



COMUNE DI MISSAGLIA
Provincia di Lecco

**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO
AI SENSI DELL'ART. 14 DEL R.R. N.7/2017 E S.M.I.**

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

Milano, marzo 2022



STUDIO IDROGEOTECNICO S.r.l.
Società di ingegneria

Bastioni di Porta Volta 7 - 20121 Milano
tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40
e-mail: stid@fastwebnet.it
www.studioidrogeotecnico.com



COMUNE DI MISSAGLIA

Provincia di Lecco

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO AI SENSI DELL'ART. 14 DEL R.R. N.7/2017 E S.M.I.

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	QUADRO NORMATIVO.....	5
2.1	NORMATIVA EUROPEA	5
2.1.1	Direttiva Quadro Alluvioni 2007/60	5
2.1.2	Standard Europeo EN 752-2:1997	6
2.2	NORMATIVA ITALIANA	6
2.2.1	Normativa relativa alla valutazione del rischio idraulico in ambito urbano	6
2.2.2	Normative relative al dimensionamento del sistema fognario	7
2.3	NORMATIVA DELLA REGIONE LOMBARDIA.....	8
2.3.1	Il Regolamento Regionale n. 7/2017 e Regolamento Regionale n. 8/2019.....	9
3	ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA'	11
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE.....	12
4.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	12
4.2	INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	15

4.3	DINAMICA GEOMORFOLOGICA	18
4.4	IDROGEOLOGIA	21
4.4.1	Caratteri piezometrici locali	27
4.5	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	29
4.6	VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	31
4.6.1	Aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili (Zona di Rispetto e Zona di tutela assoluta).....	31
4.6.2	Aree a pericolosità e rischio idraulico PAI – PGRA	31
4.6.3	PAI Dissesti	36
4.7	FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	38
4.8	PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI	40
4.9	RETICOLO IDROGRAFICO	43
4.9.1	Classificazione del reticolo idrografico	44
5	MODELLAZIONE DEL TERRITORIO E DELLA RETE	48
5.1	SCHEMA MODELLISTICO.....	48
5.2	CODICI DI CALCOLO IMPIEGATI.....	48
5.2.1	Infoworks ICM.....	48
5.3	RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE.....	50
5.4	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.....	51
5.5	IPOTESI MODELLISTICHE.....	51
5.6	CONDIZIONI AL CONTORNO	52
5.7	CONDIZIONI INIZIALI.....	53
6	STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO	54
6.1	EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO	54
7	ANALISI MODELLISTICA STATO DI FATTO E CRITICITÀ	59
7.1	GRADO DI RIEMPIMENTO DELLE CONDOTTE	59
7.2	MASSIME PORTATE ESONDATE DAI NODI DELLA RETE.....	62
7.3	ALLAGAMENTI DEL TERRITORIO COMUNALE	65
8	INTERVENTI STRUTTURALI	74
8.1.1	Confronto tra scenario stato di fatto e stato di progetto	103
9	INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI.....	107
9.1	PRINCIPALI TIPOLOGIE DI INTERVENTI NON STRUTTURALI	107

9.1.1	Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione	107
9.1.2	Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science.....	108
9.1.3	Sistemi di monitoraggio ed allerte	110
9.1.4	Piani e studi di approfondimento	111
9.1.5	Difese temporanee.....	111
9.2	MISURE NON STRUTTURALI INDIVIDUATE	114
10	AREE DA RISERVARE ALLE MISURE DI INVARIANZA	116
11	CONCLUSIONI.....	117

TAVOLE

Tav. 1a	– Carta della pericolosità idraulica (stato di fatto – Tr 10 anni) - scala 1:5.000
Tav. 1b	– Carta della pericolosità idraulica (stato di fatto – Tr 50 anni) - scala 1:5.000
Tav. 1c	– Carta della pericolosità idraulica (stato di fatto – Tr 1000 anni) - scala 1:5.000
Tav. 2	– Carta degli interventi strutturali e non strutturali - scala 1:5.000
Tav. 3a	– Carta della pericolosità idraulica (stato di progetto Tr 10 anni) - scala 1:5.000
Tav. 3b	– Carta della pericolosità idraulica (stato di progetto Tr 50 anni) - scala 1:5.000
Tav. 3c	– Carta della pericolosità idraulica (stato di progetto Tr 100 anni) - scala 1:5.000
Tav. 4	- Carta della fattibilità delle opere di infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.

ALLEGATI

Catalogo degli interventi tipo di invarianza idraulica e idrologica

Con la collaborazione di



WISE

ENGINEERING Srl

1 PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" del Comune di Missaglia ai sensi dell'art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)", così come modificato dal R.R. 7/2018, dal R.R. 8/2019 e dalla L.R. n. 18/2019.

Il territorio regionale è stato suddiviso dal Regolamento Regionale n. 7/2017 in tre tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua recettori. Il Comune di Missaglia ricade, secondo l'art. 7 del citato Regolamento, in area A, ad alta criticità idraulica.

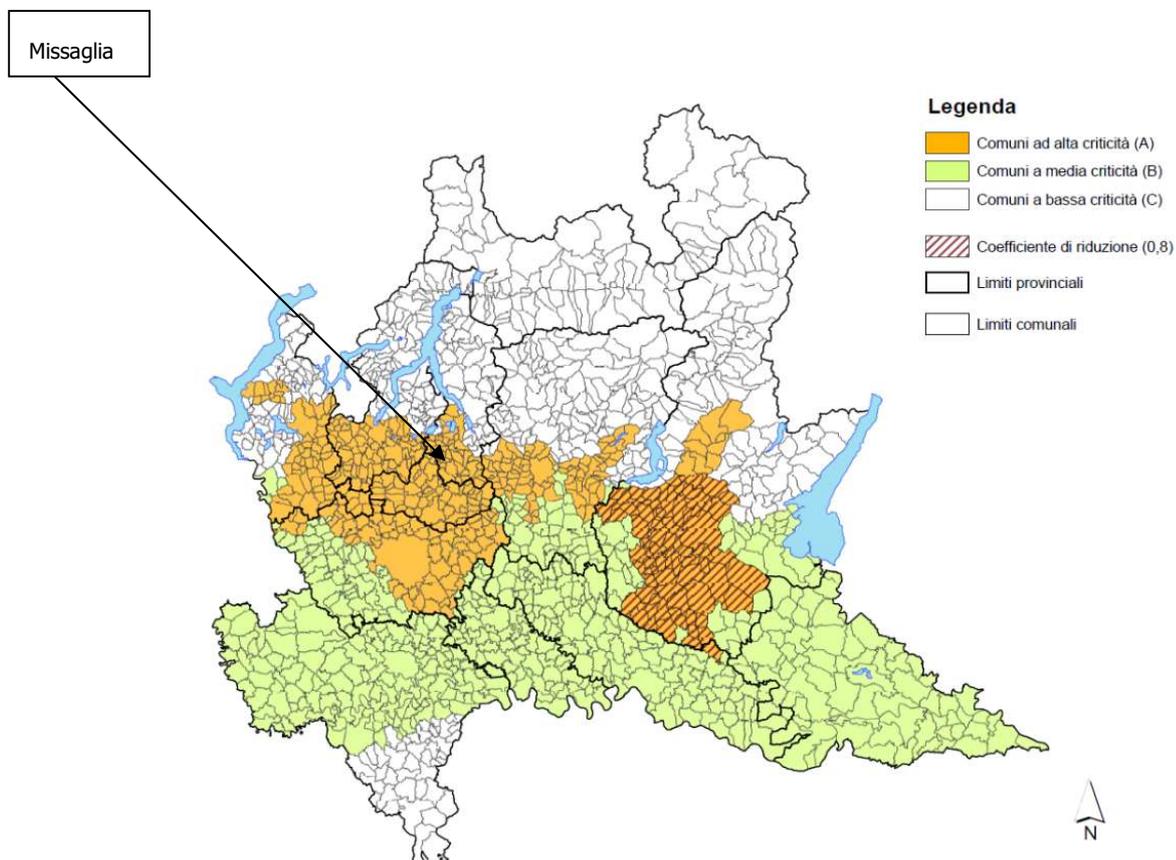


Figura 1.1 - Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l'allegato B al RR 7/2017 e s.m.i.

2 QUADRO NORMATIVO

2.1 NORMATIVA EUROPEA

La prima normativa a livello europeo che tratta il tema del rischio idraulico urbano (seppur marginalmente) è la cosiddetta "Direttiva Alluvioni" (n. 2007/60/CE) o "Flood Directive" (di seguito "FD"), emanata dalla Commissione Europea il 26 novembre 2007. Il primo standard europeo EN che si occupa dei tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto per il dimensionamento delle reti fognarie è lo standard EN 752-1997 (attualmente aggiornato al 2017). Di seguito si fornisce una breve disamina delle due norme di diretto interesse.

2.1.1 Direttiva Quadro Alluvioni 2007/60

Nella seconda metà del secolo scorso l'Europa è stata interessata da eventi alluvionali particolarmente gravosi. Nonostante molti sforzi intrapresi a livello nazionale per proteggere cose e persone, i primi veri passi verso un coordinamento comune sono relativamente recenti (Mostert and Junier 2009). Dopo le inondazioni del 2002 nel Danubio e nell'Elba, il Consiglio Europeo ha avanzato una proposta di legge a livello europeo sulle inondazioni (Commission of the European Communities 2004), che si è conclusa nel gennaio 2006 con la pubblicazione della proposta di direttiva sulla gestione del rischio di alluvioni. La proposta è stata adottata ufficialmente il 23 ottobre 2007 (Council of the European Union 2006), divenendo la prima direttiva europea che riguarda specificamente il rischio inondazioni, FD. La FD richiede agli Stati membri dell'UE di effettuare una valutazione preliminare dei rischi alluvionali e di redigere mappe di pericolosità idraulica, del rischio idraulico e piani di gestione del rischio alluvionale. Inoltre, richiede agli Stati membri di organizzare la partecipazione pubblica alle attività di redazione dei piani e coordinare l'applicazione della FD con la Direttiva Quadro Acque (n. 2000/60/CE), centrata sulla qualità dell'acqua e sull'ecologia.

Le mappe di pericolosità richieste dalla FD devono contenere la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dall'esondazione di un corso d'acqua secondo i seguenti scenari:

- scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
- media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile ≥ 100 anni);
- elevata probabilità di alluvioni.

La traduzione italiana della FD definisce il termine "alluvione" come "l'allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d'acqua temporanei mediterranei, e le inondazioni marine delle zone costiere e può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari" (articolo 2.1). Le inondazioni riconducibili alle reti fognarie sono quindi escluse da tale definizione.

Al contrario, le traduzioni della FD in altri Paesi europei hanno creato situazioni di ambiguità, in quanto la possibilità di esclusione è stata letta solo per le acque reflue civili o miste e non per quelle puramente meteoriche. A differenza dell'Italia, quindi, alcune nazioni europee hanno incluso tra le inondazioni oggetto di valutazione anche quelle in ambito urbano, dotandosi quindi di standard tecnici avanzati per la loro analisi.

2.1.2 Standard Europeo EN 752-2:1997

Lo standard europeo EN 752-2:1997 (sostituito da EN 752:2017) rappresenta il primo riferimento comune europeo per quanto attiene il dimensionamento e l'eventuale verifica dei sistemi fognari. La norma definisce:

- "allagamento" come una "condizione in cui le acque reflue e/o le acque di superficie sfuggono o non possono entrare in un sistema di scarico o di fognatura e rimangono in superficie o entrano negli edifici";
- "sovraccarico" come la "condizione in cui le acque reflue e/o le acque superficiali sono mantenute sotto pressione all'interno di un sistema di scarico a gravità o fognario, ma non sfuggono alla superficie per causare allagamenti". Condizioni estese di sovraccarico possono impedire all'acqua superficiale di entrare nel sistema fognario.

La norma indica fra l'altro che:

- i tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto che variano da un minimo di 1 a 10 anni a seconda del contesto urbano (es. aree rurali, residenziali, centri industriali, etc.) e delle infrastrutture servite (Tabella 2.1);
- la gestione del sistema sia finalizzata ad evitare il funzionamento in pressione della fognatura;
- i tempi di ritorno (probabilità di accadimento) per le piogge e per gli eventi di *flooding* sono diversi;
- l'uso di approcci modellistici in casi idraulicamente complicati è suggerito.

Tabella 2.1 Frequenza di allagamento di progetto consigliata dalla EN 752-2:1997

Tipo di contesto urbano	Probabilità di accadimento media annua dell'evento meteorico di progetto (1 in "n" anni)	Probabilità di accadimento medi annua dell'evento di allagamento (1 in "n" anni)
Aree rurali	1 in 1	1 in 10
Aree residenziali	1 in 2	1 in 20
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 2	1 in 30
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 5	-
Metropolitane/sottopassi	1 in 10	1 in 50

2.2 NORMATIVA ITALIANA

2.2.1 Normativa relativa alla valutazione del rischio idraulico in ambito urbano

A livello italiano la FD è entrata in vigore il 26 novembre 2007 ed è stata recepita dal decreto D.Lgs 49/2010. Il dubbio interpretativo riguardo alla inclusione delle inondazioni dovute alla

rete fognaria non si è posto, vista la definizione di "alluvione" riportata nel decreto di recepimento della FD. Non a caso, proprio all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (PGRA) del bacino del Fiume Po (in cui ricade la pressoché totalità della Lombardia), i fenomeni di allagamento correlati alle fognature sono stati espressamente esclusi dalle valutazioni condotte dalle singole Regioni (si vedano in particolare le Relazioni prodotte dalle Regioni Lombardia ed Emilia-Romagna che formano l'Allegato 5 del PGRA). Tale documento (il PGRA) rappresenta il principale strumento pianificatorio a scala distrettuale di cui l'Italia si è dotata in ottemperanza alla FD.

Il recepimento della Direttiva è stato condotto tenendo conto della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998. L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge n. 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza.

Precorritrice a livello europeo l'Italia, fin dal 1989, ha approcciato il problema del rischio idraulico territoriale alla scala del bacino idrografico (oggi distretto). Rispetto a questa scala di valutazione piuttosto ampia (bacino), il rischio idraulico urbano costituisce un problema locale. Dal punto di vista normativo la sua valutazione puntuale si inserisce solo in studi condotti a scala comunale o al più a quella propria delle cosiddette Aree a Rischio Significativo (ARS). Le ARS, introdotte nel PGRA seguendo le specifiche indicazioni della FD, corrispondono ad aree ad elevato rischio idraulico per le quali viene garantita una priorità di pianificazione e realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio. Esistono tre tipologie di ARS:

- distrettuali (nodi critici di rilevanza strategica in cui sono complessi interventi di mitigazione del rischio che comportano effetti alla scala di intero bacino idrografico, ove è necessario il coordinamento delle politiche di più regioni);
- regionali (situazioni di rischio molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino in relazione alla necessità di integrare gli interventi sul reticolo naturale e sulle reti artificiali di bonifica e di drenaggio urbano);
- locali (che rappresentano esigenze importanti per il ripristino a scala locale di adeguate condizioni di sicurezza).

È proprio nell'ambito delle azioni pianificate dal PGRA nelle ARS, soprattutto regionali e locali, che diventa preminente la valutazione del rischio idraulico urbano e di conseguenza il coinvolgimento dei Comuni e dei Gestori della rete fognaria. Da questa breve disamina normativa emerge quindi che, nel contesto italiano, non è presente una normativa nazionale specifica che impone o definisce la valutazione del rischio idraulico in ambito urbano o a scala comunale.

2.2.2 Normative relative al dimensionamento del sistema fognario

A livello nazionale, le norme esistenti forniscono indicazioni in merito al dimensionamento delle fognature e sono utili a stabilire criteri generali o di massima (tranne che per i materiali, dove esistono indicazioni con maggiore dettaglio (Centro Studi Deflussi Urbani 2008). Tra le norme più recenti, appare rilevante la *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633* (Presidenza del Consiglio Superiore, Servizio Tecnico Centrale, 7 gennaio 1974), dal titolo "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento

delle acque di rifiuto'. La Circolare dà istruzioni dettagliate riguardo alle definizioni (rete fognaria, fogne, collettori, emissario, etc.) e al contenuto del progetto di massima e del progetto esecutivo per la realizzazione di nuovi sistemi fognari. Per le fognature sia nere che pluviali è prescritta la presentazione dei calcoli e, per le fognature pluviali in particolare, l'esposizione del metodo di calcolo adoperato *"esequito sulla base dello studio idrologico delle durate degli eventi meteorici, dell'estensione delle aree dei bacini colanti e dei coefficienti di assorbimento dei terreni"*. La Circolare non fornisce indicazioni in merito ai tempi di ritorno di riferimento per gli eventi meteorici o alla frequenza massima ammissibile di allagamento dovuto alla fognatura ma indica genericamente che *"dovrà tenersi conto anche della frequenza con cui potranno verificarsi gli eventi più gravosi"*. Indicazioni più specifiche in proposito vengono riportate nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 marzo 1996 *"Disposizioni in materia di risorse idriche"* (GU Serie Generale n.62 del 14-03-1996 - Suppl. Ordinario n. 47). Al punto 8.5.3 dell'Allegato 1, in merito ai sistemi di drenaggio urbano, si indica espressamente che *"ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete"*.

2.3 NORMATIVA DELLA REGIONE LOMBARDIA

La norma regionale lombarda che per prima riporta indicazioni (seppur con carattere di indirizzo) in merito al rischio idraulico in contesti urbani è la *Legge Regionale n. 12 del 2005*, che tra gli obiettivi perseguiti riporta la promozione di *"misure specifiche e interventi necessari al riequilibrio idraulico ed idrogeologico del territorio [...] per garantire la sicurezza delle popolazioni e degli insediamenti rispetto ai fenomeni di degrado delle acque e di dissesto idraulico ed idrogeologico che interessano i centri e nuclei abitati, le attività produttive, le infrastrutture al servizio del territorio [...]"*. La pubblicazione del PGRA del Bacino del Fiume Po (marzo 2016) rappresenta un punto di svolta a livello regionale. Nell'Allegato 5 al PGRA (dedicato in modo specifico alle ARS Regionali e Locali tra cui quelle in Lombardia) viene per la prima volta riportata una misura in capo a Regione Lombardia che prevede la promozione del *"principio di invarianza idraulica ed idrologica e la riduzione dell'impermeabilizzazione attraverso la predisposizione di apposita Direttiva Regionale"*. Si tratta di una misura di prevenzione e protezione con l'obiettivo generale distrettuale della *"Difesa delle città e delle aree metropolitane"*. Essa costituisce anche una forma di applicazione della misura individuale del tipo win-win codice KTM21-P1-b099, *"Disciplina e indirizzi per la gestione del drenaggio urbano"*, indicata nel PGRA (Relazione di Piano, AdBPo, marzo 2016). Con l'indicazione di questa misura si concretizza per la prima volta l'idea che presiede al RR, ovvero che gli allagamenti dovuti alla inadeguatezza delle reti fognarie urbane, pur non essendo ricompresi tra le tipologie di fenomeni di allagamento dalla Direttiva Alluvioni, costituiscono un importante elemento di conoscenza per la pianificazione, la prevenzione e la protezione a scala regionale e comunale. Il RR

rappresenta quindi la "*Direttiva Regionale*" che finalizza in modo indiretto le indicazioni della FD, proprio imponendo il rispetto dell'invarianza idrologica e idraulica. Il RR, per scelta politica regionale, è andato oltre all'imposizione del rispetto di questi principi, richiedendo la predisposizione degli Studi Idraulici Comunali, che allo stato attuale, per quanto di conoscenza degli scriventi, costituiscono un unicum Nazionale per contenuti e aspettative.

2.3.1 Il Regolamento Regionale n. 7/2017 e Regolamento Regionale n. 8/2019

La *Legge Regionale 4/2016* ha modificato la *Legge Regionale 12/2005* (nota come "*Legge per il governo del territorio*") includendo tre concetti fondamentali per la gestione del rischio idraulico in Lombardia:

- (i) invarianza idraulica;
- (ii) invarianza idrologica;
- (iii) drenaggio urbano sostenibile.

La stessa legge ha demandato a specifico regolamento l'individuazione dei criteri i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ovvero il *Regolamento Regionale n.7/2017*.

Nello specifico, l'art. 14 comma 1 del RR introduce così gli adempimenti dei Comuni per la pianificazione urbanistica: "*I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica [...] sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7, ad approvarlo con atto del consiglio comunale e ad adeguare, di conseguenza, il PGT entro i termini di cui al comma 5.*", definendo al comma 7 il loro contenuto minimo: "*Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, lo studio comunale (di seguito SC) contiene:*

1. *la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;*
2. *l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;*
3. *la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. [...]*
4. *la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;*
5. *l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di*

invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale;

6. *l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d'ambito del servizio idrico integrato;"*

6 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo [...]."

Al punto 3 del comma 7 dell'art. 14 il RR indica inoltre che il Comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale il quale:

"3.1 effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1 (TR10, 50 e 100 anni).

3.2 si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;

3.3 valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;

3.4 Valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;

3.5 Individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti."

3 ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA'

La stesura dello studio comunale di gestione del rischio idraulico si è sviluppata a partire dal Regolamento Regionale e il documento è così articolato:

- ✓ Capitolo 4: sono descritte le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e idrografiche del comune di Missaglia e sono identificate le zone non adatte o poco adatte per l'infiltrazione delle acque pluviali;
- ✓ Capitolo 5: sono descritti il contesto spaziale e la rete fognaria del comune di Missaglia con le relative caratteristiche;
- ✓ Capitolo 6: contiene le risultanze delle simulazioni del funzionamento della rete fognaria comunale nello stato di fatto per gli scenari con tempo di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni, tenendo in considerazione soltanto gli apporti delle acque meteoriche, in quanto significative per le finalità di protezione dal rischio di alluvioni specifiche della norma in oggetto. La geometria della rete fognaria e dei manufatti è stata ricostruita a partire dai dati forniti dal Comune e dal gestore del servizio idrico Lario Reti Holding. Dal punto di vista idrologico si è fatto riferimento per i dati di pioggia alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica ricostruite secondo la metodologia del progetto "STRADA" di Arpa Lombardia, utilizzando poi uno ietogramma di progetto tipo triangolare. La modellazione della rete fognaria e la simulazione degli allagamenti superficiali è stata effettuata con il software InfoWorks ICM;
- ✓ Capitolo 7: riporta i risultati ottenuti e le criticità emerse dalla modellazione per lo scenario stato di fatto e la verifica del rispetto dei limiti degli scarichi nei ricettori finali imposti dal Regolamento Regionale;
- ✓ Capitolo 8: descrive gli interventi strutturali sia mirati alla risoluzione delle criticità presenti, sia al rispetto dei limiti di scarico;
- ✓ Capitolo 9: descrive i risultati in termini di funzionamento della rete e di riduzione degli allagamenti, ottenuti con la nuova configurazione di progetto;
- ✓ Capitolo 10: sono individuate le possibili aree da destinare alle misure di invarianza, secondo quanto richiesto dal Regolamento Regionale;
- ✓ Capitolo 11: descrive le analisi condotte e sintetizza i risultati ottenuti.

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE

4.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Il territorio comunale di Missaglia, ubicato nell'estremità sud-occidentale della Provincia di Lecco, è ubicato al passaggio tra l'alta pianura lombarda e la fascia pedemontana dell'anfiteatro morenico lariano.

L'assetto morfologico del territorio è caratterizzato da rilievi e pianalti collinari separati da ampie vallate dal fondo pianeggiante, solcate da corsi d'acqua principali, limitate da versanti poco inclinati e ribassate di alcune decine di metri

Gli elementi morfologici più significativi sono rappresentati dall'affioramento del substrato roccioso (dorsale di Molinata-Montevecchia), dalle cerchie moreniche concentriche (propaggini distali delle morene più antiche Mindel-Riss Auct.), dai terrazzi fluviali antichi (Fluviale Mindel Auct.) e dalle alluvioni recenti e attuali presenti nelle vallate principali.

La rete idrografica è costituita dai corsi d'acqua Molgoretta, Lavandaia e Nava che scorrono con direzione prevalentemente NW-SE entro le ampie piane e/o vallate presenti tra i terrazzi principali e il crinale di Molinata-Montevecchia, a cui recapitano numerosi tributari di sviluppo modesto.

Dal punto di vista geologico, l'area di studio si colloca all'estremità meridionale del Sudalpino, con il substrato roccioso prequaternario in corrispondenza della Dorsale di Montevecchia e con depositi glaciali, fluviali/alluvionali del Quaternario che occupano i rilievi collinari terrazzati e le conche vallive.

Le unità geologiche presenti in affioramento sono di seguito sinteticamente descritte (fonte dati: *Comune di Missaglia - Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale di Missaglia - Provincia di Lecco - D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 – EG Engineering Geology Studio Associato – settembre 2018*).

Secondo la nomenclatura tradizionale le unità affioranti dall'alt verso il basso sono le seguenti:

Substrato Roccioso prequaternario, costituito da:

- Flysch di Bergamo (Cretaceo sup.): deposito torbido costituito da alternanze di arenarie e marne con intercalazioni di orizzonti calcarenitici marnosi. Affiora in località Molinata e costituisce l'ossatura della Dorsale di Montevecchia a partire dalla località Valle di Santa Croce;
- Scaglia Lombarda (Eocene inf.): alternanza di sottili strati marnosi, calcari marnosi e selciferi, calcareniti e arenarie. Affiora in corrispondenza dell'incisione del T. Molgoretta.

Conglomerati del "Ceppo lombardo Auct."

Morenico Mindel Auct.

Fluviale Mindel Auct.

Depositi fluviali e alluvionali recenti

Depositi eluvio-colluviali.

Secondo la cartografia del Progetto CARG a cura di Regione Lombardia – Foglio 096 Seregno e 097 Vimercate, la successione Neogenica-Quaternaria, è così costituita, dalla più recente alla più antica:

- Sintema del Po (Pleistocene sup. - Olocene): depositi fluviali e di esondazione costituiti da ghiaia a supporto clastico, sabbie e limi, da poco a non alterati. Affiorano in corrispondenza del T. Lavandaia;
- Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago (Pleistocene medio – Pleistocene sup): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di clasti o di matrice, con intercalazioni sabbiose. Profilo di alterazione poco evoluto sino a 4 m, copertura loessica sporadica. Depositi glaciali rappresentati da diamicton a supporto di matrice limosa. Affiorano a Missagliola, presso il settore di pertinenza del T. Lavandaia e in tutta l'area in destra idrografica a valle, lungo la valle o in posizione limitrofa al T. Molgoretta;
- Sintema di Binago (Pleistocene medio): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa e limoso-sabbiosa; alterazione poco evoluta con spessore medio di 50 cm. L'unità in facies glaciale è costituita da diamicton massivi a supporto clastico e di matrice. Affiora a partire dalla Loc. Molinata verso Missaglia e da Missaglia a loc. Contra.
- Sintema della Specola (Pleistocene medio): depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico e di matrice con locali intercalazioni sabbiose; alterazione marcata. I depositi glaciali (till di fondo e till di ablazione) sono costituiti da diamicton a supporto di matrice con alterazione media. Affiorano sul pianalto di origine glaciale di Contra ed Ossola ed in corrispondenza della Strada Provinciale tra Missaglia e Cascina Desiderata.
- Supersintema di Venegono (Pleistocene inf. e terminale – Pleistocene sup.): questa unità è rappresentata da depositi di versante, eluvio-colluviali, fluviali e di conoide dei quali non è possibile distinguere l'appartenenza o origine. I depositi di versante sono costituiti da ghiaie a supporto clastico e di matrice limoso sabbiosa. I depositi colluviali sono costituiti da limi, limi argillosi con sparsi clasti. I depositi fluviali e di conoide sono costituiti da ghiaie a supporto clastico. Grado di alterazione variabile. Tali depositi sono presenti sui versanti e alla base delle scarpate principali e lungo le vallate dei corsi d'acqua;
- Supersintema del Bozzente – Sintema di Cascina Fontana (Pleistocene inf.): depositi glaciali costituiti da diamicton a supporto di matrice limoso argillosa; depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice e clastico, con intercalazioni sabbiose. Alterazione molto spinta che interessa tutto lo spessore dell'unità. Affiora a partire dalla località Campaccio a N verso SE ad interessare la porzione orientale di Missaglia sino a Pianina-Maresso all'estremità meridionale del territorio comunale. Affioramenti in corrispondenza delle località Oliva, Albareda e frazione Lomaniga;
- Formazione di Missagliola (Calabriano): depositi fluviali costituiti da ghiaie a supporto di matrice e clastico molto alterate. Tali depositi affiorano lungo il corso del T. Molgoretta e T. Lavandaia;
- Ceppo della Molgora (Calabriano): conglomerati costituiti da ghiaia a supporto di matrice e ghiaie a supporto clastico: Presenza di livelli con ciottoli prevalentemente di flysch e carbonati e livelli con abbondanti percentuali di litologie cristalline e metamorfiche. Affiora in alveo o alla base delle sponde del T. Molgoretta e T. Lavandaia.

4.2 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Dal punto di vista pedologico, nella seguente figura si riporta lo stralcio della "Base Informativa dei suoli" presente nel Geoportale della Regione Lombardia, derivante dalla classificazione dell'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia).

Per la descrizione dettagliata dei caratteri pedologici si rimanda alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT.

Sinteticamente, il territorio di Missaglia è così caratterizzato:

Sottosistema PB: Piano basale costituito dai versanti dei rilievi montuosi e collinari, con substrati pedogenetici costituiti da flysch ad alternanze di marne e arenarie a cemento calcareo. Versanti con pendenze da elevate a estremamente elevate:

- suoli sono molto profondi, con scheletro da scarso a comune, tessitura media,; sono non calcarei e hanno drenaggio buono; non adatti all'agricoltura, presentano limitazioni severe legate al rischio di erosione, tali da restringerne l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale; sono non adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e bassa per quelle superficiali, con limitazioni legate al runoff, alla permeabilità e all'inondabilità; possiedono un basso valore naturalistico.
- suoli da poco profondi a sottili, limitati da contatto litico; hanno tessitura media con scheletro frequente; sono da subalcalini ad alcalini, con drenaggio buono e permeabilità moderata. Non adatti all'agricoltura, presentano limitazioni severe legate al rischio di erosione, tali da restringerne l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale; sono non adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e bassa per quelle superficiali, con limitazioni legate al runoff e alla permeabilità; possiedono un basso valore naturalistico.

Sottosistema TA: Lembi residui di piane fluvioglaciali pre-würmiane costituenti superfici terrazzate sulla pianura, distinti in terrazzi superiori, attribuiti ad epoche glaciali più antiche del riss (mindel e precedenti), e terrazzi inferiori rissiani, entrambi costituiti da sedimenti grossolani molto alterati, ricoperti da coltri eoliche e/o colluviali:

- Suoli moderatamente profondi limitati da fragipan, scheletro scarso, tessitura media, con drenaggio da mediocre a lento e permeabilità bassa. Adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono poco adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione; hanno capacità protettiva elevata per le acque profonde e bassa per quelle superficiali, con limitazioni legate all'idrologia; possiedono un alto valore naturalistico

Sottosistema MP: Apparati pre-würmiani, attribuiti alle epoche glaciali mindel e riss, costituiti da sedimenti glaciali, fluvioglaciali e glaciolacustri, da molto a mediamente alterati, sepolti da sedimenti eolici ("loess") e/o colluviali. Superfici subpianeggianti o variamente ondulate, comprendenti valli, scaricatori e piane. Le superfici hanno morfologia subpianeggiante o concava, con pendenze tipicamente nulle o basse:

- Suoli profondi su fragipan, con scheletro assente o scarso, tessitura moderatamente fine, con drenaggio mediocre e permeabilità bassa. Adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono poco adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono moderatamente adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate all'idrologia e a pH e CSC; hanno capacità protettiva elevata per le acque profonde e bassa per quelle superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff; possiedono un alto valore naturalistico.
- Suoli molto profondi su substrato ghiaioso-ciottoloso con sabbie fluvioglaciali, moderatamente alterati, scheletro frequente, tessitura media, con drenaggio mediocre e permeabilità moderata. Adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate al rischio di erosione, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono poco adatti allo spandimento di fanghi di depurazione; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff e alla permeabilità; possiedono un moderato valore naturalistico.

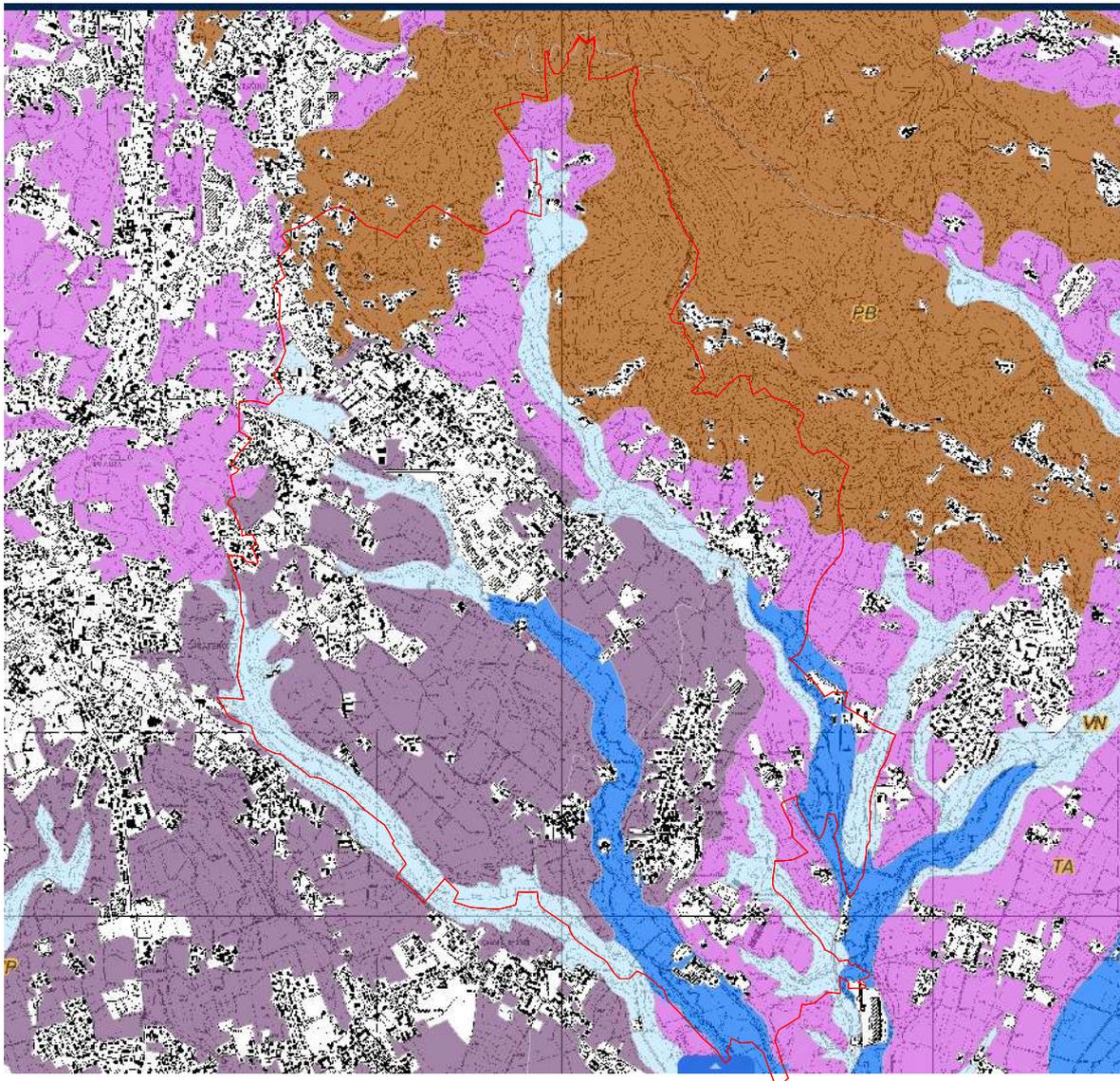
Sottosistema VN: Superfici terrazzate delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane fluviali attuali. Testimoniano antiche piane fluviali riconducibili a precedenti cicli di erosione e sedimentazione. Terrazzi fluviali a morfologia pianeggiante o ondulata, delimitati da scarpate, talvolta lievemente incisi da conche e paleoalvei. Rispetto al corso d'acqua attuale occupano posizioni la cui altimetria è proporzionale all'età; generalmente non mostrano consistenti problemi di idromorfia ma il loro drenaggio naturale può essere condizionato, nei terrazzi bassi o intermedi, dal deflusso di acque provenienti da superfici più rilevate. Comprendono le superfici di raccordo al sovrastante LFdP e alla sottostante piana inondabile e le scarpate di terrazzi, sovente modellate dall'intervento antropico:

- Suoli molto profondi su substrato ciottoloso-sabbioso, scheletro comune o frequente fino a 100 cm, abbondante in profondità, a tessitura media, con drenaggio buono e permeabilità moderata. Adatti all'agricoltura, presentano tuttavia limitazioni molto severe legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono non adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate all'inondabilità; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate al runoff e alla permeabilità; possiedono un basso valore naturalistico

Sottosistema VI: Piane fluviali a dinamica prevalentemente deposizionale, in parte inondabili, costituite da sedimenti recenti o attuali. Superfici a morfologia pianeggiante, situate alla stessa quota del corso d'acqua o poco in rilievo, inondabili durante le piene di maggiore consistenza (r.i. assente o lieve). Sono presenti nel tratto medio-superiore dei corsi d'acqua e nelle piane montane, in posizione intermedia fra la piana fluviale terrazzata e le aree più inondabili limitrofe ai corsi d'acqua:

- Suoli molto profondi a tessitura media con scheletro comune o frequente fino a 100 cm, abbondante al di sotto, drenaggio buono e permeabilità moderata. Adatti all'agricoltura, presentano tuttavia limitazioni molto severe legate a caratteristiche

negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono poco adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla granulometria, all'inondabilità; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e elevata per quelle superficiali, con limitazioni legate , alla permeabilità e alla granulometria; possiedono un basso valore naturalistico.



Basi informative dei suoli

Basi Informative dei Suoli

Basi informative al 50.000 (escluse aree antropizzate)

Carta pedologica 50k

-  PM; Piano montano, coincidente con le fasce fitoclimatiche del Picetum e del Fagetum (700-1700 m ñ 300 m). Comprende l'orizzonte montano inferiore con boschi di latifoglie sciafile (*Fagus sylvatica*) e quello superiore con boschi di aghifoglie (*Picea excelsa*,
-  PB; Piano basale, coincidente con la fascia fitoclimatica del Castanetum (<700 m ñ 300 m). Comprende l'orizzonte submediterraneo a sclerofille (*Quercus ilex*, *Olea europea*) e quello submontano con boschi di latifoglie eliofile (*Quercus robur pedunculata*, Q. p
-  PV; Fondivalle montani di origine alluvionale, comprendenti le superfici colluviali di raccordo ai versanti limitrofi, in cui trovano ampia diffusione le colture agrarie.
-  MP; Apparat pre-wrmiani* costituiti da sedimenti glaciali, fluvioglaciali e glaciolacustri, da molto a mediamente alterati, sepolti da sedimenti eolici ("loess") e/o colluviali (epoche glaciali mindel e riss*).
-  MW; Apparat wrmiani costituiti da sedimenti glaciali, fluvioglaciali e glaciolacustri, poco alterati.
-  TA; Lembi residui di piane fluvioglaciali pre-wrmiane costituenti superfici terrazzate sulla pianura, distinti in terrazzi superiori, attribuiti ad epoche glaciali piu' antiche del riss (mindel e precedenti), e terrazzi inferiori rissiani, entrambi costituit
-  LC; Settore apicale della piana proglaciale o "piana pedemontana", addossata ai rilievi (montagna, apparati morenici e terrazzi antichi), chiamata anche alta pianura ghiaiosa. E' formata dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, a morfologia subpianeggiante
-  LW; Settore intermedio della piana proglaciale, caratterizzato da idromorfia piu' o meno accentuata, dovuta all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale. Chiamato anche media pianura idromorfa, questo settore e' convenzionalme
-  LS; Settore distale della piana proglaciale, inciso da un reticolo idrografico permanente di tipo meandriforme. Presenta superfici stabili, costituite da sedimenti di origine fluviale a granulometria medio-fine. Costituisce il tratto piu' meridionale della pi
-  VN; Superfici terrazzate delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane fluviali attuali. Testimoniano antiche piane fluviali riconducibili a precedenti cicli di erosione e sedimentazioni.
-  VI; Piane fluviali a dinamica prevalentemente deposizionale, in parte inondabili, costituite da sedimenti recenti o attuali

Figura 4.2 - Inquadramento pedologico – Basi Informative dei suoli

4.3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

L'area in esame è caratterizzata da fenomeni di dinamica geomorfologica riconducibili all'azione fluvio-glaciale, fluviale e gravitativa che portano ad un modellamento del territorio. In linea generale la causa scatenante principale risiede nelle caratteristiche geologiche, litologiche e geomorfologiche proprie della zona, alle quali si sovrappongono gli effetti causati anche dall'attività umana che molto spesso contribuisce ad alterare gli equilibri con il risultato di accelerare notevolmente i processi di degradazione.

Si riconoscono principalmente le forme e processi di seguito descritti, come riportato nella relazione della componente geologica del PGT e alla quale si rimanda per gli aspetti di dettaglio.

L'individuazione di tali aree/elementi soggetti ad evoluzione geomorfologica ha condizionato la suddivisione del territorio in termini di possibilità/limitazione all'installazione delle opere di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo (cfr. par. 4.8).

FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E FLUVIO-GLACIALE: sono forme legate al modellamento glaciale durante le fasi di espansione e ritiro avvenute nel Quaternario e alla successiva erosione fluviale:

- Orli di terrazzo glaciale o scarpata morfologica: sottendono le aree pertinenti l'estensione dei cordoni morenici o identificano rotture di pendenza di modesto dislivello ascrivibili ad effetti erosivi connessi sia alle fasi di avanzata e ritiro della lingua glaciale sia all'azione operata dalle fiumane glaciali sulla coltre di sedimenti successivamente depositati;
- Cordone morenico: in ambito comunale si apprezza ancora morfologicamente la culminazione di un cordone morenico sviluppato a partire dalla località Molinata, attraverso Missaglia (capoluogo) e Barriano, sino a raggiungere il settore meridionale della località Maresso. Un secondo cordone morenico, di sviluppo assai più contenuto, si identifica in località Ossola-Caparra;

FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI: sono forme derivate dal rimodellamento sia per erosione sia per accumulo delle acque correnti superficiali:

- Orlo di terrazzo fluviale: sono scarpate che sottendono settori sub-pianeggianti a tergo (terrazzi del Mindel e del Riss Auct.), originati dall'azione modellatrice fluvio-glaciale; delimitano verso valle l'antica piana fluviale/alluvionale dei corsi d'acqua principali. Buona parte degli orli di scarpata morfologica in ambito comunale è inattiva;
- Erosione incanalata: si tratta di un fenomeno erosivo che interessa la coltre superficiale di terreno per l'azione delle acque di ruscellamento, favorito in presenza di terreni limoso-argillosi aventi basso grado di permeabilità;
- Ruscellamento superficiale: a seguito di precipitazioni meteoriche intense si verificano fenomeni di ruscellamento superficiale (acque non incanalate), che provocano l'imbibizione e spesso movimenti della coltre di terreno per i primi 50 cm (soliflusso). L'instaurarsi di tali fenomenologie è favorito dalla sussistenza di terreni poco o nulla permeabili che ostacolano l'infiltrazione verso il sottosuolo, talora anche per la presenza del substrato roccioso o conglomeratico a modesta profondità da considerarsi a permeabilità pressoché nulla;
- Erosione spondale: sono evidenti fenomeni di dissesto del ciglio della scarpata fluviale che limita l'alveo di piena dei corsi d'acqua, che si esplicano con arretramento e/o franamento del medesimo;
- Scalzamento alla base della scarpata fluviale: è una tipologia di evoluzione morfodinamica strettamente connessa alle fenomenologie di erosione spondale. Nello specifico si apprezzano lungo i corsi d'acqua del reticolo idrico principale e minore episodi di scalzamento alla base della sponda in alveo ad opera della corrente fluviale; l'azione di quest'ultima porta alla progressiva asportazione del terreno diminuendo così il contrasto/sostegno al piede della sponda e/o del versante, con conseguente innesco di dissesti gravitativi della coltre di terreno superficiale a tergo (franamento/arretramento);

- Aree esondabili: si tratta di aree di pertinenza fluviale periodicamente allagate durante i fenomeni di piena. Si concentrano delle zone più depresse in fregio al T. Molgoretta e al T. Lavandaia, dove rappresentano le aree di esondazione naturale del corso d'acqua (golene). In genere le esondazioni si verificano in corrispondenza di attraversamenti sottodimensionati, di sezioni d'alveo ridotte oppure laddove le sponde hanno quote arginali topograficamente ribassate;
- Area soggetta a fenomeni di ristagno: si tratta di aree ristrette arealmente che in occasione di precipitazioni abbondanti o apporto di acque per fenomeni di ruscellamento diffuso/concentrato, causa lo scarso drenaggio del terreno superficiale avente ridotta permeabilità (componente fine limoso-sabbiosa-argillosa prevalente), manifestano condizioni di costante saturazione con livello prossimo al piano campagna.
- Sorgente/venute d'acqua: si tratta di emergenze idriche assai esigue in termini di portata, che si concentrano in genere alla base dei versanti solitamente in corrispondenza al passaggio litologico tra litotipi a differente permeabilità;

FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE DELLA GRAVITÀ: sono forme di trasformazione dei versanti derivanti dai processi di alterazione sui quali influisce successivamente l'azione della gravità e delle acque superficiali e sotterranee.

- Frana attiva in roccia: un fenomeno di instabilità/dissesto accertato riguarda la testata del bacino del T. Molgoretta (località Valle Santa Croce), dove è manifesta una frana attiva che interessa il substrato roccioso, classificabile come frana di crollo/distacco di blocchi;
- Frana attiva: si tratta di dissesti per i quali attualmente è possibile individuare una condizione di movimento. Si hanno essenzialmente frane di scivolamento della coltre superficiale eluvio-colluviale e/o detritica e/o glaciale, in ogni caso di modesto spessore, sulla quale influiscono negativamente come concause, l'imbibizione a seguito di precipitazioni particolarmente copiose e prolungate nel tempo e l'acclività della superficie topografica;
- Frana quiescente: si tratta di fenomeni non più attivi coinvolgenti la coltre di terreno superficiale di natura eluvio-colluviale o detritica oppure si tratta di situazioni per le quali sussistono presupposti di potenziale riattivazione;
- Frana stabilizzata: tra le frane stabilizzate si elenca un dissesto lungo via Sant'Apollonia a Molinata, messo in sicurezza con minimi interventi di riprofilatura e posa di massi ciclopici, nonché quello di Cascina Butto consolidato con interventi di ingegneria naturalistica;
- Pareti in roccia soggette a crollo: dissesti di tale tipo interessano localmente i contrafforti rocciosi che cingono il comune a Nord ed Est (frazione Molinata, testata del bacino del T. Molgoretta, pendici della dorsale di Montevicchia, etc.) e sono spesso in associazione ad elementi strutturali quali gli orli di scarpata morfologica;
- Aree soggette ad erosione e franosità superficiale diffusa: stato di diffuso dissesto superficiale che si esplica attraverso fenomeni di scivolamento, colata, scollamento e decorticamento del suolo con parziale movimento traslativo per gravità (creeping) ed inclinazione della vegetazione arborea (reptazione), fenomenologie acuite dall'azione contestuale delle acque battenti e di scorrimento superficiale, per imbibizione-saturazione.

4.4 IDROGEOLOGIA

La struttura idrogeologica dell'area di Missaglia è caratterizzata dal substrato roccioso prequaternario e dalla coltre dei depositi quaternari costituenti unità idrogeologiche sovrapposte.

In particolare, le unità appartenenti al substrato roccioso sono caratterizzate da una scarsa permeabilità (permeabilità secondaria per fratturazione), per cui esse si possono considerare improduttive ai fini dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee. L'andamento in profondità del substrato roccioso prequaternario condiziona di conseguenza la circolazione idrica sotterranea che si realizza solo laddove la profondità dello stesso è cospicua e la coltre dei depositi quaternari presenta uno spessore di una certa entità ed è sufficientemente permeabile, ovvero è in grado di immagazzinare volumi idrici quantitativamente significativi.

Al di sopra del substrato roccioso, le unità idrogeologiche si succedono, dalla più profonda alla più superficiale, secondo il seguente schema che fa riferimento alle risultanze dello studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" (2002, Regione Lombardia in collaborazione con Eni-Divisione Agip) con il relativo "Aggiornamento geologico-stratigrafico" (2005) e alla base della revisione dei corpi idrici sotterranei effettuata nel PTUA 2016, fatte salve le comuni differenziazioni proprie del settore pedemontano rispetto a quello di riferimento della pianura:

Gruppo Acquifero A (Olocene, Pleistocene superiore – Pleistocene medio): corrisponde all'unità *ghiaioso-sabbiosa* (depositi del Würm Auct.).

È presente negli strati più superficiali del sottosuolo con spessori variabili in funzione dello stato di erosione complessivo dell'area, condizionando il grado di protezione degli acquiferi dalle infiltrazioni provenienti dalla superficie.

L'unità è costituita da depositi in facies glaciale, fluvio-glaciale e lacustre con litologie eterogenee (ghiaie e sabbie generalmente a supporto di matrice argillosa, argille limose e sabbiose inglobanti ciottoli).

È sede di falda libera nelle zone di fondovalle colmate da depositi ghiaioso-sabbiosi più permeabili, talora ascrivibili a strutture di "paleoalveo", in comunicazione con quella contenuta nel "Ceppo".

Locali acquiferi sospesi di ridotta potenzialità si sviluppano prevalentemente nei livelli a maggiore permeabilità dei depositi glaciali.

Gruppo Acquifero B (Pleistocene medio): corrisponde all'unità sabbioso-ghiaiosa che accorpa la serie dei fluviali Mindel-Riss ed i conglomerati e arenarie basali.

È costituito da depositi in facies fluviale ("Ceppo") caratterizzati dalla successione di banchi conglomeratici a diverso grado di cementazione passanti localmente a ghiaie sabbiose e ciottoli. Sono rilevabili sporadiche intercalazioni argillose con limitata estensione areale. Tali depositi sono sede dell'acquifero libero localmente semiconfinato, tradizionalmente captato dai pozzi pubblici e privati dell'area.

Gruppo Acquifero C (Pleistocene inf. [Siciliano ed Emiliano]): corrisponde alla porzione superiore dell'unità sabbioso-limoso-argillosa ovvero le Argille Villafranchiane in facies continentale.

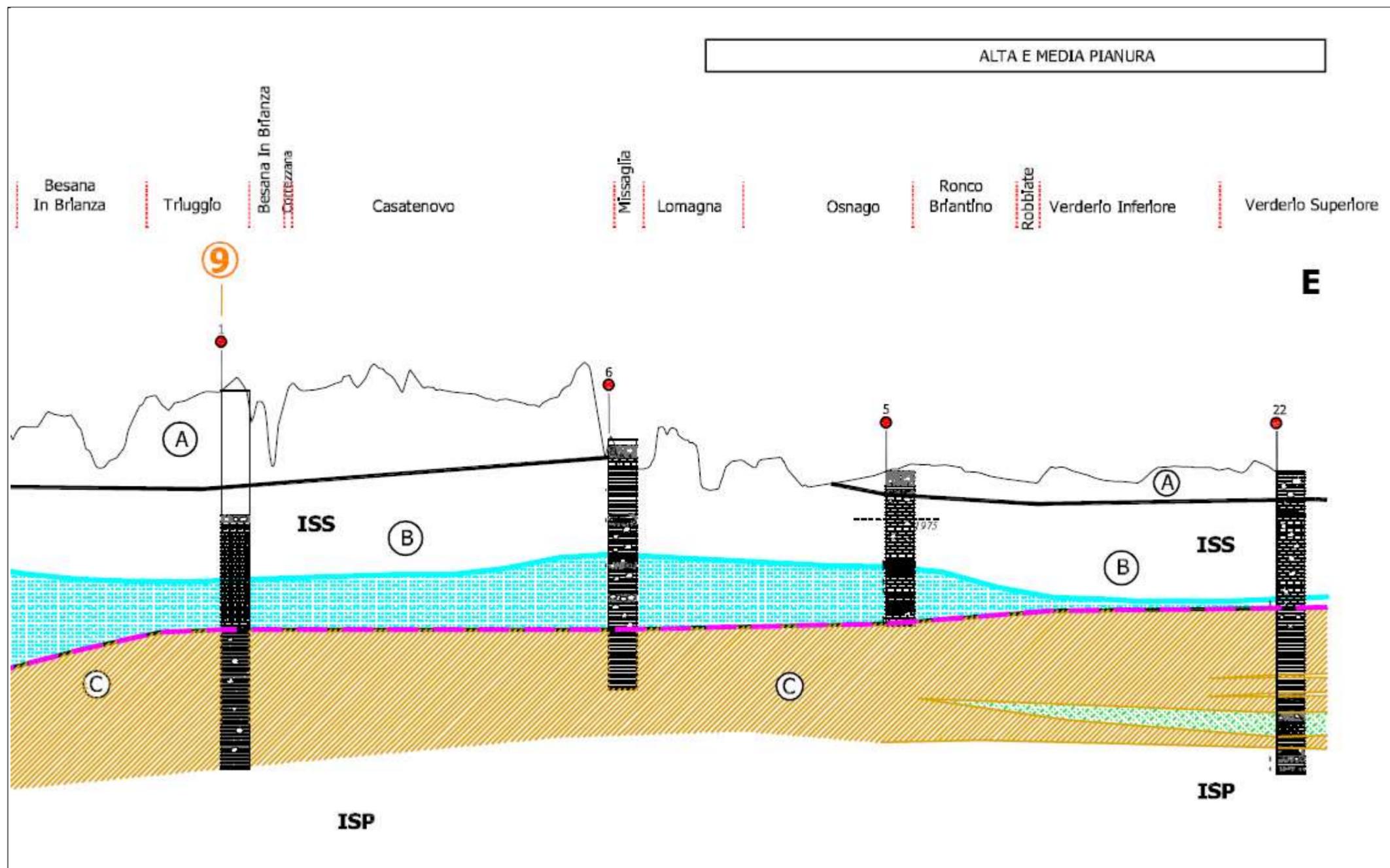
È costituito da depositi prevalentemente fini, caratterizzati da limi e argille con ciottoli talvolta di colore grigio-azzurre, con locale presenza di livelli torbosi e fossiliferi, a cui si intercalano livelli ghiaioso sabbiosi e conglomeratici che possono essere sede di falde confinate, in genere con circolazione idrica limitata.

Gruppo Acquifero D (Pleistocene inf. [Santerniano]): corrisponde alla porzione basale dell'unità sabbioso- limoso-argillosa ovvero le Argille Villafranchiane in facies marina.

Le seguenti immagini riportanti:

- stralcio di sezione orientata W-E passante per il settore meridionale del comune, desunta dallo studio "*Eupolis Lombardia: Attività di progettazione, monitoraggio e studio relative ai corpi idrici sotterranei della Lombardia (Cod. Eupolis lombardia ter13016/001), Studio Idrogeotecnico Applicato - febbraio 2015*";
- sezioni idrogeologiche desunte dalla componente geologica del PGT di Missaglia.

sono rappresentative dello schema idrogeologico del territorio.

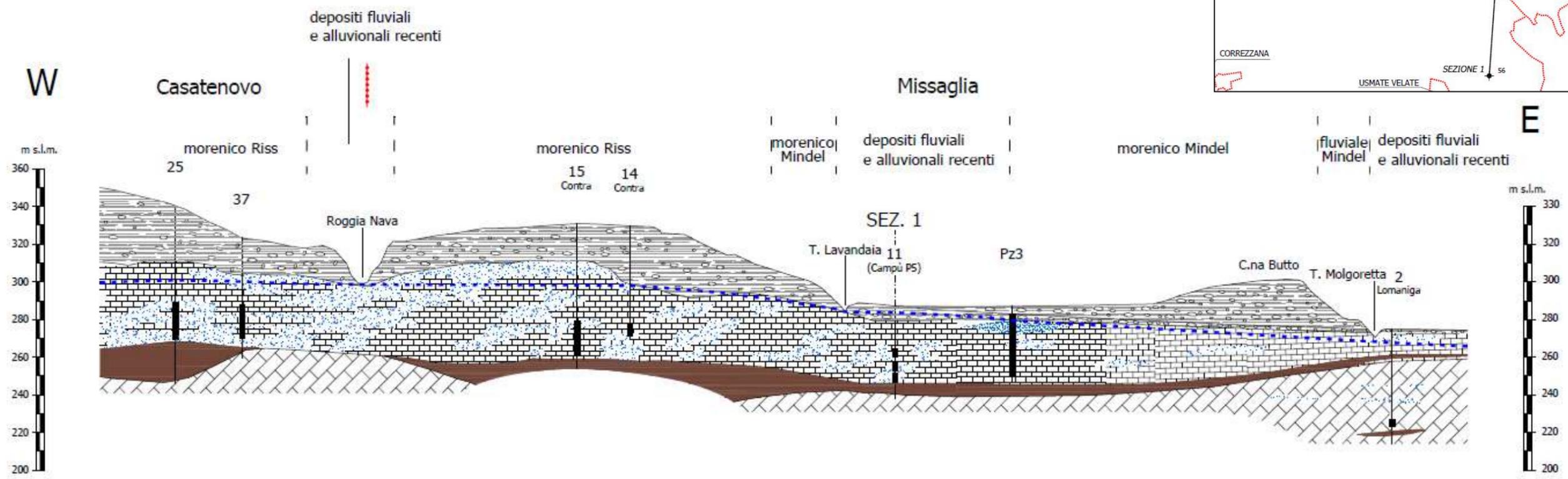
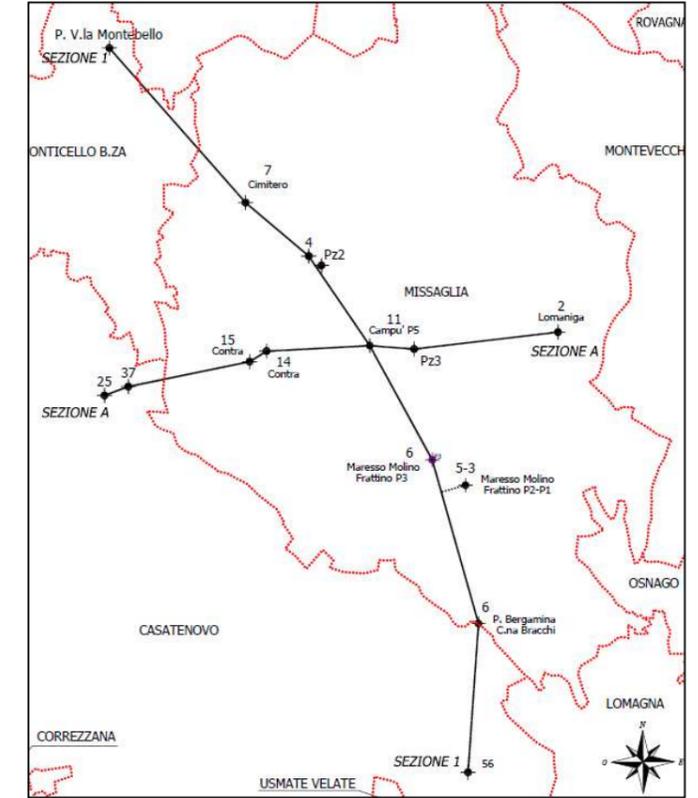


CLASSIFICAZIONE DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE	
ACQUIFERO SUPERIORE	<p>GRUPPO ACQUIFERO A Ghiale e ghiale grossolane a matrice sabbiosa grossolana con subordinati livelli sabbiosi da medi a grossolani; localmente presenti livelli decimetrici di argille e argille limose. Localmente si differenzia in una porzione superficiale idrogeologicamente in comunicazione diretta con la superficie (A1) da una più profonda semiconfinata o confinata (A2). <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided ad alta energia</i></p>
ACQUIFERO INTERMEDI PROFONDI	<p>GRUPPO ACQUIFERO B Sabbie medio grossolane, sabbie ciottolose e ghiale a matrice sabbiosa; con orizzonti cementati e livelli di sedimenti fini argilloso limosi. <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided</i></p>
SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO	<p>GRUPPO ACQUIFERO C Alternanza di sabbie da fini a medie e di argille limose verdi e argille palustri bruno-nerastre. <i>Ambiente di deposizione: continentale/transizionale dellizio</i></p>
SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO	<p>SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO</p>

-  Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS)
-  Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) e Profonda (ISP)
-  Orizzonti a bassa permeabilità (sabbie fini, limi e argille)
-  Limite gruppo acquifero
-  Limite di idrostruttura
-  Limite dell'acquifero superficiale (da PTUA - 2006)



Figura 4.3 – Stralcio sezione idrogeologica PTUA 2016



SEZIONE A



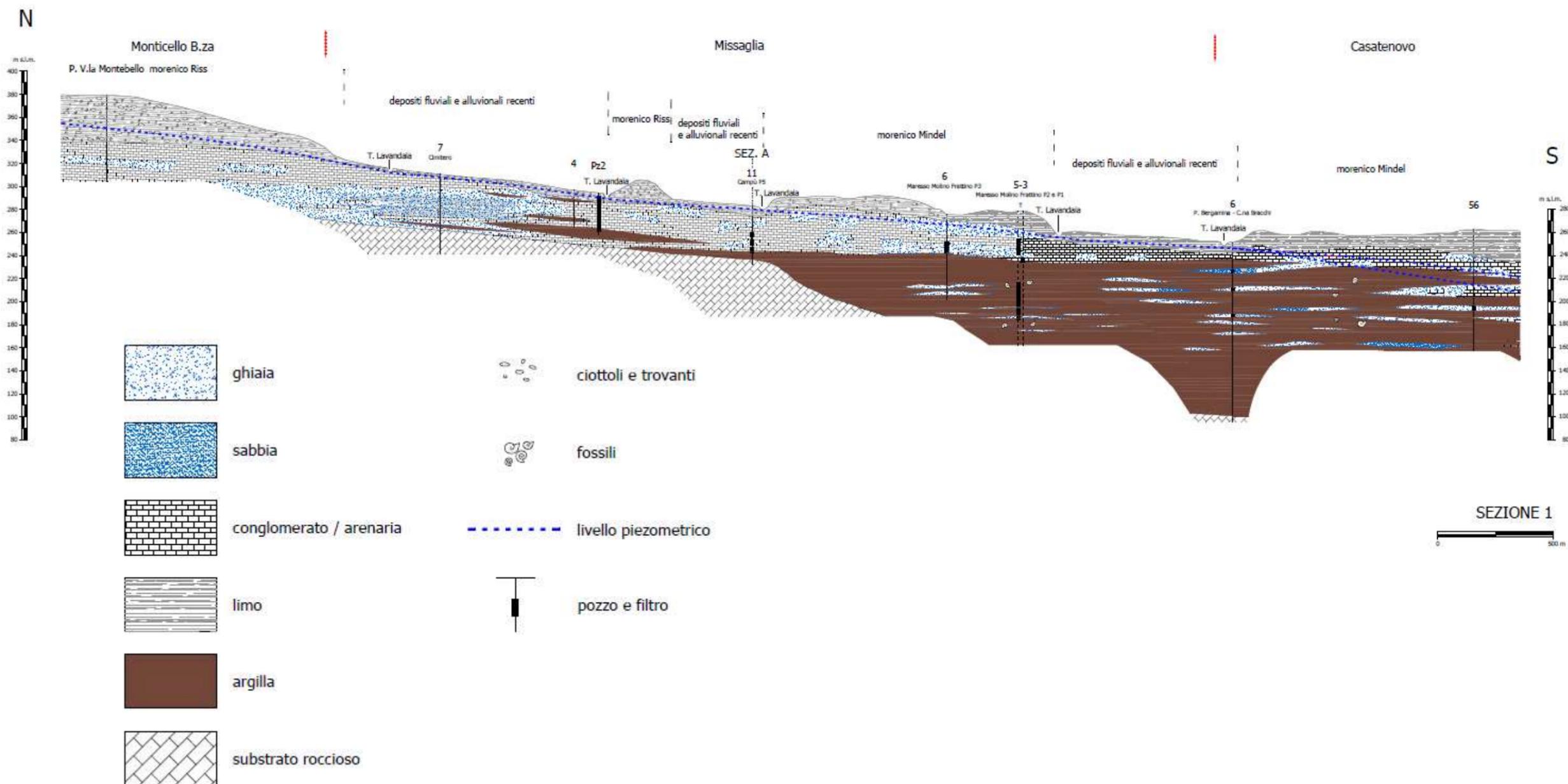


Figura 4.4 – Sezioni idrogeologiche – Tav. 4 Componente geologica PGT Missaglia (per dettagli si rimanda al documento originale)

4.4.1 Caratteri piezometrici locali

La morfologia della superficie piezometrica dell'acquifero superiore è illustrata nella seguente figura derivata dalla tavola "Carta idrogeologica" della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Missaglia. Di seguito si riporta la descrizione ripresa dalla stessa relazione.

Le quote piezometriche assolute variano da oltre 300 m s.l.m. nel settore Nord a 240 m s.l.m. nel settore Sud, cui corrispondono valori di soggiacenza minimi di 1-2 m in corrispondenza dell'asse della Lavandaia presso Molinata e Missaglia (capoluogo) e massimi di 40 m circa sui pianalti (Missagliola).

Procedendo verso Sud la soggiacenza in corrispondenza della piana valliva aumenta progressivamente da 2-5 a 7 m verso l'estremità meridionale del confine comunale, mentre sui pianalti si possono riscontrare valori analoghi ai precedenti, dell'ordine di circa 40 m. All'altezza del pozzo n.5 di Maresso (P2), attualmente unico pozzo pubblico utilizzato dal Comune di Missaglia per la fornitura idropotabile, la quota piezometrica al tempo ricostruita risulta essere prossima a 254 m s.l.m., cui corrisponderebbe una soggiacenza di circa 6-7 m dal p.c..

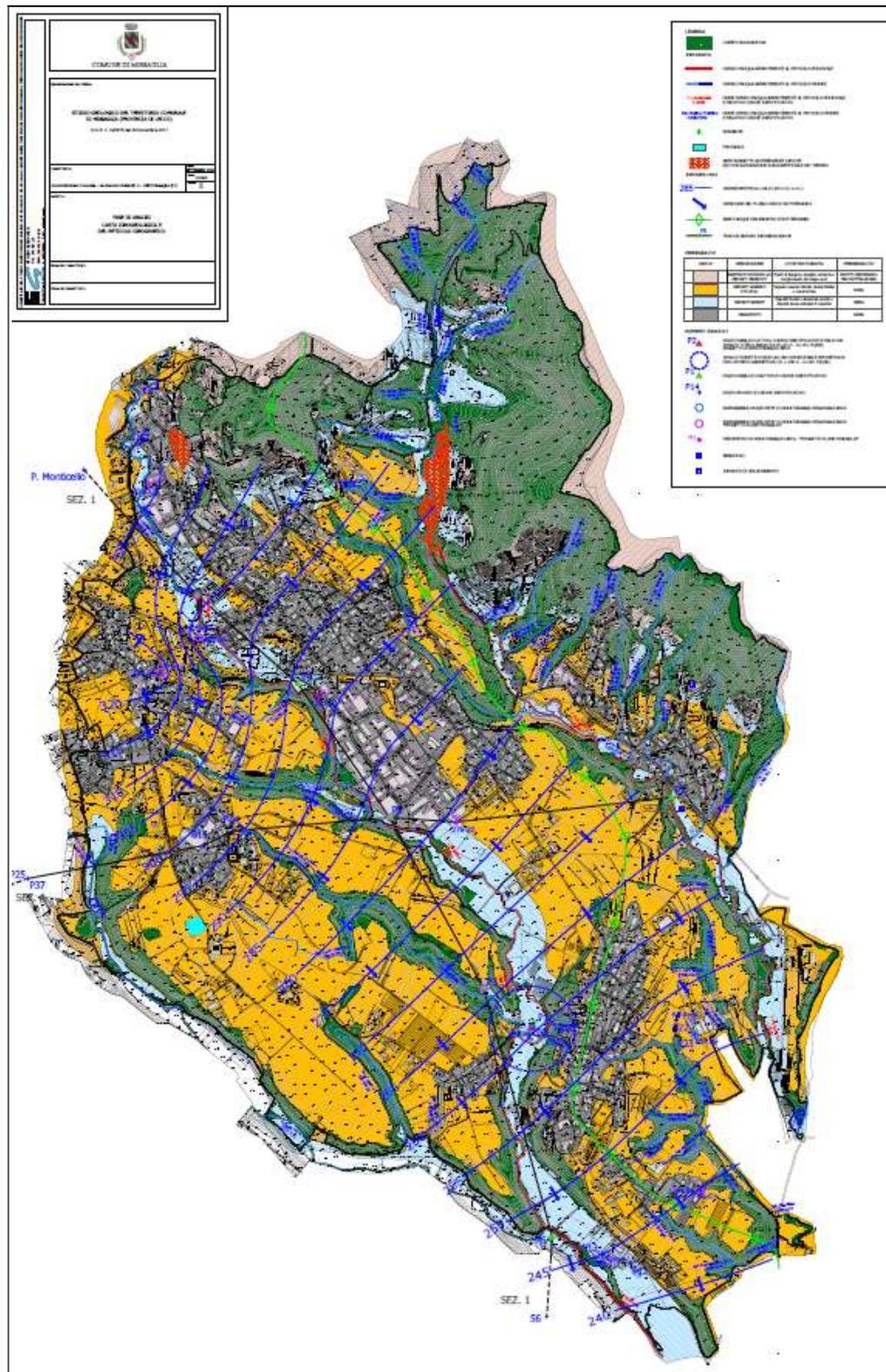


Figura 4.5 – Carta idrogeologica - Tav. 5 Componente geologica PGT Missaglia (per dettagli si rimanda al documento originale)

4.5 PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La preliminare suddivisione del territorio in aree omogenee sotto l'aspetto geologico, di dinamica geomorfologica, idrogeologico, litologico e geotecnico è riassunta nella seguente tabella; i caratteri distintivi delle aree sono stati desunti dalla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT.

UNITÀ	GEOMORFOLOGIA DINAMICA GEOMORFOLOGICA	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ E DRENAGGIO	PARAMETRI GEOTECNICI INDICATIVI	CLASSE GEOTECNICA/GEOMECCANICA
Substrato roccioso	Acclività medio elevata Dissesti poco diffusi, locali fenomenologie di frane di crollo	Alternanze di arenarie e marne, calcarei marnosi	Permeabilità secondaria ridotta	classe RMRb = III-IV	SCADENTE/DISCRETA
Conglomerato del Ceppo Auct.	Acclività da nulla a media Dissesto assenti	Conglomerati costituiti da ghiaia a supporto di matrice e ghiaie a supporto clastico	Permeabilità secondaria ridotta	$\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$ $\Phi = 30^\circ \div 35^\circ$	BUONA
Depositi del Morenico e Fluviale Mindel Auct..	Acclività da nulla a modesta, elevata in corrispondenza delle incisioni torrentizie; Possibili fenomeni di ruscellamento superficiale, scivolamenti gravitativi	Diamicton a supporto di matrice limoso argillosa. Ghiaie a supporto di matrice e clastico. Alterazione marcata / molto spinta	Permeabilità primaria bassa. Presenza di occhi pollini e di falde sospese	$\gamma = 1,7 \div 1,8 \text{ t/m}^3$ $\Phi = 23^\circ \div 33^\circ$ $c_u = 0,1 \div 0,5 \text{ kg/cm}^2$	SCADENTE
Depositi del Morenico Riss Auct.	Acclività da nulla a modesta, elevata in corrispondenza delle incisioni torrentizie. Possibili fenomeni di ruscellamento superficiale	Ghiaie a supporto di clasti o di matrice sabbiosa e limoso- sabbiosa, con intercalazioni sabbiose Alterazione poco evoluta Diamicton a supporto di matrice limosa e/o clastico	Permeabilità primaria bassa Presenza di falde sospese	$\gamma = 1,7 \div 1,8 \text{ t/m}^3$ $\Phi = 25^\circ \div 35^\circ$	
Depositi fluviali e alluvionali recenti	Acclività nulla. Dissesti assenti	Ghiaia a supporto clastico, sabbie e limi, da poco a non alterati	Permeabilità primaria media Falda sub-superficiale Soggiacenza in ambito di piana da 1-2 m a N a 5-7 m a S	$\gamma = 1,65 \div 1,75 \text{ t/m}^3$ $\Phi = 26^\circ \div 39^\circ$	SCADENTE/DISCRETA
Depositi eluvio- colluviali di versante	Acclività da modesta a media. Scivolamenti, ruscellamento superficiale gravitativi,	Ghiaie a supporto di clastico e di matrice limoso sabbiosa. Limi, limi argillosi con sparsi clasti. Ghiaie a supporto clastico. Grado di alterazione variabile.	Permeabilità primaria media Falda sub- superficiale	$\gamma = 1,6 \div 1,8 \text{ t/m}^3$ $\Phi = 22^\circ \div 29^\circ$ $c_u = 0,2 \div 0,3 \text{ kg/cm}^2$	SCADENTE

4.6 VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Nella carta dei vincoli della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT sono indicate le limitazioni che devono essere tenute in considerazione per lo studio di gestione del rischio idraulico ed in particolare:

- ✓ aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili (Zona di Rispetto e Zona di tutela assoluta);
- ✓ Aree a pericolosità e rischio idraulico PAI – PGRA;
- ✓ PAI dissesti.

4.6.1 Aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili (Zona di Rispetto e Zona di tutela assoluta)

Per la definizione delle aree di salvaguardia attorno alle opere di captazione si fa specifico riferimento al D.Lgs. 152/06 e s.m.i., che sostituisce tutta la normativa precedente. Nei suddetti riferimenti legislativi, vengono chiaramente evidenziati i concetti di "Zona di tutela assoluta" e di "Zona di rispetto".

Zona di tutela assoluta: è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; essa deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

La D.G.R. 6/15137/96 indica i criteri per la delimitazione della zona di rispetto, ossia:

- criterio geometrico: si assume quale zona di rispetto una superficie di raggio non inferiore a 200 m intorno alla captazione.
- criterio temporale: applicabile in caso di acquifero vulnerabile. La zona di rispetto viene individuata quale involucro dei punti isocroni circostanti il pozzo in condizioni di emungimento a regime con la massima portata di esercizio.
- criterio idrogeologico: applicabile in caso di acquifero protetto. L'estensione della zona di rispetto può coincidere con la zona di tutela assoluta.

Nello specifico, l'unica captazione ad uso idropotabile di Missaglia è il pozzo n.5 in Fraz. Maresso (P2, codice PO0970490U0002) ubicato a sud del territorio comunale. Per esso è prevista l'adozione della zona di tutela assoluta (ZTA) e della zona di rispetto (ZR) con criterio geometrico, entro le quali vigono i vincoli indicati nel D.Lgs. 152/06.

4.6.2 Aree a pericolosità e rischio idraulico PAI – PGRA

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze

negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Dall'analisi del GeoPortale di Regione Lombardia "<http://www.geoportale.regione.lombardia.it>" si evince che in Missaglia sono presenti aree di pericolosità classificate secondo la Direttiva alluvioni 2007/60/CE/ - Revisione 2020.

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di:

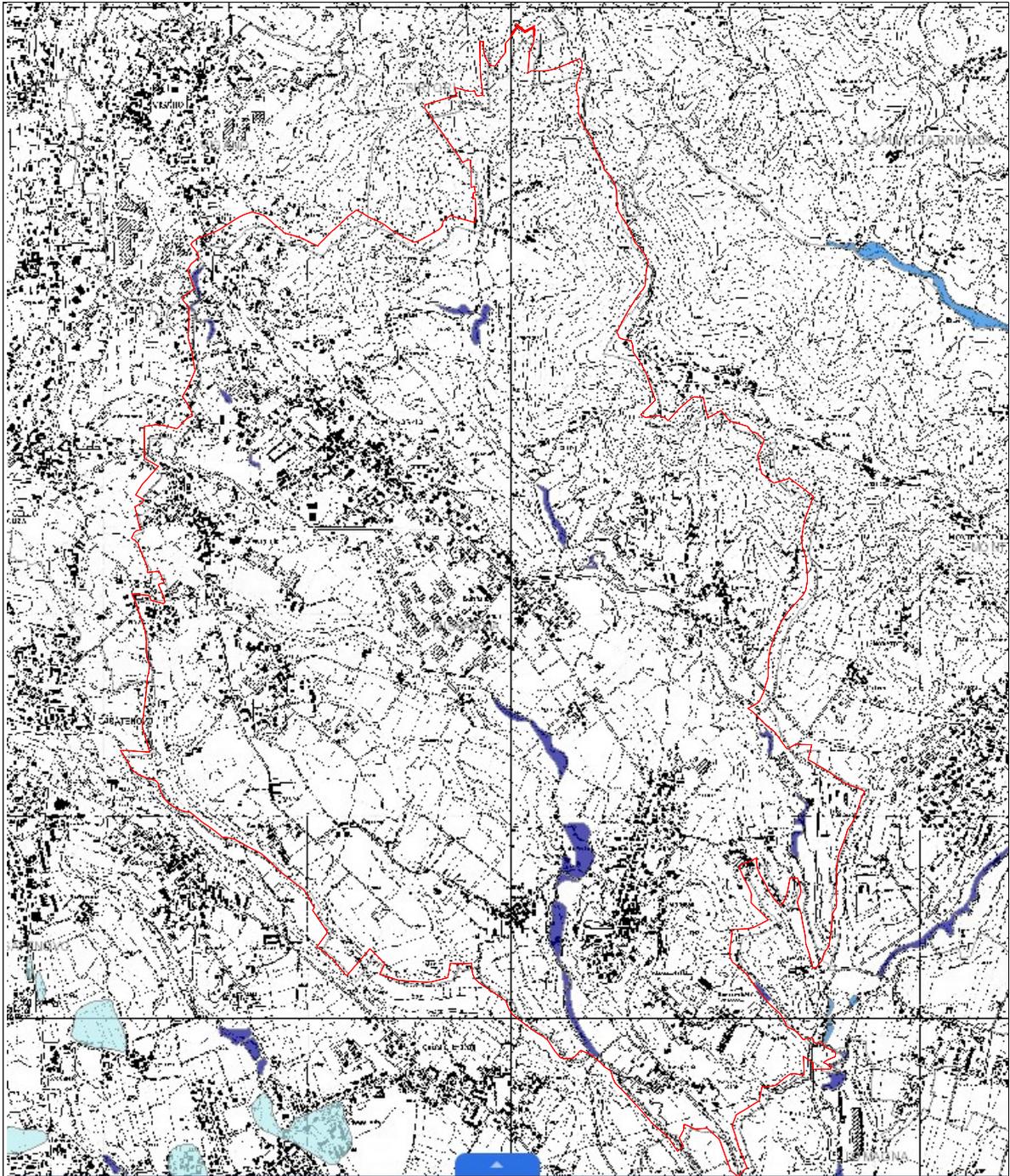
- bassa probabilità (L): alluvioni rare con T = 500 anni
- media probabilità (M): alluvioni poco frequenti con T = 100-200 anni
- alta probabilità (H): alluvioni frequenti con T = 20-50 anni

caratterizzandone l'intensità (estensione dell'inondazione, altezze idriche, velocità e portata).

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP);
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio della cartografia del PGRA presente sul Geoportale di Regione Lombardia relativo al territorio comunale di Missaglia.



Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2020

Pericolosità

Pericolosità RSCM scenario frequente - H



Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M



Pericolosità RSCM scenario raro - L



Figura 4.6 - Stralcio planimetrico della cartografia PGRA – revisione 2020 disponibile sul Geoportale di Regione Lombardia

Lo stralcio cartografico precedente mostra che sono presenti esigue aree di pericolosità idraulica relative al “**Reticolo secondario collinare e montano**” con scenario frequente (P3/H) coincidente con gli scenari poco frequente (P2/M) e raro (P1/L) lungo il fondovalle del T. Lavandaia e del T. Molgoretta e tributari di quest’ultimo.

In figura seguente è illustrato un dettaglio dell’area a pericolosità H del T. Lavandaia a Maresso.

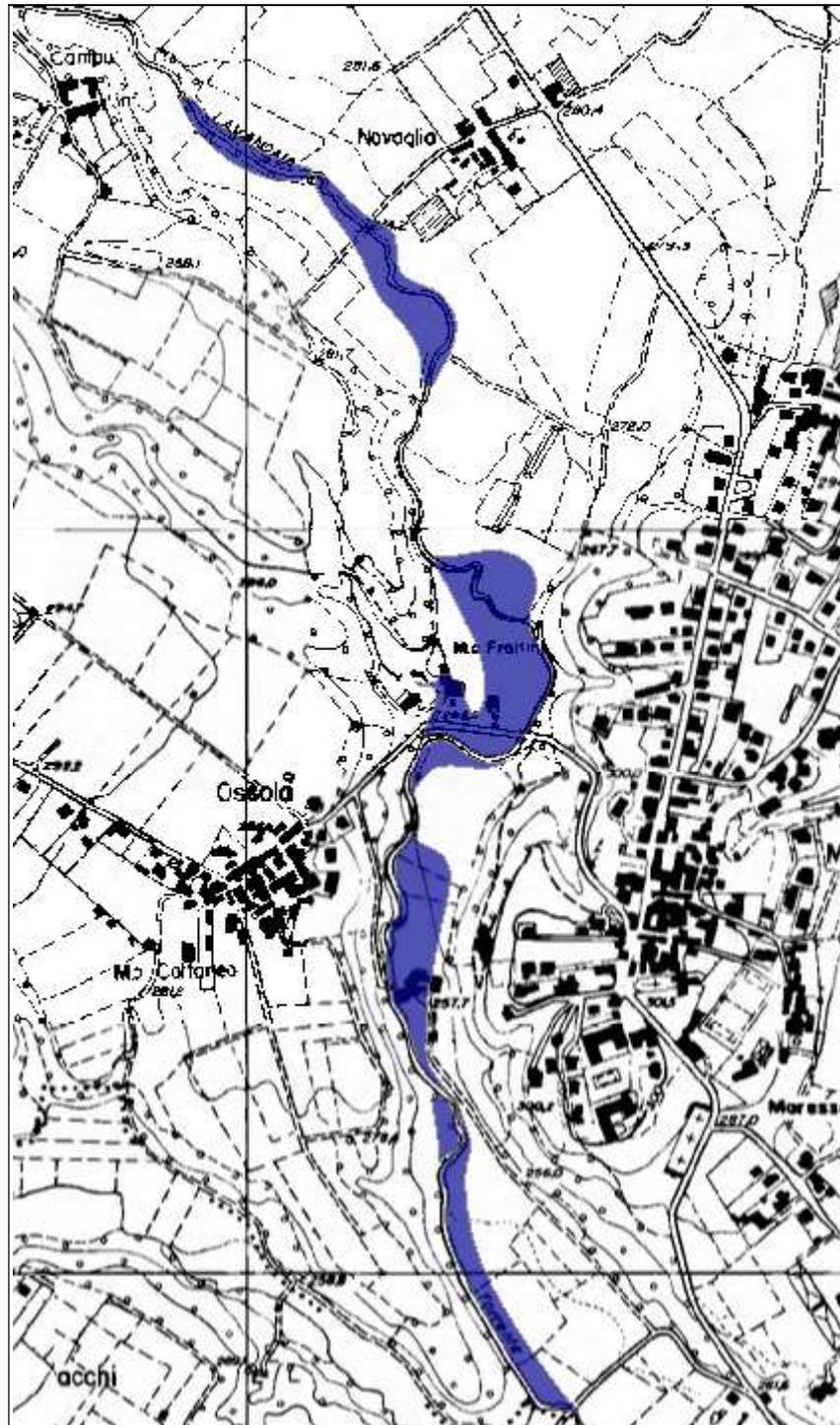


Figura 4.7 – Dettaglio area di allagamento - scenario poco frequente P3/H - individuata nel PGRA

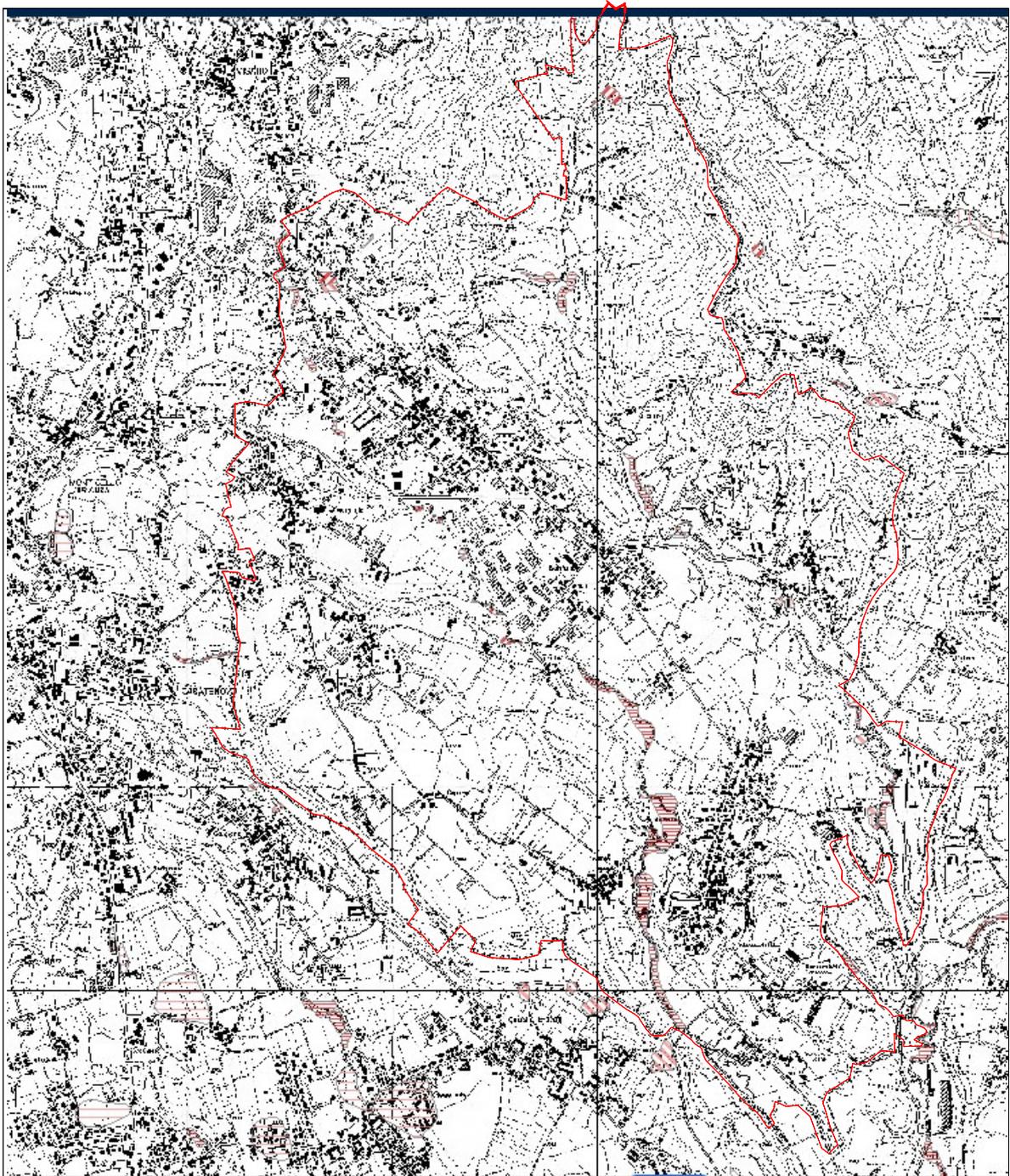
Gli approfondimenti eseguiti nell'ambito della componente geologica del PGT hanno permesso di proporre una revisione / aggiornamento definitivo al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni relativamente allo scenario RSCM. In Tav. 1 del presente studio è stata pertanto recepita l'individuazione del PGRA contenuta nella componente geologica.

4.6.3 PAI Dissesti

Il Comune di Missaglia risulta essere inserito nell'Allegato 13 della d.g.r. IX/2616/2011 tra i Comuni che hanno concluso l'iter per quanto riguarda la verifica di compatibilità di cui all'art. 18, comma 2 delle N.d.A. del PAI.

Le aree in dissesto costituenti vincoli di cui all'art. 9 del PAI si riferiscono alle frane attive Fa, frane quiescenti Fq e frane stabilizzate Fs.

Le aree con dissesti morfologici di carattere torrentizio Ee individuate nel PAI dissesti sono state ricomprese nel PGRA – scenario RSCM (cfr. paragrafo 4.6.2).



Studi Geologici Comunali

PAI vigente

Dissesti PAI vigenti

Dissesti poligonali

-  FRANE: Area di frana attiva (Fa)/Modifiche e integrazioni
-  FRANE: Area di frana quiescente (Fq)/Modifiche e integrazioni
-  FRANE: Area di frana stabilizzata (Fs)/Modifiche e integrazioni
-  ESONDAZIONI: Area a pericolosità molto elevata (Ee)/Modifiche e integrazioni

Figura 4.8 – Pai dissesti – Geoportale Regione Lombardia

4.7 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La suddivisione in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità effettuata nella fase di sintesi della componente geologica del PGT è stata ricondotta a diverse classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, secondo quanto prescritto dalla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 – *Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12" approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374"*.

L'attribuzione della classe di fattibilità è stata effettuata definendo preventivamente un "valore di ingresso" (Tab. 1 DGR IX/2616/2011) desunto dalla sintesi degli elementi di carattere territoriale-ambientale e vincolistico.

Per l'intero territorio comunale, l'azonamento prioritario per la definizione della carta della fattibilità geologica ha considerato le problematiche specifiche di ciascuna area condizionanti le trasformazioni d'uso del territorio, ed in particolare:

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

Di seguito si riporta lo stralcio della carta di fattibilità geologica; le classi di fattibilità individuate sono riportate nella relativa legenda.

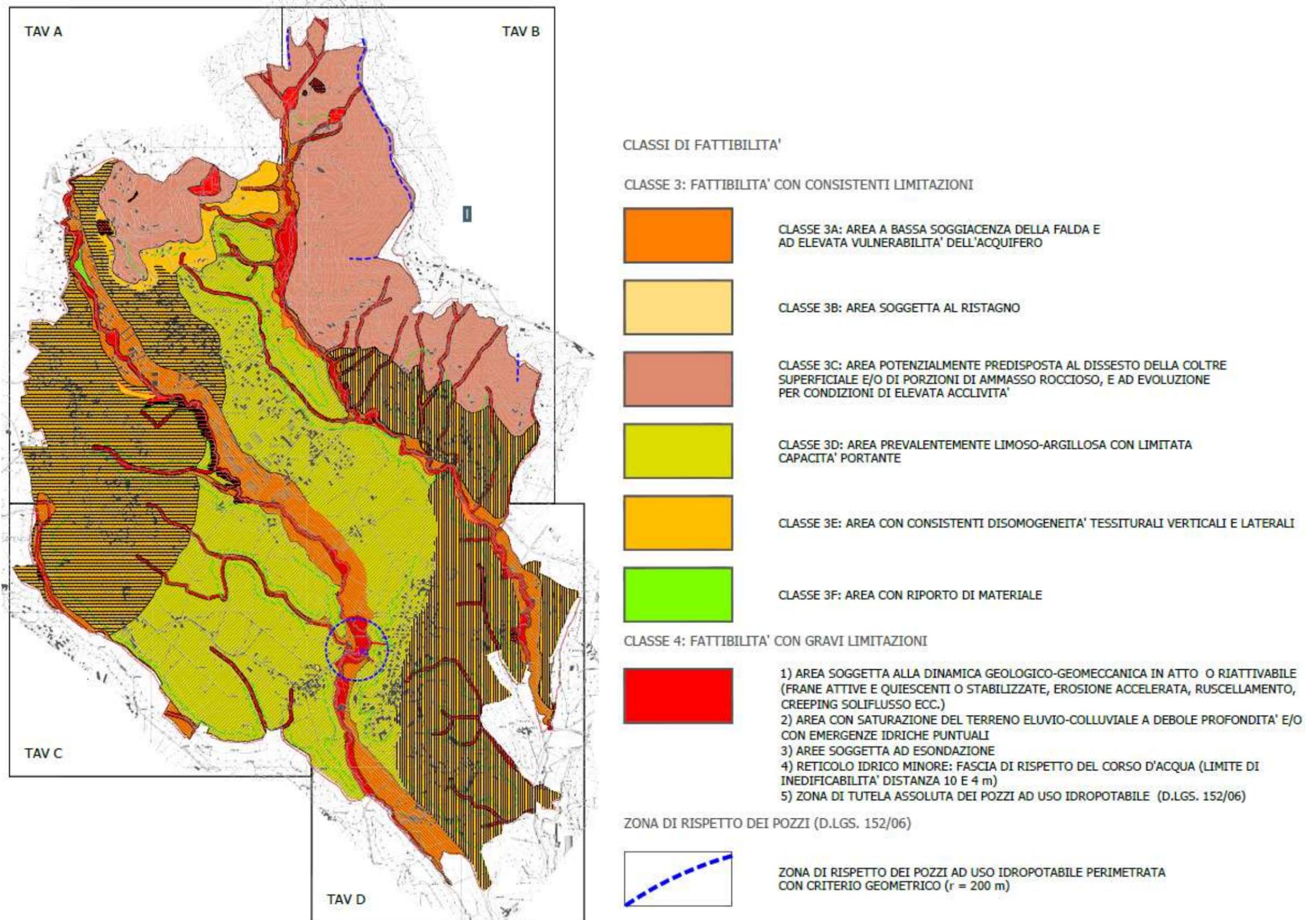


Figura 4.9 – Carta di fattibilità delle azioni di piano – Tav. 12 Componente geologica PGT Missaglia (per dettagli si rimanda al documento originale)

4.8 PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI

La definizione delle porzioni di territorio non adatte o poco adatte all'infiltrazione ha come scopo quello di evidenziare le aree del territorio comunale più o meno indicate per la realizzazione di opere di smaltimento delle acque meteoriche tramite infiltrazione nei primi strati del sottosuolo.

Sulla base della zonazione degli ambiti di pericolosità/vulnerabilità riportata nella carta di sintesi della componente geologica del PGT di Missaglia, di cui allo stralcio di figura seguente, il territorio di Missaglia è suddivisibile nei seguenti areali con diversa attitudine all'infiltrazione (cfr. Tav. 4 del presente documento):

Porzioni di territorio NON ADATTE/VIETATE all'infiltrazione delle acque pluviali

Aree di frana (attiva, quiescente, stabilizzata) per crollo o scivolamento

Aree a potenziale innesco di scivolamenti della copertura superficiale

Pareti in roccia soggette a crollo

Area soggetta ad emergenza idrica e/o con saturazione sub superficiale dei terreni

Area con presenza di terreni eluvio-colluviali con scadenti caratteristiche geotecniche, saturi al contatto con il substrato

Aree con possibili fenomeni di ristagno

Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (Ambito RSCM, scenario P3/H del PGRA)

Area con riporto di materiale

Area di salvaguardia della captazione ad uso potabile (Zona di Tutela Assoluta, Zona di Rispetto con criterio geometrico $r=200$ m)

Porzioni di territorio POCO ADATTE all'infiltrazione delle acque pluviali

Aree in substrato roccioso affiorante e subaffiorante, potenzialmente predisposte a dissesto della coltre superficiale e ad evoluzione geomorfologica accelerate per elevata acclività

Aree con presenza di terreni limoso argillosi con limitata capacità portante e possibile presenza di falde sospese

Porzioni di territorio POCO ADATTE/ADATTE all'infiltrazione delle acque pluviali

Aree con presenza di terreni limoso argillosi con limitata capacità portante e possibile presenza di occhi pollini

Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi e/o a bassa soggiacenza della falda

Le considerazioni sopra riportate, sono da intendersi preliminari, non essendo disponibili al momento dati diretti di permeabilità del sottosuolo desunti da prove sito specifiche. Ne consegue che anche le indicazioni sulla capacità di infiltrazione dei terreni sono da considerarsi preliminari e possono essere superate sulla base di indagini sito specifiche, da eseguirsi sui singoli ambiti di intervento.

In particolare, l'attribuzione delle ultime due aree alla categoria adatte o poco adatte necessita di attente verifiche idrogeologiche finalizzate:

- alla possibilità di dispersione profonda, ovvero a profondità superiore rispetto agli orizzonti interessati da occhi pollini;
- alla possibilità di dispersione tramite subirrigazione nel caso di bassa soggiacenza.

A seguito dell'acquisizione di tali indagini, potrà essere aggiornata la carta dell'attitudine all'infiltrazione degli ambiti territoriali omogenei da un punto di vista della permeabilità di superficie.

In accordo al RR 7/2017 è auspicabile che lo smaltimento delle acque meteoriche avvenga, nel rispetto delle priorità indicate dal Regolamento stesso, tramite riutilizzo e infiltrazione. Qualora lo smaltimento delle acque, dopo la laminazione, avvenga per infiltrazione è in ogni caso auspicabile che il valore di permeabilità del sottosuolo interessato, come sopra detto, sia definito tramite apposite prove in situ da allegare al progetto, a garanzia del corretto dimensionamento e funzionamento delle opere.

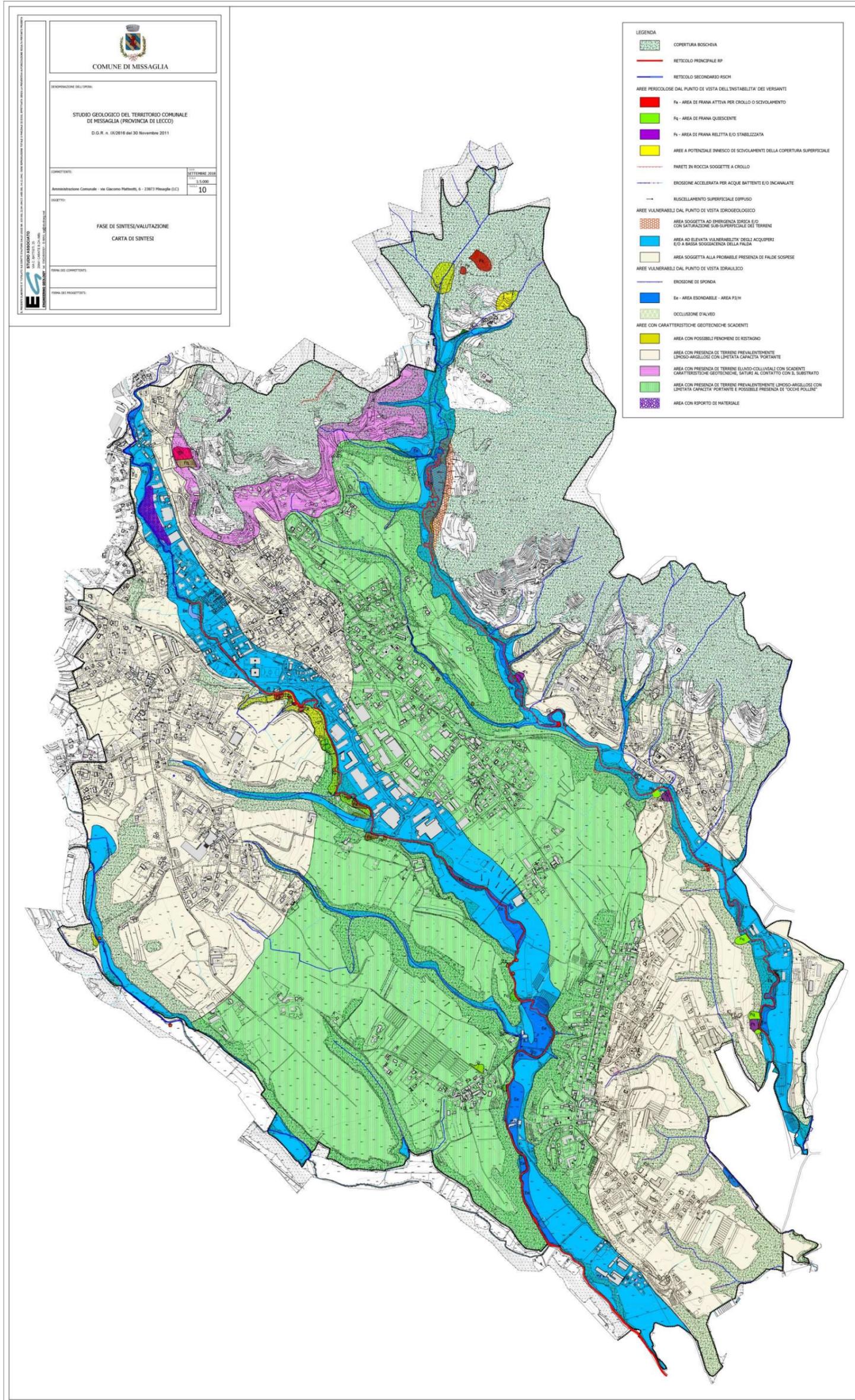


Figura 4.10 – Carta di Sintesi – Tav. 10 Componente geologica PGT Missaglia (per dettagli si rimanda al documento originale)

4.9 RETICOLO IDROGRAFICO

La conformazione e lo sviluppo del reticolo idrografico in ambito comunale è il risultato dell'azione di escavazione glaciale avvenuta in epoca quaternaria ad opera della lingua della Brianza del ghiacciaio dell'Adda secondo le tre fasi di glaciazione (Mindel, Riss, Würm secondo la vecchia nomenclatura) e della successiva sovrainposizione di processi erosivi legati all'azione fluviale e delle acque meteoriche.

I corsi idrici più significativi nel territorio comunale sono di seguito sinteticamente descritti; per gli aspetti di dettaglio si rimanda allo studio "Determinazione del reticolo idrografico nel comune di Missaglia (Provincia di Lecco) D.G.R. 4229 del 23 ottobre 2015" redatto da Engineering Geology – settembre 2016.

Torrente Molgoretta: rappresenta il bacino idrografico principale, nasce presso il crinale spartiacque di Sirtori – Montevecchia a circa 530 m s.l.m. in comune di Sirtori. Presenta andamento NNW-SSE con numerosi affluenti di ordine gerarchico medio-alto, buona parte dei quali trae origine dalla dorsale rocciosa di Montevecchia e in minor misura da risorgive a regime periodico. Il T. Molgoretta si imposta a monte su litotipi del Flysch di Bergamo e della Scaglia Lombarda e a valle sui conglomerati del Ceppo. Nell'ambito del bacino sono presenti dissesti essenzialmente di tipo gravitativo che interessano la coltre eluvio-colluviale (frane di scivolamento) ed anche il substrato roccioso (frane di crollo/distacchi di blocchi). Inoltre, sono presenti dissesti del ciglio di scarpata fluviale che limita l'alveo, con arretramento/franamento del medesimo.

Torrente Lavandaia: nasce immediatamente a S dell'abitato di Sirtori. L'asta principale ha andamento NNW-SSE in ambito comunale, con alcuni affluenti di ordine gerarchico basso originati in genere da risorgive a carattere intermittente. L'affluente più importante è la Roggia Nava. Il bacino idrografico del T. Lavandaia si imposta, a monte sino all'altezza del campo sportivo, sui depositi del Riss-Mindel Auct., e a valle sui depositi fluviali del Wurm Auct e sui conglomerati del Ceppo affioranti localmente alla base del rilievo collinare e in buoni tratti al fondo dell'alveo. Nell'ambito del bacino del corso d'acqua si apprezzano essenzialmente tipologie di dissesto gravitativo innescate da fenomeni erosivi di scalzamento alla base della sponda in alveo ad opera della corrente e conseguente franamento/arretramento del ciglio e/o della coltre di terreno superficiale essenzialmente sabbioso-limoso-argillosa costituente il versante a tergo. La causa è da ricercarsi negli effetti di imbibizione della coltre dei terreni superficiali al ciglio spondale a seguito delle precipitazioni, sia per fenomeni di erosione e scalzamento alla base ad opera della corrente in grado di provocare franamenti della scarpata ed il progressivo arretramento del ciglio stesso.

Roggia Nava: il corso d'acqua proviene dal limitrofo Comune di Monticello Brianza (località Sorino) e presenta direzione di scorrimento N-S lungo un'ampia e profonda depressione identificando il confine occidentale del territorio comunale con Casatenovo; si evidenziano tre tributari lungo il suo decorso all'interno del territorio di Missaglia. La R. Nava si imposta entro terreni incoerenti grossolani con abbondante supporto di matrice fine limoso argillosa appartenenti ai fluviali antichi del Riss-Mindel Auct.

Si osservano scosciamenti del ciglio sommitale della scarpata fluviale e dissesti che coinvolgono generalmente il lato esterno di anse e/o meandri ad elevato raggio di curvatura laddove si apprezza una maggiore velocità della corrente di deflusso e quindi effetti erosivi più significativi (scalzamento alla base), cinematisimo che comporta l'arretramento progressivo del ciglio e/o della scarpata. Si tratta di fenomenologie gravitative la cui evoluzione trova come fattore predisponente la presenza di terreni superficiali a matrice fine preponderante, predisposti potenzialmente al dilavamento soprattutto in caso di imbibizione ad opera delle precipitazioni.

4.9.1 Classificazione del reticolo idrografico

In ambito comunale la corrente classificazione delle acque pubbliche individua corsi d'acqua appartenenti sia al reticolo idrografico principale sia al reticolo idrografico minore.

Reticolo Idrografico Principale:

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP:
LC006	Torrente Molgoretta o Torrente Molgorella	LOMAGNA, MISSAGLIA, OSNAGO	Molgora	dalla confluenza di quota 300m, presso la località cascina Molgora al confine provinciale	170
LC008	Torrente Lavandaia	CASATENOVO, LOMAGNA, MISSAGLIA	Molgoretta	Da quota 310m presso il cimitero comunale in località Rengione, allo sbocco	174

Reticolo Idrografico Minore:

Al reticolo idrografico minore appartengono i citati tratti del T. Molgoretta e del T. Lavandaia non ricompresi nel tratto considerato come reticolo idrografico principale e tutti i tributari naturali (torrenti e rii) sviluppati in ambito comunale, afferenti ai suddetti corsi d'acqua.

Nelle seguenti tabelle si riportano gli elenchi dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore desunte dalla relazione dello studio "Determinazione del reticolo idrografico nel comune di Missaglia (Provincia di Lecco) D.G.R. 4229 del 23 ottobre 2015" redatto da Engineering Geology – settembre 2016.

Tabella 4.1 – Reticolo idrografico Minore - Corsi d'acqua appartenenti al bacino del T. Molgoretta

Corsi d'acqua appartenenti al bacino del T. Molgoretta			
NOME	CODICE	BACINO	NOTE DESCRITTIVE
T. Molgoretta	03 097 001	T. Molgoretta	Le caratteristiche del torrente sono descritte al § 4.1. Il tratto compreso tra la sorgente a quota 530 m s.l.m. e la confluenza con il Rio Croce degli Appestati (03 097 008) a quota 300 m s.l.m. appartiene al <i>retico idrico minore</i>
Rio C.na Guasto (toponimo informale)	03 097 002	T. Molgoretta	Piccola asta che nasce in comune di Sirtori a quota 430 m s.l.m. circa e confluisce in sx idrografica del T. Molgoretta a quota 339 m s.l.m.
Rio del Crinale 1 (toponimo informale)	03 097 003	T. Molgoretta	Decorre con direzione Nord-Sud a partire dal crinale spartiacque sino alla confluenza in dx idrografica nel T. Molgoretta (tratto di <i>reticolo minore</i>) alla quota di 310 m s.l.m.
Rio del Crinale 2 (toponimo informale)	03 097 004	T. Molgoretta	Piccola asta che afferisce in sx idrografica del Rio del Crinale 1 a quota 335 m s.l.m.
Valle Santa Croce (toponimo informale)	03 097 005	T. Molgoretta	Si origina in prossimità del crinale a tergo della località Valle Santa Croce a quota 440 m s.l.m., attraversa il nucleo rurale con percorso in parte tombinato e confluisce nel T. Molgoretta (sx idrografica) nei pressi del ponte di via alle Valli presso la vecchia Fornace, a quota 302 m s.l.m.
Sorgente Santa Croce (toponimo informale)	03 097 006	T. Molgoretta	È un piccolo impluvio in sx idrografica della Valle Santa Croce che afferisce a quest'ultima a valle del nucleo rurale a quota 310 m s.l.m.
Rio della Cascina (toponimo informale)	03 097 007	T. Molgoretta	È un piccolo impluvio in dx idrografica del T. Molgoretta che si origina poco al di sotto di via C.na Bellesina
Rio Croce degli Appestati (toponimo informale)	03 097 008	T. Molgoretta	Si tratta di un rio della lunghezza di circa 500 m che si origina presso C.na Ronco e confluisce nel T. Molgoretta a quota 300 m s.l.m. A Sud della confluenza, il T. Molgoretta diventa appartenente al <i>reticolo idrico principale</i>
Rio di Villa Roma (toponimo informale)	03 097 009	T. Molgoretta	Si tratta di un'asta idrica che si origina immediatamente a valle di via alle Valli presso villa Roma a quota 320 m s.l.m. e confluisce nella Molgoretta a quota 294 m s.l.m.
Rio Campaccio 1 (toponimo informale)	03 097 010	T. Molgoretta	È un piccolo affluente in dx idrografica del Rio di Villa Roma che si origina a quota 330 m s.l.m. in località Campaccio, immediatamente a valle di via alle Valli
Rio Campaccio 2 (toponimo informale)	03 097 011	T. Molgoretta	È un piccolo affluente in dx idrografica del Rio di Villa Roma che si origina sul versante a Sud della località Campaccio a quota 320 m s.l.m.
Rio Cascina Pianetta Bassa (toponimo informale)	03 097 012	T. Molgoretta	Si tratta di un piccolo impluvio in sx idrografica che nasce presso Cascina Pianetta a quota 316 m s.l.m. e si immette nella Molgoretta in fregio al ponte stradale di via delle Pianette a quota 282 m s.l.m.
Rio Cascina Pianetta Alta (toponimo informale)	03 097 013	T. Molgoretta	Si tratta di un impluvio in sx idrografica che nasce sul versante a tergo di Cascina Pianetta Alta a quota 430 m s.l.m. e si immette nella Molgoretta 70 m a valle del ponte stradale di via delle Pianette a quota 280 m s.l.m. Nel tratto di monte, a quota 345 m s.l.m. afferisce in sx idrografica una piccola asta idrica
Rio Cascina Pila (toponimo informale)	03 097 014	T. Molgoretta	Si tratta di un piccolo impluvio in sx idrografica che nasce a monte di Cascina Pila a quota 310 m s.l.m. e si immette nella Molgoretta a quota 278 m s.l.m.
Rio Cascina Oliva (toponimo informale)	03 097 015	T. Molgoretta	Si tratta di un corso d'acqua che si origina a quota 420 m s.l.m. poco al di sotto del crinale di Montevecchia (località Spiazzolo) e dopo un percorso rettilineo si immette in sx idrografica nella Molgoretta in prossimità dell'incrocio tra via delle Pianette e via degli Ulivi a quota 273 m s.l.m..
Rio Cascina Monte (toponimo informale)	03 097 016	T. Molgoretta	È un'asta idrica della lunghezza di circa 1.7 km che si origina a quota 330 m s.l.m. presso Cascina Monte, lungo via alle Valli, e con decorso NordOvest-SudEst si immette in dx idrografica della Molgoretta poco a valle del Rio Cascina Oliva, ad una quota di 272 m s.l.m. Si apprezzano alcuni tratti con percorso tombinato presso
Rio Cascina Albareda (toponimo informale)	03 097 017	T. Molgoretta	È un corso d'acqua che si origina sul crinale di Montevecchia in località Cappona e dopo un percorso all'incirca rettilineo di 1.3 km si immette in sx idrografica nella Molgoretta in località Lomaniga, a Sud di via San Fermo (quota 268 m s.l.m.). Scorre con percorso tombinato al di sotto della rotonda di corso Europa-via San Fermo-via degli Ulivi. Nel tratto di monte, a quota 365 m s.l.m. afferisce in sx idrografica una piccola asta idrica
Rio Cascina Paolina (toponimo informale)	03 097 018	T. Molgoretta	È un tributario in dx idrografica del Rio Cascina Albareda che si origina presso il crinale (località Spiazzolo) e confluisce a quota 275 m s.l.m.

Rio Cascina Alpi (toponimo informale)	03 097 019	T. Molgoretta	Ha percorso all'incirca parallelo ad Est del Rio Cascina Albareda. Si origina sul crinale di Montevecchia sotto la frazione di San Bernardo e dopo un percorso all'incirca rettilineo di 0.9 km perviene alla frazione Lomaniga dove, con percorso sinuoso ed in parte tombinato, si immette in sx idrografica della Molgoretta presso il ponte di via San Fermo, di fronte a Cascina Butto ad una quota di 265 m s.l.m.
Rio San Fermo (toponimo informale)	03 097 020	T. Molgoretta	Si origina ad Est del Rio Cascina Alpi a quota 320 m s.l.m. e si immette in sx idrografica della Molgoretta a quota 256 m s.l.m. In attraversamento di alcuni tratti viari e dell'urbanizzato ha percorso tombinato.
Rio Cascina Palazzina (toponimo informale)	03 097 021	T. Molgoretta	Si origina ad Est del Rio San Fermo a quota 360 m s.l.m. e decorre identificando il confine comunale con Montevecchia verso il T. Molgoretta, al quale afferisce a quota 254 m s.l.m. in sx idrografica
Rio del Poggio (toponimo informale)	03 097 022	T. Molgoretta	È un piccolo impluvio/colatura in destra idrografica che si individua in posizione prospiciente allo sbocco nella Molgoretta del Rio Cascina Palazzina.
Rio Cascina Brughiera (toponimo informale)	03 097 023	T. Molgoretta	È un impluvio con direzione Nord-Sud dello sviluppo di circa 1 km che solca una vallecchia ubicata tra la località Maresso e Cascina Brughiera, Si immette in dx idrografica della Molgoretta 150 m a valle del ponte di via Cascina Brughiera, interessando nell'ultimo tratto il Comune di Montevecchia
Rio Cascina Pianina (toponimo informale)	03 097 024	T. Molgoretta	Si tratta di un breve impluvio che si origina ad Est di Cascina Pianina (località Maresso) a quota 280 m s.l.m. e si immette in dx idrografica del Rio Cascina Brughiera
Rio Maresso (toponimo informale)	03 097 025	T. Molgoretta	Si origina a quota di 294 m s.l.m. ad Est della località Maresso e dopo un percorso di 1.5 km si immette in dx idrografica del T. Molgoretta in località Maressoletto- Borromeo, all'estremo Sud-Est del territorio Comunale, al confine con Osnago
Rio Cascina Maressoletto (toponimo informale)	03 097 026	T. Molgoretta	Tributario in dx idrografica del Rio Maresso che si origina a Sud-Est di Cascina Maressoletto a quota 276 m s.l.m. Si apprezza un impluvio/colatura che si immette in sx idrografica a quota 255 m s.l.m.
Rio Maressoletto-Borromeo (toponimo informale)	03 097 027	T. Molgoretta	Tributario in dx idrografica del Rio Maresso che si origina sul versante Nord del terrazzo di Maressoletto- Borromeo, a quota 270 m s.l.m.
Rio Maressolo-Corno (toponimo informale)	03 097 028	T. Molgoretta	Si origina in località Maressolo-Corno ad una quota di 270 m s.l.m. e dopo un decorso di circa 800 m si immette in dx idrografica della Molgoretta, in Comune di Osnago (Cna Stretta). Poco a monte del confine comunale con Lomagna si apprezza un piccolo impluvio/colatura che si immette in dx idrografica
Rio Ceresé (toponimo informale)	03 097 029	T. Molgoretta	Si origina in Comune di Montevecchia (località Ostizza) ad una quota di 276 m s.l.m. e dopo un decorso di circa 1.8 km m si immette in sx idrografica della Molgoretta, in località Trecate (Comune di Osnago), laddove costituisce per un tratto di circa 150 m il confine comunale.

Tabella 4.2 – Reticolo idrografico Minore - Corsi d'acqua appartenenti al bacino del T. Lavandaia

Corsi d'acqua appartenenti al bacino del T. Lavandaia			
NOME	CODICE	BACINO	NOTE DESCRITTIVE
T. Lavandaia	03 097 030	T. Lavandaia	Le caratteristiche del torrente sono descritte al § 4.1. Il tratto compreso tra il ponte di via Buozzi al confine con il Comune di Viganò e la quota 310 m s.l.m. all'altezza del cimitero comunale, appartiene al <i>retico idrico minore</i>
R. Nava	03 097 031	T. Lavandaia	Le caratteristiche del torrente sono descritte al § 4.9.
Rio Cascina Colombina (toponimo informale)	03 097 032	T. Lavandaia	È un piccolo impluvio in dx idrografica della R. Nava, con direzione Ovest-Est, che si origina a quota 320 m s.l.m. poche centinaia di metri ad Ovest di Cascina Colombina in Comune di Casatenovo. La confluenza avviene ad una quota di 295 m s.l.m.
Rio Caparra (toponimo informale)	03 097 033	T. Lavandaia	Si origina in località Caparra ad una quota di 285 m s.l.m. e dopo un decorso di circa 700 m si immette in sx idrografica della R. Nava a Sud-ovest della località Ossola
Rio via dei Fiori (toponimo informale)	03 097 034	T. Lavandaia	Si origina verosimilmente come colatura/drenaggio del settore di pianalto in località Ossola, a partire da via dei Fiori, percorre la testata della vallecchia in parte intubato, per raggiungere il fondovalle della R. Nava (quota 270 m s.l.m.) laddove perde in parte la sua connotazione a seguito di fenomeni di "spagliamento".
Rio Missagliola (toponimo informale)	03 097 035	T. Lavandaia	È un piccolo impluvio in dx idrografica del T. Lavandaia, con direzione SO-NE che si imposta sul versante di raccordo tra il pianalto di Missagliola (al suo estremo orientale) ed il fondovalle. Si origina a quota 325 m s.l.m. La confluenza avviene ad una quota di 298 m s.l.m.
Rio Cascina Riva (toponimo informale)	03 097 036	T. Lavandaia	È un piccolo impluvio in dx idrografica del T. Lavandaia, con direzione SO-NE che si imposta sul versante di raccordo tra il pianalto di Missagliola (all'estremo orientale) ed il fondovalle. Si origina a quota 325 m s.l.m. in e la confluenza avviene ad una quota di 294 m s.l.m.
Rio di Contra (toponimo informale)	03 097 037	T. Lavandaia	Si origina a Nord del nucleo di Contra ad una quota di 320 m s.l.m. e dopo un decorso di circa 800 m con direzione ONO-ESE, si immette in dx idrografica della Lavandaia in corrispondenza di un meandro prospiciente la zona industriale (via I Maggio).
Rio Cascina Campù (toponimo informale)	03 097 038	T. Lavandaia	Si origina verosimilmente come colatura/drenaggio del ripiano ad Ovest di Cascina Campù superiore, per raggiungere il fondovalle del T. Lavandaia in dx idrografica (quota 280 m s.l.m.) poco a monte del ponte di via Rossini/via Campù
Rio Molino Frattino (toponimo informale)	03 097 039	T. Lavandaia	Si origina ad una quota di 320 m s.l.m. alla testata di via C. Cantù in località Contra, sull'omonimo pianalto. Presenta decorso ONO-ESE, sviluppo di circa 1.8 km, e si immette in dx idrografica della Lavandaia presso Cascina Molino Frattino (quota 260 m s.l.m.). È intubato nel tratto di sottopasso a via Mulini
Rio Cascina Tegnoso (toponimo informale)	03 097 040	T. Lavandaia	È un tributario in dx idrografica del R. Molino Frattino, che si origina a quota 314 m s.l.m. in corrispondenza del pianalto in località Contra, immediatamente a Nord di Cascina Tegnoso. Ha essenzialmente funzione di colatura/drenaggio delle acque di ruscellamento superficiale e sub-superficiale
Rio delle Serre (toponimo informale)	03 097 041	T. Lavandaia	È un piccolo tributario in sx idrografica del T. Lavandaia che si origina sul versante di raccordo tra il pianalto su cui insiste la frazione di Maresso (via Manzoni); la confluenza avviene 90 m a monte del ponte sulla Lavandaia di via dei Mulini.
Rio via dei Mulini (toponimo informale)	03 097 042	T. Lavandaia	È un piccolo tributario in sx idrografica del T. Lavandaia che si origina sul versante di raccordo tra il pianalto su cui insiste la frazione di Maresso ed il fondovalle; la confluenza avviene a valle del ponte sulla Lavandaia di via dei Mulini.

5 MODELLAZIONE DEL TERRITORIO E DELLA RETE

5.1 SCHEMA MODELLISTICO

I tempi di ritorno scelti per la modellazione sono quelli riportati nell'Art. 14 comma 7 del R.R. 7/2017 ovvero Tr 10, 50 e 100 anni, a cui sono state aggiunte le simulazioni per il Tr2 e 5 anni, particolarmente significative per individuare i punti di maggior criticità idraulica della rete. Il tempo di ritorno di 10 anni è quello generalmente adottato per il dimensionamento delle reti fognarie, i Tr più elevati (50 e 100 anni) sono invece quelli imposti dall'Art. 11 del RR per il dimensionamento delle opere di invarianza (50 anni per il dimensionamento, 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza). Per la scelta delle schematizzazioni modellistiche da utilizzare, si è fatto riferimento al manuale "Code of Practice for the hydraulic Modelling of Urban Drainage System (version 01, anno 2017)" del CIWEM Urban Drainage Group.

I modelli suggeriti sono di tipo monodimensionali "1D di rete-2D di allagamento accoppiati". Per il presente studio è stato costruito un modello 1D della rete fognaria e un modello 2D per la mappatura degli allagamenti superficiali con il software INFOWORKS ICM.

Lo schema modellistico proposto consente di rappresentare la risposta di drenaggio specifica di un territorio e può essere utilizzato quale strumento di pianificazione e valutazione del rischio idraulico al fine di:

- riconoscere i problemi idraulici all'interno di un bacino idraulico, compresa l'identificazione dei rischi di allagamento, deflusso fognario in pressione e difficoltà allo scarico;
- simulare e identificare le prestazioni degli scolmatori di piena a servizio di reti miste e opere idrauliche di supporto (impianti di sollevamento, by-pass, etc.);
- individuare la necessità di interventi di riqualificazione idraulica urbana e condurre le prime valutazioni di impatto a scala territoriale in caso di realizzazione parziale o distribuita;
- valutare l'impatto degli sviluppi proposti, i cambiamenti climatici e lo sviluppo urbano.

5.2 CODICI DI CALCOLO IMPIEGATI

Per la modellazione della rete e del territorio è stato utilizzato il software *Infoworks ICM*.

5.2.1 Infoworks ICM

Il software impiegato nella modellazione è InfoWorks ICM di HR Wallingford che consente il dimensionamento e la verifica di reti di fognatura di qualsiasi estensione e complessità, dalla piccola urbanizzazione alla grande città, utilizzando algoritmi di calcolo molto sofisticati.

Inserendo come dati di input gli elementi della rete con le proprie caratteristiche geometriche e funzionali (pozzetti, tubazioni, sifoni, sfioratori di piena, impianti di sollevamento, etc.) ed i sottobacini con le relative caratteristiche idrologiche, si può studiare

il comportamento della rete sia in tempo asciutto, con il solo deflusso in rete derivante dagli scarichi civili, che in tempo bagnato, con gli eventi meteorici combinati con gli scarichi civili.

InfoWorks appartiene alla categoria dei modelli di simulazione "distribuiti" e "fisicamente basati", ossia considera la variabilità spaziale e temporale delle caratteristiche del sistema e descrive i processi idrologici ed idraulici attraverso le equazioni fondamentali della fisica che ne governano il funzionamento.

L'unità di calcolo idrologico di InfoWorks, per la quale vengono calcolati afflussi e deflussi, è data dal sottobacino, all'interno del quale è possibile definire la generazione di portate nere, attraverso dati di popolazione e dotazione idrica.

Ogni sottobacino è a sua volta composto da superfici, ossia presenta al suo interno zone impermeabili (strade, marciapiedi, tetti, edifici minori, cortili, ferrovie, etc.) e zone permeabili (parchi, verde pubblico e privato). La risposta idrologica è data da ogni singola superficie che contribuisce in modo indipendente al deflusso del sottobacino. Il deflusso complessivo si genera dunque dalla somma dei contributi di ogni categoria di superficie presente all'interno del sottobacino.

Il calcolo idrologico può essere sintetizzato nei seguenti tre processi fondamentali:

- trasformazione pioggia lorda in pioggia netta: vengono calcolate le perdite iniziali, per decurtare la prima parte dell'evento di pioggia che viene perso nelle depressioni superficiali e per imbibimento delle superfici;
- trasformazione pioggia netta in portata: la pioggia netta (ovvero priva delle perdite iniziali) entra in una formulazione che determina la trasformazione della pioggia in portata; da un ietogramma si ottiene così un idrogramma. Tra quelli proposti, viene qui scelto il metodo classico (equivalente formula razionale), per il quale una quota parte costante ed invariabile e della pioggia netta che colpisce la superficie viene indirizzata alla fognatura, il resto viene perso o si infila;
- ruscellamento: il processo di trasferimento al nodo viene controllato da varie formulazioni e parametri che consentono di avere risposte più o meno rapide in funzione della natura della superficie. Tra quelli proposti, viene qui scelto il metodo Wallingford, che rappresenta il trasferimento al nodo con due invasi lineari in cascata.

Una volta calcolata l'immissione al nodo termina il calcolo idrologico e inizia il calcolo idraulico, a moto vario.

La schematizzazione della propagazione delle portate in rete avviene utilizzando le equazioni di De Saint Venant complete.

Tali equazioni sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione. Per permettere ad InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot di Priessman, per il quale si ipotizza una piccola fessura alla sommità della condotta, fino al piano campagna. Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità efficace nella transizione da moto a gravità a quello in pressione.

La metodologia di calcolo a moto vario è in grado di tenere conto dei volumi in gioco e quindi delle attenuazioni dell'onda di piena, quando questa riempie i volumi disponibili in rete (tubazioni, canali, pozzetti) oppure vere e proprie vasche di espansione. Quando il

sistema va in pressione ed esonda si tiene conto anche dell'invaso, che può avvenire in superficie, quando si allaga il territorio.

5.3 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE

Il servizio di fognatura e di acquedotto di Missaglia sono gestiti direttamente da Lario Reti Holding.

Il modello idraulico del sistema fognario a servizio del Comune di Missaglia è stato implementato utilizzando come base di partenza i dati, i documenti e le informazioni forniti dal gestore e dal Comune.

Partendo da questi dati, la rete è stata modellata tramite l'impiego di 1023 pozzetti, 993 condotte. Il bacino afferente alla rete simulata è stato suddiviso in 616 sottobacini.

La fognatura comunale di Missaglia ha un'estensione di 41,24 km, ed è così suddivisa:

Missaglia	
Tipologia	Estensione [km]
Bianca	8.40
Mista	13.30
Nera	19.30
Altro	0.24
Totale	41.24

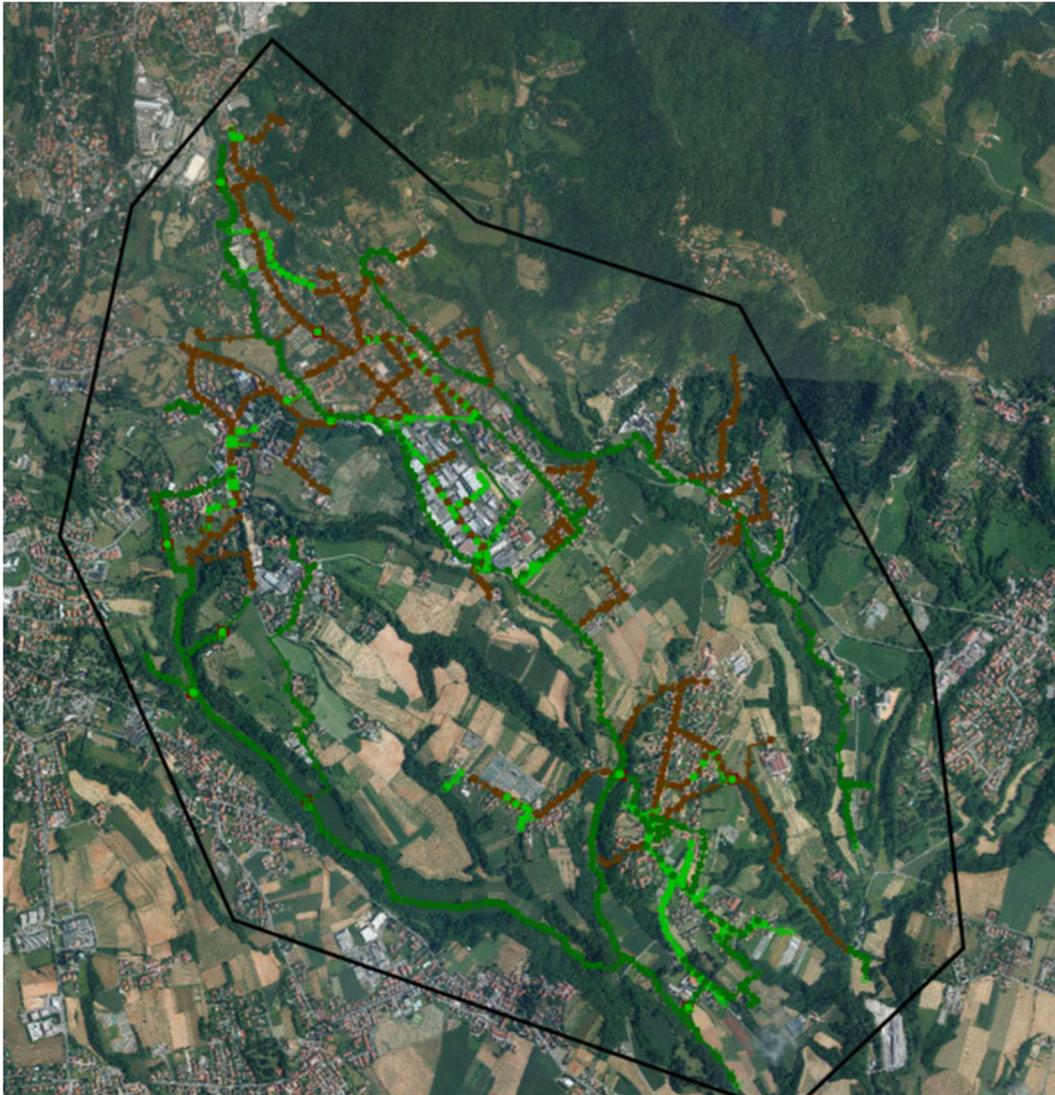


Figura 5.1 - Geometria rete fognaria di Missaglia

5.4 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Come base topografica per la definizione degli allagamenti superficiali è stato utilizzato un modello digitale del terreno 5 x 5 m. È stata verificata la coerenza tra questo rilievo superficiale e le quote dei nodi provenienti dal rilievo, e da tale verifica è emersa una buona congruenza di quote.

5.5 IPOTESI MODELLISTICHE

Il modello matematico della rete fognaria di Missaglia è stato realizzato sulla base del rilievo geometrico e plano-altimetrico della fognatura, opportunamente predisposto per simulare la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali sul territorio comunale al fine di verificare lo stato della rete fognaria esistente.

Lo studio idraulico si è sviluppato secondo le seguenti fasi operative:

- implementazione del modello matematico 1D della rete sulla base dei dati di rilievo;
- taratura del modello matematico rispetto agli studi pregressi;
- analisi pluviometrica;
- analisi dello stato di fatto e individuazione delle criticità attraverso simulazioni per diversi tempi di ritorno.

Il modello matematico simula la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali analizzando diversi scenari aventi come input eventi sintetici caratterizzati da tempi di ritorno rispettivamente di 2, 5, 10, 50 e 100 anni. Il modello stima le portate meteoriche utilizzate per verificare i tronchi della rete fognaria. Oltre alle portate meteoriche calcolate dalla pioggia netta ricadente in ambito comunale, sono state stimate anche le portate nere provenienti dagli scarichi civili e dalle attività antropiche presenti sul territorio.

Le aree interessate dall'allagamento superficiale sono state mappate a partire dalle portate esondate dalle camerette fognarie accoppiando bidirezionalmente il modello 1D della rete fognaria con il modello 2D delle aree superficiali.

5.6 CONDIZIONI AL CONTORNO

Le condizioni al contorno di un modello idrologico-idraulico sono costituite da tutte quelle informazioni ed impostazioni che definiscono lo stato del dominio di calcolo durante gli scenari oggetto delle simulazioni. Le condizioni al contorno possono essere grossolanamente divise in:

- geometriche;
- idrologiche;
- idrauliche.

Le condizioni di tipo geometrico del modello della rete di drenaggio comprendono tutte le caratteristiche dimensionali della rete stessa e delle opere accessorie.

Le condizioni al contorno di tipo idrologico includono sostanzialmente le grandezze regionalizzate caratterizzanti l'intensità delle piogge che sollecitano l'intero sistema di drenaggio, e in generale tutte le portate de-fluenti in esso. L'intensità di progetto lorda delle piogge è desunta dalle LSPP messe a disposizione da ARPA Lombardia, nei paragrafi successivi descritta in maniera più dettagliata. Le condizioni idrauliche al contorno includono le condizioni di livello idrico (ed eventualmente carico statico e dinamico).

Come detto in precedenza, all'interno dei sottobacini è possibile definire la generazione di portate nere, attraverso dati di popolazione e dotazione idrica. I sottobacini afferenti ai vari nodi della rete sono stati ottenuti da analisi cartografica, seguendo i confini di deflusso naturale. Per ciascun sottobacino sono state calcolate le superfici impermeabili e permeabili suddivise rispettivamente nelle seguenti classi: strade, tetti, cortili, ferrovie e aree verdi.

Per il calcolo della dotazione idrica si sono considerati solamente gli apporti dati dalle portate nere diluite provenienti dai Comuni limitrofi e recapitanti nel collettore passante per

Missaglia, mentre le portate nere in tempo secco non sono state utilizzate per il calcolo poiché ritenute trascurabili rispetto alle prime.

La dotazione idrica in tempo di pioggia è stata assunta pari a 750 l/g. ab.

5.7 CONDIZIONI INIZIALI

Entrambi i modelli, rete di drenaggio e mappatura allagamenti superficiale, simulano la propagazione completa dell'evento a partire da un contesto asciutto.

6 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO

6.1 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO

Lo ietogramma di progetto è costruito a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Il riferimento per l'informazione pluviometrica da utilizzare nello sviluppo degli studi previsti dal RR 7/2017, secondo l'allegato G dello stesso decreto, sono le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia nell'ambito del progetto STRADA [AAVV (2013), "Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Le piogge intense e le valanghe in Lombardia", ARPA Lombardia, Lecco].

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri a1 e n della LSPP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili.

Accedendo al sito https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis_central.php?TYPE=guest è possibile, tramite ricerca per comune o pluviometro, visualizzare le stazioni ed il territorio di interesse e scaricare i valori dei parametri delle LSPP stimati con la metodologia sopra indicata.

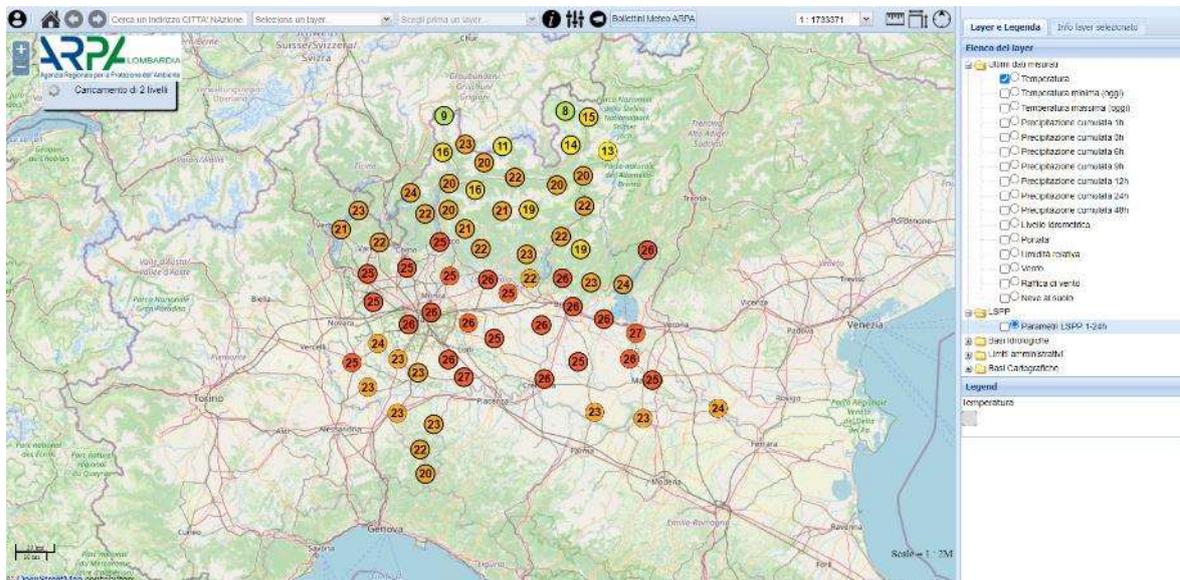


Figura 6.1 – LSPP progetto strada accessibile dal sito di ARPA Lombardia

Per il territorio comunale, i parametri della LSPP da utilizzare per i calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono riportati nella tabella seguente, per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 50 e 100 anni.

Parametri LSPP	Tr=2 anni	Tr=5 anni	Tr=10 anni	Tr=50 anni	Tr=100 anni
a	29.59	40.29	47.41	63.18	69.89
n (d >= 1 ora)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
n (d < 1 ora)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

I valori dei parametri da adottare sono stati ricavati tramite media aritmetica dei valori dei parametri associati ai quadranti del grigliato che coprono il territorio comunale. Infatti, data la ridotta variabilità a scala locale, i valori delle altezze di pioggia così calcolati sono pressoché coincidenti, con scostamenti dell'ordine dello 0,1%), con quelli che si otterrebbero ricorrendo alla media pesata sulle aree.

Nell'immagine seguente è riportato il grafico delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per vari tempi di ritorno; sono evidenziate le LSPP relative ai tempi di ritorno di interesse.

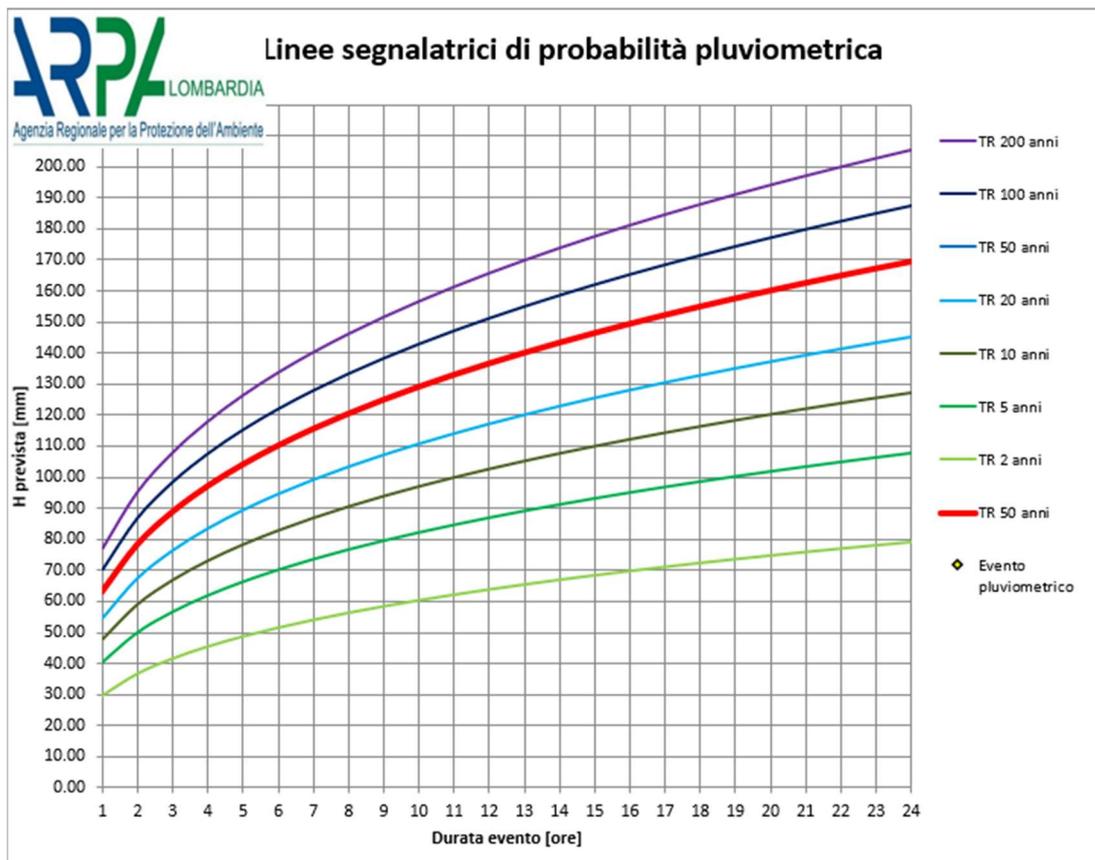


Figura 6.2 - Curve di possibilità pluviometrica

Quale ietogramma di progetto si è adottato lo ietogramma triangolare, che presenta un'intensità variabile nel tempo in modo lineare ed intensità media uguale a quella dello ietogramma rettangolare. Il ramo crescente parte da zero fino ad un massimo pari al doppio della media, che si raggiunge all'istante $r\theta$, con r variabile tra 0 ed 1 che esprime la posizione del picco di pioggia. Nel nostro caso si è posto r pari a 0.5, ponendo il picco a metà della

durata dell'evento, assunto pari al tempo di corrivazione della rete di 80 minuti per la rete di San Donato EST e 30 minuti per la rete di San Donato Ovest.

Il tempo di corrivazione, necessario per la determinazione del tempo di base dello ietogramma, è stato calcolato considerando il tempo di scorrimento dell'acqua all'interno dei collettori; questo valore è stato determinato dal rapporto tra la lunghezza dell'asta principale della rete e la velocità media di scorrimento dell'acqua nei collettori.

Nell'idrologia urbana per il tempo di ritorno T si adottano di norma valori non superiori ai 10 anni. Il tempo di ritorno è definito come il numero di anni che intercorre mediamente tra due eventi che provocano una portata superiore a quella di progetto.

La scelta progettuale del tempo di ritorno nasce, quindi, da un ragionevole compromesso tra l'esigenza di far fronte a insufficienze della rete fognaria e l'esigenza di contenere i costi, limitando, dove possibile, le dimensioni dei collettori.

Più in dettaglio, le simulazioni di funzionamento della fognatura di Missaglia sono state effettuate sollecitando la rete di drenaggio, rispettivamente, con eventi meteorici sintetici aventi tempo di ritorno T = 2 anni, T = 5 anni, T = 10 anni, T = 50 anni e T = 100 anni definiti dagli ietogrammi triangolari.

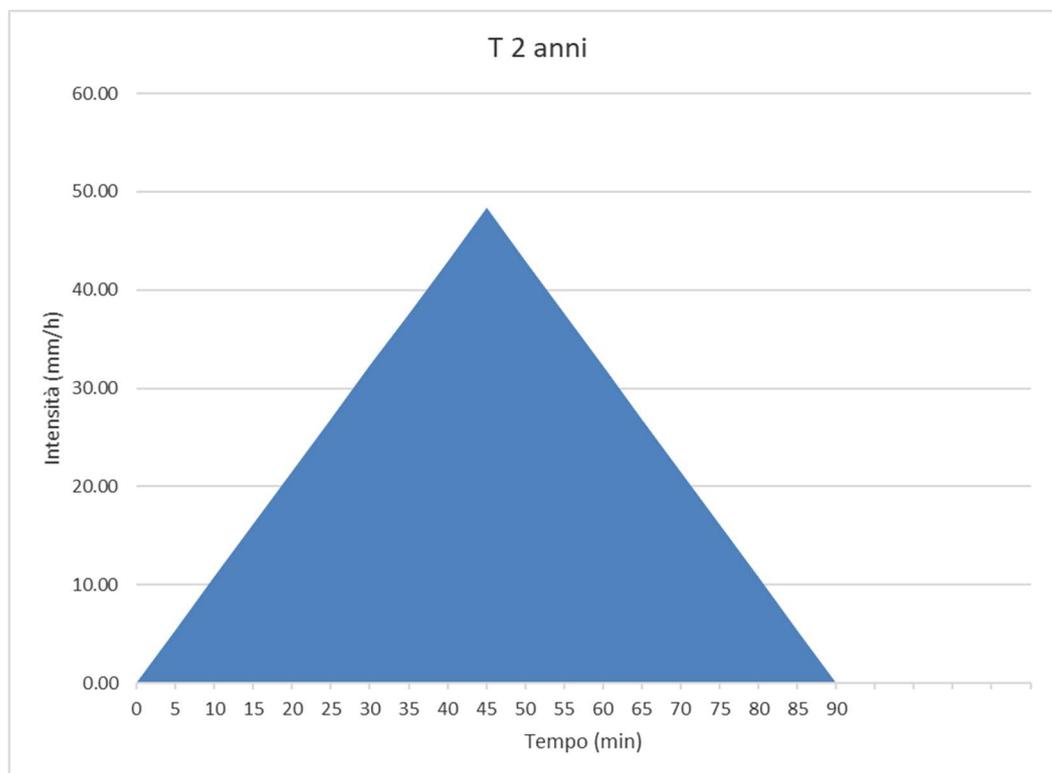


Figura 6.3 - Ietogramma Tr=2 anni Missaglia

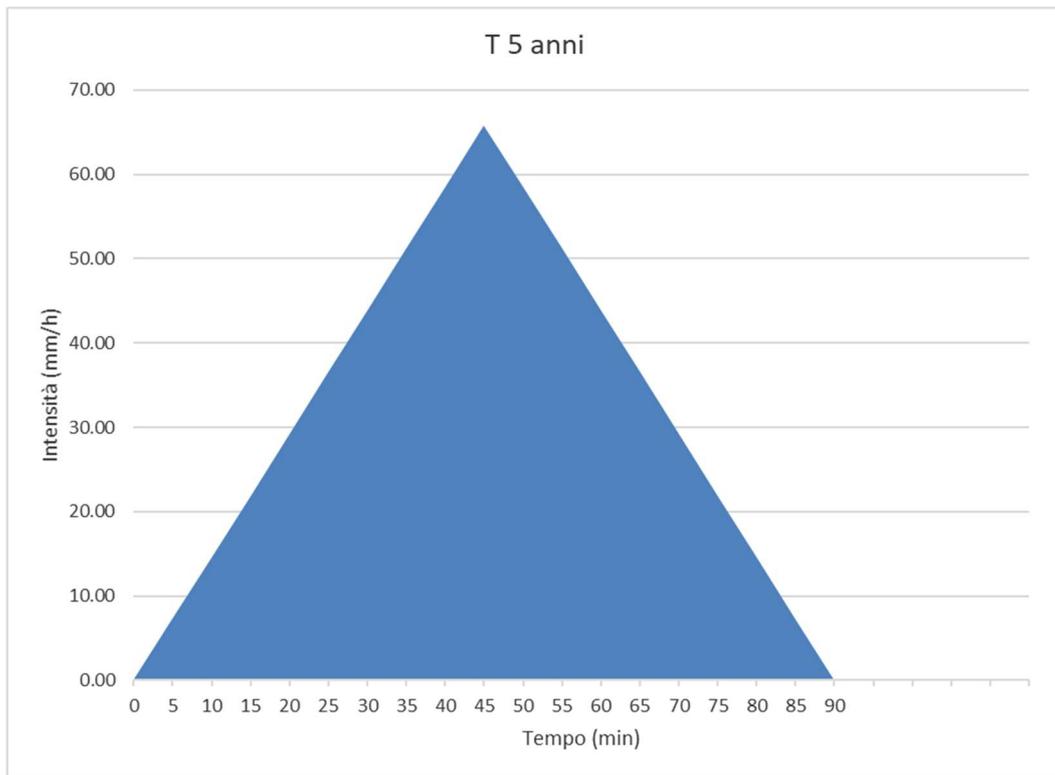


Figura 6.4 - Ietogramma $T_r=5$ anni Missaglia

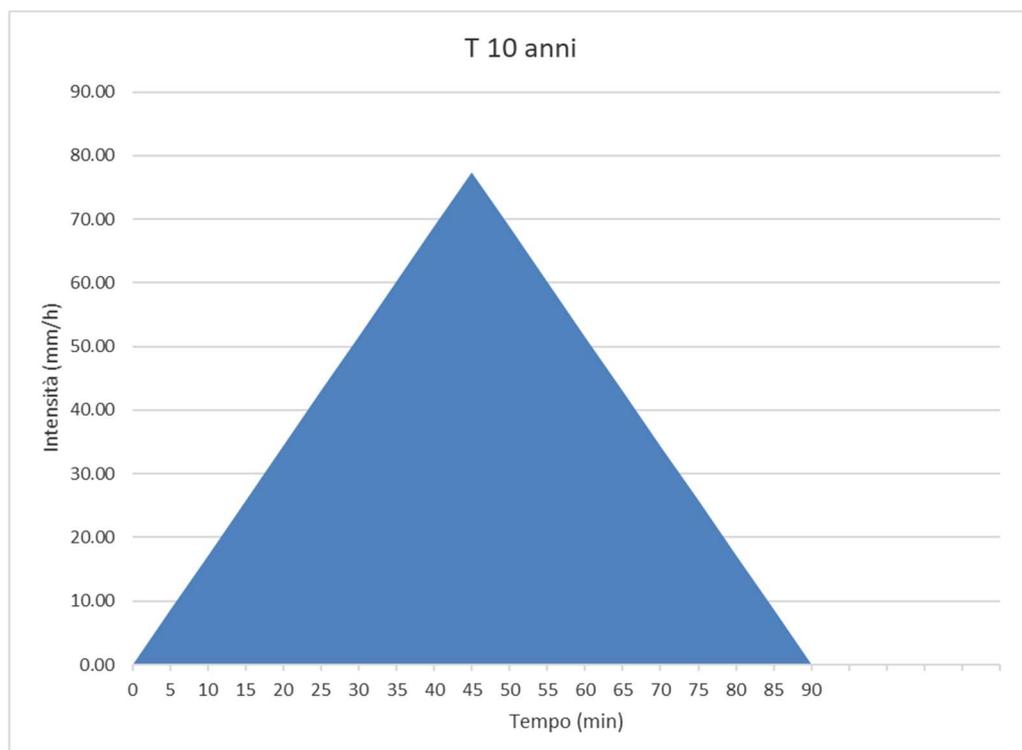


Figura 6.5 - Ietogramma $T_r=10$ anni Missaglia

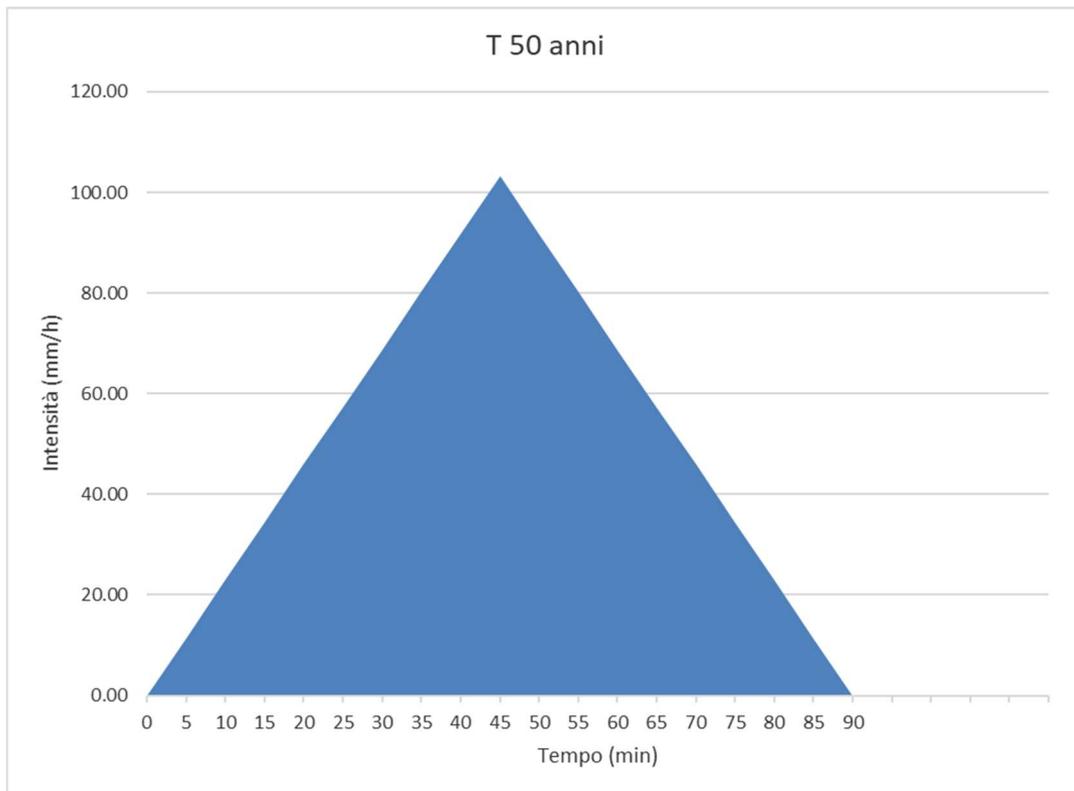


Figura 6.6 - Ietogramma $T_r=50$ anni Missaglia

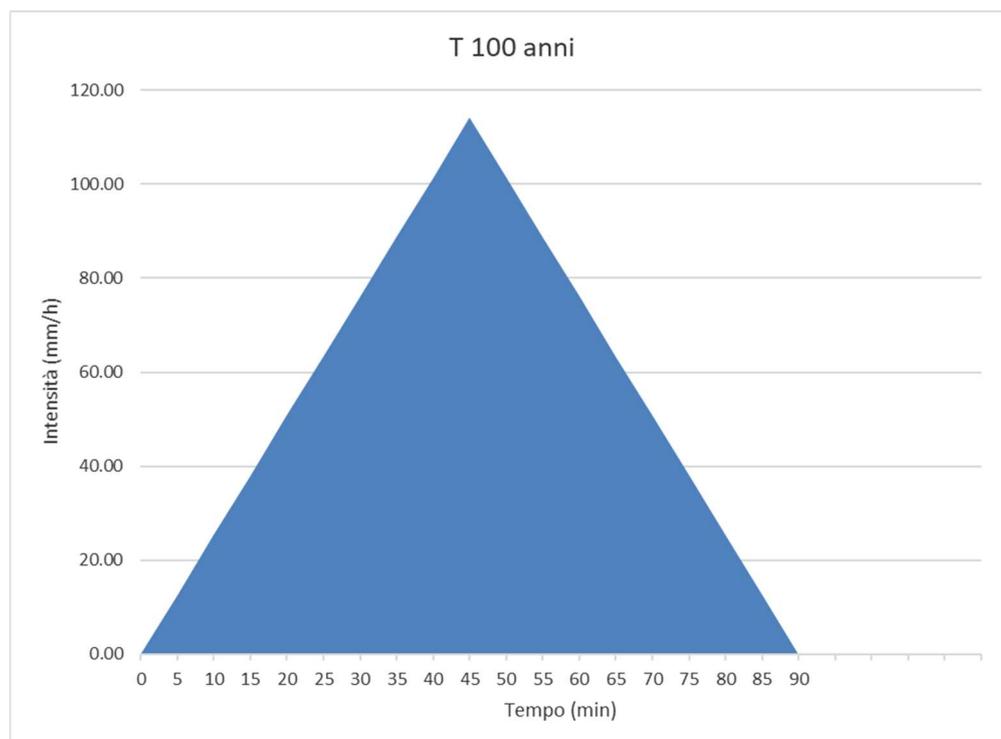


Figura 6.7 - Ietogramma $T_r=100$ anni Missaglia

7 ANALISI MODELLISTICA STATO DI FATTO E CRITICITÀ

L'obiettivo di questa fase è la verifica della funzionalità idraulica della rete nelle sue attuali condizioni.

Sono state individuate le zone critiche laddove le insufficienze presenti comportano malfunzionamenti della rete cui possono seguire rigurgiti con potenziali allagamenti del piano stradale.

Particolare significato hanno le verifiche condotte sollecitando la rete con l'evento $T = 2$ anni, perché tale pioggia, di modesta intensità e di frequenza statistica piuttosto elevata, è in grado di evidenziare le prime zone a rischio di esondazione ed i più gravi problemi a carico della rete.

Le verifiche successive, effettuate con tempi di ritorno $T = 5$ anni e $T = 10$ anni confermano le problematiche evidenziate per $T = 2$ anni, rivelando ulteriori criticità e nuove zone soggette al rischio di allagamento.

In questo capitolo vengono riassunti i risultati delle simulazioni condotte nell'assetto attuale della rete, dalle quali emerge un quadro di criticità che integra quanto segnalato in studi pregressi e consente di definire un assetto di progetto finalizzato alla mitigazione del rischio.

7.1 GRADO DI RIEMPIMENTO DELLE CONDOTTE

La rete fognaria nell'attuale configurazione presenta funzionamento in pressione per la maggior parte delle condotte già con tempo di ritorno di 2 anni.

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento percentuale delle condotte per eventi con tempo di ritorno 2, 5, 10, 50, e 100 anni, secondo la seguente simbologia:

- le tratte di colore verde e arancione rappresentano le condotte sufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti "a pelo libero", ossia con linea piezometrica interna alla sezione del tubo), con grado di riempimento rispettivamente inferiore all'80% e comprese tra l'80% e il 100%;
- le tratte di colore blu rappresentano le condotte insufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti in pressione, ossia con linea piezometrica superiore all'intradosso superiore del tubo).

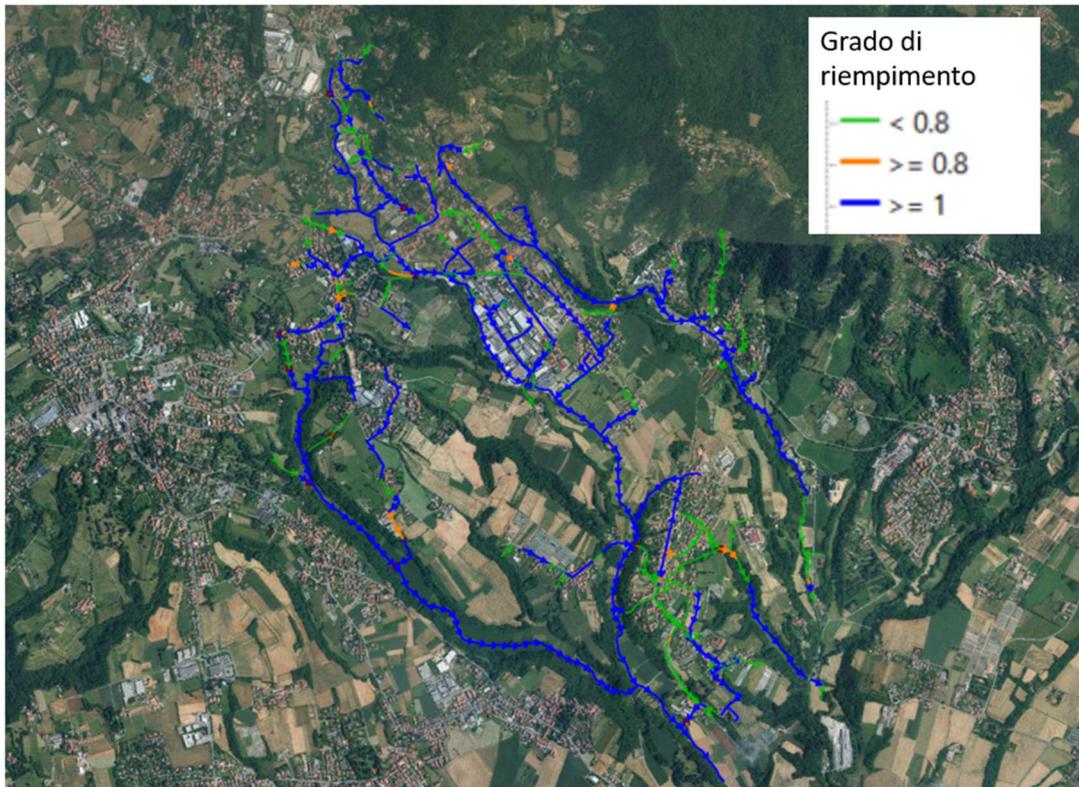


Figura 7.1 -Visuale massima criticità $Tr=2$ anni Missaglia

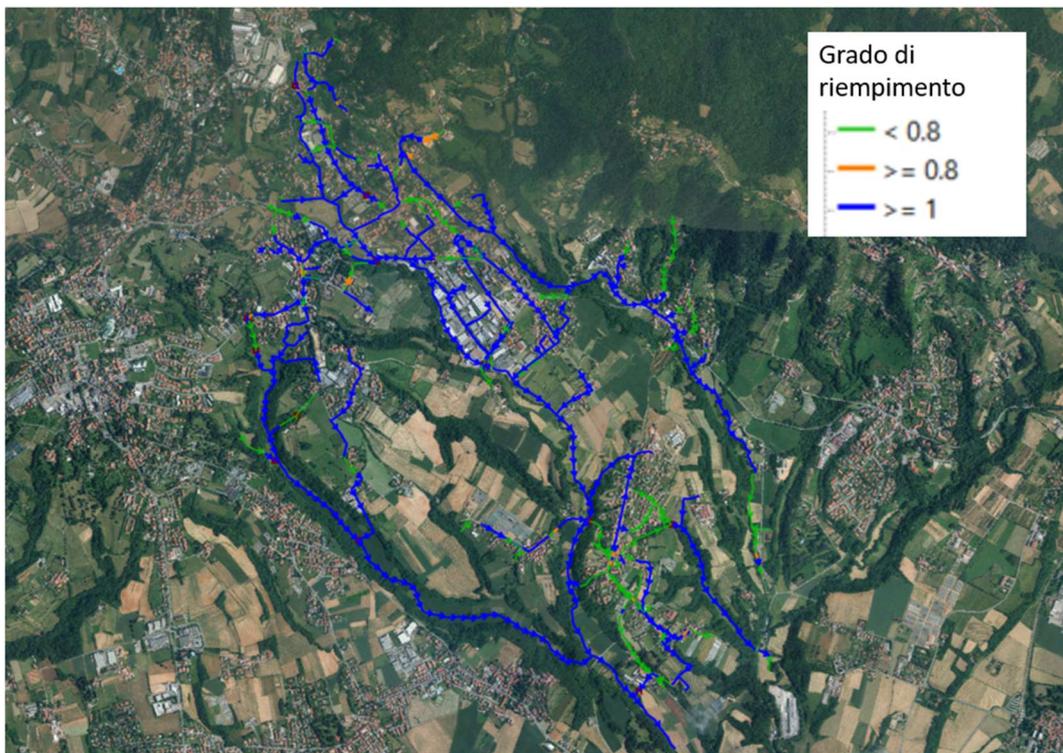


Figura 7.2 -Visuale massima criticità $Tr=5$ anni Missaglia

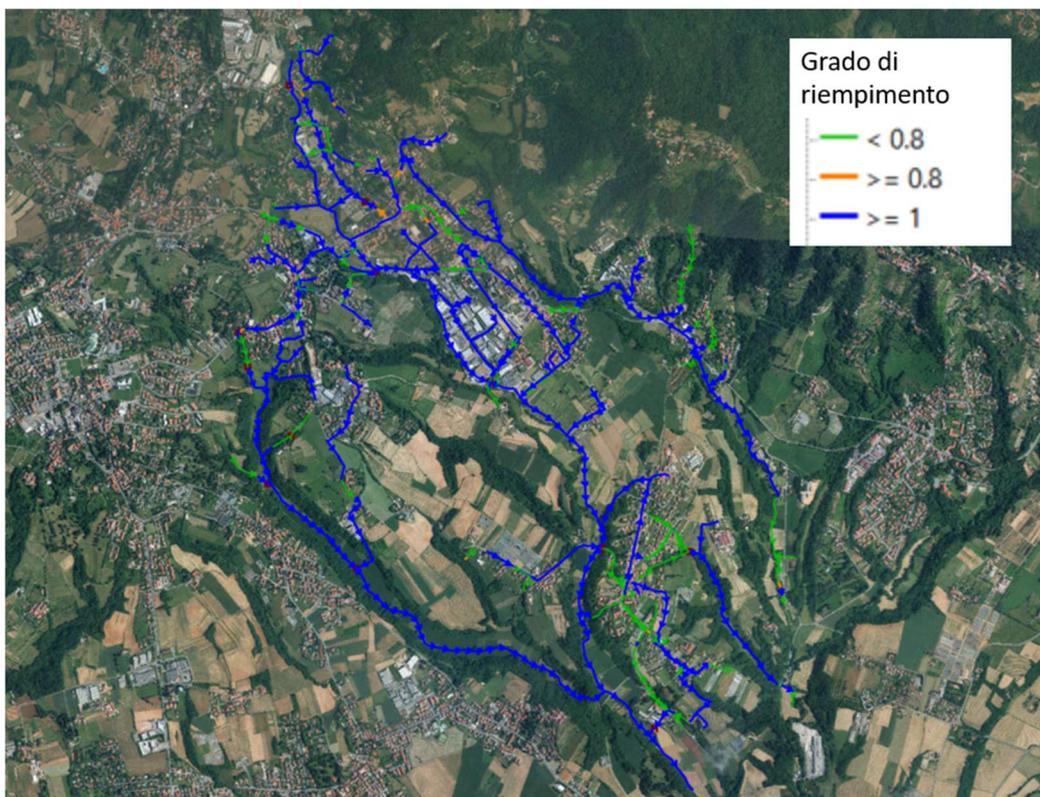


Figura 7.3 -Visuale massima criticità $Tr=10$ anni Missaglia

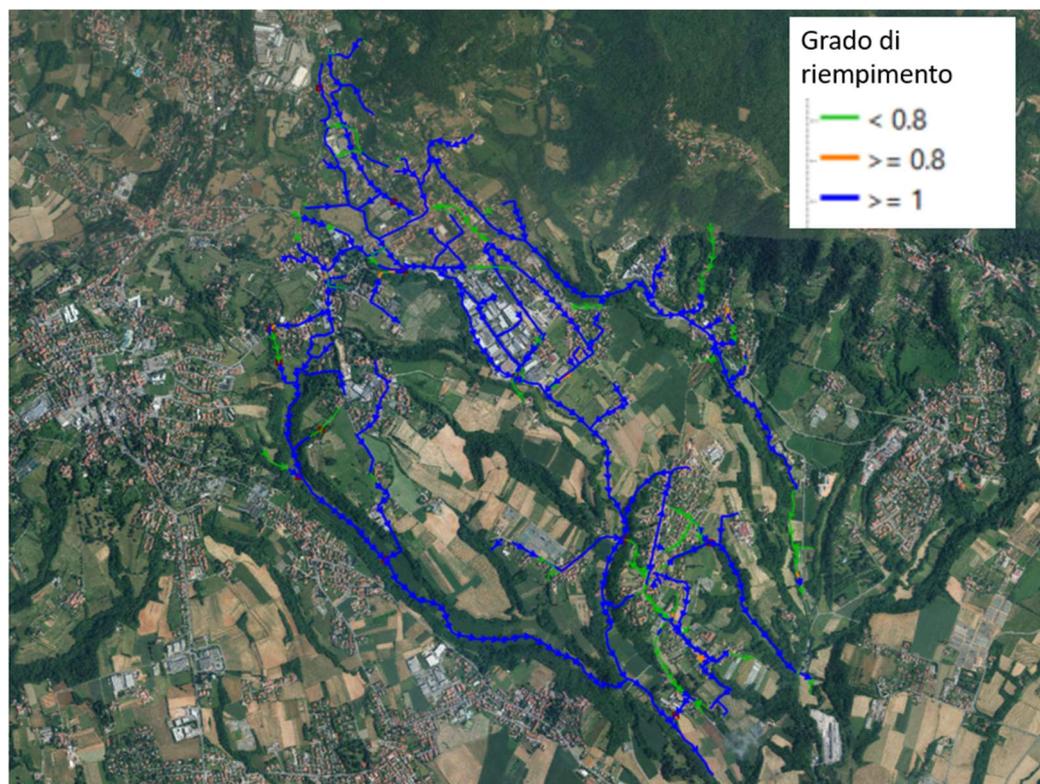


Figura 7.4 -Visuale massima criticità $Tr=50$ anni Missaglia

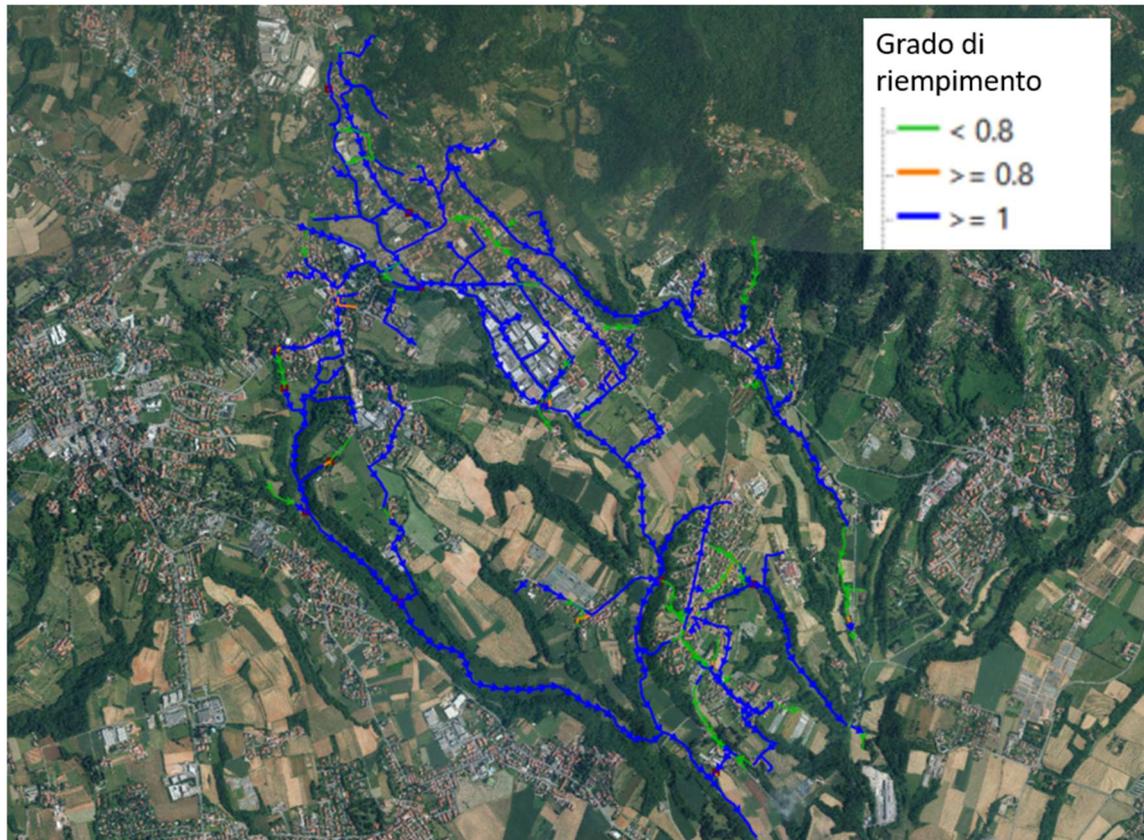


Figura 7.5 -Visuale massima criticità Tr=100 anni Missaglia

7.2 MASSIME PORTATE ESONDATE DAI NODI DELLA RETE

Nelle figure sottostanti sono evidenziati i nodi fognari che presentano la massima portata esondata da ciascun nodo, per valori superiori a $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$.

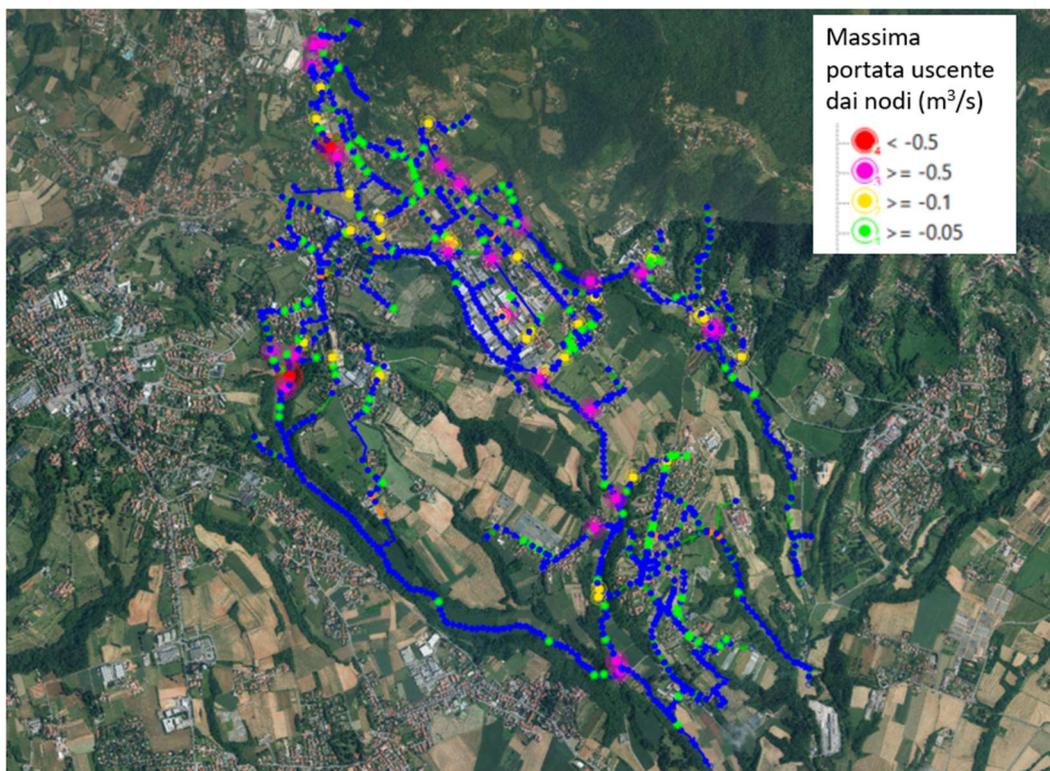


Figura 7.6 -Portata massima uscente dai nodi Tr=2 anni Missaglia

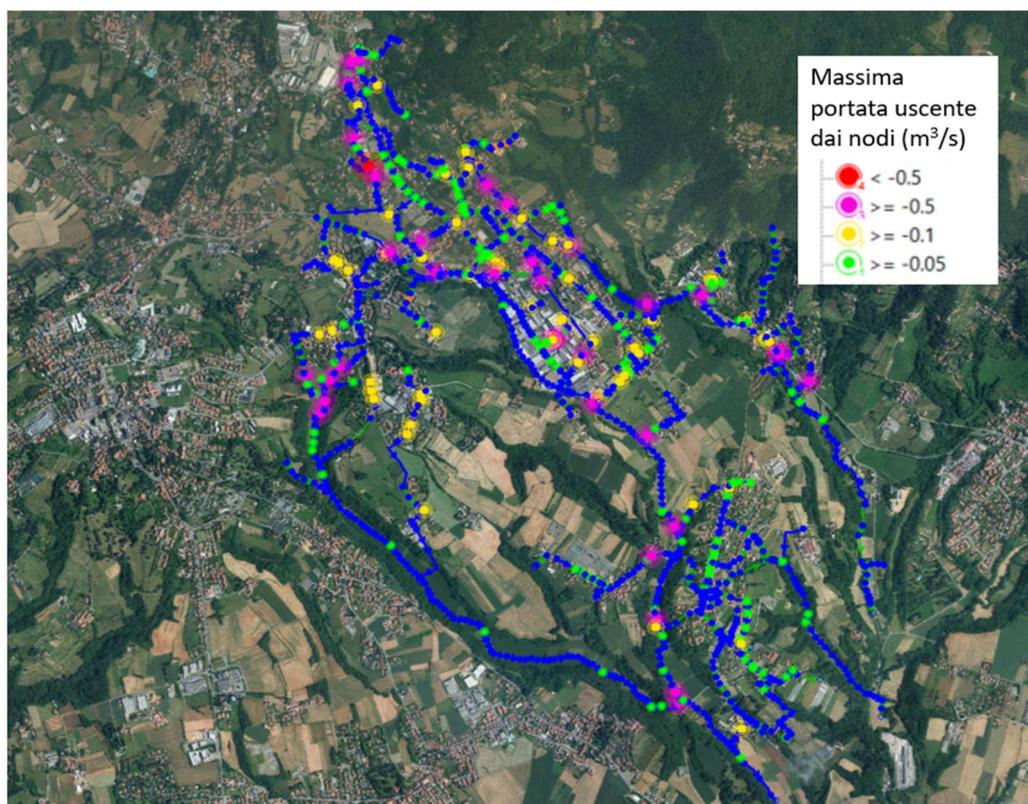


Figura 7.7 -Portata massima uscente dai nodi Tr=5 anni Missaglia

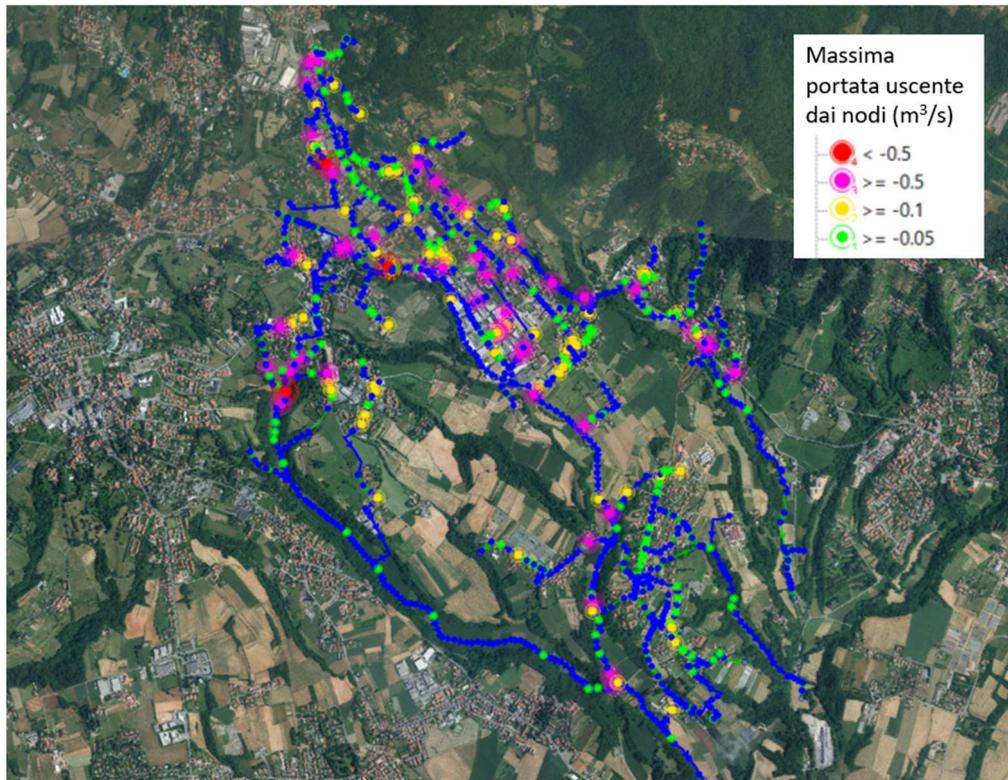


Figura 7.8 -Portata massima uscente dai nodi Tr=10 anni Missaglia

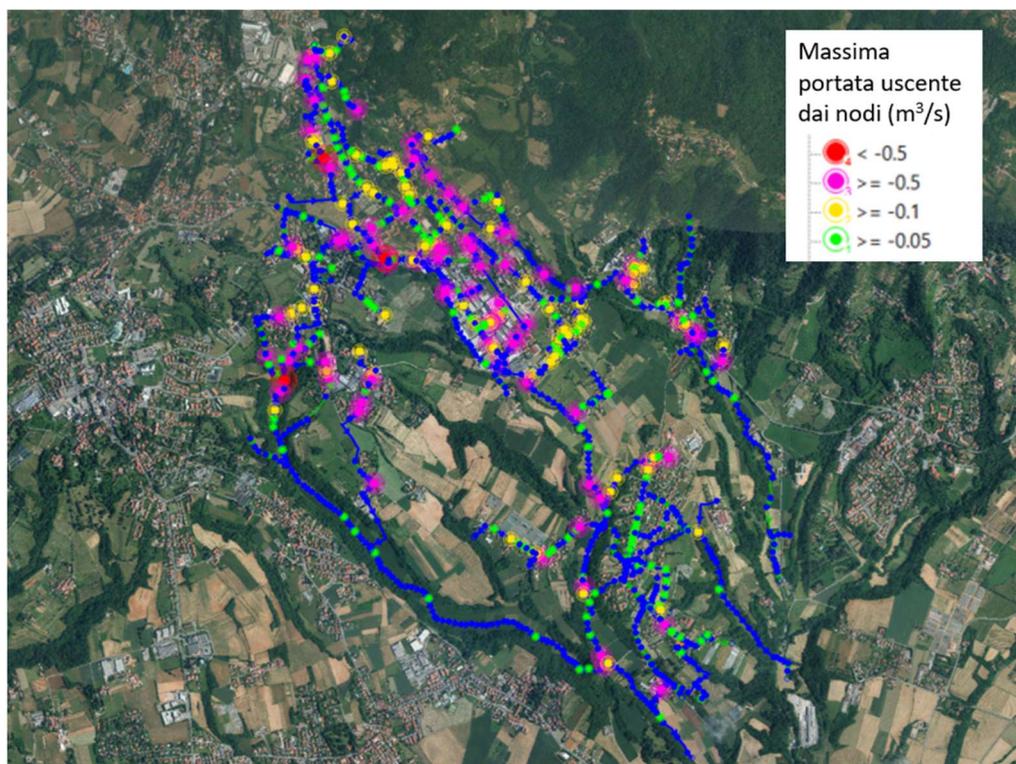


Figura 7.9 -Portata massima uscente dai nodi Tr=50 anni Missaglia

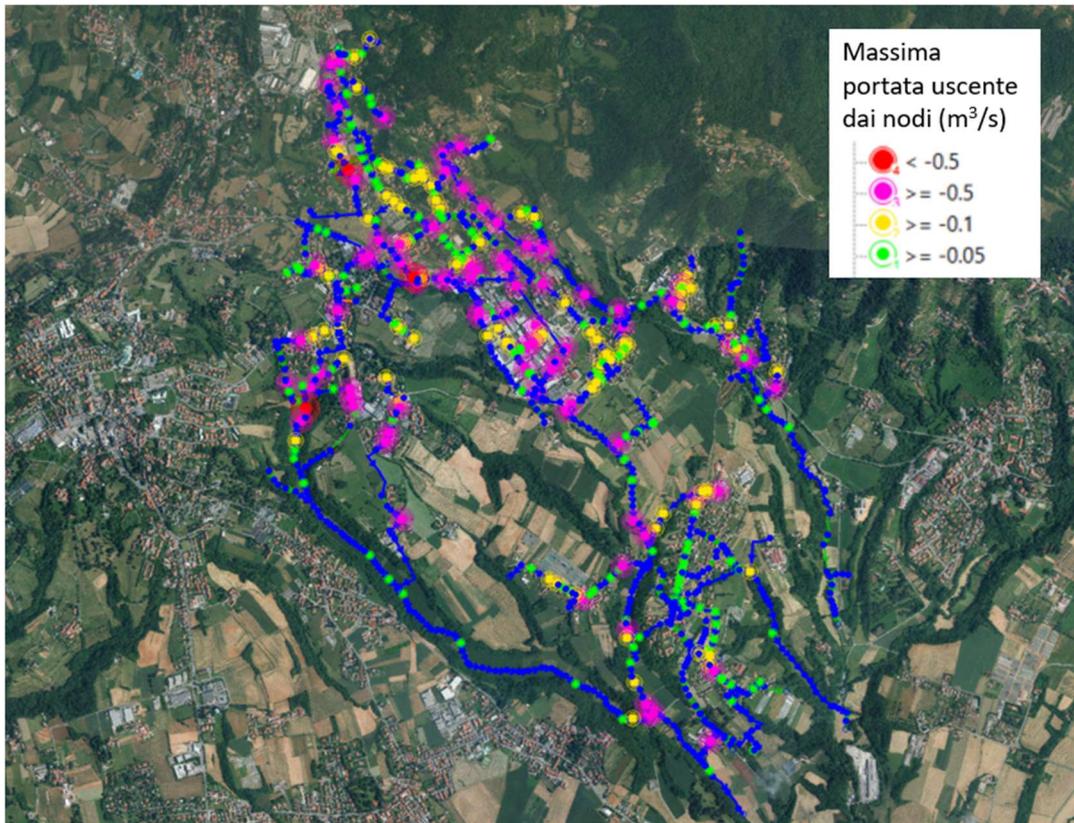


Figura 7.10 -Portata massima uscente dai nodi $T_r=100$ anni Missaglia

7.3 ALLAGAMENTI DEL TERRITORIO COMUNALE

Nelle figure sottostanti sono riportati gli allagamenti risultanti dal modello Infoworks ICM, generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura.

Gli stessi allagamenti, in funzione dei tempi di ritorno considerati, sono stati anche rappresentati nelle tavole allegate alla presente relazione.

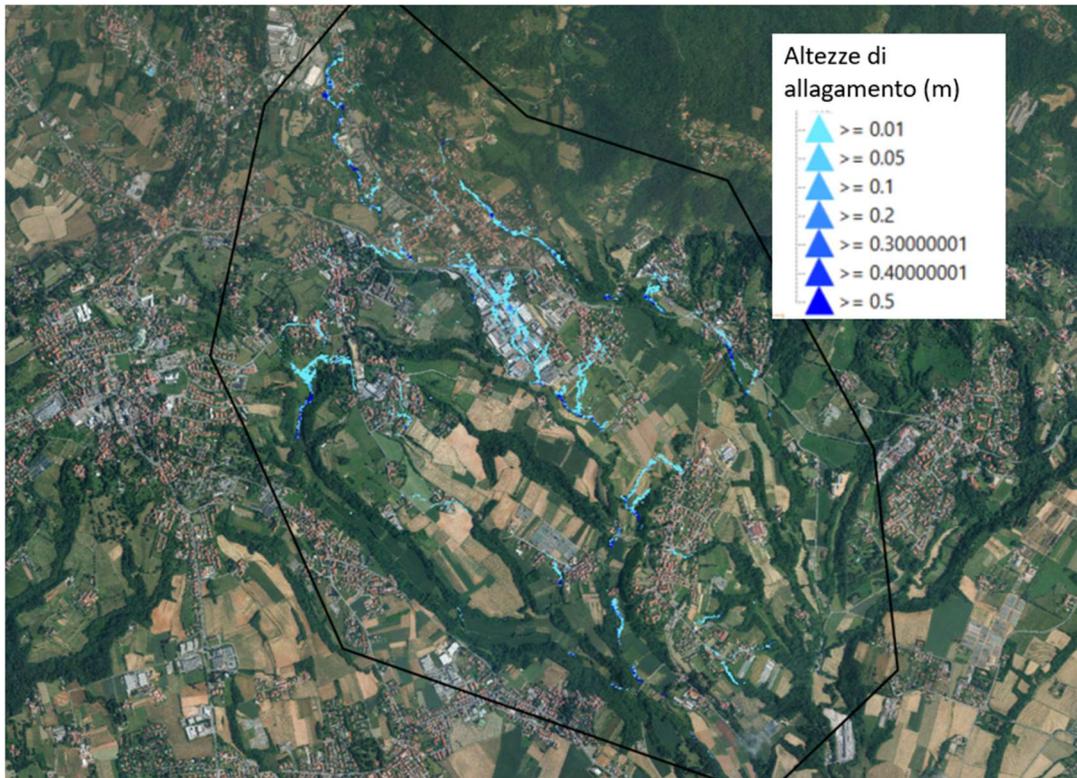


Figura 7.11 – Allagamenti stato di fatto Tr=2 anni Missaglia

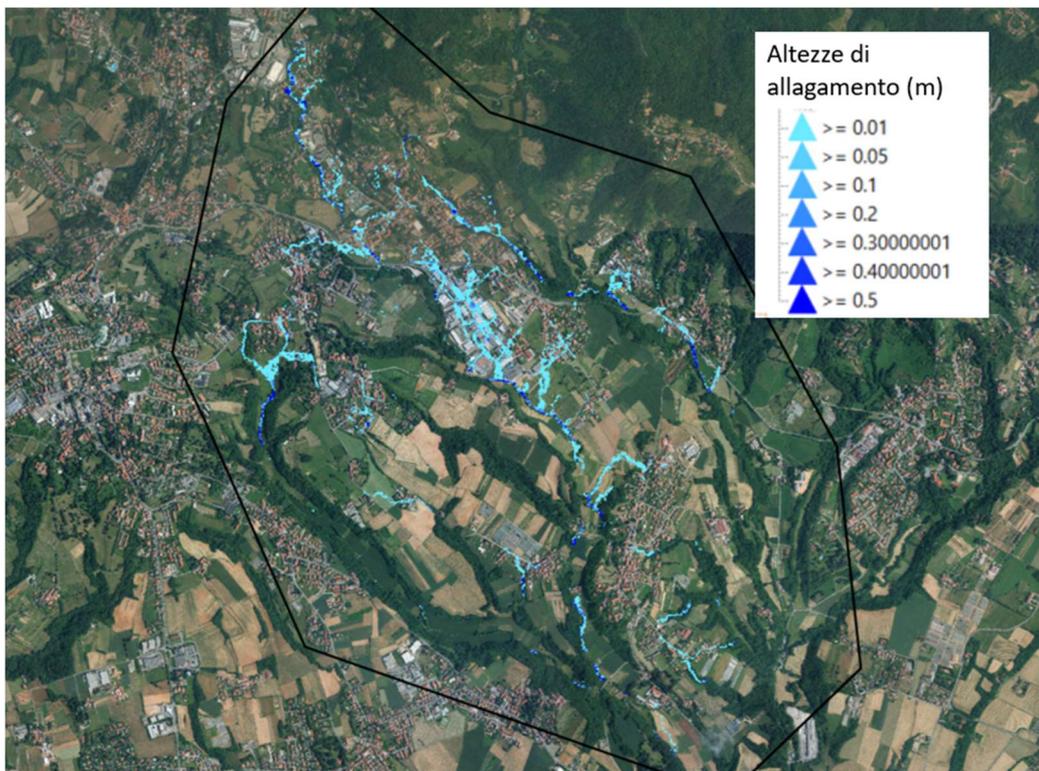


Figura 7.12 - Allagamenti stato di fatto Tr=5 anni Missaglia

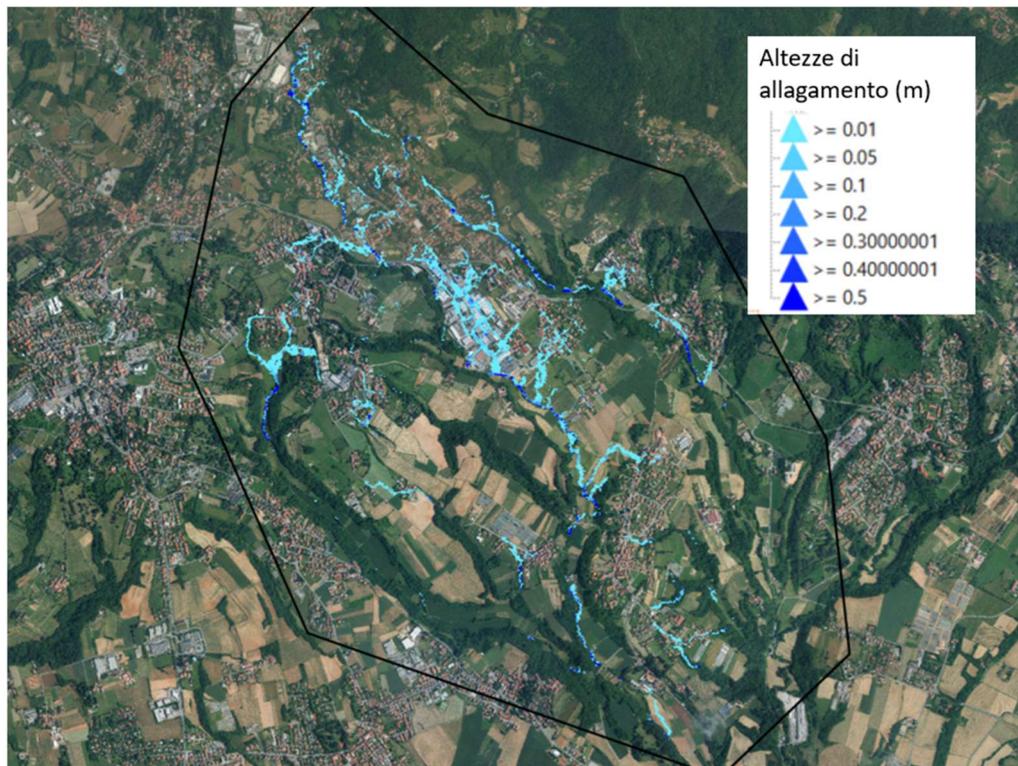


Figura 7.13 - Allagamenti stato di fatto Tr=10 anni Missaglia

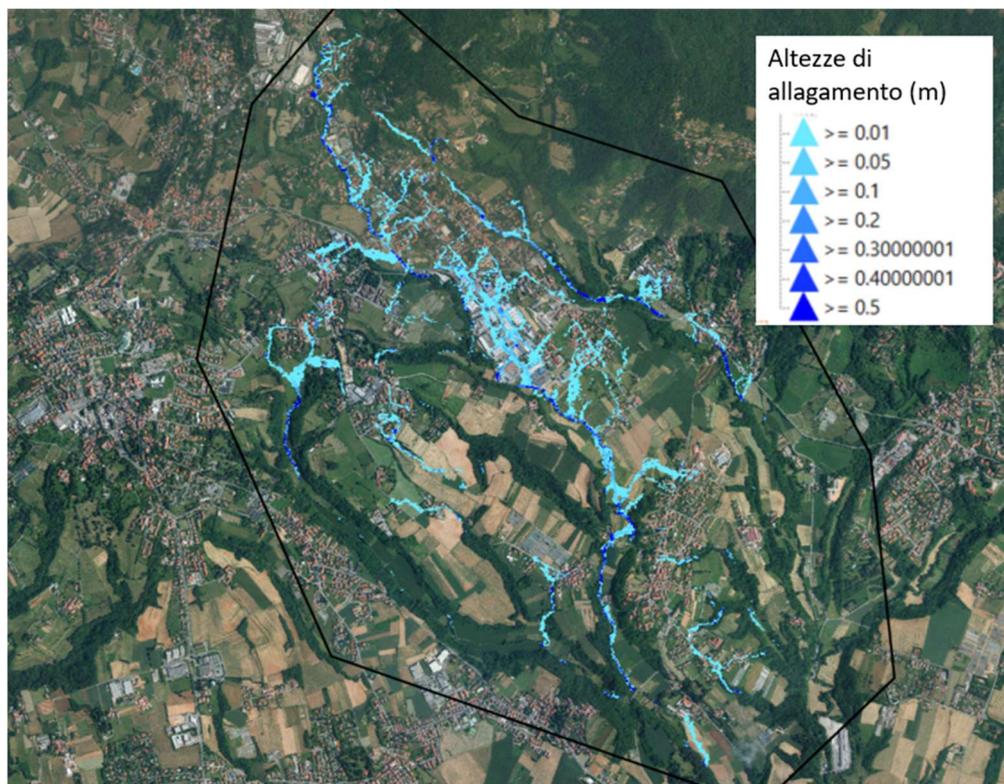


Figura 7.14 - Allagamenti stato di fatto Tr=50 anni Missaglia

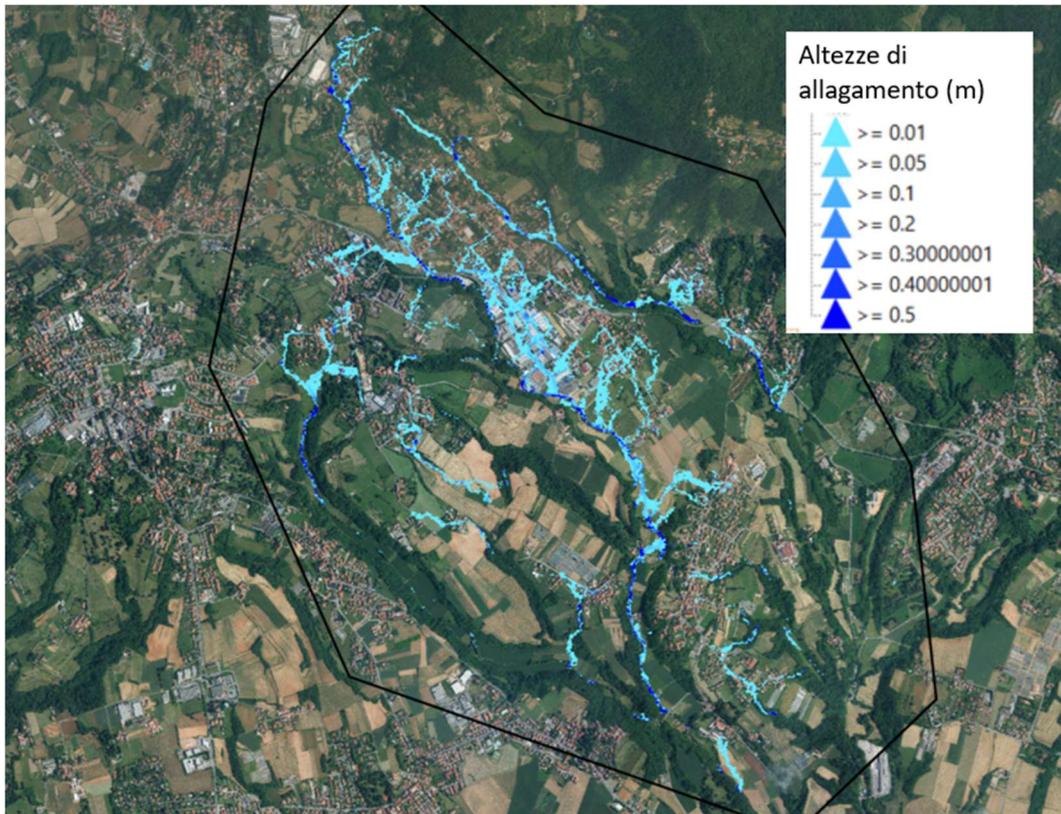


Figura 7.15 - Allagamenti stato di fatto $T_r=100$ anni Missaglia

Dall'analisi dei risultati del modello di stato di fatto rappresentati attraverso il grado di riempimento delle condotte, i nodi esondati e le aree di allagamento, emerge una diffusa criticità della rete in termini di sovrappressioni che genera allagamenti già per tempo di ritorno basso ($T=2$ anni). Tali allagamenti, tuttavia in termini di tiranti sono generalmente inferiori a 5 cm come evidenziato nelle seguenti immagini che riportano per $T=2$, $T=5$ e $T=10$ anni i soli allagamenti con tiranti superiori a 3 cm.



Figura 7.16 – Allagamenti stato di fatto per T=2 anni Missaglia con tiranti maggiori di 3 cm



Figura 7.17 – Allagamenti stato di fatto per T=5 anni Missaglia con tiranti maggiori di 3 cm



Figura 7.18 – Allagamenti stato di fatto per T=10 anni Missaglia con tiranti maggiori di 3 cm

In particolare, incrociando le informazioni emerse dalle indagini di campo con le informazioni acquisite presso il comune e con i risultati delle simulazioni idrauliche, si evincono le seguenti considerazioni:

- Notevole apporto di acque extraurbane che per naturale pendenza del terreno non vengono drenate da corsi d'acqua superficiali ma arrivano lungo strade o pendii direttamente alla rete fognaria urbana e tramite caditoie vengono immesse in fognatura. Gli apporti extraurbani risultano, già per tempi di ritorno bassi, notevolmente superiori alla capacità di smaltimento della rete fognaria comunale.

- Interconnessione tra rete fognaria e reticolo superficiale.
- Elevate pendenze delle strade con difficoltà di captazione da parte delle caditoie superficiali, che risultano spesso sottodimensionate per numero e per capacità di raccolta.
- Difficoltà su strade strette di far coesistere rete bianca e rete nera.
- Rete costituita dal collettore consortile, suddiviso in due rami che si congiungono nella parte Sud del paese, e una dorsale Est, tutti fortemente sottodimensionati ed insufficienti a lasciar transitare le portate di piena.
- Assenza di punti di scolmo lungo la dorsale Est che possano alleggerire le condotte con punti di scarico tutti posizionati a Sud-Ovest del territorio cittadino.

Entrando maggiormente nel dettaglio delle singole criticità della rete che mergono dal modello, si evidenzia quanto segue:

- Via Alpi/ Piazza Pio XII: rete mista fortemente sovraccaricata dalle reti provenienti da via Alpi, via Leonardo da Vinci, via Albareda e via degli Ulivi. Questa insufficienza della rete si riscontra lungo tutta la dorsale Est, a partire dalla zona di Via alle Valli, sottesa ad un'area extraurbana molto importante, fino alla zona di Cascina Bergamina di Lomagna.
- Via Misericordia: tratto di rete mista insufficiente, oggetto di intasamenti e sversamenti.
- Via San Carlo Borromeo: tratto di fognatura mista soggetto a funzionamento in pressione ed esondazioni in occasione di eventi meteorici intensi; l'insufficienza è data dal tratto a valle in Via Don Enrico Molteni e Via Milano, che essendo sottodimensionato provoca un rigurgito a monte, in corrispondenza di Via S. Carlo Borromeo.
- Via Palestro/ Via Giovanni XXIII: rete bianca separata in due tratti, uno dei quali passa su una proprietà privata e che provoca allagamenti dei piazzali e dei box. Il tratto di rete nera va in pressione in Via Giovanni XXIII provocando allagamenti nella ditta Mapleco.
- Corso Europa: la rete in questa zona risulta essere fortemente sovraccaricata e perciò insufficiente. Da Via Roma e da Via Seleggio arrivano due rami di rete che provocano un sovraccarico della rete, e un rigurgito da valle sugli stessi tratti. In Via Europa e Via Malachisio sono sottesi ampi sottobacini, provenienti da una zona abitata, che vanno a sovraccaricare ulteriormente il collettore consortile, già insufficiente da monte.
- Via Rossini/ Via I Maggio: la zona industriale risulta soggetta ad allagamenti provenienti sia da Via Europa, sia dalla stessa rete separata presente che risulta sottodimensionata.

- Via Montello/ Via Mulini: rete insufficiente che provoca allagamenti nei pressi della Cascina Molino Frattino; sono presenti anche esondazioni provenienti da Nord, dal collettore che, come detto precedentemente, risulta essere sottodimensionato.

8 INTERVENTI STRUTTURALI

L'assetto di progetto proposto prevede vari interventi che consentono di ridurre progressivamente il rischio di esondazione per tempi di ritorno via via crescenti.

Qui di seguito vengono descritti gli interventi previsti nei due scenari:

Il piano si sviluppa prevalentemente attraverso le seguenti tipologie di azioni:

- Alleggerimento delle dorsali e dei collettori tramite l'inserimento di aree di laminazione o separazione tra rete nera e rete bianca;
- potenziamento delle reti fognarie, mediante interventi di incremento dei diametri senza aggravare le condizioni di sicurezza nei tratti di valle.
-

Di seguito sono descritti puntualmente gli interventi proposti.

Intervento 1: Via Alpi/ Piazza Pio XII

La rete mista risulta fortemente sovraccaricata dalle reti provenienti da via Alpi, via Leonardo da Vinci, via Albareda e via degli Ulivi. Questa insufficienza della rete si riscontra lungo tutta la dorsale Est, a partire dalla zona di Via alle Valli, sottesa ad un'area extraurbana molto importante, fino alla zona di Cascina Bergamina di Lomagna.



Figura 8.1–Criticità Via Alpi/ Via Papa XII per $Tr=10$ anni



Figura 8.2 – Profilo Tr=10 anni della rete fognaria lungo la SP54 in stato di fatto

La criticità descritta può essere risolta inserendo una condotta di rete mista di alleggerimento in cui scolmano le reti provenienti da Via Alpi, Via Leonardo da Vinci, Via Albareda e Via degli Ulivi.



Figura 8.3 – Tracciato della rete fognaria in progetto lungo la SP54



Figura 8.4 – Planimetria di progetto Tr=10 anni in via Alpi/ SP54

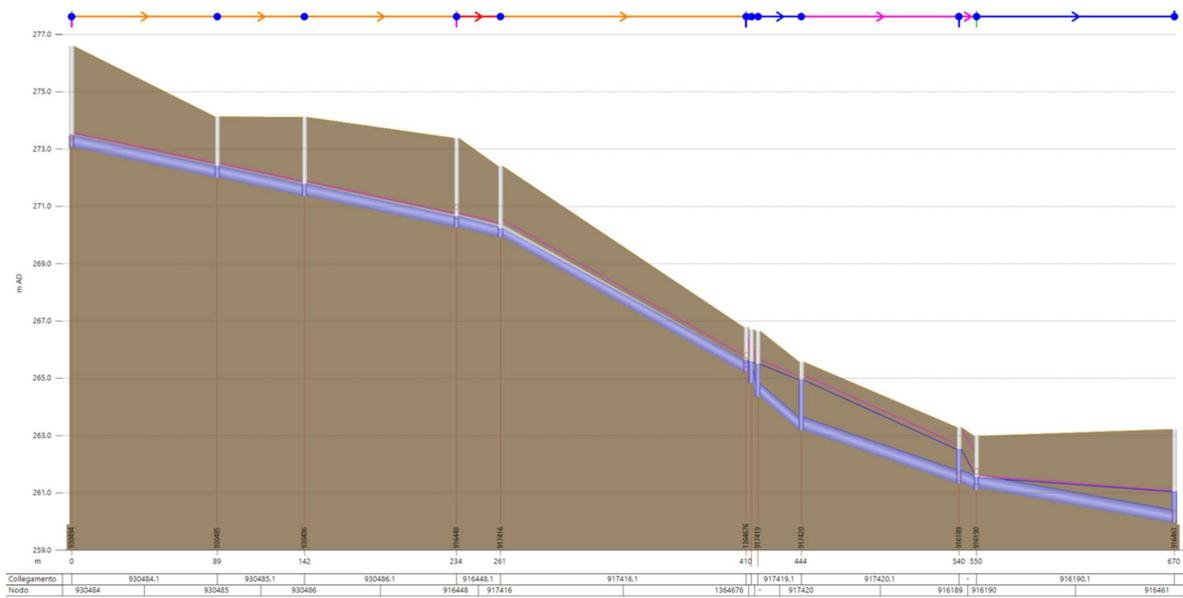


Figura 8.5 – Profilo Tr= 10 anni della rete fognaria lungo la SP54 in progetto

Intervento 2: Via Misericordia

Il tratto di rete in Via Misericordia risulta essere insufficiente a causa dei diametri inadeguati delle condotte, che sono causa di intasamenti e sversamenti.



Figura 8.6 – Criticità Via Misericordia per Tr=10 anni

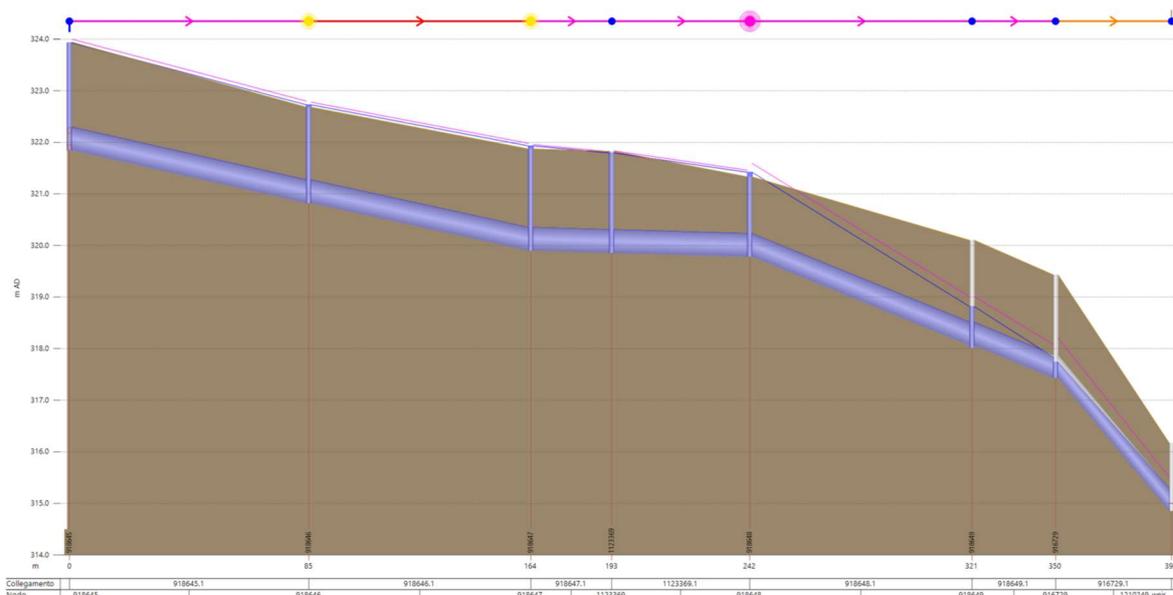


Figura 8.7 – Profilo Tr= 10 anni della rete fognaria lungo Via Misericordia

Per mitigare le criticità presenti in questa zona si è prevista la sostituzione di alcuni tratti di rete con incremento dei diametri, più precisamente la sostituzione delle attuali condotte ovoidali 300/450 con condotte circolari DN 600 e la sistemazione delle contropendenze nei tratti evidenziati in rosso in figura sottostante.



Figura 8.8 – Tracciato della rete fognaria in progetto lungo Via Misericordia

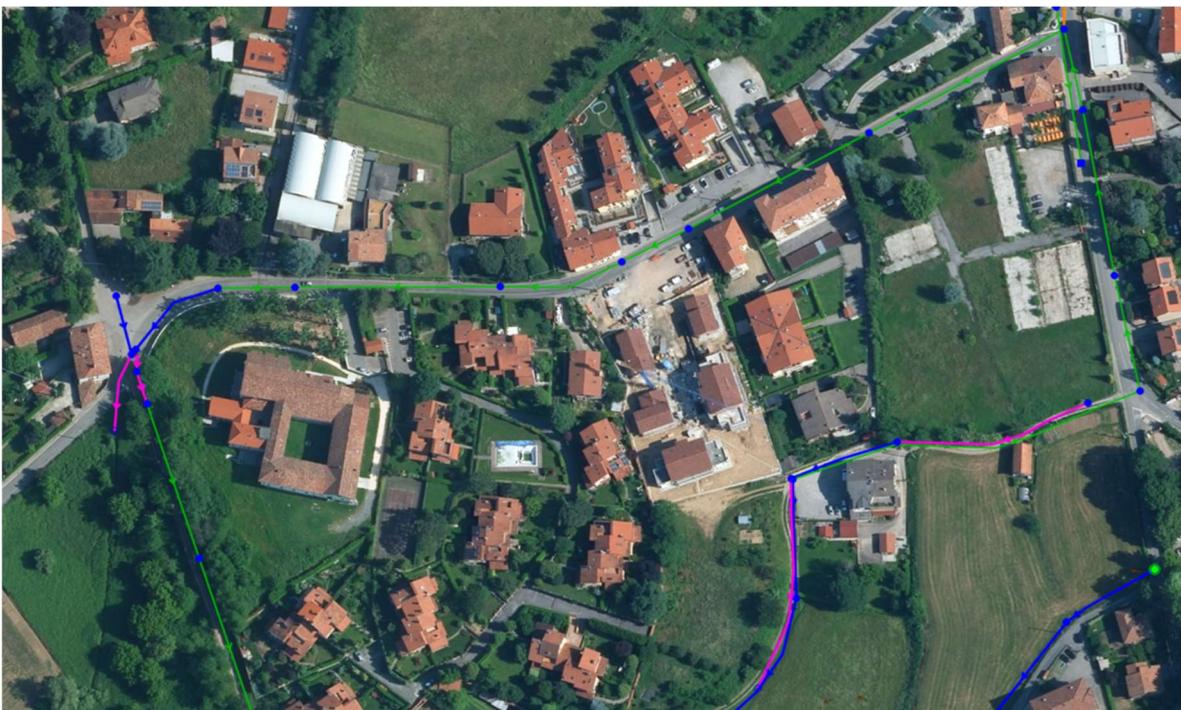


Figura 8.9 – Riduzione allagamenti per $Tr=10$ anni in via Misericordia

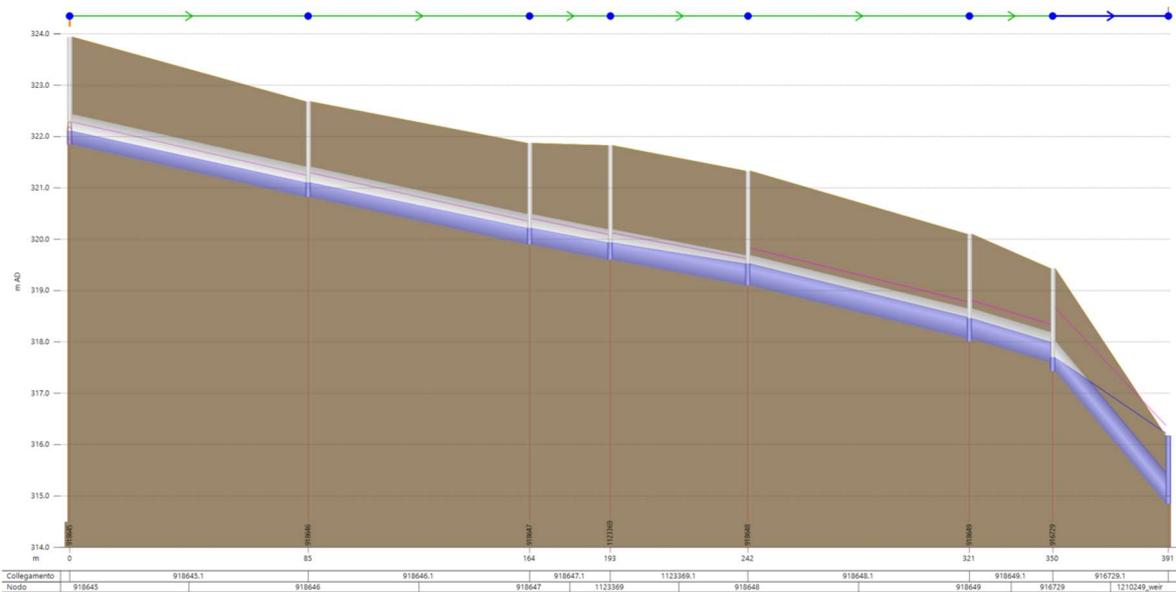


Figura 8.10 – Profilo Tr= 10 anni della rete fognaria lungo Via Misericordia

Un'altra soluzione possibile per ridurre la criticità è lo sdoppiamento della rete mista dallo sfioratore presente in Via Foppa fino a Piazza Cioja al fine di alleggerire il tratto critico. La scelta tra le due soluzioni alternative andrà sviluppata nelle successive fasi progettuali.

Intervento 3: Via San Carlo Borromeo

Il tratto di fognatura mista è soggetto a funzionamento in pressione ed esondazioni in occasione di eventi meteorici intensi; l'insufficienza è data dal tratto a valle in Via Don Enrico Molteni e Via Milano, che essendo sottodimensionato provoca un rigurgito a monte, in corrispondenza di Via San Carlo Borromeo.

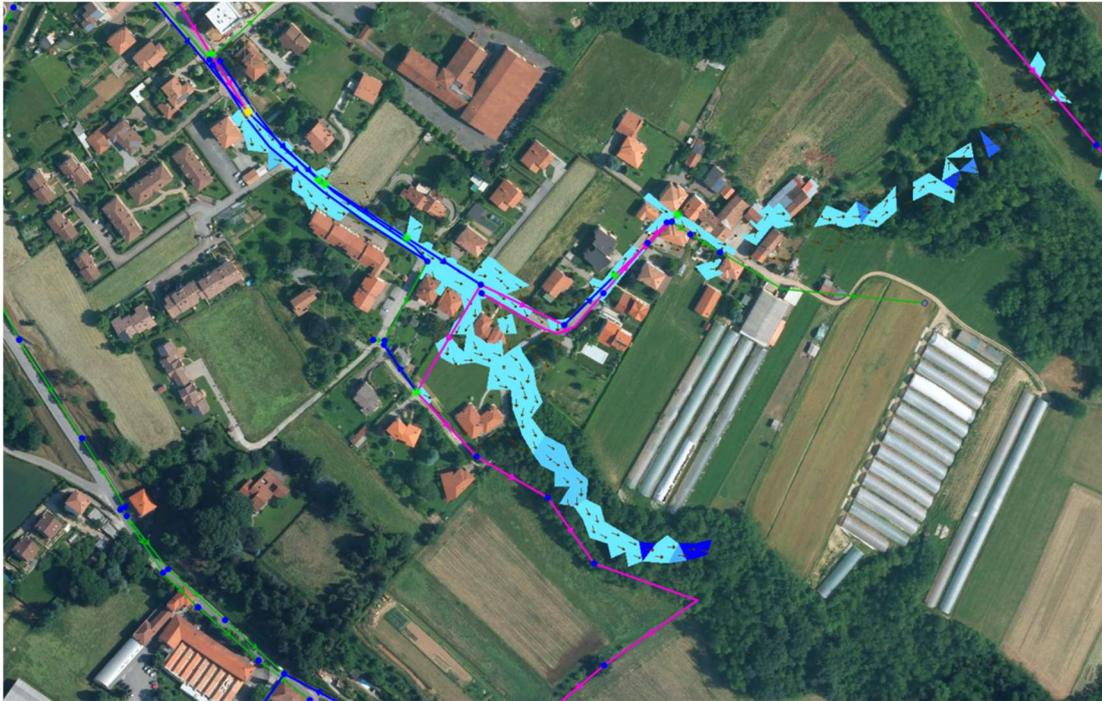


Figura 8.11 – Criticità Via San Carlo Borromeo per $Tr=10$ anni

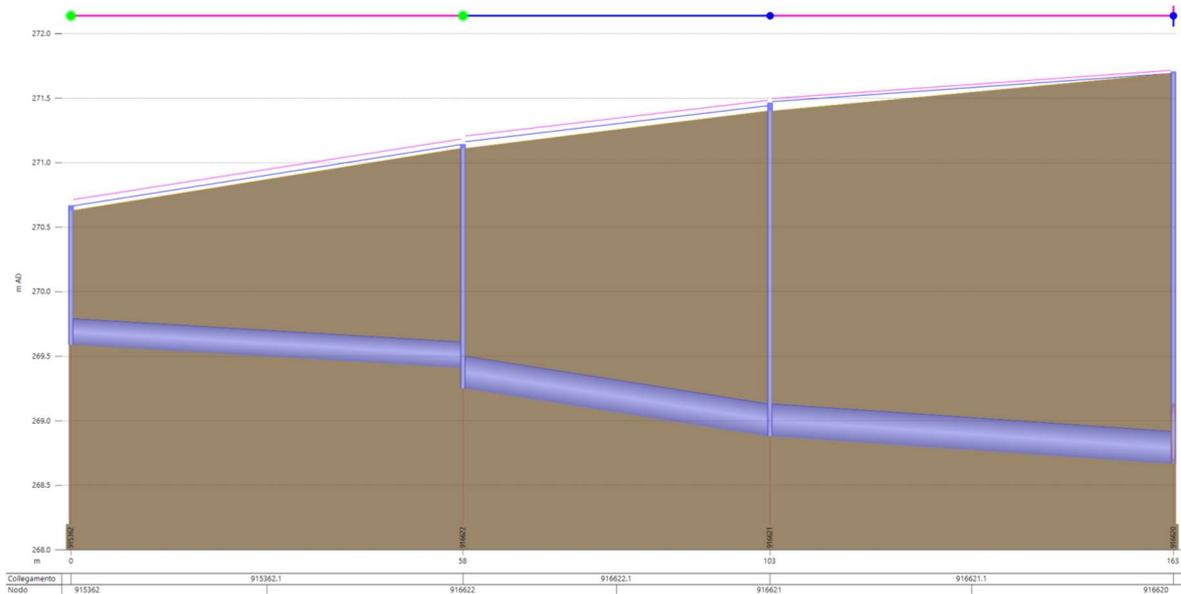


Figura 8.12 – Profilo $Tr= 10$ anni della rete fognaria lungo Via San Carlo Borromeo

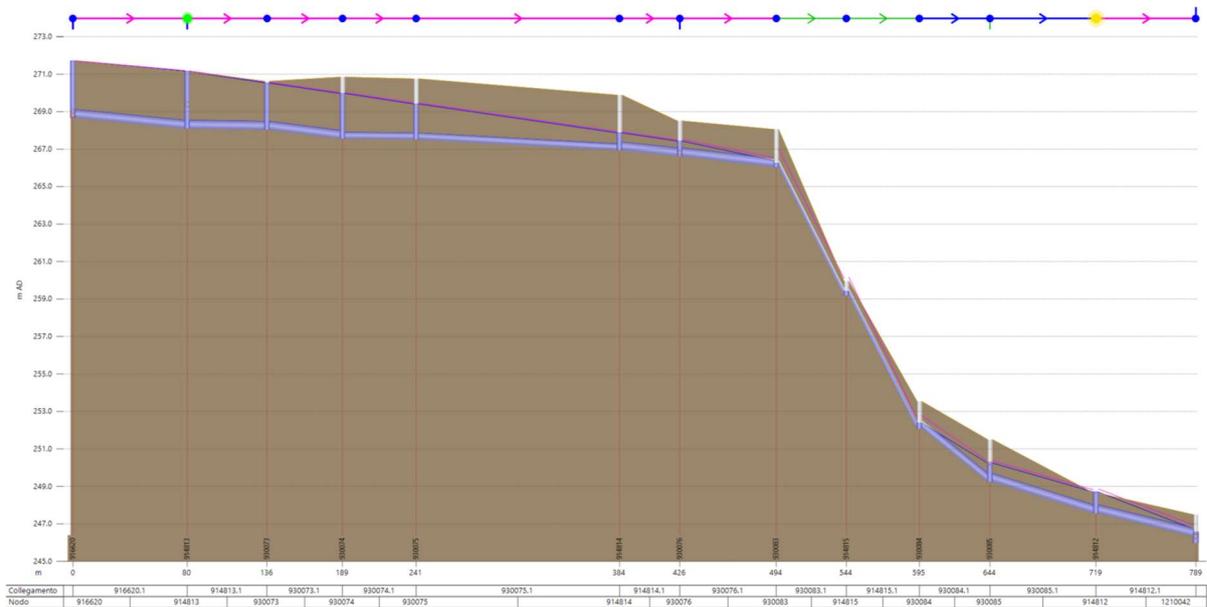


Figura 8.13 – Profilo $Tr= 10$ anni della rete fognaria lungo Via Molteni e Via Milano

Come soluzione progettuale si è prevista anche in questo caso la sostituzione delle condotte con aumento dei diametri, per il tratto che parte dall'incrocio con Via San Carlo Borromeo e finisce in corrispondenza dello sfioro in Via Cascina Bergamina. Si sono adeguate le condotte ovoidali 300/450 e circolari DN350 con un diametro di progetto DN500.

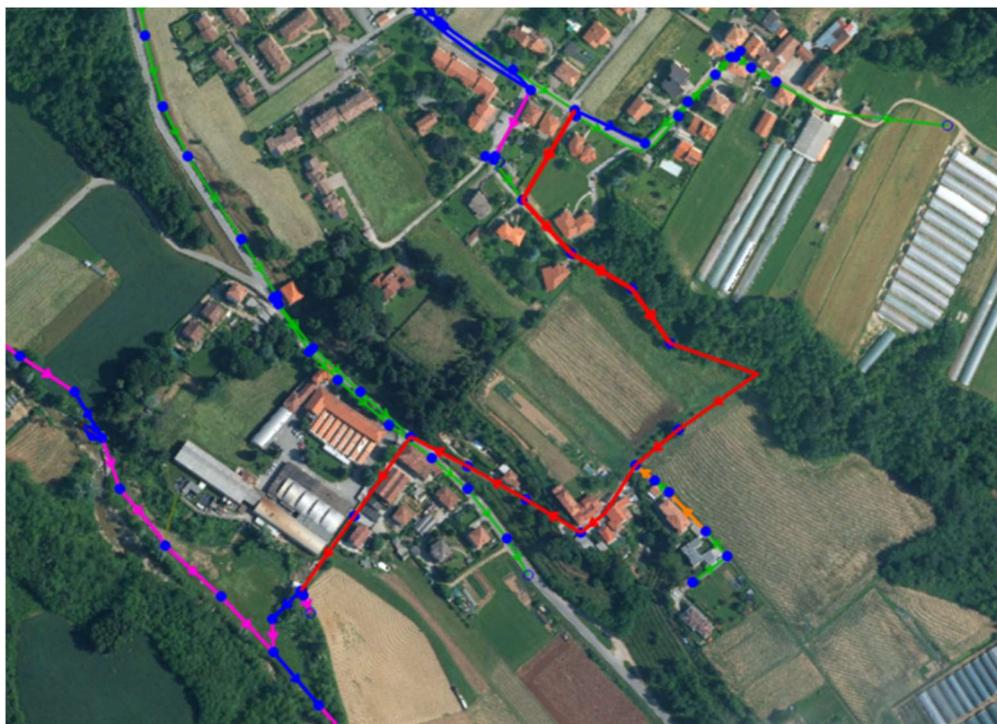


Figura 8.14 – Tracciato soggetto a sostituzione dei diametri in Via Molteni/Via Milano



Figura 8.15 – Riduzione allagamenti per $Tr=10$ anni Via Molteni/Via Milano

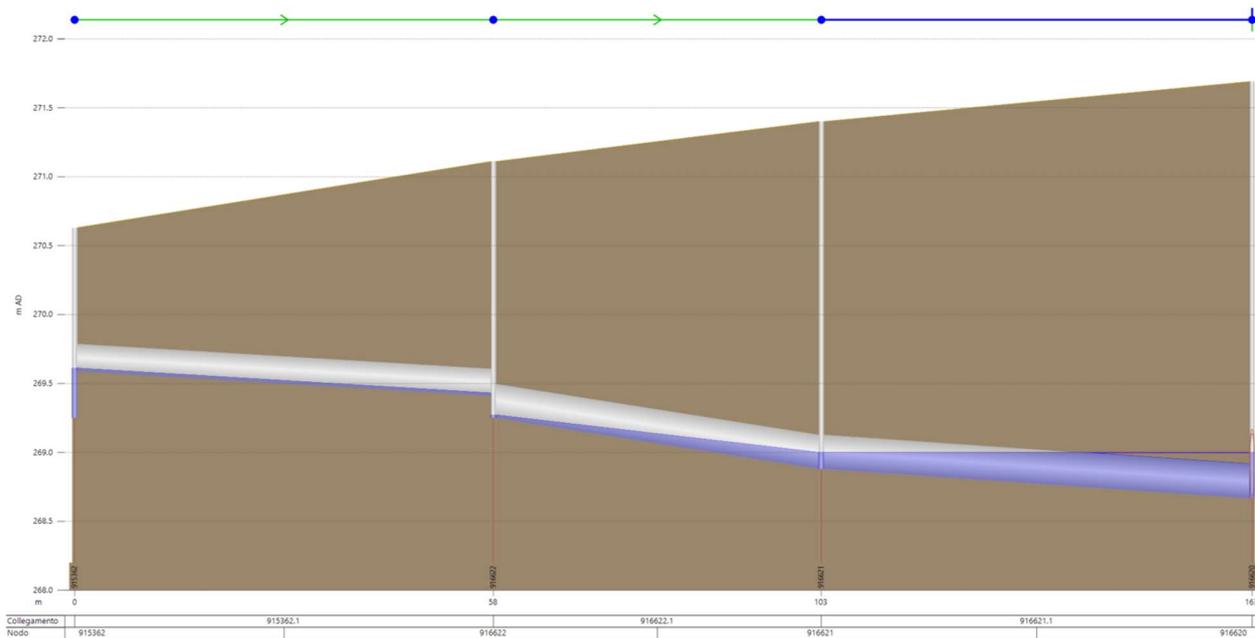


Figura 8.16 – Profilo $Tr=10$ anni di progetto lungo Via San Carlo Borromeo

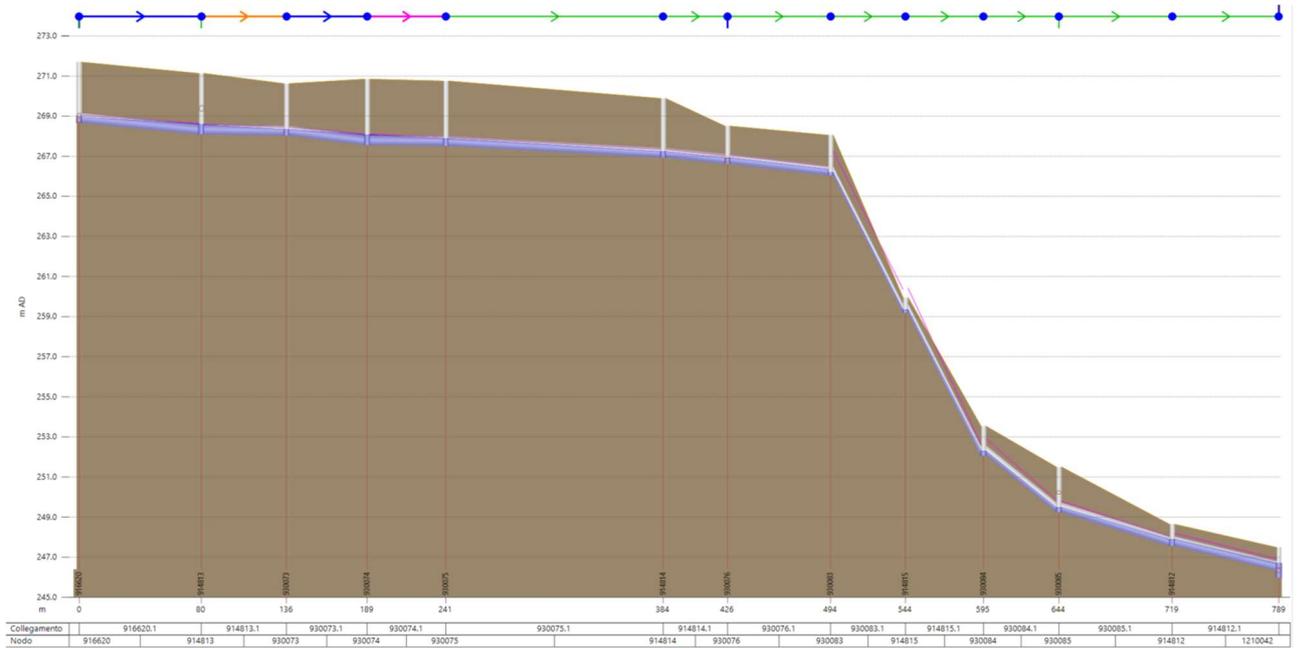


Figura 8.17 – Profilo Tr= 10 anni di progetto lungo Via Molteni e Via Milano

Intervento 4: Via Palestro/ Via Giovanni XXIII

La rete bianca risulta separata in due tratti distinti, di cui quello di monte passa su una proprietà privata e che provoca allagamenti dei piazzali e dei box. Il tratto di rete nera va in pressione in Via Giovanni XXIII provocando allagamenti segnalati dal Comune nella ditta Mapleco.

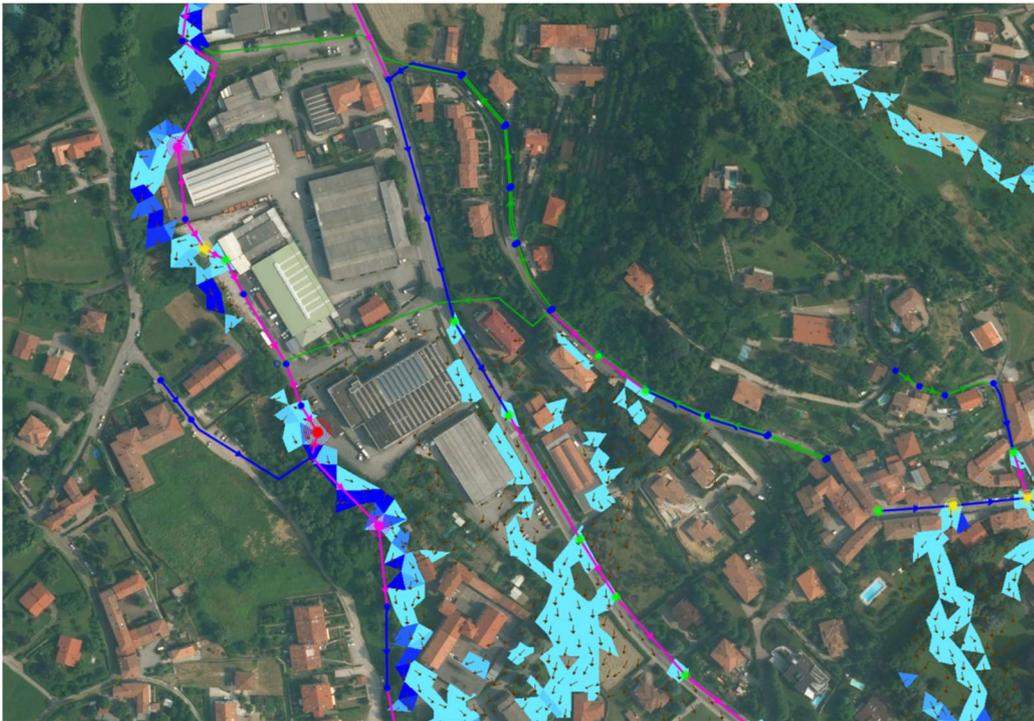


Figura 8.18 – Criticità Via Palestro/Via Giovanni XXIII per Tr=10 anni

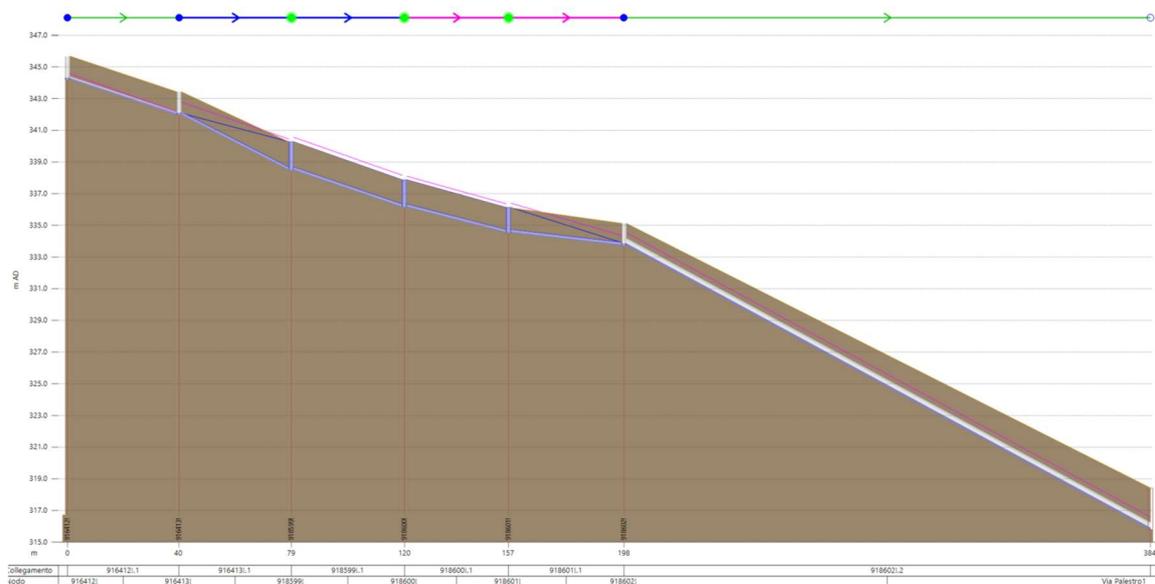


Figura 8.19 – Profilo Tr=10 anni della rete bianca lungo Via Palestro

Per risolvere le criticità si è proposto di collegare le due reti bianche in un'unica rete, che va a scaricare nel corso d'acqua che scorre alle spalle della zona industriale di via Giovanni XXIII.



Figura 8.20 – Tracciato della rete fognaria in progetto lungo Via Palestro

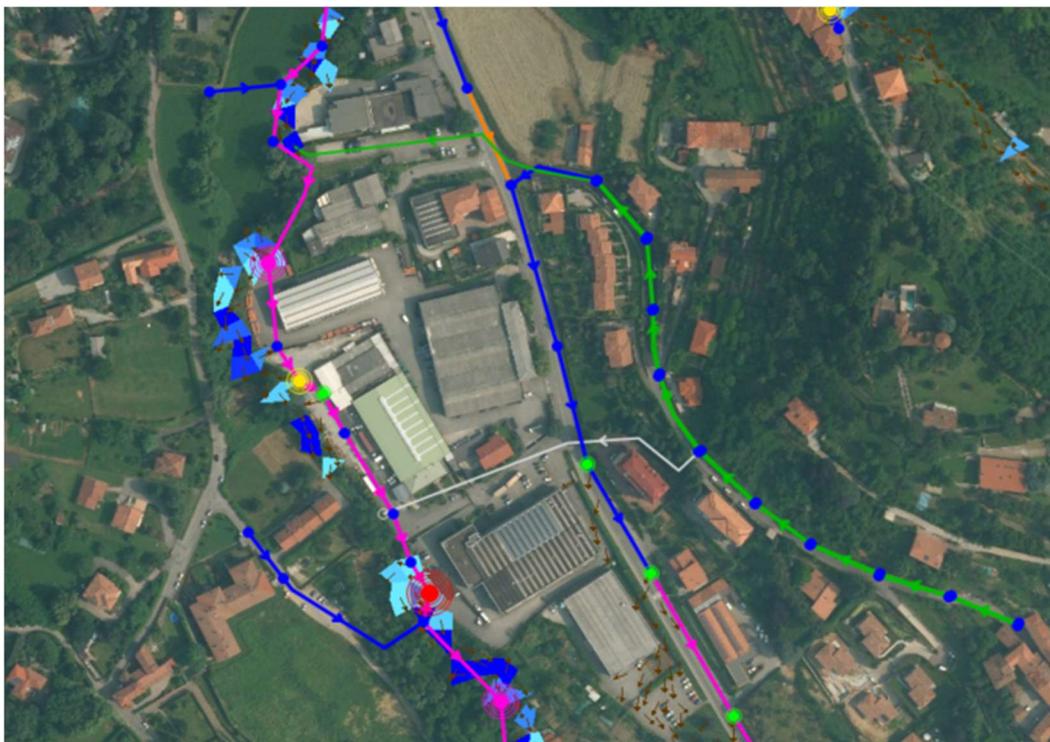


Figura 8.21 – Riduzione allagamenti per $T_r=10$ anni in Via Palestro/Via Giovani XXIII

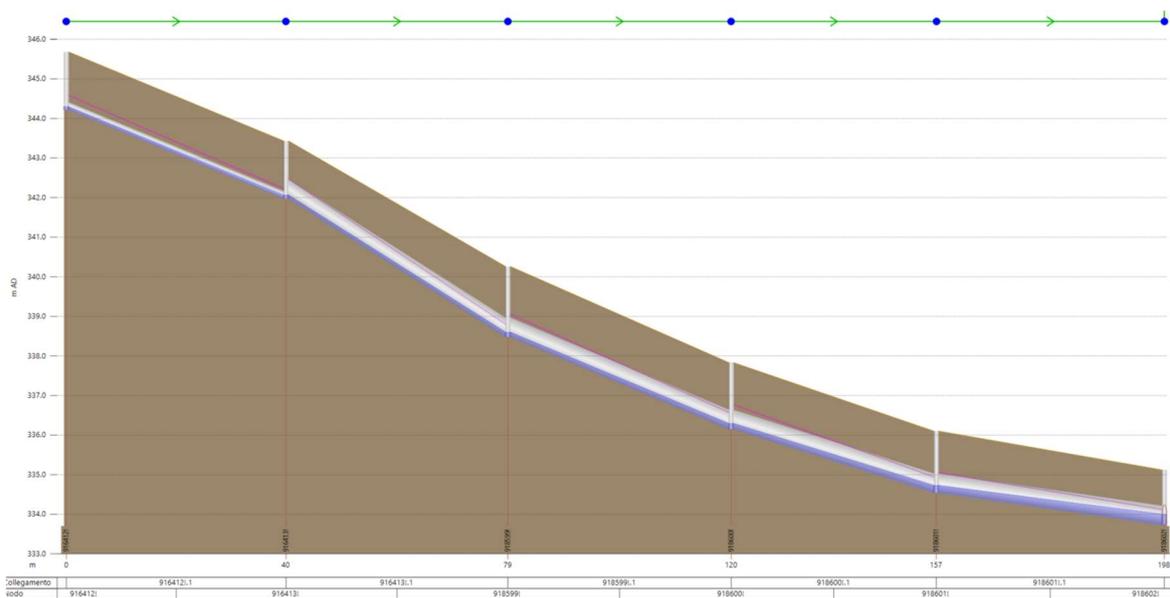


Figura 8.22 – Profilo $T_r=10$ anni di progetto lungo Via Palestro

Intervento 5: Via alle Valli

La dorsale Est risulta insufficiente per gran parte della sua lunghezza, a partire dalla zona di Via alle Valli, a cui arrivano apporti molto importanti da bacini extraurbani, fino alla zona di Cascina Bergamina di Lomagna.

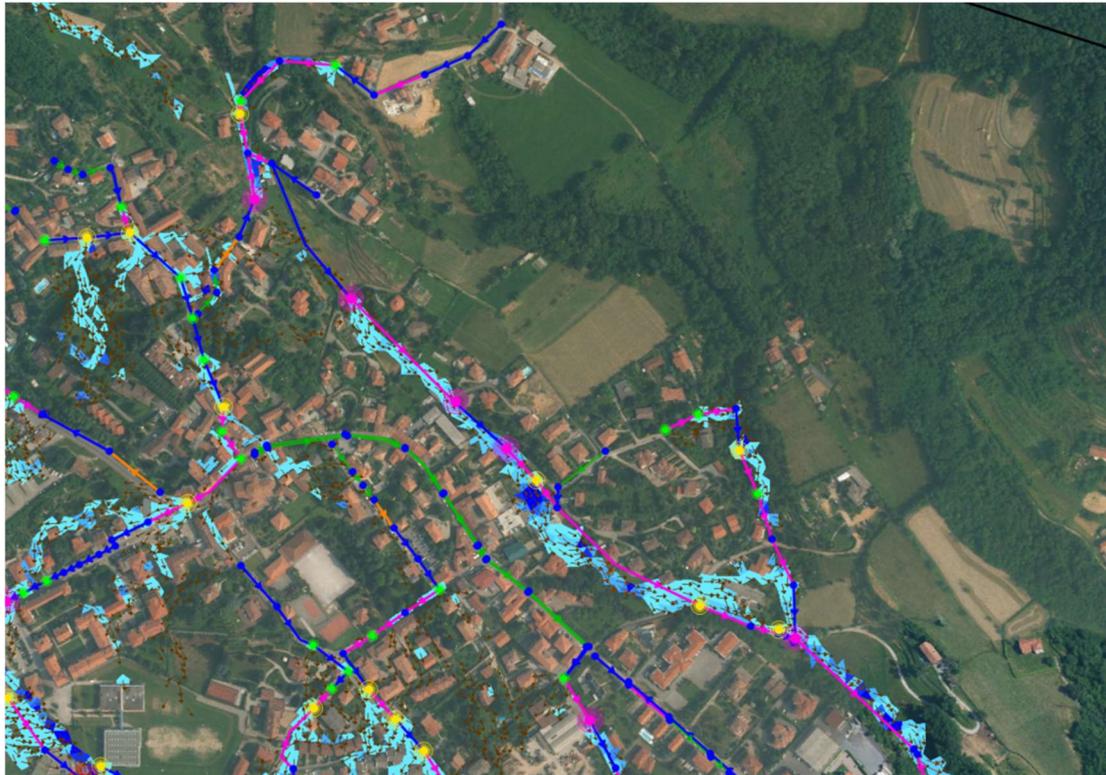


Figura 8.23 – Criticità Via alle Valli per Tr=10 anni

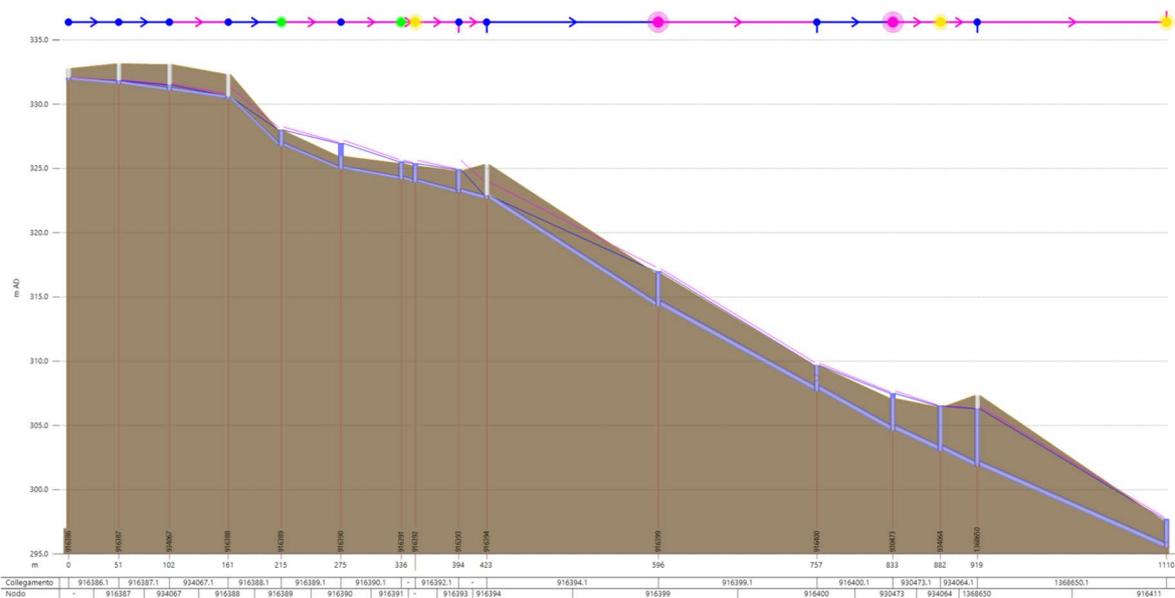


Figura 8.24 – Profilo Tr=10 anni della dorsale lungo Via alle Valli

Per mitigare queste criticità è stata prevista una vasca di laminazione da 1000 mc lungo la dorsale, in corrispondenza di Via Cascina Monte. Questo intervento consente di ridurre significativamente l'insufficienza della rete nel tratto di valle. Tuttavia, vista la lunghezza del collettore a valle e l'entità dei bacini allacciati, l'effetto di riduzione della portata indotto dalla vasca non è in grado di risolvere completamente la criticità nei tratti più a valle, ma permette di ridurre drasticamente il rischio delle aree urbanizzate. Nelle fasi progettuali successive potrà essere valutato l'ampliamento del volume di invaso previsto per ridurre ulteriormente il rischio

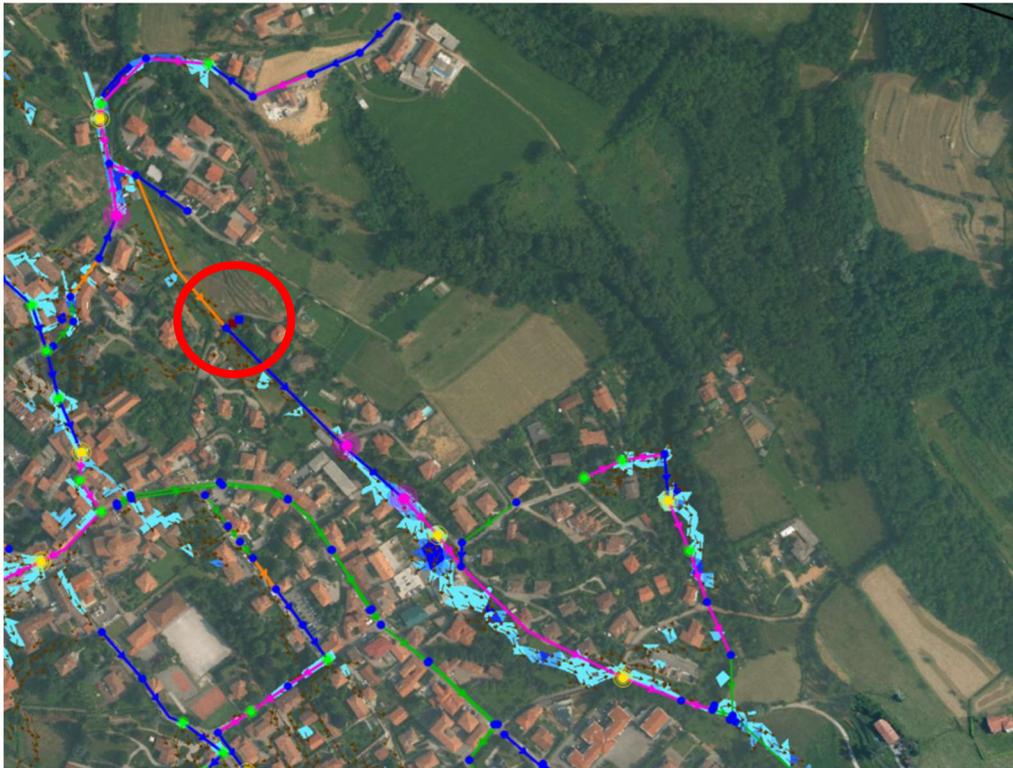


Figura 8.25 – Riduzione allagamenti per $T_r=10$ anni Via alle Valli

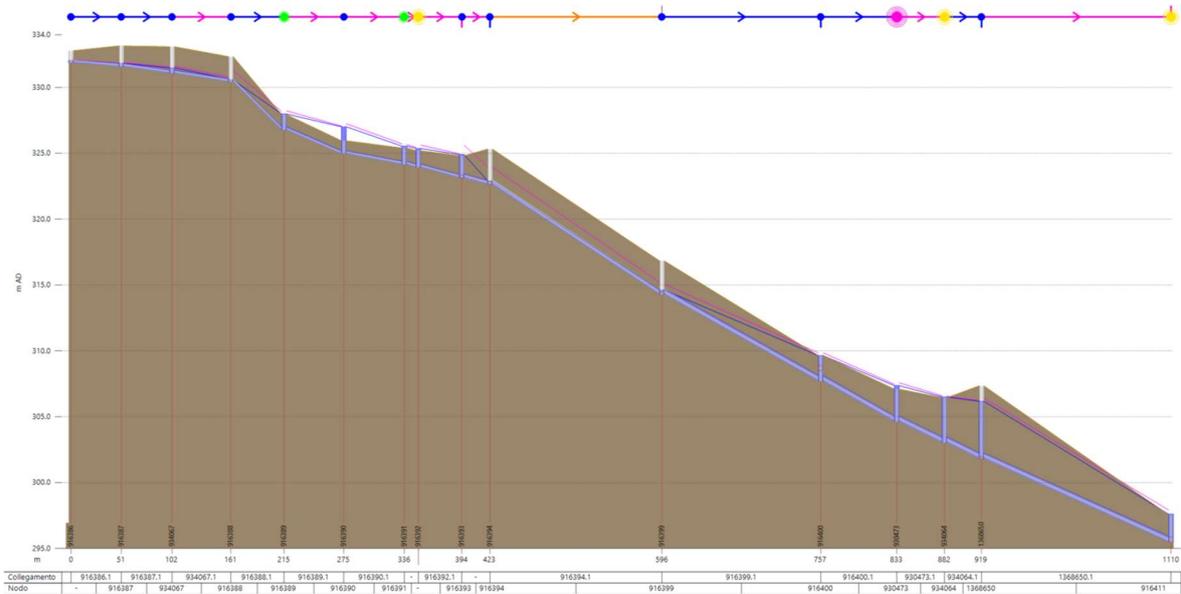


Figura 8.26 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Via alle Valli

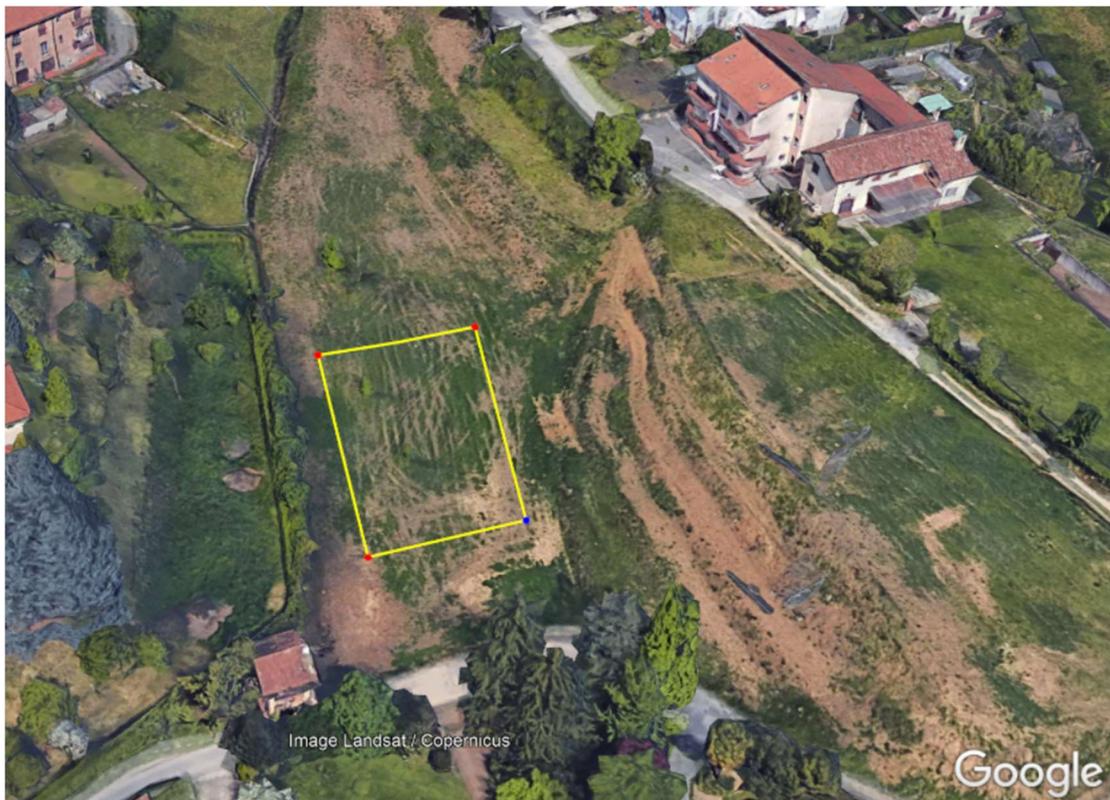


Figura 8.27 – Collocazione vasca di laminazione da 1000mc in zona Via Cascina Monte

Intervento 6: Corso Europa

La rete in questa zona risulta essere fortemente sovraccaricata e perciò insufficiente. Da Via Roma e da Via Seleggio arrivano due rami che provocano un sovraccarico della rete, e un rigurgito da valle sugli stessi. Questo sovraccarico causa una fuoriuscita dell'acqua dai pozzetti lungo Corso Europa che si propaga in tutta la zona industriale sottostante, lungo Via I Maggio.

In Via Europa e Via Malachisio sono sottesi ampi sottobacini di rete, provenienti da una zona abitata, che vanno a sovraccaricare ulteriormente il collettore consortile, già insufficiente da monte.

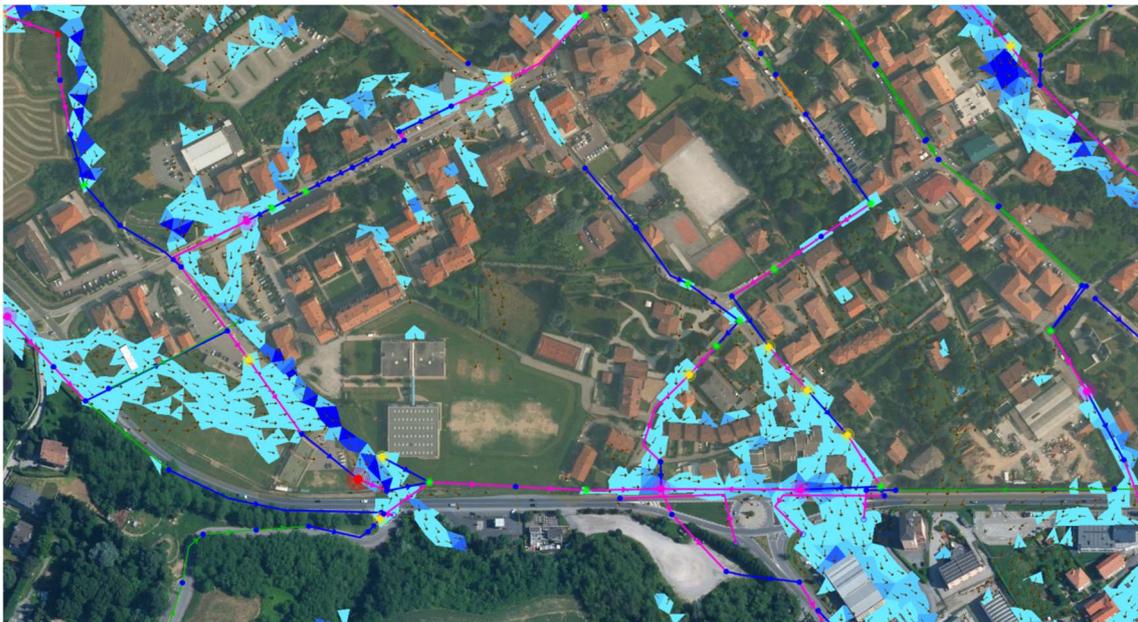


Figura 8.28 – Criticità Corso Europa per Tr=10 anni

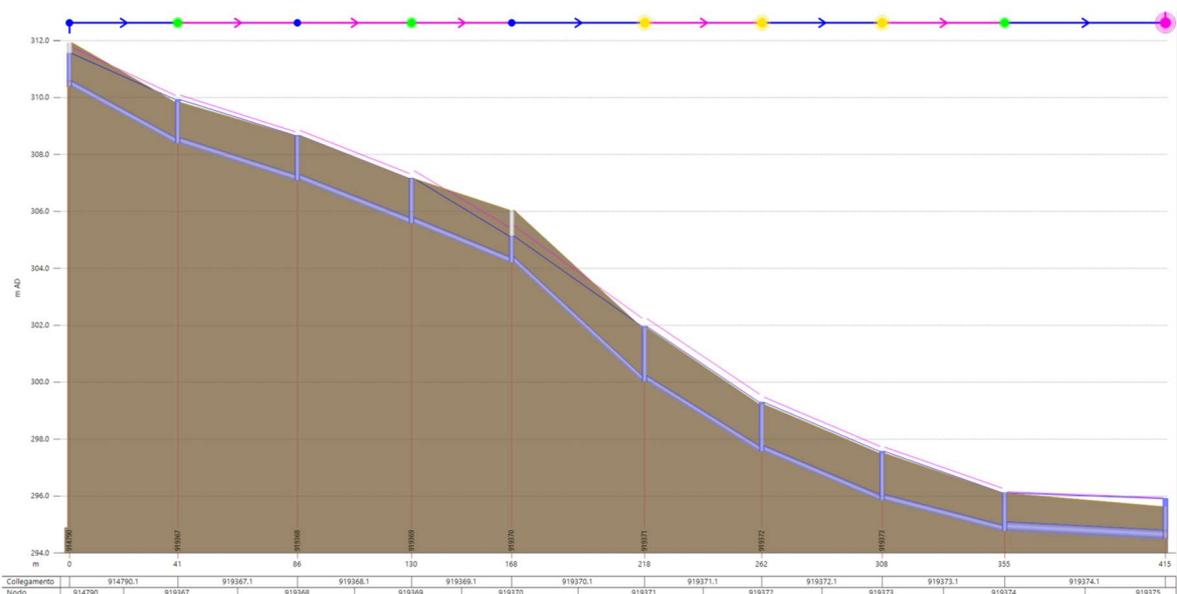


Figura 8.29 – Profilo Tr=10 anni di rete nera lungo Via Roma

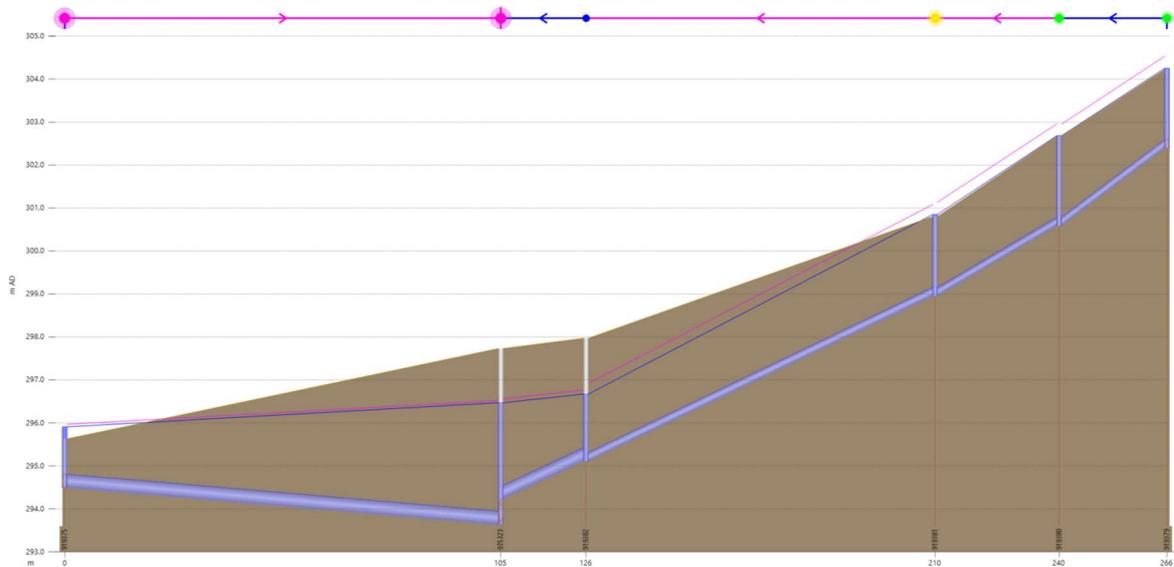


Figura 8.30 – Profilo Tr=10 anni di rete nera lungo Via Seleggio

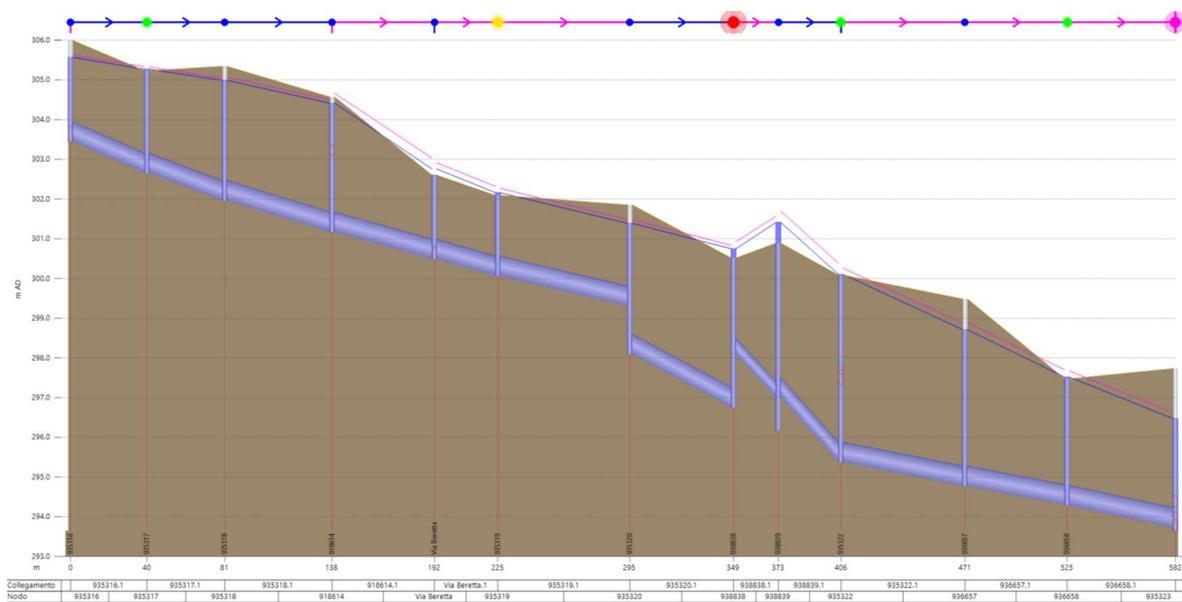


Figura 8.31 – Profilo Tr=10 anni del collettore lungo Corso Europa

Anche in questo caso non è stato possibile eliminare totalmente le criticità presenti, poiché troppo distribuite e importanti, ma si sono proposte alcune soluzioni per mitigarle.

Il primo intervento riguarda l'inserimento di una vasca di laminazione da 1500 mc in Via Giovanni XXXII, dietro al cimitero di Missaglia; questa scelta permette di alleggerire notevolmente un tratto del collettore che scorre lungo Corso Europa.

Il secondo intervento riguarda un alleggerimento dei due rami su Via Roma e Via Seleggio, scolmando l'eccedenza in corso d'acqua, allacciandosi a due reti meteoriche già esistenti.

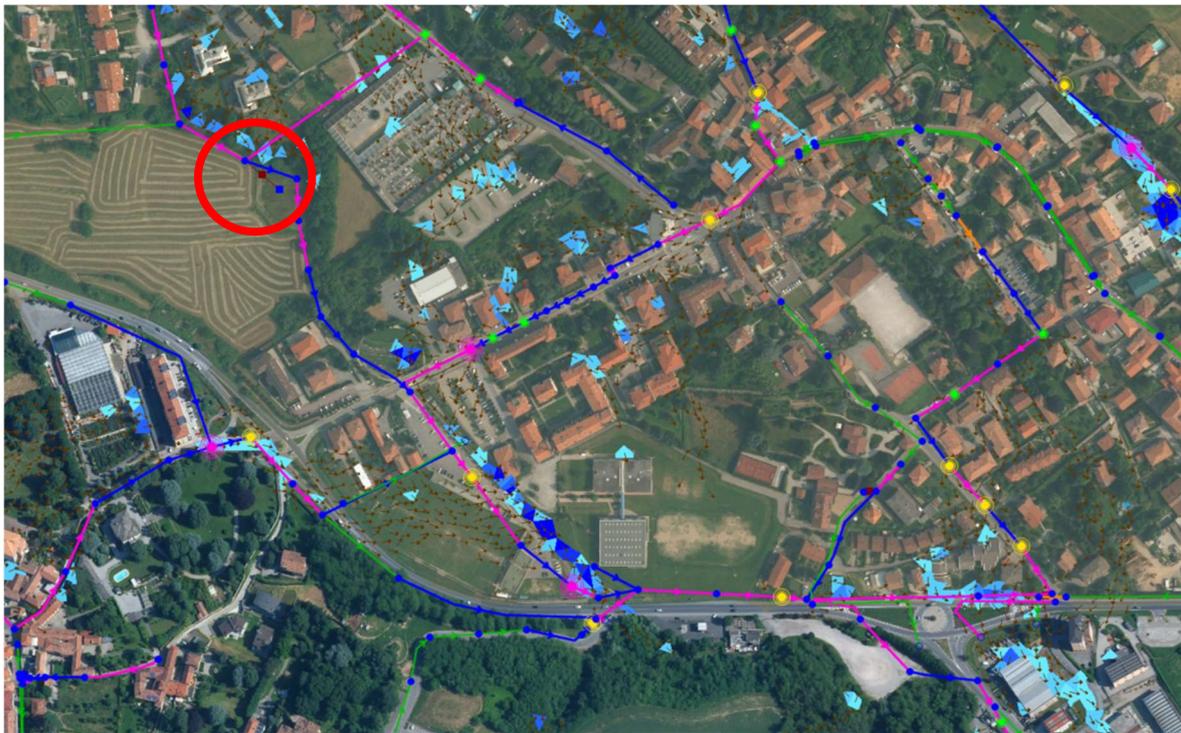


Figura 8.32 – Riduzione allagamenti per Tr=10 anni Corso Europa

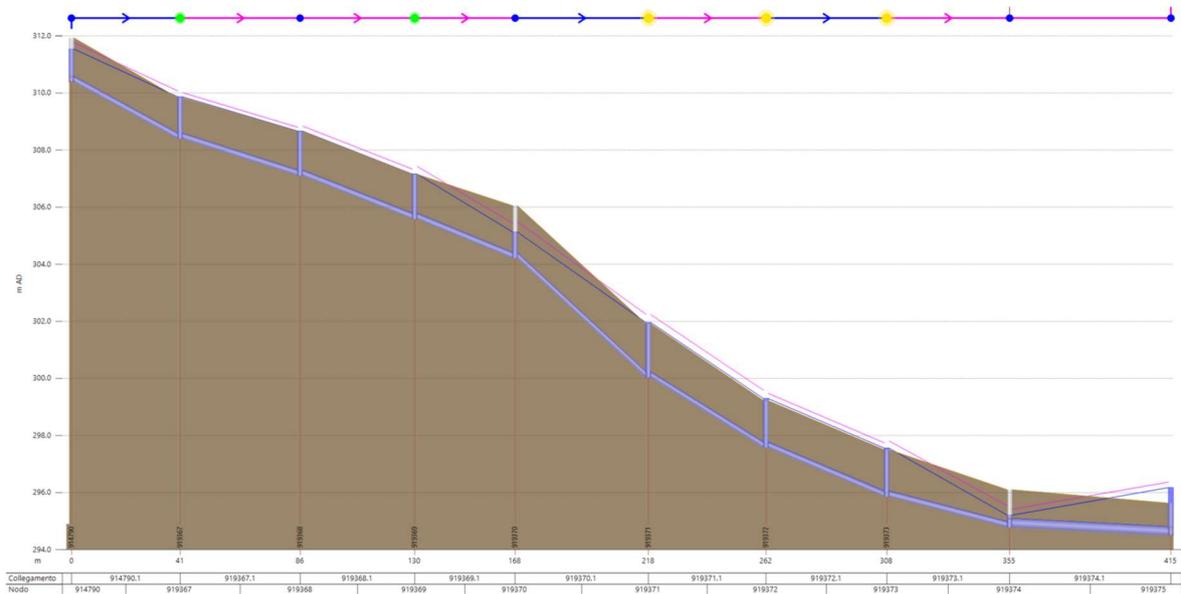


Figura 8.33 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Via Roma

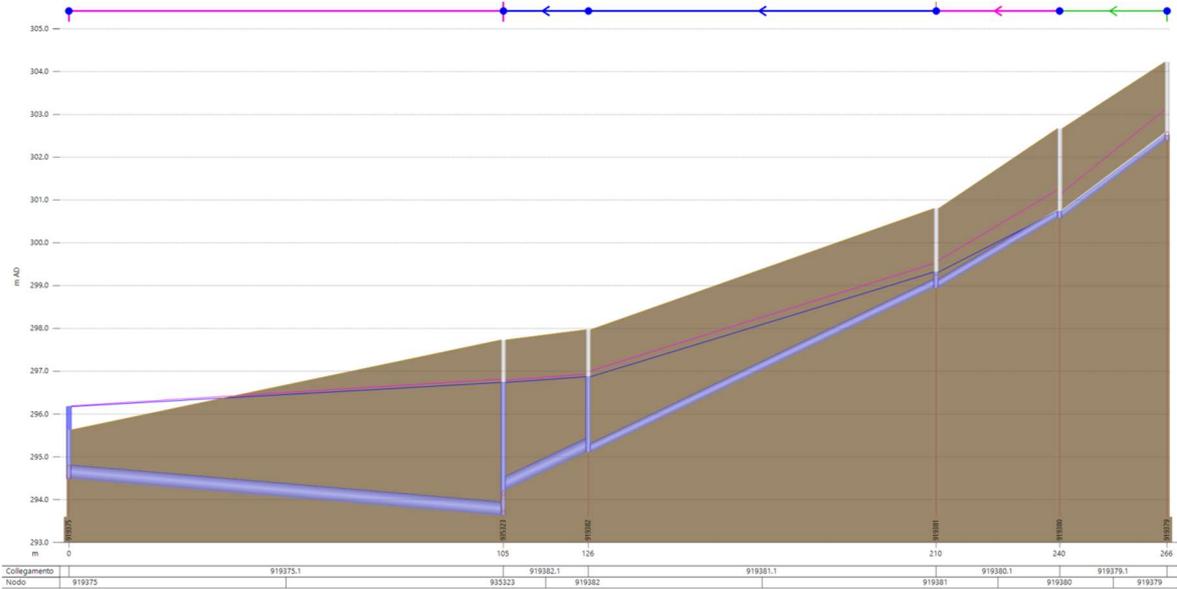


Figura 8.34 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Via Seleggio

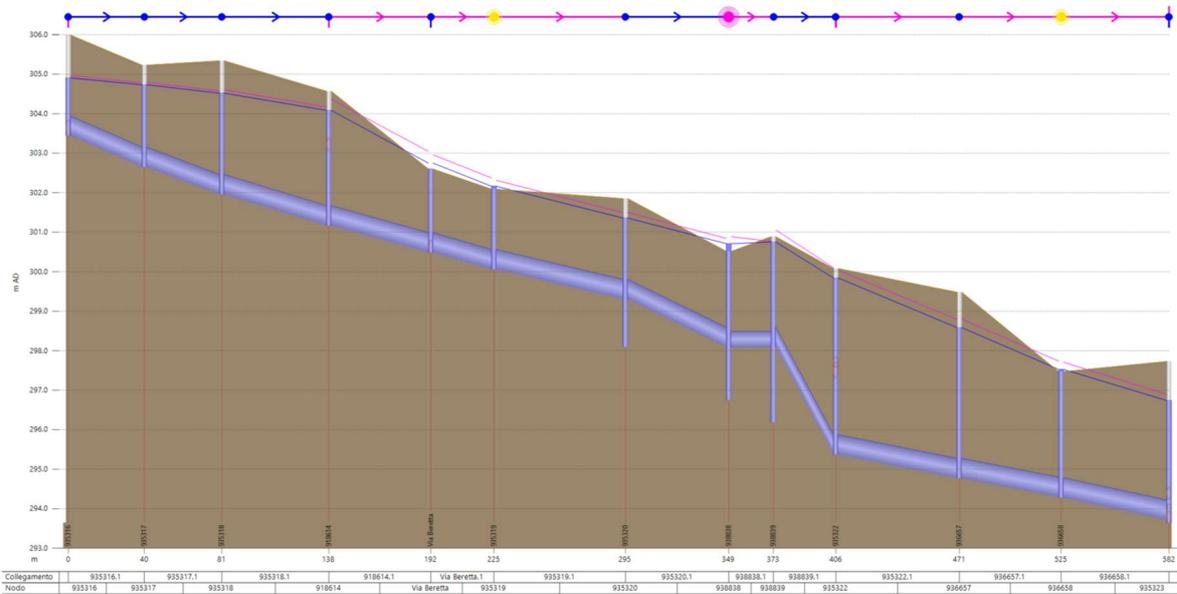


Figura 8.35 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Corso Europa

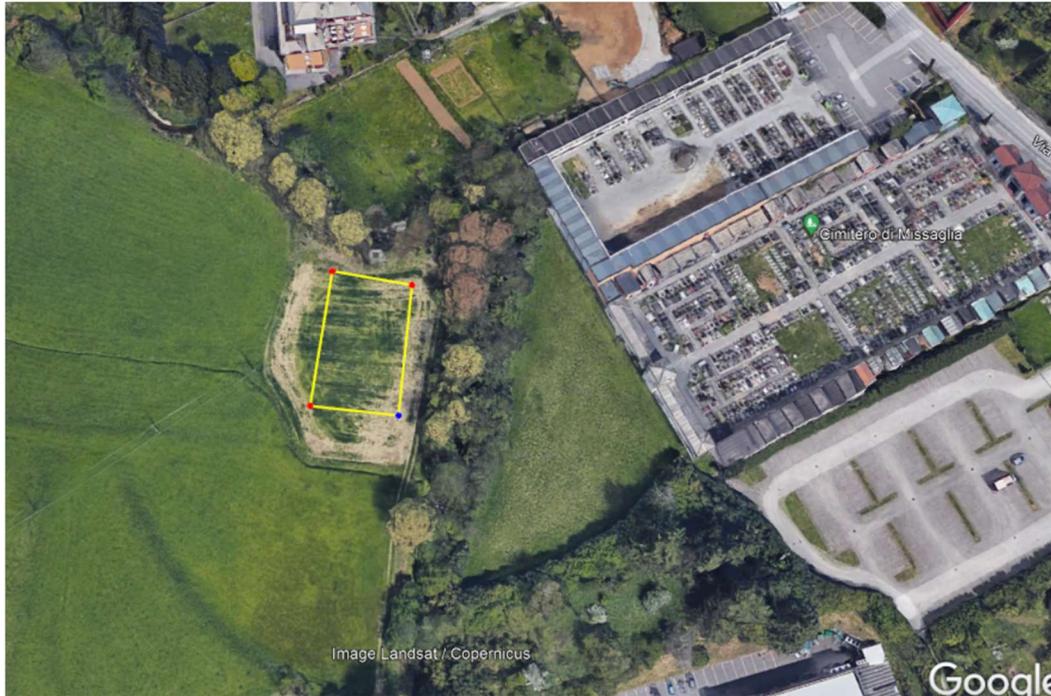


Figura 8.36 – Collocazione vasca di laminazione da 1500mc in zona cimitero

Intervento 7: Via Rossini/ Via I Maggio

la zona industriale risulta soggetta ad allagamenti provenienti sia da Via Europa, sia dalla stessa rete separata presente che risulta essere sottodimensionata.

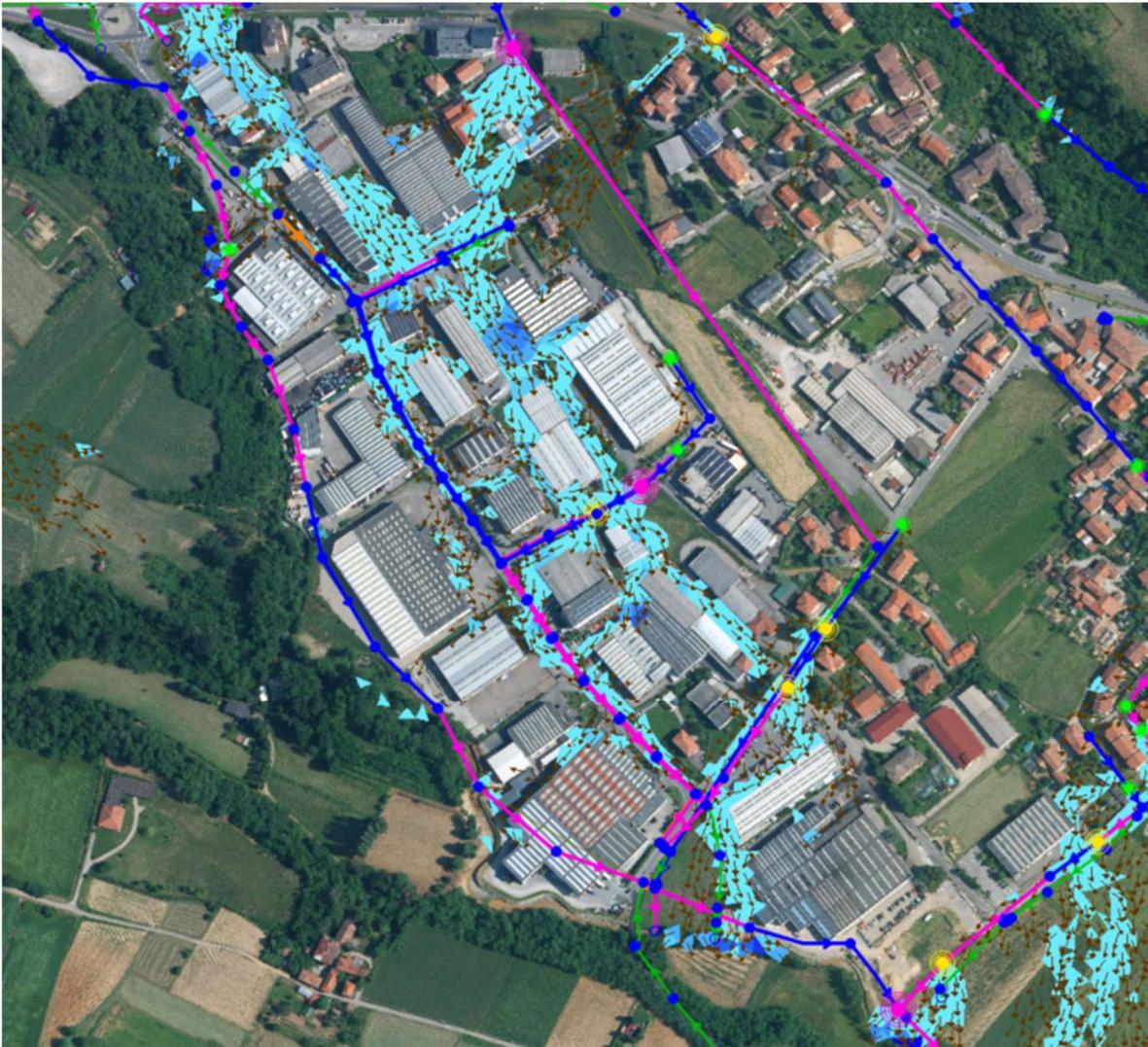


Figura 8.37 – Criticità zona industriale Via I Maggio/Via Rossini per Tr=10 anni

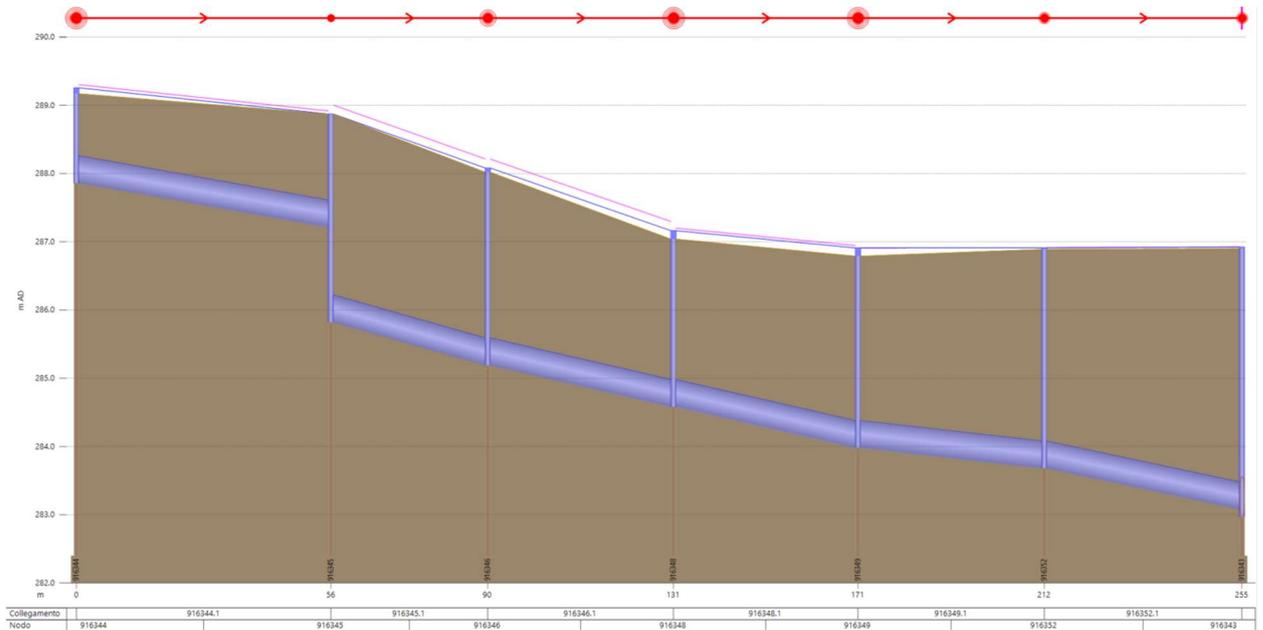


Figura 8.38 – Profilo Tr=10 anni di rete meteorica lungo Via I Maggio

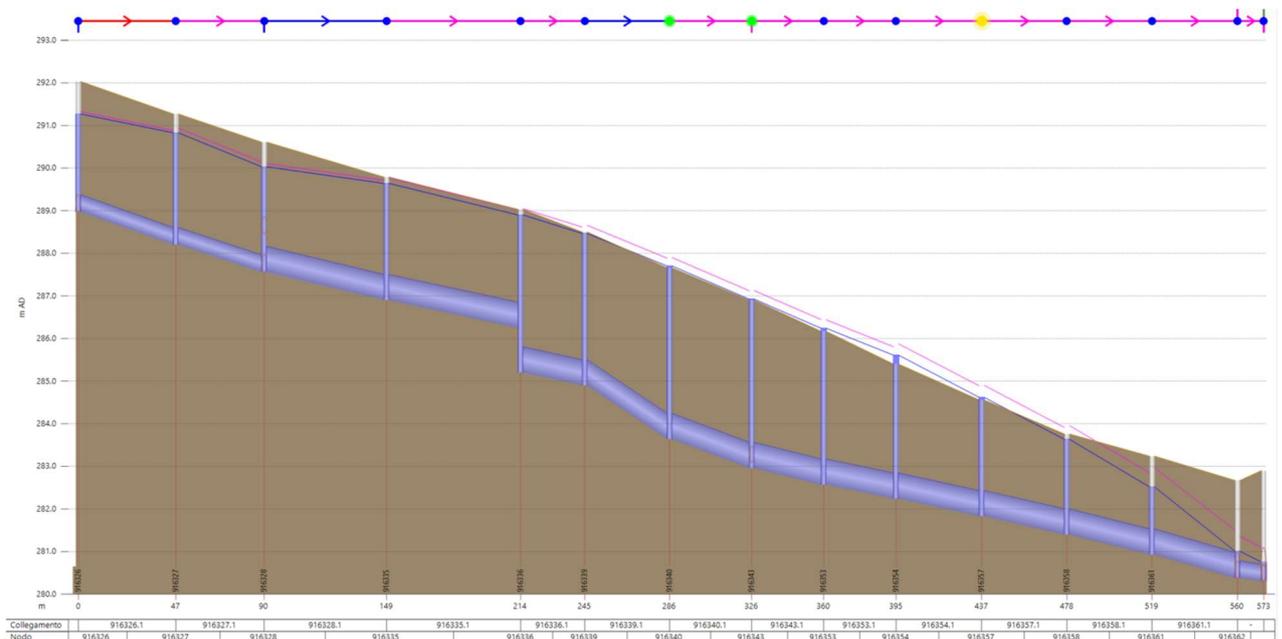


Figura 8.39 – Profilo Tr=10 anni di rete meteorica lungo Via I Maggio

L'intervento prevede l'adeguamento dei diametri su alcuni tratti di rete nella zona industriale, poiché molti risultano sottodimensionati; si è previsto un aumento dei diametri da DN300 e DN 400 a DN600.



Figura 8.40 – Riduzione allagamenti per $Tr=10$ anni in Via Rossini e Via I Maggio

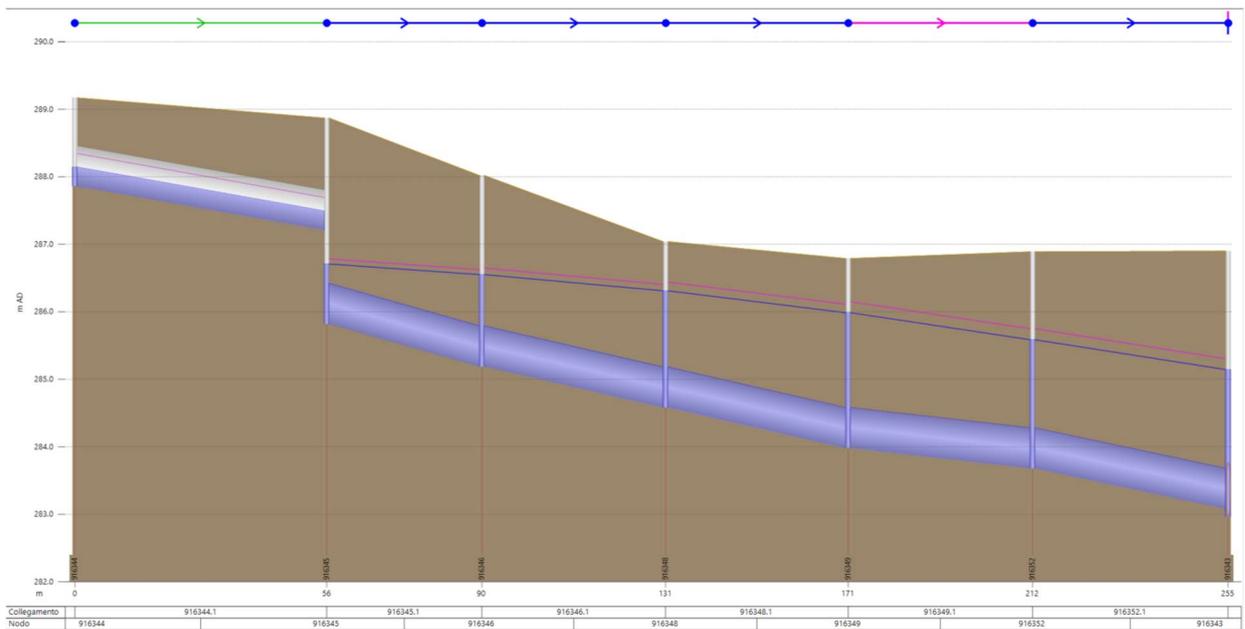


Figura 8.41 – Profilo $Tr=10$ anni di progetto lungo Via I Maggio

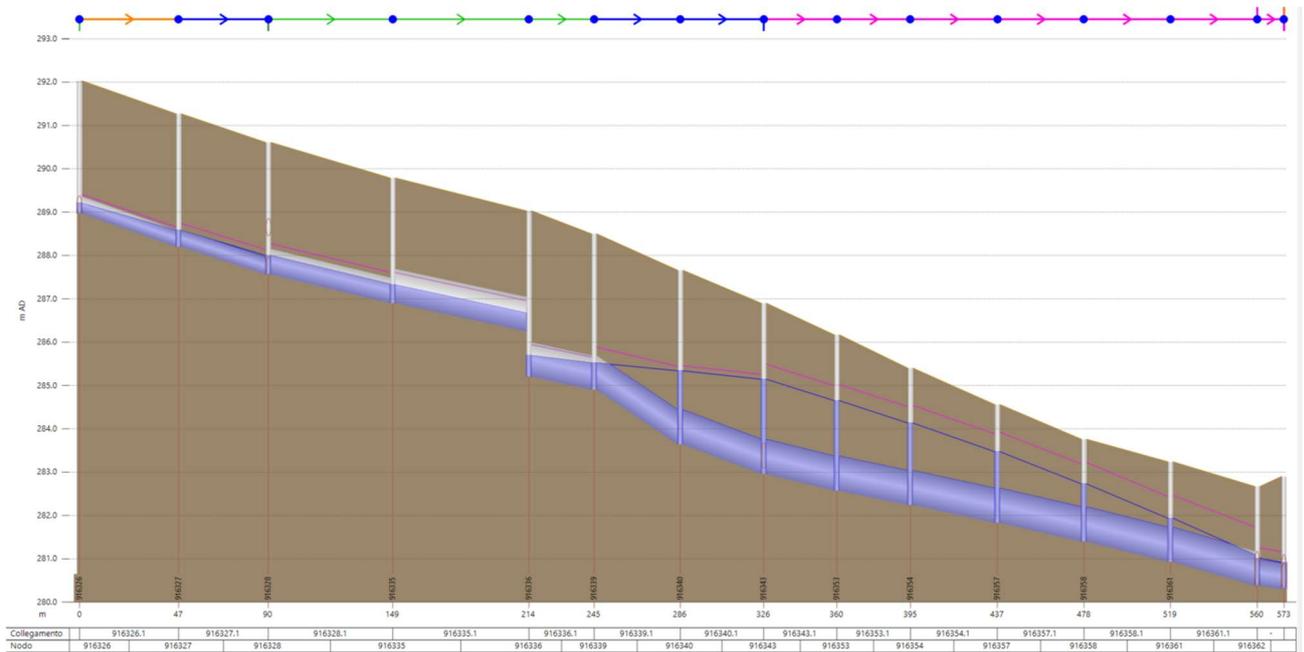


Figura 8.42 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Via I Maggio

Intervento 8: Via Montello/Via Mulini

La rete proveniente da Via Montello risulta insufficiente e provoca allagamenti nei pressi della Cascina Molino Frattino; altre esondazioni provengono da Nord, dal collettore che, come detto precedentemente, risulta essere sottodimensionato e provoca fuoriuscite e allagamenti che, a causa delle pendenze della zona, finiscono per raggiungere la suddetta cascina che risulta essere ad una quota inferiore.

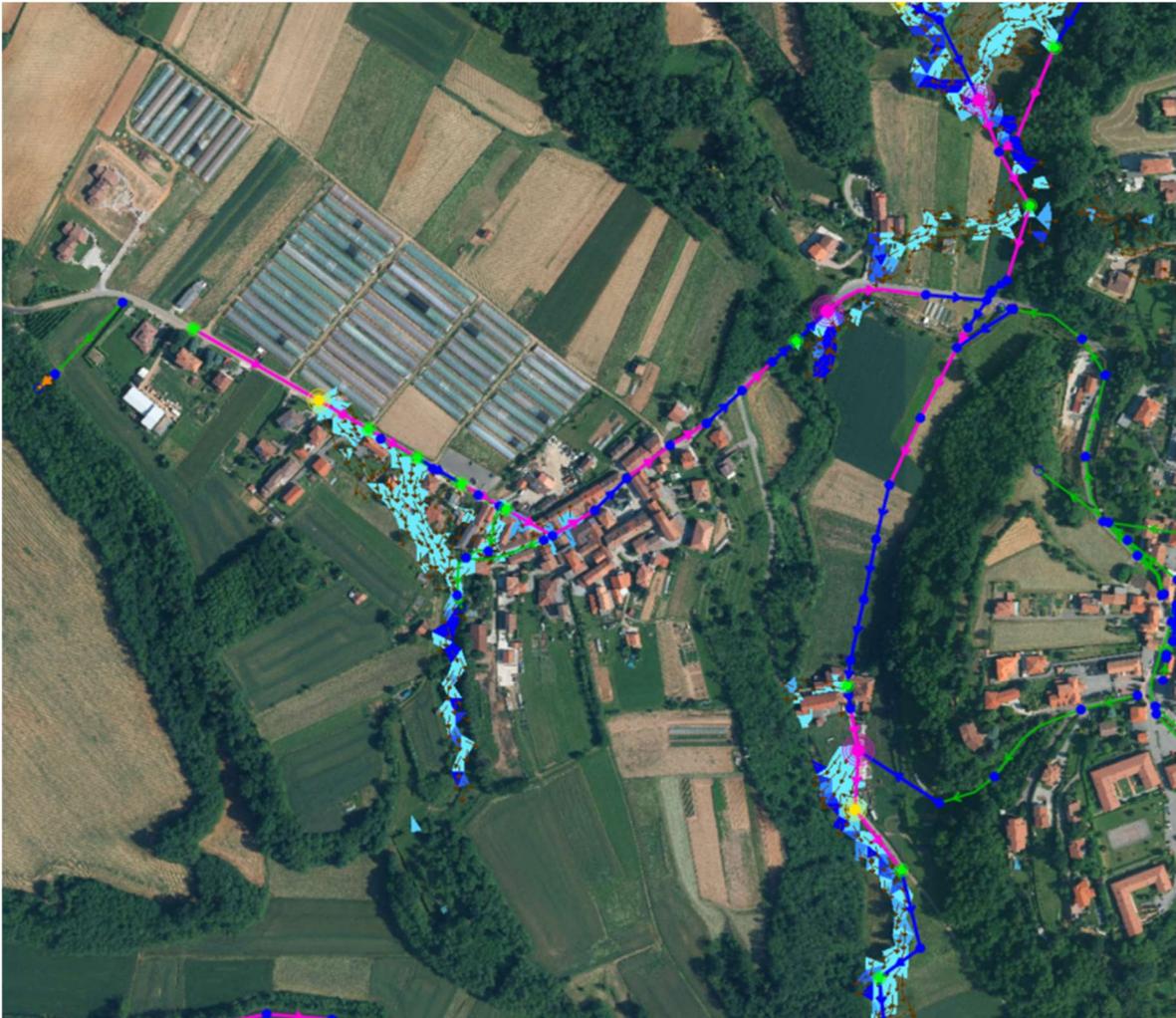


Figura 8.43 – Criticità in località Ossola- Via Mulini/Via Montello per $Tr=10$ anni

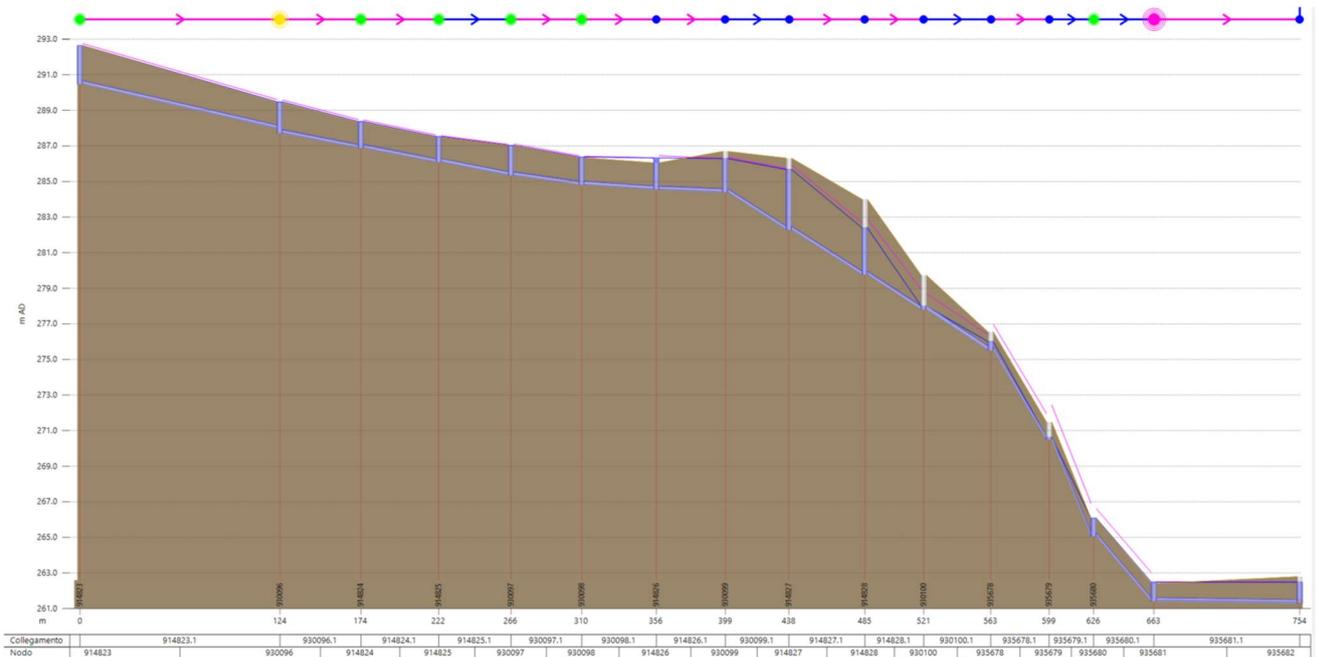


Figura 8.44 – Profilo Tr=10 anni di rete nera lungo Via Montello/Via Mulini

Sono state fatte due proposte progettuali per la mitigazione degli allagamenti, la prima riguarda un adeguamento dei diametri della rete proveniente da Via Montello, sostituendo gli attuali DN200/250 con dei DN400.

Il secondo intervento in progetto riguarda l'inserimento di una vasca di laminazione da 1500 mc in località Novaglia, che trovandosi sul collettore consortile, permette di alleggerirlo ulteriormente, mitigandone le criticità presenti.



Figura 8.45 – Riduzione allagamenti per $Tr=10$ anni in Via Montello e Via Mulini

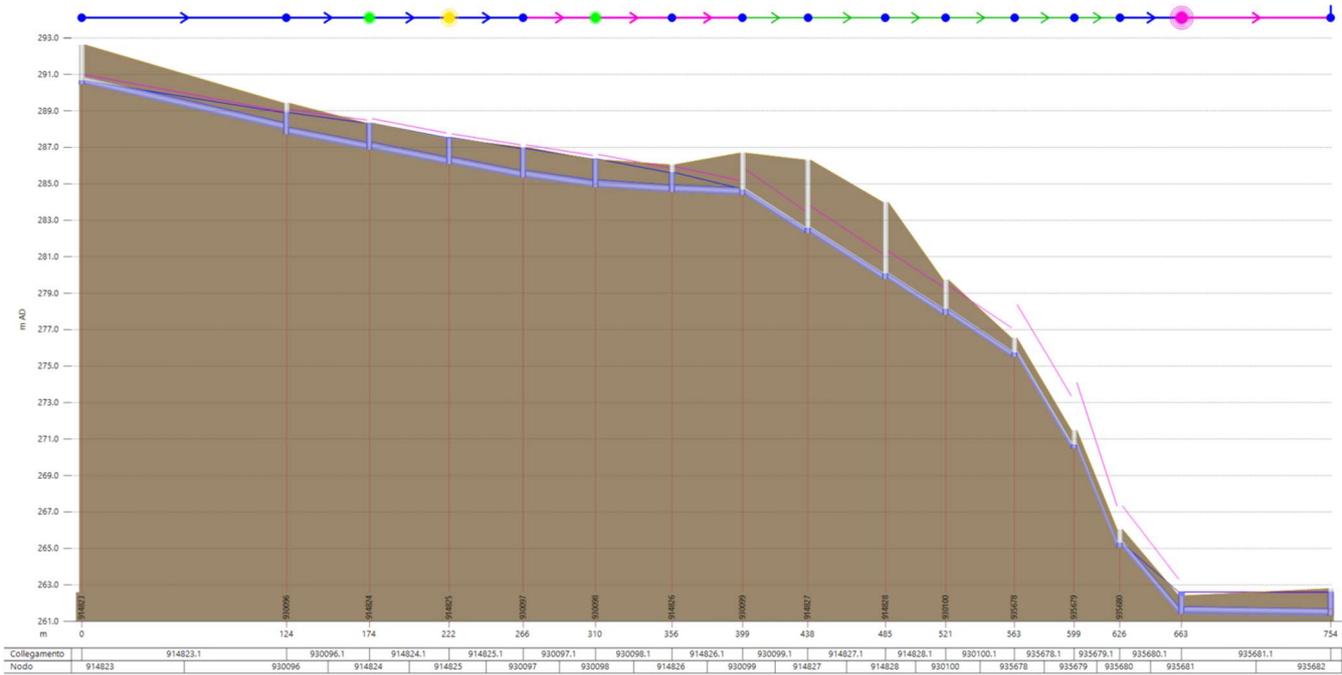


Figura 8.46 – Profilo Tr=10 anni di progetto lungo Via Montello e Via Mulini



Figura 8.47 – Collocazione vasca di laminazione da 1500mc in località Novaglia

8.1.1 Confronto tra scenario stato di fatto e stato di progetto

Nelle immagini seguenti sono rappresentati gli allagamenti risultanti per gli scenari stato di fatto e stato di progetto relativi al tempo di ritorno di 10 anni (cfr. tav. 2 pericolosità idraulica stato di progetto per Tr 10 anni).



Figura 8.48 - Mappa allagamenti **stato di fatto Tr 2 anni**



Figura 8.49 - Mappa allagamenti **stato di fatto Tr 10 anni**



Figura 8.50 - Mappa allagamenti **stato di progetto - Tr 2 anni**



Figura 8.51 - Mappa allagamenti **stato di progetto- Tr 10 anni**

Le immagini mostrano che gli interventi ipotizzati riescono a ridurre e/o mitigare la maggior parte delle criticità evidenziate ed in ogni caso a ridurre drasticamente gli allagamenti per Tr 10 anni. Ovviamente, poiché le opere sono dimensionate per tale tempo di ritorno, non si hanno invece benefici significativi per i tempi di ritorno di 50 e 100 anni, eccedenti gli usuali tempi di ritorno di riferimento per il dimensionamento delle fognature esistenti.

9 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 prevede all'art 14 che sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale debbano contenere l'individuazione di misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio idraulico a cui è soggetto il territorio.

Nel seguito della presente relazione vengono presentate le principali misure non strutturali ed esempi di buone prassi messe in atto in ambiti simili ed individuate per lo specifico territorio le più opportune azioni attuabili a scala comunale.

9.1 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI INTERVENTI NON STRUTTURALI

9.1.1 Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione

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 e/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, etc...) può essere sensibilmente ridotta attraverso la conoscenza del problema, la consapevolezza delle possibili conseguenze e l'adozione di alcuni semplici accorgimenti. Io non rischio è anche lo slogan della campagna, il cappello sotto il quale ogni rischio viene illustrato e raccontato ai cittadini insieme alle buone pratiche per minimizzarne l'impatto su persone e cose.

Nel fine settimana dedicato alla campagna vengono allestiti degli stand informativi nelle piazze dei comuni interessati. I volontari distribuiscono i materiali informativi e rispondono alle domande dei cittadini sulle possibili azioni da fare per ridurre il rischio alluvione.



Figura 9.1 – Pieghevole della campagna nazionale “Io non rischio – buone pratiche di protezione civile: alluvione” <http://iononrischio.protezionecivile.it/alluvione/materiali-informativi/>

9.1.2 Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science

La direttiva 2007/60/CE ed anche la direttiva quadro sulle acque 2000/60/UE promuovono il coinvolgimento dei cittadini, necessario per garantire il successo della direttiva stessa, che dipende da una stretta collaborazione e da un’azione coerente a livello locale, della Comunità e degli Stati membri e dall’informazione, dalla consultazione e dalla partecipazione dell’opinione pubblica.

Per coinvolgere i cittadini, oltre alle iniziative di comunicazione descritte al paragrafo precedente, possono essere implementati progetti di Citizen Science applicati agli ambiti di interesse: riqualificazione fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico.

Il termine Citizen Science (letteralmente, scienza dei cittadini in inglese) indica quel complesso di attività collegati ad una ricerca scientifica a cui partecipano semplici cittadini. È un modo per coinvolgere le comunità locali in attività che comportano una presa di coscienza ed un aumento della conoscenza e della competenza dei cittadini che vi partecipano ed al contempo consente a ricercatori ed istituzioni di ampliare i dati raccolti sulle variabili ambientali, da utilizzare per progetti di ricerca, ma anche per la pianificazione, progettazione e gestione delle emergenze.

L'aumentata conoscenza da parte dei cittadini consente anche scelte più consapevoli e partecipate e di innescare percorsi virtuosi di coinvolgimento, che nel contesto del presente progetto possono essere recepiti e valorizzati all'interno del Contratto di fiume (www.contrattidifiume.it).

L'ampia diffusione, anche tra i non addetti, di tecnologie e sensori utili per la raccolta dati (ad esempio tramite gli smartphone), rendono possibile attraverso iniziative di Citizen Science il coinvolgimento dei cittadini nella misurazione di grandezze legate ai fiumi, quali ad esempio i livelli idrici o anche le portate.

Nell'ambito delle misure dei livelli idrici si segnalano due progetti di Citizen Science, presentati all'European Geoscience Union 2017 e alla prima conferenza italiana sulla Citizen Science, tenutasi a Roma nel novembre 2017:

- **Crowd Water** (<http://www.crowdwater.ch>): progetto svizzero promosso dall'Università di Zurigo, per la misura relativa dei livelli tramite aste virtuali rispetto uno zero idrometrico fissato dagli utenti, tramite l'utilizzo di smartphone;
- **Cithyd** (Citizen Hydrology <http://cithyd.com>): progetto italiano promosso dalla società WISE, per la misura dei livelli tramite asta idrometrica fisica e l'utilizzo di smartphone.

Il progetto Crowd Water tramite l'App Spotteron, scaricabile gratuitamente sia per Android che per IOS, permette a volontari di inserire aste virtuali e quindi misure su qualsiasi fiume di interesse. All'interno della App è implementata anche la possibilità di indicare classi di umidità del suolo per aree di interesse.

L'immagine seguente mostra alcune schermate della App associata a Crowd Water, come si presenta su un comune smartphone.

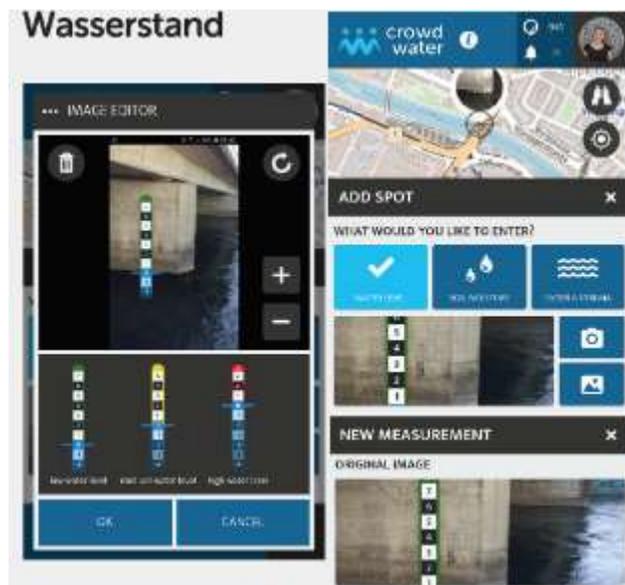


Figura 9.2 – Alcune schermate del progetto Crowd Water [da www.crowdwater.ch]

Il progetto CITHYD (Citizen Hydrology) è sviluppato tramite una web-App, che riceve i dati di livello idrico misurati dai cittadini in sezioni fluviali dotate di asta idrometrica e di un cartello informativo, munito di codice QR, esegue delle semplici verifiche, memorizza i dati in un geodatabase e li pubblica per tutti (Open Data). L'applicazione è un utile strumento per il coinvolgimento delle persone nella raccolta dati in modo semplice e rapido ed anche per avvicinarle al fiume e al territorio perfluviario, per la fruizione, l'accrescimento dell'identità territoriale e la cura delle risorse idriche e dell'ambiente. Cithyd è stata citata anche come esempio delle misure previste nel Progetto di sottobacino del Seveso nell'ambito dei Contratti di fiume.

L'immagine seguente mostra alcune schermate della web-App.

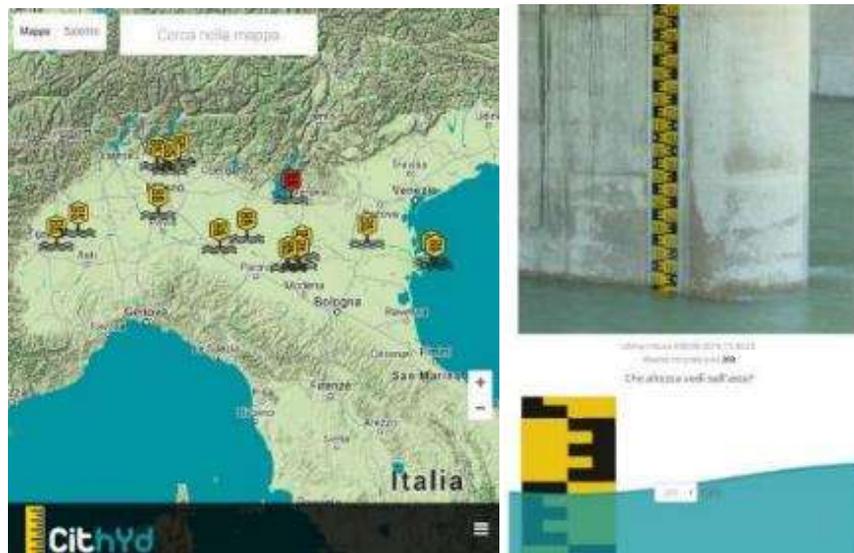


Figura 9.3 – Alcune schermate della web App Cithyd [da www.cithyd.com]

9.1.3 Sistemi di monitoraggio ed allerte

Tra le misure non strutturali rivestono particolare importanza i sistemi di monitoraggio ed allerta, che consentono di conoscere il livello e/o la portata del corso d'acqua strumentato ed anche altri parametri ambientali (quali ad esempio temperatura, velocità e direzione del vento e precipitazione) in funzione dei sensori installati.

La conoscenza dei livelli del corso d'acqua permette infatti di attivare, in relazione al raggiungimento di alcune soglie prefissate (attenzione, preallerta, allerta), procedure di emergenza per la gestione di eventuali alluvioni e quindi per la riduzione del danno.

Per rendere ancora più efficace l'impiego dei dati misurati è inoltre possibile implementare e tarare specifici modelli previsionali di piena in tempo reale, in grado di prevedere un evento pericoloso con un tempo sufficiente per mettere in sicurezza persone e beni.

I sistemi di monitoraggio possono essere inoltre collegati a dispositivi in grado di attuare delle misure di protezione, ad esempio semafori o barriere a funzionamento automatico per impedire l'accesso ad aree soggette ad allagamenti.

9.1.4 Piani e studi di approfondimento

Tra le misure non strutturali previste nel PGRA del bacino del Po sono indicati approfondimenti e studi per migliorare la conoscenza della pericolosità e dell'efficacia degli interventi, tramite analisi idrologiche e idrauliche degli scenari di rischio residuale, verifiche di compatibilità di ponti, infrastrutture ed impianti e studi e azioni per prescrivere o promuovere il principio dell'invarianza idraulica (e idrologica). Il presente documento costituisce pertanto già una prima misura non strutturale messa in atto, da completare con un'analisi più approfondita condotta tramite modellazioni numeriche della rete di fognatura.

9.1.5 Difese temporanee

Oltre alle difese permanente, 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 provvisoriale a montaggio manuale.

Nelle immagini seguenti sono mostrate alcuni modelli in commercio delle varie tipologie.



Figura 9.4 – Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia



Figura 9.5 – Barriera temporanea in sacchi riempiti con materiale sintetico assorbente



Figura 9.6 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad aria



Figura 9.7 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad acqua



Figura 9.8 – Barriera temporanea antiesondazione autostabile modulare



Figura 9.9 – Barriera temporanea modulare con pilastri e panconi manuali in alluminio

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. Nelle immagini seguenti sono mostrati alcuni dispositivi, sia manuali, che automatici.



Figura 9.10 – Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica



Figura 9.11 – Paratoie manuali a protezione di porte di ingresso

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. L'immagine seguente mostra il funzionamento del sistema antiriflusso, che impedisce alle acque della rete fognaria di risalire la tubazione di scarico.



Figura 9.12 – Funzionamento del sistema antiriflusso

9.2 MISURE NON STRUTTURALI INDIVIDUATE

La tabella seguente riepiloga le principali misure non strutturali che possono essere impiegate sul territorio comunale ed individua le più opportune in relazione al contesto ed alla tipologia e cause presumibili degli allagamenti presenti.

Misura non strutturale	Applicabilità nel territorio comunale
1. Interventi di manutenzione ordinaria sugli sfioratori	X
2. Interventi di manutenzione ordinaria sui sifoni	X
3. Attività di controllo e manutenzione della rete fognaria	X
4. Piani e studi di approfondimento	X

Figura 9.13 – Tabella di riepilogo delle tipologie di misure non strutturali applicabili

10 AREE DA RISERVARE ALLE MISURE DI INVARIANZA

Come richiesto dal Regolamento Regionale 7/2017 art.14 comma 7 è stata individuata sul comune di Missaglia un'ulteriore area, oltre a quelle segnalate in precedenza per l'inserimento di vasche di laminazione, da destinare ad opere di invarianza idraulica ed idrologica:

- Area verde in località Cascina Gremelli



Figura 10.1- Area da destinarsi a misure di invarianza

L'area può essere destinata alle misure di invarianza, quali vasche interrato per la laminazione delle portate, o in caso di separazione delle reti, anche a vasche superficiali inserite nella vegetazione del parco, quali ad esempio *rain garden*.

11 CONCLUSIONI

Gli scriventi hanno definito un assetto di progetto finalizzato a ridurre le criticità idrauliche sul territorio comunale, eliminando progressivamente gli allagamenti per eventi con tempo di ritorno di 2 e 10 anni.

Dato il carattere preliminare dello studio richiesto dal R.R. 7/2017 e s.m.i. nelle fasi successive di progetto sarà necessario condurre approfondimenti topografici sui tratti di rete oggi non completamente rilevati, per affinare l'assetto di progetto proposto e ottimizzare le soluzioni progettuali proposte in questa sede.

I tecnici

Dott. Geol. Efrem Ghezzi



Dott. Ing. Marta Gaboardi



Dott. Geol. Pietro Breviglieri



Dott. Ing. Alessandro Balbo



Dott. Ing. Giacomo Galimberti

