





COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
PROVINCIA DI LECCO
VIALE BRIANZA, 8 – 23846 GARBAGNATE MONASTERO (LC)

**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL
RISCHIO IDRAULICO**

REGOLAMENTO REGIONALE 23/11/2017 N.7
E REGOLAMENTO REGIONALE 19/04/2018 N.8

ELABORATO 1 – STUDIO IDRAULICO

DATA	MAGGIO 2023
APPROVATO	con di n.° del
Il Professionista Dott. Geol. Massimo Riva  	Comune di Garbagnate Monastero Il responsabile del procedimento Il segretario comunale

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
1.1	Riferimenti normativi	5
1.2	Regolamento di invarianza idraulica e idrologica: punti chiave e definizioni	6
2.	INQUADRAMENTI TEMATICI	8
1.3	Ricettori naturali.....	8
1.3.1	Reticolo Idrico Principale	8
1.3.2	Reticolo Idrico Minore	9
1.3.3	Coefficiente di deflusso	18
1.4	Dati meteorologici.....	20
1.4.1	Curve di possibilità pluviometrica	21
1.5	Eventi meteorici di rilevanza storica	24
1.6	Stima delle portate di piena	25
1.5	Servizi del sottosuolo	26
1.6	Servizio idrico integrato.....	26
3.	MODELLAZIONE IDRAULICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO LOCALE	27
3.1	Geometria.....	27
3.1.1	Modello digitale del terreno.....	27
3.1.2	Corsi d'acqua	29
3.1.3	Condizioni al contorno.....	30
3.2	Risultati delle simulazioni.....	30
4.	VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI DRENAGGIO URBANO	44
4.1	Descrizione della rete e metodo di verifica.....	44
4.2	Risultati della verifica	45
5.	ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITA' ASSOCIATE AL RISCHIO IDRAULICO	47
5.1	Dati bibliografici	47
5.1.1	Delimitazione aree a rischio idraulico sulla base degli strumenti pianificatori esistenti ai sensi dell'Art. 14 comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	47
5.1.2	Delimitazione aree a pericolosità idraulica cartografate PAI – PGRA ai sensi dell'Art. 14, comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	47
5.1.3	Componente geologica a supporto del P.G.T.: Classi di fattibilità geologica	48
5.1.4	Interazione tra aree urbane e ricettori.....	51
5.2	Delimitazione delle aree critiche per insufficienza della rete fognaria ai sensi del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	53

5.3	Delimitazione delle aree soggette ad allagamento per insufficienza della rete idrografica ai sensi del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	56
6	LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	58
6.1	Infiltrazione e morfologia.....	58
6.2	Misure strutturali	59
6.3	Misure non strutturali	62
6.4	Considerazioni generali sugli scarichi nei ricettori	63
7	CONCLUSIONI	64

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la prima versione dello “*Studio comunale di gestione del rischio idraulico*” redatto ai sensi del R.R. 19 Aprile 2019 n. 8 “*Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7*”, a cura dello Scrivente e consegnato alla Committenza nel mese di Maggio 2023.

Con Determinazione del Responsabile dell’area urbanistica ed edilizia privata Reg. di settore N. 45 e Reg. Gen. N. 247 del 20/10/2022, il Comune di Garbagnate Monastero ha incaricato lo Scrivente di redigere lo “*Studio comunale di gestione del rischio idraulico*”, secondo quanto previsto dal “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale del 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)*”, Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.

Il Regolamento Regionale ha il fine di perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo e di conseguire, mediante la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

Il regolamento definisce, in attuazione dell’Art. 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), *criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica*, che devono essere anche utilizzati dai regolamenti edilizi comunali per disciplinare le modalità per il conseguimento dei principi stessi, e specifica altresì gli interventi ai quali applicare tale disciplina ai sensi dell’articolo 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005.

In considerazione della suddivisione del territorio regionale in ambiti omogenei per tipologia di aree in funzione della criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori (art. 7 del R.R. 7/2017) il Comune di Garbagnate Monastero è classificato come **Area A, ovvero ad alta criticità idraulica**. Infatti, secondo quanto riportato nell’Allegato B del R.R. 7/2017, il territorio comunale di Garbagnate Monastero ricade nel bacino idrografico del Torrente Bevera (Reticolo Idrico Principale) considerato ad alta criticità idraulica.

Tale suddivisione si applica altresì anche per l’attuazione del Programma di Tutela e uso delle Acque (PTUA), di cui all’art. 45 della l.r. 26/2003.

Gli esiti del presente studio comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell’art. 5 comma 3 della L.R. 31/2014¹.

¹ Ciò significa che il recepimento dovrà avvenire alla prima variante utile (necessaria a seguito della scadenza del Documento di Piano), a valle dell’avvenuta integrazione del PTR ed all’adeguamento del PTCP, da parte degli organi sovraordinati. Nulla vieta che il recepimento possa avvenire, anticipatamente, anche in occasione di una variante ex art 5 comma 4 L.r. 31/14, secondo i limiti in essa stabiliti.

L'art. 14 comma 5-bis del R.R. n. 8/2019 specifica, inoltre, che lo studio comunale di gestione del rischio idraulico è da aggiornare ogniqualvolta il quadro di riferimento assunto nello stesso subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici.

Il presente studio comunale di gestione del rischio idraulico deve rappresentare le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e le conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

Per la redazione del presente studio si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti documenti:

- Studio semplificato di rischio idraulico (a cura dello Scrivente);
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. vigente del Comune di Garbagnate Monastero;
- P.G.T. del Comune di Garbagnate Monastero;
- P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni);
- Regolamento comunale di polizia idraulica;
- Documentazione disponibile relativa alla rete fognaria esistente;
- DUSAF.

I dati e le informazioni reperite in letteratura sono stati integrati sulla base di specifici sopralluoghi conoscitivi e di misurazione dello stato di fatto ai fini delle modellazioni e delle valutazioni necessarie.

La definizione delle misure strutturali e non strutturali descritte nel presente documento finalizzate all'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, sono state preventivamente condivise con l'Amministrazione ed i competenti uffici comunali.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- R.R. n.8 del 19 aprile 2019: “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58bis della L.R. 11 marzo 2005, n.12 “Legge per il governo del territorio”)
- D.g.r. n. XI/470 del 02/08/2018: “Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla d.g.r. 19 giugno 2017 – n. x/6738”
- D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”
- D.g.r. n. X/7581 del 18/12/2017: “Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)”
- D.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017: “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione Del Piano Di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”
- L.R. n. 14 del 26/05/2016: “Legge di semplificazione 2016”
- L.R. n. 4 del 15/03/2016: “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”
- D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011: “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.R. n. 12 del 11/03/2005: “Legge per il governo del territorio” (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16)

1.2 REGOLAMENTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA: PUNTI CHIAVE E DEFINIZIONI

Il Regolamento Regionale 23 Novembre 2017 n. 7 e s.m.i. definisce i seguenti punti chiave:

- a) Ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, ai sensi dell'articolo 7;
- b) Il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell'articolo 8;
- c) Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della L.R. 12 Dicembre 2003, n. 25 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), nonché tra le disposizioni del presente regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa L.R. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5 e 14;
- d) Misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;
- e) Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'Allegato L;
- f) Meccanismi di incentivazione edilizia ed urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi di invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15
- g) La possibilità, per i Comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

Secondo quanto riportato all'Art. 2 del R.R. 7/2017, ai fini dello studio dell'invarianza idraulica e idrologica, si applicano le seguenti definizioni:

- *Invarianza idraulica*: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della L.R. 12/2005;
- *Invarianza idrologica*: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della L.R. 12/2005;

- *Drenaggio urbano sostenibile*: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo «alla sorgente» delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della L.R. 12/2005;
- *Acque meteoriche di dilavamento*: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- *Acque di prima pioggia*: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- *Acque di seconda pioggia*: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- *Acque pluviali*: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;
- *Superficie scolante totale*: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- *Superficie scolante impermeabile*: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- *Superficie scolante impermeabile dell'intervento*: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- *Portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro*: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- *Ricettore*: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- *Titolare*: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

2. INQUADRAMENTI TEMATICI

Lo scopo di questo capitolo non è quello tipico di uno studio geologico con dettagliata descrizione degli elementi geologici, poiché ciò trova spazio nella componente geologica a corredo del P.G.T. vigente del Comune di Garbagnate Monastero, ma bensì quello di individuare gli aspetti necessari a sviluppare uno studio di rischio idraulico come previsto dal R.R. n.7 23/11//2017, rimandando al citato studio per ogni eventuale approfondimento di informazione.

Si rimanda peraltro agli elaborati della Componente geologica allegata al P.G.T. vigente per tutte le informazioni relative all'inquadramento geologico e idrogeologico, richiamando qui unicamente gli inquadramenti di carattere idrografico, pluviometrico e idrologico, funzionali alla definizione del contesto e dei parametri utilizzati per la realizzazione di una modellazione idraulica computerizzata del reticolo idrografico locale.

1.3 RICETTORI NATURALI

Le informazioni riportate in questo paragrafo sono state recepite dal documento relativo alla determinazione del reticolo idrico minore del comune di Garbagnate Monastero e la definizione dei criteri per l'esercizio dell'attività di polizia idraulica ai sensi del D.G.R.L. 7868 del 2002 successivamente integrato e modificato dal D.G.R.L. 13950 del 2003 e integrate con i dati misurati sul campo e/o interpolati dalla cartografia esistente.

Il set di informazioni e dati è stato poi utilizzato per la modellazione idraulica della rete idrografica naturale: si rimanda al Capitolo 5 per l'analisi dettagliata di tale modellazione.

1.3.1 Reticolo Idrico Principale

Il reticolo idrico principale del Comune di Garbagnate Monastero è costituito unicamente dal Torrente Bevera, inserito per tutto il tronco fluviale che attraversa il territorio comunale con l'identificativo LC002 nell'elenco di cui all'Allegato A alla D.G.R. 01/08/03 n. 7/13950.

All'interno del territorio comunale il solco fluviale della Bevera non presenta una morfologia particolarmente esasperata ed ha un andamento per lo più blandamente sinuoso, con alcuni limitati tratti caratterizzati da deviazioni più brusche in corrispondenza delle intersezioni con le infrastrutture viabilistiche principali dell'area (S.P. 52).

Il torrente Bevera attraversa il territorio comunale nella porzione sud-orientale, in un'area subpianeggiante a prevalente destinazione agricola. Il corso d'acqua è delimitato lateralmente da sponde con altezza variabile da 1.00 a 3.00 m con localizzati indizi d'erosione. L'erosione della sponda è più accentuata in corrispondenza delle zone di confluenza con altri torrenti o in prossimità

dei meandri. Si segnala in prossimità della loc. M.o La Resiga la presenza di una derivazione in disuso, parzialmente interrata (appartenente al R.I.M. con l'identificativo 6).

In prossimità del confine comunale con Sirone, in corrispondenza della confluenza con la roggia Bigiola (identificativo 4 negli elaborati dello studio del R.I.M.), sono state realizzate dalla provincia delle opere di difesa (argini muri in c.a.) e nuovi ponti per la realizzazione della rotatoria.

Come riportato nella cartografia vigente del PGRA nel territorio comunale non sono riportate aree interessabili da esondazioni del T. Bevera.

1.3.2 Reticolo Idrico Minore

Il reticolo idrico minore del Comune di Garbagnate Monastero è costituito da una serie di corsi d'acqua minori che si configurano come colatori naturali e che confluiscono o nel T. Bevera oppure proseguono il loro corso oltre i confini comunali in direzione ovest, oltre la S.S. 36.

In particolare il R.I.M. comunale è costituito dai corsi d'acqua che:

- sono indicati come demaniali nelle carte catastali o in base alle normative vigenti
- sono stati oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici
- sono rappresentati nella cartografia tecnica ufficiali (CTR; IGM;)

Il R.I.M. è costituito dai seguenti elementi idrografici:

ID	TOPONIMO	TRATTI
1	Roggia Vallestella o Vallestrella	1-1A-1B-1C-1D-1E
2	Roggia Marcione	2-2A-2B-2C-2D-2E-2F-2G
3	Roggia Carreggia	3-3A-3B
4	Roggia Sirone o Bigiola	4
5	*Nessun toponimo*	5
6	Derivazione T. Bevera	6

- Il primo elemento del reticolo idrico minore è rappresentato dalla Roggia Vallestella o Vallestrella (1). Questo corpo idrico è formato da numerosi rami provenienti in generale da sud-est (asta principale) e da nord-ovest. In particolare, l'asta principale si forma a monte di Via Prina dalla confluenza dei tratti 1A e 1B che raccolgono le acque scolate a monte della S.P. 69 e successivamente dalle aree agricole che si estendono la destra idrografica della roggia e la sinistra idrografica del T. Bevera.

L'altra asta idrografica che fa parte della R. Vallestella ha origine nei terreni agricoli a nord-ovest della frazione di Brongio (1D e 1E) per poi defluire attraverso quest'ultima con un lungo tratto tombinato che sottopassa Via Genova (ramo 1D) ricevendo a sua volta il tratto 1C che si origina a monte di Via Trento (S.P. 69) e confluendo infine nell'asta principale.

Nel 2020 il corso d'acqua è stato oggetto di interventi di regimazione idraulica e di difesa del suolo: in particolare si segnala la realizzazione di uno scolmatore che ripartisce le portate collettate provenienti da monte della S.P. 69 deviandone una parte verso uno dei fossi poderali (non appartenenti al RIM) esistenti a valle della strada comunale della località Vallestella.

TRATTO	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>
1A	0.6	0.028	322	316
1B	0.09	0.011	330	308
1C	0.5	0.016	296	278
1D	0.98	0.091	304	289
1E	0.06			
1	1.1	0.6	316	271

COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

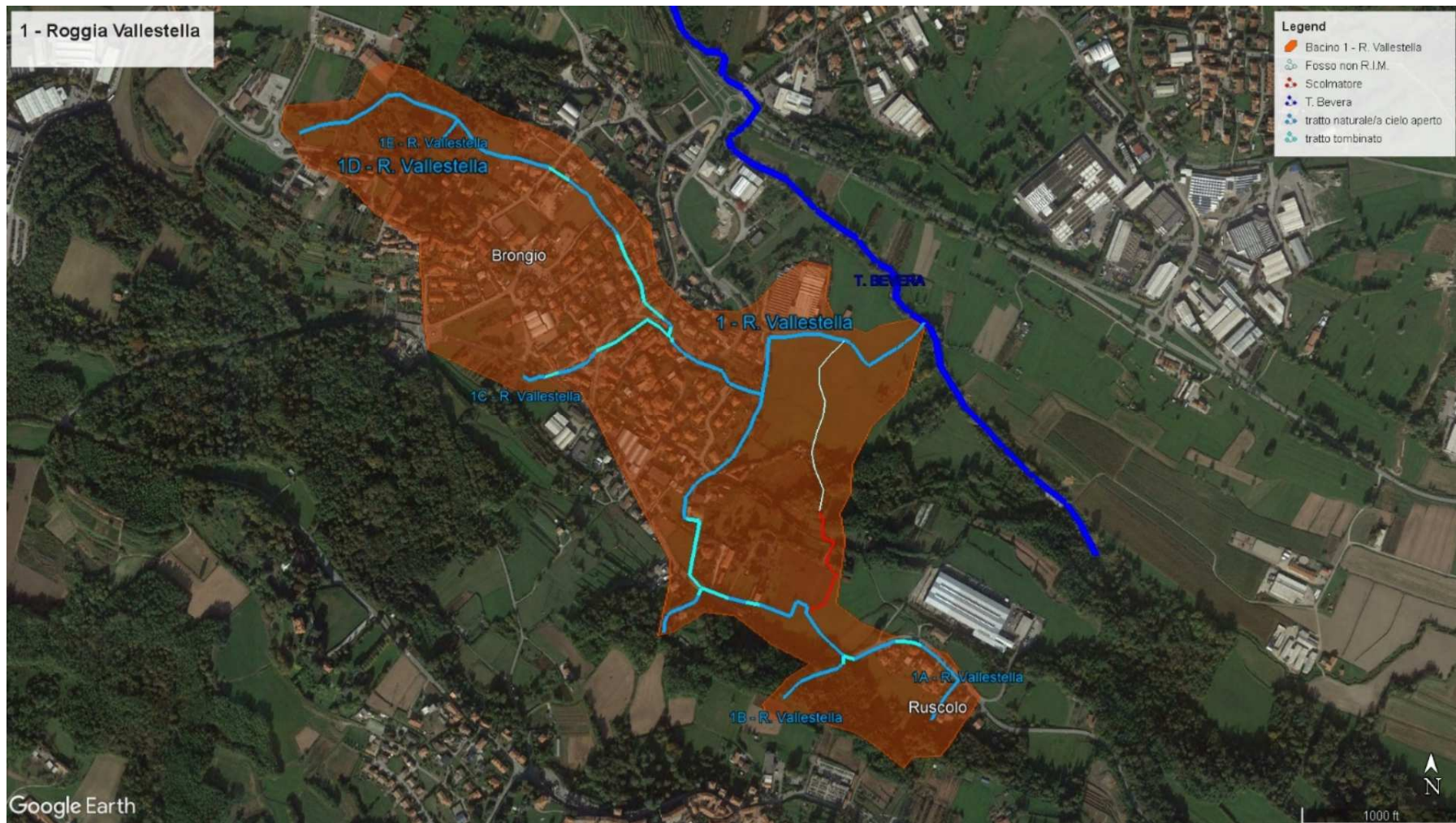


Figura 1: Definizione reticolo della Roggia Vallestella (1)

- Il secondo elemento vincolato come elemento del reticolo minore è costituito dalla Roggia Marcione (2). Anche questo corso d'acqua è costituito da due aste idrografiche che si formano in punti diversi del territorio comunale.

L'asta principale si forma a valle dello "stagno di Brongio", ossia a valle della confluenza tra gli impluvi (2A e 2B) che si originano nelle aree umide a monte di Via Milano (S.P. 69) e del tratto 2C a monte dell'area stagnante.

Dopo la confluenza la roggia prosegue attraverso i terreni agricoli che si estendono a est di Via Italia, proseguendo poi a valle dell'attraversamento nella valle più incisa che si snoda attraverso l'area industriale. In tale zona, l'alveo riceve il contributo del ramo 2D che nasce a monte di Via Como e sottopassa l'area industriale ricevendo a sua volta i tratti tombinati 2E e 2F.

Dopo la confluenza dei due rami principali, la R. Marcione prosegue il suo corso secondo la direttrice E-W sottopassando prima la ferrovia F.S. Milano-Lecco-Sondrio e poi la S.S. 36 in fregio al sottopasso stradale di Via Vittorio Veneto dove riceve anche il contributo del fosso colatore 2G che scorre con decorso S-N parallelamente alla S.S. 36.

La roggia prosegue poi il suo corso fino ad uscire dal territorio comunale.

TRATTO	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>
2A	0.3	0.05	314	294
2B	0.2	0.03	324	306
2C	0.1	0.01	296	294
2D	0.76			
2E	0.12	0.1	292	278
2F	0.07			
2G	0.12	0.007	272	268
2	2	1.3	330	270

COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

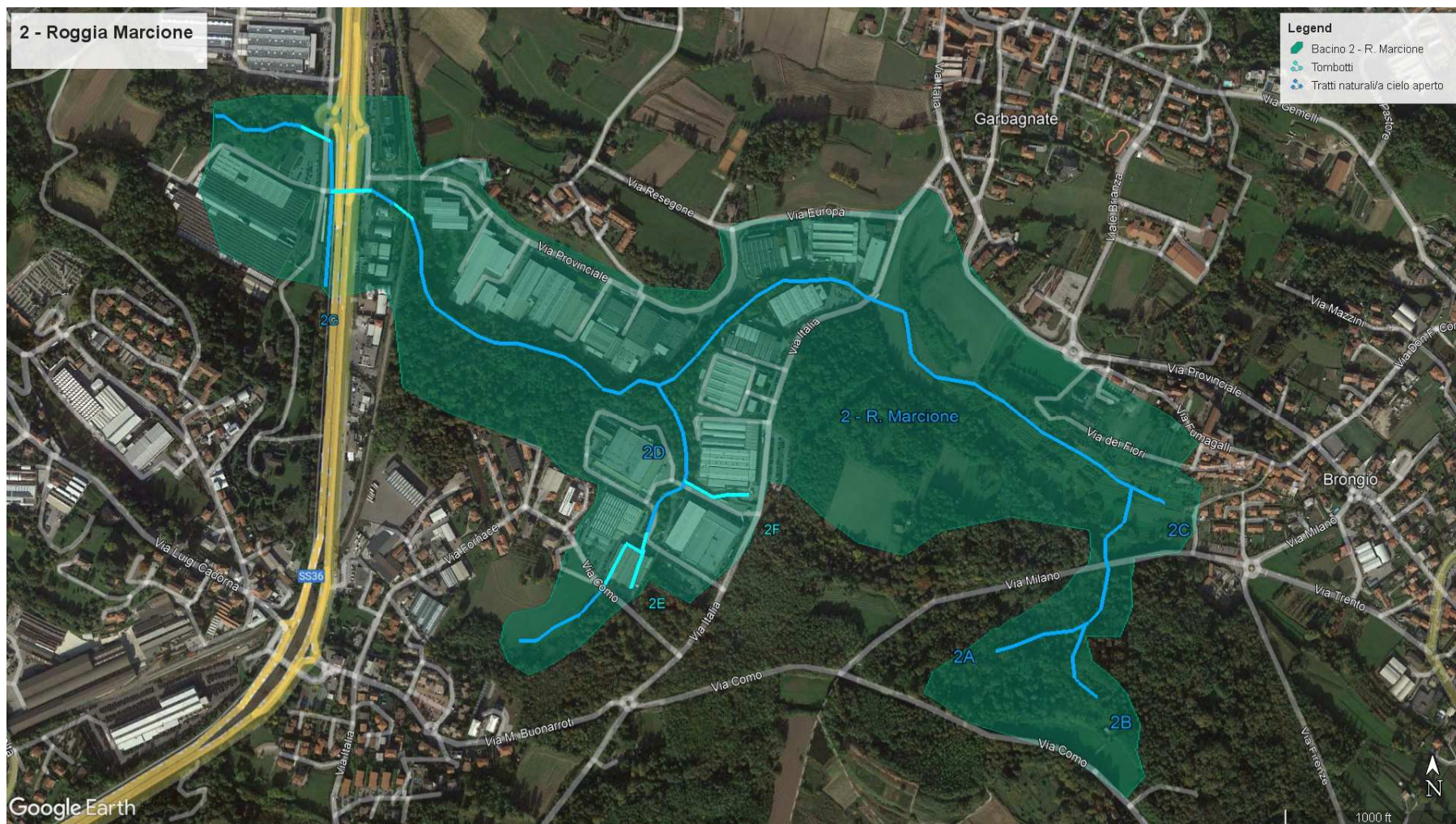


Figura 4: Definizione reticolo della Roggia Marcione (2)

- Il terzo elemento del reticolo idrico minore è costituito dalla Roggia Carreggia (3) che nasce immediatamente a valle di Via Italia e scorre nei terreni agricoli compresi tra questa, Via Tregiorgio e la S.S. 36 con decorso E-W. In questo tratto riceve il contributo di vari fossi di scolo di cui 2 appartenenti al R.I.M. (3A e 3B) a monte dell'attraversamento di Via Tregiorgio.

In prossimità della S.S. 36 la roggia imbocca un tubo di diametro \varnothing 800 mm e a valle della superstrada un tombotto scatolare che sottopassa l'insediamento produttivo esistente e poi esce dal territorio comunale.

TRATTO	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>
3A	0.07	<i>trascurabile</i>	279	278
3B	0.17	<i>trascurabile</i>	279	278
3	0.84	0.5	294	268



Figura 2: Sviluppo della Roggia Carreggia

- Il quarto elemento del reticolo minore è costituito dalla Roggia Bigiola o Sirone (4) del cui corso solo la parte terminale entra nel territorio di Garbagnate Monastero e definendo all'incirca il confine comunale con Sirone, vale a dire dalla confluenza nel T. Bevera, a monte della rotatoria della S.P. 52, fino a circa 250 m a monte.

TRATTO	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>
4	2	0.95	281	266

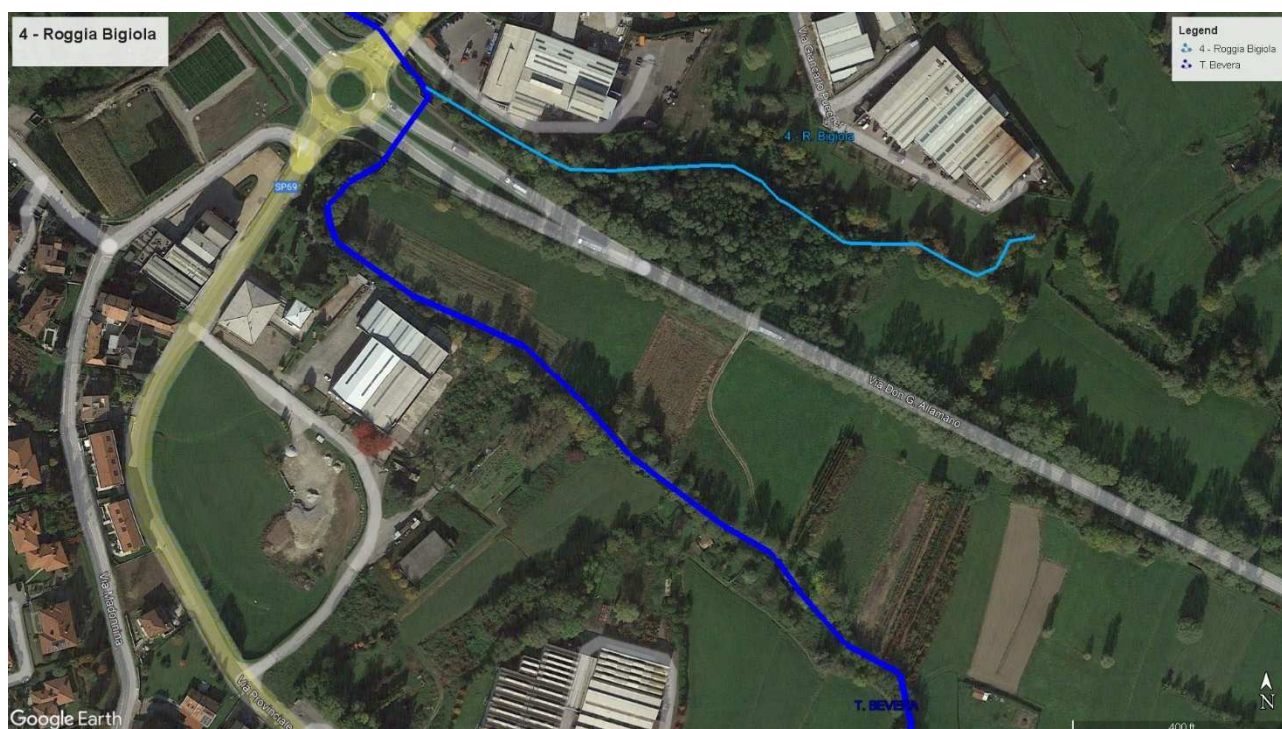


Figura 3: Sviluppo tratto terminale Roggia Bigiola (4)

- Il quinto corpo idrico appartenente al reticolo idrografico minore è costituito da una roggia senza toponimo conosciuto e identificata quindi come Roggia 5 la quale nasce in un'area umida a valle di Via Mazzini e si intuba poco a monte di Via Gemelli di cui segue il tracciato con decorso NW-SE per poi tornare a cielo aperto a valle dell'incrocio con Via Don F. Corti e proseguire verso il T. Bevera, nel quale confluisce dopo aver sottopassato la S.P. 52.

TRATTO	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>
5	0.6	0.07	298	266

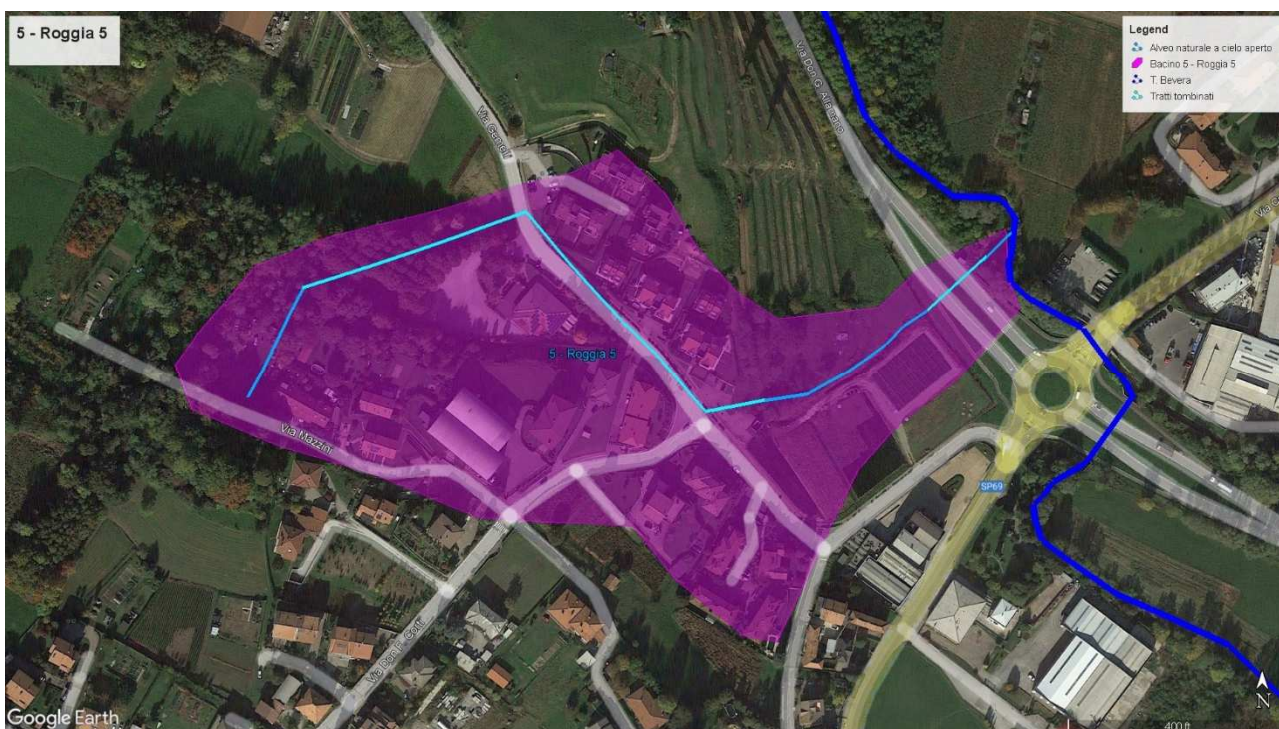


Figura 4: Definizione asta e bacino Roggia 5

- L'ultimo elemento identificato come appartenente al R.I.M. è una Derivazione del T. Bevera (6) ormai da tempo in disuso e parzialmente interrata, alla quale non è associabile un bacino idrografico e costituisce principalmente un'area di ristagno temporaneo delle acque meteoriche.

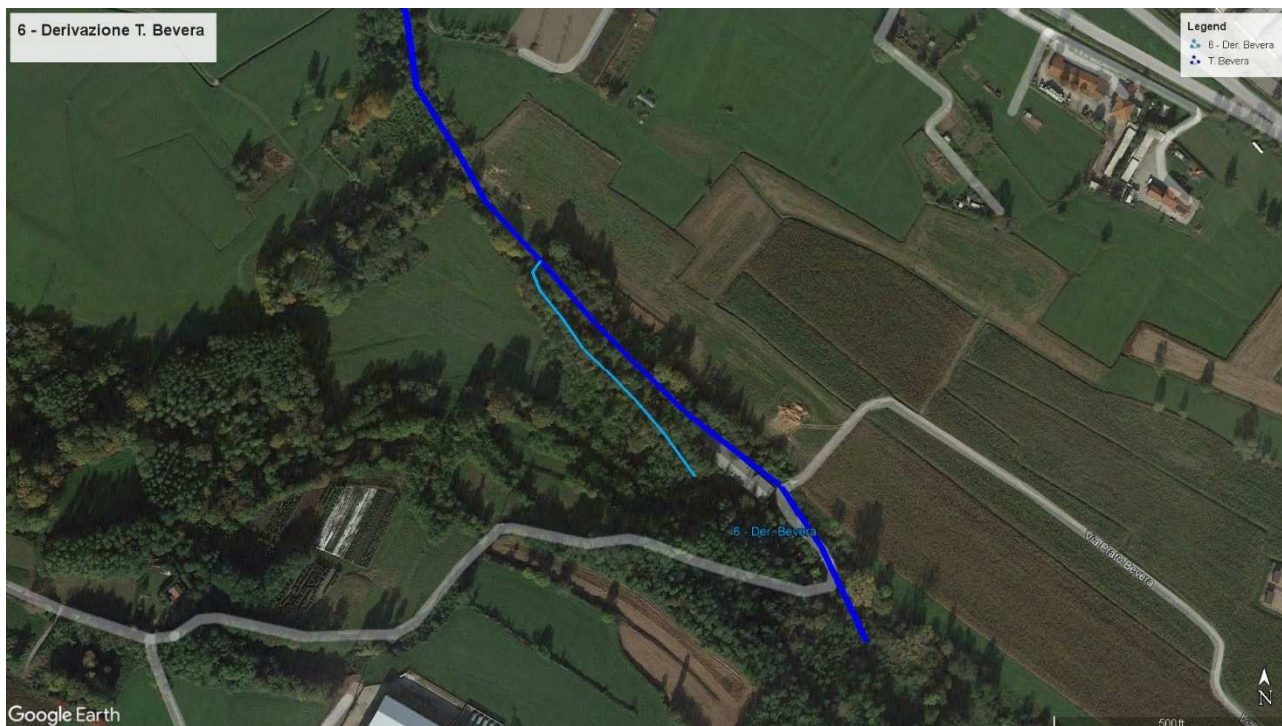


Figura 5: Tracciato vecchia derivazione del T. Bevera (6)

Riepilogando:

ID RIM	LUNGHEZZA	SUPERFICIE BACINO	QUOTA MAX	QUOTA MIN	COEFF. DI DEFUSSO
	<i>Km</i>	<i>Kmq</i>	<i>m s.l.m.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
1	1.1	0.6	316	271	0.5
2	2	1.3	330	270	0.4
3	0.84	0.5	294	268	0.3
4	2	0.95	281	266	0.4
5	0.6	0.07	298	266	0.4
6	0.24	/	/	/	0.3

1.3.3 Coefficiente di deflusso

Il coefficiente ϕ riportato nella tabella rappresenta il coefficiente di deflusso dei sottobacini sottesi dai corpi idrici del R.I.M. La stima del coefficiente di deflusso è estremamente complessa e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione delle portate. Il parametro tiene conto in forma implicita dei fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia. Solitamente, si utilizzano valori di riferimento, ricavati dalla letteratura scientifica, sono spesso adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio. Sulla base di altri studi, è possibile dedurre che il valore del coefficiente di deflusso in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. Tale coefficiente tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio (c_r) della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;
- il fattore di trattenuta del terreno (c_d), funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta (h_e) e l'altezza di pioggia totale (h));
- il fattore di laminazione (c_l), che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

Sulla base di quanto definito nel documento "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è possibile utilizzare le seguenti tabelle come riferimento bibliografico per l'assegnazione dei coefficienti di deflusso.

Tipo di suolo	Coltivazioni	Pascoli	Boschi
Molto permeabile (sabbioso o ghiaioso)	0.20	0.15	0.10
Mediamente permeabile (Terreni di medio impasto, Terreni senza strati di argilla)	0.40	0.35	0.30
Poco Permeabili (Suoli argillosi, con strati di argilla in prossimità della superficie, suoli poco profondi su substrato roccioso impermeabile)	0.50	0.45	0.40

Type of Development	ϕ	Type of Area	ϕ
Urban business	0.70–0.95	Asphalt or concrete pavement	0.70–0.95
Commercial office	0.50–0.70	Brick paving	0.70–0.80
Residential development		Roofs of buildings	0.80–0.95
Single-family homes	0.30–0.50	Grass-covered sandy soil	
Condominiums	0.40–0.60	Slopes 2% or less	0.05–0.10
Apartments	0.60–0.80	Slopes 2% to 8%	0.10–0.16
Suburban residential	0.25–0.40	Slopes over 8%	0.16–0.20
Industrial development		Grass-covered clay soils	
Light industry	0.50–0.80	Slopes 2% or less	0.10–0.16
Heavy industry	0.60–0.90	Slopes 2% to 8%	0.17–0.25
Parks, greenbelts, cemeteries	0.10–0.30	Slopes over 8%	0.26–0.36
Railroad yards, playgrounds	0.20–0.40		
Unimproved grassland or pasture	0.10–0.30		

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

Coefficienti di deflusso raccomandati da *Handbook of Applied Hydrology*, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

I corpi idrici che costituiscono il R.I.M. sottendono bacini idrografici a prevalente copertura agricola e boschiva con la sola eccezione di alcuni tratti della Roggia Vallestella che attraversano parte del centro abitato.

1.4 DATI METEOROLOGICI

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, il regolamento definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005, con le specificità di cui all'Art. 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'Art. 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005.

Secondo quanto riportato all'Art. 4 del R.R. 7/2017, le acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica e dei vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione sono le acque pluviali, ovvero, secondo la definizione fornita all'Art. 2 del suddetto regolamento, le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'Art. 3 del R.R. 4/2006.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi. Si hanno poi numerosi algoritmi che consentono il calcolo del tasso di erosione annuo del suolo, del deflusso superficiale dei corpi idrici superficiali e del tasso di infiltrazione d'acqua nel sottosuolo. La base per queste formule empiriche è la conoscenza di parametri quali temperatura dell'aria, quantità e tipologia delle precipitazioni.

Questi dati si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche, ossia strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio, tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

1.4.1 Curve di possibilità pluviometrica

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con l'espressione "altezza di precipitazione in un punto", comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) fornisce una relazione fra altezza [h] e durata [t] della pioggia per un assegnato tempo di ritorno e si determina, nella forma normalmente utilizzata in Italia, con una legge di potenza del tipo di seguito riportato:

$$h = a * t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Esistono in bibliografia varie equazioni per il calcolo statistico dell'altezza di pioggia, mirate essenzialmente ad un affinamento dei risultati dell'elaborazione ed al contenimento della dispersione dell'errore per tempi di ritorno elevati; tra queste si annoverano in particolare le *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP)* utilizzate da Regione Lombardia.

In particolare, ARPA Lombardia adotta per le analisi idrologiche una linea possibilità pluviometrica espressa con la seguente formula:

$$h_T(D) = a_1 \omega_T D^n$$

dove:

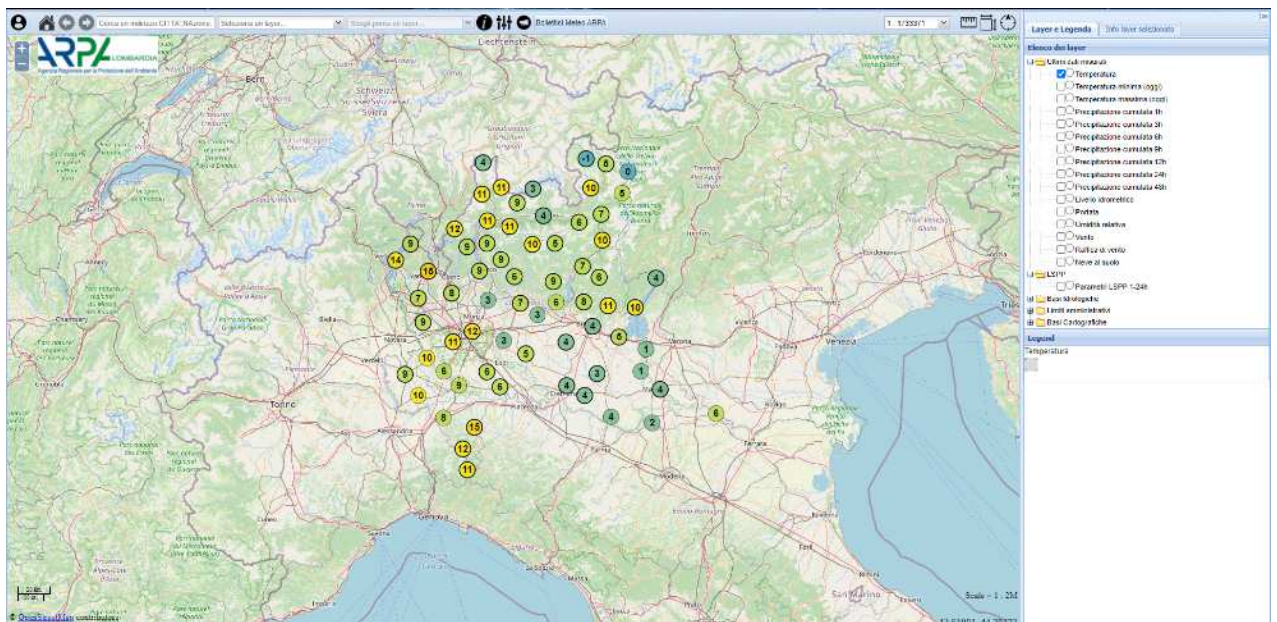
- D – rappresenta la durata dell'evento meteorica (ore);
- a_1 – rappresenta il *coefficiente di scala* della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento (mm/ore^n);
- ω_T – rappresenta il *fattore di crescita in frequenza*, dipendente dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata W a media unitaria:

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

i parametri ε , α , k derivano dall'elaborazione dei dati pluviometrici con metodi statistici derivanti dal metodo dei momenti;

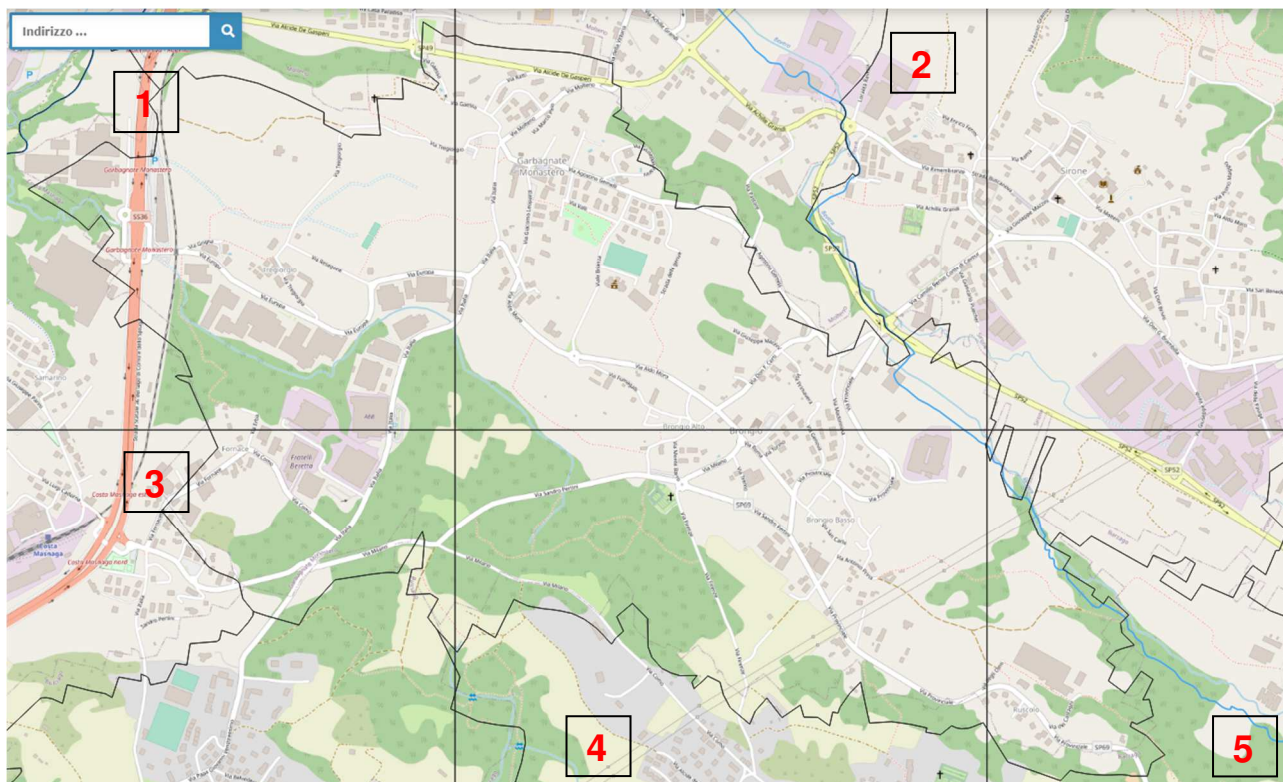
- n – rappresenta l'esponente di scala *adimensionale* con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali.

I dati necessari per l'effettuazione di tali valutazioni, riferiti all'intero territorio regionale, sono reperibili on line al seguente indirizzo <https://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>; di seguito si riporta la schermata introduttiva del sistema cartografico di ARPA Lombardia dal quale è possibile scaricare direttamente i parametri utili alla ricostruzione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) su base oraria (1-24 h) e/o giornaliera (1-5 gg).



Interrogando la mappa sopra riportata, si riscontra che il territorio di Garbagnate Monastero ricade all'interno di circa 5 “celle pluviometriche”, come visibile nell'immagine seguente:

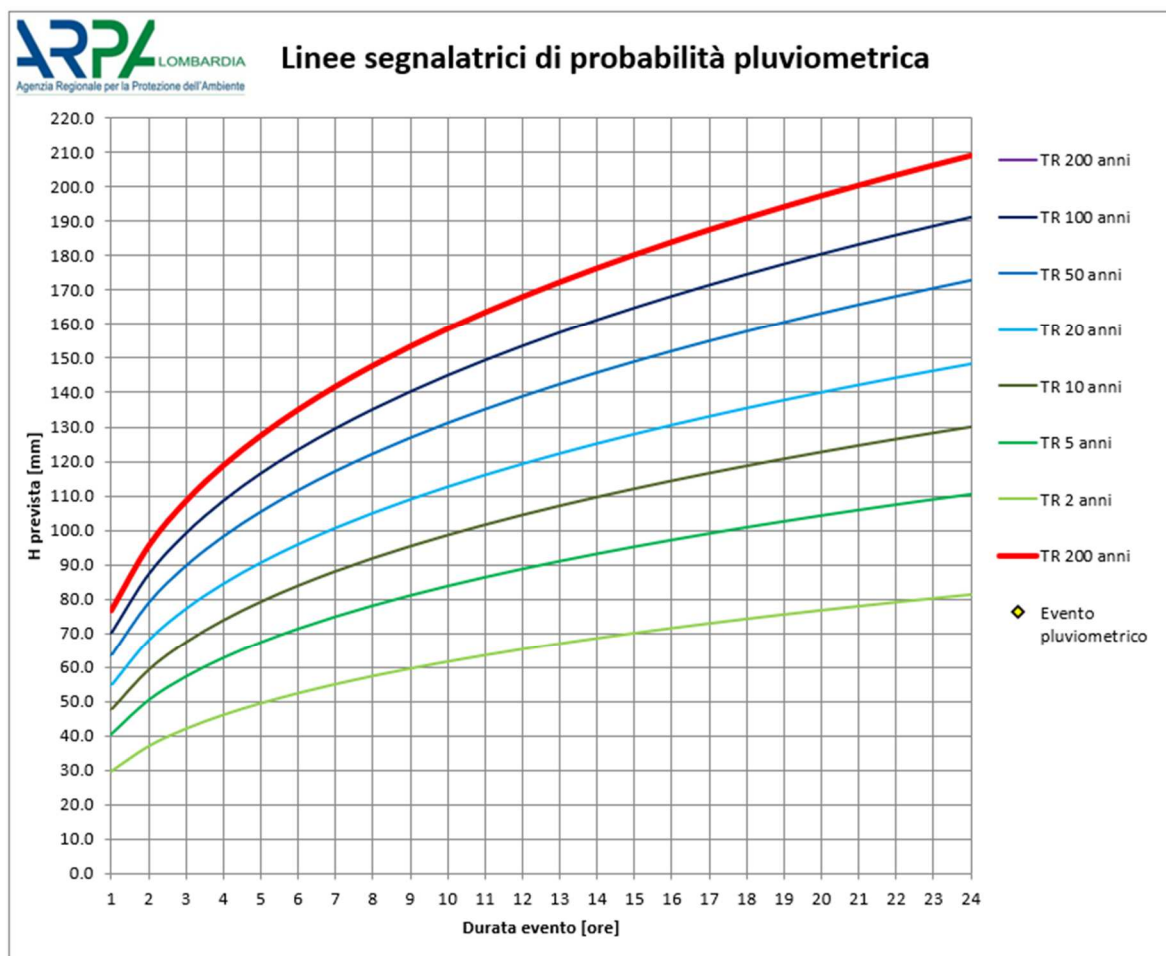
COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



Ai fini della modellazione idrologica e della stima delle portate meteoriche e di deflusso superficiale, si sono assunti come caratteristici dell'intero territorio comunale i parametri pluviometrici medi delle celle individuate.

Nella tabella a seguire si riportano i parametri pluviometrici 1-24 ore caratteristici di tale porzione di griglia:

Parametri pluviometrici							
Tempo di ritorno, T_R	Coeff. Pluviometrico orario, a_1	Coeff. Di scala, n	G.E.V., α	G.E.V., k	G.E.V., ϵ	Coeff. Di peso, w_T	Coeff. Pluviometrico orario, a
<i>anni</i>	<i>mm/oraⁿ</i>	/	/	/	/	/	<i>mm/oraⁿ</i>
2	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	0.94	29.75
5	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	1.27	40.47
10	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	1.50	47.60
20	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	1.71	54.46
50	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	1.99	63.37
100	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	2.20	70.07
200	31.81	0.3154	0.2964	-0.0041	0.8264	2.41	76.77



1.5 EVENTI METEORICI DI RILEVANZA STORICA

Nell'ottica di individuare le criticità idrauliche esistenti e i relativi possibili interventi di sistemazione, si è ritenuto opportuno ripercorrere la storia alluvionale recente del T. Bevera.

- Novembre 2002: In seguito agli intensi e prolungati eventi pluviometrici verificatisi su tutta la Regione, le aree a ridosso del T. Bevera sono state oggetto di allagamenti dovuti all'esondazione del corso d'acqua nel Comune di Molteno.
- Agosto 2010: In seguito agli eventi meteorici dei giorni 12 e 14 agosto, si è verificata l'esondazione del Bevera, che ha interessato gran parte della zona orientale del centro abitato di Molteno.
- Agosto 2014: In seguito agli eventi meteorici intensi avvenuti nella nottata del 12 agosto, si sono verificate esondazioni e dissesti idrogeologici, che in particolare hanno riguardato le abitazioni situate nei terreni limitrofi al T. Bevera nel Comune di Molteno.

1.6 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Sulla base dei dati morfologici dei corpi idrici e dei bacini idrografici da essi sottesi, dell'uso del suolo e della pluviometria locale, è stata eseguita una stima delle portate di piena associabili a ciascuno dei corpi idrici del R.I.M. utilizzando la Formula Razionale:

$$Q_c = 0.00278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$$

Dove T_c è il tempo di corrivazione, valutato secondo la Formula di Giandotti:

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

Nella tabella a seguire si riportano i tempi di corrivazione e le portate di piena stimate per i vari elementi del R.I.M. per tempi di ritorno di 10 e 100 anni:

CORSO D'ACQUA	T corr	Q 10	Q 100
	[ore]	[mc/s]	[mc/s]
1 – Roggia Vallestella	1.3	3.41	5.02
2 – Roggia Marcione	1.7	4.74	6.98
3 – Roggia Carreggia	1.5	2.49	3.67
4 – Roggia Bigiola	2.2	5.50	7.00
5 – Roggia 5	0.6	0.52	0.76
6 – Derivatore T. Bevera	/	/	/
LC002 – T. Bevera	/	15	30

Le portate di piena stimate riportate nella soprastante tabella comprendono anche il contributo massimo degli scolmatori della rete acque bianche che trovano recapito nel R.I.M.

1.5 SERVIZI DEL SOTTOSUOLO

Il sistema infrastrutturale del sottosuolo comunale riguarda le reti tecnologiche che si sviluppano principalmente al di sotto della rete viaria, e interessa diverse tipologie, quali la rete idrica, la rete fognaria, la rete elettrica, le telecomunicazioni, la rete gas, etc.

Per i dettagli si rimanda al Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo approvato dal Comune.

1.6 SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

Il sistema fognario locale è composto dalla rete acque nere e dalla rete acque bianche.

Quest'ultima in particolare è di interesse ai fini del presente studio: essa è costituita principalmente da collettori di sezione circolare di diametri compresi tra Ø 180 mm e Ø 500 mm.

Alcuni rami della rete sono collegati al reticolo idrografico locale e in particolare alla Roggia Marcione e al T. Bevera.

Si rimanda alla cartografia allegata e ai capitoli successivi per maggiori dettagli e per le verifiche idrauliche eseguite.

3. MODELLAZIONE IDRAULICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO LOCALE

Per l'individuazione delle aree del territorio comunale soggette a rischio idraulico e per la valutazione dello stato di funzionalità idraulica del reticolo idrografico, è stato necessario eseguire una modellazione idraulica degli elementi del reticolo idrografico stesso.

La modellazione è stata eseguita con il software Hec-RAS River Analysis System 6.3.1 utilizzando:

- un modello digitale del territorio comunale costruito per interpolazione dei dati altimetrici disponibili;
- i dati geometrici acquisiti sul campo e nelle banche dati di riferimento per quanto riguarda le sezioni idrauliche;
- le portate di piena stimate nel capitolo precedente;
- le condizioni al contorno necessarie alla simulazione del deflusso delle suddette portate.

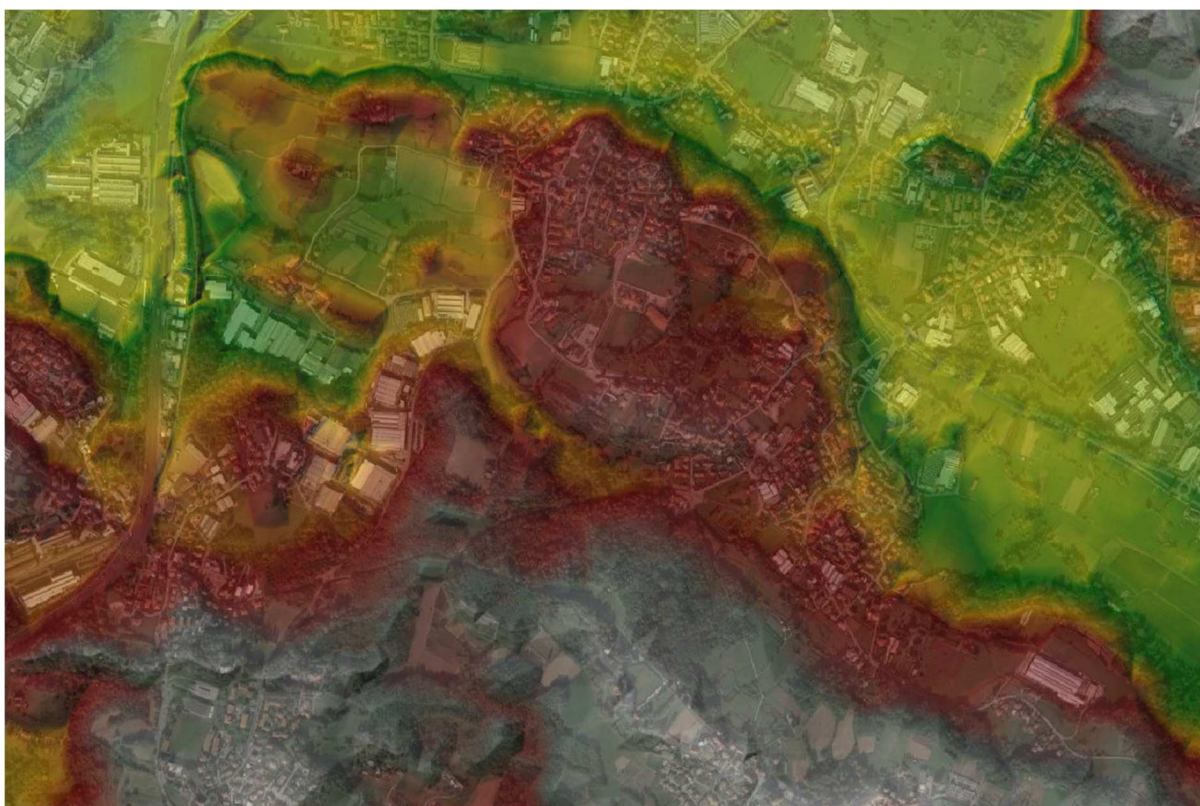
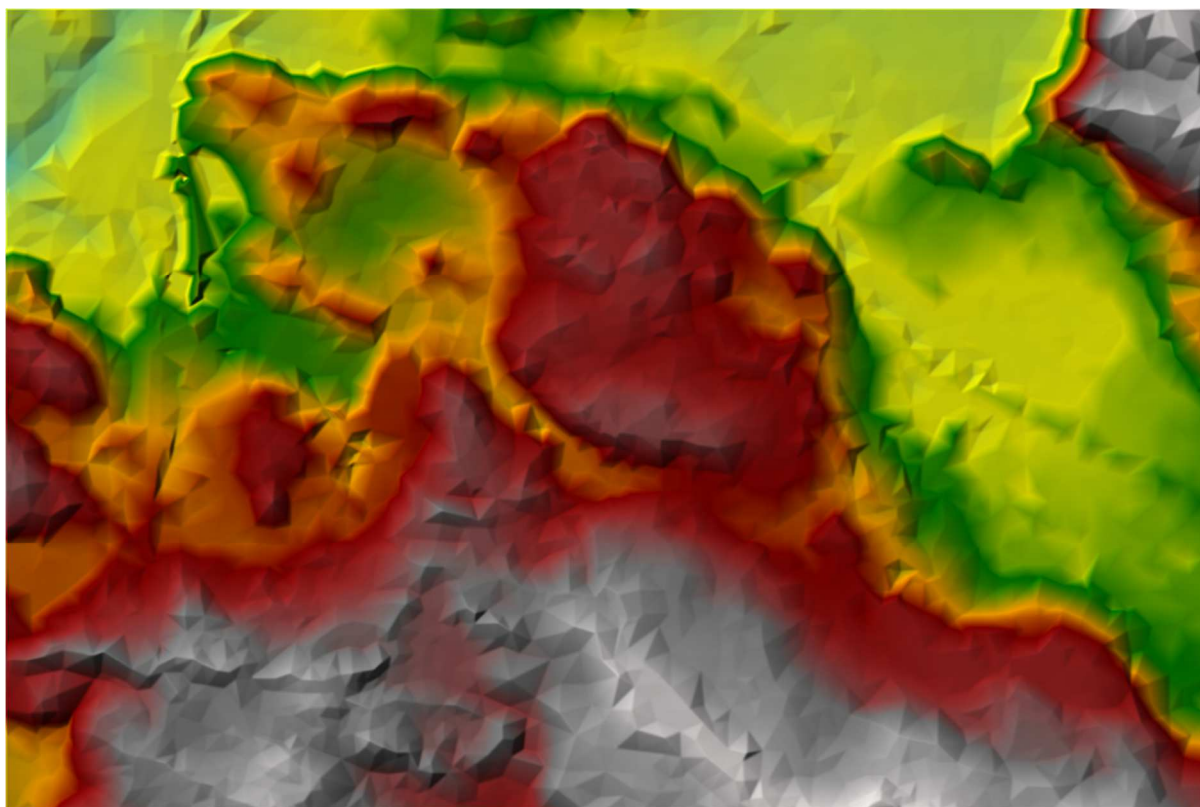
Il modello idraulico è stato costruito utilizzando le seguenti ipotesi semplificative:

- Modellazione di confluenze puntuali;
- Rimozione tratti non significativi dal punto di vista idraulico e/o geometrico;
- Applicazione della portata di piena nella sezione di monte di ogni tratto;
- Interpolazione delle sezioni idrauliche con passo regolare mediante funzionalità software.

3.1 GEOMETRIA

3.1.1 Modello digitale del terreno

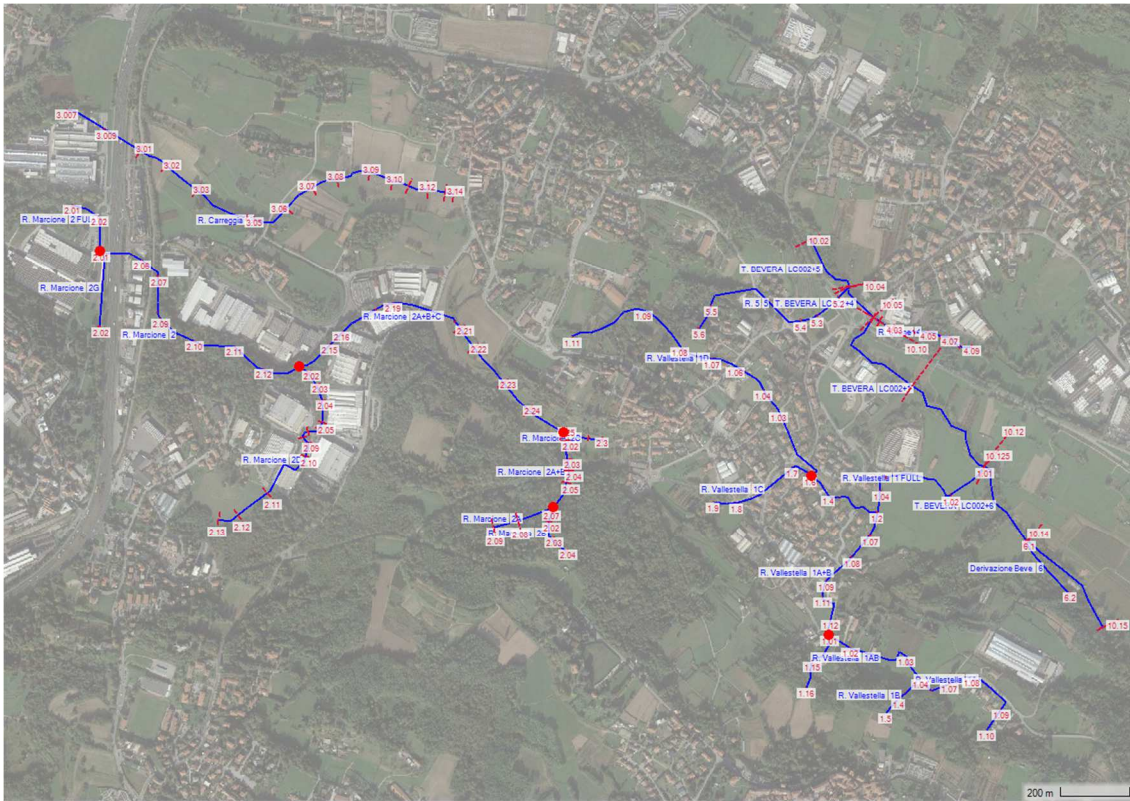
Per eseguire una modellazione idraulica che tenesse conto non solo dell'alveo dei corsi d'acqua modellati mediante le sezioni idrauliche, ma anche del territorio circostante al fine di simulare anche la propagazione di eventuali esondazioni e consentire la definizione delle aree allagabili, è stato costruito un modello digitale del terreno (DTM) del territorio comunale, utilizzando i punti quotati e le curve di livello disponibili sulla cartografia vigente ed eseguendo un'interpolazione per maglie di circa 1 m x 1 m, di cui di seguito si propone la resa grafica sovrapposta all'immagine satellitare:

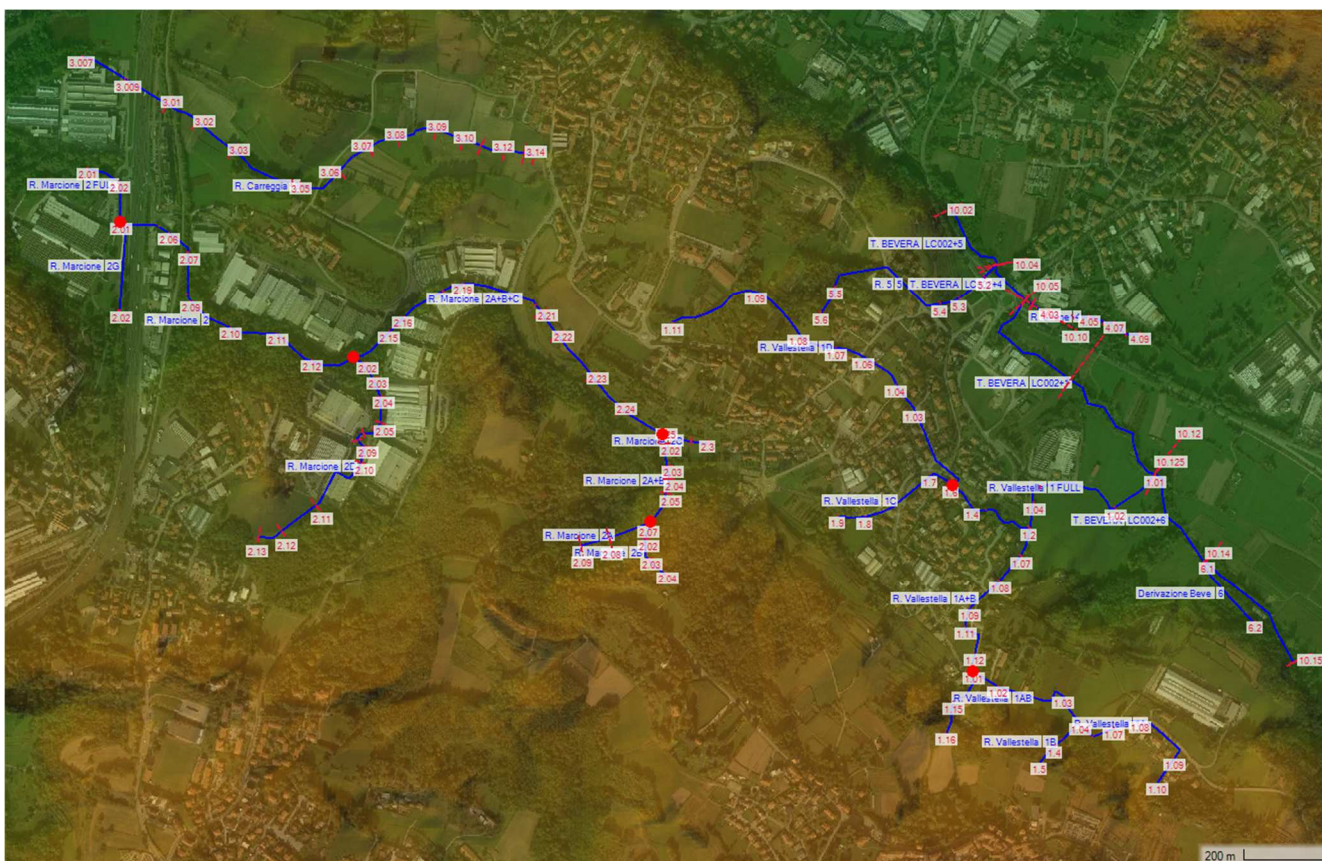


Modello digitale del terreno utilizzato per la simulazione

3.1.2 Corsi d'acqua

Avendo costruito il DTM del territorio comunale, sono poi stati ricostruiti i corsi d'acqua più significativi dal punto di vista idraulico, utilizzando le sezioni acquisite dalle banche dati o misurate sul campo e quindi georeferenziate per essere correttamente ubicate planimetricamente e corredate di un set di valori di scabrezza per le aree golenali e/o retrospondali e per l'alveo:





Sovrapposizione della geometria del modello sull'Ortofoto e sul DTM utilizzato

3.1.3 Condizioni al contorno

Per completare il set di dati di input per la simulazione, è stato infine necessario assegnare le condizioni al contorno per ogni tratto modellato. Si è scelto di utilizzare la condizione di moto critico a monte e a valle dei tratti torrentizi “aperti”, mentre per quanto riguarda i punti di confluenza è stata impostata la condizione di conservazione dell’energia.

3.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

La simulazione del deflusso delle portate di piena decennale e centennale associate a ciascuno dei corsi d’acqua modellati ha restituito un quadro d’insieme del rischio idraulico che evidenzia poche isolate criticità, la più importante delle quali riguarda il sottopasso stradale della S.P. 36 in fregio al quale scorre tombata la Roggia Marcione e che non è in grado di ricevere le acque del sistema di drenaggio del sottopasso in condizioni di piena a causa delle ridotte pendenze disponibili.

Un’altra criticità che interferisce potenzialmente con un’infrastruttura esistente è il fosso stradale in fregio alla S.P. 69 che fa parte del reticolo della Roggia Vallestella che non è in grado di smaltire le piene e che è soggetto a tracimazioni sulla sede stradale.

Per quanto riguarda le aste idrografiche meno incise che attraversano i terreni agricoli che caratterizzano il territorio si riscontrano alcune aree “umide” soggette ad esondazione e/o a ristagno e/o

a risorgenza, le quali tuttavia non costituiscono un elemento di rischio, ma anzi rappresentano un elemento con carattere di naturalità da preservare.

Per quanto riguarda l'elemento idrografico più importante a livello territoriale, ossia il T. Bevera, non risultano criticità nel tratto di competenza comunale.

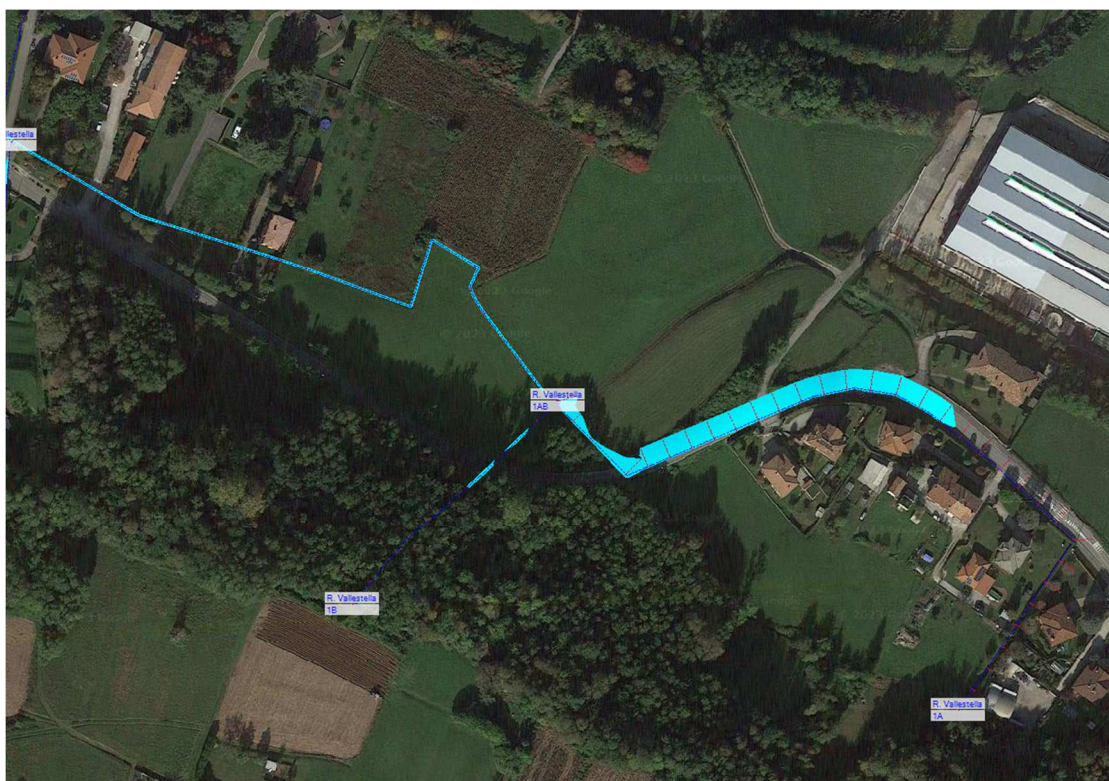
Si propongono a seguire degli stralci estrapolati dal programma di modellazione relativi a ciascun elemento idrografico inserito nel modello.

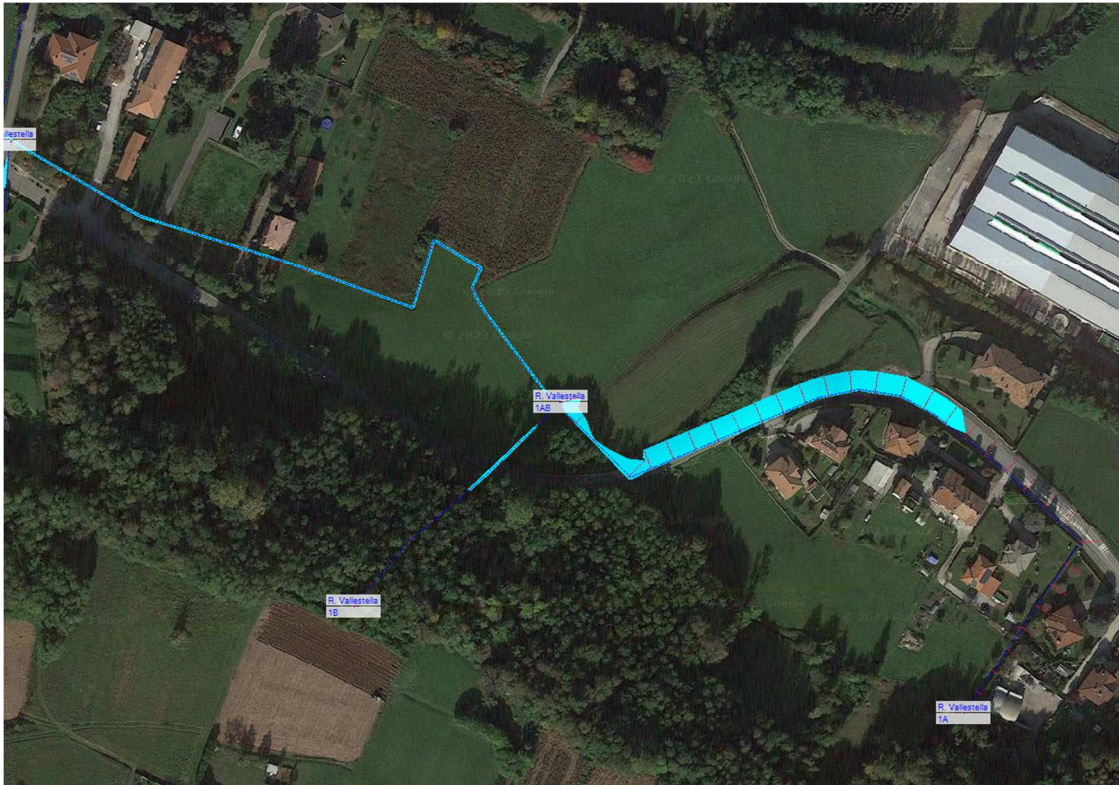
Si precisa che tali stralci rappresentano solo indicativamente aree e superfici interessate dal deflusso, a causa del limitato grado di dettaglio del modello digitale del terreno disponibile e delle ridottissime dimensioni di buona parte degli alvei esaminati.

Per una rappresentazione di maggior dettaglio e continuità si rimanda all'Elaborato 2 – Mappa delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.

1 – Roggia Vallestella

Tratti 1A e 1B – Loc. Ruscolo





Risultati simulazione della piena decennale (sopra) e di quella centennale (sotto)

Negli scenari simulati, il fosso stradale che scorre in fregio alla S.P. 69 (1A) risulta insufficiente a contenere le portate di piena con il rischio di allagamenti della sede stradale, come già avvenuto in passato a causa del superamento dello stramazzo nel punto in cui il ruscolo che scende dalle case in loc. Ruscolo si immette nel fosso stradale.



Stramazzo sulla S.P- 69 nel 1997 loc. Ruscolo

Per quanto riguarda il tratto 1B, le simulazioni mostrano che il tubo \varnothing 400 mm (allo stato attuale parzialmente interrato) che sottopassa la S.P. 69 ha una sezione insufficiente per il deflusso delle piene. Oltre a ciò è noto che tale valletto è stato soggetto nel periodo 1997-2002 alla formazione di colate detritiche (debris flow) che costituiscono un elemento di potenziale rischio al deflusso delle piene a valle.

A valle della S.P. 69 sono possibili espansioni nelle aree prative e agricole, ma la presenza dello scolmatore realizzato nel 2020 che collega questo tratto con i fossi agricoli a valle della strada comunale della Vallestella contribuisce a ridurre il rischio di allagamenti soprattutto per quanto riguarda il tratto precedente la confluenza con l'asta principale (1).

Tratto 1C

Questa asta non presenta problematiche relative al deflusso delle portate, sia nel tratto a cielo aperto che va dalla confluenza con l'asta principale all'uscita del tombotto a valle di Via Provinciale, sia nel tratto tombato che attraversa l'abitato, sia il tratto a cielo aperto che va da Via Trento all'imbocco del tombotto di Via Provinciale.



Risultati simulazione della piena decennale (sopra) e di quella centennale (sotto)

Tratto 1D+1E

Lungo questa asta non si rilevano particolari criticità sia per i tratti a cielo aperto, sia per i tratti tombati e gli attraversamenti.



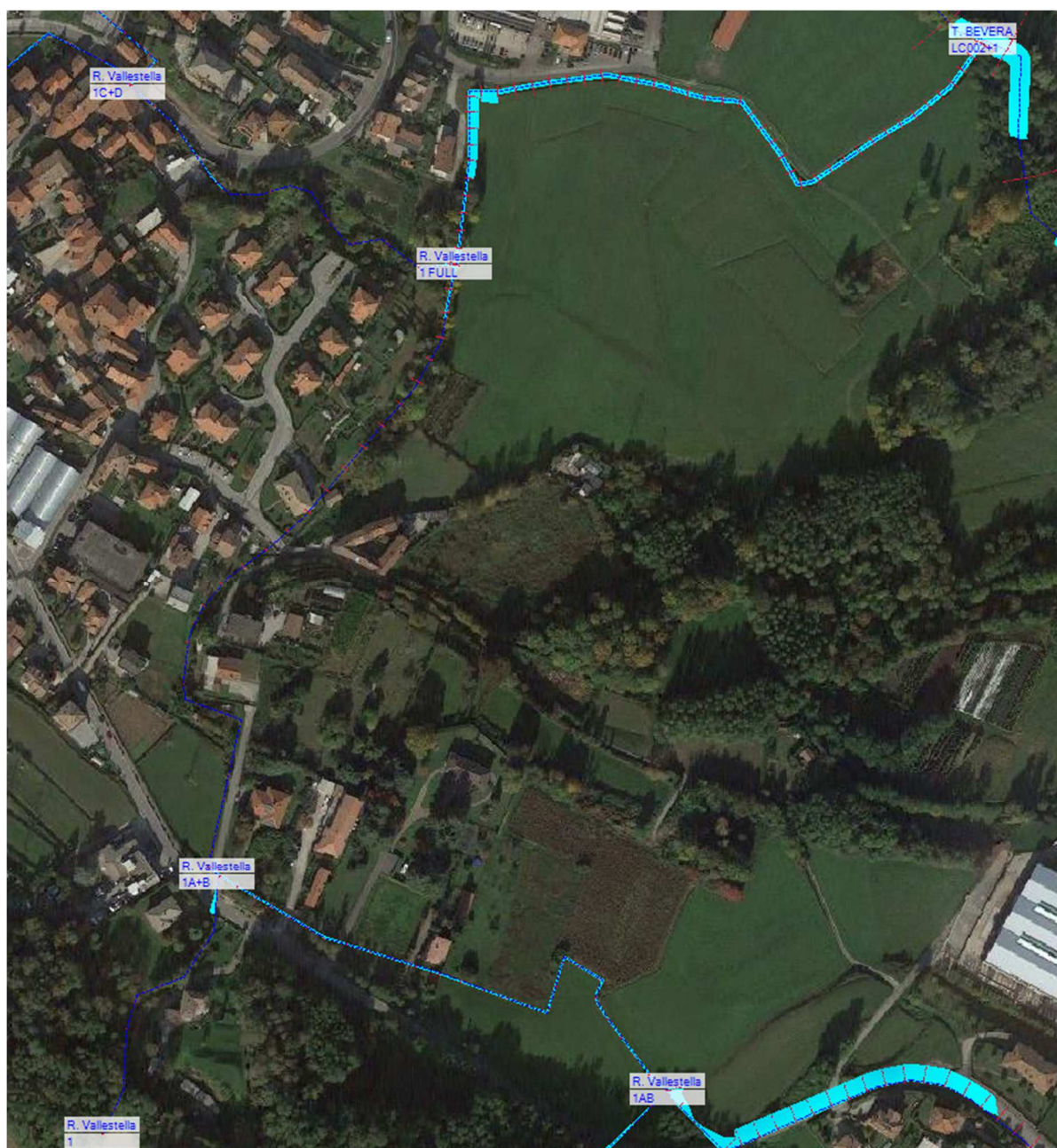
Risultati simulazione della piena decennale (sopra) e di quella centennale (sotto)

Tratto 1 – Asta principale

Per quanto riguarda l'asta principale si segnalano solo possibili limitate espansioni nel tratto a valle della confluenza con l'asta 1C costeggiata da Via Pradonici, senza però interessamenti della sede stradale, ma eventualmente solo dei terreni agricoli in destra idrografica.



Risultati simulazione della piena decennale



Risultati simulazione della piena centennale

2 – Roggia Marcione

Tratti 2A, 2B e 2C

Per quanto riguarda queste aste, le simulazioni di deflusso evidenziano la tendenza all'espansione delle acque oltre i modesti solchi che rappresentano l'alveo principale generando aree umide soggette a risorgenze e/o ristagni, il più evidente dei quali è lo Stagno di Brongio.



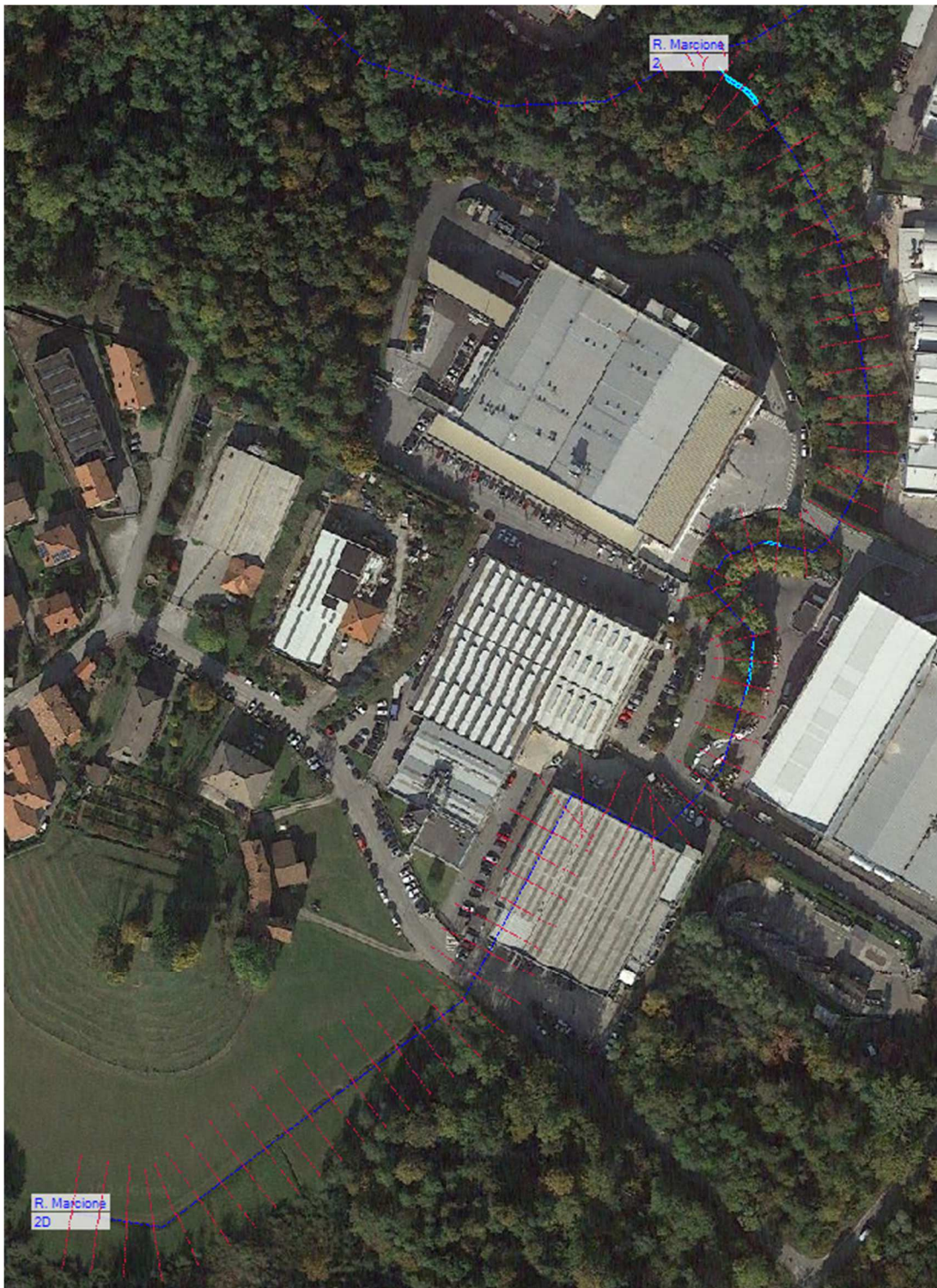
Risultati simulazione della piena decennale



Risultati simulazione della piena centennale

Tratti 2D, 2E e 2F

In questi tratti non si evidenziano criticità relative al deflusso delle portate di piena.

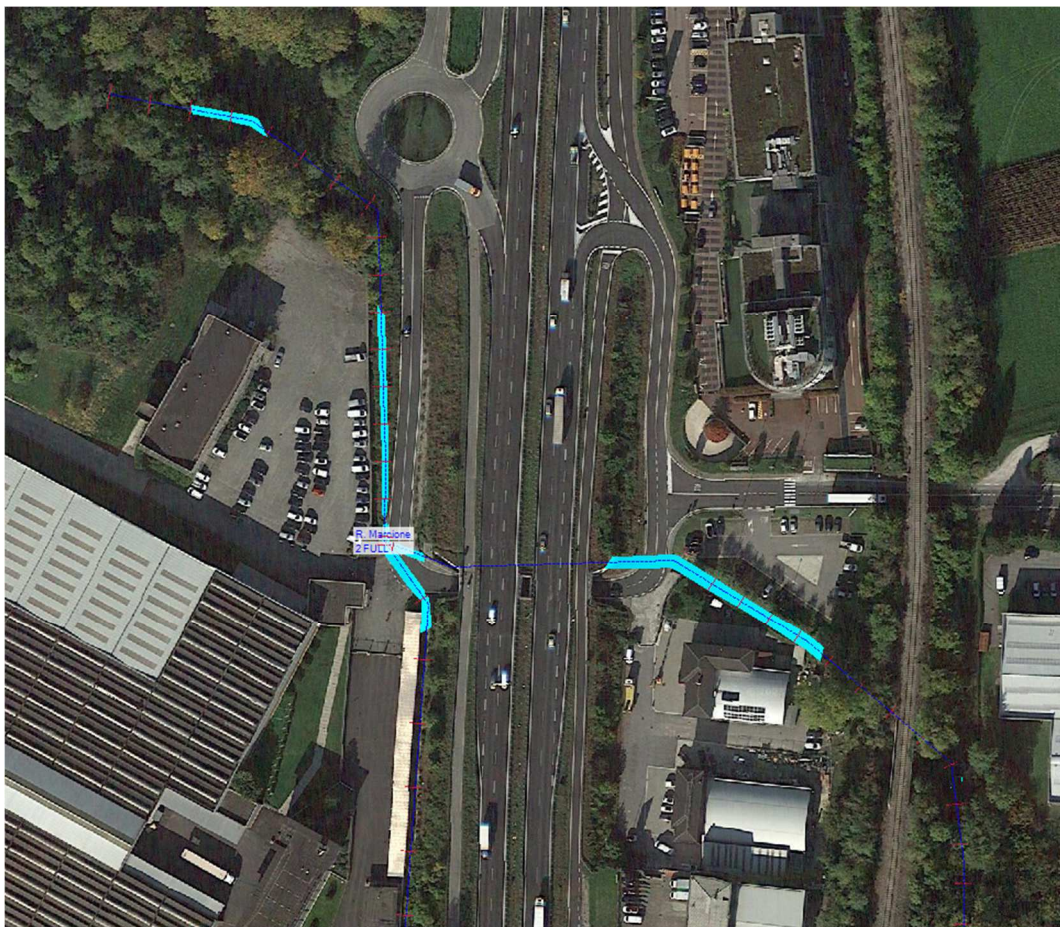


Risultati simulazione della piena centennale

Tratti 2 e 2G

Lungo l'asta principale (2) non si rilevano criticità per tutto il tratto compreso tra Via Italia e la S.S. 36 che attraversa l'area industriale esistente.

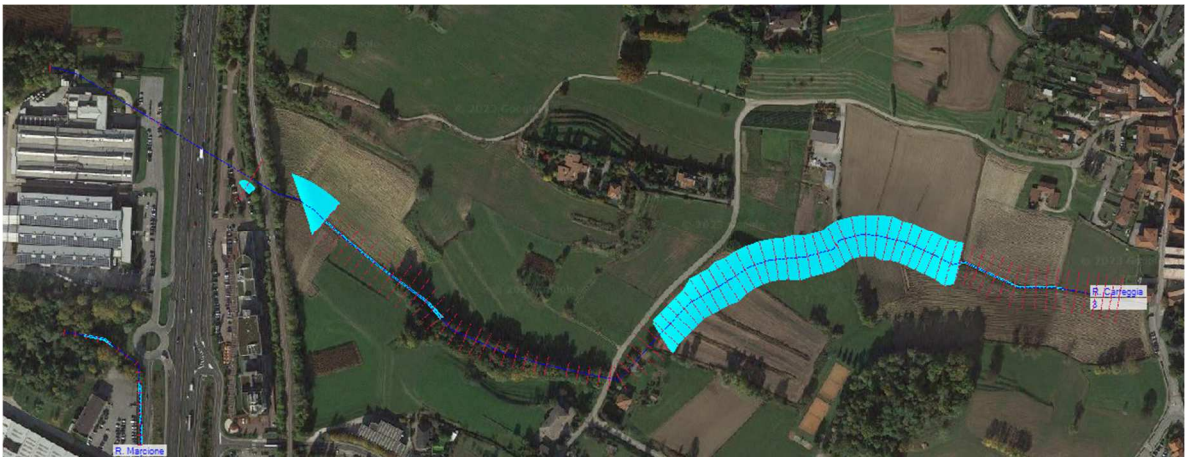
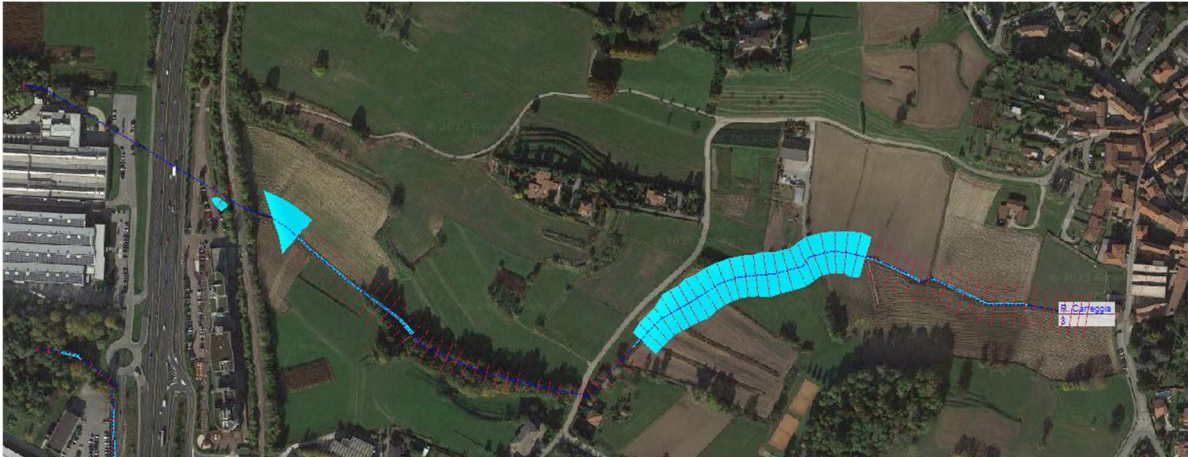
L'attraversamento della S.S. 36 risulta invece soggetto a criticità a causa della ridottissima pendenza del tombotto di diametro \varnothing 1,5 m. Negli scenari analizzati si è riscontrato un potenziale allagamento del sottopasso stradale in fregio al quale scorre il tombotto con battenti dell'ordine di 20 cm (Tr 10 anni) e 40 cm (Tr 100 anni).



Risultati simulazione della piena centennale

3 – Roggia Carreggia

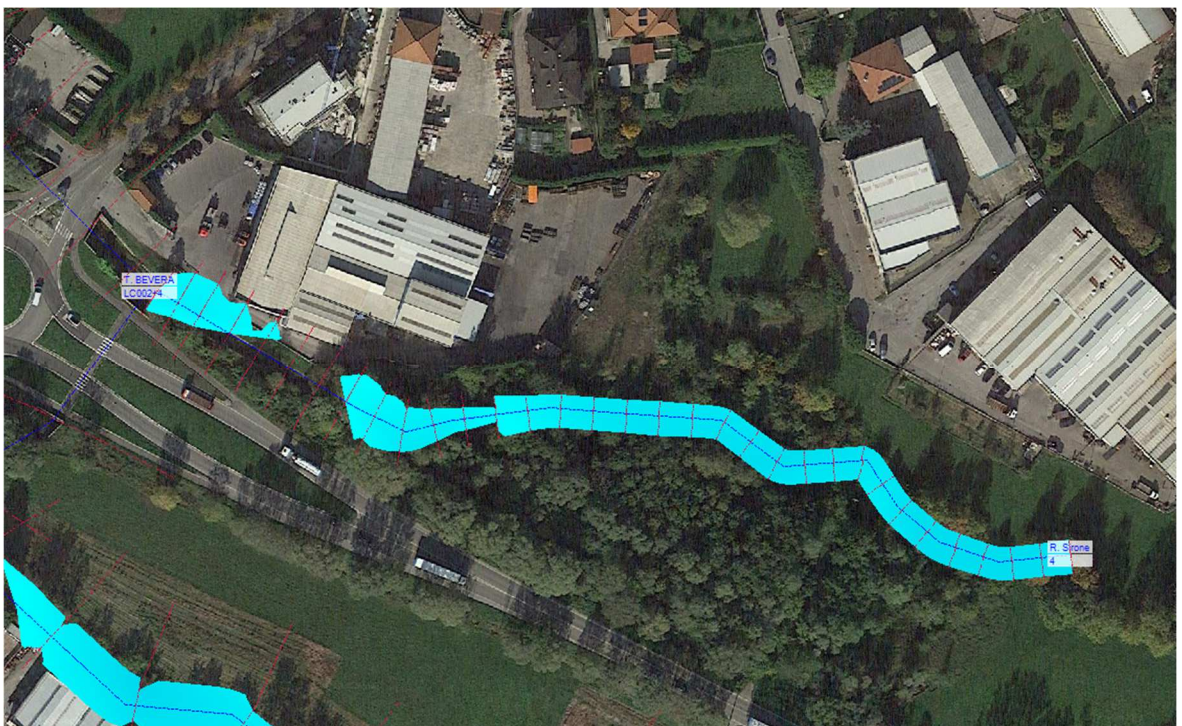
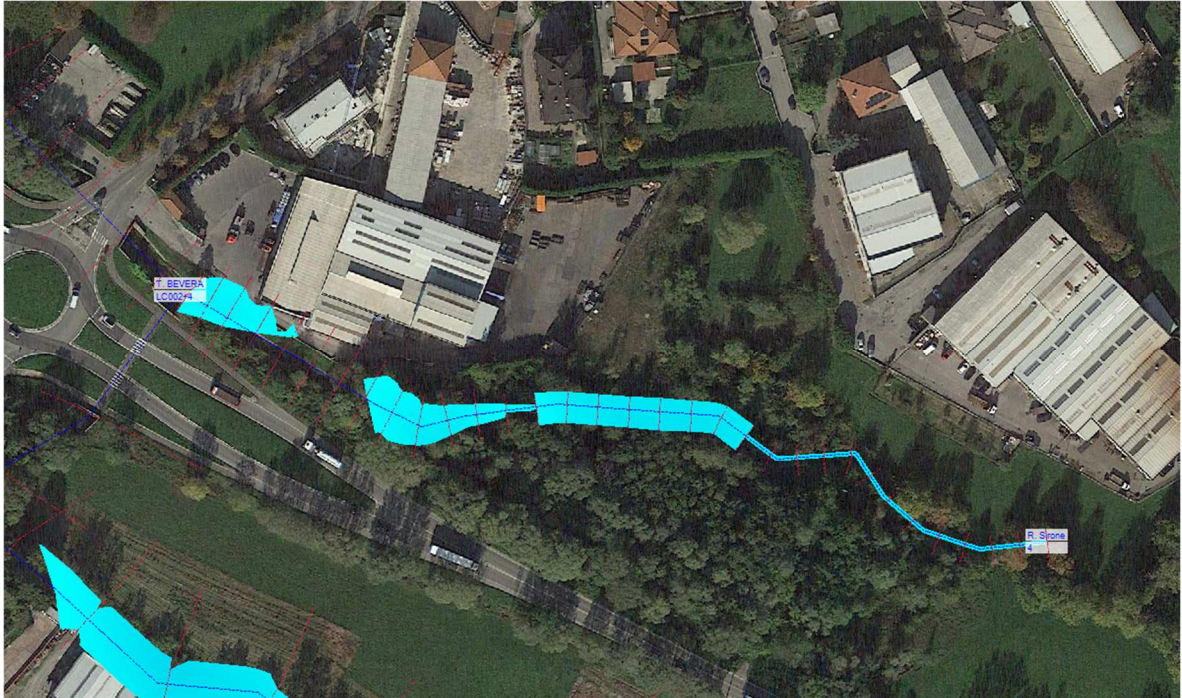
Il corpo idrico in esame è soggetto ad espansione delle acque di piena nei terreni agricoli a monte della S.S. 36 e a monte di Via Tregiorgio. Il tombotto che sottopassa la superstrada risulta adeguato, così come quello di Via Tregiorgio. Le esondazioni sono localizzate nei tratti dove la pendenza dell'alveo è molto ridotta, se non nulla.



Risultati simulazione della piena decennale (sopra) e di quella centennale (sotto)

4 – Roggia Bigiola

Le simulazioni di deflusso eseguite sulla Roggia Bigiola mostrano che l'alveo è in grado di contenere le piene per tutta la lunghezza del tratto analizzato fino alla confluenza nel T. Bevera.



Risultati simulazione della piena decennale (sopra) e di quella centennale (sotto)

5 – Roggia “5”

Questa asta idrografica è soggetta a limitata espansione delle portate di piena oltre il solco d’alveo nei tratti a cielo aperto nei terreni prativi e boschivi circostanti. Il tratto tombinato che scorre sotto Via Gemelli e il sottopasso della S.P. 52 risultano adeguatamente dimensionati.



Risultati simulazione della piena centennale

4. VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI DRENAGGIO URBANO

4.1 DESCRIZIONE DELLA RETE E METODO DI VERIFICA

La rete di drenaggio urbano che attraversa il territorio di Garbagnate Monastero è costituita da collettori a sezione circolare tipicamente in calcestruzzo, caratterizzati dai seguenti diametri:

- Ø 180 mm
- Ø 200 mm
- Ø 300 mm
- Ø 400 mm
- Ø 500 mm

Per eseguire la verifica idraulica della rete sono stati isolati i sottobacini scolanti recapitanti nei vari collettori, suddivisi per tronchi significativi, identificando per ciascuno i parametri caratteristici del sottobacino (area, quota massima, quota minima, coefficiente di deflusso, tempo di corrivazione,...) e dell'asta drenante (diametro, pendenza, scabrezza, lunghezza,...).

Per ciascun ramo della rete di drenaggio analizzato è stata calcolata la massima portata smaltibile verso valle con funzionamento a pelo libero utilizzando la Formula di Chezy-Strickler, confrontando tale valore con le portate meteoriche riferibili ad eventi con tempi di ritorno da 2 a 100 anni calcolate come descritto precedentemente per la stima delle portate di piena associabile agli elementi del R.I.M. individuando così:

- Rami gravemente sottodimensionati (verificati per $T_R < 5$ anni);
- Rami sottodimensionati (verificati per $5 \text{ anni} \leq T_R \leq 10$ anni);
- Rami sufficientemente dimensionati (verificati per $T_R > 10$ anni).

Come ulteriori parametri di verifica, laddove significativi, sono stati inoltre considerati:

- Il fattore di riempimento h/D con cui le portate vengono smaltite dai collettori (ideale se compreso tra il 60% e l'80%);
- La velocità di collettamento (ideale se compresa tra 0,5 e 2,5 m/s).

Si riporta a seguire l'espressione della Formula di Chezy-Strickler:

$$Q = AC\sqrt{R \cdot i}$$

Dove: Q è la massima portata convogliabile dalla sezione,

A è l'area bagnata della sezione esaminata,

R è il raggio idraulico,

i è la pendenza media del tratto e

C è la scabrezza media della sezione, valutata secondo il parametro di Strickler K_s .

La verifica eseguita come descritto ha riguardato circa **50** rami della rete di drenaggio urbano e relativi bacini scolanti.

4.2 RISULTATI DELLA VERIFICA

La verifica eseguita secondo i metodi e i criteri descritti nel paragrafo precedente ha evidenziato come la rete di drenaggio urbano esistente soffra di un potenziale stato di sottodimensionamento di buona parte dei rami del reticolo costituiti da collettori con diametro \varnothing 200 mm o inferiori. I rami costituiti da collettori con diametri superiori invece risultano invece generalmente dimensionati per smaltire portate meteoriche riferibili ad eventi di precipitazione con tempi di ritorno compresi tra 10 e 20 anni.

I risultati della verifica sono riportati nel dettaglio dell'*Elaborato 3 – Mappa della rete di drenaggio urbano verificata*.

A fronte dei risultati di tale verifica che rappresentano un quadro di apparente criticità diffusa della rete di drenaggio urbano, si ritiene opportuno specificare che il metodo di analisi utilizzato non permette allo stato attuale di valutare se alcuni rami della rete che risultano sottodimensionati per il funzionamento a pelo libero non siano in realtà in grado di smaltire portate superiori con funzionamento in pressione, benché da non preferirsi, senza che ciò determini criticità sulla rete.

Si specifica inoltre che ogni ramo è stato verificato, a favore di sicurezza, rispetto alle portate calcolate ponendo la sezione di chiusura al termine di ogni ramo stesso. Ciò significa che è da ritenersi verosimile che i rami risultati sottodimensionati possano eventualmente manifestare criticità nella loro parte terminale o al nodo idraulico di valle e non lungo l'intero tracciato.

Nella tabella a seguire si riportano i rami sottoposti a verifica e i relativi risultati:

COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Località - Via	Codifica bacino scolante	Diametro [mm]	TR verifica [anni]	Note
Via Fornace - Via Stelvio	1	200	≤ 5	
Via Erba	1	200	≥ 10	
Via Resegone	2	200	≥ 10	
Via Butti - Via Italia	5	200	≤ 5	
Via S. Carlo - Via Alighieri - Via Fermi	8.2	200	5 ≤ TR ≤ 10	
Via Provinciale - Via Volta	8.3	200	5 ≤ TR ≤ 10	
Via Como	10	200	≤ 5	
Via U. Foscolo - Via Prina	12	200	≤ 5	
Via Fumagalli	11 - D4	200	≤ 5	
Via Gaesso	1bis	200	≤ 5	
Via Gemelli	2bis - 2bis.5 - 2bis.8	300 - 400	≥ 10	
Via Valli	2bis.6	300	≥ 10	
Via Ratti - Via Biffi	3 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4	200	≤ 5	
Via Molteno - Via M. Polo	4 - 4.1 - 4.2	200	≥ 10	
Via A. Moro - Via Italia	6 - 6.2	400	≥ 10	
Via A. Moro - Via Case Sangiorgio Castelnuovo	6.1 - 6.2	200	5 ≤ TR ≤ 10	
Via Don F. Corti	7 - 7.1	200	≤ 5	
Via Mazzini - Via Don F. Corti	7 - 7.1	300	≥ 10	
Via U. Foscolo - Via Fermi	8.1.2	200	≥ 10	
Via Provinciale	8.4 - 8.4.1	300	5 ≤ TR ≤ 10	
Via Don F. Corti	8.5.1	200	5 ≤ TR ≤ 10	
Via Milano - Via Busone - Via Monte Barro - Via dei Fiori - Via Firenze	9 - 9.1 - 9.2 - 9.3 - 9.4 - 9.5 - 9.6	200	≤ 5	
Via De Gasperi	A.2	200	≤ 5	Tratto verso ovest
Via De Gasperi	A.3	400	≥ 10	Tratto verso est
Via Don L. Sturzo	C6	200	≤ 5	
Viale Brianza	C7	200	≥ 10	Tratto verso sud
Viale Brianza	C8 - 2bis.7	300	≥ 10	Tratto verso nord
Via A. Moro	D1	200 - 180	≤ 5	
Via A. Moro	D1.2	200	≥ 10	
Via Leopardi	E.2	200	≤ 5	
Via Parini	F1 - F2	400	≥ 10	
Zona campo sportivo	G2	500	≥ 10	
Via Europa - Via Tregiorgio - Via Grigna	H.2	300	≤ 5	Insufficienza dovuta a criticità del ricevitore (R. Marcione zona sottopasso S.S. 36)
Via Europa (a valle Via Grigna)	H.3 - H.4	200	≥ 10	
Zona industriale tra F.S. e S.S. 36	I.1 - I.2	200	≤ 5	Tracciato incerto
Via Beretta	L1	200	≥ 10	
Via Gemelli	M2 - M2.1 - M3	400	≥ 10	
Via Provinciale	O1	200	≤ 5	
Via Roma	O4 - 8.5	400	≥ 10	
Via Madonnina	P1	200	≤ 5	
Via Genova	Q1 - Q2	200	≤ 5	
Via Prandonici	R1	200	≥ 10	Limitatamente al tratto rilevato
Via A. Manzoni	S1 - S2	200	≤ 5	
Via Torino	T1	200	≤ 5	
Via Madonna del Carmine	T2	200	≤ 5	
Via Trento	U1	200	≤ 5	
Via Pertini	U3	200	≤ 5	
Via Pertini	U3.1	200	≥ 10	
Via delle Betulle	V1	400	≥ 10	
Via Provinciale	V2	300	≥ 10	

5. ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITA' ASSOCIATE AL RISCHIO IDRAULICO

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017, il presente documento tratta la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, definite in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche, alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato e ai risultati della modellazione idraulica del reticolo idrografico locale.

Di seguito, si riporta pertanto quanto già riportato nel Documento semplificato del rischio idraulico, integrandolo con le informazioni desunte dai risultati delle simulazioni delle piene decennale e centennale nel reticolo idrografico locale e delle verifiche eseguite sulla rete fognaria.

5.1 DATI BIBLIOGRAFICI

5.1.1 Delimitazione aree a rischio idraulico sulla base degli strumenti pianificatori esistenti ai sensi dell'Art. 14 comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.

In accordo con quanto presente nella Componente Geologica a supporto del PGT del Comune di Garbagnate Monastero, per il comune di Garbagnate Monastero sono state evidenziate:

- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
 - Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e zone di rispetto); tale tematismo è raffigurato nella *Carta dei vincoli*;
- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
 - Aree ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti ai reticoli idrici principale e minore definiti ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n.7/7868 e ss.mm.ii. (tale tematismo è raffigurato nella *Carta dei vincoli geologici*);
 - Aree di rispetto zone umide e di particolare vulnerabilità idrogeologica (tale tematismo è raffigurato nella *Carta dei vincoli geologici*)
- ✓ Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

5.1.2 Delimitazione aree a pericolosità idraulica cartografate PAI – PGRA ai sensi dell'Art. 14, comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.

L'analisi della componente geologica alle azioni di piano deve recepire nell'ambito degli elementi valutativi di base le determinazioni dei piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico approvati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali. Sono stati esaminati i Piani Stralcio per l'assetto idrogeologico del

bacino del Fiume Po (PAI) approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 e successive varianti ed integrazioni (d.p.c.m. 10 dicembre 2004); sono state inoltre verificate le cartografie di dissesto fornite dal PAI e le cartografie relative alla delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale (PSFF).

Da tali analisi il settore di specifico interesse risulta interessato da puntuali vincoli PAI del tipo:

- Aree di frana attiva **Fa**;
- Aree a pericolosità elevata **Eb**;

Sul territorio comunale non sussistono perimetrazioni di cui al PGRA vigente.

5.1.3 Componente geologica a supporto del P.G.T.: Classi di fattibilità geologica

Il territorio comunale è suddiviso nelle seguenti quattro classi di fattibilità.

- *Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni*

Comprende le aree pianeggianti o sub-pianeggianti con buone caratteristiche geotecniche. Rientrano in questa classe le aree per le quali gli studi condotti non hanno evidenziato particolari problematiche geologiche o situazioni a rischio, per cui non vi sono controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso dei terreni.

I terreni inclusi in questa classe sono terreni pianeggianti e la falda idrica è abbastanza profonda e non interferisce con il suolo e con il primo sottosuolo. Rientrano in questa classe i vecchi nuclei urbani di Garbagnate Monastero.

- *Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni*

Aree nelle quali sono state rilevate modeste limitazioni all'utilizzo a scopo edificatorio e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per l'utilizzo di queste zone è quindi necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico geotecnico e/o idrogeologico, finalizzati ai singoli progetti, al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico e idrogeologico sufficientemente dettagliato, da utilizzarsi per la scelta delle opere di fondazione e il loro dimensionamento. La definizione della classe di fattibilità, come in precedenza accennato, è stata condotta sulla base delle specifiche condizioni litologiche, geotecniche ed idrogeologiche portando alla individuazione di *due differenti sottoclassi: Classe 2a e Classe 2b.*

1) CLASSE 2a: Comprende le aree caratterizzate da discrete caratteristiche geotecniche con inclinazione inferiori a 10°. Rientrano in questa classe aree subpianeggianti parzialmente edificate, come la zona industriale, la località Selva e la località Ruscolo.

2) CLASSE 2b: Comprende aree con inclinazioni comprese tra 10° e 30° nelle quali possono verificarsi modesti fenomeni di dissesto purché siano ben individuabili, circoscrivibili e

caratterizzati da modesti volumi, come piccoli colamenti superficiali o fenomeni di ruscellamento di scarso rilievo.

Appartengono a questa classe aree le località Tre Giorgio, C.na Fornace, l'area industriale e l'area compresa tra le loc. Selva e Ruscolo.

• *Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni*

Comprende le aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni, a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per le condizioni di pericolosità e vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici e opere di difesa. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di studio e indagine per meglio definire le reali condizioni di pericolosità o vulnerabilità del sito, e la compatibilità dell'intervento in progetto in ogni sua fase di cantiere con le condizioni di stabilità e di sicurezza dei luoghi.

Le limitazioni di carattere geologico riscontrate per questa classe impongono che la relazione geologico - tecnica, da predisporre preliminarmente rispetto alla progettazione esecutiva degli interventi, valuti dettagliatamente i seguenti aspetti:

- tipologia degli interventi rispetto alla specifica classe di fattibilità, interazioni tra l'area di intervento e le aree ad essa confinanti con diversa classe di fattibilità;
- caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area e di un suo intorno significativo;
- caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dell'area e di un suo intorno significativo, supportata da specifiche ed esaustive indagini in sito e verifiche di stabilità;
- caratterizzazione idrologica ed idrogeologica dell'area e di un suo intorno significativo, supportata da specifiche ed esaustive verifiche;
- possibilità di interventi finalizzati alla mitigazione del rischio per l'area in esame, attraverso interventi di carattere strutturale anche esterni all'area stessa, con indicazioni specifiche sulla tipologia degli stessi;
- possibilità di interventi nell'ambito dell'area in esame, finalizzati alla protezione delle nuove strutture in progetto, con indicazioni specifiche sulla tipologia degli stessi.

La definizione della classe di fattibilità, come in precedenza accennato, è stata condotta sulla base delle specifiche condizioni litologiche, geotecniche ed idrogeologiche portando alla individuazione di *tre differenti sottoclassi*: **Classe 3a** e **Classe 3b**.

1) CLASSE 3a: Appartengono a questa classe le aree con scadenti caratteristiche geotecniche caratterizzate da limi nella piana del T. Bevera, terreni caratterizzati da una bassa soggiacenza della falda freatica, aree di possibile ristagno, torbose, paludose e i tratti intubati/tombinati del Reticolo Idrografico Minore. In questa sottoclasse, oltre a quanto previsto per la classe 3, saranno necessarie opportune indagini geologiche e geotecniche, al fine di ricostruire un modello geologico, geotecnico e idrogeologico sufficientemente dettagliato, da utilizzarsi per

la scelta delle opere di fondazione e il loro dimensionamento. Saranno inoltre da approfondire la condizione di permeabilità dei terreni e la capacità drenante degli stessi, considerando in relazione e progettazione l'eventuale problematica legata allo smaltimento delle acque.

Nelle zone interessate da falde sospese che possono interferire con i fabbricati, occorrerà fare particolare attenzione alla realizzazione di scavi dei piani interrati e alle modalità di allontanamento e dispersione delle acque.

2) CLASSE 3b: Appartengono a questa classe i versanti più acclivi dei rilievi collinari inclinazioni $>30^\circ$, a tratti caratterizzati durante i periodi intense precipitazioni da fenomeni di ruscellamento diffuso lungo i versanti e nei quali si possono verificare locali fenomeni di scivolamento della coltre superficiale.

• *Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni*

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro risanamento conservativo, come definiti dall'articolo 27 comma 1 lettere a,b,c della L.R. 12/05 e S.E.I. senza aumento di superficie e volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile e inoltre deve essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e d'interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili, dovranno in ogni caso essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

La definizione della classe di fattibilità, come in precedenza accennato, è stata condotta sulla base delle specifiche condizioni litologiche, geotecniche ed idrogeologiche portando alla individuazione di *tre differenti sottoclassi*: **Classe 4a** e **Classe 4b**.

1) CLASSE 4a: Comprende aree di pertinenza dei corsi d'acqua, le aree di frana quiescente i dissesti morfologici a carattere torrentizio e le aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali e aree di possibile esondazione dei corsi d'acqua.

2) CLASSE 4b: Le aree azionate in questa sottoclasse sono soggette alla normativa sovra ordinata di cui alle N.d.A. del PAI art. 9 comma 2.

5.1.4 Interazione tra aree urbane e ricettori

Secondo quanto previsto dall'Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005 e ripreso dall'Art. 3 del R.R. 7/2017 come modificato dall'Art. 3 del R.R. 8/2019, nell'ambito degli interventi edilizi di cui al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, di seguito si riportano gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica e di conseguenza richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica:

- a) ristrutturazione edilizia, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'art. 14, comma 6, del d. lgs. 102/2014;
- b) nuova costruzione, come definiti dall'articolo 3, comma 1 lettera e) del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- c) ristrutturazione urbanistica, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f) del d.p.r. 380/2001;
- d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter) del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:

- di estensione maggiore di 150 mq;

- di estensione minore o uguale a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) o di cui al comma 3 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;

- e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale, con una delle seguenti caratteristiche:

- estensione maggiore di 150 mq;

- estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) precedentemente elencate nel presente paragrafo;

Sono inoltre soggetti al rispetto del principio di invarianza, gli interventi relativi alla realizzazione di:

- a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche seguenti:

- estensione maggiore di 150 mq;

- estensione minore o uguale a 150 mq. solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) del comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;

- b) aree verdi sottoposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017 o alla lettera a).

Per quanto concerne gli interventi relativi ad infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano per:

- a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2, del R.R. 7/2006 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo E (urbana di quartiere), F (locale) e Fbis (itinerario ciclopedonale), così classificate ai sensi dell'articolo 2, d. lgs. 285/1992 (Nuovo codice della strada);
- c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del R.R. 7/2006, per strade di tipo E, F e F-bis;
- d) la realizzazione di nuove strade di tipo F-bis.

Allo stato di fatto della presente analisi del territorio comunale, è stata effettuata una valutazione dell'interazione tra le aree attualmente urbanizzate e i ricettori individuati secondo la definizione prevista dalla vigente normativa "corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche" disciplinate dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii.. Nel dettaglio, come anticipato nei capitoli di inquadramento del territorio, presso il Comune di Garbagnate Monastero sono stati individuati i seguenti ricettori:

- *corpi idrici naturali:*

- *Reticolo Idrico Principale: Torrente Bevera*
- *Reticolo Idrico Minore: colatori naturali confluenti nel Bevera*

- *rete di fognatura: rete fognaria comunale*

Le aree urbane che interferiscono con i citati ricettori sono:

Ricettore	Area urbana	Ubicazione entro il territorio comunale
Torrente Bevera	Zona centro-orientale dell'abitato di Garbagnate Monastero	orientale e sud-orientale
Roggia Vallestella	Loc. Ruscolo e Zona centrale dell'abitato di Garbagnate Monastero	centrale e meridionale
Roggia Marcione	Loc. Brongio e Zona occidentale (industriale)	sud-occidentale

Ulteriore aspetto da tenere sotto controllo per l'interazione tra aree urbane e i ricettori è la verifica della presenza di scarichi in corpo idrico (bisognerà monitorare le autorizzazioni rilasciate per tali scarichi o le domande di autorizzazione presentate). A tal proposito, risulta importante come azione di monitoraggio dell'interazione una corretta attuazione del regolamento di polizia idraulica, con il censimento, oltre che degli scarichi, delle opere interferenti e la relativa applicazione dei canoni di polizia.

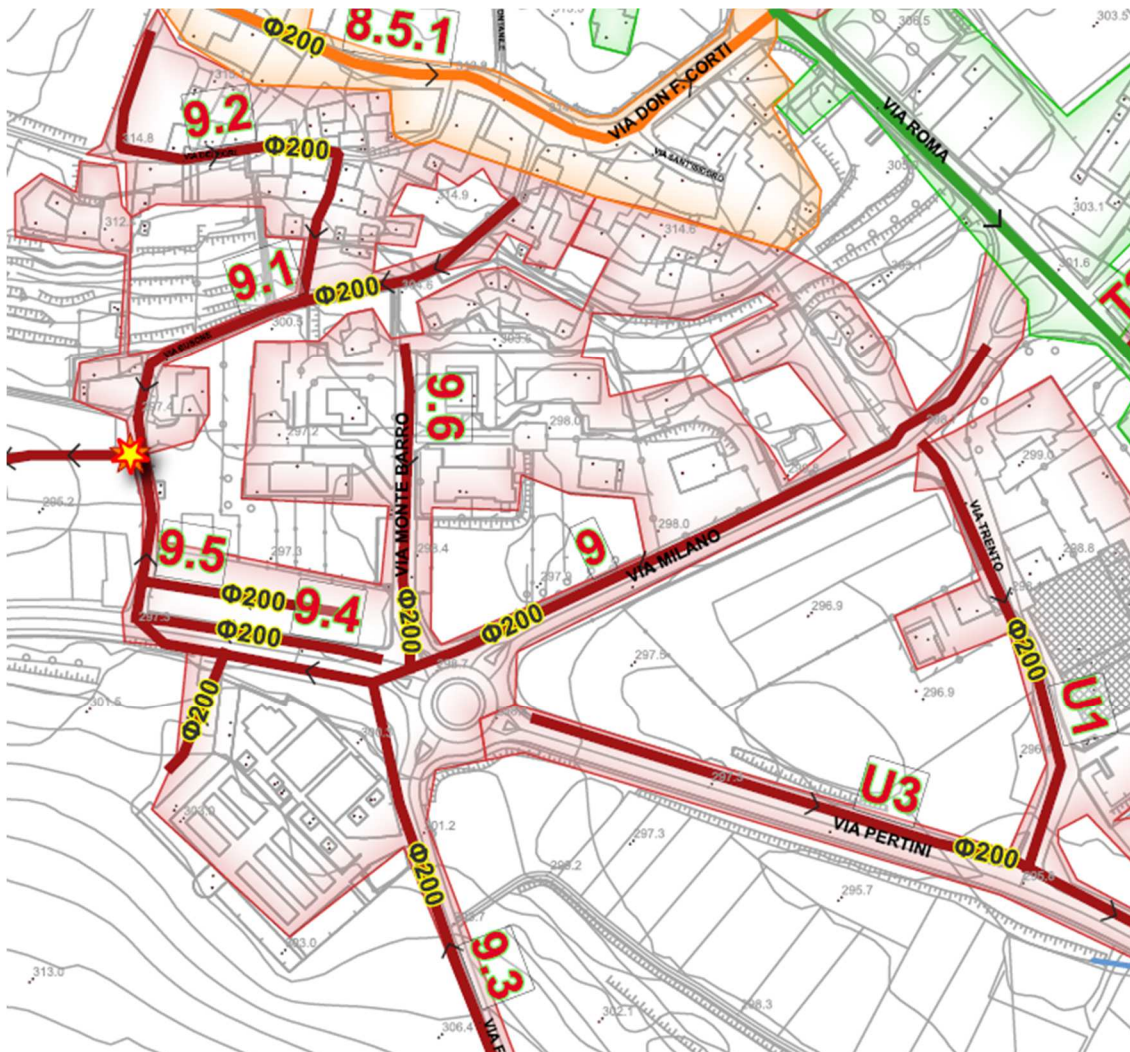
5.2 DELIMITAZIONE DELLE AREE CRITICHE PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E S.M.I.

Nell'ambito della redazione del presente documento sono stati sottoposti a verifica idraulica tutti i collettori della rete di drenaggio urbano individuati durante la campagna di rilievo effettuata, rivolgendo l'attenzione principalmente ai collettori di un certo rilievo (le geometrie con diametri inferiori a 180 mm sono state trascurate) e di cui è stato possibile identificare con certezza il tracciato per lunghezze significative ai fini dell'analisi.

Sulla base delle analisi effettuate nel suddetto documento, sono state descritte le maggiori insufficienze rilevate nel territorio comunale e suddivise nelle zone di seguito sinteticamente riportate:

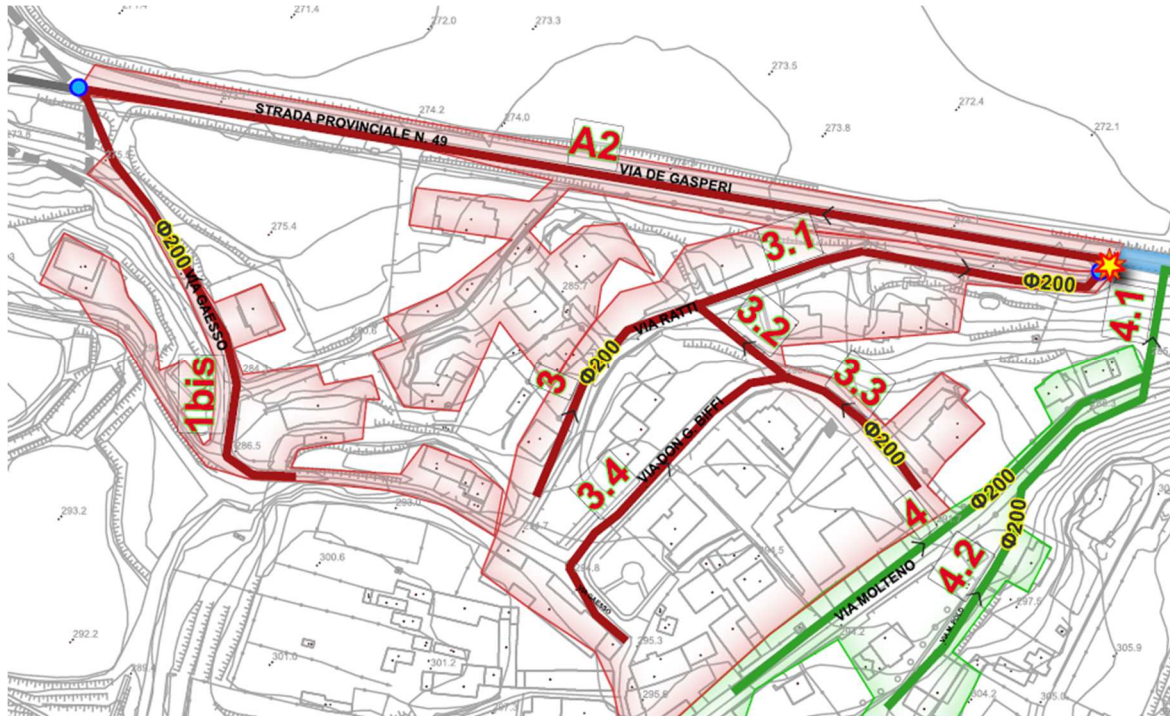
1) Località Brongio (codifica bacino: 9 e sottoposti):

Con riferimento ai rami della rete delle vie: Via Monte Barro, Via Firenze, Via Busone, Via dei Fiori, Via Milano e Via Busone, si ritiene che il diametro dei collettori $\varnothing 200$ mm sia insufficiente a garantire l'efficienza della rete per eventi meteorici con tempo di ritorno superiore a 5 anni.



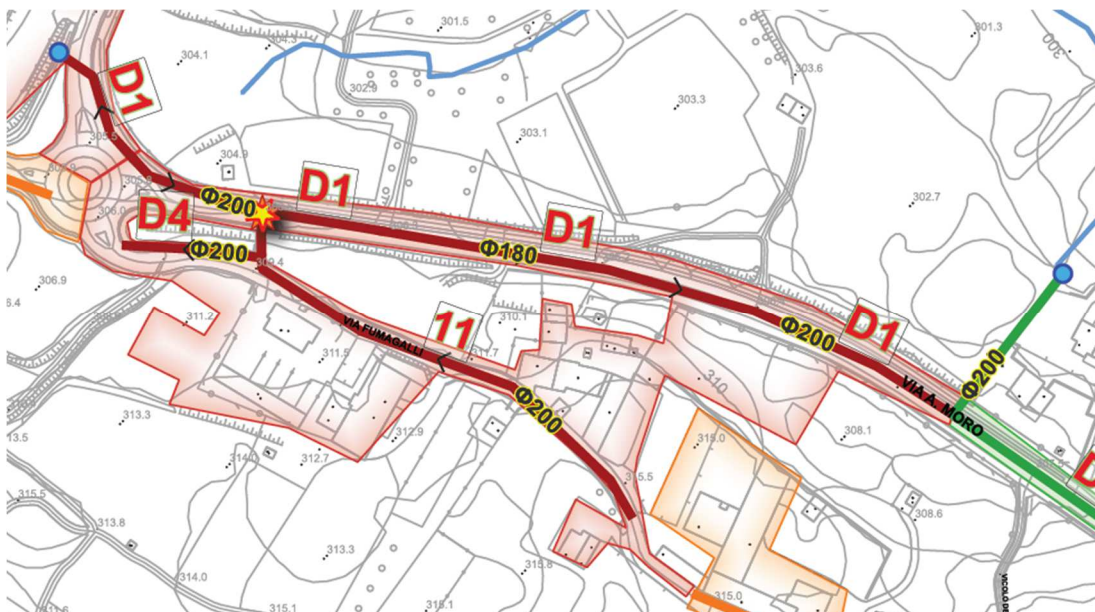
2) Via Ratti – Via Biffi e limitrofi (codifica bacino: 3 e sottoposti, 1bis, A2):

L'intera area è servita da collettori di diametro \varnothing 200 mm che risulta insufficiente a garantire l'efficienza della rete per eventi meteorici con tempo di ritorno superiore a 5 anni. In partire il nodo idraulico più critico è quello di raccordo tra i rami 3 e sottoposti con il ramo A2 di Via De Gasperi.



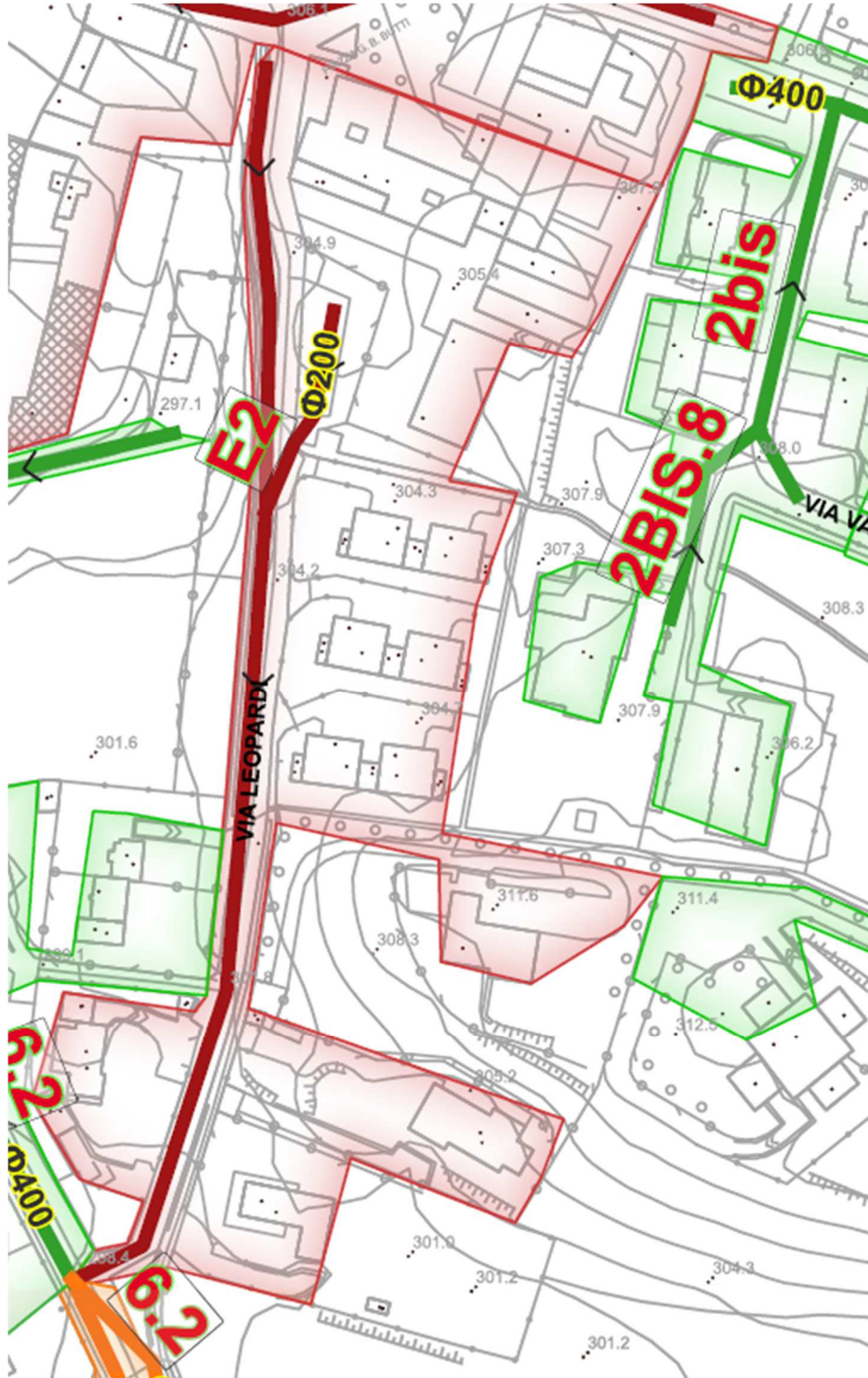
3) Via A. Moro – Via Fumagalli (codifica bacino: D1, D4):

Lungo questo tratto della rete che scorre sotto Via A. Moro il diametro del collettore passa da un diametro \varnothing 200 mm ad un \varnothing 180 mm dopo l'immissione del tubo da Via Fumagalli per poi tornare di nuovo \varnothing 200 mm. Si ritiene che il diametro sia insufficiente con particolare riferimento per il tratto con diametro \varnothing 180 mm.



4) **Via Leopardi (codifica bacino: E2):**

Si ritiene che il diametro dei collettori \varnothing 200 mm sia insufficiente a garantire l'efficienza della rete per eventi meteorici con tempo di ritorno superiore a 5 anni.

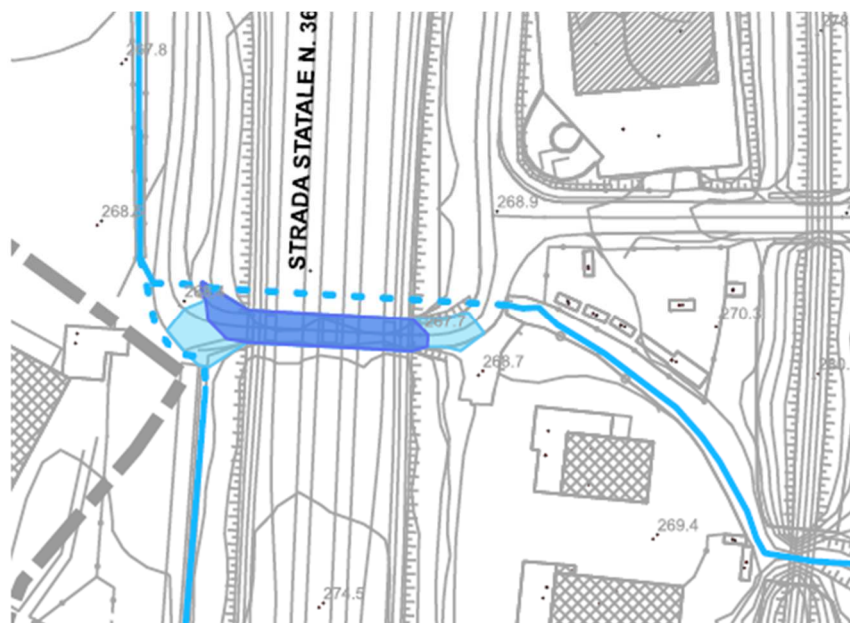


5.3 DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER INSUFFICIENZA DELLA RETE IDROGRAFICA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E S.M.I.

Sulla base della modellazione idraulica e delle simulazioni di deflusso delle piene decennale e centennale presentate nel presente elaborato, si descrivono le maggiori criticità rilevate nel territorio comunale:

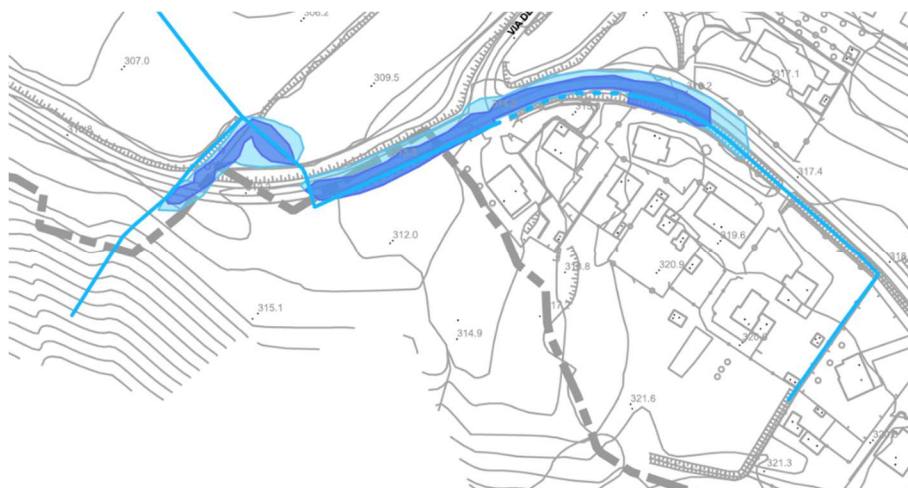
a) Roggia Marcione – Zona sottopasso S.S. 36

La ridotta pendenza del tubo di bypass e la mancanza di quote adeguate allo scarico dei sistemi di drenaggio del sottopasso stradale nel tombotto esistente determinano il rischio di allagamenti del sottopasso stradale stesso.



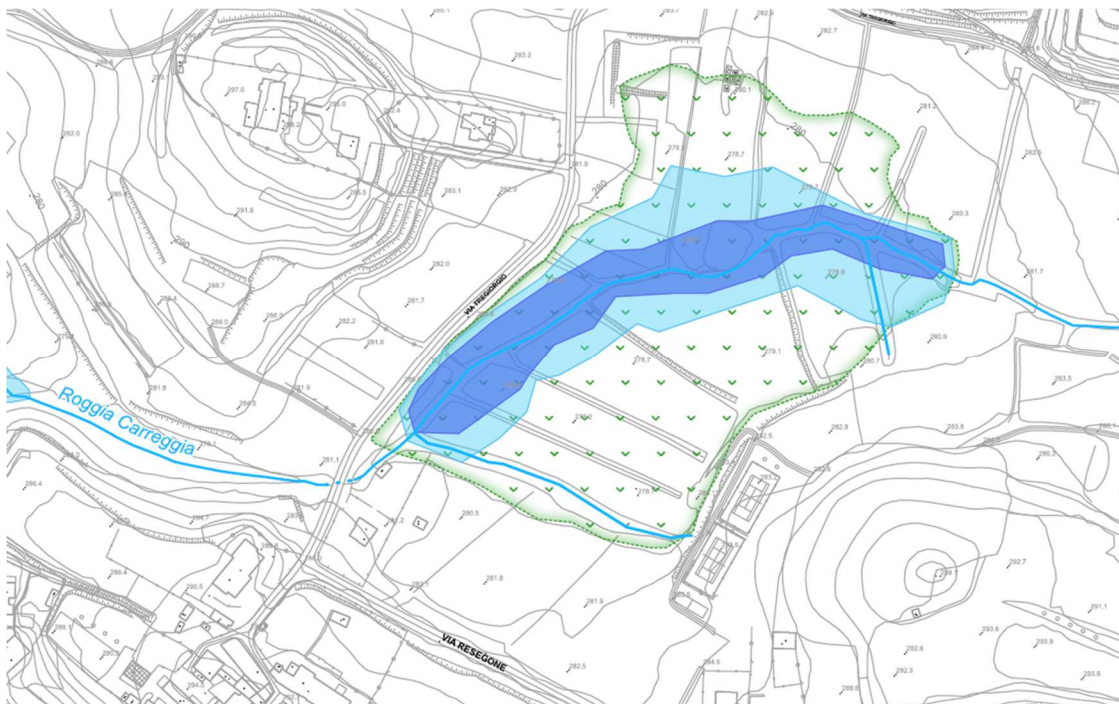
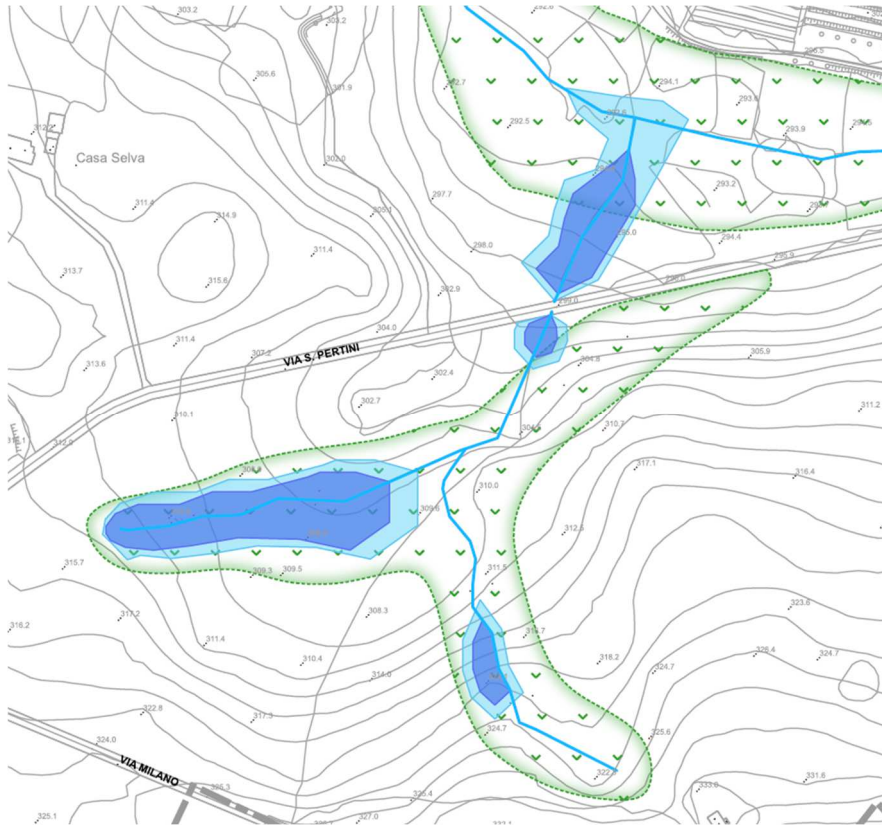
b) Roggia Vallestella – Fosso stradale S.P. 69 loc. Ruscolo

Il fosso stradale in fregio alla S.P. 69 non è in grado di smaltire le portate di piena con il rischio di tracimazione delle acque sulla sede stradale.



c) Aree umide distribuite lungo il corso della Roggia Marcione e Roggia Carreggia

I corsi della Roggia Marcione e della Roggia Carreggia sono caratterizzati dalla presenza di areali delimitati come zone umide con risorgenze e/o zone di ristagno. L'estensione di queste aree è dovuta alla somma di contributi delle aree di espansione delle piene che esondano i modesti alvei, ma anche delle aree depresse circostanti che tendono ad impaludarsi per mancanza di deflusso.



6 LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., il documento del rischio idraulico contiene le seguenti informazioni:

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

Le misure non strutturali, invece, sono individuate dal Comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

Il presente capitolo richiama i concetti e le misure esposte nel Documento semplificato del rischio idraulico, fornendo delle integrazioni individuate a seguito della modellazione idraulica del reticolo idrografico locale.

6.1 INFILTRAZIONE E MORFOLOGIA

La possibilità di infiltrazione è un fattore di notevole rilevanza per l'analisi idraulica di un territorio comunale. L'infiltrazione è un fenomeno fisico secondo il quale l'acqua presente sulla superficie di un terreno penetra al suo interno sotto la spinta della forza gravitazionale e per il principio della capillarità dei terreni. Nell'ambito delle acque di scarico, l'infiltrazione avviene naturalmente, lasciandole defluire attraverso il suolo o immettendole nel sottosuolo. L'infiltrazione risulta compromessa per le superficie impermeabilizzate, quindi per tutti gli ambiti urbanizzati. Prendendo le informazioni contenute nella componente geologica a supporto del PGT, di seguito vengono descritte le tipologie di terreni presenti, con le relative caratteristiche di permeabilità che favoriscono o meno l'infiltrazione. Questa diventa una prima discriminante per individuare le aree meglio predisposte ad accogliere eventuali misure migliorative per la gestione del rischio idraulico e il rispetto dell'invarianza idraulica. La composizione litologica del territorio risulta di elevata complessità, causa la sovrapposizione di diversi depositi fluvio-glaciali. Dai risultati riportati nella componente geologica, a seguito di sezioni idrogeologiche realizzate, emerge che il territorio in esame non presenta caratteristiche idrogeologiche favorevoli a tale fenomeno e, al contrario, è caratterizzato dalla presenza di diverse aree di risorgenza, ristagno prolungato e, in generale, con scarsissima permeabilità.

Ne consegue che per la mitigazione del rischio idraulico in questo territorio sono da preferirsi strutture ed interventi dimensionati per la laminazione delle acque meteoriche da rilasciarsi gradualmente nel reticolo idrografico locale e/o in tombinatura al termine degli eventi meteorici intensi.

6.2 MISURE STRUTTURALI

La collocazione delle opere deriva dall'analisi del territorio del paragrafo precedente; il posizionamento, qualora non fosse già stato realizzato in risposta a problemi di altro genere, quali per esempio il contenimento delle portate di piena di un corpo idrico ricettore, deve avvenire in aree non urbanizzate e permeabili, con capacità di infiltrazione e morfologia favorevoli e in assenza di edifici anche se isolati e quindi con bassa impermeabilizzazione del terreno circostante.

Allo stato attuale si rileva la presenza di un unico manufatto di laminazione, a valle della S.P. 69 poco a monte della confluenza tra i rami 2A e 2B della Roggia Vallestella, mentre sono invece presenti numerosi tombotti, sottopassi, tubazioni di attraversamento.

Aree che possano essere usate come polmone di raccolta delle acque in eccesso dovute alla variazione di permeabilità a seguito di interventi di nuova realizzazione, ampliamento o sistemazione di edifici, vanno ricercate tra le aree verdi, preferibilmente nella piena e immediata disponibilità pubblica, o dove sono presenti anche attrezzature di supporto che ne facilitino l'utilizzo e la gestione.

Si rimanda ad una valutazione più approfondita per eventuali aree a verde attrezzato, per esempio adibite a parco urbano, che possano avere le caratteristiche necessarie ad essere utilizzate come zone di laminazione. Sono da escludere le aree che nei PGT o nella pianificazione sovracomunale vengono individuate come di particolare valore paesaggistico, per le loro caratteristiche naturalistiche e paesaggistiche, di rilevanza per la rete ecologica, di rilievo dal punto di vista agricolo.

Reticolo Idrografico

Per quanto sopra esposto, nel Comune di Garbagnate Monastero si ritiene che le misure strutturali possano essere suddivise in 3 categorie, ossia:

1) Pulizia degli alvei e rimozione della vegetazione di ostacolo al deflusso

Per quanto riguarda gli interventi di pulizia degli alvei (1) gli elementi idrografici maggiormente necessitanti di manutenzione sono quelli caratterizzati da sezioni modeste e/o non ben definiti sia a causa delle ridotte dimensioni sia a causa dell'eccessiva crescita di vegetazione in alveo e/o sulle sponde che costituiscono un fattore di ostacolo al deflusso delle acque.

2) Pulizia e manutenzione dei manufatti esistenti, quali tombotti, sottopassi e vasche

Per quanto riguarda gli interventi di pulizia e manutenzione dei manufatti esistenti si ritiene che tutti i tombotti, sottopassi e attraversamenti esistenti necessitino di interventi di pulizia a contorno (rimozione vegetazione) e/o di rimozione di detriti e interramenti che ne riducono la sezione e quindi l'efficienza.

3) Opere da realizzarsi ex novo

Le misure strutturali di nuova progettazione e realizzazione che si ritengono più urgenti allo stato attuale sono:

- Formazione di una cassa di espansione regimata nel tratto della Roggia Marcione immediatamente a monte dell'attraversamento della F.S. al fine di limitare il deflusso durante le piene nel tubo che scorre parallelamente al sottopasso stradale della S.S. 36 favorendo quindi il funzionamento del sistema di drenaggio di quest'ultimo che non può essere adeguato per mancanza delle quote necessarie.



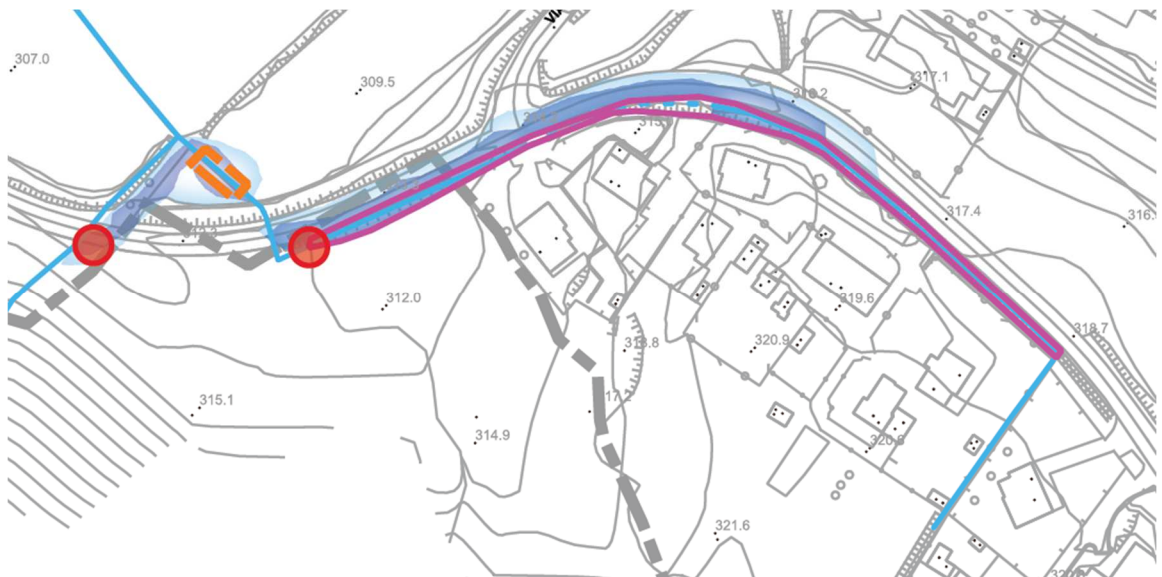
- Realizzazione di vasche di sedimentazione/laminazione a monte dei sottopassi di Via Pertini (Tratto 2A – Roggia Marcione) e della S.S. 36 (Tratto 3 – Roggia Carreggia) per motivi di riordino idraulico e presidio con griglie degli imbocchi dei suddetti sottopassi per evitarne l'intasamento.



COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



- Sostituzione e adeguamento dei tubi di sottopasso della S.P. 69 dei tratti 1A e 1B della Roggia Vallestella. Per il tratto 1A, ossia per il fosso stradale in fregio alla S.P. 69 si ritiene necessaria la risagomatura della sezione del fosso attualmente insufficiente a garantire il deflusso della portata decennale.



Rete di drenaggio urbano

Per quanto riguarda la rete di drenaggio urbano delle acque meteoriche la cui quantità recapitata, quindi, dipende dai fattori descritti in precedenza, si ritiene che allo stato attuale la rete sia in alcuni settori sottodimensionata relativamente alle portate meteoriche scolate dalle superficie ad essa allacciati.

Alla luce di quanto descritto nel capitolo 4 relativamente alla verifica della rete di drenaggio esistente, gli interventi più significativi che si ritengono necessari risultano essere:

- A) Potenziamento** di alcuni tratti della rete nelle zone di Brongio, di Via Leopardi, di Via A. Moro e dell'area gravitante su Via De Gasperi (nuclei urbani di Via Biffi – Via Ratti)
- B) Realizzazione e posa** di nuove condotte a servizio degli ambiti di trasformazione attuati;
- C) Rifacimento** di vari tratti della rete, laddove sono state riscontrate carenze o malfunzionamenti.

6.3 MISURE NON STRUTTURALI

Per prima cosa, si procede all'individuazione di misure che favoriscano l'incentivazione delle misure strutturali anche per il tessuto edilizio esistente.

Inoltre, vengono attuate politiche di incentivazione al corretto utilizzo delle aree agricole, contrastandone laddove possibile l'abbandono e il degrado, nell'ottica di ottimizzare la capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno naturale.

Il Comune poi provvede alla corretta gestione delle misure di protezione civile previste nel Piano di Emergenza Comunale per la riduzione delle condizioni di rischio in caso del verificarsi di un'emergenza idrica o idrogeologica (attivazione dei cancelli per l'isolamento dell'area e del piano straordinario della viabilità nella zona circostante per favorire gli interventi risolutivi dell'emergenza).

Si rimanda quindi a quanto previsto dal PEC di Garbagnate Monastero, redatto nel , per lo scenario di rischio idrogeologico.

È altresì importante che nell'ambito della protezione civile vengano recepiti i risultati dell'analisi degli scenari idrogeologici emersi nel presente studio.

Qualora si presentassero situazioni di aree produttive dismesse da bonificare e/o riqualificare, il Comune provvederà ad incentivare interventi che privilegeranno la realizzazione di nuove aree a verde o che comunque garantiscano il minor impatto possibile sulla rete degli scarichi idrici.

È auspicabile che l'ente gestore del servizio idrico integrato intervenga in maniera efficace nel monitoraggio delle reti e nell'applicazione del piano di manutenzione del sistema fognario.

Compito del Comune, nel rispetto e nel raggiungimento dell'obiettivo del contenimento del rischio idraulico, sarà quello di controllare e monitorare l'applicazione del piano di gestione della rete fognaria e verificare il conseguente ottenimento degli obiettivi che il piano stesso si prefigge.

6.4 CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI SCARICHI NEI RICETTORI

In termini generali, per quanto concerne *le interazioni tra le aree urbane e i ricettori*, si ricorda che secondo quanto previsto dalla normativa, la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore, che deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili, è dovuta *in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense*. Inoltre, secondo quanto definito all'Art. 7 del R.R. 7/2017, si ricorda che i limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione di:

- caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche;
- differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina;
- dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

Essendo il territorio comunale di Garbagnate Monastero classificato come area a criticità idraulica A, secondo quanto previsto dall'Art. 8 del R.R. 7/2017, gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro il valore massimo ammissibile (u_{lim}) che per le aree A è stato valutato pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, a meno che il gestore del ricettore non abbia imposto limiti più restrittivi.

7 CONCLUSIONI

Il presente studio, "Documento del rischio idraulico comunale", redatto secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 7/2017, art. 4, comma 8, rappresenta le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale di Garbagnate Monastero e le conseguenti misure strutturali e non strutturali individuate per il controllo e possibilmente la riduzione delle suddette condizioni di rischio.

L'analisi ha portato ad una fotografia delle criticità del sistema idraulico, in particolare legate sia alla rete idrografica che alla rete di drenaggio urbano. Per la rete naturale, i problemi principali sono legati al sottopasso stradale della S.S. 36 il cui sistema di drenaggio è connesso al tubo Ø 1500 mm della Roggia Marcione e che a causa della morfologia e delle quote disponibili non riesce a smaltire le acque meteoriche dovute a precipitazioni intense determinando il possibile allagamento del sottopasso. Un'altra criticità della rete naturale è rappresentata dal fosso stradale appartenente al reticolo della Roggia Vallestella che scorre in fregio al tracciato della S.P. 69 in loc. Ruscolo e che non dispone di sezione sufficiente al deflusso delle portate di piena determinando il rischio di espansione delle acque sulla sede stradale.

Per quanto riguarda la rete di drenaggio urbano, l'analisi eseguita ha evidenziato la presenza di numerosi rami della rete di diametro Ø 200 mm che risultano verificati per eventi meteorici con un tempo di ritorno massimo di 5 anni.

Alla situazione attuale andrà aggiunta una verifica degli interventi e delle misure prese nella realizzazione delle previsioni degli ambiti di trasformazione del PGT vigente. Il presente documento individua e propone la realizzazione delle misure strutturali come previsto dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii. Viene ribadita l'importanza dell'interazione con gli altri strumenti di analisi delle componenti in gioco, specialmente come controllo dell'effettiva attuazione di quanto previsto in tali strumenti (azioni di risposta allo scenario di rischio idrogeologico del Piano di Emergenza Comunale, piano di manutenzione della rete fognaria del piano di gestione della stessa).

Oltre a quanto previsto dallo studio, si sottolinea come il Comune possa attuare anche le altre azioni previste dall'art. 15 5 del R.R. 7/2017 e ss.mm.ii.

I risultati del presente studio devono essere condivisi, analizzati, implementati e continuamente aggiornati, auspicando un maggior approfondimento delle tematiche sviluppate e una continua interazione con gli altri strumenti prodotti sulla tematica idraulica. Le risultanze che emergono dal presente studio dovranno essere recepite nel PGT comunale, così come indicato dall'art. 14, comma 5 del RR 7/2017, a livello di componente geologica per la delimitazione delle aree a rischio idraulico (allagabili) e a livello di piano dei servizi per le misure strutturali. Si raccomanda altresì l'applicazione delle misure non strutturali descritte nel documento.

A cura di Dott. Geologo Massimo Riva

