza del punto ribassato



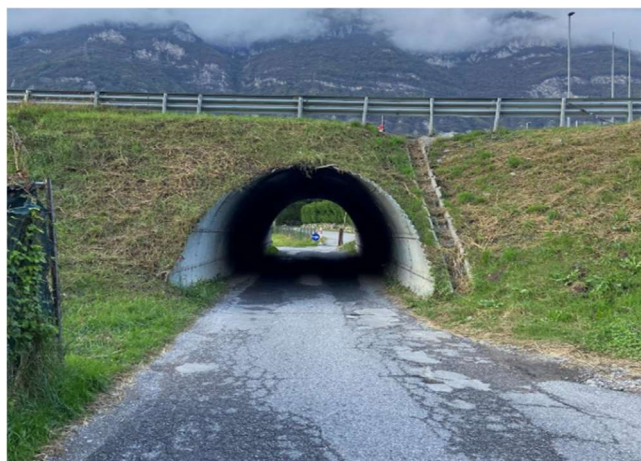
RP_4: Sottopasso a sud dell'eliporto

Coordinate: 45.905947 10.223379

Altezza 4.0 m

Larghezza 5.2 m

Lunghezza 20 m



RP_5: Sottopasso via Toroselle nei pressi della stazione di servizio

Coordinate: 45.902296 10.217680

Altezza 2.9 m

Larghezza 3.5 m

Lunghezza 20 m



RP_6: Sottopasso a sud della Sacca presso la curva di Via Novelle

Coordinate: 45.908139 10.225581

Altezza 2.85m

Larghezza 3.90m

Lunghezza 20 m

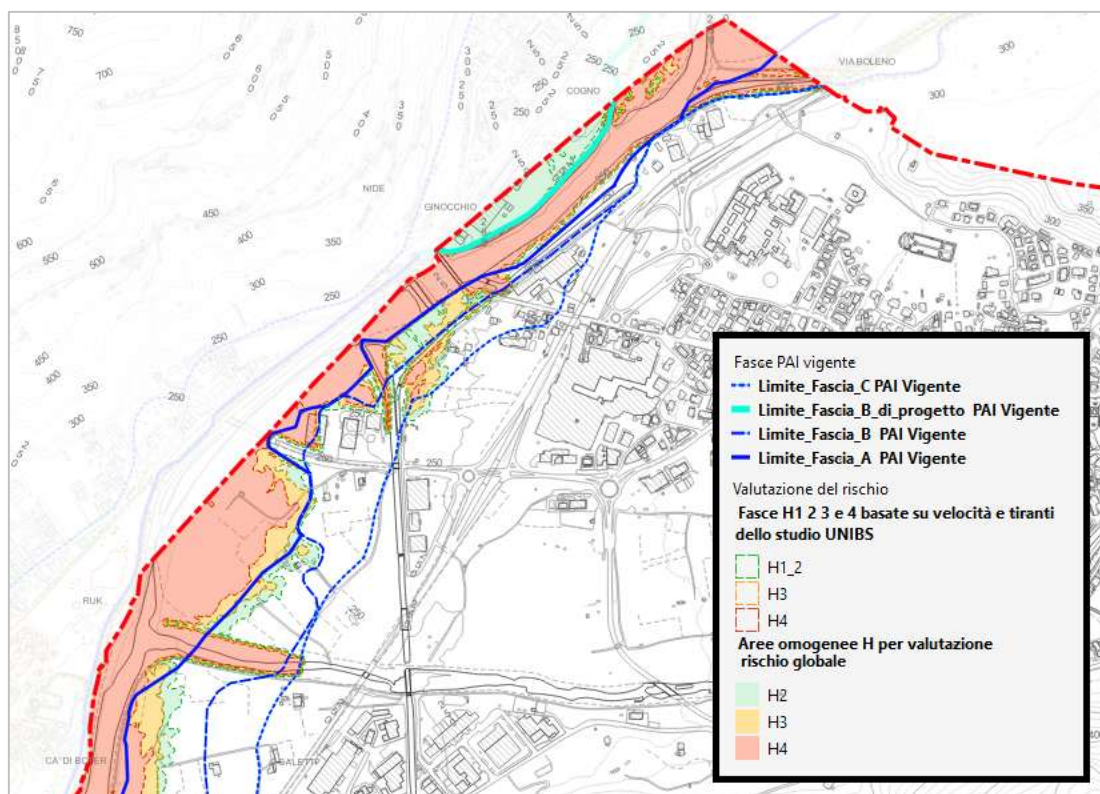


Figura 5. Confronto tra PAI vigente e zonazione della pericolosità derivata dallo studio UNIBS (TAV. 1) – centro storico

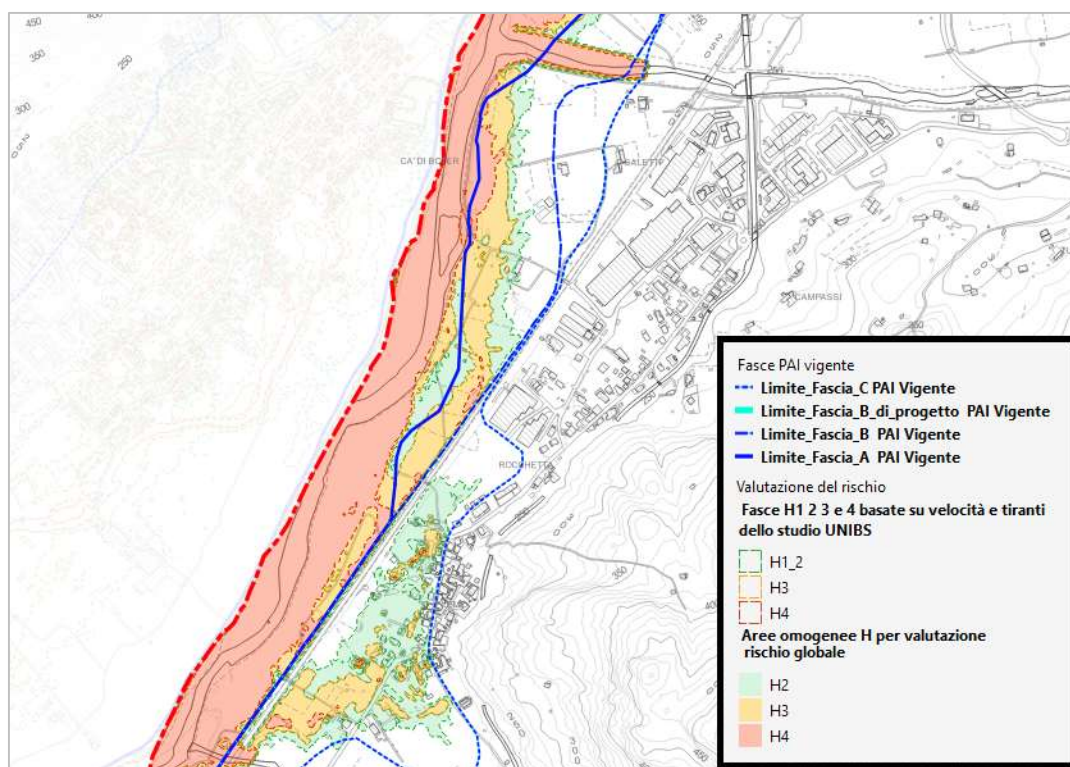


Figura 6. Confronto tra PAI vigente e zonazione della pericolosità derivata dallo studio UNIBS (TAV. 1) – fraz. Plemo

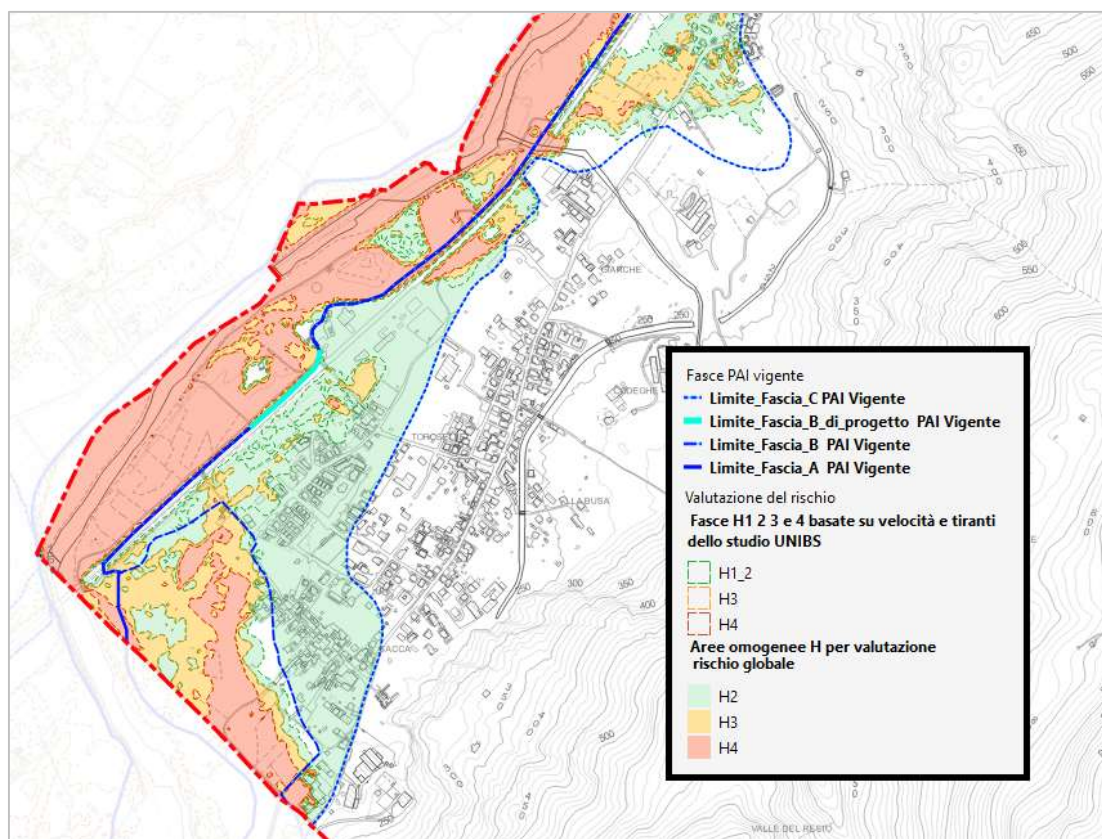


Figura 7. Confronto tra PAI vigente e zonazione della pericolosità derivata dallo studio UNIBS (TAV. 1) - fraz. Sacca

9.3.2 TORRENTE GRIGNA

Il Torrente Grigna si immette nella sinistra del Fiume Oglio nella porzione settentrionale del territorio di Esine. Il torrente ha origine da un ampio circo glaciale formato dal crinale dei Monti Colombine, Dasdana e Dosso Galli.

La Fascia di rispetto è di 10 m (R.D. n. 523 del 1904, art. 96, lett. f) definita a partire da argini e sponde. Il torrente Grigna appartiene all'ambito territoriale "Reticolo Secondario Collinare Montano - RSCM" del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Torrente	Area [km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza me- dia versanti [°]	Quota media m.s.l.m.	Quota max m.s.l.m.	Quota min m.s.l.m.
Grigna	102	18.6	26.76	1503	2668	237

Tabella 3. Caratteristiche topografiche del bacino

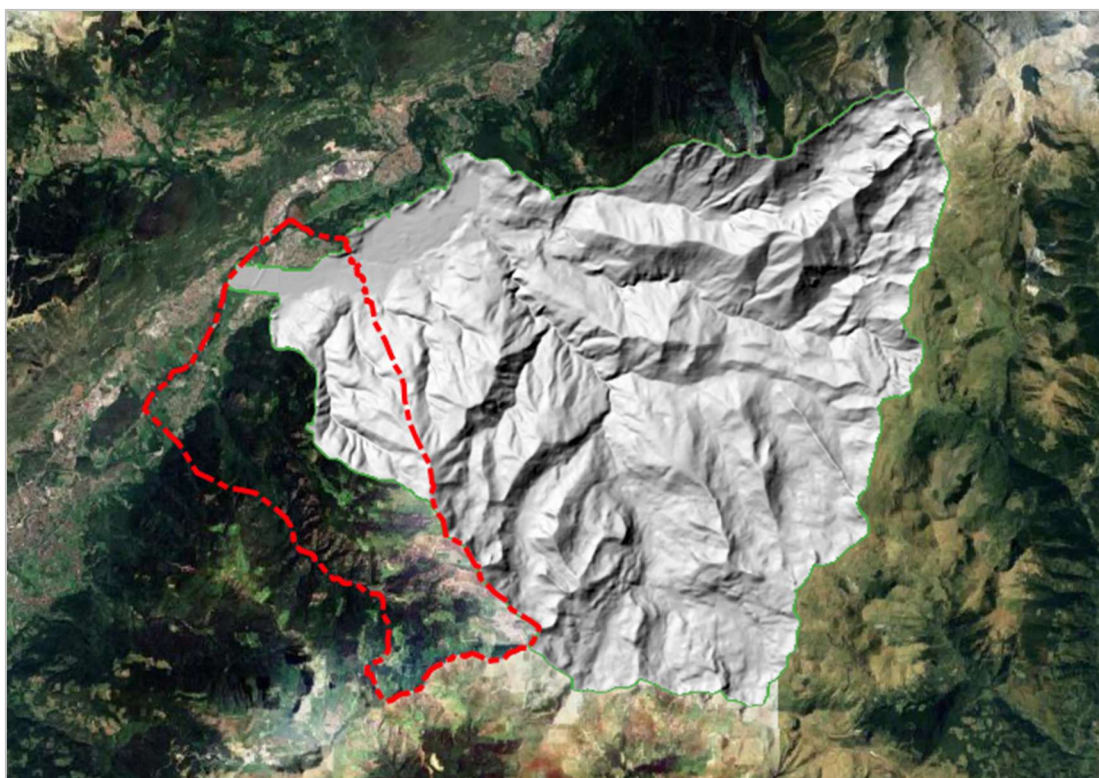


Figura 8. Bacino idrografico del torrente Grigna rispetto ai confini comunali

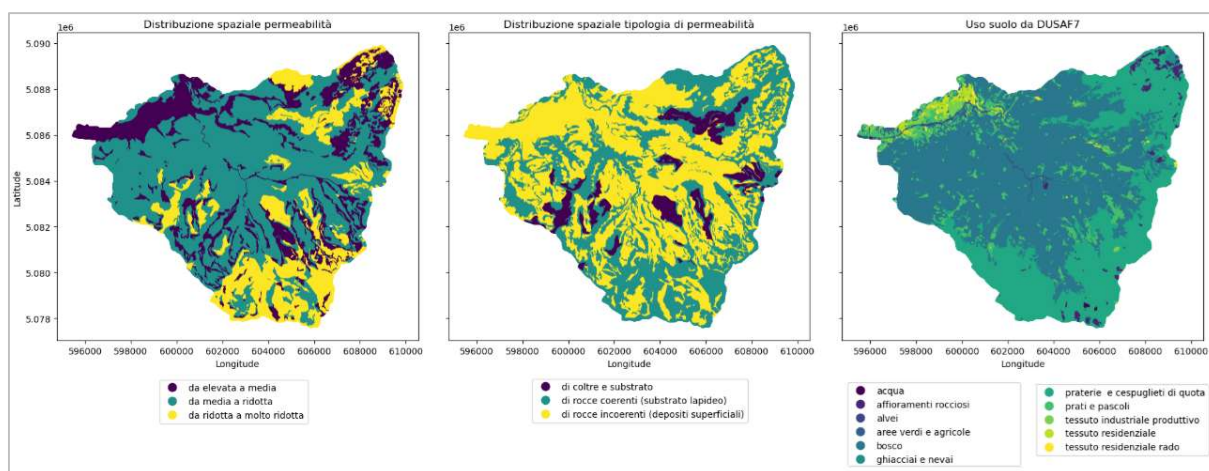


Figura 9. Inquadramento della permeabilità e della copertura del suolo (DUSAF)

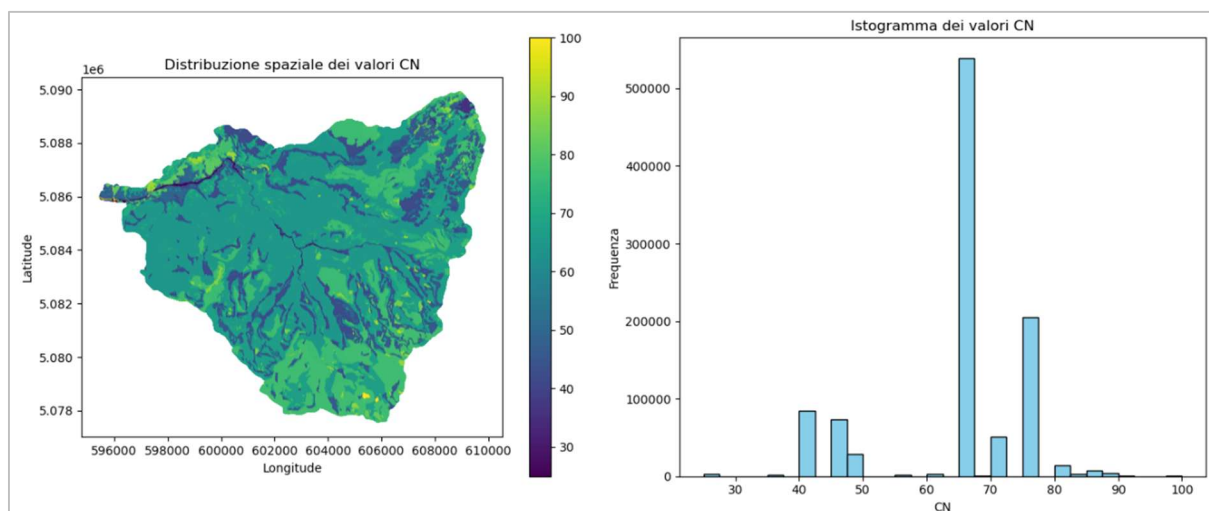


Figura 10. Valore di coefficiente CN calcolato in base a permeabilità e uso del suolo per stima portata al colmo

Tempo di ritorno in anni	Tempo di corrivazione [h]	wT	a	h critica [mm]	Intensità critica [mm/h]	a raggua- gliata	h critica ragguaagliata [mm]	Intensità critica ragguaagliata [mm/h]
2	2.4	0.927	20.621	29.7	12.4	19.366	29.1	12.1
5		1.285	28.572	41.1	17.2	26.834	40.3	16.8
10		1.526	33.937	48.8	20.4	31.872	47.8	20.0
20		1.761	39.159	56.3	23.5	36.777	55.2	23.0
50		2.070	46.031	66.2	27.6	43.230	64.9	27.1
100		2.306	51.265	73.8	30.8	48.146	72.2	30.2
200		2.543	56.554	81.4	34.0	53.113	79.7	33.3
500		2.862	63.644	91.6	38.2	59.772	89.7	37.4

Tabella 4. Parametri Gumbel e calcolo intensità di pioggia e intensità ragguaagliata

Tempo di ritorno in anni	deflusso superficiale [mm]	deflusso superficiale Volume [mc]	Q picco [mc/s]
2	0.1	961	0.22
5	1.0	102,843	23.85
10	2.5	254,545	59.03
20	4.5	456,368	105.83
50	7.7	792,025	183.66
100	10.7	1,094,009	253.69
200	14.0	1,434,585	332.66
500	19.0	1,940,271	449.93

Tabella 5. Portate al colmo di piena calcolate con SCS-CN e metodo triangolare semplice per il T. Grigna

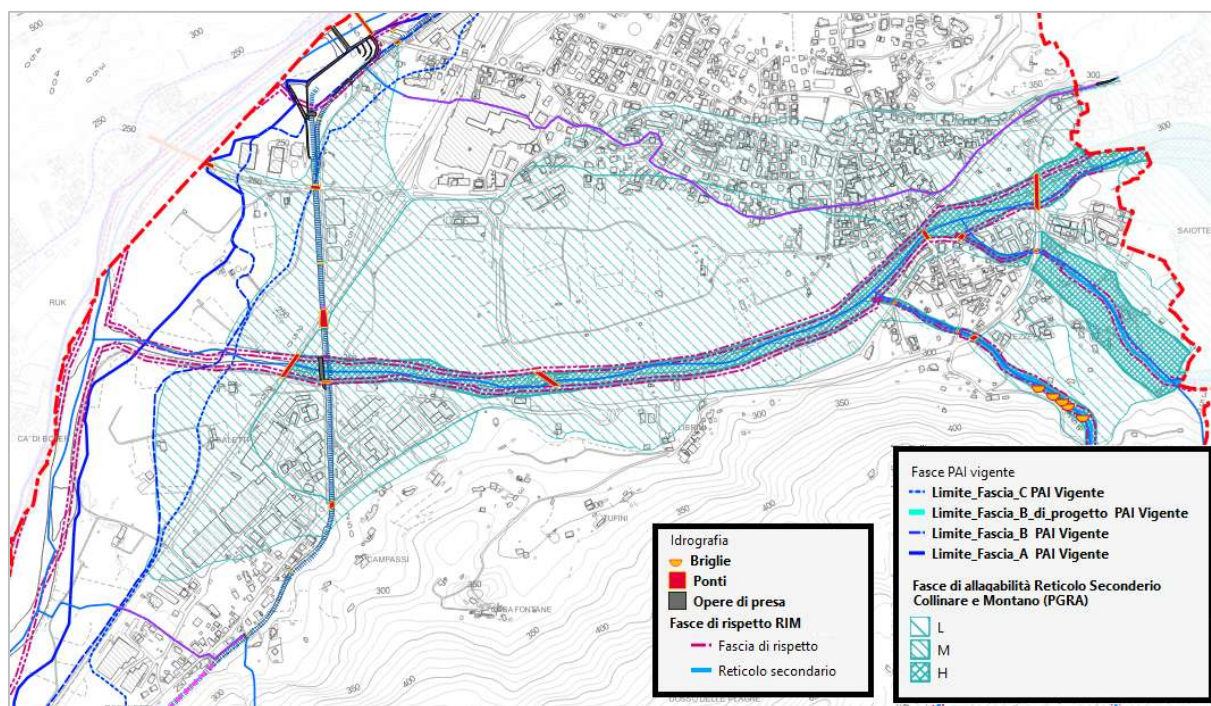


Figura 11. Inquadramento del tratto interferente con l'abitato con le opere di attraversamento e regimazione presenti, sovrapposto agli scenari PGRA

Come mostrato dall'estratto il Grigna risulta ben contenuto negli argini per gli scenari PGRA M e H.

9.3.3 TORRENTE RESIO

Il Torrente Resio confluisce nella sinistra del Fiume Oglio, che scorre nella porzione sud del territorio di Esine.

La Fascia di rispetto è di 10 m (R.D. n. 523 del 1904, art. 96, lett. f) definita a partire da argini e sponde.

Il torrente Resio appartiene all'ambito territoriale "Reticolo Secondario Collinare Montano - RSCM" del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Torrente	Area [Km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza me- dia versanti [°]	Quota me- dia m.s.l.m.	Quota max m.s.l.m.	Quota min m.s.l.m.
Resio	22	15.417	31	1545	2202	229

Tabella 6. Caratteristiche topografiche del bacino

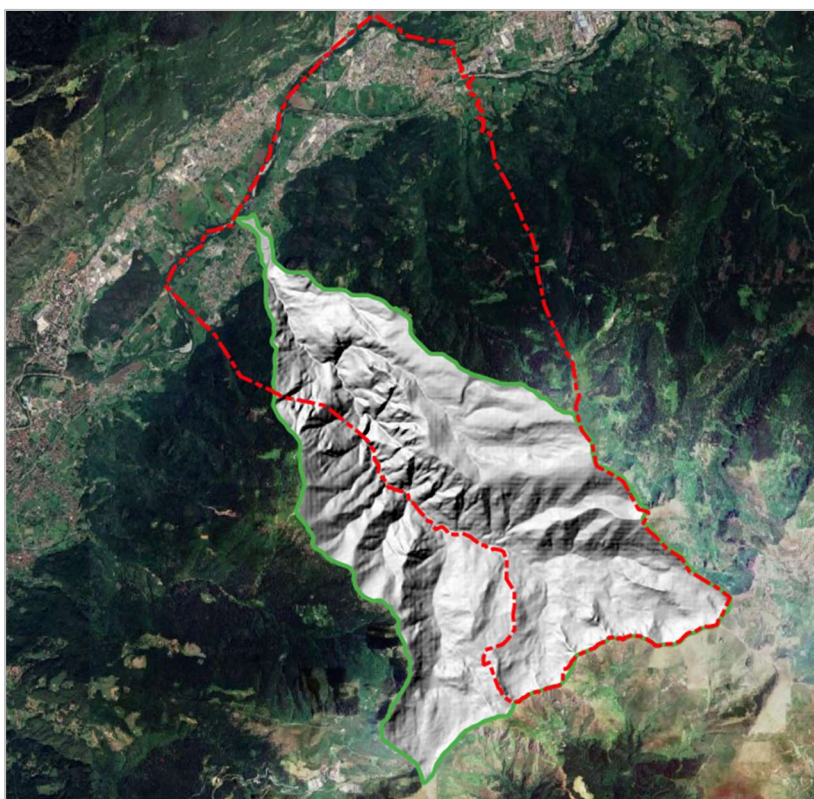


Figura 12. Bacino idrografico del torrente Resio rispetto ai confini comunali

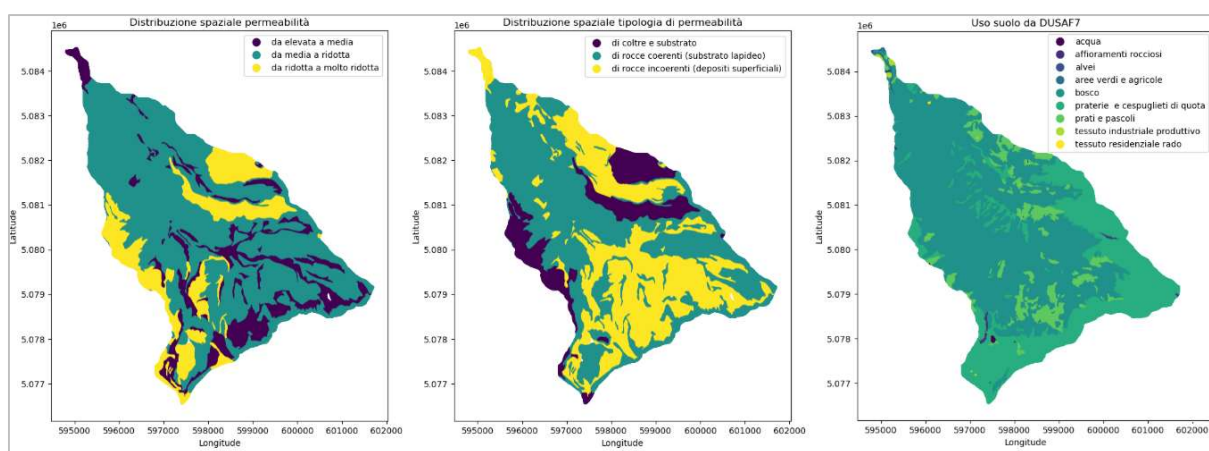


Figura 13. Inquadramento della permeabilità e della copertura del suolo (DUSAF)

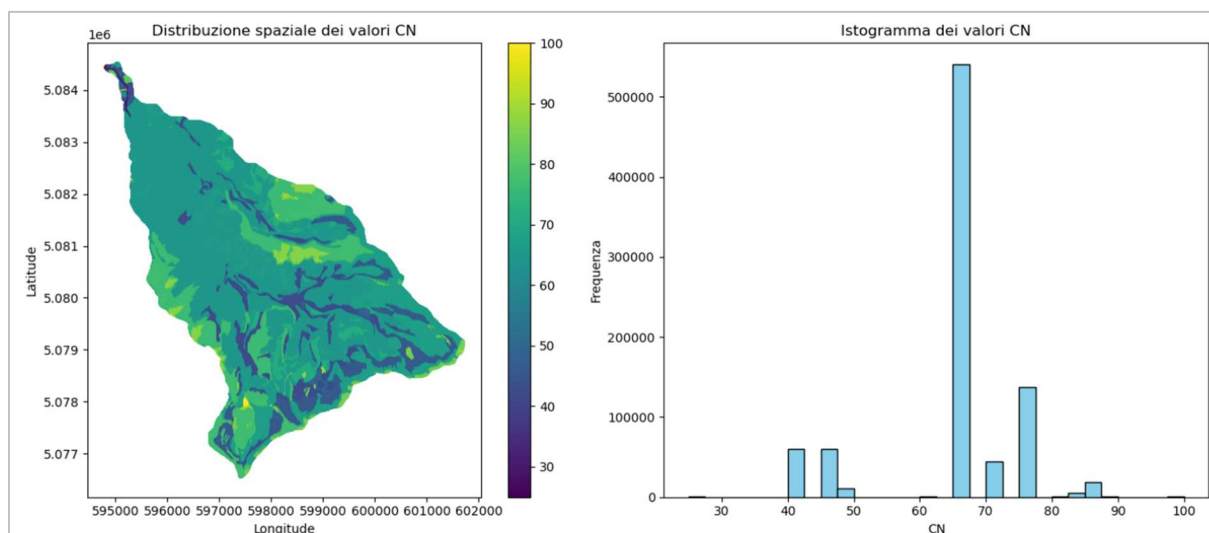


Figura 14. Valore di coefficiente CN calcolato in base a permeabilità e uso del suolo per stima portata al colmo

Tempo di ritorno in anni	Tempo di corrvazione [h]	wT	a	h critica [mm]	Intensità critica [mm/h]	a ragguagliata	h critica ragguagliata [mm]	Intensità critica ragguagliata [mm/h]
2	1.11	0.929	20.935	21.8	19.7	20.428	21.4	19.3
5		1.288	29.027	30.3	27.4	28.324	29.6	26.8
10		1.528	34.453	35.9	32.5	33.619	35.1	31.8
20		1.762	39.709	41.4	37.4	38.748	40.5	36.6
50		2.067	46.590	48.6	43.9	45.462	47.5	42.9
100		2.298	51.803	54.0	48.8	50.548	52.8	47.7
200		2.531	57.046	59.5	53.8	55.664	58.2	52.6
500		2.841	64.038	66.8	60.4	62.488	65.3	59.0

Tabella 7. Parametri Gumbel e calcolo intensità di pioggia e intensità ragguagliata

Tempo di ritorno in anni	deflusso superficiale [mm]	deflusso superficiale Volume [mc]	Q picco [mc/s]
2	0.0	0	0.00
5	0.0	731	0.37
10	0.4	8,979	4.51
20	1.1	24,955	12.53
50	2.6	56,390	28.31
100	4.0	87,286	43.82
200	5.6	123,869	62.19
500	8.2	180,385	90.56

Tabella 8. Portate al colmo di piena calcolate con SCS-CN e metodo triangolare semplice per il T. Resio

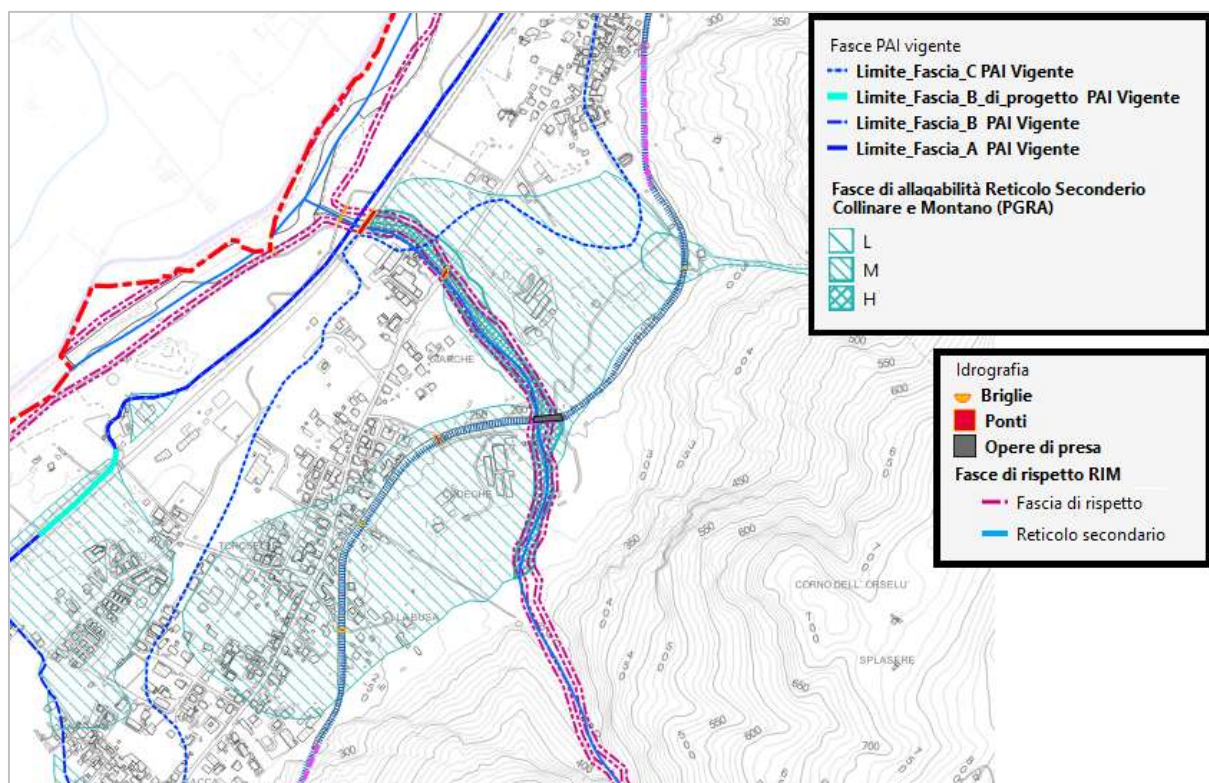


Figura 15. Inquadramento del tratto interferente con l'abitato con le opere di attraversamento e regimazione presenti, sovrapposto agli scenari PGRA

Come mostrato dall'immagine, il Resio è scarsamente interferente con l'abitato per gli scenari PGRA M e H. Come precedentemente anticipato, la problematica principale è relativa alla breccia dell'argine destro in caso di piena del fiume Oglio.

9.3.4 TORRENTE VAL CAVENA

Il torrente Val Cavena, affluente di sinistra del Torrente Grigna, attraversa la porzione nord-orientale del territorio di Esine. Ha origine in località Ca' del Pastore, sul versante occidentale della cima S. Giosente (1.955 m s.l.m.), a circa 1.877 m di quota. La confluenza nel Torrente Grigna avviene a circa 270 m s.l.m..

La Fascia di rispetto è di 10 m (R.D. n. 523 del 1904, art. 96, lett. f) definita a partire da argini e sponde. Il torrente Val Cavena appartiene all'ambito territoriale "Reticolo Secondario Collinare Montano - RSCM" del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Torrente	Area [Km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza me- dia versanti [°]	Quota me- dia m.s.l.m.	Quota max m.s.l.m.	Quota min m.s.l.m.
Val Cavena	5.6	5.8	32.67	1196	2079	270

Tabella 9. Caratteristiche topografiche del bacino

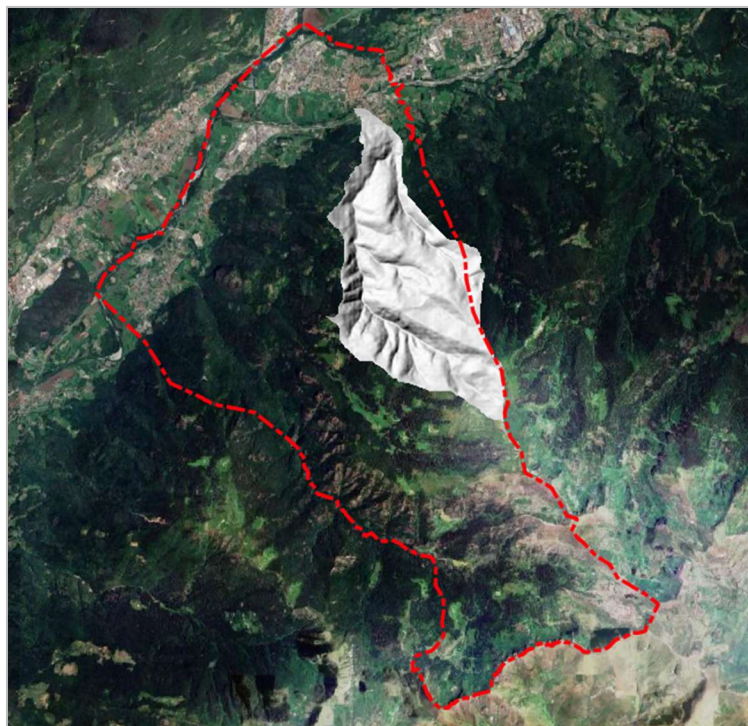


Figura 16. Bacino idrografico della Val Cavena rispetto ai confini comunali

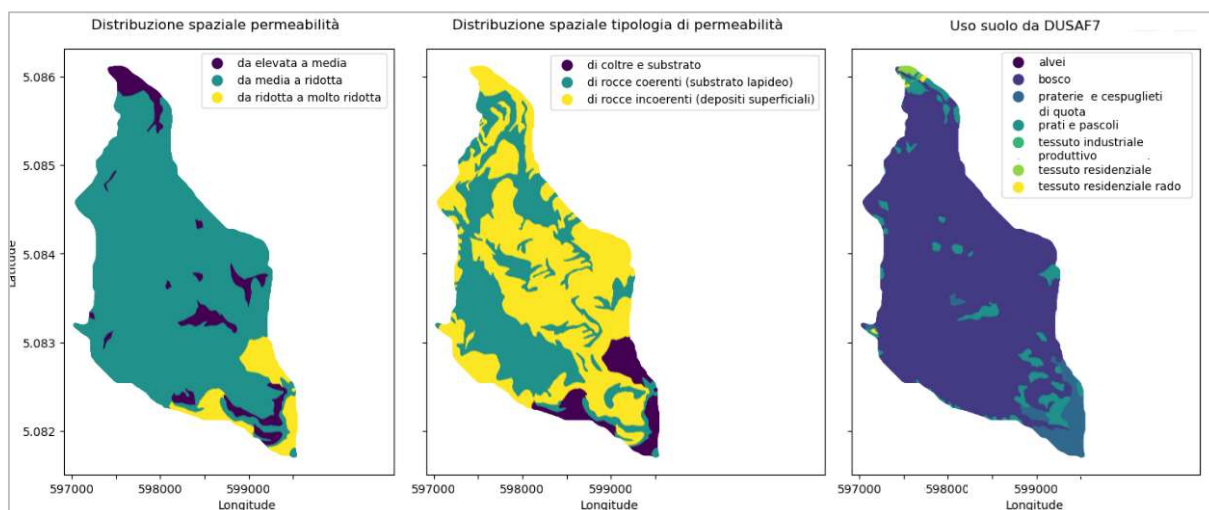


Figura 17. Inquadramento della permeabilità e della copertura del suolo (DUSAF)

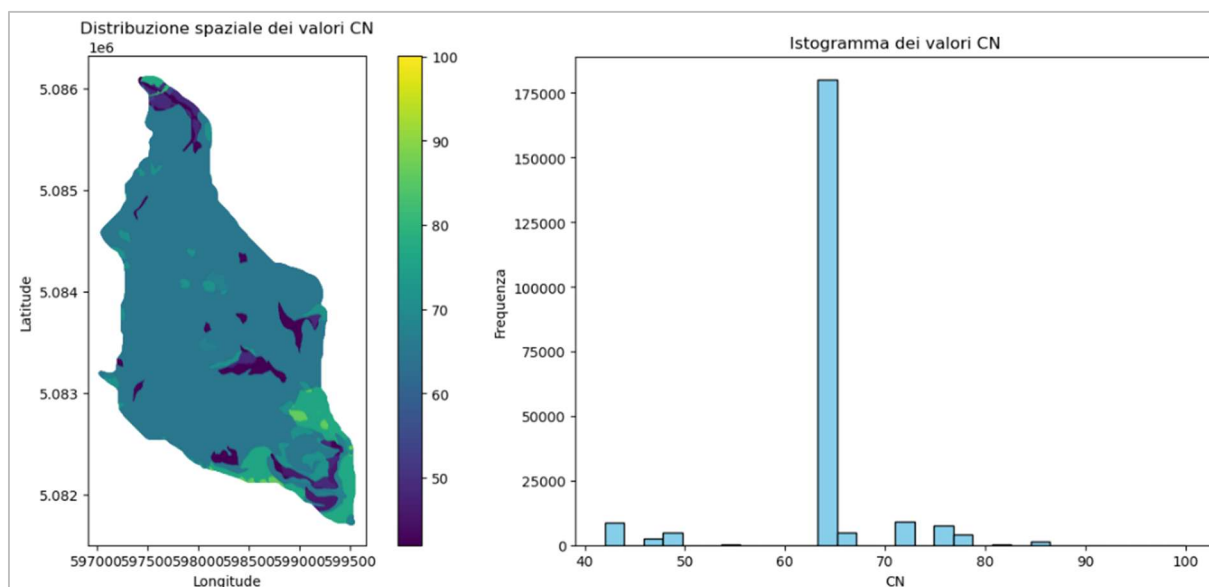


Figura 18. Valore di coefficiente CN calcolato in base a permeabilità e uso del suolo per stima portata al colmo

Tempo di ritorno in anni	Tempo di corrivazione [h]	wT	a	h critica [mm]	Intensità critica [mm/h]
2	0.72	0.927	21.475	18.8	26.2
5		1.288	29.849	26.2	36.4
10		1.532	35.501	31.1	43.2
20		1.769	41.004	35.9	50.0
50		2.082	48.247	42.3	58.8
100		2.320	53.766	47.1	65.5
200		2.560	59.344	52.0	72.3
500		2.883	66.824	58.6	81.4

Tabella 10. Parametri Gumbel e calcolo intensità di pioggia

Tempo di ritorno in anni	deflusso superficiale [mm]	deflusso superficiale Volume [mc]	Q picco [mc/s]
2	0.0	0	0.00
5	0.0	0	0.00
10	0.1	398	0.31
20	0.4	2,433	1.88
50	1.3	7,496	5.79
100	2.3	12,990	10.03
200	3.5	19,838	15.32
500	5.5	30,874	23.84

Tabella 11. Portate al colmo di piena calcolate con SCS-CN e metodo triangolare semplice per la Val Cavena

Si è svolto un sopralluogo specifico sui manufatti interferenti alla zona urbana per verificarne lo stato:

1. RIM_1 Ponte via Marconi (vicino confluenza T. Grigna).
2. RIM_2 Ponte via Fiamme Verdi
3. RIM_3 Ponte Provinciale

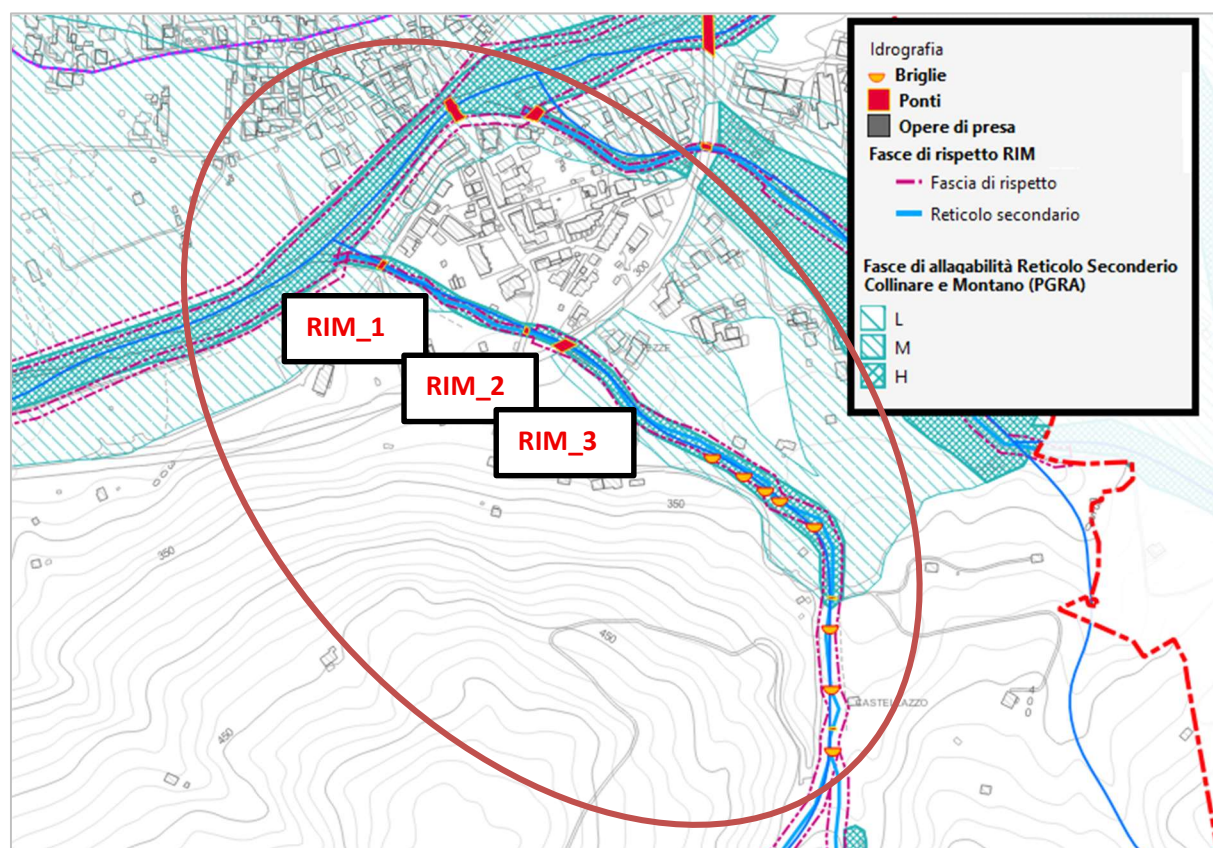
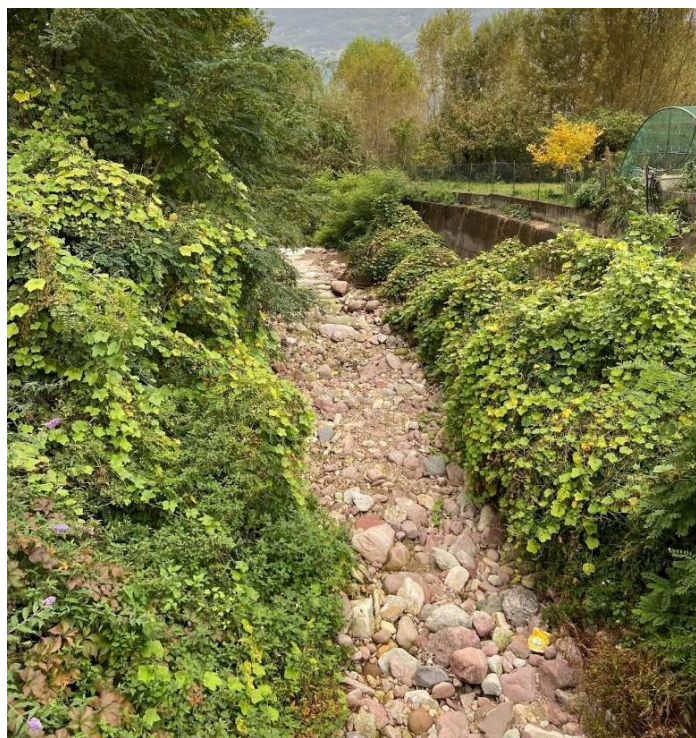


Figura 19. Inquadramento del tratto interferente con l'abitato con le opere di attraversamento e regimazione presenti, sovrapposto agli scenari PGRA



RIM_1.

Ponte a semiarco di via Marconi (vicino confluenza T. Grigna) - Vista verso valle

Altezza 3 m

Larghezza 7 m

Torrente dotato di arginature, evidente presenza di vegetazione fatta eccezione per la sezione centrale dell'alveo.

Manufatto in buono stato e con ampia luce, in relazione alle portate previste



RIM_2.

Ponte di via Fiamme Verdi –

Viste verso valle e verso monte

Larghezza 5.4 m

Altezza 3.1 m

45.920585 10.258967

Presenza di arginature e opere di fondo
Manufatto in buono stato e con ampia luce in relazione alle portate previste, considerando la zona d'espansione a monte e la ripida rampa a valle del ponte





RIM_3.

Ponte della Provinciale - vista verso monte e verso valle

Larghezza 13 m

Altezza 3.70 m

45.920483 10.259360

Presenza di arginature e ampia luce del manufatto in relazione alle portate previste. Evidenza di vegetazione sparsa sulle sponde e sulle sezioni laterali dell'alveo

9.3.5 TORRENTE VAL CANILE

Il torrente Valle Canile, affluente di sinistra del Torrente Grigna, attraversa per un breve tratto la porzione nord-orientale del territorio di Esine. Nasce nel territorio di Berzo Inferiore, alle pendici del Monte Bodrello (1.725 m s.l.m.), a circa 1.520 m di quota. La confluenza nel Torrente Grigna avviene alla quota di circa 285 m s.l.m..

La Fascia di rispetto è di 10 m (R.D. n. 523 del 1904, art. 96, lett. f) definita a partire da argini e sponde. Il torrente Val Canile appartiene all'ambito territoriale *"Reticolo Secondario Collinare Montano - RSCM"* del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Torrente	Area [Km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza me- dia versanti [°]	Quota media m.s.l.m.	Quota max m.s.l.m.	Quota min m.s.l.m.
Val Canile	3.84	4.9	31.02	1090	1953	285

Tabella 12. Caratteristiche topografiche del bacino



Figura 20. Bacino idrografico del torrente Val Canile rispetto ai confini comunali

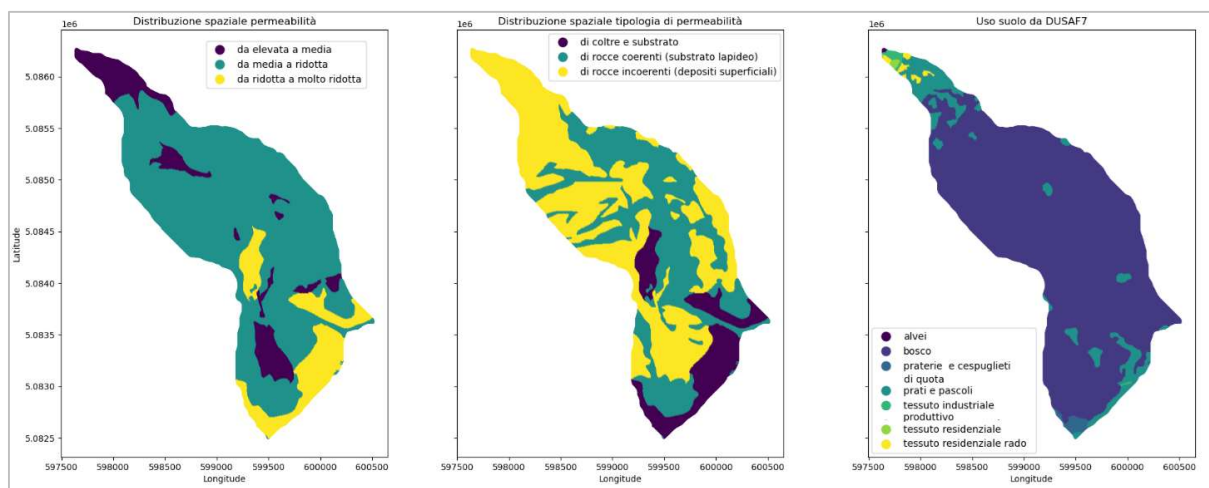


Figura 21. Inquadramento della permeabilità e della copertura del suolo (DUSAF)

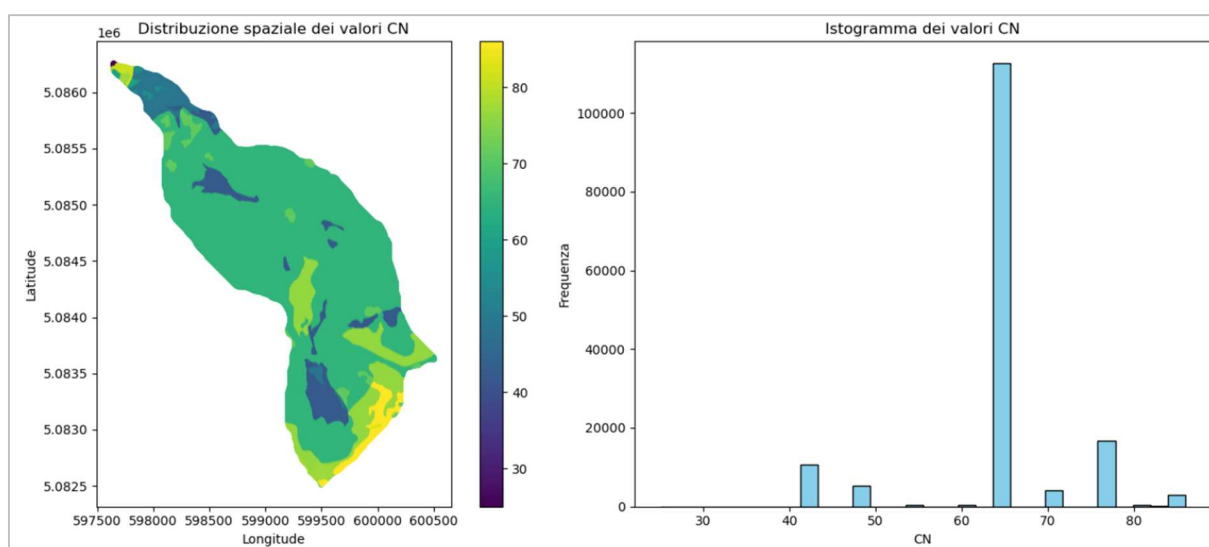


Figura 22. Valore di coefficiente CN calcolato in base a permeabilità e uso del suolo per stima portata al colmo

Tempo di ritorno in anni	Tempo di corrivazione [h]	wT	a	h critica [mm]	Intensità critica [mm/h]
2	0.62	0.926	21.570	17.9	28.7
5		1.287	29.954	24.8	39.8
10		1.530	35.618	29.5	47.4
20		1.767	41.136	34.1	54.7
50		2.079	48.405	40.2	64.4
100		2.317	53.948	44.7	71.7
200		2.558	59.553	49.4	79.2
500		2.881	67.075	55.6	89.2

Tabella 13. Parametri Gumbel e calcolo intensità di pioggia

Tempo di ritorno in anni	deflusso superficiale [mm]	deflusso superficiale Volume [mc]	Q picco [mc/s]
2	0.0	0	0.00
5	0.0	0	0.00
10	0.0	85	0.08
20	0.3	1,065	0.95
50	1.0	3,891	3.47
100	1.8	7,105	6.33
200	2.9	11,197	9.97
500	4.7	17,897	15.94

Tabella 14. Portate al colmo di piena calcolate con SCS-CN e metodo triangolare semplice per la Val Canile

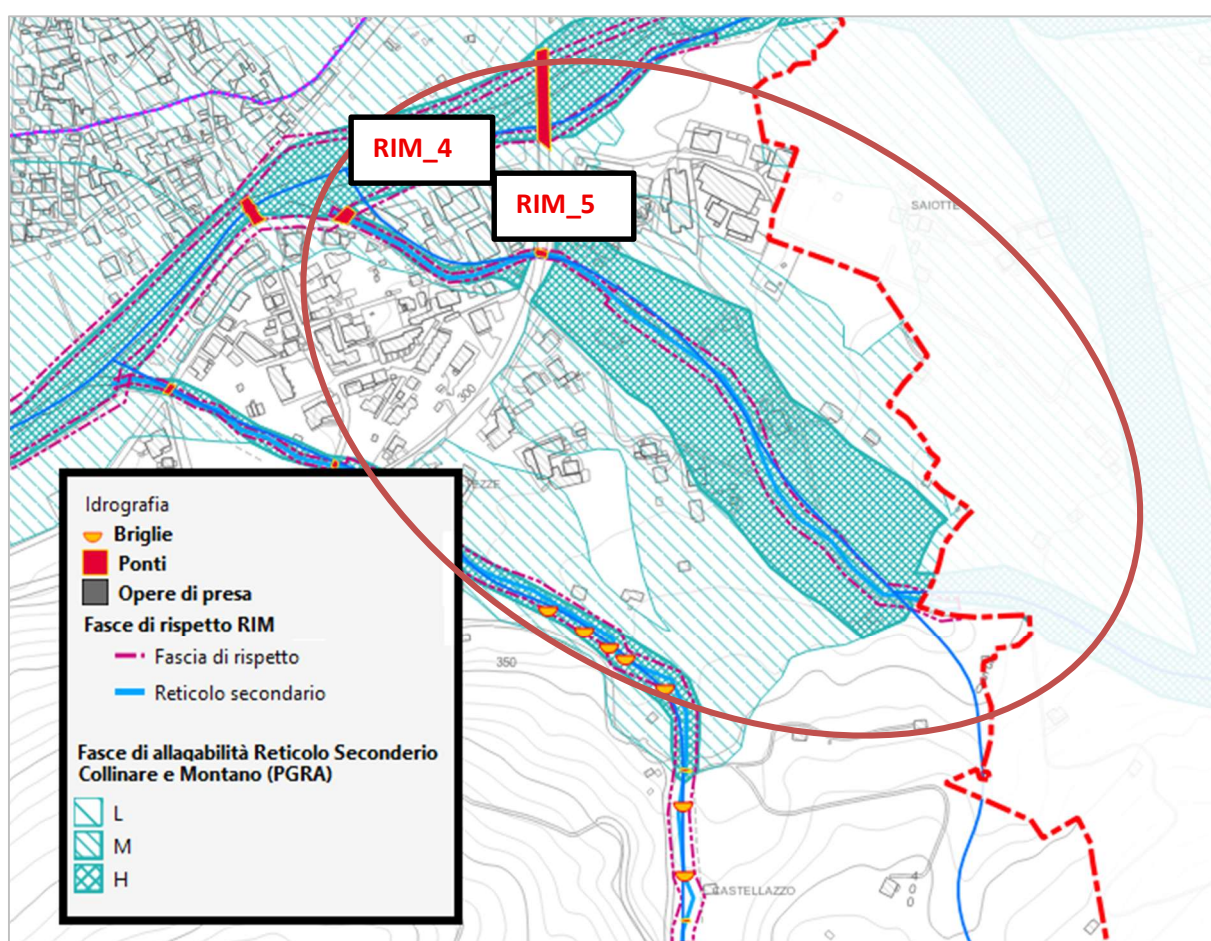


Figura 23. Inquadramento del tratto interferente con l'abitato con le opere di attraversamento e regimazione presenti, sovrapposto agli scenari PGRA

Si è svolto un sopralluogo specifico sui manufatti interferenti alla zona urbana per verificarne lo stato:

1. RIM_4 Ponte via Tolotti (vicino confluenza Grigna);

2. RIM_5 Ponte Provinciale Val Canile



RIM_4.

Ponte via Tolotti, vicino alla confluenza con il Grigna - vista verso monte e verso valle

Larghezza 5.9 m

Altezza 2.8 m

45.922664, 10.259263

Manufatto in buono stato, fondo e arginature presenti. Vegetazione sparsa presente ma non preponderante.

Dimensioni della luce adeguate alle portate previste.



RIM_5.

Ponte Provinciale - viste verso monte e valle

Larghezza 6 m

Altezza 4.5 m

45.920465 10.259549

Manufatto in buono stato, fondo e arginature a valle presenti. Vegetazione sparsa, ma non preponderante.

Il fondo in cemento liscio è interessato da fenomeni di degradazione del copriferro. Si è rilevata presenza di tondini di ferro piegati, di lunghezza anche decimetrica. Come si nota dalle foto, vi è diffusa presenza di massi e blocchi.

Dimensioni della luce adeguate alle portate previste.



Nel tratto a monte del ponte della strada provinciale, l'arginatura in sinistra idraulica è molto ribassata rispetto ad altri tratti, con presenza di prati declinanti in alveo. Quest'area funge in caso di eventi di piena da area di espansione, in linea con lo scenario di allagamento frequente H del PGRA e quindi da considerarsi ad alta vulnerabilità idraulica.

9.3.6 CANALE IDROELETTRICO “ITALSIDER”

Il canale artificiale, opera di collegamento tra l’opera di presa sul fiume Oglio a Esine e la centrale idroelettrica di Paraviso a Gratacasolo (Pisogne), è lungo circa 15 km, alternando tratti a cielo aperto e in galleria, di cui circa 6 in comune di Esine.

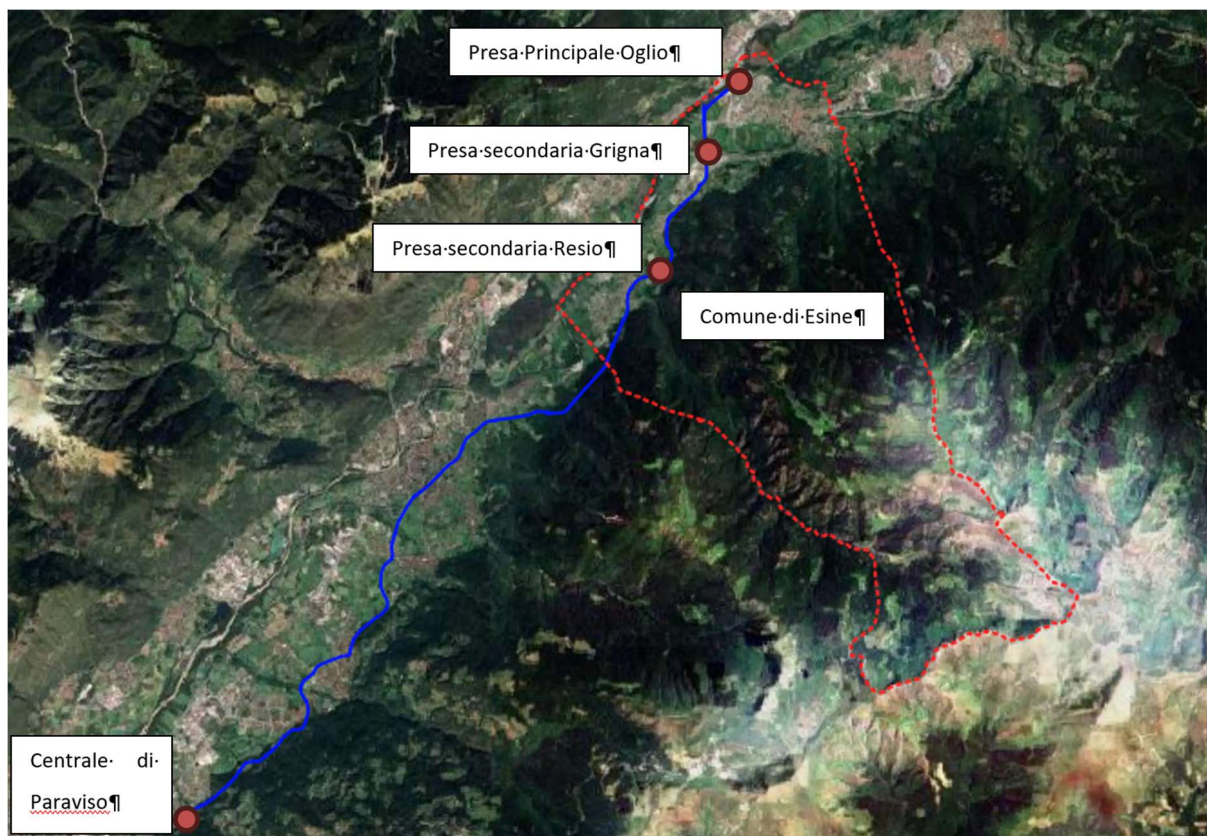


Figura 24. Tracciato del canale idroelettrico con le opere di presa

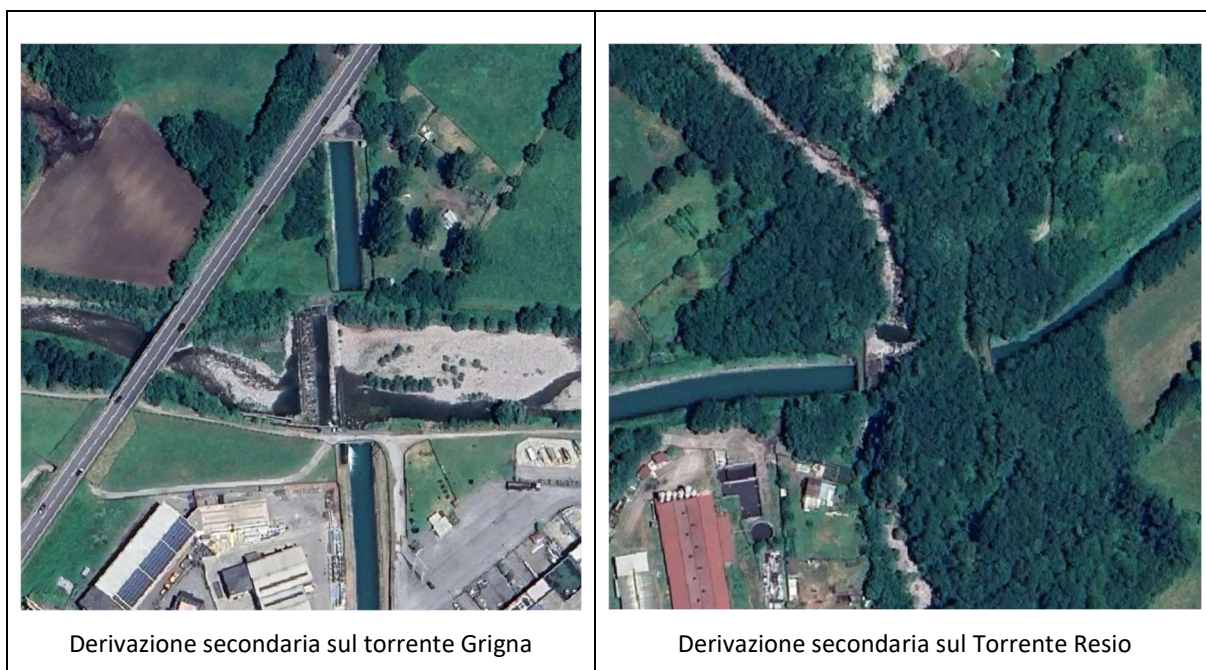
Si tratta di un canale a pelo libero di sezione trapezoidale (larghezza massima al culmine di circa 20m), con fondo e sponde in cemento.

L’opera di presa principale a Esine è localizzata a nord del comune, al confine con l’abitato di Cagno ed è costituita da paratoie di regolazione e sfioratori che consentono di derivare la portata concessa e di scaricare l’eccedenza nel fiume. In condizioni normali, il sistema mantiene la portata di concessione costante verso il canale, mentre in caso di piena straordinaria dell’Oglio le paratoie vengono chiuse o ridotte. Gli sfioratori restituiscono l’acqua al corso naturale per evitare sovraccarichi e garantire la sicurezza idraulica.

Sono presenti opere di presa anche sui torrenti Resio e Grigna, che convogliano acqua nel sistema di derivazione verso Paraviso. Sono dotate di dispositivi di regolazione e rilascio del Deflusso Ecologico (D.E.), introdotto negli ultimi anni per garantire la continuità fluviale e ridurre l’impatto ambientale.



Figura 25. Derivazione principale sul Fiume Oglio



Oltre a queste opere di presa si possono individuare circa 3 km² di area (evidenziata in rosso) del territorio di Esine che in caso di forti precipitazioni scolano in questo corso artificiale, maggiorandone la portata.

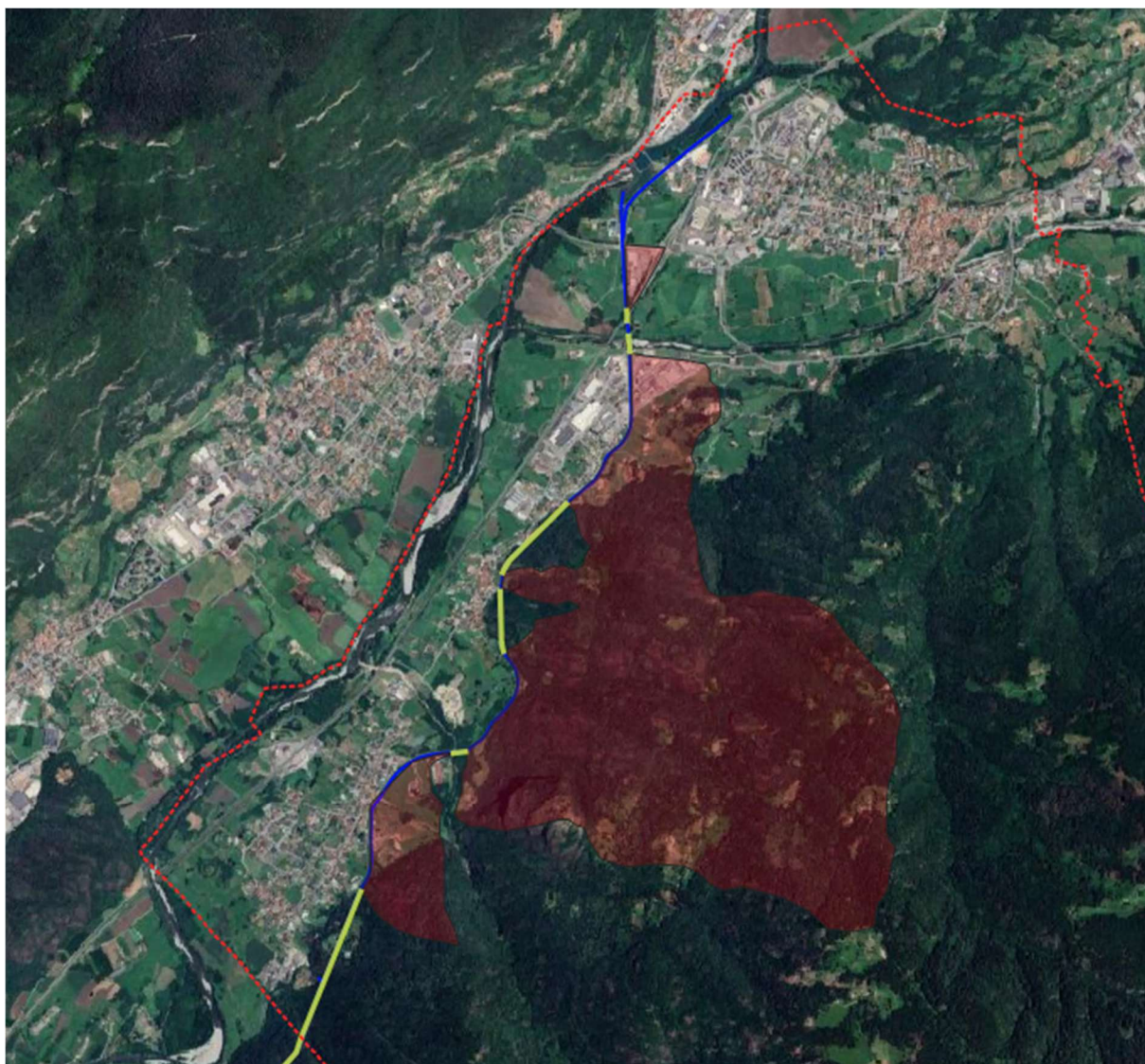


Figura 26. Perimetrazione in rosso delle aree di impluvio che scolano nel canale in caso di forti piogge, evidenziati in giallo i tratti in galleria del canale

Torrente	Area [Km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza media ver- santi [°]	Quota media m.s.l.m.	Quota max m.s.l.m.	Quota min m.s.l.m.
Tratto di canale Italsider che sottende i sottobacini (rif. estratto Fig. 26)	3.02	3.01	28.24	611	1321	241

Tabella 15. Caratteristiche topografiche dei bacini

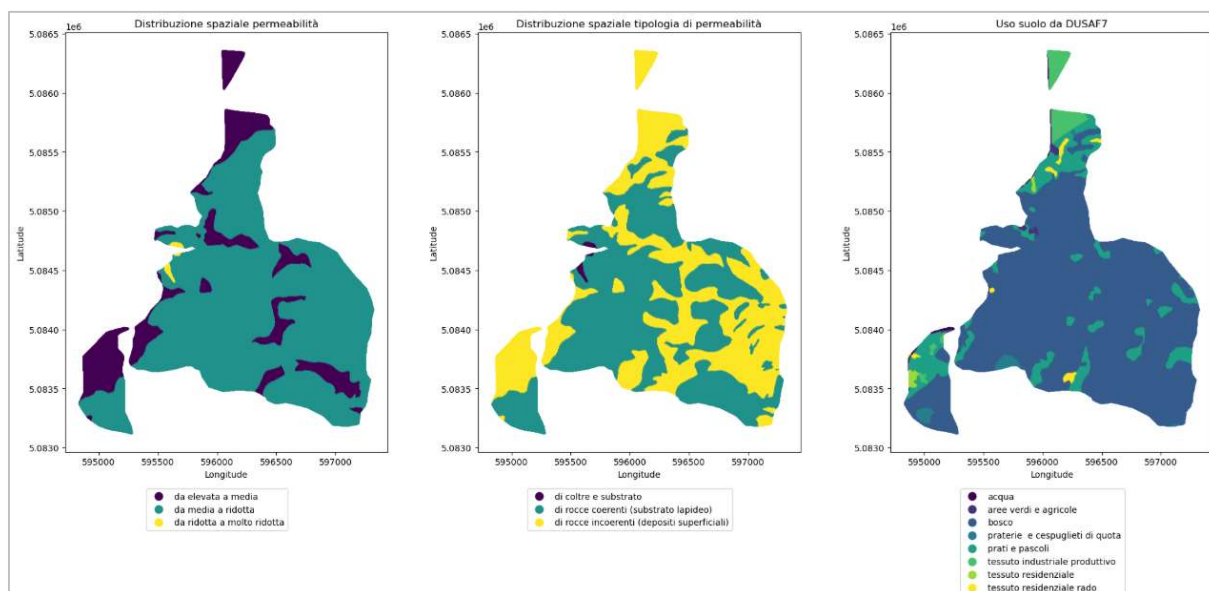


Figura 27. Inquadramento della permeabilità e della copertura del suolo (DUSAF)

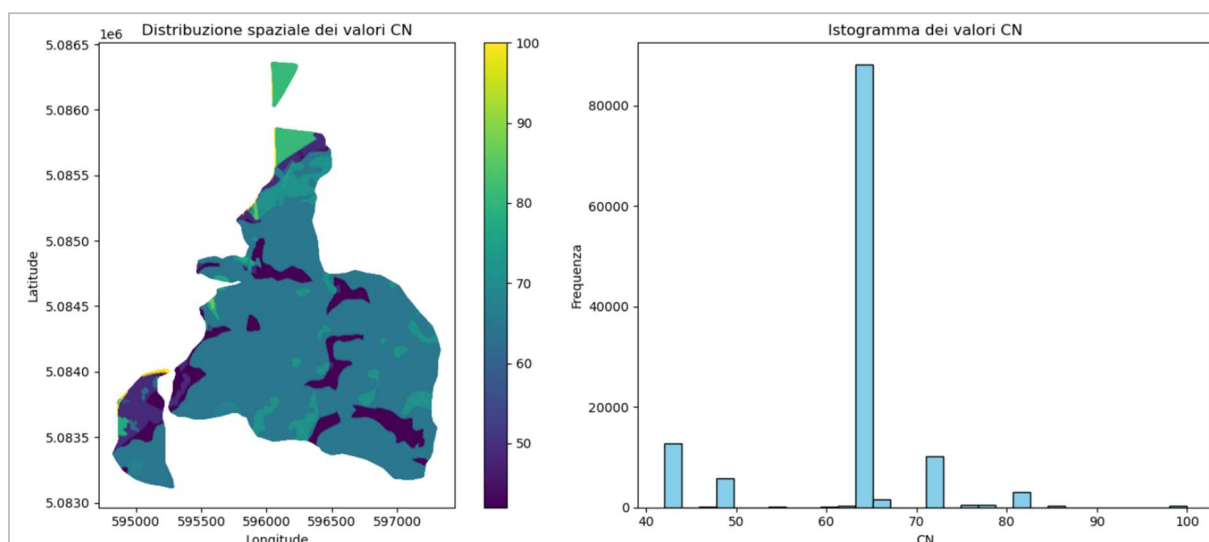


Figura 28. Valore di coefficiente CN calcolato in base a permeabilità e uso del suolo per stima portata al colmo

Tempo di ritorno in anni	Tempo di corrvazione [h]	wT	a	h critica [mm]	Intensità critica [mm/h]
2	0.61	0.928	23.554	19.9	32.5
5		1.280	32.503	27.4	44.8
10		1.519	38.551	32.5	53.2
20		1.751	44.446	37.5	61.3
50		2.057	52.217	44.0	72.0
100		2.290	58.144	49.0	80.2
200		2.527	64.140	54.1	88.4
500		2.844	72.192	60.9	99.5

Tabella 16. Parametri Gumbel e calcolo intensità di pioggia

Tempo di ritorno in anni	deflusso superficiale [mm]	deflusso superficiale Volume [mc]	Q picco [mc/s]
2	0.0	0	0.00
5	0.0	0	0.00
10	0.0	144	0.13
20	0.4	1,148	1.04
50	1.2	3,808	3.46
100	2.2	6,758	6.14
200	3.4	10,478	9.52
500	5.3	16,525	15.01

Tabella 17. Portate al colmo di piena calcolate con SCS-CN e metodo triangolare semplice per l'area scolante lungo il perimetro del canale idroelettrico

Date le caratteristiche geometriche e la regimazione in gran parte artificiale del canale, è assai improbabile che un evento meteorico locale metta in crisi il manufatto. È importante comunque che il concessionario delle infrastrutture si occupi in maniera scrupolosa della manutenzione delle stesse e della predisposizione di adeguati piani di gestione in caso emergenziale.

9.3.7 VASO RE

Il Vaso Re è un canale artificiale che partendo da Bienno scorre a nord del torrente Grigna.

In origine il canale derivava le acque da due sorgenti perenni, denominate Fontanoni e Pettolera, le fonti storiche attestano la presenza e l'operatività del sistema idraulico già intorno all'anno 1000, con la funzione primaria di fornire energia idraulica a opifici, mulini e magli distribuiti lungo la valle.

A seguito dell'urbanizzazione del dopoguerra, gran parte del percorso originario risulta interrato. L'alimentazione del canale non avviene più dalle sorgenti storiche, ma tramite derivazione dall'opera di presa della centrale idroelettrica "Terzo Salto" dove un apposito stramazzo consente l'immissione nel canale artificiale, in condizioni ordinarie, di una portata massima pari a 350 l/s di concessione.

Oltre a questa portata, in caso di pioggia, l'acqua meteorica viene convogliata nel canale anche per mezzo di scolmatori fognari nei tre comuni di Bienno, Berzo Inferiore ed Esine.

Il Comune di Berzo Inferiore prevede di terminare nel 2026 un'opera di regimazione del Vaso Re "INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA FINALIZZATI AL MIGLIORAMENTO IDRAULICO DEL VASO RE IN COMUNE DI BERZO INFERIORE (BS)", progettazione a firma dello studio di ingegneria Solid Eng S.r.l.. L'intervento consiste in una vasca a paratoia con un condotto ϕ 100 cm che scaricherà una portata consistente dell'eccedenza meteorica nel torrente Grigna.

	Interventi di manutenzione straordinaria finalizzati al miglioramento idraulico del Vaso Re in Comune di Berzo Inferiore (BS)	Progettazione a cura di: SOLIDeng s.r.l.
	PROGETTO ESECUTIVO	
	0359-02-T0007 – RELAZIONE IDROLOGICA	Data di emissione: Ottobre 2024
COMUNE DI BERZO INFERIORE - Piazza Umberto I, 38 – 25040 Berzo Inferiore (BS)		

Acqua di dilavamento superficiale	Tr 2 anni	Tr 5 anni	Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni
Q_{max} (m ³ /s) Berzo Inferiore + Bienno	2.42	3.33	3.95	4.55	5.35	5.96
Q_{max} (m ³ /s) Derivazione Vaso Re	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Q_{max} totale (m ³ /s)	2.77	3.68	4.30	4.90	5.70	6.31

Tabella 18. Portate calcolate per i comuni di Berzo Inferiore e Bienno (fonte relazione tecnica “Interventi di manutenzione straordinaria finalizzati al miglioramento idraulico del Vaso Re in comune di Berzo Inferiore (BS)”



Figura 29. Organo di regolazione in fase di realizzazione in comune di Berzo Inferiore

Come definito nello stesso progetto queste portate sono teoriche, in quanto la rete fognaria dei due paesi non è in realtà in grado di convogliare tutta l'acqua nel vaso Re, andando in crisi probabilmente già alla portata con tempi di ritorno di 10 anni.

La relazione idraulica del progetto comunque prevede che il nuovo scarico verso il Grigna realizzato nel comune di Berzo inferiore di DN 1000 potrà scaricare circa 3 mc/s nel torrente, garantendo portate fisse a valle, e quindi verso Esine di 0.6 mc/s fino a un tempo di ritorno di 10 anni.

Le nuove portate all'ingresso di Esine sarebbero ragionevolmente stimabili come segue:

	Tr 2 anni	Tr 5 anni	Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni
Q max verso Esine (mc/s) ad opera completata	0.6	0.6	1.3	1.9	2.7	3.31

Tabella 19. Ipotesi portate verso Esine al completamento dell'opera

Nel comune di Berzo Inferiore, al confine con Esine in via Nodari, è presente un'altra opera di regimazione del vaso Re, composta da una griglia, uno sfioro laterale e uno sfioro a paratia che scaricano le acque in eccesso nel Grigna.

Lo stato dell'opera è vetusto, con un consistente accumulo di sedimento sul fondo per circa 50 cm di altezza sui 70 cm disponibili in questa sezione.

Tale situazione provoca di fatto che, anche nel caso di eventi di precipitazione non estremi, le acque del Vaso Re tracimino le opere di sfioro, dando luogo a fenomeni di ruscellamento lungo la strada verso il centro di Esine, mettendo in crisi l'infrastruttura fognaria.

L'ingresso del Vaso Re nel territorio comunale avviene tramite un tubo in cemento di diametro 600, situato dopo la paratia di regolazione del flusso.

La manutenzione e la calibrazione di quest'opera è la chiave per la risoluzione dei problemi di ruscellamento dell'acqua verso il centro del paese, ma anche per la sicurezza idraulica e fognaria del centro di Esine, in quanto il percorso del Vaso Re è da questo punto in poi intubato in zona urbana fino a poco prima dell'immissione nel fiume Oglio.

Il tracciato del Vaso Re funge da collettore ai principali sfioratori della rete mista del paese di Esine. Per gran parte del percorso il Vaso Re è costituito da un tubo in cemento di diametro 1000, all'interno del quale sono presenti quasi costantemente depositi di sedimenti più o meno consistenti. L'intersezione con gli scolmatori fognari verrà di seguito dettagliato nel capitolo dedicato alla struttura e alle criticità del sistema fognario (riferimento Tavv. 1-2).

9.4 SISTEMA FOGNARIO E DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema fognario e di smaltimento delle acque meteoriche di Esine può essere essenzialmente diviso in settori indipendenti:

Settore a nord del Torrente Grigna: questo comprende l'abitato storico di Esine e le aree di espansione nella zona pianeggiante a ovest. Ad eccezione di poche reti di acque bianche con vasca di infiltrazione collegate ai complessi industriali più recenti in Via Faede, il resto della rete è mista e convoglia sia le acque nere che bianche. Nella zona est il sistema è caratterizzato da pendenze abbastanza elevate tra il 6 e il 3%, mentre la zona sud-ovest è pianeggiante con pendenze inferiori al 2%.

Le infrastrutture principali di questo settore sono rappresentate da:

- Una tubazione di geometria ovoidale e dimensione 100x80 cm, che raccoglie la quasi totalità dei reflui di via Manzoni. L'acqua in eccesso durante le precipitazioni viene scolmata nell'Oglio, mentre il resto dei reflui è rilanciato verso il depuratore in via Faede, in prossimità del confine comunale;
- Un collettore ϕ 40 cm intercomunale proveniente da Berzo Inferiore, che lambisce tutto il lato sud dell'ambito, collettando parte del refluo con terminazione al depuratore.
- Il Vaso Re, che come anticipato si tratta di corso intubato ϕ 100 cm, primariamente raccoglie le acque di sorgente provenienti da Bienno. Non si tratterebbe di un collettore fognario, tuttavia riceve le acque di sfioro degli scaricatori di piena fognari dei comuni di Bienno e Berzo Inferiore. Il suo funzionamento idraulico e le sue condizioni sono strettamente collegati al comportamento delle reti miste che vi scaricano durante eventi di pioggia. Tutti gli sfioratori fognari di questa zona, ad eccezione di quello al termine di Via Manzoni, scaricano le acque meteoriche nel Vaso Re.

Settore a sud del Torrente Grigna: questo lungo settore è essenzialmente composto da quattro sotto-settori interconnessi a cascata da nord a sud:

- **Sottosettore di Via Fiamme Verdi/Torta/Marconi.** Questa rete ad acque miste, con pendenze fino al 5-7%, scarica l'acqua in eccesso da uno scaricatore posto sulla Val Cavena, all'altezza del ponte di Via Marconi. È collegato al rilancio fognario in Località Campassi, le cui vasche scaricano volumi d'acqua in eccesso nel canale Italsider, tramite un sistema di troppo pieno.
- **Sottosettore Plemo.** Dal rilancio di località Campassi si sviluppa la rete mista della zona industriale e dell'abitato di Plemo, con pendenze comprese tra il 2 e il 3% fino al rilancio fognario e all'attraversamento del Torrente Resio. Questo rilancio smaltisce l'acqua di deflusso in eccesso tramite troppo pieno delle sue vasche nel Resio.
- **Sottosettore Sacca.** Dal rilancio sul torrente Resio ha origine il collettore ϕ 30 che, con pendenze medie di circa il 2% in parallelo con la SS42, termina alle vasche di laminazione e al rilancio presente in Via Novelle, che indirizza le acque verso il collettore della Bassa Valle Camonica. Appena a ovest di quest'ultimo si sviluppa tutto il sistema di fognatura misto della

Frazione Sacca, con pendenza media delle tubazioni principali variabile tra il 2 e il 3%. Un sistema di sfiori localizzati lungo il confine sud indirizza le acque reflue verso alcune fosse settiche dismesse, che a loro volta scaricano nel Fiume Oglio.

Di seguito le mappe illustrative che dettagliano le tipologie e gli elementi della rete fognaria, distinta in settori geografici (Esine, Plemo, Sacca). Si mostrano anche le quote al livello del suolo delle tubazioni per meglio rendere la struttura della rete.

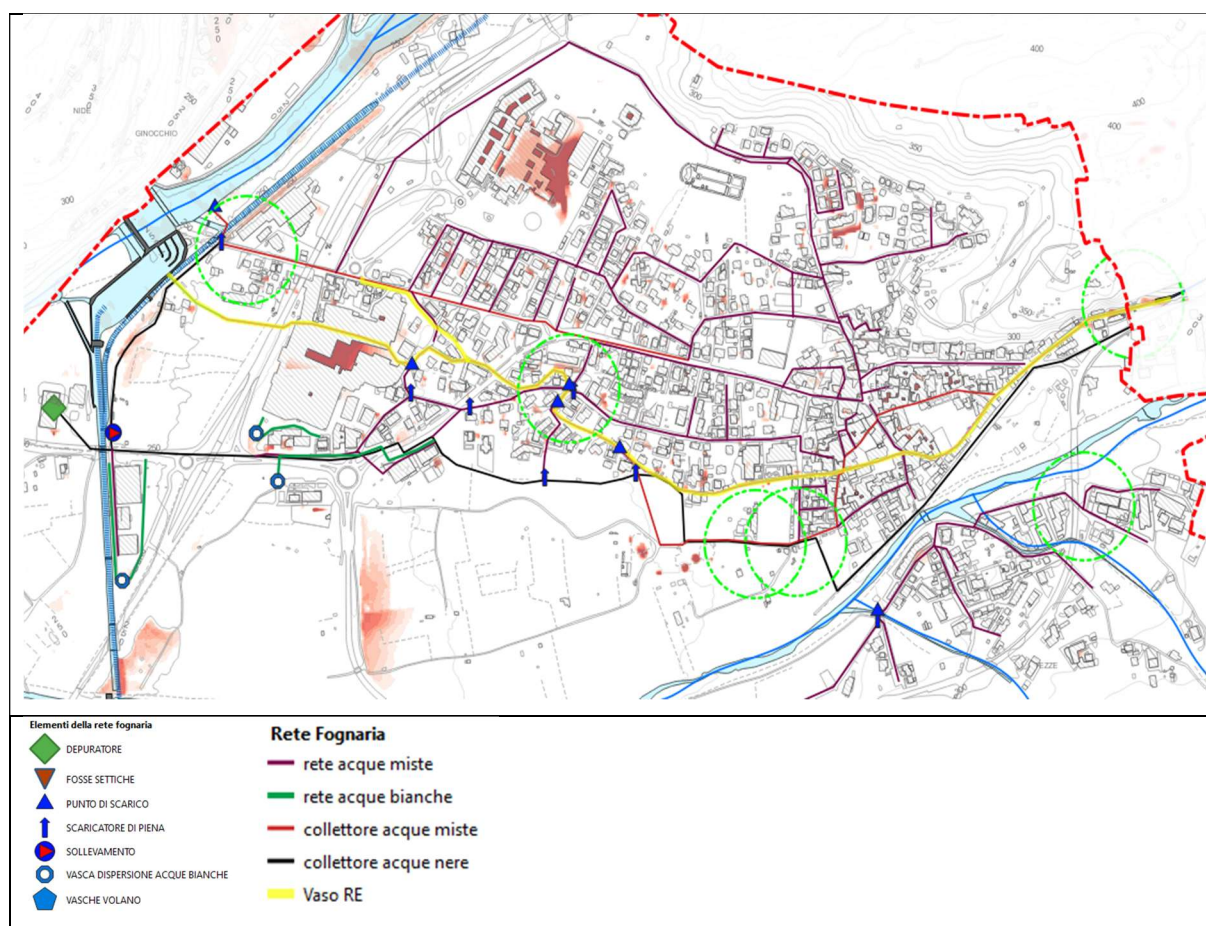


Figura 30. Elementi fognari e altimetrie della rete del centro storico di Esine

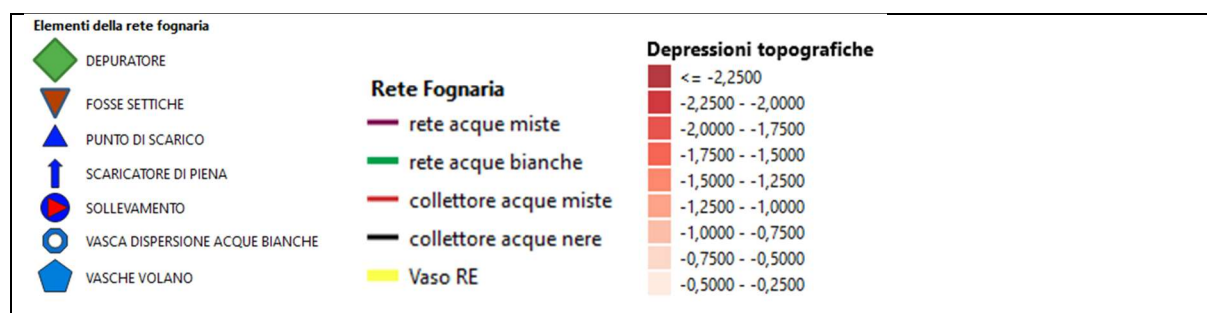


Figura 32. Elementi fognari e altimetrie della rete di via Fiamme Verdi e contigue, Campassi e Plemo

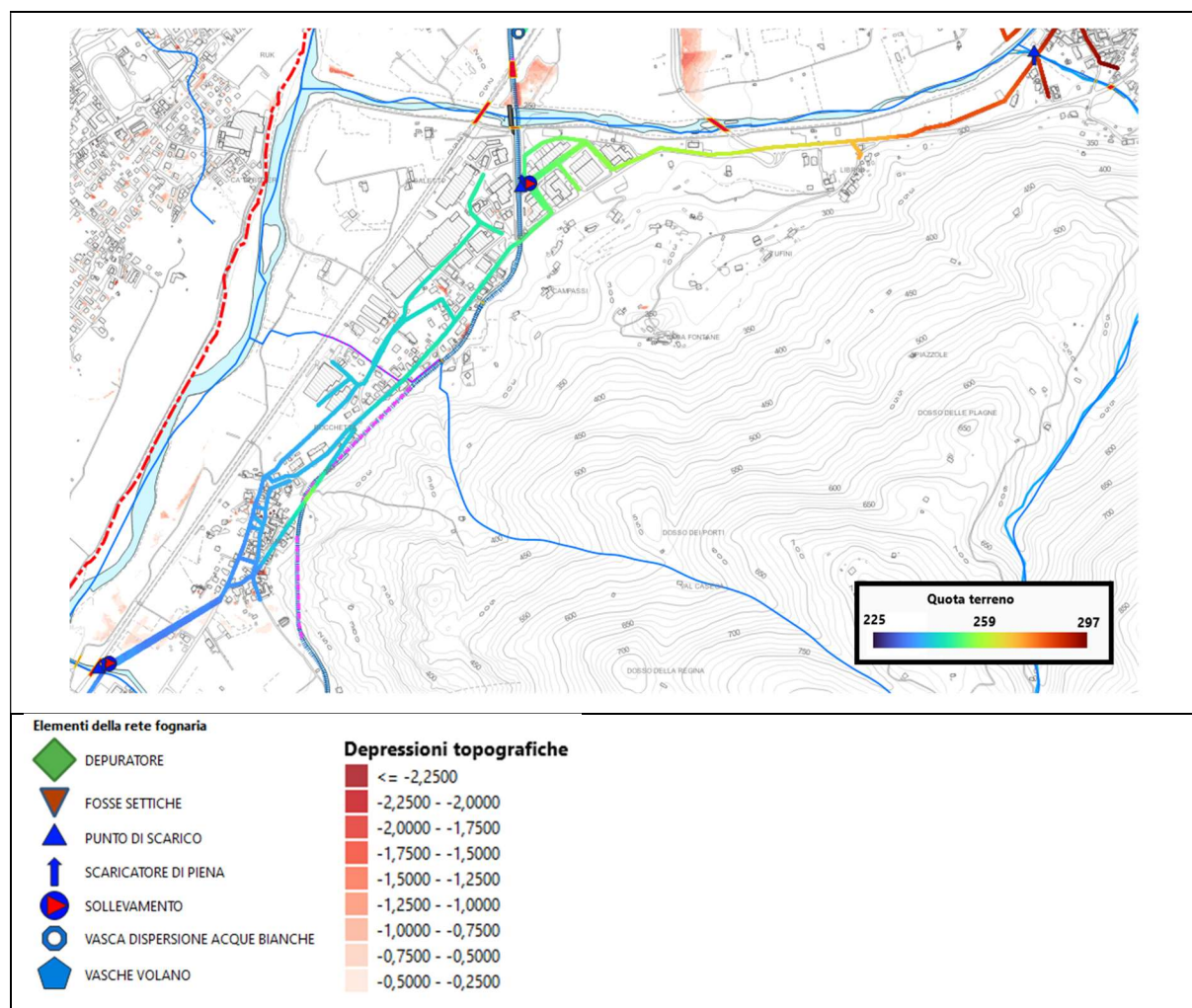


Figura 33. Elementi fognari e altimetrie della rete di di via Fiamme Verdi e contigue, Campassi e Plemo con altimetria al terreno della rete

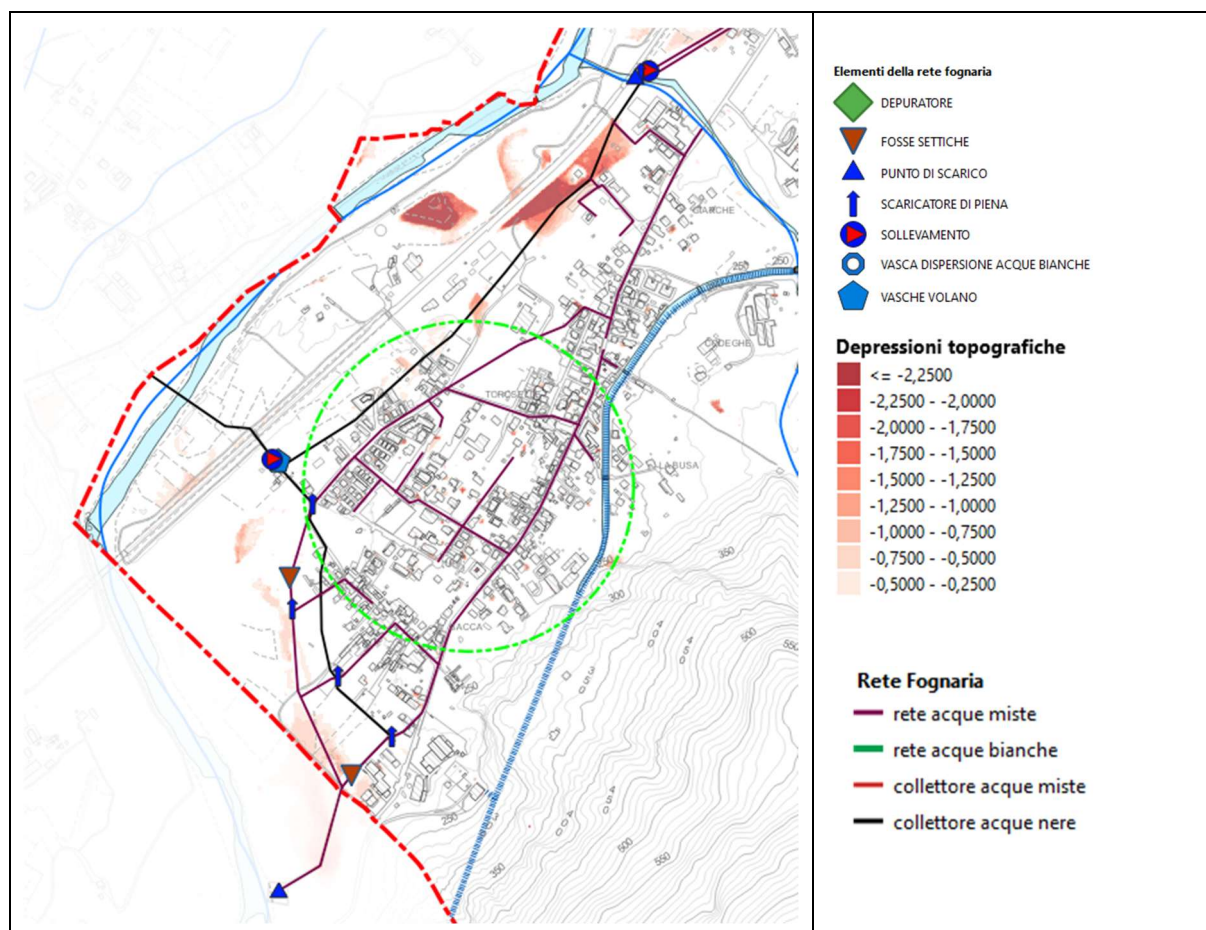


Figura 34. Elementi fognari e altimetrie della rete della Sacca

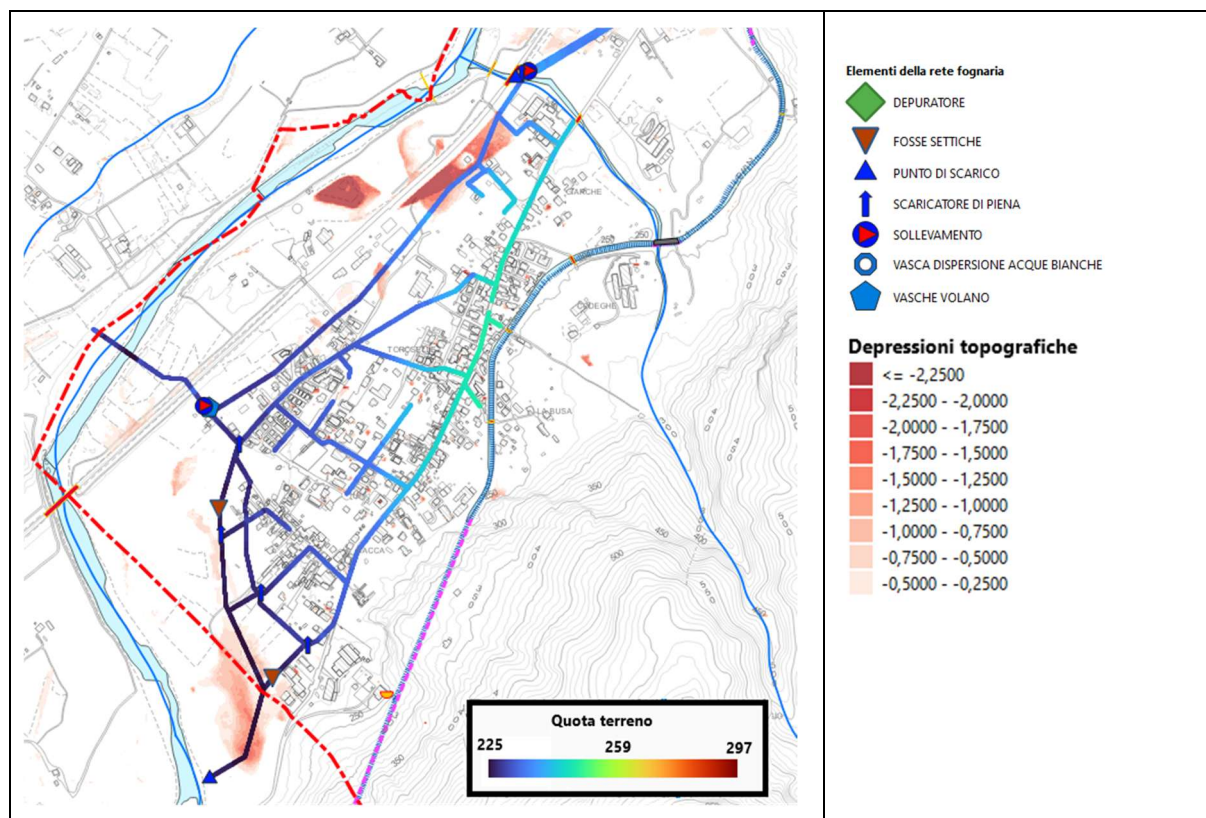


Figura 35. Elementi fognari e altimetrie della rete della Sacca con altimetria al terreno della rete

Per meglio definire lo stato attuale delle infrastrutture, determinandone le problematiche e i punti critici del sistema, si sono effettuati sopralluoghi con il comune in 16 diversi punti giudicati critici:

FOG_1: RIM Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597939,73 – lat. 5086609,76

FOG_2: Via Tolotti- Coordinate WGS84/UTM32: long. 597847,96– lat 5086252,30

FOG_3: Sfiatore di piena ponte di Via marconi Val Cavena - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597473,67 – lat. 5086065,97

FOG_4: Via Grigna angolo Via Civitanova Marche - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597320,53– lat. 5086191,06

FOG_5: Via Grigna– Coordinate WGS84/UTM32: long. 597242,71 – lat. 5086182,23

FOG_6: Scaricatore Fognario Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596893,91 – lat. 5086453,54

FOG_7: Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596770,64– lat. 5086469,61

FOG_8: Sfiatore tra reti miste - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596692,15– lat. 5086410,62

FOG_9: Sfiatore tubazione principale Via Manzoni - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596254,55– lat. 5086705,16

FOG_10: Vaso Re tratto terminale - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596170,45– lat. 5086637,69

FOG_11: Rilancio e sfioratore Campassi - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596081,74– lat. 5085717,70

FOG_12: Rilancio e sfioratore sul Resio - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594960,23– lat. 5084426,44

FOG_13: Sacca primo sfioratore- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594292,18– lat. 5083545,62

FOG_14: Sacca secondo sfioratore - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594447,17– lat. 5083082,09

FOG_15: Sacca terzo sfioratore - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594350,34 – lat. 5083202,47

FOG_16: Sacca collegamento secondario ex fosse settiche - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594220,17– lat. 5083338,60

Di seguito la mappa dei punti di sopralluogo e la descrizione in stile monografia.

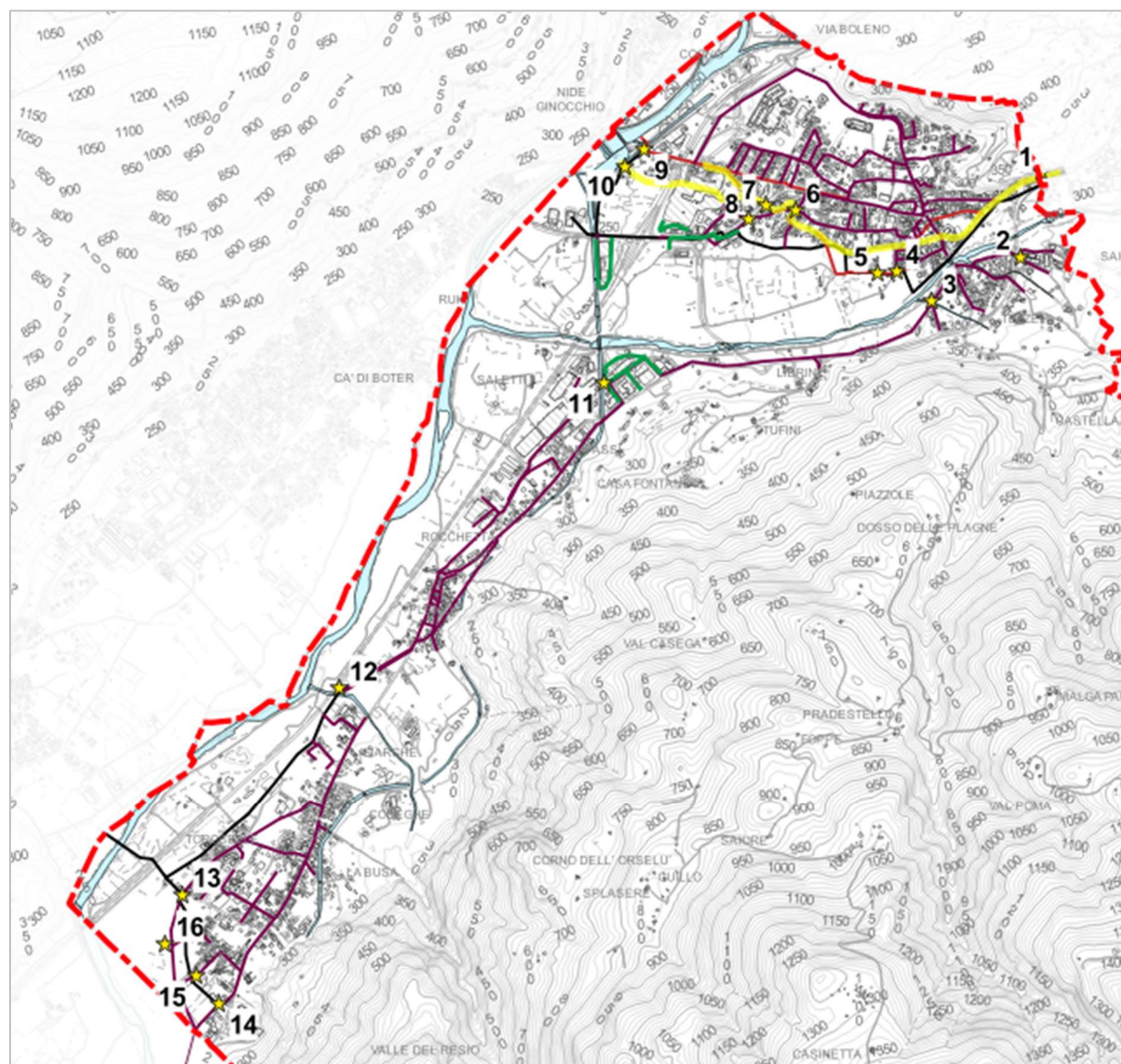
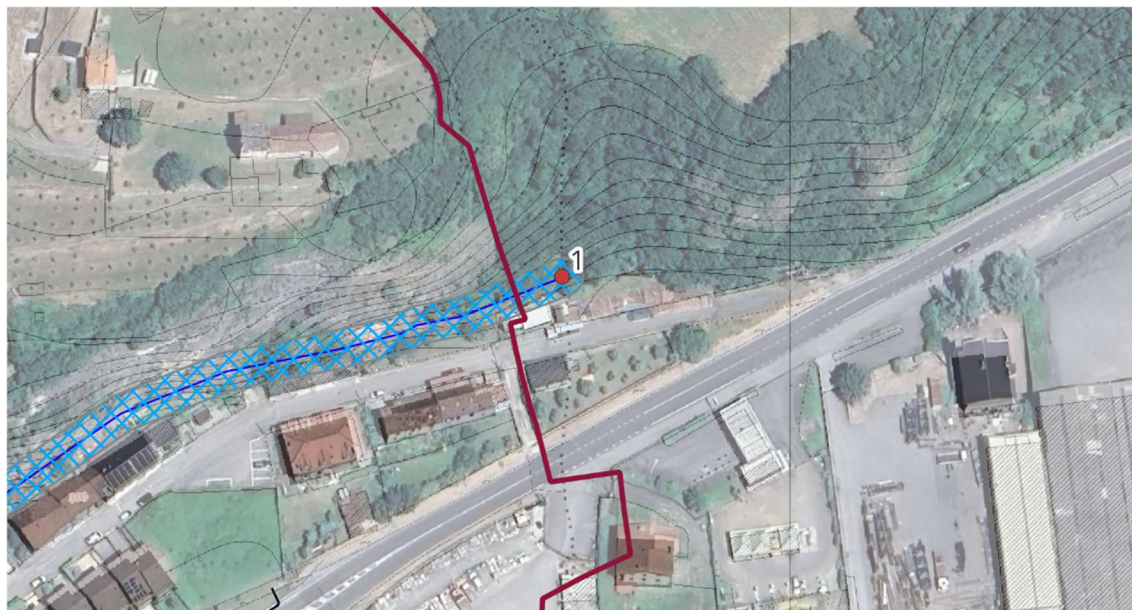
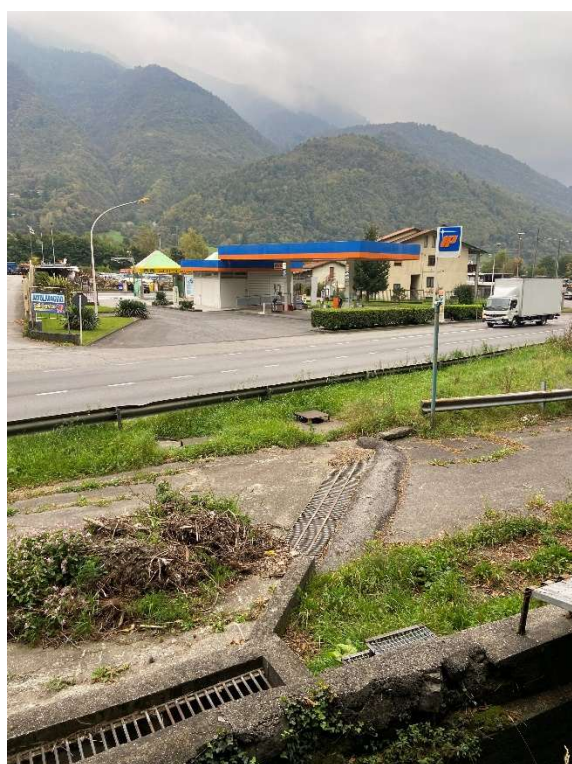


Figura 36. Punti oggetto di sopralluogo con personale gestore in quanto zone di criticità o manufatti principali del sistema fognario

1: RIM Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597939,73 – lat. 5086609,76



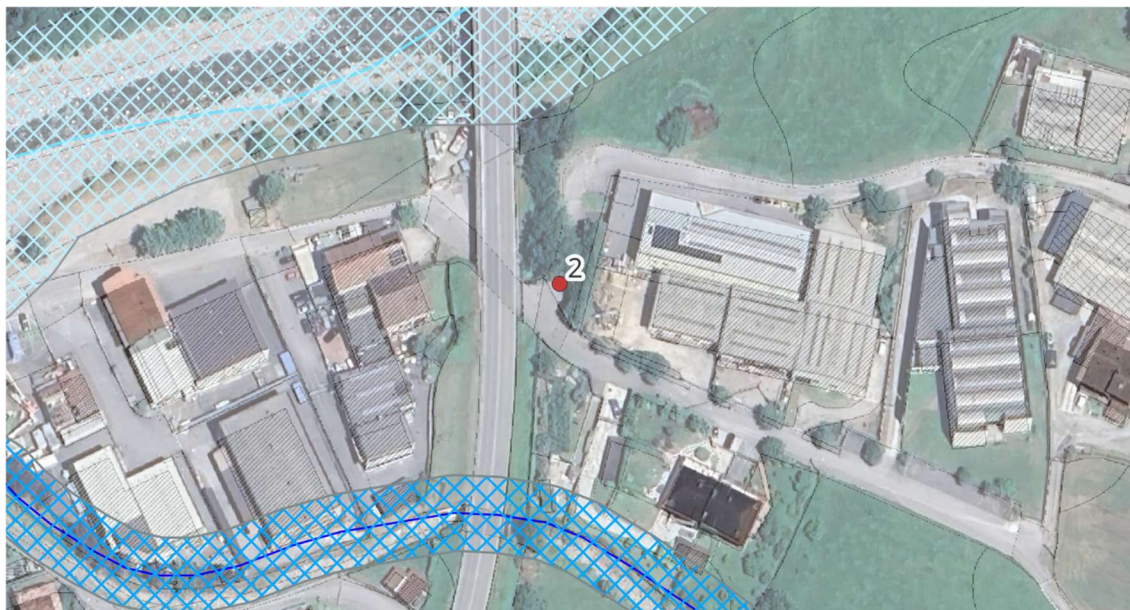


Reticolo Idrico Minore Vaso Re, al confine comunale con Berzo Inferiore.

In occasione di precipitazioni intense, il reticolo tracima dalla sede in calcestruzzo, il cui stato risulta deteriorato. La vasca in calcestruzzo è parzialmente invasa da vegetazione, con presenza di sedimentazione (limo/sabbia) e pezzi di plastica e rifiuti urbani presenti in corrispondenza delle griglie.

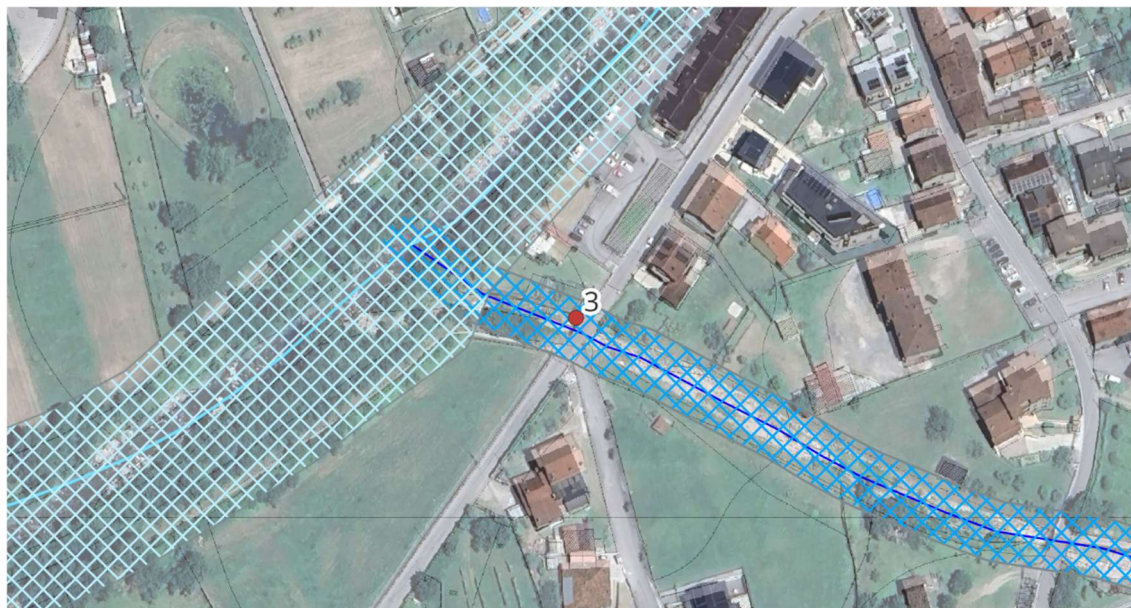
È stato realizzato un cunettone in asfalto per direzionare il flusso delle acque che fuoriescono dalla vasca verso il pozzetto localizzato dall'altro lato di via Nodari, al cui interno è presente la tubazione di diam. 100cm.

2: Via Tolotti - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597847,96– lat 5086252,30



Caso di insufficienza fognaria in via Tolotti. Tre diverse tubazioni sovraccariche dalle acque bianche provenienti dai prati sovrastanti convergono su un unico tubo del $\Phi 20$, dando luogo a fenomeni di rigurgito e ruscellamento lungo la viabilità comunale

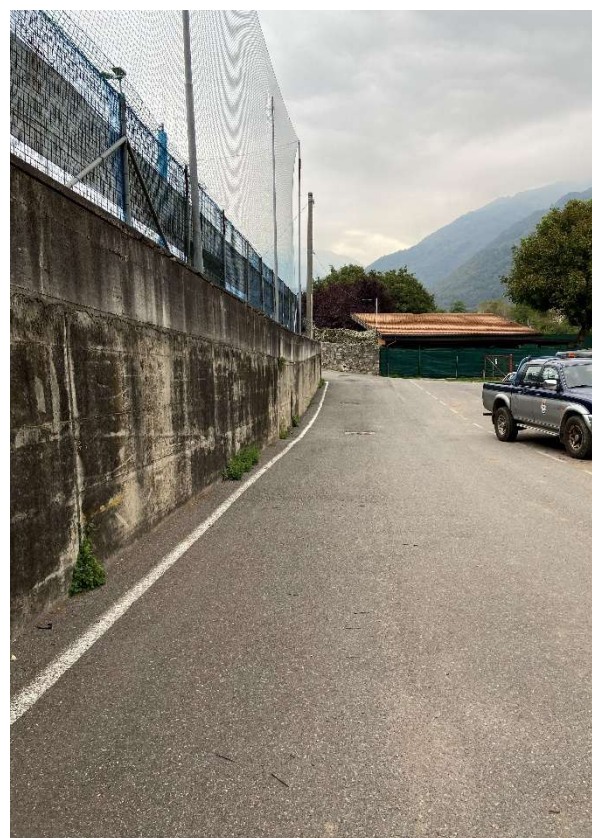
3: Sfiatore di piena ponte di Via marconi Val Cavena - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597473,67 – lat. 5086065,97



Sfiatore di piena in Val Cavena, appena a valle del ponte di via Marconi, in destra idraulica, poco prima della confluenza nel torrente Grigna. Tubo di diametro 60cm, pendenza ca. 3%.
La cadenza delle operazioni di svasso del torrente si aggira ogni 10 anni.

4: Via Grigna ang. Via Civitanova marche - Coordinate WGS84/UTM32: long. 597320,53– lat. 5086191,06

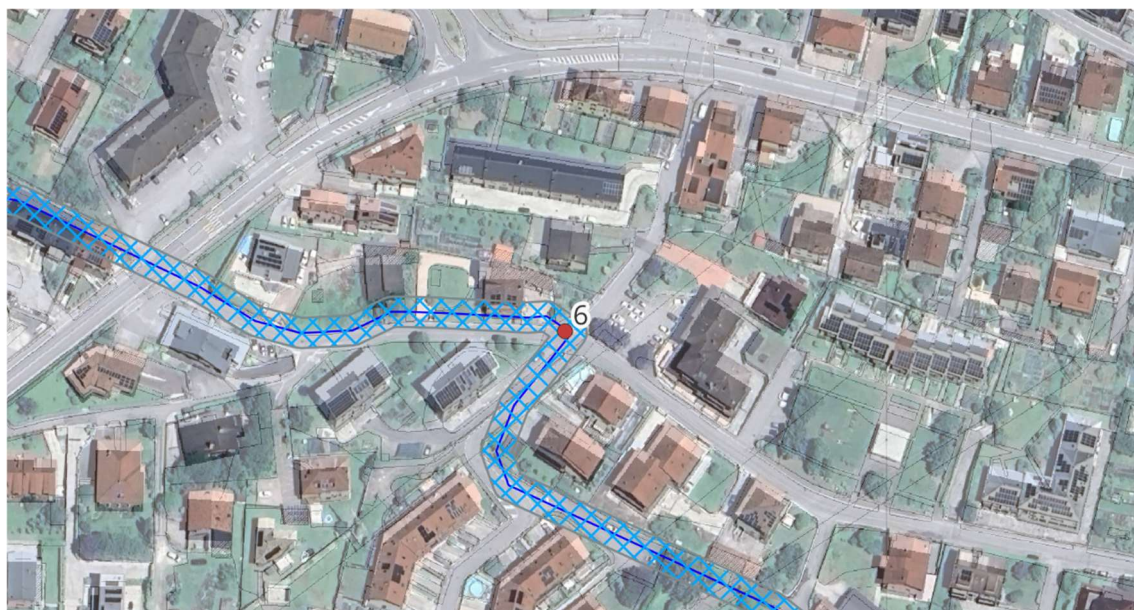
5: Via Grigna– Coordinate WGS84/UTM32: long. 597242,71 – lat. 5086182,23





Insufficienza fognaria all'incrocio tra via Grigna e via Civitanova Marche. Le problematiche si manifestano anche lungo la strada che costeggia il campo da calcio e la piana alluvionale del Grigna. Si alzano i tombini a causa delle tubazioni in pressione. La prevalenza di superfici impermeabili del centro storico sovraccarica la rete che a causa dei cambi di pendenza rigurgita più volte all'anno.

6: Scaricatore Fognario Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596893,91 – lat. 5086453,54



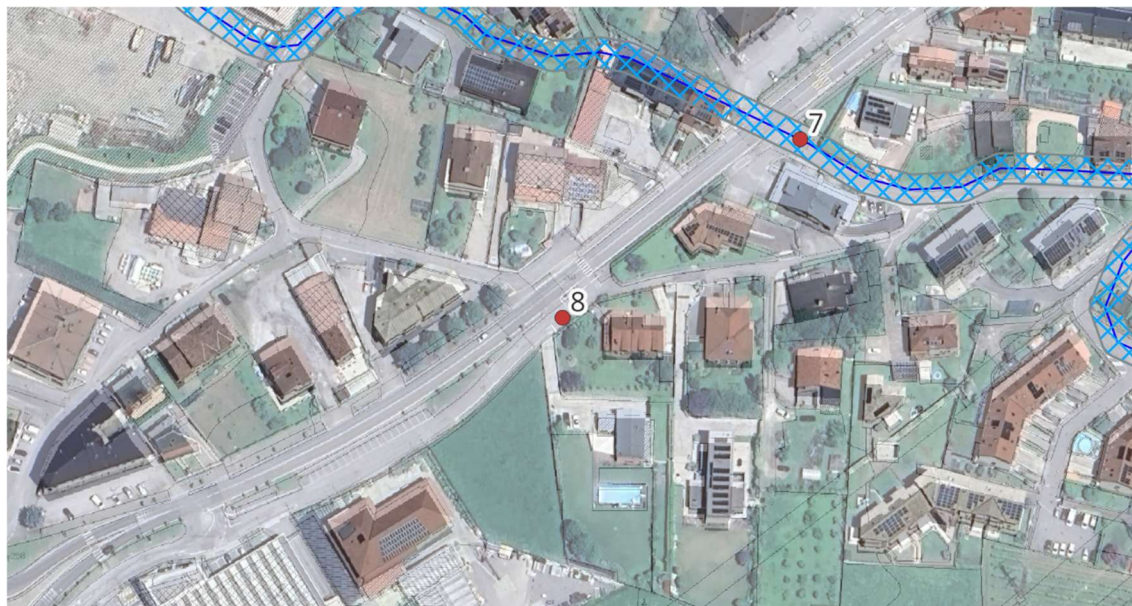
Insufficienza fognaria all'incrocio tra via Chiosi e largo Alpini. Lo scaricatore di piena dalla rete mista al Vaso Re non riesce a garantire un passaggio ottimale, in quanto il collegamento dal pozzetto di sfioro al Vaso Re è dato da 3 tubi Φ 10 invece che da una tubazione unica di diametro superiore. Ciò fa sì che durante forti precipitazioni la rete vada in crisi con fenomeni di rigurgito.

7: Vaso Re - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596770,64– lat. 5086469,61



Pozzetto di ispezione al Vaso Re all'incrocio tra via Chiosi e via Faede. Il tubo mantiene il diametro Φ 100 in cemento. Si notano depositi di detriti all'interno del pozzetto.

8: Sfiatore tra reti miste - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596692,15– lat. 5086410,62



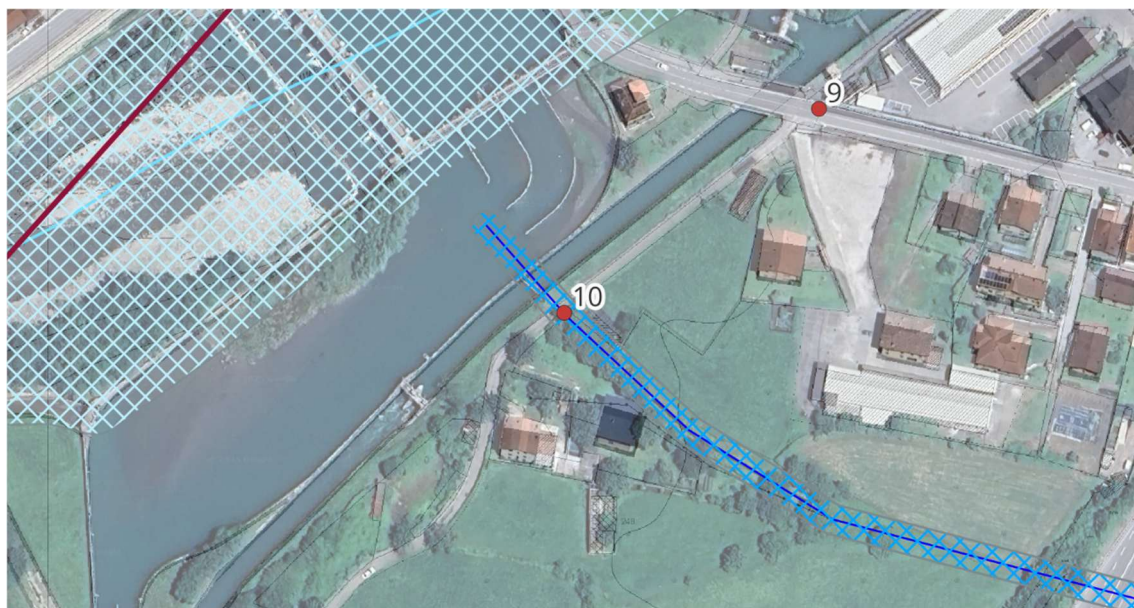
All'incrocio tra via Faede e via Molino uno sfioratore alleggerisce l'acqua in eccesso della rete, che confluisce verso via Mazzini e successivamente verso il collettore intercomunale.

9: Sfiatore tubazione principale Via Manzoni - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596254,55– lat. 5086705,16



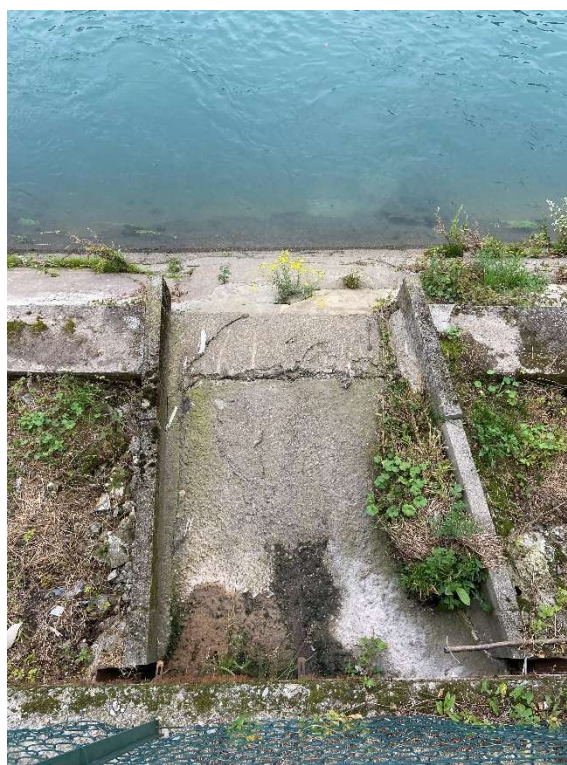
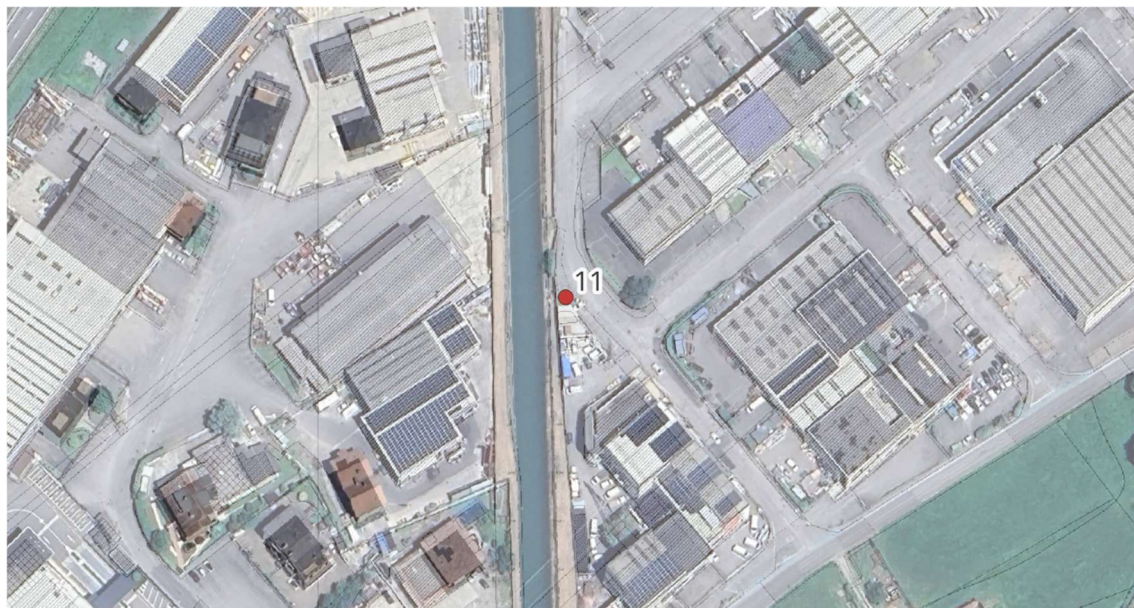
Qui è localizzato lo sfioratore principale che dirotta l'acqua verso l'Oglio. Una soglia di circa 20 cm di altezza e una paratia forata regolano l'acqua che va verso il depuratore e quella che, in caso di pioggia, viene collettata verso l'Oglio con un condotto Φ 100. A monte di questa zona, la tubazione principale di Via Manzoni (100x80cm) è messa spesso in crisi dagli apporti meteorici, con fenomeni di rigurgito a fronte di fenomeni particolarmente intensi.

10: Vaso Re tratto terminale - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596170,45– lat. 5086637,69



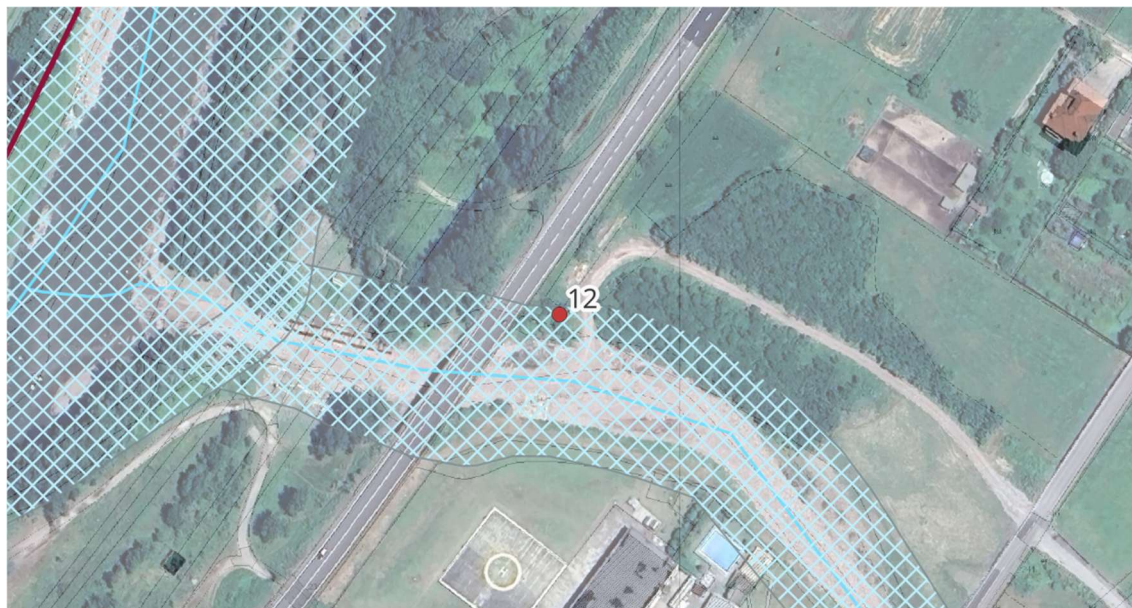
Confluenza Vaso Re nel canale BKW tramite piccolo ponte-canale

11: Rilancio e sfioratore Campassi - Coordinate WGS84/UTM32: long. 596081,74– lat. 5085717,70



Rilancio fognario verso Plemo con troppo pieno di emergenza. Presenza di scarico ampio in canale BKW.

12: Rilancio e sfioratore sul Resio - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594960,23– lat. 5084426,44

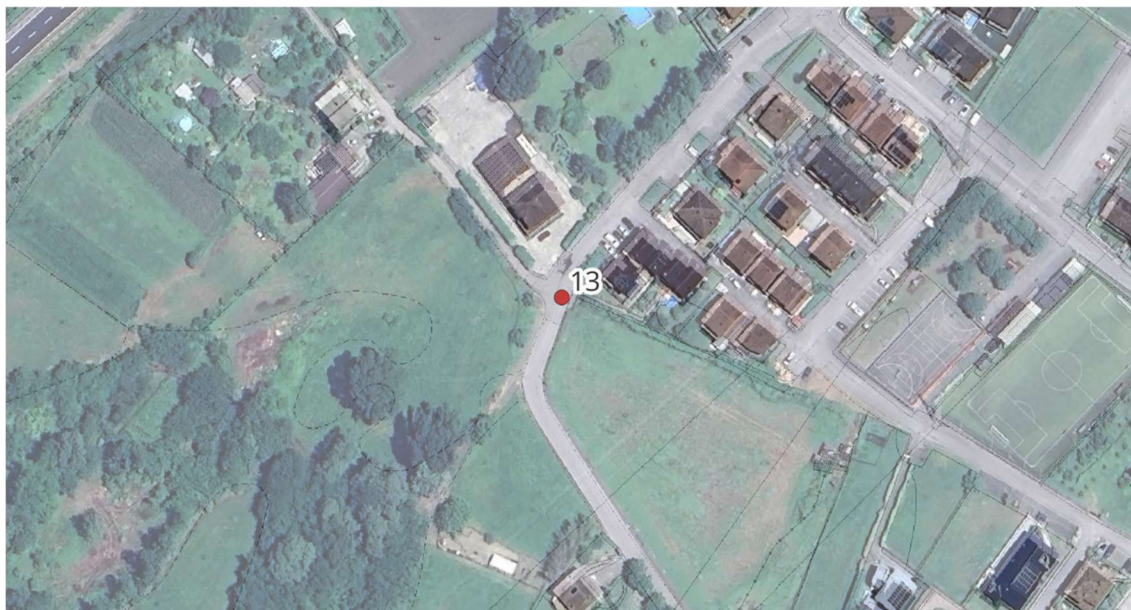




Rilancio fognario con vasca di accumulo dotata di troppo pieno e scarico verso l'alveo del torrente Resio.

Dallo stesso punto ha inizio una tubazione diam. 60 cm, che passa sotto il letto del torrente Resio in direzione della frazione Sacca.

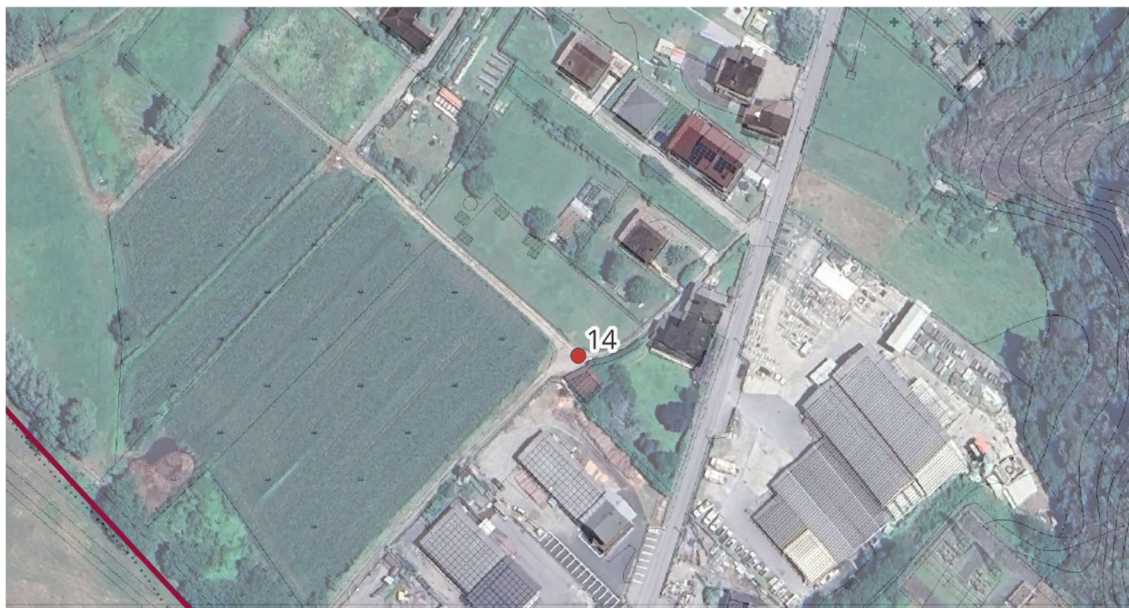
13: Sacca Primo sfioratore- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594292,18– lat. 5083545,62



Scolmatore “artigianale” tra la rete mista di forma ovoidale 70x50 cm e il collettore fognario Φ 30 di collegamento verso il rilancio e le vasche di laminazione in Via Novelle.

Il tubo ovoidale, danneggiato sul lato, presenta in questo tratto una contropendenza con ristagno di acqua che fluisce nel pozzetto a cui è collegato il tubo del collettore. Questa limita per basse portate il flusso verso le fosse settiche dismesse, che di fatto scaricano il refluo direttamente nel fiume Oglio.

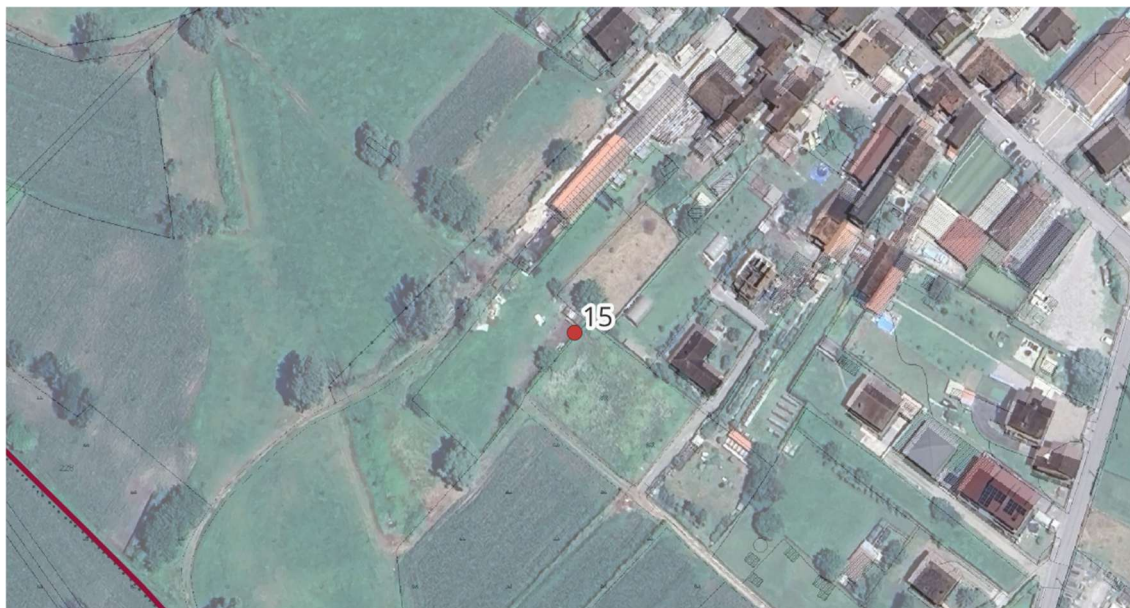
14: Sacca secondo sfioratore - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594447,17– lat. 5083082,09



Scolmatore "artigianale" tra la rete mista di forma ovoidale 30x60 cm e il collettore fognario Φ 25 che va verso il rilancio e le vasche di laminazione in Via Novelle.

Il tubo ovoidale rotto sul lato è dotato di una piccola soglia che provoca la caduta del flusso nel pozzetto a cui è collegato il tubo del collettore. Questa configurazione limita per basse portate il flusso verso le fosse settiche in disuso, che di fatto scaricano i reflui direttamente nel fiume Oglio.

15: Sacca terzo sfioratore - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594350,34 – lat. 5083202,47



Pozzetto scolmatore che devia le basse portate verso il collettore Φ 25, mentre le portate eccessive verso le ex fosse settiche.

16: Sacca collegamento secondario ex fosse settiche - Coordinate WGS84/UTM32: long. 594220,17–
lat. 5083338,60



Tombotto che necessita pulizia e sostituzione chiusino per evitare accumulo di terreno

9.5 ANALISI MORFOLOGICA DELLE ZONE DI RISTAGNO DELLE ACQUE METEORICHE

Attraverso l'elaborazione del dato DTM di elevazione del suolo, è stato possibile mettere in risalto le depressioni morfologiche del terreno, ovvero quelle aree "senza vie di fuga" in cui l'acqua delle precipitazioni meteoriche tende naturalmente a confluire.

Questa visualizzazione evidenzia sia le depressioni naturali che artificiali di una certa estensione e di conseguenza le zone di potenziale accumulo delle acque di precipitazione.

Alla valutazione morfologica delle aree depresse, sarà necessario verificare il livello di falda e le oscillazioni della stessa in fase di realizzazione degli interventi edilizi e rispettive opere di invarianza.

Per meglio determinare lo stato di fatto sono stati effettuati sopralluoghi e riprese aeree con drone in corrispondenza delle zone urbanizzate di Plemo e Sacca ritenute più critiche (rif. S_1, S_2, S_3).

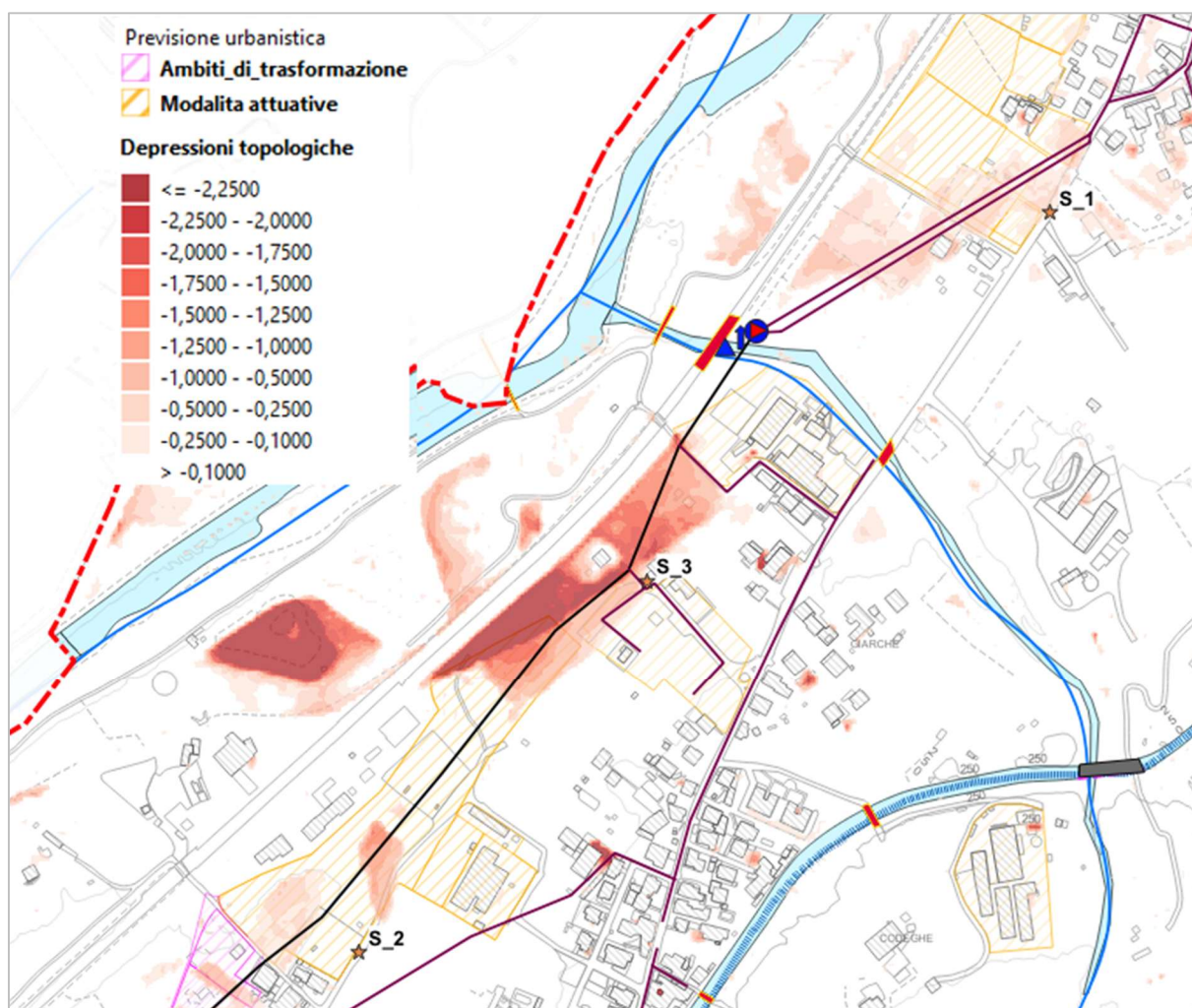


Figura 37. Sopralluoghi sulle aree di depressione morfologica maggiormente critiche

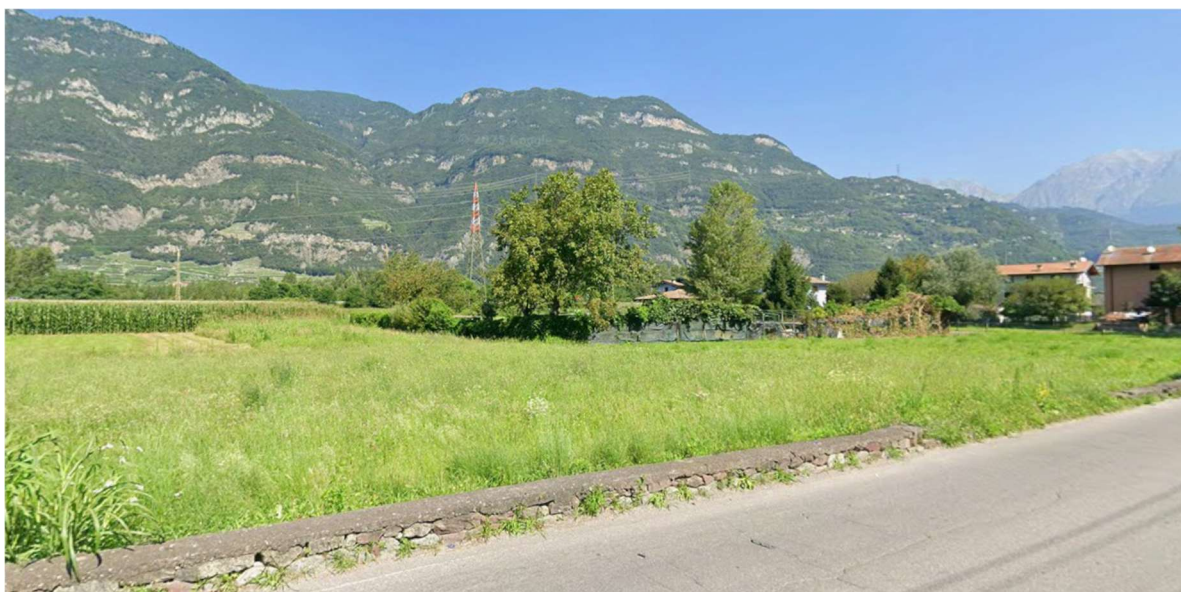
Elenco dei punti di sopralluogo e relative monografie:

S_1: Plemo Sud- Coordinate WGS84/UTM32: long. 595228,88 – lat 5084520,58

S_2: Via Toroselle - stazione di servizio- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594611,23– lat 5083864,97

S_3: Via Prati del Resio- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594886,21– lat 5084202,26

S_1: Plemo Sud- Coordinate WGS84/UTM32: long. 595228,88 – lat 5084520,58



Zona prevista dalle modalità attuative a sud di Plemo. Si notano le depressioni naturali in corrispondenza dei prati che presentano quote di 235 m s.l.m. a fronte di quote nell'alveo dell'Oglio di 232 m s.l.m.

S_2: Via Toroselle stazione di servizio- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594611,23– lat 5083864,97



Dietro la stazione di servizio di via Toroselle, è presente un'area con pronunciate depressioni morfologiche, indicate come ambiti di trasformazione. Le quote minime sono di 229-230 m s.l.m., mentre la quota del fondo dell'Oglio dall'altro lato della SS42 è a circa 227-227.5 m s.l.m..

Queste aree potrebbero avere difficoltà a drenare grandi volumi di acqua a causa della soggiacenza della falda potenzialmente ridotta.

S_3: Via Prati del Resio- Coordinate WGS84/UTM32: long. 594886,21– lat 5084202,26



In questa zona vi è una profonda depressione che lambisce delle zone coinvolte nelle modalità attuative. La quota minima raggiunge i 234 m s.l.m. con quote di fondo Oglio di circa 228-229 m s.l.m.. La zona centrale della depressione è potenzialmente soggetta a ristagno e allagamento e non è comunque prevista nelle nuove trasformazioni.

10 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI CRITICITÀ IDRAULICA

In base alle analisi e ai sopralluoghi dettagliati nei capitoli precedenti, in particolare ai sottocapitoli *Idrografia e corsi d'acqua principali* e *Sistema fognario e di smaltimento acque meteoriche* si individuano le seguenti aree di criticità idraulica. Si riportano di seguito schematicamente sia le aree a carattere puntuale che estese, con riferimento alla verifica eseguita in loco.

CRIT_RP_1: Breccia nel Resio (Rif: RP_3): criticità legata alla piena dell'Oglio e ai flussi di acqua di inondazione verso Plemo.

CRIT_RP_2: Fornici SS42 (Rif: RP_1 2 4 5 6): criticità legata alla piena dell'Oglio e ai flussi di acqua e inondazione verso le frazioni Plemo e Sacca:

CRIT_RP_2.1 Sottopasso nei pressi della protezione civile di Plemo.

CRIT_RP_2.2 Sottopasso circa 200m a nord della breccia nell'argine del Resio

CRIT_RP_2.3 Sottopasso a sud dell'eliporto

CRIT_RP_2.4 Sottopasso via Toroselle nei pressi della stazione di servizio

CRIT_RP_2.5 Sottopasso Zona Sud della Sacca presso curva Via Novelle

CRIT_RM_1: Zona di espansione a monte del Ponte Provinciale sulla Val Canile (Rif: RIM_5): criticità legate alla possibile espansione del torrente con frequenza alta H (PGRA RSCM) a interferenza con l'abitato.

CRIT_FOG_1: Manufatto di regimazione in ingresso ad Esine del Vaso Re (Rif. FOG_1): Vi è un consistente accumulo detritico nel canale a monte del manufatto, oltre alla necessità di sistemazione dell'infrastruttura. Eventi di pioggia non di carattere estremo provocano la fuoriuscita dell'acqua dal manufatto e conseguente ruscellamento verso il centro del paese.

CRIT_FOG_2: Rigurgito fognario e ruscellamento a valle Via Tolotti per insufficienza fognaria (Rif: FOG_2): Vi è un grande afflusso di acqua meteorica anche dalle zone di prato a monte che non scolano più nel Grigna ma in fogna.

CRIT_FOG_3: Rigurgito fognario e ruscellamento in strada in Via Grigna dall'incrocio con Via Civitanova Marche (Rif. FOG_4 e 5): Afflusso eccessivo di acque meteoriche provenienti dall'area urbanizzata prevalentemente impermeabile a monte. Il tratto presenta pendenze elevate, causando sovrappressioni nella rete mista.

CRIT_FOG_4: Rigurgiti fognari diffusi in zona via Chiosi/Alpini (Rif. FOG_6 8): Carico eccessivo di acque meteoriche della zona urbanizzata di Esine in fognatura mista unita al limite idraulico degli sfioratori di piena che scaricano nel Vaso Re.

CRIT_FOG_5: Rigurgiti fognari diffusi in zona Manzoni zona Ospedale (Rif. FOG_9): Carico eccessivo di acque meteoriche della zona urbanizzata di Esine in fognatura mista unita al limite idraulico degli sfioratori di piena che scaricano nel Vaso Re e diminuzione della pendenza nel tratto dal bivio di via Faede al Fiume Oglio dove si trova lo sfioratore principale.

CRIT_FOG_6: Insufficienza fognaria e difficoltà di drenaggio diffusa in zona Località Sacca (Rif. FOG_13 14 15): Rete mista con pendenze moderate in un'area pianeggiante con zone di ristagno naturale e urbanizzazione e impermeabilizzazione del suolo alta.

CRIT_PL_1: Rischio di allagamento da accumulo naturale di acque meteoriche nella zona di edificazione prevista dalle modalità attuative a sud di Plemo (Rif: PL_1). Si evidenzia come i prati che la compongono abbiano ampie depressioni naturali che raggiungono quote di 235 m s.l.m. a fronte di quote nell'alveo dell'Oglio di 232 m s.l.m..

CRIT_PL_2: Rischio di allagamento da accumulo naturale di acque meteoriche nella zona di edificazione prevista dalle modalità attuative in via Toroselle presso la Stazione di servizio (Rif: PL_3). Si evidenzia come le quote di queste aree depresse siano di 229-230 m s.l.m. mentre la quota del fondo dell'Oglio dall'altro lato della SS42 è a circa 227-227.5 m s.l.m.. Queste zone potrebbero avere difficoltà a drenare grandi volumi di acqua a causa della vicinanza estrema della falda alla superficie.

11 INDICAZIONI DI MASSIMA SU PROPOSTE DI MITIGAZIONI STRUTTURALI, NON STRUTTURALI E BASATE SULLA NATURA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Nell'ambito del presente capitolo sono presentate le misure proposte a livello comunale (strutturali e non strutturali) ai fini del miglioramento dell'applicazione dei principi d'invarianza idraulica e idrologica.

Si tratta di proposte frutto delle indicazioni effettuate da questo studio basato sulle informazioni e i dati raccolti, che si concentrano prevalentemente, quindi, sulle criticità sulla possibilità di realizzazione di opere di drenaggio e laminazione e della rete fognaria, da considerare negli sviluppi di piani e progetti delle opere che l'Amministrazione Comunale avrà intenzione di sviluppare.

Ai sensi dell'art. 14 comma 8 del R.R. 8/2019, il DOSRI deve esplicitare:

“l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di Invarianza Idraulica ed Idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse”, nonché “l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di Invarianza Idraulica ed Idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale”.

Le misure strutturali consistono nella realizzazione:

- Strutture di difesa dal rischio idraulico come:
 - Argini;
 - Paratoie;
 - Briglie;
 - Vasche di laminazione;
 - Manutenzioni straordinarie in alvei, canali e manufatti.
- Potenziamento del sistema fognario:
 - Potenziamento/nuovi scolmatori;
 - Divisione acque nere e bianche;
 - Vasche di laminazione fognaria e infiltrazione;
 - Nature Based Solutions.

Le misure non strutturali hanno come obiettivo:

- Aggiornamento regolamenti edilizi (invarianza idraulica)
Prevede l'inserimento di norme che obbligano i nuovi interventi edilizi e le ristrutturazioni a garantire l'invarianza idraulica e idrologica, cioè che il deflusso post-intervento non superi

quello preesistente. Ciò si ottiene con sistemi di infiltrazione, vasche di accumulo o pavimentazioni permeabili. Il regolamento deve indicare criteri di calcolo, soglie di applicazione e modalità di verifica.

- **Monitoraggio eventi e manutenzione reticolo**

Include l'installazione di sensori e sistemi di telecontrollo per monitorare livelli idrici, portate e funzionamento degli scolmatori durante eventi di pioggia. La manutenzione periodica del reticolo idrico minore e delle opere di drenaggio (pulizia griglie, rimozione sedimenti) è essenziale per garantire la capacità di smaltimento. Queste azioni riducono il rischio di occlusioni e migliorano la resilienza del sistema urbano.

Nonostante le difficoltà legate alla conformazione dei centri storici e alla presenza di aree già densamente urbanizzate nel territorio di Esine, è fondamentale orientare la progettazione verso soluzioni che favoriscano la gestione sostenibile delle acque meteoriche. In particolare, occorre promuovere l'adozione di **pavimentazioni permeabili** per strade e parcheggi, capaci di ridurre il deflusso superficiale e favorire l'infiltrazione nel suolo. Queste superfici, realizzate con materiali drenanti o grigliati erbosi, consentono di mitigare il rischio di allagamenti e contribuiscono alla ricarica delle falde. Accanto alle pavimentazioni, è opportuno integrare **sistemi di infiltrazione vegetata**, come aiuole drenanti e fasce verdi, che oltre a migliorare la capacità di assorbimento, incrementano la qualità paesaggistica e il comfort urbano. Un ulteriore elemento strategico è rappresentato dalle **fosse drenanti**, canali lineari riempiti con materiali filtranti che convogliano e trattengono le acque piovane, riducendo la pressione sulle reti fognarie. Queste soluzioni, tipiche dei **SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)**, non solo rispondono alle esigenze idrauliche, ma contribuiscono alla resilienza climatica e alla valorizzazione estetica degli spazi pubblici.

12 MISURE STRUTTURALI

12.1 INCENTIVAZIONE DI BUONE PRATICHE E SISTEMI DI DRENAGGIO

Il Comune può essere di fondamentale importanza per promuovere tali pratiche all'interno del proprio territorio. In particolare, è necessaria una campagna di sensibilizzazione presso la popolazione per la promozione di tali pratiche anche nei casi in cui queste non siano di fatto obbligatorie in attuazione del R.R. 3/2025. L'art. 15 del R.R. 3/2025 "Meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile" esprime quello che può fare l'Amministrazione Comunale per incentivare l'applicazione dei principi d'invarianza idraulica e idrologica.

12.1.1 Cisterne

L'acqua piovana proveniente dai tetti o dalle superfici impermeabili può essere raccolta e temporaneamente accumulata in cisterne che possano permettere:

- (i) di ridurre e ritardare gli effetti del deflusso in concomitanza di un evento meteorico intenso;
- (ii) (ii) di conservare la risorsa idrica e riutilizzarla in seguito per scopi non potabili (per esempio a scopo irriguo).

L'effetto di laminazione della cisterna e la sua capacità di accumulo sono direttamente proporzionali alla sua dimensione.

Sia le cisterne di raccolta più grandi che quelle domestiche possono essere interrare oppure posizionate fuori terra, a seconda dello spazio disponibile e dell'impatto visivo conseguente alla loro installazione. Le cisterne domestiche sono più piccole ed economiche e normalmente raccolgono solo le acque pluviali di caduta delle grondaie dei tetti, mentre verso le cisterne sotterranee generalmente possono altresì convergere le acque di dilavamento delle superfici impermeabili quali cortili, giardini ecc.

12.1.2 Pozzi drenanti

Il sistema dei pozzi di dispersione è adatto al caso di suoli generalmente permeabili e può essere adottato per interventi a piccola scala. Sono adatti per centri abitati con limitata superficie a disposizione poiché necessitano di uno spazio molto contenuto, anche inferiore all'1% della superficie drenata. In essi possono essere convogliate solamente acque meteoriche, previo pretrattamento con dissabbiatore.

12.1.3 Trincee filtranti

Le trincee filtranti, sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso sabbia e pietre oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici realizzati con lo scopo di favorire l'infiltrazione e l'immagazzinamento (all'interno della trincea) e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea).

12.1.4 Superfici permeabili

Il ricorso a pavimentazioni permeabili è solitamente limitato alle strade a uso pedonale e o ai marciapiedi a causa della minore robustezza da esse offerte nei confronti del traffico pesante. Esse possono essere suddivise in tre macro-tipologie:

- Superfici permeabili con sola infiltrazione delle acque nel suolo sottostante;
- Superfici permeabili con solo scarico delle acque in fognatura.
- Superfici permeabili miste (sia con infiltrazione nel substrato sottostante che con scarico delle acque in fognatura)

12.1.5 Bacini d'infiltrazione

I bacini d'infiltrazione sono aree modellate in modo tale da creare dei piccoli invasi che hanno la funzione di accumulare momentaneamente e smaltire tramite infiltrazione i deflussi prodotti da una superficie impermeabile. Questi piccoli bacini possono anche prevedere una permanenza di acqua al loro interno nel lungo periodo purché sia gestito il problema della proliferazione di insetti e zanzare.

I bacini d'infiltrazione devono essere realizzati su suoli con elevata permeabilità.

I terreni più idonei sono quelli sabbiosi con presenza di ghiaia grossolana in quanto facilitano il drenaggio ed evitano il formarsi di ristagni idrici. La topografia ottimale per questo tipo di opera è quella pianeggiante. La presenza di pendii o lievi pendenze fanno sì che vi siano richiesti maggiori oneri finanziari per effettuare opportuni livellamenti e adattamenti del terreno.

12.1.6 Verde pensile

Le coperture rinverdite, rispetto a quelle di tipo tradizionale, oltre a consentire il controllo qualitativo (filtrazione) e quantitativo (assorbimento, detenzione, evapotraspirazione) delle acque di pioggia (Ernst e Weigerding, 1985; Von Stülpnagel et al. 1990; Bass Schede tipologiche dei sistemi SuDS 97 et al. 2002), hanno il pregio di migliorare sotto l'aspetto ambientale ed estetico il contesto urbano in cui s'inseriscono, nonché aumentare l'assetto coibentante dell'abitazione e ridurre le dispersioni energetiche.

12.2 **PRESCRIZIONI URBANISTICHE**

L'Amministrazione Comunale può prevedere all'interno della pianificazione urbanistica particolari prescrizioni per la riduzione del rischio idraulico quanto per la promozione dei principi d'invarianza idraulica e idrologica.

Per le criticità legate all'insufficienza fognaria, ma nel caso di Esine anche per potenziali problematiche esondative, nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di auto protezione e idonei accorgimenti accuratamente dimensionati, è vietato un uso che preveda la presenza continuata di persone.

Infatti le aree adiacenti ai tratti fognari potenzialmente possono essere interessate da fenomeni di rigurgito degli scarichi a essi collegati.

Occorre pertanto subordinare gli interventi edilizi, in caso di piani interrati/seminterrati o comunque con accesso al di sotto del piano stradale, alla realizzazione di una specifica valutazione, che l'amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede d'istruttoria edilizia, finalizzata a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate in base al livello di esposizione locale.

Qualora le valutazioni confermino gravi problematiche, in tali aree si applicano le seguenti prescrizioni per gli edifici:

- adozione di valvole antiriflusso sullo scarico fognario nei piani interrati/seminterrati o comunque con accesso al di sotto del piano stradale: pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani/aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di aperture idonee rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico costruttivi (dossi, paratie ecc.) per impedire l'accesso dell'acqua sistema di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

Oltre alle difese permanenti, volte a diminuire la probabilità di accadimento di un prefissato evento di piena è possibile mettere in atto anche difese di tipo temporaneo, per proteggere il territorio per eventi di piena più gravosi o per diminuire i danni che quell'evento può produrre sul territorio.

Le difese temporanee possono essere adottate, nelle varie tipologie disponibili, sia dai soggetti istituzionali, sia dai cittadini per la difesa delle proprie proprietà private. Le difese temporanee possono essere indicativamente raggruppate nelle seguenti classi (secondo lo statunitense US Army Corps of Engineers. National Nonstructural/Flood Proofing Committee - NFPC):

- • barriere temporanee;
- • dispositivi di chiusura;
- • valvole antiriflusso;
- • sistemi di pompaggio.

Le barriere temporanee sono dispositivi da posizionare in previsione di eventi di piena per gestire l'eventuale allagamento del territorio, si va dai classici sacchetti di sabbia, storicamente usati per questo scopo, a prodotti più tecnologici e recenti, quali barriere tubolari in materiale plastico, riempibili ad aria o ad acqua, o ancora a barriere metalliche provvisorie a montaggio manuale.

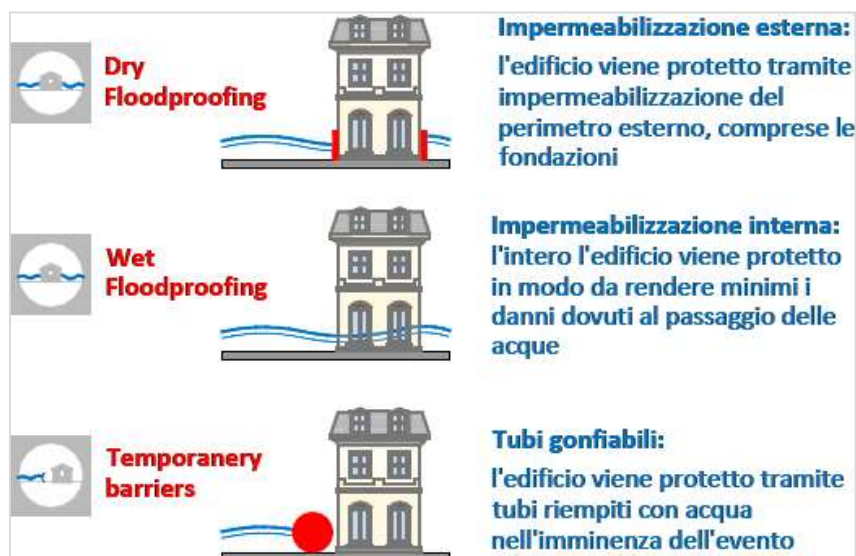


Figura 38. Barriere antiesondazione

I dispositivi di chiusura sono costituiti da paratoie e panconi a chiusura delle aperture nei muri o recinzioni, per evitare l'ingresso di acqua e sono solitamente utilizzate a protezione degli edifici. Possono essere dei cancelli a tenuta stagna, paratoie a sollevamento automatico o paratoie manuali, da montare in previsione di possibili allagamenti. In funzione dell'importanza dell'edificio o attività da proteggere, dell'evento temuto e dell'esistenza di vincoli di budget è possibile scegliere la tipologia più adatta. L'insufficienza della rete e l'impossibilità da parte del sistema fognario a scaricare le acque raccolte può far sì che le acque in eccesso nella rete fognaria possano trovare improprio sfogo nei terminali installati nelle abitazioni e quindi possano esserci allagamenti dovuti al rigurgito delle acque negli impianti. Per evitare il verificarsi di tali situazioni e diminuire quindi il danno che le alluvioni possono produrre è consigliato installare dei dispositivi anti-riflusso tra le tubazioni private e la rete pubblica di raccolta delle acque.

Si riportano schematicamente alcuni dei possibili interventi, in parte già menzionati, di cui si riportano i tipi a seguire.

Tipologia di intervento (NBS)	Applicabilità a Esine	Efficacia nella riduzione del rischio	Livello di costo
Giardini della pioggia	Alta (spazi verdi disponibili, aree residenziali)	Buona per infiltrazione e fitodepurazione	Basso
Trincee drenanti / fossi di infiltrazione	Alta (lungo strade e parcheggi)	Molto efficace per infiltrazione rapida	Medio
Pavimentazioni permeabili	Media (centro storico limitato, nuove aree più idonee)	Buona per ridurre deflusso	Medio-Alto
Bioritenzione vegetata	Alta (aiuole stradali, parcheggi)	Molto efficace per infiltrazione e filtrazione	Medio
Tetti verdi	Media (edifici pubblici e industriali)	Buona per trattenere acqua e ridurre deflusso	Alto
Moduli di infiltrazione sotterranei	Alta (aree con spazio limitato in superficie)	Molto efficace per grandi volumi	Alto

Tabella 20. Principali interventi SUDS con rapporti di costi ed efficacia

	Grigliati	plastici	inerbiti.

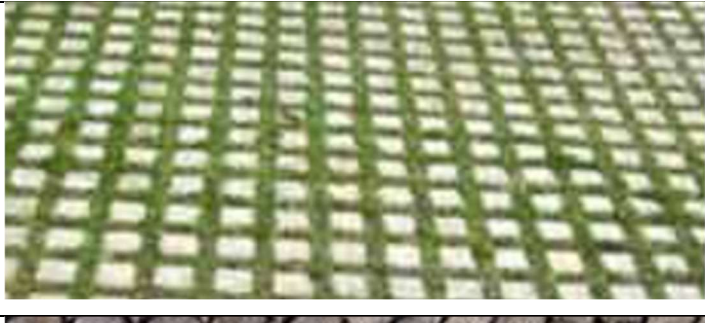
	Grigliati in calcestruzzo inerbiti.
	Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite.
	Masselli porosi

Tabella 21. Esempi di pavimentazione permeabile



Figura 39. Giardini della pioggia e fossi vegetati per la raccolta e smaltimento delle acque di deflusso



Figura 40. Giardini della pioggia fossi vegetati (vegetated swales) per la raccolta e lo smaltimento delle acque di deflusso da aree impermeabili

12.3 INTERVENTI STRUTTURALI

La definizione e proposta degli interventi strutturali deve tenere conto di vari fattori:

- criticità e cause presenti;
- caratteristiche idrauliche;
- configurazione morfologica e urbanistica del territorio.

Le misure, rappresentate nella Tavola 3, derivano da informazioni di vario tipo, raccolte sul territorio e dal confronto con l'amministrazione comunale e gli studi ufficiali.

Alcune delle misure proposte hanno carattere puntuale, altre sono di maggiore entità.

È da intendere che le misure di seguito proposte costituiscono un'indicazione di massima. Ogni proposta dovrà essere singolarmente analizzata e valutata e, nel caso, la sua realizzazione dovrà seguire a un progetto specifico che affronti tutte le tematiche e aspetti tecnici e normativi necessari alla buona riuscita dell'opera.

Inoltre le proposte seguenti non escludono altri interventi che in futuro emergano da nuove necessità o analisi approfondite.

Di seguito si elencano le misure di intervento mostrate anche nella Tavola 3, con una breve descrizione sintetica per ciascuna e il riferimento all'area critica:

Int_RP_1 Rialzo della pista d'ingresso nel Torrente Resio in corrispondenza della breccia (Rif: CRIT_RP_1).

Int_RP_2. Controllo del flusso in corrispondenza dei forni della SS42 mediante l'installazione di dispositivi mobili quali paratie o realizzazione di opere fisse come argini (Rif: CRIT_RP_2):

Int_RP_2.1 Sottopasso nei pressi della protezione civile di Plemo;

Int_RP_2.2 Sottopasso circa 200m a nord della breccia nell'argine del Resio;

Int_RP_2.3 Sottopasso a sud dell'eliporto;

Int_RP_2.4 Sottopasso via Toroselle nei pressi della stazione di servizio;

Int_RP_2.5 Sottopasso Zona sud della frazione Sacca presso curva Via Novelle.

Int_FOG_01 Ristrutturazione del manufatto di regimazione del Vaso Re in Via Pittor Nodari con manutenzione straordinaria consistente nella rimozione dei detriti e realizzazione di eventuali opere atte a limitare il ruscellamento lungo la viabilità (Rif: CRIT_FOG_1).

Int_FOG_02 Nuovo sfioratore fognario sul torrente Grigna nei pressi di via Tolotti, corredato da opere di raccolta e, ove possibile, da sistemi di infiltrazione delle acque di deflusso superficiale, anche prevedendo la realizzazione di fossi vegetati infiltranti o giardini della pioggia. Valutare, congiuntamente o in alternativa, la separazione delle reti. (Rif: CRIT_FOG_2).

Int_FOG_03 Nuovo sfioratore fognario sul torrente Grigna in via Grigna dall'incrocio con Via Civitanova Marche. Valutare, congiuntamente o in alternativa, la separazione delle reti. (Rif: CRIT_FOG_3).

Int_FOG_04 Nuova vasca di laminazione in alleggerimento sulla tubazione fognaria mista tra via Quassa e via Toroselle per limitare i picchi di portata dalla zona nord alla zona sud dell'abitato. Essendo il reflu misto non è possibile l'infiltrazione in falda, salvo realizzazione di idoneo trattamento. (Rif: CRIT_FOG_6).

Int_FOG_05: Separazione linea acque bianche su via Manzoni con recapito in Oglio e realizzazione congiunta di opere di infiltrazione per alleggerire il sistema esistente (Rif: CRIT_FOG_4 5).

Int_FOG_06: Separazione linea acque bianche di via Toroselle con recapito in zona golenale a sud della Sacca con vasche di infiltrazione e/o giardini, fossi e/o laghetti di infiltrazione per scaricare il sistema esistente (Rif: CRIT_FOG_6)

Int_FOG_07: Progetto di infiltrazione verde (i.e. giardini della pioggia, fosse vegetate, parcheggi con pavimentazione permeabile) in zona palazzetto dello Sport in Via Manzoni con opere corollarie di convogliamento delle acque meteoriche (Rif: CRIT_FOG_5)

Int_FOG_08 Progetto di infiltrazione con pozzi/vasche di dispersione, fosse vegetate e giardini della pioggia per il parcheggio dell'ospedale. La finalità consiste nella riduzione della portata nella rete di Via Manzoni (Rif: CRIT_FOG_5).

Int_FOG_09 Progetto di infiltrazione verde (giardini della pioggia, parcheggi con pavimentazione permeabile, fosse vegetate) in zona via Campo Sportivo con opere corollarie di convogliamento delle acque meteoriche per alleggerire la zona bassa della frazione Sacca (Rif: CRIT_FOG_6).

12.4 INDICAZIONI PER LE PREVISIONI URBANISTICHE

Ai sensi del **R.R. n. 7/2017** e s.m.i., le previsioni urbanistiche devono rispettare il principio di **invarianza idraulica e idrologica** (art. 3), garantendo che le portate e i volumi di deflusso post-intervento non superino quelli preesistenti.

In questa sezione si evidenziano le indicazioni specifiche per due aree previste dal piano che presentano criticità non trascurabili.

Ind_CRIT_PL_01 Zona di edificazione prevista dalle modalità attuative a sud di Plemo (Rif: CRT_PL_1).

- Rialzare con materiale inerte e drenante l'edificato per evitare l'allagamento e rialzarsi il più possibile dal livello di falda per garantire l'infiltrazione dell'acqua, senza indurre modificazioni del regime idraulico della zona;
- Studio dettagliato dell'invarianza idraulica e idrologica e degli effetti della costruzione sulle aree vicine e sul sistema fognario;
- Adozione in alternativa o a fianco delle opere tradizionali come serbatoi di laminazione e fosse perdenti anche di sistemi di infiltrazione e trattenuta delle acque meteoriche di tipo SUDS come fossi vegetati di infiltrazione, giardini della pioggia, tetti verdi e pavimentazioni semi-permeabili;

Ind_CRIT_PL_02 Zona di edificazione prevista dalle modalità attuative in Via Toroselle presso la stazione di servizio (Rif: CRT_PL_2).

- Evitare di costruire in corrispondenza delle depressioni, prevedendo di sopraelevare con materiale drenante per evitare il rischio allagamento, senza indurre modificazioni del regime idraulico della zona;
- Adozione in alternativa o a fianco delle opere tradizionali come serbatoi di laminazione e fosse perdenti anche di sistemi di infiltrazione e trattenuta delle acque meteoriche di tipo SUPS come fossi vegetati di infiltrazione, giardini della pioggia, tetti verdi e pavimentazioni semi-permeabili;

Si precisa a integrazione di quanto sopra riportato e in linea generale che, per la progettazione delle opere di invarianza idrologica e idraulica per le nuove trasformazioni ma anche per gli edifici esistenti ad alto rischio idraulico di esondazione, occorre tener conto debitamente anche della pericolosità idraulica di esondazione segnalata dallo studio geologico allegato al PGT.

13 MISURE NON STRUTTURALI

13.1 PRIME INDICAZIONI DELLE MISURE NON STRUTTURALI

In accordo con quanto richiesto dal A.R. 7/2017 art. 14, comma 7, lettera a), numero 5, vengono di seguito indicati e suggeriti alcuni principali interventi non strutturali da applicare sia su nuove urbanizzazioni sia sul costruito.

I provvedimenti non strutturali sono volti a ridurre la vulnerabilità o il valore degli elementi esposti al rischio. Tali misure sono rappresentate da interventi atti a prevenire o ridurre i danni conseguenti all'evento di piena:

- **provvedimenti di tipo amministrativo** destinati a disciplinare la destinazione d'uso del suolo di un territorio tramite l'introduzione di vincoli e restrizioni correlate con le caratteristiche idrogeologiche dei corsi d'acqua e delle aree confinanti e, più in generale, con il modello di sviluppo previsto per il territorio interessato. Questi provvedimenti, di fatto, sono già ricompresi nel PGT vigente [1] e in particolare nella normativa di attuazione della Componente geologica del PGT.
- **provvedimenti intesi a modificare l'impatto delle inondazioni sugli individui e sulle Comunità**, tramite campagne d'informazione che abituino la popolazione a convivere con tali eventi;
- **provvedimenti intesi a realizzare sistemi di previsione delle piene**, con diffusione dell'allarme alla popolazione e organizzazione e gestione dell'emergenza; - misure di protezione civile per la riduzione del rischio.

13.2 REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE

La prima misura per sua natura non strutturale è la **modifica del RE** vigente al fine di recepire puntualmente quanto previsto dai regolamenti regionali.

Di seguito si riporta integralmente l'art.6, che dispone le norme da recepire nel Regolamento Edilizio Comunale. Il Regolamento Edilizio comunale esplicita e dettaglia i seguenti contenuti:

- a)** per gli interventi soggetti a permesso di costruire, a segnalazione certificata d'inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o a comunicazione di inizio lavori asseverata:
 1. Nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto d'invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del r.r. 7/2017; tale progetto, fatto salvo quanto previsto all'articolo 19 bis della legge 241/1990 e all'articolo 14 della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di preven-

zione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua), è allegato alla domanda, in caso di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata d'inizio attività o alla comunicazione d'inizio lavori asseverata, unitamente:

1.1. All'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale; in caso di uno scarico esistente, agli estremi della concessione;

1.2. Alla richiesta di allacciamento nel caso di scarico in fognatura; in caso di utilizzo di allacciamento esistente, agli estremi del permesso di allacciamento;

1.3. All'accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato; in caso di utilizzo di uno scarico esistente in un reticolo privato, al relativo accordo con il proprietario del reticolo; il richiedente lo scarico informa dei contenuti dell'accordo l'autorità idraulica competente sul primo reticolo idrico pubblico di valle;

1bis. Se viene adottato il requisito minimo di cui all'articolo 12 comma 1 lettera a), alla domanda, in caso di istanza di permesso di costruire, alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata è allegata la dichiarazione del progettista ai sensi della stessa lettera a).

2. In caso di scarico in rete fognaria, il comune, nell'ambito della procedura del rilascio del permesso di costruire, è tenuto ad eseguire valutazioni sull'ammissibilità dello scarico in funzione della capacità idraulica della rete ai sensi dell'articolo 8, comma 2 e sul progetto d'invarianza idraulica e idrologica;

3. In caso di variante all'intervento che modifichi i parametri funzionali al calcolo dei volumi d'invarianza idraulica o idrologica, il progetto d'invarianza idraulica e idrologica deve essere adeguato e allegato alla richiesta di variante del permesso di costruire, ovvero alla presentazione della variante nel caso di segnalazione certificata d'inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del DPR 380/2001 o di comunicazione d'inizio lavori asseverata, ovvero alla nuova domanda di rilascio di permesso di costruire o alla nuova segnalazione certificata d'inizio attività o alla nuova comunicazione d'inizio lavori asseverata; qualora la variante comporti anche una modifica dello scarico, deve essere ripresentata l'istanza, la domanda o accordo di cui ai numeri 1.1, 1.2 o 1.3, da allegare alla richiesta di variante;

4. Prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato. L'efficacia della segnalazione certificata di inizio attività o della

comunicazione di inizio lavori asseverata è condizionata all'acquisizione della concessione, del permesso o dell'accordo;

5. La segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità, di cui all'articolo 24 del DPR 380/2001 è, altresì, corredata:

- Da una dichiarazione di conformità delle opere realizzate a firma del direttore dei lavori, ove previsto, oppure del titolare, che documenti la consistenza e congruità delle strutture o anche opere progettate e realizzate, ai fini del rispetto dei limiti ammissibili di portata allo scarico;
- Dal certificato di collaudo, qualora previsto, ovvero dal certificato di conformità alla normativa di settore delle opere d'invarianza idraulica e idrologica;
- Dagli estremi della concessione allo scarico rilasciata, prima dell'inizio dei lavori, dall'autorità idraulica competente, se lo stesso avviene in corpo idrico superficiale;
- Dagli estremi del permesso di allacciamento di cui al punto 1.2, nel caso di scarico in fognatura;
- Dal modulo di cui alla lettera a) del presente comma, presentato mediante lo specifico applicativo regionale, corredato dalla comunicazione di avvenuta consegna, con gli estremi del protocollo di invio, prodotta dall'applicativo medesimo.

6. Al fine di garantire il rispetto della portata limite ammissibile, lo scarico nel ricettore è attrezzato con gli equipaggiamenti, descritti all'articolo 11, comma 2, lettera g) del r.r. 8/2019, inseriti in un pozzetto di ispezione a disposizione per il controllo, nel quale deve essere ispezionabile l'equipaggiamento stesso e devono essere misurabili le dimensioni del condotto di allacciamento alla pubblica rete fognaria o del condotto di scarico nel ricettore; i controlli della conformità quantitativa dello scarico al progetto sono effettuati dal gestore del servizio idrico se lo scarico è in pubblica fognatura, o dall'autorità idraulica competente, se lo scarico è in corpo idrico superficiale;

b) per interventi rientranti nell'attività edilizia libera, di cui all'art. 3 comma 2 lettera d)

1. occorre rispettare il presente regolamento per quanto riguarda i limiti e le modalità di calcolo dei volumi;
2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato; nel caso di scarico in un reticolo privato, il richiedente lo scarico informa dei contenuti l'autorità idraulica competente sul primo reticolo idrico pubblico di valle.

c) per interventi relativi alle infrastrutture stradali, autostradali, loro pertinenze e parcheggi e per le attività di edilizia delle pubbliche amministrazioni, di cui all'articolo 7 comma 1 del d.p.r. 380/2001, soggetti all'applicazione del presente regolamento:

1. nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto d'invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e con i contenuti stabiliti all'articolo 10;
2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento, nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato; nel caso di scarico in un reticolo privato, il richiedente lo scarico informa dei contenuti l'autorità idraulica competente sul primo reticolo idrico pubblico di valle;
- 2.bis il certificato di collaudo tecnico amministrativo o, nei casi previsti dal codice dei contratti pubblici, il certificato di regolare esecuzione, è corredato dal modulo di cui alla lettera e) del presente comma, presentato mediante lo specifico applicativo regionale, corredato dalla comunicazione di avvenuta consegna, con gli estremi del protocollo di invio, prodotta dall'applicativo medesimo;

d) nel caso d'impossibilità a realizzare le opere di invarianza idraulica o idrologica previsto all'articolo 16:

1. alla domanda di permesso di costruire, alla presentazione della segnalazione certificata d'inizio attività o della comunicazione d'inizio lavori asseverata, nonché al progetto di fattibilità tecnico-economica di interventi relativi alle infrastrutture stradali, autostradali, loro pertinenze e parcheggi soggetti all'applicazione del presente regolamento, deve essere allegata la dichiarazione motivata di impossibilità a realizzare le misure d'invarianza idraulica, firmata dal progettista dell'intervento tenuto al rispetto del principio d'invarianza idraulica e idrologica, unitamente al calcolo della monetizzazione secondo le modalità specificate all'articolo 16;
2. la segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità o, per interventi relativi alle infrastrutture stradali, autostradali, loro pertinenze e parcheggi e per le attività di edilizia delle pubbliche amministrazioni di cui all'Art. 7 comma 1 del dpr 380/2001, soggetti all'applicazione del presente regolamento, il certificato di collaudo tecnico amministrativo o, nei casi previsti dal codice dei contratti pubblici, il certificato di regolare esecuzione, deve essere corredato anche dalla ricevuta di pagamento al comune o ai comuni interessati dell'importo di cui all'articolo 16 e dal modulo di cui alla lettera e) del presente comma, presentato mediante lo specifico applicativo regionale, corredato dalla comunicazione di avvenuta consegna, con gli estremi del protocollo di invio, prodotta dall'applicativo medesimo;

e) per ogni intervento assoggettato ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica di cui all'art. 3, il progettista delle opere d'invarianza idraulica e idrologica, o il direttore lavori qualora incaricato, è tenuto a compilare e inviare mediante lo specifico applicativo regionale il modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica recante i contenuti di cui all'allegato D.

Il modulo va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera.

13.3 INFORMATIVA ALLA POPOLAZIONE

Un'importante misura non strutturale riguarda la comunicazione del rischio, delle procedure di emergenza già definite e delle misure di autoprotezione e prevenzione alla comunità interessate dagli allagamenti. A tal fine possono essere organizzati specifici incontri di comunicazione e formazione alla cittadinanza, da parte di operatori specializzati o volontari. Gli incontri possono essere effettuati per gruppi omogenei di cittadini, che vivono le stesse situazioni di rischio o sono portatori di interessi analoghi (ad. es commercianti, residenti, industrie) e coinvolgendo le scuole.

Un aspetto di assoluto rilievo riguarda l'effettiva taratura degli incontri sul territorio specifico, informando sia su concetti generali ma soprattutto sulla reale situazione in essere nei comuni coinvolti. Gli strumenti informativi e di formazione di base da utilizzare possono essere audiovisivi e materiale divulgativo cartaceo messi a disposizione dalle istituzioni, quali ad esempio la Protezione Civile Nazionale o l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR – IRPI).

Un'utile iniziativa di informazione e formazione è quella collegata alla campagna di comunicazione nazionale "Io non rischio" sulle buone pratiche di protezione civile. Il punto di partenza della campagna è la presa di coscienza che l'esposizione individuale ai rischi a cui è soggetto il territorio italiano (terremoto, maremoto, alluvione, frane) può essere sensibilmente ridotta attraverso la conoscenza del problema, la consapevolezza delle possibili conseguenze e l'adozione di alcuni semplici accorgimenti.

13.4 MISURE DI PROTEZIONE CIVILE

Le opere non strutturali indicate in questo paragrafo hanno la finalità di definire, alla luce delle pericolosità e rischio identificato dallo studio, delle attività di difesa attive e/o passive che possano ridurre il rischio.

In particolare s'identificano attività caratteristiche di protezione civile.

Per le aree a rischio idraulico collegato a esondazioni si rimanda, tra l'altro, ai piani provinciali di Programma di Previsione e Prevenzione dei Rischi e Piano di Emergenza della Provincia di Brescia.

A titolo esemplificativo si riporta un breve elenco delle misure non strutturali di protezione civile raggruppate in funzione di alcune vulnerabilità.

13.4.1 Strade

Installazione di appropriata segnaletica che evidenzi la possibile presenza di allagamenti stradali. Riduzione dei limiti di velocità in caso di fenomeni di allagamento stradale. Chiusura tratti stradali particolarmente critici (casi estremi). Verifica e pulizia canali di scolo.

13.4.2 Scuole

Obbligo di abbandono dei piani interrati o verifica puntuale del piano emergenza e delle vie di esodo con attenzione che non vi possano essere punti di ristagno dell'acqua che possano creare altezze pericolose. Divieto d'immagazzinamento di materiali, beni vulnerabili nei piani interrati. Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

13.4.3 Residenziale e attività produttive

Obbligo di abbandono dei piani interrati. Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati. Evitare situazioni con ambienti a fondo cieco dove l'acqua possa accumularsi con altezze critiche. Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

13.4.4 Beni culturali

Obbligo di abbandono dei piani interrati. Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati. Se presenti beni, opere, manufatti ad alta vulnerabilità spostarli ai piani superiori. Se questo non è possibile provvedere con opere passive a protezione dei beni interessati.

Artogne (BS), Novembre 2025



Miriam Toaldo