Comune di Brusaporto

Provincia di Bergamo

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE AI SENSI DEL RR 7/2017
Art. 58bis LR 12/2005



ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
Dr. Geologo GIANLUIGI NOZZA n. 984

Bergamo, agosto 2026

Dott. Geol. Gianluigi Nozza

INDICE

1 INQUADRAMENTO GENERALE E FINALITÀ DELLO STUDIO 5

1.1. IL CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 5

1.2. FINALITÀ DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO 5

1.3. DEFINIZIONI 6

2 OGGETTO ED AMBITI DI APPLICAZIONE DELLA NORMA 8

2.1. AMBITO TERRITORIALE E ZONAZIONE DI CRITICITÀ 8

2.2. TIPOLOGIE DI INTERVENTO ASSOGGETTATE (ARTICOLO 3, COMMI 2, 2-BIS E 2-TER) 8

2.2.1 Interventi edilizi e urbanistici principali (Art. 3, comma 2) 8

2.2.2 Interventi su aree esterne, infrastrutture ed impianti (Art. 3, comma 2-bis) 9

2.2.3 Impianti di smaltimento rifiuti (Art. 3, comma 2-ter) 10

2.3. SOGLIE DI ATTIVAZIONE E CRITERI DI SALVAGUARDIA (ESCLUSIONI) 10

3 CRITERI GENERALI DI PREVENZIONE E PARAMETRI METODOLOGICI 10

3.1. GLI OBIETTIVI DI PORTATA MASSIMA SCARICABILE 10

3.2. PRINCIPI DI GESTIONE LOCALE E GERARCHIA DEL DRENAGGIO 10

3.3. QUADRO METODOLOGICO PER IL DIMENSIONAMENTO IDRAULICO 11

4 IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO 11

4.1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 11

4.2. CONTENUTI DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE 12

4.3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO 14

4.3.1 Inquadramento geografico ed uso del suolo 14

4.3.2 Piogge caratteristiche 16

4.3.3 Inquadramento geologico 16

4.3.4 Inquadramento geomorfologico 18

4.3.5 Inquadramento pedologico 19
4.3.6 Inquadramento idrogeologico 22
4.3.7 Inquadramento idrografico 25
5 DELIMITAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO COMUNALE 33
5.1. IL CONTESTO IDRAULICO DEL TERRITORIO COMUNALE 33
5.2. AREE A RISCHIO IDRAULICO PER ESONDAZIONE 33
5.2.1 Cartografia pai-pgra vigente 33
5.2.2 Episodi di allagamento di alcune zone del centro abitato adiacenti il canale 23 38
5.2.3 Zone di scorrimento idrico superficiale-Ristagno idrico 47
5.3. CRITICITÀ DELLA RETE FOGNARIA 49
5.4. CRITICITA' DEL SISTEMA DI ROGGE DEL CONSORZIO DI BONIFICA 50
5.5. CRITICITA' IDRAULICHE DEL RIM COMUNALE 51
6 MISURE STRUTTURALI PER LA RIDUZIONE ED IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO 54
6.1. LUNGO IL RETICOLO CONSORTILE 54
6.2. LUNGO IL RIM DI PERTINENZA COMUNALE 54
6.2.1 Vasca di laminazione a fianco del campo sportivo 54
6.2.2 Indirizzi strategici per l'adeguamento del sistema di regimazione idraulica pedecollinare 58
6.2.3 Il ruolo del Consorzio di Bonifica come gestore dei ricettori finali 62
7 INDIRIZZI SULLE MISURE NON STRUTTURALI DI PREVENZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO 63
7.1. Manutenzione ordinaria programmata del reticolo idrico e dei manufatti 63
7.2. Implementazione di sistemi di monitoraggio e allertamento locale 64
7.3. Presidii di autoprotezione per l'edilizia esistente e i locali interrati 64
7.4. Integrazione del Piano di Emergenza Comunale (Sinergia con la Protezione Civile) 65

7.5. Coordinamento informativo e flussi di dati con il Consorzio di Bonifica 65

7.6. Indirizzi per la gestione sostenibile delle acque meteoriche nei bacini urbani (SUDS) 66

8 IDONEITÀ DEI TERRENI ALL'INFILTRAZIONE 67

8.1. INQUADRAMENTO A GRANDE SCALA DEL TERRITORIO 67

8.2. AVVERTENZE SULLA VARIABILITÀ DEL SOTTOSUOLO E RESPONSABILITÀ DEL PROGETTISTA 68

Elenco Tavole

Tav.1 – Carta delle aree esondabili secondo lo studio "Morletta", 1:5000

Tav.2 – Carta delle criticità idrauliche lungo la rete fognaria e lungo il reticolo di bonifica, 1:5000

Tav.3 – Carta delle misure strutturali per la riduzione ed il controllo delle condizioni di rischio idraulico, 1:5000

Tav.4 – Carta delle criticità della rete fognaria segnalate da Uniacque S.P.A

In copertina: Documentazione fotografica storica del sormonto generalizzato del canale 23 prima della realizzazione della vasca di laminazione del 2017. L'immagine evidenzia la totale scomparsa della pista ciclopedonale e descrive visivamente la gravità del fenomeno pedecollinare (deflussi da Nord verso Sud) che ha reso necessaria la progettazione dell'opera di prima mitigazione a gravità da 3.500 mc.

1 INQUADRAMENTO GENERALE E FINALITÀ DELLO STUDIO

1.1. IL CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DSRI) viene redatto in attuazione degli obblighi normativi di regione Lombardia in materia di governo del territorio.

Il principio cardine alla base dello studio, l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo, trova il suo fondamento primario nell'articolo 58-bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12.

Questa norma affidava a un successivo regolamento tecnico la definizione dei parametri idrologici e dei metodi di calcolo necessari per dimensionare le opere di laminazione e invarianza.

La norma di riferimento che governa la materia è il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 ("Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12").

L'impianto metodologico originario del testo è qui recepito ed applicato secondo la sua formulazione coordinata e vigente alla data in cui si scrive.

1.2. FINALITÀ DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO

Alla base dei principi di invarianza vi è l'obiettivo di ridurre l'impatto dell'urbanizzazione (e dei cambiamenti climatici) sui deflussi superficiali e, quindi, sui corpi idrici ricettori naturali e artificiali. E' noto che l'impermeabilizzazione del territorio a causa dell'urbanizzazione, è la principale causa di allagamenti urbani, malfunzionamenti degli impianti di depurazione, aggravamento delle condizioni di deflusso idrico dei corsi d'acqua naturali ed artificiali. Il R.R n.7 si pone come obiettivo quello di avviare una politica a livello regionale volta a contrastare e ridurre l'insorgenza di tali problematiche.

Ai sensi dell'Articolo 14, commi 1 e 8 del Regolamento, lo studio persegue una finalità conoscitiva, programmatoria e di indirizzo a scala comunale. La finalità istituzionale del DSRI consiste nella determinazione in via preliminare delle condizioni di pericolosità idraulica diffuse sul territorio d'indagine. Tali condizioni, associate ai parametri di vulnerabilità e al valore dei beni esposti,

concorrono alla mappatura del rischio da allagamento e alla successiva individuazione delle idonee misure di mitigazione, sia di carattere strutturale che non strutturale.

Il documento definisce i limiti e le tutele di carattere idrologico a cui dovranno uniformarsi le future pianificazioni di dettaglio e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, garantendo il riequilibrio del regime idraulico e il contenimento dell'impatto inquinante delle acque di dilavamento.

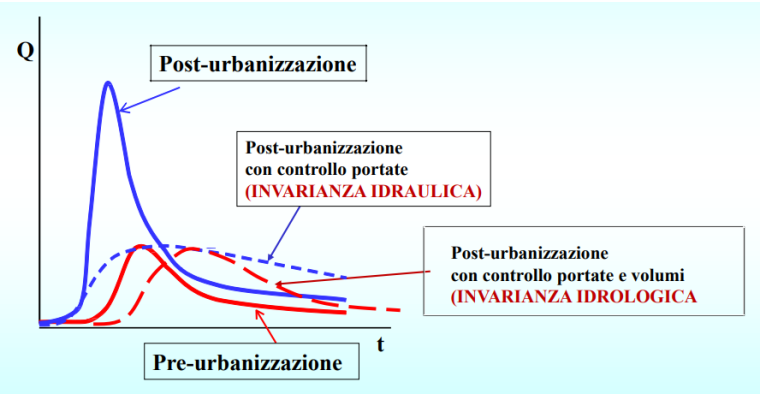
1.3. DEFINIZIONI

Per una migliore comprensione di quanto segue, si riportano le principali definizioni che stanno alla base del R.R. N. 7

a) 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 devono essere maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;

b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;

In definitiva per i punti a) e b) l'obiettivo da perseguire è quello di non alterare con l'urbanizzazione, i deflussi, sia in termini di portata che di volumi, che caratterizzano le aree naturali preesistenti. Nella figura seguente sono illustrati gli idrogrammi di piena (tempo t, portata Q) pre urbanizzazione (in rosso continuo), quello post-urbanizzazione. tipico di un ambito sottoposto ad urbanizzazione non controllata (blu continuo) e gli obiettivi post-urbanizzazione a cui bisognerebbe tendere con l'invarianza idraulica ed idrologica. L'invarianza idraulica raggiunge l'obiettivo del controllo delle portate ma non necessariamente dei volumi, mentre l'invarianza idrologica raggiunge l'obiettivo di controllo sia delle portate che dei volumi, anche se modifica il relativo idrogramma di piena.



c) 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;

c bis) soluzioni basate sulla natura (NBS): sistemi in grado di proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali e quelli modificati fornendo, al contempo, benessere per gli esseri umani e benefici per la biodiversità;

d) abrogata

e) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;

f) 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;

g) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;

h) 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

i) 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;

j) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

k) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

l) 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 interessata dall'intervento ai sensi della lettera n ter);(6)

m) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;

n) 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 OGGETTO ED AMBITI DI APPLICAZIONE DELLA NORMA

2.1. AMBITO TERRITORIALE E ZONAZIONE DI CRITICITÀ

Il perimetro geografico d'applicazione dei vincoli risponde ai criteri di differenziazione stabiliti dall'Art. 7 del R.R. n.7 e dal suo Allegato C che definisce l'appartenenza di ogni comune lombardo alle diverse aree di criticità idraulica (A, B o C), sulla base della maggiore o minore sensibilità dei territori ai fenomeni di piena.

Il territorio del Comune di Brusaporto è interamente inserito in **"AREA A - Ad elevata criticità idraulica**

L'appartenenza all'Area A determina l'applicazione dei vincoli idrologici più restrittivi sull'intero territorio comunale, condizionando i parametri volumetrici di invaso e i limiti di portata per tutte le trasformazioni ricadenti all'interno dei confini amministrativi dell'Ente.

2.2. TIPOLOGIE DI INTERVENTO ASSOGGETTATE (ARTICOLO 3, COMMI 2, 2-BIS E 2-TER)

In conformità al testo vigente del Regolamento Regionale n. 7/2017, l'obbligo di garantire l'invarianza idraulica e idrologica si applica su tutto il territorio comunale per le specifiche categorie di intervento di seguito strutturate, qualora comportino una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla situazione preesistente.

2.2.1 Interventi edilizi e urbanistici principali (Art. 3, comma 2)

Ai sensi del comma 2, sono soggetti all'applicazione del regolamento gli interventi:

- lett. a) di ristrutturazione edilizia, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d), del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale o nella demolizione parziale, a condizione che quest'ultima tipologia di demolizione sia maggiore del 70 per cento della superficie coperta della costruzione esistente, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento dell'indice di copertura preesistente; ai fini della verifica dell'aumento dell'indice di copertura di cui alla

presente lettera, non si considerano gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico previsti ai sensi della normativa vigente in materia;

- lett. b) di nuova costruzione, così 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;
- lett. c) di ristrutturazione urbanistica, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001;
- lett. d) relativi alla realizzazione di opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:di superficie maggiore di 150 mq;di superficie minore di o uguale a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) del presente comma o di cui al comma 3;
- lett. e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:di superficie occupata dall'edificazione maggiore di 150 mq;di superficie occupata dall'edificazione minore di o uguale a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma.

2.2.2 Interventi su aree esterne, infrastrutture ed impianti (Art. 3, comma 2-bis)

Ai sensi del comma 2-bis, sono inoltre soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi di:

- lett. a) realizzazione di parcheggi, aree di sosta, piazzali e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:di superficie maggiore di 150 mq;di superficie minore di o uguale a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) del comma 2;
- lett. b) realizzazione di aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque e di aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 o alla lettera a) del presente comma;
- lett. b-bis) installazione dei pannelli di impianti agri-voltaici o fotovoltaici con caratteristiche costruttive o anche di posa tali da comportare una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, purché

con superficie maggiore di 150 mq, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 20, comma 1 bis, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199.

2.2.3 Impianti di smaltimento rifiuti (Art. 3, comma 2-ter)

Ai sensi del comma 2-ter, fatte salve le eccezioni di cui al comma 7 bis, lettera d quater), del presente articolo, sono soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi di:

- lett. a) realizzazione di nuove discariche;
- lett. b) ampliamento di superficie di discariche esistenti.

2.3. SOGLIE DI ATTIVAZIONE E CRITERI DI SALVAGUARDIA (ESCLUSIONI)

L'obbligo effettivo di rispetto del principio di invarianza idraulica e la conseguente redazione della Relazione Idraulica a corredo dei titoli abilitativi si attiva, per le categorie sopra elencate, al superamento delle soglie dimensionali minime stabilite dall'Articolo 7, comma 1. Essendo il Comune di Brusaporto inserito in Area A, tale soglia corrisponde a una Superficie d'Intervento o a una Superficie Impermeabilizzata complessiva pari o superiore a 600 m².

3 CRITERI GENERALI DI PREVENZIONE E PARAMETRI METODOLOGICI

3.1. GLI OBIETTIVI DI PORTATA MASSIMA SCARICABILE

Per tutte le trasformazioni assoggettate ricadenti nell'Area A del territorio comunale, l'Articolo 8, comma 1 prescrive i limiti fisici per il conseguimento del riequilibrio idrologico. Le opere di drenaggio e laminazione devono essere configurate e dimensionate in modo che la portata meteorica massima scaricata verso il ricettore finale non ecceda il valore fisso di 10 l/s per ettaro (10 l/s/ha) di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

In conformità al testo coordinato, per le aree già edificate o urbanizzate dotate di reti fognarie (ex Art. 8, comma 3), le portate provenienti da sfioratori di piena o reti pubbliche di raccolta sono limitate entro il valore massimo di 40 l/s per ettaro (art. 43, comma 4 e 5 PTUA 2025), fatte salve le specifiche deroghe fisiche per i recapiti diretti nei corpi idrici principali regionali esentati.

3.2. PRINCIPI DI GESTIONE LOCALE E GERARCHIA DEL DRENAGGIO

Lo studio applica i principi dell'Art. 5, comma 1 del Regolamento sulla gestione delle acque piovane. Questa norma prevede, dove possibile, l'uso prioritario di soluzioni naturali e sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SuDS). Tali interventi garantiscono l'infiltrazione,

l'evapotraspirazione e il riuso dell'acqua. Inoltre, aumentano la sostenibilità urbana, contrastano le isole di calore e tutelano la biodiversità.

I principi di gestione delle acque pluviali devono uniformarsi a una rigida scala gerarchica che privilegia lo smaltimento dei volumi invasati secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

a) riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;

b) infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere verificate con indagini geologiche ed idrogeologiche sito specifiche, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;

c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;

d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

3.3. QUADRO METODOLOGICO PER IL DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Il DSRI recepisce integralmente il quadro dei modelli idrologici introdotto dal recente R.R. n. 3/2025. Il dimensionamento geometrico e volumetrico delle opere di invaso e l'elaborazione dei relativi idrogrammi di piena devono fare esclusivo riferimento ai metodi prescritti dagli Allegati tecnici da A ad H del testo vigente. I calcoli idraulici dovranno recepire le curve di possibilità climatica aggiornate dalla norma, formulate per rispondere all'incremento di intensità e alla riduzione della durata degli eventi meteorici estremi registrati sul territorio regionale.

4 IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO

4.1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Le modalità di integrazione tra la pianificazione urbanistica comunale e le previsioni dei piani d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, prevedono che i comuni redigano lo studio a scala comunale di gestione del rischio idraulico o il documento semplificato del rischio idraulico comunale.

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

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Brusaporto (2026).
- Elementi di criticità idraulica relativi alla rete fognaria forniti dal gestore Uniacque.
- Carta pedologica su base Ersaf - Banca Dati Suoli LOSAN.
- Carta dell'uso dei suoli su base Ersaf - banca dati DUSAF7.
- Documento di Polizia idraulica sul reticolo idrico (2005) e Studio di individuazione del Reticolo Idrico Minore (RIM) comunale vigente.
- Piano di Protezione Civile / Piano di Emergenza del Comune di Brusaporto (scenari di rischio idraulico e idrogeologico storico).
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA-Po) e Direttiva Alluvioni.
- Piano Comprensoriale di Bonifica, di irrigazione e di tutela del territorio rurale del Consorzio di bonifica della Media Pianura Bergamasca (2017-2018)

In stretta osservanza di quanto prescritto dall'Articolo 14, commi 7, 9 e 9-bis del R.R. 23 novembre 2017, n. 7 e s.m.i., le attività conoscitive, lo scambio dei dati di consistenza idraulica e la mappatura delle criticità delle reti a supporto del presente studio sono state condotte di concerto e attraverso l'interscambio informativo con i soggetti istituzionali competenti sul territorio comunale, ovvero:

- la società UniAcque S.p.A., in qualità di gestore unico del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) per le reti di acquedotto, fognatura pubblica e depurazione;
- il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, quale ente di diritto pubblico preposto alla tutela e alla gestione dei canali di bonifica e del reticolo idrico secondario afferente al bacino territoriale di Brusaporto.

4.2. CONTENUTI DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

I contenuti del DoSRI sono dettagliati dall’art 14 comma 8 del R.R. n. 7 (Modalità di Integrazione tra pianificazione urbanistica e previsioni del piano d’ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica).

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve contenere la delimitazione semplificata delle condizioni attuali di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, potrà consentire di individuare le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali, atte al controllo e possibilmente anche alla riduzione delle condizioni di rischio medesime.

a) il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio o anche per insufficienza della rete fognaria individuate in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;

2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica pubbliche e di interesse pubblico o generale, 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, ivi compresi gli eventuali volumi di laminazione degli scarichi di acque reflue urbane o di laminazione lungo la rete fognaria pubblica. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d'ambito del servizio idrico integrato;

3. l'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;

3 bis. la delimitazione, in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali, delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte ovvero potenzialmente adatte con prescrizioni, all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, in relazione agli utilizzi idropotabili e con particolare riferimento alle zone di rispetto di cui alla normativa vigente,

aree con terreni contaminati, siti oggetto di procedimento di bonifica in corso o concluso di cui all'articolo 3, comma 7 bis, lettera d ter);

b) le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune in raccordo con il gestore del servizio idrico integrato per gli aspetti di pertinenza del servizio idrico;

c) le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 3, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale;

c bis) gli esiti del documento semplificato vengono inviati dal comune al gestore del servizio idrico integrato e all'ente di governo dell'ambito, di cui all'articolo 48 della l.r. 26/2003, per le azioni di competenza.

4.3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

Si riporta una sintesi delle caratteristiche territoriali del comune di Brusaporto estratte dalla relazione illustrativa a supporto della componente geologica del PGT redatta dallo scrivente. Gli elementi sintetizzati sono quelli che hanno una maggiore e diretta implicazione sulla formazione dei deflussi superficiali, sulle capacità di infiltrazione delle acque nel sottosuolo e sulla soggiacenza delle falde idriche.

4.3.1 Inquadramento geografico ed uso del suolo

Il Comune di Brusaporto occupa una porzione della alta pianura bergamasca compresa tra i fiumi Serio ed Oglio, ha una estensione di 5,046 km² e un'altitudine media di 255 m slm. La sua popolazione al 31-1-2026 era di 5715 abitanti con una densità di 1145 ab./km².

Si trova a circa a 8,5 km in direzione est-sud-est rispetto alla città di Bergamo. Confina a nord con i comuni di Albano Sant'Alessandro. ad Ovest con Seriate, a sud e ad est con Bagnatica e ancora con Albano Sant'Alessandro.

Il territorio è per lo più pianeggiante, ad eccezione del settore settentrionale comunale, dominato dal rilievo collinare isolato del M.te Tomenone (m. 371 m slm). L'altitudine minima è d 223 m slm in località Cascina Pezzola.

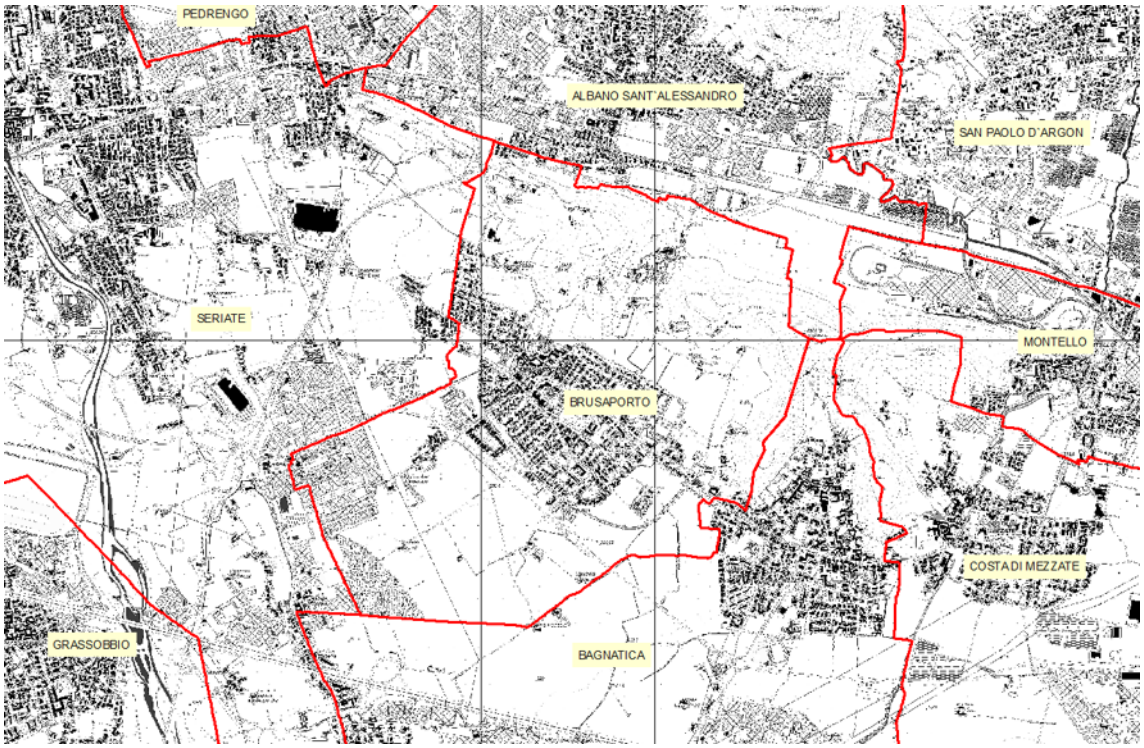
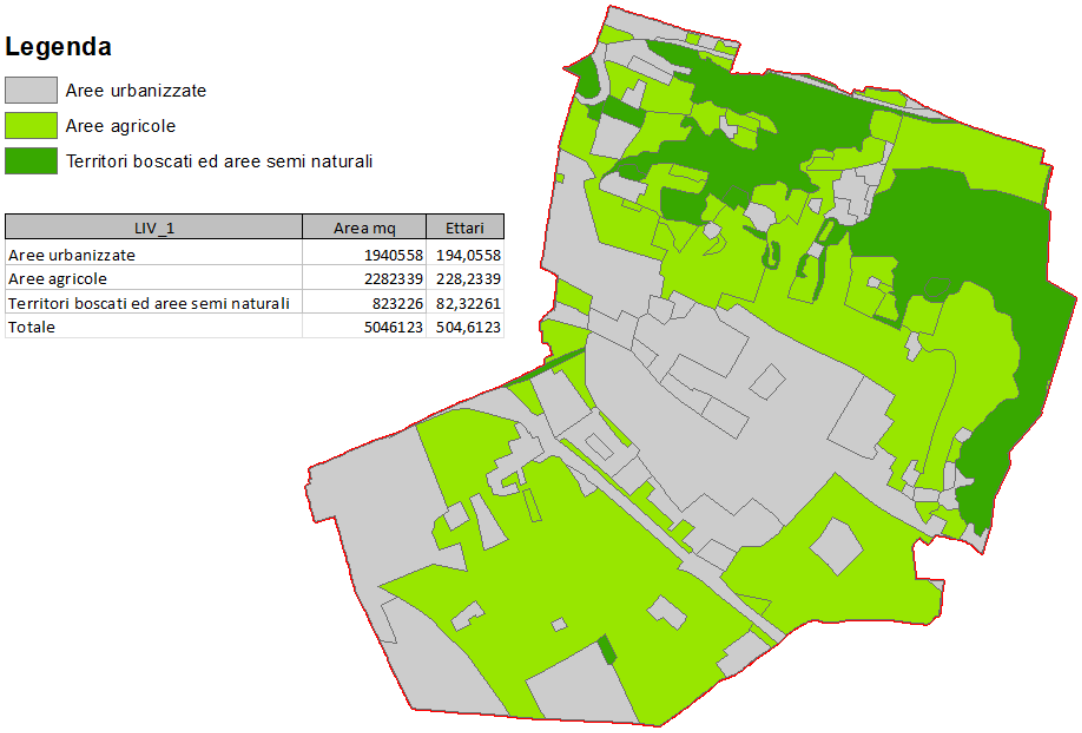


Figura 1: inquadramento geografico comune di Brusaporto

L'urbanizzazione residenziale si è sviluppata intorno al vecchio nucleo storico di Brusaporto (zona castello) mentre quella industriale e commerciale, si colloca preferenzialmente nel settore sud-occidentale. Secondo il Dusaf 7.0 il territorio urbanizzato occupa il 38,45% dell'intera superficie comunale.

La parte più estesa del territorio, pari al 45,22 % è occupata da aree agricole mentre il 16,33% riguarda i territori naturali.

L'ambito naturale più importante è costituito dal rilievo collinare del m.te Tomenone che si caratterizza per gli elevati valori ambientali, paesaggistici e di biodiversità.



LIV_1	Area mq	Ettari
Aree urbanizzate	1940558	194,0558
Aree agricole	2282339	228,2339
Territori boscati ed aree semi naturali	823226	82,32261
Totale	5046123	504,6123

Figura 2: estratto cartografia Dusaf 7.0

4.3.2 Piogge caratteristiche

Ai fini dell'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica, in particolare per quanto concerne la valutazione dei volumi di laminazione, le curve di possibilità pluviometrica, i tempi di ritorno e i metodi di calcolo da applicare in fase di progettazione, si deve far riferimento alle prescrizioni e agli allegati tecnici (Allegato G) del Regolamento Regionale n. 7 nel suo testo coordinato e vigente al momento della redazione del presente studio, fatte salve future modifiche e integrazioni della norma stessa.

Al momento il calcolo delle precipitazioni caratteristiche su cui basare i calcoli è esplicitato nel dettaglio al paragrafo 4.2.4 della relazione illustrativa della componente geologica al PGT a cui si rimanda per approfondimenti.

4.3.3 Inquadramento geologico

L'assetto geologico del territorio di Brusaporto è descritto nel dettaglio al capitolo 5.2 della relazione illustrativa della componente geologica a supporto del PGT. In questa sede si sintetizzano i suoi caratteri salienti. Il quadro descritto scaturisce dai dati della cartografia CARG.

Il territorio comunale di Brusaporto presenta un assetto geologico dominato da una evidente transizione morfologica e geologica tra un settore sud-occidentale dominato dalla pianura ed uno Nord-Orientale dominato dal rilievo collinare isolato del Monte Tomenone.

1. I Depositi Superficiali Quaternari (Settore di Pianura e Pedecollinare): La coltre dei depositi sciolti copre l'intera porzione centro-meridionale del territorio e si raccorda a nord con il rilievo collinare tramite due macro-unità (Supersintemi):

- Supersintema (Allogruppo) di Grassobbio: Occupa l'intero settore sud-occidentale della pianura comunale, riducendosi a modesti lembi verso nord alla base dei rilievi. È costituito da depositi alluvionali depositati in ambiente fluviale di tipo intrecciata (braided river). Litologicamente è formato da corpi stratoidi o lenticolari di ghiaie a supporto clastico o di matrice sabbiosa fine, con clasti arrotondati prevalentemente carbonatici. Mostra morfologie ben conservate articolate in superfici terrazzate e paleoalvei (tra cui il paleoalveo dello Zerra). La cementazione varia da assente a buona, e la sommità presenta un profilo di alterazione parzialmente rimaneggiato dalle attività agricole.
- Supersintema (Allogruppo) di Palazzago: Ammanta la fascia di raccordo pedemontana e le vallecole collinari nella porzione settentrionale del territorio. È classificato come costituito da depositi di versante e di colata (debris flow) che rielaborano i materiali fini a monte. Litologicamente è un complesso poligenico di limi, argille limose massive e diamicton con abbondante matrice sabbioso-limoso-argillosa e clasti calcarei locali da millimetrici a centimetrici. La permeabilità macroscopica di questa coltre è da considerarsi mediamente bassa a causa della forte componente fine e argillosa.

2. Il Substrato Roccioso (Settore Collinare del Monte Tomenone): L'ossatura del rilievo settentrionale del Monte Tomenone è costituita da successioni sedimentarie lapidee di origine marina profonda (sistemi torbiditici del Cretacico). Procedendo da nord verso sud, l'assetto strutturale conformato a monoclinale piegata, mette in luce le seguenti formazioni:

- Flysch di Pontida: Affiora in una stretta fascia alla base del rilievo. Consiste in una successione torbiditica di alternanze marnoso-arenacee a stratificazione da sottile a spessa, con banchi calcareo-marnosi intercalati.
- Arenaria di Sarnico: Costituisce la massa principale del rilievo collinare. È formata da un'alternanza regolare di peliti e arenarie grigie torbiditiche organizzate in banchi compatti, lobi e strati piano-paralleli.

- Conglomerato di Sirone: Costituisce una stretta fascia lenticolare di poche decine di metri al confine con Bagnatica, formata da corpi conglomeratici disorganizzati e massivi intercalati ad arenarie.
- Pietra di Credaro: È una successione uniforme di calcareniti e calcisiltiti grigie a prevalente laminazione parallela, a forte componente carbonatica, interrotta al Monte Tomenone da megastrati calcarei spessi fino a 5 metri contenenti blocchi oolitici.

4.3.4 Inquadramento geomorfologico

Secondo quanto riportato nelle Basi Informative Ambientali della Pianura (consultabili dal Geoportale della Regione Lombardia), nel territorio di pertinenza comunale sono riconoscibili, da sud verso nord, i seguenti sottoambiti:

Ambito dei terrazzi fluviali: superfici pianeggianti adiacenti e sospese rispetto al livello dei fiumi attuali, separate da uno o più ordini di scarpate morfologiche nette e generate da vecchi cicli di erosione e deposizione alternati.

Alta pianura: sottoambiti della fascia settentrionale della pianura padana, modellati dall'azione dei corsi d'acqua (nel caso in esame Serio a sud e Zerra a Nord); caratterizzata da sedimenti grossolani (ciottoli e ghiaie), permeabile e priva di acque superficiali stabili.

Terrazzi antichi: occupano una posizione altimetricamente più elevata e planimetricamente più distale rispetto ai corsi d'acqua attuali, in relazione sia al sollevamento generale del territorio successivo all'orogenesi alpina che all'attività erosiva fluviale. Sono per lo più rappresentati da depositi fluvioglaciali antichi, accumulati dalle acque di fusione dei ghiacciai durante i periodi glaciali precedenti all'ultimo massimo glaciale (per lo più attribuiti al Pleistocene medio, come le glaciazioni Mindel e Riss). Spesso emergono in modo isolato rispetto alla quota media della pianura circostante sotto forma di pianalti.

Il tratto distintivo principale dei terrazzi antichi lombardi è l'elevato grado di alterazione chimica dei sedimenti. A causa della prolungata esposizione agli agenti atmosferici, i suoli subiscono un processo di decarbonatazione e concentrazione di ossidi di ferro, che conferisce al terreno il tipico colore rosso-rossastro (ferretto o suoli ferrettizzati).

Le superfici sommitali di questi terrazzi sono frequentemente mascherate e ricoperte da depositi di polvere fine di origine eolica sedimentata durante le epoche glaciali fredde.

Avendo subito un'evoluzione pedogenetica verso argille di alterazione, la permeabilità superficiale si riduce rispetto alle piane fluvioglaciali recenti, modificando localmente i tassi di ricarica della falda acquifera.

Morfologicamente presentano una superficie sommitale suborizzontale o dolcemente inclinata verso i principali assi vallivi; non presenta in genere evidenze di alluvionamenti recenti poiché è esterna alle dinamiche fluviali attuali, anche se nel territorio di Brusaporto è riconoscibile uno di questi episodi.

Sono spesso delimitate rispetto alle valli dei fiumi e alla pianura recente da netti gradini morfologici (scarpate d'erosione), spesso densamente boscate per via della pendenza e della difficoltà di coltivazione meccanizzata.

Fondovalli montani ed intramorenici: occupano tipicamente le porzioni più depresse intervallive del rilievo collinare a nord del territorio comunale. Costituiscono morfologia a debole pendenza e sono frequentemente interessate da falde idriche sospese, che tendono a mantenere i suoli costantemente umidi o saturi. Si sono formate dall'accumulo di detriti che riflettono la natura petrografica dei bacini di alimentazione e la cui granulometria diminuisce con la distanza del trasporto. Essendo aree topograficamente depresse, costituiscono le naturali piane di esondazione dei corsi d'acqua montani e collinari, configurandosi come zone ad elevata suscettività di allagamento.

Rilievi isolati nella pianura: rilievi rocciosi che emergono come “isole" rispetto ai depositi alluvionali circostanti. Questi rilievi costituiti per lo più da substrato impermeabile, fungono da barriere o discontinuità rispetto ai sedimenti sciolti e permeabili della pianura (sabbie e ghiaie che ospitano le principali falde acquifere). Agiscono pertanto come scogli sotterranei che interrompono la continuità degli acquiferi padani, obbligando la falda idrica sotterranea a deviare o a risalire verso la superficie lungo i loro bordi.

Geneticamente sono le strutture sommitali cime di antiche catene montuose che sono state tettonicamente ribassate e progressivamente sepolte sotto centinaia di metri di depositi alluvionali trasportati dai fiumi nel Quaternario.

Presentano per lo più suoli evoluti per la prolungata esposizione agli agenti atmosferici degradanti.

4.3.5 Inquadramento pedologico

L'analisi dei suoli del territorio comunale di Brusaporto si basa sui dati ufficiali della Carta Pedologica della Regione Lombardia (ERSAF). Al fine di mantenere il massimo livello di dettaglio

idrologico per la pianificazione, viene conservata la scomposizione originaria delle Unità Tipologiche di Suolo (UTS) della banca dati Losan.

Si specifica che i parametri di permeabilità e le classi di drenaggio estratti dalla Banca Dati LOSAN (ERSAF) sono strutturalmente limitati al solo profilo pedologico superficiale alterato, avente uno spessore d'indagine generalmente non superiore a 1,5 - 2,0 metri dal piano campagna.

Tali informazioni, pur fondamentali per inquadrare la risposta idrologica immediata del suolo al dilavamento, non descrivono necessariamente le caratteristiche idrauliche del sottosuolo profondo, Ai fini della progettazione esecutiva delle opere di invarianza e dispersione profonda, i dati pedologici dovranno pertanto essere obbligatoriamente integrati da indagini geognostiche e prove di permeabilità in sito (Lefranc o analoghe) spinte alle reali profondità d'intervento.

La classificazione individua cinque macro-comportamenti pedologici, descritti di seguito in base alla loro attitudine idrologica e alla capacità di infiltrazione superficiale.

1. Suoli ad alta permeabilità e drenaggio rapido (Pianura Alluvionale)

- Suoli CFC1: Occupano le superfici alluvionali stabili e piane del settore di pianura. Sono suoli moderatamente profondi, limitati inferiormente da orizzonti fortemente scheletrici costituiti da ghiaie e sabbie grossolane calcaree. Presentano una tessitura da moderatamente grossolana a media, scheletro abbondante, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata. La capacità di ritenzione idrica (AWC) è bassa, configurando queste aree come idonee all'infiltrazione e alla ricarica idrica diffusa.
- Suoli RMG2 / ALT1: Rappresentano il livello fondamentale della pianura fluvioglaciale ghiaiosa con tracce di paleoidrografia a canali intrecciati. Sono suoli sottili o poco profondi (RMG2) o moderatamente profondi (ALT1), limitati da orizzonti sabbioso-ghiaiosi con scheletro molto abbondante a partire dai 30-70 cm. Presentano drenaggio buono, permeabilità moderata e bassa capacità di ritenzione idrica (AWC), garantendo ottimi tassi di infiltrazione.

2. Suoli di paleoalveo a permeabilità moderata (Ambiti Specifici)

- Suoli PAL1 e CDD2 (Gruppo Indifferenziato - GI): Si sviluppano in ambienti localizzati di paleoalveo o in depressioni torrentizie non più attive dell'alta pianura ghiaiosa.

I suoli PAL1 presentano un substrato di ghiaie limose con sabbia, sono profondi, hanno permeabilità moderata, drenaggio buono e una capacità di ritenzione idrica (AWC) molto alta.

I suoli CDD2 mostrano un substrato sabbioso-ghiaioso fortemente calcareo, con scheletro scarso nei primi 50 cm e abbondante al di sotto. Il drenaggio è moderatamente rapido con permeabilità moderatamente elevata.

3. Suoli profondi di fondovalle e piane di divagazione

- Suoli VTT2: Caratterizzano i fondovalli alluvionali e i piani di divagazione dei corsi d'acqua storici o fossili del reticolo olocenico (ambito dei terrazzi fluviali recenti). Sono suoli molto profondi a tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, con scheletro da assente a scarso. Pur avendo una permeabilità moderata e un buon drenaggio, presentano una capacità di ritenzione idrica (AWC) molto alta e risentono di limitazioni locali legate all'inondabilità o alla presenza temporanea di acqua nel profilo.

4. Suoli a permeabilità moderatamente bassa (Terrazzi Antichi)

- Suoli LPO1: Si riscontrano sui lembi isolati dei terrazzi antichi stabili (Pleistocene medio / Mindeliano) risparmiati dall'erosione. Il substrato è limoso-sabbioso non calcareo. Sono suoli moderatamente profondi limitati strutturalmente dalla presenza di un orizzonte compatto di tipo fragipan. Di conseguenza, presentano un drenaggio mediocre e una permeabilità moderatamente bassa, che riduce drasticamente l'attitudine all'infiltrazione diretta e favorisce il ruscellamento potenziale.

5. Suoli sottili a elevato ruscellamento (Versanti Collinari)

Suoli MTO1 e Sottotipo NNZ2: Coprono i versanti ripidi del rilievo collinare (Monte Tomenone) soggetti a forte erosione.

- I suoli MTO1 sono estremamente sottili per contatto litico marnoso-arenaceo entro i 50 cm. Presentano reazione acida, scheletro comune, capacità di ritenzione idrica (AWC) da molto bassa a bassa e permeabilità moderatamente elevata nella coltre sciolta. Tuttavia, a causa delle pendenze medie elevate (intorno al 31%) e del contatto roccioso subaffiorante, non sono idonei a interventi di infiltrazione e generano un forte rischio di runoff superficiale.
- Il sottotipo NNZ2 occupa le fasce colluviali di piede versante e i conoidi di deiezione (pendenza media 11%). Sono moderatamente profondi, limitati da roccia coerente, a tessitura moderatamente fine e con permeabilità moderata.

Quadro di Sintesi Idropedologica per l'Invarianza

Unità di Suolo	Unità di Paesaggio / Fisiografia	Grado di Permeabilità	Limitazioni Idrologiche Generali	Idoneità Macro all'Infiltrazione
CFC1	Superfici alluvionali piane	**Moderata / Rapida**	Limitata profondità per scheletro	**Alta idoneità**
RMG2 / ALT1	Livello fondamentale della pianura	**Moderata**	Sottili, scheletro abbondante	**Alta idoneità**
PAL1 / CDD2	Paleoalvei e depressioni fossili	**Moderata / Elevata**	Localizzati in depressioni	**Moderata idoneità**
VTT2	Fondovalli e piane di divagazione	**Moderata**	Rischio inondabilità e saturazione	**Bassa idoneità**
LPO1	Terrazzi antichi isolati	**Moderatamente Bassa**	**Presenza di fragipan**	**Non idonei**
MTO1	Versanti collinari ripidi	**Efficace solo in coltre**	**Forte pendenza, contatto litico**	**Non idonei** (Alto Runoff)

4.3.6 Inquadramento idrogeologico

Per un inquadramento a livello di macro e mesoscala si rimanda allo studio geologico su base comunale. Nel seguito si riporta la sintesi della struttura idrogeologica locale.

Lo schema idrogeologico concettuale del territorio è caratterizzato da una progressiva chiusura delle sequenze stratigrafiche di pianura contro la prosecuzione dell'edificio collinare al di sotto dei terreni di pianura.

Il rilievo del Monte Tomenone: È costituito da una successione lapidea cretacica affiorante (Flysch) a comportamento sostanzialmente impermeabile, priva di una falda continua. Il rilievo prosegue nel sottosuolo approfondendosi verso sud.

I depositi eluvio/colluviali di versante: fasciano tutto il rilievo collinare, sia a Nord che a Sud. Dove gli spessori sono rilevanti possono ospitare limitate faldine sospese localizzate, alimentate

dalla convergenza delle acque di ruscellamento dei bacini collinari soprattutto nei settori caratterizzati da una marcata concavità.

I pianalti e i terrazzi fluvioglaciali antichi (Pleistocene medio): si collocano in una posizione idrogeologicamente complessa. Sebbene l'acquifero freatico principale si attesti in questo settore a profondità molto elevate, la forte alterazione chimica superficiale dei terreni ha generato orizzonti argillosi compatti (suoli ferrettizzati o livelli di tipo fragipan). Nelle porzioni morfologicamente più depresse e concave di questi terrazzi, tale orizzonte agisce come un diaframma impermeabile superficiale locale, impedendo la percolazione profonda e originando falde sospese sub-superficiali. Durante gli eventi meteorici intensi, la saturazione di questo livello, unita agli apporti del reticolo di gronda, innesca fenomeni localizzati di allagamento e ristagno.

Il bedrock impermeabile sepolto: Rappresenta la prosecuzione profonda del rilievo emerso cretacico. I dati del pozzo del campo sportivo comunale dimostrano che il substrato roccioso si trova a profondità modeste nella zona dei terrazzi antichi. La transizione tra depositi superficiali e substrato roccioso è stata riscontrata a soli 58 metri dal piano campagna.

L’alta pianura e i terrazzi fluviali recenti:

L'accumulo e la circolazione idrica sotterranea principale avvengono all'interno dei depositi sciolti e cementati della pianura attraverso due unità comunicanti:

- Unità ghiaioso-sabbiosa superficiale: Ha uno spessore medio di circa 30 metri ed è costituita da ghiaie poligeniche e sabbie sciolte altamente permeabili. Ospita la porzione superiore della falda idrica freatica di tipo libero. L'elevata permeabilità di questi depositi favorisce una rapida ricarica ad opera delle acque di infiltrazione superficiale.
- Unità ghiaioso-conglomeratica profonda (Ceppo): Siede al di sotto dell'unità sciolta con spessori massimi stimati in 70-80 metri. È formata da bancate di conglomerati cementati alternati a ghiaie. A Brusaporto mancano livelli argillosi continui in grado di separare i flussi. Di conseguenza, l'unità profonda è in comunicazione idraulica diretta con l'acquifero freatico superficiale. La circolazione avviene lungo vie preferenziali e discontinuità della cementazione.

Eccezioni locali (Falda in pressione): L'unica eccezione localizzata è registrata presso il pozzo del condominio "Le Querce" (profondo 80 metri), dove una successione impermeabile locale isola un orizzonte acquifero profondo confinato tra i 70 e gli 80 metri di profondità.

Unità Idrogeologica	Posizione / Settore	Tipo di Falda	Permeabilità / Idraulica	Vincoli per l'Invarianza Idraulica
Fascia Colluviale Pedemontana	Piede del rilievo settentrionale	Piccole falde sospese locali temporanee	Variabile (matrice fine)	Rischio di saturazione locale negli impluvi e alimentazione dei ruscellamenti.
Terrazzi Antichi (Pianalti)	Lembi isolati sopraelevati	Assente in superficie; falde sospese superficiali (localmente nelle depressioni)	Bassa in superficie (suoli argillosi / *fragipan*)	Forte runoff; rischio di saturazione superficiale e allagamenti localizzati nelle zone depresse; infiltrazione difficile.
Unità Ghiaioso-Sabbiosa	Pianura centro-meridionale	Freatica libera principale	Elevata per porosità	Ottima attitudine alla ricarica; spessore insaturo maggiore procedendo verso sud.
Unità Ghiaioso-Conglomeratica	Sottosuolo profondo della pianura	Comunicante con la freatica libera	Disomogenea (fessure/pori)	Costituisce il corpo profondo dell'acquifero principale (Ceppo s.l.).
Substrato Roccioso (Bedrock)	Rilievo Nord e basamento profondo	Assente (Aquiclude)	Sostanzialmente impermeabile	Limita geometricamente lo spessore dell'acquifero a nord (fino a 58 m).

4.3.6.1 *Piezometrie e soggiacenza*

Se si escludono le falde sospese stagionali che possono caratterizzare alcuni settori del territorio comunale di Brusaporto, l'acquifero freatico è generalmente profondo e si attesta ad una quota di 215 m s.l.m. ai piedi del rilievo collinare (dove presente) fino ai 184 m s.l.m. del confine meridionale. Il gradiente medio è pari all'1,24%.

La soggiacenza passa da un valore di circa 26-30 metri nel settore più settentrionale fino a 45-50 metri in quello meridionale.

4.3.6.2 *Permeabilità sub-superficiale*

Con permeabilità sub-superficiale si intende la permeabilità che caratterizza gli orizzonti geologici al di sotto degli orizzonti pedogenizzati che possono avere permeabilità sensibilmente inferiori.

La valutazione della permeabilità sub-superficiale del territorio comunale di Brusaporto rappresenta uno strumento conoscitivo fondamentale per la pianificazione urbanistica, la gestione delle acque meteoriche e la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee.

Si riporta la matrice della Permeabilità Naturale Locale, mediante attribuzione a ciascuna unità cartografata un valore discreto di conducibilità idraulica superficiale (K), espresso in ordini di grandezza interi per consentire un rapido confronto.

Considerando la variabilità naturale del parametro K in terreni tendenzialmente eterogenei si è preferito considerare il valore inferiore dell'intervallo di variabilità.

- **Terrazzi recenti (Ghiaie pulite e sabbioso-ghiaiose):** Caratterizzati da un'altissima energia di deposizione e assenza di alterazione, a cui è stato assegnato un valore di 10e-3 m/s (Permeabilità Molto Alta).
- **Livello Fondamentale della Pianura (LFP):** Costituito da depositi ghiaioso-sabbiosi con una presenza da scarsa a moderata di matrice limosa legata alla naturale evoluzione del suolo, stabilizzato a un valore di 10e-4 m/s (Permeabilità Alta).
- **Depositi colluviali limoso-argillosi di versante:** Prodotti dal dilavamento fine dei rilievi, presentano una tessitura compatta che limita l'infiltrazione, quantificata in 10e-7 m/s (Permeabilità Bassa).
- **Terrazzi alluvionali antichi ferrettizzati:** Caratterizzati da un profilo pedogenetico maturo e profondo, dove l'orizzonte superficiale eluviale-illuviale (il "ferretto") è fortemente arricchito in argille colloidali e ossidi di ferro. Questo livello agisce come un vero e proprio orizzonte limitante, a cui è stato attribuito il valore cautelativo di 10e-8 m/s (Permeabilità Molto Bassa).
- **Substrato roccioso dei rilievi collinari:** Costituito dall'ammasso roccioso compatto dominante e tendenzialmente impermeabile, mappato a 10e-9 m/s (Praticamente Impermeabile). Poiché la permeabilità per fessurazione superficiale (che può raggiungere valori intorno a 10e-6 m/s) non è geometricamente perimetrabile a scala comunale, si è scelto di mantenere ovunque il valore cautelativo dell'ammasso compatto.

4.3.7 Inquadramento idrografico

Gli elementi che costituiscono l'idrografia superficiale del territorio di Brusaportosono riferibili a due distinti gruppi. Il primo è rappresentato dall'insieme dei canali in gestione al Consorzio di Bonifica della Media pianura bergamasca. Si tratta di corsi d'acqua con finalità di bonifica e irrigue, in massima parte su sedime artificiale. Il secondo è rappresentato dai corsi d'acqua, in parte naturali, in parte artificiali, riferibili al Reticolo Idrico Minore di pertinenza comunale. Nella Figura 44 sono rappresentati: in colore magenta il Reticolo Idrico Principale (RIP) in prossimità del territorio comunale, in azzurro il reticolo del consorzio di bonifica (RIB) e in ciano il reticolo idrico minore (RIM) di pertinenza comunale. La definizione del reticolo idrico comunale è stata effettuata ormai nel lontano 2007 dallo scrivente e non è mai stata soggetta ad aggiornamento.

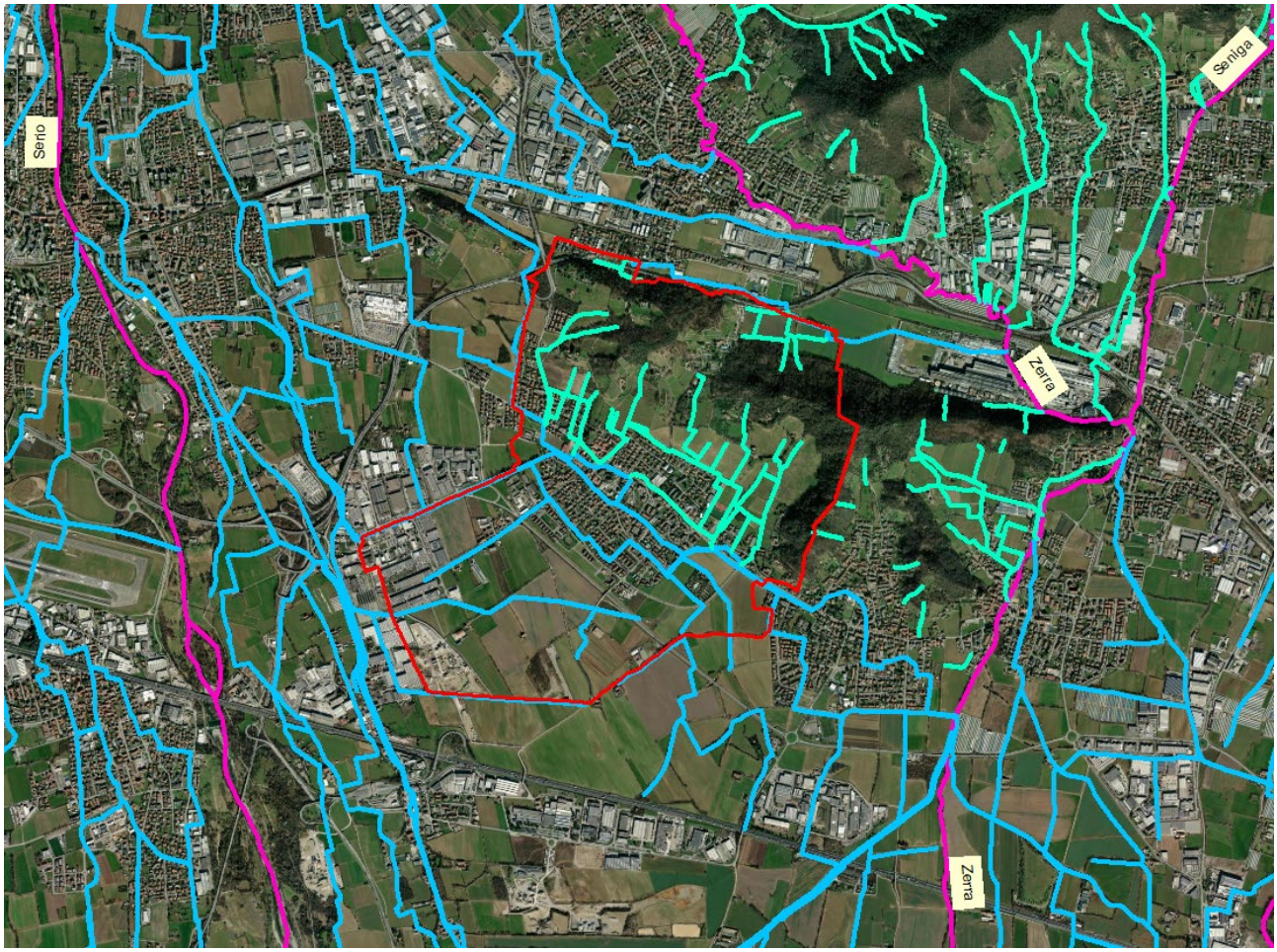


Figura 3: schema dell'idrografia che insiste nel territorio comunale.

Di seguito si riassumono le conoscenze relative a tali elementi.

4.3.7.1 *Reticolo consortile (Consorzio di Bonifica della media pianura bergamasca)*

I corsi d'acqua del RIB sono stati identificati dal CBMPB nel "Piano comprensoriale di bonifica, irrigazione e di tutela del territorio rurale", adottato il 15/09/2017 con Deliberazione n. 58.

Nella Tabella 7 si riporta l'elenco delle rogge in gestione al CBMPB che interessano il territorio comunale.

CODICE CANALE	NOME CANALE	FUNZIONE	TIPO CANALE
446	ROGGIA PICCIALUNGA	Irriguo	Terziario
447	ROGGIA PONCHIONE	Irriguo	Terziario
449	RAMO BOLGHERA	Irriguo	Secondario
453	ROGGIA RONCAGLIA	Promiscuo	Secondario
459	ROGGIA BAGNATICA CATTANEA	Promiscuo	Secondario
461	ROGGIA PASSI ALBANA	Promiscuo	Primario
462	ROGGIA BAGNATICA BRUSAPORTO	Irriguo	Terziario

Tabella 1: rogge in gestione al Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca presenti in Brusaporto

La roggia Piccialunga rappresenta il tratto terminale, suddiviso in diversi rami secondari, della Roggia Bagnatica Brusaporto, da cui si dirama in prossimità della periferia meridionale del centro abitato per poi entrare in territorio di Bagnatica, dove muore.



Figura 4: roggia Piccialunga e Ponchione

Anche la roggia Ponchione, costituisce una ramificazione secondaria della Roggia Bagnatica Brusaporto e si dirama dalla prima nello stesso punto della roggia Piccialunga per poi entrare anch'essa in territorio di Bagnatica.

Il Ramo Bolghera è una diramazione della roggia Borgogna est, che parte in territorio di Seriate, si suddivide in due braccia, entra in Brusaporto da ovest e provvede ad irrigare i terreni agricoli ubicati nel settore meridionale del comune.



Figura 5: Ramo Bolghera, diramazione della roggia Borgogna Est

La roggia Roncaglia è una diramazione della roggia Borgogna Ovest, che attraversa i comuni di Scanzorosciate, Pedrengo e Seriate, ed entra in comune di Brusaporto da Nord.Ovest. Dopo aver attraversato la zona del centro storico, si immette nella roggia Bagnatica Cattanea.

La roggia Bagnatica Cattanea si dirama in territorio di Seriate, a partire dalla roggia comunale di Seriate, costeggia il confine occidentale del comune tra le zone industriali di Seriate e Brusaporto e raggiunge il territorio di Bagnatica, dopo aver tagliato in due il centro abitato di Brusaporto.

La roggia Passi Albana costeggia la porzione settentrionale del territorio comunale al confine con il comune di Albano Sant'Alessandro. Nasce da una risorgiva conosciuta con il nome di "La Asca" in territorio di Albano e transita in territorio di Brusaporto solo marginalmente.

Infine la roggia Bagnatica Brusaporto, si dirama dalla Roggia Borgogna Ovest in territorio di Seriate, costeggia il confine comunale con Seriate lungo via Pastrengo quindi attraversa la porzione meridionale del centro abitato di Brusaporto, dando prima luogo ad una diramazione secondaria lungo via San Domenico, per poi dirigersi verso Est fino a raggiungere il territorio di Bagnatica nel quale prosegue.



Figura 6: Roggia Roncaglia



Figura 7: Roggia Bagnatica Cattanea

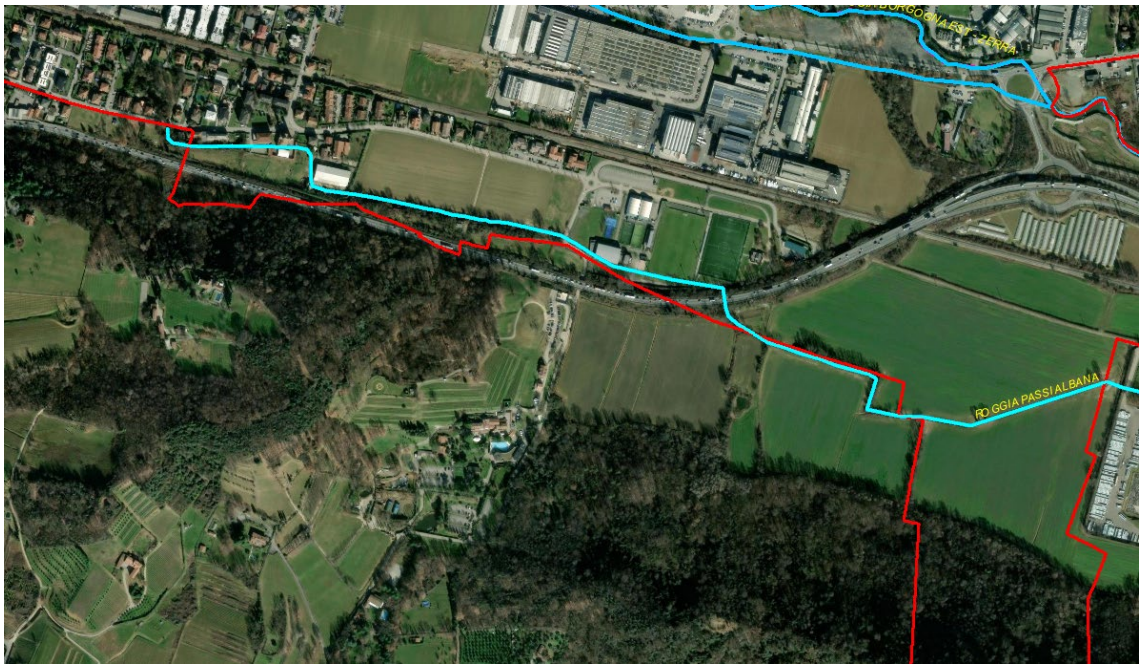


Figura 8: Roggia Passi Albana



Figura 9: Roggia Bagnatica Brusaporto

4.3.7.2 *Reticolo Minore di competenza comunale*

Interessa sostanzialmente la zona collinare a nord del centro abitato e la zona di raccordo tra questa e il reticolo idrico di bonifica che costituisce l'insieme dei collettori di recapito. Per i dettagli dello studio si rimanda al relativo elaborato tecnico.

Il territorio municipale di Brusaporto si caratterizza per un reticolo idrografico naturale di modesto sviluppo. Esso è costituito da piccole incisioni vallive che si diramano radialmente dai rilievi collinari, estendendosi verso le aree pianeggianti limitrofe secondo una configurazione tipicamente centrifuga.

Nella cartografia allegata la rete idrica è stata classificata distinguendo i corsi d'acqua a regime permanente e temporaneo, i tratti scoperti o intubati, e i canali artificiali adibiti all'irrigazione.

In ragione dell'esiguità dei bacini idrografici tributari, il regime idrologico è strettamente dipendente dall'andamento delle precipitazioni meteoriche, anche perché non sono presenti manifestazioni sorgentizie rilevanti e persistenti. In tali contesti, le portate si riducono a livelli infinitesimali, rasentando lo zero durante la stagione siccitosa mentre, in concomitanza con eventi meteorologici di spiccata intensità, possono dar luogo a portate significative.

Le acque di questi rii, giunte in prossimità del centro edificato, sono convogliate in una rete artificiale, in parte scoperta e in parte intubata, che in ultima analisi si raccorda alla rete di canali del reticolo idrico di bonifica.

Nel settore collinare l'unico corpo idrico a regime permanente, pur con portate di magra assai modeste è il rio indicato al numero 8 del RIM. Si tratta di un piccolo corso d'acqua alimentato da una sorgente a regime variabile in località Fontanelli.

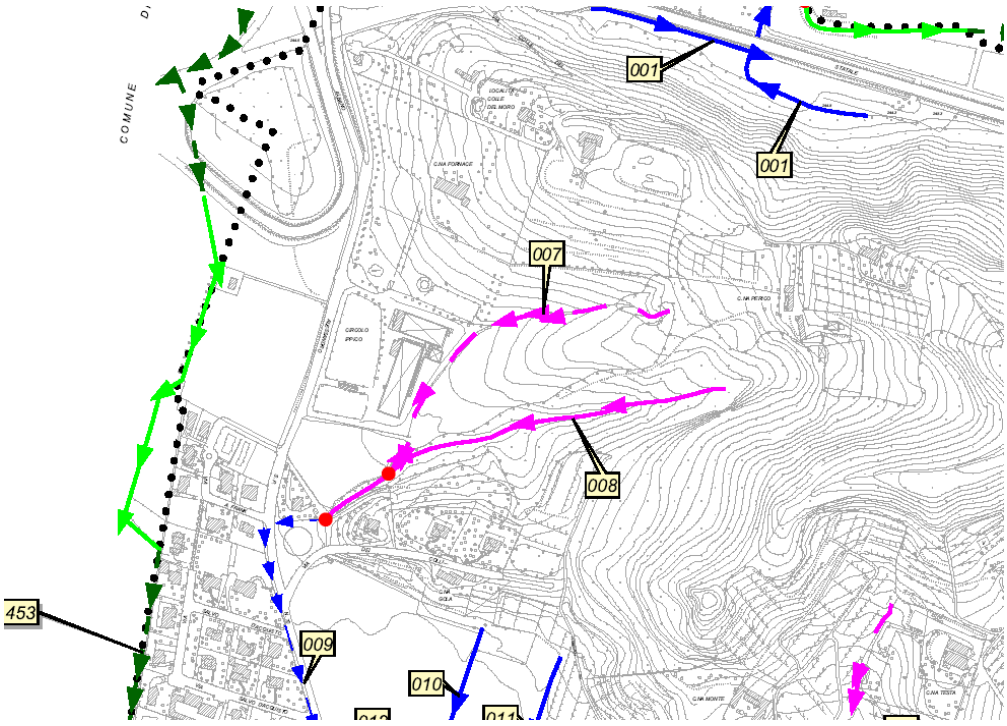


Figura 10: estratto del RIM di Brusaporto

Tutti gli altri corsi d'acqua che scorrono nei principali incisi collinari, hanno un carattere effimero legato all'entità delle precipitazioni meteoriche.

Alla base del rilievo collinare (cfr Figura 53) è presente una fascia di terreni agricoli, che sono solcati da fossi per lo più artificiali, che hanno lo scopo di favorire il deflusso idrico verso valle.

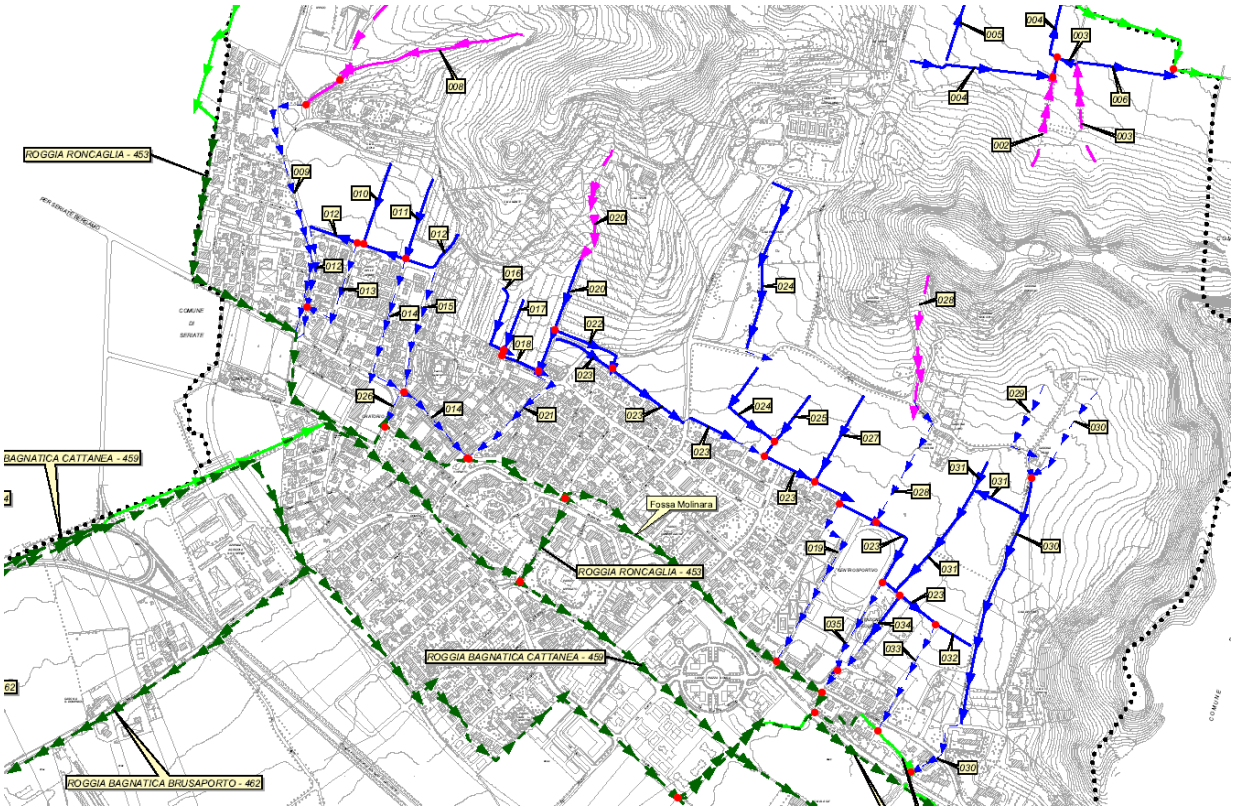


Figura 11: estratto della cartografia del RIM comunale

Tra tutti questi corsi d'acqua, riveste un ruolo di primaria importanza il fosso indicato al numero 23. Questo rio, interamente artificiale, scorre al limite settentrionale del centro abitato e ha la funzione di fosso di guardia nei confronti delle acque di ruscellamento che provengono dal versante collinare. Si tratta di un fosso di sezione localmente insufficiente per contenere le portate che si verificano in coincidenza con precipitazioni intense o prolungate (bombe d'acqua). Inoltre è interessato da alcuni attraversamenti, (es. via Cantalupa e accessi alla pista ciclopedonale) che riducono significativamente la sezione di deflusso cauando rigurgiti e straripamenti a monte.

In passato l'esondazione delle acque di questo fosso, favorita anche dall'ostruzione ad opera di detriti di alcuni tratti intubati, ha determinato frequenti allagamenti delle strade limitrofe, spesso invadendo anche zone altimetricamente depresse (autorimesse interrate, cortili a quote inferiori a quelle del piano stradale). Gli episodi più significativi risalgono al 9/9/2005 e in due momenti

distinti nel 2016. In tempi recenti il fenomeno si è registrato due volte; il giorno 9/9/2024 e il giorno 28/1/2025.

5 DELIMITAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO COMUNALE

5.1. IL CONTESTO IDRAULICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Brusaporto ha sviluppato storicamente il proprio tessuto edificato a ridosso dei rilievi collinari del Monte Tomenone, un contesto geologico caratterizzato dalla presenza di formazioni di flysch cretacici a matrice sostanzialmente impermeabile. Tale comportamento si estende anche alla fascia più strettamente pedecollinare dominata da depositi eluvio/colluviali in cui la frazione limoso argillosa è sempre rilevante.

I terrazzi antichi, che fungono da raccordo morfologico tra la fascia pedecollinare e la pianura, presentano superfici sostanzialmente pianeggianti caratterizzate in generere da suoli profondi, localmente interessati da processi di ferrettizzazione. La presenza di orizzonti da illuviazione e la frequente formazione di fragipan conferiscono a questi ambiti una permeabilità intrinseca molto scarsa. Di conseguenza, anche tali porzioni di territorio favoriscono un elevato tasso di run-off (ruscellamento superficiale) e l'innesco di ristagni idrici diffusi, in particolare nelle depressioni morfologicamente predisposte

Questa configurazione d'ambito, associata a bacini idrografici collinari di dimensioni spaziali modeste e caratterizzati da tempi di corrivazione estremamente ridotti, determina le condizioni strutturali per l'innesco di deflussi superficiali rapidi e volumetricamente significativi in concomitanza con gli eventi meteorici più intensi. La combinazione tra l'impermeabilità dei suoli e la rapidità di risposta idraulica dei versanti determina una forte pressione idraulica sul reticolo di scolo ricevente.

5.2. AREE A RISCHIO IDRAULICO PER ESONDAZIONE

5.2.1 Cartografia pai-pgra vigente

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta “Direttiva Alluvioni”), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 febbraio 2017).

Si rimanda al capitolo 5.6.5 della relazione illustrativa dello Componente Geologica al PGT (2026) per la descrizione delle finalità, strutturazione e implicazioni territoriali di questo documento.

Il Piano ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

In Figura 12 i riporta lo stralcio della visualizzazione del Geoportale della Regione Lombardia che individua l'area allagabile che interessa il territorio comunale il cui confine è rappresentato dalla linea bianca.



Figura 12: estratto della Carta PGRA vigente (ridisegnato da Geoportale Lombardia)

Nelle Figura 13 è rappresentato il punto in cui la Roggia Bagnatica Cattanea viene intubata dopo un breve tratto scoperto in territorio di Brusaporto. L'insufficienza della sezione, spesso ulteriormente ridotta dall'accumulo di detriti durante gli eventi meteorologici di maggiore intensità, determina l'esondazione delle acque verso sud, con allagamento dei campi circostanti in territorio di Brusaporto e Bagnatica (Figura 14). Le acque esondate scorrono poi verso sud, fino ad invadere le propaggimi occidentali dell'edificato di Bagnatica dove possono invadere interrati, garage e cantine.

Nella Figura 15 si riporta l'estratto del P.P.C. di Bagnatica che illustra la problematica.



Figura 13: restringimento sezione di deflusso all'ingresso di Bagnatica



Figura 14: allagamento campi conseguente all'esondazione per inadeguatezza sezione foto precedente

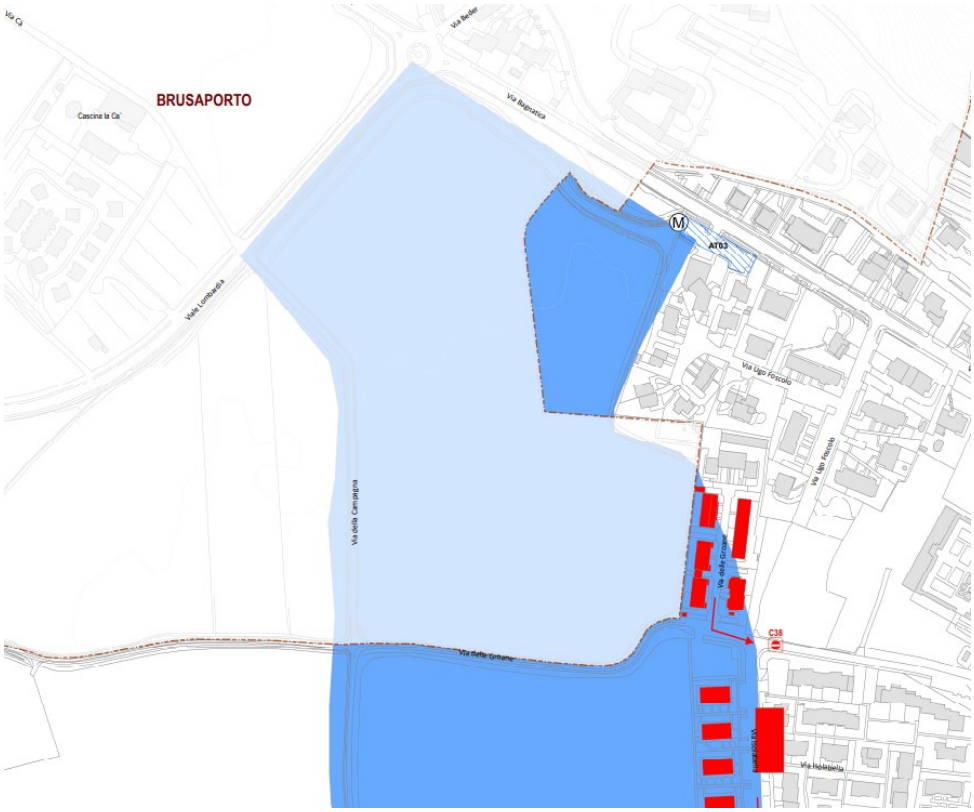


Figura 15: estratto PPC di Brusaporto il punto M indica il punto di monitoraggio idraulico

Pericolosita_RSP_CR
ITN00804HRSP4
ITN00804MRSP27

Location: 560,082.918 5,057,032.985 Meters

Field	Value
ALTIDRICA	No
AMBITOAMM	RLO
AMBITOTER	RSP
ANNOEVENTO	
ANNOSTUDIO	
ARTICOLO6	
CODAREA	ITN00804HRSP4
CODELIDR	
CODSCENAR	H
DATACONS	20251124
FID	153
NOMECONS	04 - Media Pianura Bergamasca
NOMEELIDR	
NOTE_	
NUMABIT	27
NUMAREA	4
NUMIED	0
OBJECTID	0
ORIGINE	A11
Shape	Polygon
SHAPE_AREA	343530.587464
SHAPE_LEN	2956.92173
SHAPE_LENG	0
STUDIO	
TDURATA	6
TIPFENOM	A35
TIPOCAUSA	IR
TIPODATO	D
TRITORNO	50
VDEFLUSSO	SS
WIZ_U32WG_	0.343531

Pericolosita_RSP_CR
ITN00804HRSP4
ITN00804MRSP27

Location: 560,262.438 5,056,532.315 Meters

Field	Value
ALTIDRICA	No
AMBITOAMM	RLO
AMBITOTER	RSP
ANNOEVENTO	
ANNOSTUDIO	
ARTICOLO6	
CODAREA	ITN00804MRSP27
CODELIDR	
CODSCENAR	M
DATACONS	20251124
FID	1150
NOMECONS	04 - Media Pianura Bergamasca
NOMEELIDR	
NOTE_	
NUMABIT	43
NUMAREA	27
NUMIED	0
OBJECTID	0
ORIGINE	A11
Shape	Polygon
SHAPE_AREA	343530.587464
SHAPE_LEN	2956.92173
SHAPE_LENG	0
STUDIO	
TDURATA	6
TIPFENOM	A35
TIPOCAUSA	IR
TIPODATO	D
TRITORNO	50
VDEFLUSSO	SS
WIZ_U32WG_	0.343531

Figura 16: dati sottostanti i due scenari di pericolosità H ed M relativa al PGRA di Brusaporto

In Figura 16 sono riportati i dati associati alle due aree PGRA H ed M per il territorio di Brusaporto. I codici fanno riferimento al documento "Aree allagabili – organizzazione e documentazione dei dati" reperibile all'indirizzo https://www.regione.lombardia.it/content/dam/rl/canali-tematici-servizi/06-ambiente-e-territorio/19-pianificazione-territoriale/03-pianificazione-di-bacino/piano-gestione-rischio-alluvioni-pgra/allegati/cartografiapgra/aree-allagabili-organizzazione-documentazione-dati-variante-pai-mappe-pericolosita-rischio-alluvione.pdf.

Il significato dei codici, da cui si desumono gli aspetti principali della problematica idraulica sono riportati nelle tabelle successive. In particolare si noti come il fenomeno sia classificato come esondazione a sviluppo lento (A35) e come tipologia Scorrimento Superficiale. Si evidenzia inoltre che la causa sia l'insufficienza del reticolo idrico IR e come i tiranti non siano superiori a 50 cm.

Campo	Descrizione	Obbligo	Tipo dato	Lunghezza	Dominio	Nome in tabella
Codice	Codice univoco dell'aa a livello di Unione Europea	O	testo	42	Vedi nota specifica	Codarea
Ambito territoriale	Sigla dell'ambito territoriale (il dato è uguale per tutti i record del presente strato informativo ed è utile per differenziare gli elementi in fase di visualizzazione congiunta delle aa di tutti gli ambiti)	O	testo	4	RSP (Reticolo Secondario di Pianura)	Ambitoter

Campo	Descrizione	Obbligo	Tipo dato	Lunghezza	Dominio	Nome in tabella
Denominazione del Consorzio	Denominazione del Consorzio nel quale ricade l'area specificata	O	testo	100		NomeCons
Numero area	Numero progressivo dell'area all'interno del comprensorio	O	intero	3		NumArea
Denominazione elemento idrico	Denominazione dell'elemento idrico.	Op	testo	50	Nomi presenti nell'elenco dei corpi idrici	Nomeelidr
Codice elemento idrico	Codice dell'elemento idrico.	Op	testo	30	Codici presenti nell'elenco dei corpi idrici	Codelidr
Codice scenario di alluvione	Codice dello scenario di alluvione	O	testo	2	H (High - Frequente), M (Medium - Poco Frequente)	Codscenar
Data di consegna	Data di consegna della specifica area (*)	Op	data	10	espresso come aaaa/mm/gg	Datacons
Studio di provenienza	Sigla del tipo di studio, Nel caso la perimetrazione sia stata individuata con studi idraulici	Op	testo	2	MS (metodo semplificato), MC (metodo completo)	Studio
Anno studio	Indicazione dell'anno di redazione dello studio	Op	testo	4		AnnoStudio
Anno evento	Indicazione dell'anno di accadimento dell'evento (nel caso di area inviluppo di più eventi si intende l'anno più recente)	Op	testo	4		AnnoEvento
Tipologia fenomeno	Tipologia del fenomeno interessato FHRM_FloodHazardMapAdditionalFloodType.FloodTypes	O	testo	3	A35 (Slow onset flood)	TipFenom
Tempo di ritorno	Numero indicante gli anni del tempo di ritorno - corrisponde all'informazione FHRM_Med/High/LowProbability.Frequency	O	intero	6	Un valore coerente con lo scenario di alluvione – se non noto mettere il valore "-7777"	Tritorno
Tipo causa	Sigla della tipologia di causa che genera l'aa	Op	testo	2	IR (insufficienza reticolo), R (rigurgito), M (misto)	TipoCausa

Campo	Descrizione	Obbligo	Tipo dato	Lunghezza	Dominio	Nome in tabella
Superamento della soglia di altezza idrica	Indicazione del fatto che il tirante medio sia maggiore oppure minore o uguale del valore soglia di 0,5 metri	Op	testo	2	Si (valore superato), No (valore sotto o pari alla soglia)	AltIdrica
Caratteristica del deflusso	Velocità qualitativa del deflusso definita in " ristagno/rigurgito", "scorrimento superficiale" OPPURE velocità maggiore o inferiore / uguale al valore soglia di 0,4 m/s	Op	testo	2	RR (ristagno rigurgito), SS (scorrimento superficiale), Si (valore di soglia superato), No (valore sotto o pari alla soglia)	VDeflusso
Durata	Tempo massimo rilevato di permanenza dell'allagamento sull'area per intervalli	Op	intero	2	6 (minore o uguale a 6 ore), 24 (più di 6 ore e meno o pari a 24 ore), 48 (più di 24 ore e meno o pari a 48 ore), 99 (maggiore di 48 ore)	TDurata
Area	Misura della superficie dell'area allagabile (in kmq)	O	reale	10 (con 6 decimali)	Valore positivo	Area

Nel caso del comune di Brusaporto l'esondazione della Roggia Cattanea Bagnatica, interessa solamente ambiti agricoli. Nell'adiacente comune di Bagnatica ad essere interessati sono invece diversi edifici che vengono invasi dalle acque provenienti dai campi.

5.2.2 Episodi di allagamento di alcune zone del centro abitato adiacenti il canale 23

L'evento meteorico e alluvionale che ha colpito la provincia e la città di Bergamo nella prima mattinata del 9 settembre 2024 (tra le 03,00 e le 5,00), provocando ingenti danni, è stato un fenomeno parossistico ed estremamente concentrato, caratterizzato da una violenta "bomba d'acqua" capace di scaricare in pochissimo tempo il quantitativo di pioggia di un intero mese. L'intensità cumulata è stata di circa 80 millimetri di acqua in sole due ore. In appena mezz'ora si è registrato l'afflusso record di ben 55,6 millimetri di pioggia. Le stime statistiche iniziali hanno configurato l'evento come eccezionale, quantificando la frequenza di piogge così intense con un tempo di ritorno stimato di 200 anni.

I dati scaturiscono dalla (CTU) ordinata dal PM per conto della Procura della Repubblica di Bergamo e si basano sui riscontri della centralina di via Goisis, gestita da ARPA Lombardia.

Si sarebbe trattato secondo i tecnici incaricati di una cellula temporalesca autorigenerante che avrebbe stazionato per oltre due ore nel settore settentrionale del centro abitato di Bergamo.

Sebbene l'assenza di stazioni pluviometriche in prossimità del comune di Brusaporto, non permetta di quantificare con esattezza l'intensità locale di questo evento meteorico, la repentina esondazione del reticolo idrico minore e l'estensione dei danni registrati testimoniano di come, anche nel territorio comunale, si siano raggiunte precipitazioni non comuni.

In territorio di Brusaporto quell'evento, ha determinato l'esondazione in più punti del canale 23, con l'invasione da parte delle acque delle strade limitrofe e il loro scorrimento verso zone più

depresse, con allagamento di numerosi locali posti ad uno quota inferiore a quella del piano stradale.

Il canale 23 del RIM, interamente atificiale, ha un decorso che costeggia tutto il settore settentrionale del centro edificato ed ha sostanzialmente la funzione di fosso di guardia.

In **Figura 17** si riportano le principali direttrici di deflusso idrico su strada (magenta), legate all'ostruzione e al conseguente rigurgito di alcuni attraversamenti indicati in colore turchese.

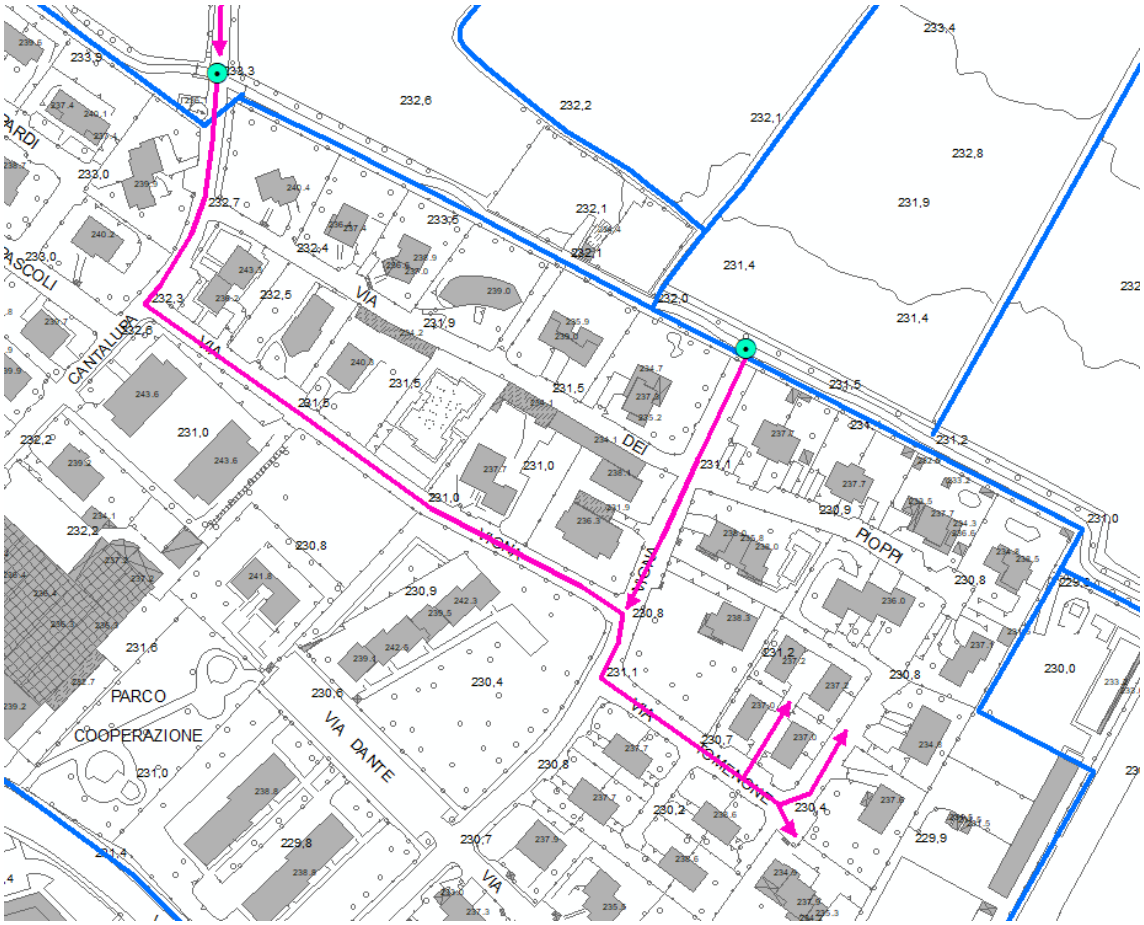


Figura 17: direttrici di deflusso superficiale

Nelle pagine seguenti si allegano alcune fotografie che illustrano gli effetti di quella esondazione.




Figura 18: allagamenti autorimesse e locali interrati in Via Tomenone, sono in corso operazioni di pompaggio

In **Figura 19** è illustrata la ridottissima sezione di deflusso del canale 23 all'altezza dell'attraversamento di Via Vigna, ulteriormente ridotta da accumulo di detriti e ramaglie. Questo è un punto assai critico assolutamente insufficiente a garantire le portate del canale.

In **Figura 21** sono illustrate le direttrici di deflusso su strada , nella zona di Largo Donatori / Via Garibaldi. In questo settore le acque di ruscellamento provenienti dalla collina, scorrono lungo la pista ciclopedonale e invadono le strade sottostanti, mandando in crisi la rete fognaria che non è in grado di smaltire gli apporti meteorici.



Figura 19: inizio tratto intubato attraversamento di Via Vigna, sezione di deflusso inadeguata e conseguenze



Figura 20: Via Vigna, strada allagata dalle acque provenienti da Via Cantalupa e dalla pista ciclopedonale

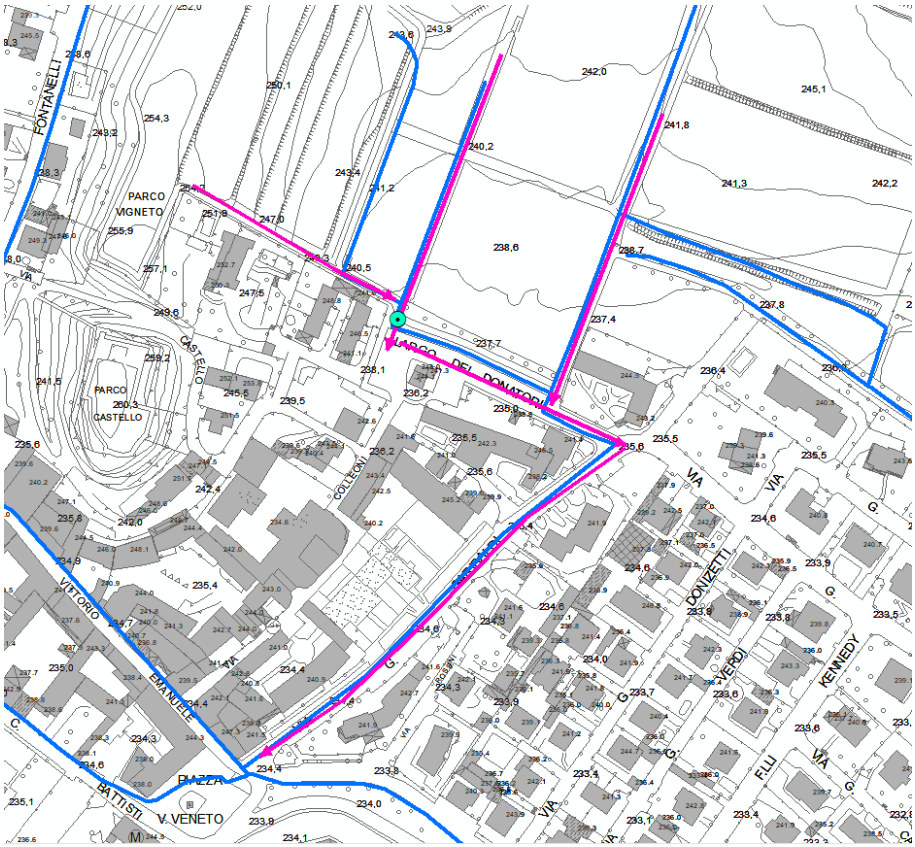


Figura 21: direttrici di scorrimento superficiale Via Garibaldi



Figura 22: Largo donatori a sx, e via Garibaldi a dx

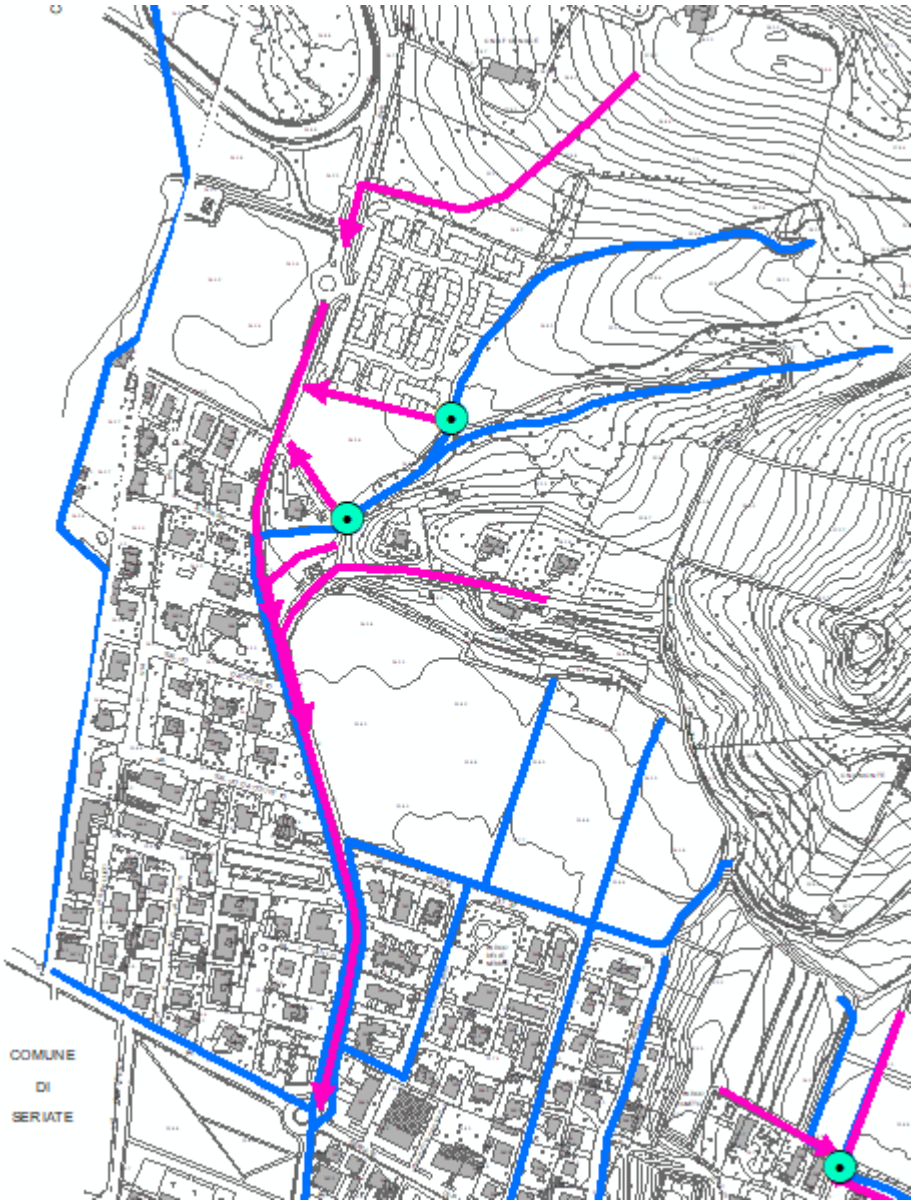


Figura 23: direttrici di deflusso principali delle acque di ruscellamento superficiale

Nella zona occidentale del territorio comunale, lungo via per Albano, il sistema fognario ha dimostrato in più occasioni di non essere in grado di far fronte alle acque provenienti dal versante soprastante. Si tratta di un'area collinare di crca 35 Ha per la quale si può stimare, in prima approssimazione, un contributo in temini di portata, compreso tra 1,5 e 4,2 mc al secondo a seconda dei parametri presi in considerazione.

Con ogni probabilità i collettori fognari che passano lungo strada non sono in grado di smaltire tali portate, tanto più che le griglie e le caditoie di racolta, sono soggette a rapido instasamento ad opera dei detriti trasportati, ciò che le rende rapidamente inefficaci.



Figura 24: acque di scorrimento selvagge, immediatamente a Nord dell'intersezione con Via dei Colli



Figura 25: via per Albano allagata

In **Figura 26** sono illustrate infine le principali linee di deflusso delle acque di tracimazione del canale 23, dovute all'insufficienza del tratto intubato del canale 33, che raccorda il canale 23 con il reticolo consortile.

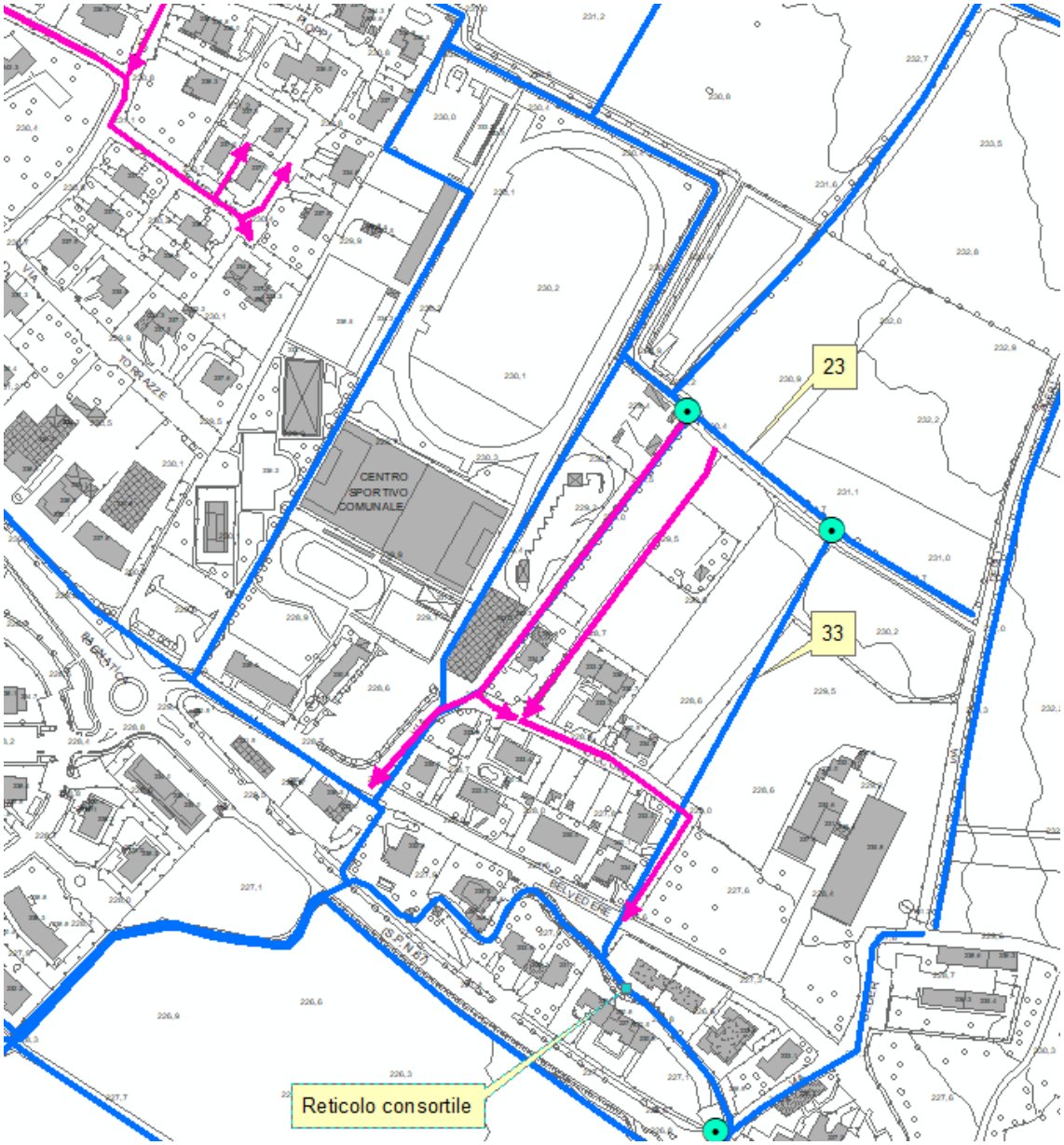


Figura 26: direttrici di deflusso delle acque di tracimazione del canale 23



Figura 27: straripamento lungo la via di accesso alla piattaforma ecologica in adiacenza al canale 34.



Figura 28: allagamento lungo la via di accesso alla piattaforma ecologica



Figura 29: sommersione della pista ciclopedonale (anno 2016?) nella zona dove è stata realizzata la vasca di laminazione

5.2.3 Zone di scorrimento idrico superficiale-Ristagno idrico

Come esplicitato al precedente punto 5.1 il settore a nord del centro edificato principale, è caratterizzato da terreni in genere scarsamente permeabili che sono frequentemente soggetti a ristagni e a scorrimento superficiale vista la naturale tendenza del pendio a degradare verso sud.

In conseguenza di ciò vaste zone a monte del canale 23 del RIM sono soggette ad allagamenti. Questi ultimi sono stati distinti in cartografia da quelli che hanno come origine l'esondazione dello stesso canale 23, anche se i due fenomeni, evidentemente, sono fortemente correlati.

La maggior parte del territorio soggetto a ristagni è ad uso agricolo, ma in alcuni settori lo scorrimento superficiale giunge ad interessare direttamente le abitazioni di via Roccolo che occupano una zona morfologicamente depressa rispetto ai terreni circostanti. La zona è inoltre interessata dalla presenza di una falda sospesa a bassa profondità che peggiora ulteriormente il quadro idraulico e idrogeologico locale.

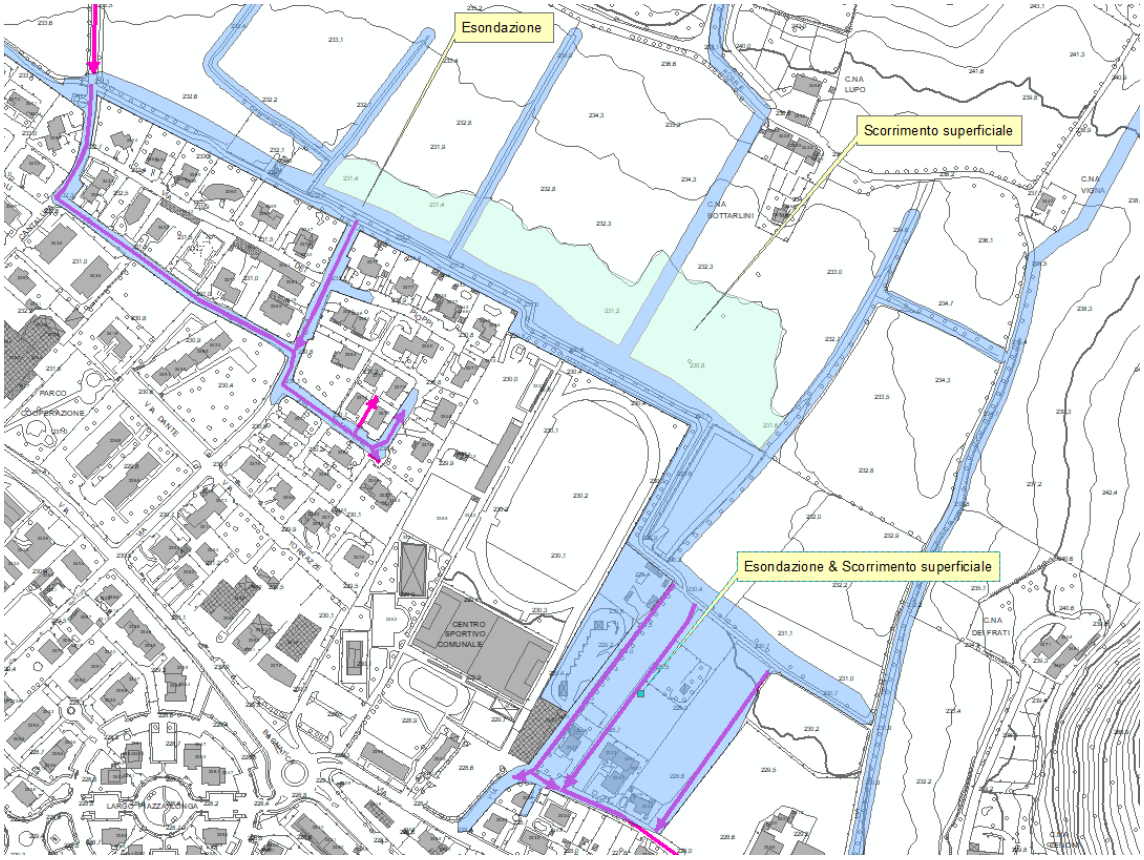


Figura 30: aree allagabili ed esondabili nella zona del campo sportivo comunale



Figura 31: ristagni idrici persistenti a monte delle abitazioni di Via Roccolo.

5.3. CRITICITÀ DELLA RETE FOGNARIA

Gli elementi di criticità della rete fognaria sono stati forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato, UniAcque S.p.A. Si tratta della cartografia della rete fognaria comunale con l'indicazione delle segnalazioni e criticità individuate nel corso dell'incontro con l'Amministrazione comunale del 24/10/2022. Tali elementi sono riportati nella Tav. 4 e sintetizzati nella tabella seguente.

SEGNALAZIONI/CRITICITA' DELLE RETI FOGNARIE NEL COMUNE DI BRUSAPORTO

codice	posizione	via	criticità segnalate ed individuate nell'incontro con il Comune
C1	nord-est	via Tomenone	sovraccarico idraulico della rete fognaria dovuto all'esondazione del reticolo minore e conseguente allagamento dei piani interrati delle abitazioni.
C2	sud-est	viale Lombardia	sovraccarico idraulico della rete di fognatura mista per l'immissioni di reti di acque meteoriche stradali. In attesa da parte del Comune di ricevere la relazione idraulica e geologica dei pozzi perdenti. Sarebbe auspicabile il collegamento e scarico della fognatura di bianche nella vicina Roggia.
C3	sud-est	viale Lombardia incrocio via dei Prati	sovraccarico idraulico della rete di fognatura mista per l'immissioni di reti di acque meteoriche stradali. In attesa da parte del Comune di ricevere la relazione idraulica e geologica dei pozzi perdenti.
C4	sud-est	via Sicilia	sovraccarico idraulico della rete di fognatura mista per l'immissioni di reti di acque meteoriche stradali. In attesa da parte del Comune di ricevere la relazione idraulica e geologica dei pozzi perdenti.
P1	nord-est	via Vigna	sovraccarico idraulico della rete fognaria dovuto all'esondazione del reticolo minore e conseguente allagamento della sede stradale
P2	nord	via Cantalupa	sovraccarico idraulico della rete fognaria dovuto all'esondazione del reticolo minore e conseguente allagamento della sede stradale
P3	nord	Largo Donatori del Sangue	sovraccarico idraulico della rete fognaria dovuto all'esondazione del reticolo minore e conseguente allagamento della sede stradale
P4	centro	via Bartolomeo Colleoni	intervento localizzato di allagamento temporaneo per il ruscelllamento delle acque afferenti da monte
P5	nord-ovest	via Albano	sovraccarico idraulico della rete fognaria dovuto all'esondazione del reticolo minore e conseguente allagamento della sede stradale. Presenza di ruscellamenti di acque limose dalla zona collinare

Le segnalazioni del gestore si possono ricondurre a tre tipologie.

Sovraccarico della rete fognaria per esondazione del reticolo idrico minore (C1, P1, P2, P3, P5). È la tipologia prevalente e interessa il settore settentrionale e nord-occidentale del centro abitato, a ridosso della fascia pedecollinare: via Tomenone, via Vigna, via Cantalupa, Largo Donatori del Sangue e via Albano. In questi punti la rete fognaria va in crisi per l'apporto delle acque che fuoriescono dal RIM, in particolare dal canale 23 con funzione di fosso di guardia.

L'esondazione è dovuta all'insufficienza delle sezioni di deflusso e all'ostruzione dei tratti tombinati e degli attraversamenti, già descritte al paragrafo 5.2.2. Le conseguenze segnalate sono l'allagamento della sede stradale e, in via Tomenone, dei piani interrati delle abitazioni. In via Albano il gestore segnala inoltre il ruscellamento di acque limose provenienti dalla zona collinare. Queste acque favoriscono il rapido intasamento di griglie e caditoie.

Le situazioni segnalate confermano la stretta interdipendenza tra RIM e rete fognaria. Dove il reticolo superficiale non riesce a smaltire le portate di piena, le acque esondate si riversano sulla rete stradale e vengono intercettate dalla fognatura, che non è dimensionata per riceverle. Negli ultimi anni questi episodi si sono fatti più frequenti, come testimoniano gli eventi del 9/9/2024 e del 28/1/2025.

Sovraccarico della rete mista per immissione delle reti meteoriche stradali (C2, C3, C4). Interessa il settore sud-orientale: viale Lombardia, l'incrocio tra viale Lombardia e via dei Prati, e via Sicilia. Qui il sovraccarico della rete di fognatura mista deriva dall'immissione delle reti di raccolta delle acque meteoriche stradali. Il gestore precisa di essere in attesa di ricevere dal Comune la relazione idraulica e geologica relativa ai pozzi perdenti presenti. Per viale Lombardia (C2) ritiene inoltre auspicabile il collegamento della fognatura delle acque bianche con scarico nella vicina roggia.

Allagamento localizzato per ruscellamento (P4). In via Bartolomeo Colleoni è segnalato un fenomeno di allagamento temporaneo e localizzato, legato al ruscellamento delle acque provenienti da monte.

5.4. CRITICITA' DEL SISTEMA DI ROGGE DEL CONSORZIO DI BONIFICA

Nel Piano Comprensoriale del consorzio di Bonifica, Appendice A, Schede di progetto, in territorio di Brusaporto, sono indicati il Risezionamento delle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto. Lo stato di progettazione non è ancora definito trattandosi solo di una ipotesi di massima. Scopo di questi interventi è con ogni probabilità l'adeguamento della sezione di deflusso, specialmente di alcuni tratti tombinati, l'ostruzione dei quali è causa ben nota di allagamenti delle zone limitrofe, sia in territorio di Brusaporto che di Bagnatica. Gli interventi previsti sono descritti come "Incremento della capacità di scarico della rete idrografica verso il torrente Zerra, anche mediante nuovi collettori, e realizzazione di eventuali opere di invaso e laminazione.

299	44	Risezionamento delle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto	Ipotesi di massima

SCHEDE DI AZIONE	INCREMENTO E TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ	PRIORITA'	VALORIZZAZIONE E PROMOZIONE DEL PAESAGGIO	PRIORITA'
44 **Risezionamento delle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto**	**Connessioni lineari** Inserimento di filari e fasce arboreo arbustive lungo i nuovi collettori e canali	+	**Percorsi di fruizione** Realizzazione di percorsi attrezzati con arredo e aree di sosta associati agli interventi di progetto in connessione con il pecorso della Pedemontana Alpina	+

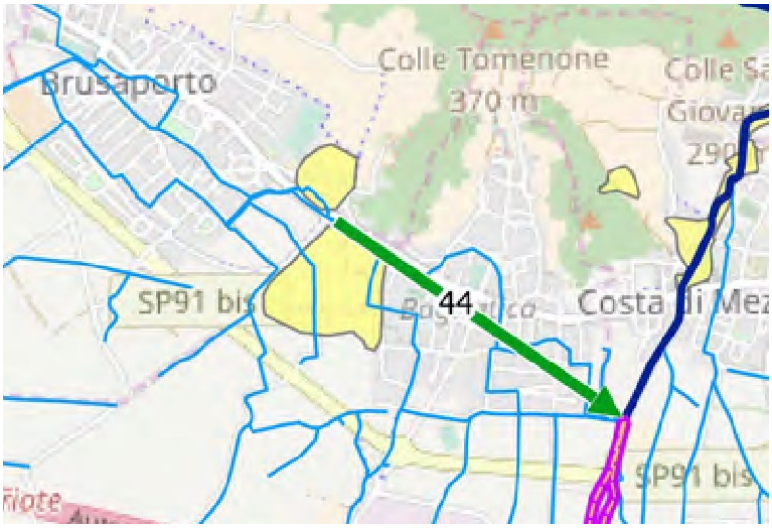


Figura 32: localizzazione della scheda di intervento 44

44	Risezionamento delle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto	5	47.0198 ha	Incremento della capacità di scarico della rete idrografica verso il torrente Zerra, anche mediante nuovi collettori, e realizzazione di eventuali opere di invaso e laminazione	Il Comune di Brusaporto segnala alcuni allagamenti ai piedi dei rilievi collinari, nelle aree attraversate dalle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto	€ 500'000,00	€ 200'000,00	€ 300'000,00	BAGNATICA, BRUSAPORTO, COSTA DI MEZZATE

Figura 33: previsioni di progetto del piano comprensoriale di bonifica

5.5. CRITICITA' IDRAULICHE DEL RIM COMUNALE

L'amministrazione comunale di Brusaporto, conscia delle problematiche che contraddistinguono il sistema di canali che raccolgono le acque del versante collinare, aveva commissionato allo scrivente lo studio **"Verifica Della Capacita' Di Smaltimento Idraulico Di Alcuni Tratti Della Rete Drenante Comunale"** già nel lontano 2006.

In questo studio si era proceduto al rilievo plano-altimetrico dei collettori indicati nel RIM ai codici 23 e 33 che costituiscono l'ossatura del fosso di guardia che allontana le acque provenienti dalla collina, verso il reticolo idrico consortile. Nel corso di questo studio, su un percorso complessivo di circa 1138 metri sono state rilevate 25 sezioni. In Figura 67 si illustra il tratto di reticolo rilevato.

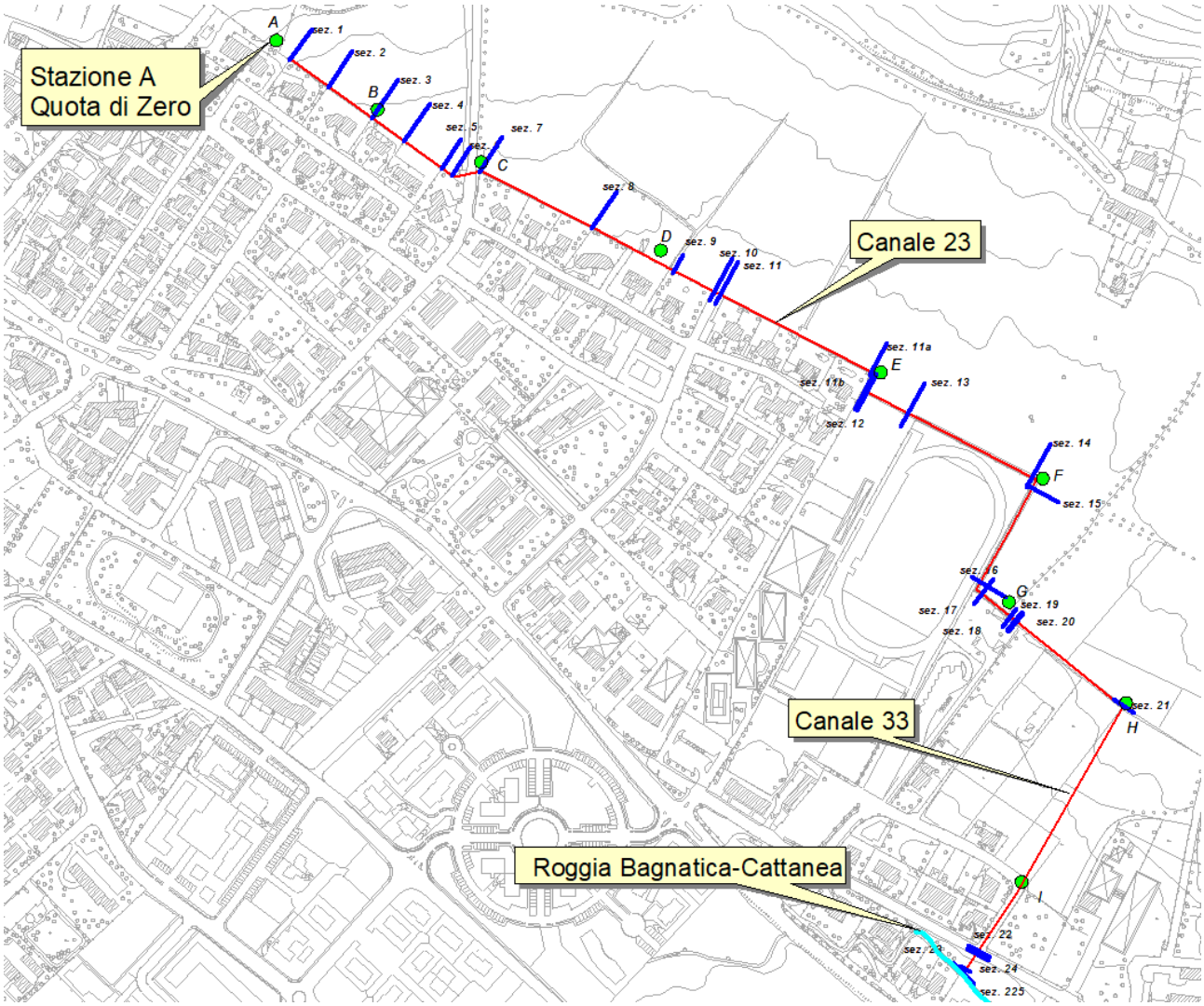


Figura 34: tratto del RIM di Brusaporto oggetto di rilievo

Per i dettagli dello studio si rimanda al documento originale. In questa sede si sintetizzano il metodo e i risultati principali ottenuti.

Per quanto concerne le verifiche idrauliche, tese ad individuare la presenza di eventuali sezioni critiche, è stata effettuata nell'ipotesi di moto a pelo libero e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la classica formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler. Più che calcolare i livelli corrispondenti a una determinata portata di assegnato tempo di ritorno, si è preferito valutare la portata massima in grado di transitare in ciascuna sezione, così da inquadrare l'eventuale presenza di "punti singolari" nell'ambito di una valutazione sul "dimensionamento medio" dell'intero canale.

Per completare il quadro delle valutazioni possibili sull'assetto idraulico del canale in questione, si è ritenuto comunque ritenuto utile procedere, almeno in via qualitativa, ad una stima delle possibili

portate "attese" in conseguenza di eventi meteorici con vario tempo di ritorno (T= 2, 5, 20 e 100 anni). Intersecando infine i dati delle portate attese alle diverse sezioni e le portate massime effettivamente transitabili da ciascuna sezione si sono evidenziate le sezioni maggiormente critiche (sottodimensionate). La tabella seguente evidenzia rispettivamente con il colore azzurro e verde i tratti con sezione di deflusso insufficiente.

				Q1			
SEZIONE	PEND	$K_{Strickler}$	D [m]	Q [m3/s]	h mu [m]	V [m/s]	Fr
125 (sez.1)	1,79%	40		1,600	0,92	2,07	1,00
124 (sez.2)	1,85%	40		1,300	0,67	2,19	1,05
123 (sez.3)	0,75%	40		1,200	0,75	1,56	0,77
122 (sez.4)	1,25%	40		1,500	0,61	2,01	0,97
121 (sez.5)	2,01%	40		2,000	0,66	2,58	1,14
120 (sez.6)	2,01%	40		0,800	0,52	2,05	0,94
120-119-tubo	2,01%	66	0,80	1,572	80%	3,65	---
119 (sez.7)	0,81%	40		2,000	1,03	1,80	0,79
118 (sez.8)	0,37%	40		2,000	1,31	1,35	0,56
118-117-tubo	0,37%	66	0,80	0,675	80%	1,56	---
117 (sez.9)	0,61%	40		2,000	1,16	1,64	0,68
116 (Sez. 10) Passerella inizio	0,30%	40		0,600	0,77	0,96	0,52
115 (Sez. 11) passerella fine	0,43%	40		0,600	0,70	1,10	0,59
114 (Sez. 11A)	0,13%	40		1,000	0,91	0,68	0,33
113 (Sez. 11B)	0,20%	40		0,600	0,86	0,82	0,44
112 (sez.12)	0,43%	40		1,900	1,10	1,31	0,60
111 (sez.13) passerella	1,05%	40		1,400	1,03	1,90	0,89
110 (sez.14)	0,81%	40		4,567	1,50	2,11	0,78
109 (sez.15)	0,26%	40		2,773	1,50	1,21	0,50
108 (sez.16)	2,16%	40		3,500	1,55	3,17	1,27
107 (sez.17)	0,99%	40		4,000	1,69	2,44	0,90
106 (sez.18) pregriglia	0,99%	40		4,000	1,69	2,44	0,90
105 (sez.19) prima tratto intubato	0,90%	40		1,800	1,89	1,68	0,60
104-103-tubo	0,74%	66	1,00	1,730	80%	2,57	---
103-102-tubo	0,74%	66	1,00	1,730	80%	2,57	---
101 (Sez. 24)	0,63%	40		1,300	0,56	1,50	0,74
100 (Sez. 25)	2,90%	40		2,000	0,44	2,92	1,25

Il dato maggiormente critico si osserva all'intersezione tra canale 23 e 33, a fronte di una capacità "massima" di smaltimento del tratto intubato (D=100 cm, codice identificativo 33) all'incirca pari a 1,73 m^3/sec all'80% di riempimento, si hanno portate massime prevedibili pari a:

- 4,5 m^3/sec con T = 2 anni;
- 6,0 m^3/sec con T = 5 anni;
- 7,9 m^3/sec con T = 20 anni,
- e addirittura 10,0 m^3/sec con T = 100 anni.

Il confronto tra portate "transitabili" e portate "attese" mostra chiaramente che si è in presenza di un deficit di capacità di smaltimento di oltre 2.5 mc/sec, già per tempi di ritorno modesti (T = 2 anni).

In sintesi:

- Si conferma che tutti i tratti intubati, che consentono deflussi idrici sensibilmente inferiori rispetto a quelli associabili alle rispettive sezioni di monte, rappresentano di fatto elementi di criticità "singolari" per il deflusso idrico.
- Tutto il sistema di smaltimento rappresentato dal complesso dei canali 23 e 33, appare in generale sottodimensionato rispetto alle portate "attese" già per tempi di ritorno modesti;
- uno dei tratti maggiormente critici è proprio rappresentato dal tratto terminale (collettore 33) che è in grado di smaltire al massimo una portata pari a 1,73 m3/sec a fronte di portate "attese" pari almeno al doppio di tale valore

6 MISURE STRUTTURALI PER LA RIDUZIONE ED IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO

Le misure strutturali esistenti o pianificate volte alla riduzione del rischio idraulico sul territorio comunale (si veda la Tavola 3) sono sostanzialmente le seguenti.

6.1. LUNGO IL RETICOLO CONSORTILE

Al punto 5.4 sono state riportate le criticità idrauliche che il Consorziodi Bonifica della media Pianura Brgamasca ha identificato nel suo piano comprensoriale di Bonifica. Al momento in cui si scrive si ribadisce che non esiste un quadro progettuale definito, ma solo la formulazione di una scheda (n. 44) di necessità di intervento indicata come "Risezionamento delle rogge Bagnatica Cattanea e Bagnatica Brusaporto per aumentare la capacità di deflusso verso il T. Zerra.

Nella scheda in questione sono indicati due ambiti distinti: quello più settentrionale identifica una porzione di reticolo di raccordo tra RIM comunale e consortile (raccordo tra canale 33 del RIM comunale e Roggia Bagnatica Cattanea).

6.2. LUNGO IL RIM DI PERTINENZA COMUNALE

Tra le misure strutturali per la riduzione della frequenza di esondazione dei terreni circostanti il canale 23, dobbiano inserire un intervento già realizzato autonomamente dall'amministrazione comunale e consistente in una piccola vasca di laminazione a fianco del campo sportivo comunale.

6.2.1 Vasca di laminazione a fianco del campo sportivo

Nel 2017 il comune di Brusaporto affidava allo scrivente l'incarico di redigere un progetto di massima di una prima vasca di laminazione a ridosso del canale 23 per contribuire a ridurre il disagio causato dai suoi frequenti straripamenti. La ragione principale di questo intervento scaturiva dalla disponibilità del proprietario di un terreno agricolo marginale, adiacente il canale in questione, a cedere all'amministrazione comunale la proprietà del terreno in oggetto. Tra l'altro questo terreno era comunque frequentemente soggetto a ristagni idrici che lo rendevano poco utile ai fini produttivi agricoli.

L'ubicazione della vasca è illustrata in Figura 35. Essa si colloca immediatamente ad Est del campo sportivo comunale ed immediatamente a Nord dell'area della piazzola ecologica comunale. Indicativamente l'area interessata è di circa 3000 mq.

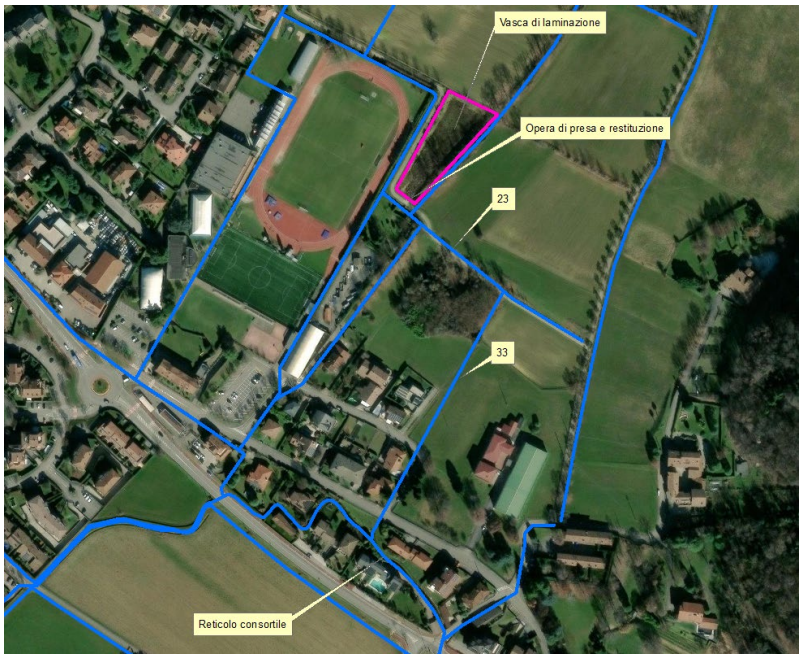


Figura 35: ubicazione vasca di laminazione realizzata in comune di Brusaporto

Nelle note che seguono si riportano le ragioni che hanno orientato le scelte progettuali in merito alla vasca.

Disponibilità delle risorse finanziarie a disposizione dell'amministrazione: era ben chiaro che la risoluzione definitiva delle problematiche idrauliche del territorio avrebbe richiesto risorse finanziarie molto più ingenti di quelle a disposizione del Comune di Brusaporto. Un approccio globale avrebbe richiesto uno studio idraulico di ampio respiro sull'intero RIM di Brusaporto e sulle rogge del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, supportato da rilievi topografici di precisione eseguiti ex novo. L'elevato aggravio di costi e i tempi prolungati di tale iter spinsero l'Amministrazione Comunale a optare per la realizzazione dell'attuale vasca di laminazione,

concepita come un rimedio in grado di andare nella direzione di riduzione delle criticità evidenziate, anche se certamente non risolutivo.

Disponibilità di aree idonee: i terreni limitrofi al canale 23 si presentavano ampiamente antropizzati a sud e coltivati a nord. L'ubicazione definitiva dell'opera è stata determinata dalla necessità di minimizzare l'impatto sul territorio e sulla produttività agricola. Sono state privilegiate pertanto aree che già manifestavano frequenti allagamenti naturali, ritenute meno idonee a ospitare coltivazioni stabili.

Scelte progettuali volte a ridurre al minimo gli interventi di manutenzione: lo Studio Idraulico del 2006 ipotizzava la necessità di associare alle vasche di laminazione impianti di sollevamento a pompa per massimizzare i volumi stoccabili mediante scavi profondi. Tuttavia l'Amministrazione Comunale preferì evitare una soluzione così onerosa in termini di realizzazione e manutenzione. Di conseguenza, la vasca venne realizzata sfruttando un sistema a gravità, privo di pompe di sollevamento. Inoltre la progettazione venne guidata dalla scelta di far "lavorare" il canale 23 sempre al massimo delle sue potenzialità di smaltimento, facendo in modo di attivare la vasca di laminazione solo al raggiungimento di determinate altezze, in maniera tale da evitarne l'allagamento se non strettamente necessario. Per tale ragione non si erano previsti sistemi di immissione attiva delle acque all'interno della vasca ma, al contrario, si era progettato un sistema di paratie mobili che potesse servire per controllare l'altezza a cui la vasca si sarebbe attivata autonomamente. In ogni caso, in presenza di deflusso impedito a causa di rigurgiti in corrispondenza del tratto intubato del canale 33, il conseguente straripamento del canale, avrebbe comunque consentito di sottrarre al deflusso circa 3400 mc.

La scelta dell'ubicazione della vasca di laminazione fu quindi in un certo senso "obbligata" anche se non sarebbero mancate alternative, altrettanto o forse anche maggiormente idonee dal punto di vista prestazionale, ma probabilmente anche maggiormente onerose ed impattanti sul tessuto socio economico locale. Tale vasca, che non ha un volume particolarmente elevato, non aveva il compito di risolvere il problema degli allagamenti in maniera definitiva, soprattutto nel caso di eventi meteorici di maggior periodo di ritorno, ma è comunque in grado di ridurre la frequenza e l'entità degli straripamenti a valle limitando i danni conseguenti.

Le caratteristiche dimensionali della vasca individuata nel progetto di massima, date le premesse riportate furono le seguenti:

Parametro	**Valore**	**Note / Specifiche**

Lunghezza massima	95,24 m	Lunghezza dell'opera
Larghezza massima	39,27 m	Ingombro trasversale massimo
Larghezza minima	19,37 m	Ingombro trasversale minimo
Larghezza media	29,53 m	Valore medio della larghezza
Superficie dello scavo	2.868 mq	Area totale di scavo a livello di campagna
Superficie di massimo invaso	2.352 mq	Specchio liquido alla massima quota idrica
Superficie del fondo vasca	1.456 mq	Area planimetrica della base inferiore
Profondità massima utile	200 cm	Misurata al massimo invaso
Profondità minima utile	180 cm	Misurata al massimo invaso
Pendenza media sul fondo	2,5 per mille	Corrisponde a un dislivello di 20 cm su 84,32 m
Volume utile invasabile	**3.489 mc**	Capacità idrica utile di laminazione
Volume di scavo in banco	5.303 mc	Volume geometrico del terreno in sito
Volume di escavazione fuori banco	6.600 mc	Calcolato con un rigonfiamento del 25%

L'opera di presa e di restituzione (unica) venne ubicata in prossimità del lato meridionale della vasca in adiacenza al canale 23.

L'attivazione della vasca era prevista al raggiungimento di una determinata altezza controllata da uno stramazzo regolabile. Lo svuotamento era previsto mediante un tubo di restituzione controllato da una valvola a clapet di non ritorno.

La stima della efficacia della vasca venne valutata stimando, per i diversi periodi di ritorno e per le diverse durate di pioggia, la differenza tra il volume idrico in ingresso al sistema e quello in uscita. Tale parametro infatti rappresenta, al suo valor massimo, il deficit di smaltimento idraulico e quindi il volume massimo laminabile.

I risultati ottenuti indicarono che la vasca di progetto, con un volume utile di 3489 mc avrebbe potuto contribuire a laminare piene con tempo di ritorno Tr di poco superiore ai 5 anni (cfr. Figura 36). Era inoltre chiaro fin dallo stadio di progettazione di massima, che l'opera non sarebbe stata

risolutiva nel lungo periodo, anche perché il "collo di bottiglia" di tutto il sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche di provenienza collinare era il tratto intubato del canale 33 (un tubo del diametro di un metro con una capacità di smaltimento di soli 1,73 mc/sec) a fronte di portate in ingresso che come visto erano nettamente maggiori.

Tempo di ritorno Tr	Deficit stimato
2 anni	1621 mc
5 anni	2939 mc
20 anni	5986 mc
100 anni	9637 mc

Figura 36: deficit stimato tra volumi in ingresso e in uscita alla vasca di laminazione

Come già evidenziato nel paragrafo 5.6.1, la situazione di insufficenza di smaltimento idraulico è ben documentata per questo settore nel Piano Comprensoriale di Bonifica del CBMP, e sono previsti in futuro interventi di adeguamento.

6.2.2 Indirizzi strategici per l'adeguamento del sistema di regimazione idraulica pedecollinare

La criticità idraulica del comparto pedecollinare di Brusaporto è determinata da una sfavorevole disposizione geometrica e geografica del territorio, che vede la zona collinare posizionata interamente a Nord e il centro abitato consolidato sviluppato immediatamente a Sud.

Durante gli eventi meteorici intensi, i deflussi superficiali provenienti dal bacino collinare scendono per gravità verso meridione, puntando direttamente contro il tessuto urbano. Attualmente la salvaguardia dei beni materiali delle abitazioni impattate più direttamente dal "run off" è interamente affidata a una rete di canali e fossi di guardia orientati ortogonalmente al flusso (Est-Ovest). Tali canali sono stati realizzati storicamente con scarse risorse economiche e in totale assenza di studi idraulici di bacino, e risultano oggi manifestamente insufficienti a contenere le portate di picco.

Sulla scorta di quanto sopra si ritiene che la gestione delle acque meteoriche nella zona pedecollinare del territorio di Brusaporto richieda il superamento definitivo della logica degli interventi puntuali. Le opere realizzate in modo frammentario sul territorio rischiano infatti di non garantire una reale riduzione del rischio idraulico complessivo, traducendosi spesso in un mero

spostamento del problema verso i settori più a valle. In questo senso la sola riprofilatura parziale del canale 23 non appare idonea nell'ottica di pervenire ad una risoluzione definitiva del problema.

Panoramica delle opzioni tecniche teoricamente disponibili

Il presente documento non ha finalità progettuali: la definizione delle soluzioni, il loro dimensionamento e la verifica della compatibilità con il reticolo di valle sono demandati alle successive fasi di studio e concertazione. I dati oggi disponibili sono di natura in larga parte qualitativa. Per questo si rende necessario uno studio idraulico specifico del comparto pedecollinare, che analizzi le singole problematiche e le loro reciproche interazioni.

Senza entrare nel merito esecutivo della scelta, che spetterà alle successive fasi di concertazione, gli studi finora condotti evidenziano che le possibilità tecniche teoriche per affrontare la vulnerabilità del comparto pedecollinare si riassumono nei seguenti scenari, che non si escludono a vicenda ma rispondono a logiche diverse e presentano un preciso ordine di priorità:

- gli interventi di intercettazione e laminazione a monte (scenari 1, 2 e 3) riducono le portate dirette verso il centro abitato e verso il nodo dei canali 23 e 33, e possono essere attuati indipendentemente dalla capacità del reticolo di valle;
- gli interventi di adeguamento delle sezioni di deflusso (scenario 4) aumentano la capacità di trasferimento delle portate, ma non i volumi trattenuti. La loro efficacia è quindi subordinata alla capacità di ricezione del reticolo consortile, e in particolare agli interventi previsti dal Consorzio di Bonifica (scheda 44, paragrafo 5.4).

Ne consegue che gli interventi del secondo gruppo dovrebbero seguire, o quanto meno accompagnare, quelli del primo.

1. **Canale-Volano a monte della pista:** Realizzazione di un nuovo e grande canale di intercettamento parallelo alla pista ciclopedonale, mediante riprofilatura dell'esistente canale di scolo a monte della pista ciclopedonale, la cui funzione attuale è solo quella di drenare le acque di scorrimento provenienti da monte e di convogliarle al canale 23 mediante tubazioni che attraversano la pista ciclopedonale. Quest'opera non dovrebbe configurarsi come un semplice fosso, ma dovrebbe avere dimensioni tali da fungere essa stessa da volume di accumulo e laminazione lineare, intercettando i deflussi da Nord e scollegandoli, ove possibile, dal sovraccarico della roggia 23. Operativamente si suggerisce di valutare l'impiego di strutture interrate a scatolari prefabbricati in calcestruzzo armato (singolo

modulo ad ampia sezione). Per evitare che tale infrastruttura si comporti come un mero condotto di trasferimento, il futuro progetto dovrà prevedere l'inserimento di setti interni a stramazzo associati a orifizi di fondo calibrati. Tale configurazione consentirà di trasformare il canale lineare in un serbatoio di accumulo in cascata, garantendo la laminazione delle portate pedecollinari e riducendo al minimo l'occupazione di suolo agricolo in superficie. La configurazione degli scarichi di svuotamento rimarrà in ogni caso subordinata alla concertazione con il Consorzio di Bonifica. A titolo puramente indicativo si evidenzia che lo sviluppo lineare del comparto a monte del canale 23 (pari a circa 800 metri) consentirebbe la realizzazione di un canale-volano interrato mediante macro-scatolari prefabbricati. Ipotizzando una sezione geometrica in grado di garantire un accumulo anche di soli 6 mc per metro lineare, la struttura svilupperebbe un volume di laminazione complessivo di circa 4.800 mc, superando le capacità dei presidi attuali. Tale opera agirebbe in modo congiunto con la vasca di laminazione esistente a fianco del campo sportivo (3.489 mc), portando il volume complessivo di laminazione del sistema a circa 8.300 mc. I deficit stimati in prima approssimazione per il nodo 23/33 sono pari a circa 1.600 mc per T = 2 anni, 6.000 mc per T = 20 anni e 9.600 mc per T = 100 anni (Figura 36). Tali stime derivano dallo studio del 2006 e andranno aggiornate con le curve di possibilità pluviometrica del R.R. 3/2025. Un eventuale assetto plurimodulare (a doppia linea) consentirebbe di raddoppiare tale capacità volumetrica (circa 13.000 mc complessivi, vasca esistente compresa), ponendo le basi per la mitigazione anche di eventi meteorici eccezionali a scala centenaria, riducendo al minimo l'impatto degli espropri in superficie. La verifica idraulica di dettaglio di tale scenario e la compatibilità delle portate di svuotamento rimangono demandate alle successive fasi di concertazione con il Consorzio di Bonifica.

2. **Intercettamento delle acque di deflusso mediante un nuovo canale aggiuntivo:** una tale opera potrebbe essere realizzata parallelamente a Via delle Robinie, Via degli Aceri e Via Beder, e ridurrebbe drasticamente il deflusso idrico verso il canale 23 in quanto intercetterebbe lo stesso molto più a monte. Se di dimensioni adeguate fungerebbe anch'esso da vasca volano. In assenza di recapiti alternativi verso il reticolo di bonifica, le portate intercettate verrebbero comunque restituite al sistema 23/33. L'opera avrebbe quindi valenza esclusivamente di laminazione e il suo scarico dovrebbe rispettare gli stessi vincoli di portata indicati per il canale-volano.
3. **Sistema diffuso di aree di espansione/vasche volano:** Individuazione di ulteriori aree idonee a nord della pista per la creazione di bacini di laminazione a gravità o assistiti da

impianti di sollevamento per lo svuotamento (questi ultimi gravati da non trascurabili oneri manutentivi). In alternativa all'esproprio, si potranno valutare servitù di allagamento sui terreni agricoli già oggi soggetti a ristagno (paragrafo 5.2.3).

4. **Riprofilatura e adeguamento delle sezioni di valle (Canali 23/33):** comprende l'eliminazione delle ben note sezioni intubate tracimabili e dei restringimenti presenti lungo il percorso, come gli attraversamenti di via Vigna e via Cantalupa, e la riprofilatura del canale 23. Si tratta di interventi che, presi singolarmente, non costituiscono una soluzione del problema: aumentando la capacità di trasferimento, accelerano e concentrano i deflussi e tendono a spostare il problema verso valle, dove l'insufficienza della rete di deflusso è comunque nota. Si ritiene infatti che il solo adeguamento e riprofilatura delle sezioni lungo il canale 23 avrebbe come unico risultato quello di spostare il problema alla confluenza nel canale 33, rendendo ancora più critica la situazione idraulica nel settore di Via Roccolo e Via Belvedere. A sua volta, l'aumento della capacità del tratto intubato del RIM 33, oggi limitato a soli 1,73 m^3/s, trasferirebbe le maggiori portate alla Roggia Bagnatica-Cattanea, la cui insufficienza è documentata dal Consorzio di Bonifica (paragrafo 5.4). Per questo motivo tali interventi andranno programmati in coordinamento con il Consorzio e solo a valle delle opere di laminazione.

Pur nei limiti propri di un documento non progettuale, si segnalano alcuni aspetti che non dovranno essere sottovalutati nelle successive fasi di studio:

- portate massime di scarico: gli organi di regolazione e svuotamento degli invasi dovranno essere tarati sulla capacità residua del sistema 23/33 e sui limiti di portata ammissibile fissati dal Consorzio. I tempi di svuotamento dovranno essere compatibili con eventi ravvicinati e con quanto previsto dal R.R. 7/2017;
- funzionamento congiunto del sistema: occorrerà definire quote di sfioro e sequenza di attivazione della vasca del campo sportivo e del canale-volano. L'obiettivo è evitare che uno dei due invasi si riempia prima del colmo di piena e garantire che i volumi disponibili vengano sfruttati in modo coordinato;
- volume utile effettivo del canale-volano: il volume invasabile tra un setto e l'altro dipende dalla pendenza del fondo e dall'interasse dei setti, e risulta inferiore al volume geometrico della sezione;

- controllo del trasporto solido: le acque di provenienza collinare trasportano quantità significative di sedimenti fini, come testimoniano l'intasamento di griglie e caditoie e le acque limose segnalate da Uniacque in via Albano (paragrafo 5.3). A monte delle immissioni andranno previsti dissabbiatori e vasche di decantazione, associati a idonee grigliature, a tutela del volume utile degli invasi e della funzionalità degli orifizi e degli organi di regolazione;
- accessibilità e manutenzione: pozzetti d'ispezione, accessi per i mezzi, oneri e soggetti responsabili della manutenzione delle opere, con particolare riguardo alla periodica asportazione dei sedimenti da dissabbiatori, vasche di decantazione e scatolari;
- condizioni del sottosuolo: nel caso di strutture interrate andrà valutata l'interferenza con la falda sospesa a bassa profondità presente nel settore pedecollinare (paragrafo 5.2.3), oltre che con i sottoservizi esistenti;
- base conoscitiva: saranno necessari rilievi topografici di dettaglio e una modellazione idraulica che consideri in modo combinato il RIM e la rete fognaria, viste le interferenze documentate al paragrafo 5.3.

6.2.3 Il ruolo del Consorzio di Bonifica come gestore dei ricettori finali

Al di là della fattibilità teorica delle soluzioni sopra elencate (che dovranno inevitabilmente fare i conti con l'impatto agrario e il dissenso dei proprietari terrieri per gli espropri lineari a monte), si ritiene che nessuna di queste opere possa essere pianificata o valutata in modo autonomo dall'Amministrazione Comunale.

Il "nodo di valle" è rappresentato dal fatto che tutti i canali principali del territorio comunale recapitano infatti le proprie portate all'interno del reticolo idrico gestito dal **Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca** (in particolare nella Roggia Bagnatica-Cattanea). Allo stato attuale, inoltre, il sistema costituito dai canali 23 e 33 rappresenta l'unico raccordo tra il RIM comunale e il reticolo di bonifica di valle. Ne consegue che tutte le portate del comparto pedecollinare transitano necessariamente attraverso il tratto intubato del canale 33.

- **Il problema delle criticità di valle:** Il Consorzio, in qualità di gestore del recettore finale, è l'unico soggetto a possedere la visione d'insieme del bacino e sa benissimo che il proprio reticolo a valle soffre già di pesanti e croniche problematiche idrauliche di saturazione e insufficienza. Si veda in proposito il punto 5.4 del presente documento che illustra le criticità individuate dal consorzio, attraverso il suo Piano Comprensoriale di Bonifica.

- **Opportunità di una valutazione congiunta:** Appare evidente l'inutilità tecnica ed economica di ipotizzare opere a monte (siano esse canali-volano o risezionamenti) che velocizzino o concentrino i deflussi se poi il ricettore finale non è fisicamente in grado di riceverli. Si suggerisce pertanto all'Amministrazione Comunale di promuovere ogni futuro studio di fattibilità o intervento strutturale sul comparto pedecollinare in stretto concerto e coordinamento con il Consorzio di Bonifica. Sarà infatti opportuno che l'Ente gestore condivida i limiti di portata ammissibili allo scarico e valuti i modelli idraulici d'insieme, garantendo così che la parziale mitigazione di una criticità a Brusaporto sia compatibile con la reale capacità di ricezione dei territori posizionati più a valle.
- **Strumenti operativi del coordinamento**: a tal fine si suggerisce l'istituzione di un tavolo tecnico permanente tra Amministrazione Comunale e Consorzio di Bonifica, eventualmente formalizzato mediante apposita convenzione. Al tavolo è opportuno partecipi anche UniAcque S.p.A., in qualità di gestore del Servizio Idrico Integrato. Come documentato al paragrafo 5.3, la rete fognaria risente infatti direttamente delle esondazioni del RIM, e l'art. 14 del R.R. 7/2017 prevede il coordinamento con il gestore. Tra i primi obiettivi del tavolo si indicano la definizione condivisa delle portate ammissibili allo scarico e la richiesta di approfondire in via prioritaria, nell'ambito della scheda 44 del Piano Comprensoriale (oggi allo stadio di ipotesi di massima), il raccordo tra il canale 33 del RIM e la Roggia Bagnatica-Cattanea.

7 INDIRIZZI SULLE MISURE NON STRUTTURALI DI PREVENZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO

Le misure strutturali di mitigazione (quali vasche di laminazione o futuri canali-volano) richiedono tempi lunghi di concertazione, esproprio e ingenti risorse economiche. Risulta pertanto indispensabile affiancare a tali opere una serie di misure non strutturali, finalizzate a convivere con il rischio residuo, aumentando la resilienza del territorio e riducendo la vulnerabilità dei beni esposti.

Si riportano di seguito i principali indirizzi e suggerimenti tecnici proposti per il territorio di Brusaporto, con particolare riferimento al comparto pedecollinare.

7.1. MANUTENZIONE ORDINARIA PROGRAMMATA DEL RETICOLO IDRICO E DEI MANUFATTI

La perdita di capacità di smaltimento dei fossi a causa di vegetazione infestante, accumulo di sedimenti o ostruzione dei tombini è una delle prime cause di esondazione anticipata.

- **Suggerimento:** Si raccomanda all'Amministrazione Comunale di pianificare, tramite appositi piani di manutenzione periodica, la pulizia sistematica del fosso di guardia e del canale 23 prima della stagione autunnale e delle piogge primaverili.
- **Opere esistenti:** Particolare attenzione dovrà essere posta alla rimozione della vegetazione infestante e dei sedimenti dal fondo della vasca di laminazione esistente (zona campo sportivo) e alla verifica dell'efficienza della valvola a clapet e dello stramazzo regolabile, per garantire che il volume utile di circa 3.500 m³ sia sempre totalmente disponibile in caso di evento meteorico.

7.2. IMPLEMENTAZIONE DI SISTEMI DI MONITORAGGIO E ALLERTAMENTO LOCALE

Dato che il tempo di risposta del bacino collinare a Nord è estremamente rapido, la tempestività dell'allerta è cruciale per la salvaguardia dei beni posizionati a Sud (soprattutto in via Vigna e via Cantalupa).

- **Suggerimento:** Si propone di valutare l'installazione di sensori di livello idrometrico nei punti critici del canale 23 o all'ingresso del tratto intubato del canale 33 (il noto "collo di bottiglia"). Tali dispositivi, collegati alla Protezione Civile locale, consentirebbero di attivare pre-allerta acustiche o digitali per la cittadinanza prima che si verifichi il sormonto della pista ciclopedonale.

7.3. PRESIDII DI AUTOPROTEZIONE PER L'EDILIZIA ESISTENTE E I LOCALI INTERRATI

Poiché il rischio di allagamento dei locali interrati (garage e cantine) nel comparto pedecollinare è un problema storico e generalizzato, l'autoprotezione privata rappresenta una misura non strutturale a costo minimo e ad altissima efficacia.

- **Suggerimento:** Si suggerisce all'Amministrazione di promuovere campagne informative mirate per i residenti delle aree a maggiore pericolosità, incentivando l'adozione di sistemi di difesa passiva privati, quali:
    - Installazione di paratie mobili a tenuta stagna da posizionare nei corselli di accesso ai garage in caso di allerta meteo.

- Installazione di valvole di non ritorno sulle reti di scarico private collegate alla fognatura o ai collettori pubblici, per evitare i fenomeni di rigurgito da reflusso quando la rete principale va in pressione.

7.4. INTEGRAZIONE DEL PIANO DI EMERGENZA COMUNALE (SINERGIA CON LA PROTEZIONE CIVILE)

Il Piano di Protezione Civile del Comune deve essere lo specchio operativo delle criticità evidenziate nel presente DSRI.

- **Suggerimento:** Si raccomanda di aggiornare le procedure di emergenza comunali individuando la pista ciclopedonale e l'asse di via Vigna/via Cantalupa come "aree rosse" a priorità di monitoraggio visivo durante le allerte meteo regionali. Le procedure dovrebbero prevedere il posizionamento preventivo di sacchi di sabbia nei punti storici di sormonto superficiale e l'attivazione di presidi mobili nei pressi dei sottoservizi critici individuati.

7.5. COORDINAMENTO INFORMATIVO E FLUSSI DI DATI CON IL CONSORZIO DI BONIFICA

In linea con quanto espresso nel capitolo precedente, la gestione non strutturale del rischio non può prescindere da chi gestisce il recettore finale a valle.

- **Suggerimento:** Si invita il Comune a istituire un canale di comunicazione stabile e un protocollo di scambio dati con il **Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca**. La condivisione dei dati pluviometrici, delle segnalazioni di esondazione e dei calendari delle manutenzioni incrociate tra reticolo comunale e reticolo di bonifica permetterà di ottimizzare la risposta idraulica dell'intero bacino, evitando che manovre idrauliche isolate creino scompensi a valle o a monte.
- individuare dove possibile, nel caso di nuovi interventi pubblici, aree da destinare ad eventuali funzioni di ritenzione, dispersione e depurazione delle acque;
- incentivare, per gli interventi di ristrutturazione, sia il riuso delle acque meteoriche, sia la dispersione delle stesse, dove consentito dalla situazione idrogeologica, attraverso l'impiego di strutture disperdenti (pozzi, trincee, ecc);
- incentivare, per gli interventi di ristrutturazione, le casistiche che tendano a minimizzare la creazione di superfici totalmente impermeabili;

- favorire, dove la configurazione morfologica e la destinazione d'uso lo consenta, la creazione di aree a verde disperdente, con funzioni di assorbimento di parte delle precipitazioni defluenti dalle aree impermeabili limitrofe, contribuendo nel contempo alla laminazione dei contributi verso le reti anche naturali di allontanamento delle acque.

Eventuali somme derivanti dalla monetizzazione prevista dall'art.16 del Regolamento Regionale n. 8 potranno essere impiegate secondo quanto previsto dagli artt. 15 e 16 dello stesso Regolamento.

Le criticità individuate nell'ambito del presente lavoro dovranno essere inserite e recepite, oltre che nel PGT, anche nel Piano di Protezione Civile del Comune di Brusaporto.

7.6. INDIRIZZI PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE METEORICHE NEI BACINI URBANI (SUDS)

Mentre la Componente Geologica del PGT definisce in modo puntuale i vincoli e le fattibilità legati al rischio idrogeologico e alla natura dei terreni, si ritiene necessario inserire nel presente DSRI alcune linee di indirizzo specifiche per la gestione sostenibile delle acque all'interno del tessuto urbano consolidato (Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS).

Si suggerisce all'Amministrazione Comunale di recepire all'interno dei propri strumenti regolamentari (Norme Tecniche del Piano delle Regole o Regolamento Edilizio) i seguenti criteri di sostenibilità idraulica, mirati a ridurre i volumi idrici alla fonte prima che raggiungano la rete pubblica:

Infrastrutture pubbliche di ritenzione: Individuare dove possibile, nel caso di nuovi interventi pubblici, aree da destinare ad eventuali funzioni di ritenzione, dispersione e depurazione delle acque meteoriche, riducendo l'impatto delle infrastrutture comunali sulla rete di scolo.

Incentivazione all'infiltrazione e al riuso: Incentivare, per gli interventi di ristrutturazione edilizia privata, sia il riuso delle acque meteoriche (es. irrigazione o cassette di scarico), sia la dispersione delle stesse direttamente in sito, dove consentito dalla locale situazione idrogeologica, attraverso l'impiego di strutture disperdenti controllate (quali pozzi perdenti o trincee drenanti).

Minimizzazione dell'impermeabilizzazione diffusa: Incentivare, nelle casistiche di ristrutturazione ed efficientamento del tessuto urbano esistente, soluzioni che tendano a minimizzare la creazione di superfici totalmente impermeabili, promuovendo l'uso di pavimentazioni drenanti o grigliati erbosi per i piazzali e i corselli.

Aree a verde disperdente e laminazione naturale: Favorire, dove la configurazione morfologica e la destinazione d'uso lo consentano, la creazione di aree a verde disperdente. Tali zone dovranno avere la specifica funzione di assorbire e trattenere parte delle precipitazioni provenienti dalle superfici impermeabili limitrofe, contribuendo a una laminazione naturale e diffusa dei contributi idrici verso le reti pubbliche e i canali consorziali.

8 IDONEITÀ DEI TERRENI ALL'INFILTRAZIONE

8.1. INQUADRAMENTO A GRANDE SCALA DEL TERRITORIO

Ai fini dell'applicazione del principio di invarianza idrologica tramite la dispersione delle acque nel sottosuolo, il presente DSRI richiama la cartografia tematica prodotta all'interno della Componente Geologica del PGT, con particolare riferimento alle Carte della Permeabilità Superficiale e Subsuperficiale.

Questi elaborati devono essere considerati come valutazioni di massima delle reali capacità di infiltrazione del territorio in quando la variabilità stratigrafica sia orizzontale che verticale impone necessariamente di evitare pericolose generalizzazioni.

Aree generalmente INIDONEE all'infiltrazione o soggette a forti limitazioni:

- Rilievi collinari (Zona Nord): Questa porzione di territorio è caratterizzata da suoli tipicamente poco profondi e da un substrato roccioso sottostante praticamente impermeabile La mancanza di uno spessore significativo di terreno sciolto e la natura della roccia impediscono di fatto la dispersione profonda dell'acqua. In questo settore è fortemente raccomandato ricorrere a metodi alternativi alla dispersione (quali la ritenzione superficiale o la laminazione programmata con scarico controllato)**.**
- **Fascia pedecollinare eluvio-colluviale:** In quest'area gli spessori dei terreni sciolti di copertura risultano decisamente maggiori rispetto ai rilievi collinari. Tuttavia, l'elevata presenza di una componente limoso-argillosa all'interno della matrice condiziona negativamente e in modo drastico la capacità di infiltrazione. Inoltre, l'immissione forzata di acqua nel sottosuolo su pendii inclinati può provocare fenomeni di saturazione locale e innalzamento delle pressioni neutre, in grado di favorire processi di instabilizzazione dei versanti a lungo termine. Anche per questo settore è preferibile orientarsi verso sistemi alternativi che non prevedano l'infiltrazione diretta in sottosuolo.

- **Terrazzi antichi:** Tali depositi presentano in genere avanzati processi di pedogenesi, che riducono significativamente la porosità intergranulare e la capacità drenante del terreno, come anche i ristagni superficiali evidenziano. Tuttavia, localmente, alcune indagini dirette, come il sondaggio per l'esecuzione del pozzo del campo sportivo comunale, hanno evidenziato la presenza in superficie di spessori significativi di depositi nettamente più grossolani nei quali i processi di infiltrazione potrebbero essere ottenibili.

Aree generalmente IDONEE all'infiltrazione o soggette a forti limitazioni:

- **Piana alluvionale würmiana e Terrazzi recenti (Zona Centro-Sud):** Questi depositi sono costituiti prevalentemente da alternanze di ghiaie e sabbie da mediamente a fortemente permeabili, con spessori significativi e assenza di matrici fini occludenti. Tali settori offrono buone prestazioni teoriche per lo scarico e la dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo.

8.2. AVVERTENZE SULLA VARIABILITÀ DEL SOTTOSUOLO E RESPONSABILITÀ DEL PROGETTISTA

Si evidenzia in modo tassativo che le indicazioni fornite al paragrafo precedente e le relative cartografie allegate hanno una valenza esclusivamente generica, statistica e di pianificazione a scala comunale. Non possono in nessun caso sostituire l'indagine geologica e idrogeologica di dettaglio del singolo lotto. Il sottosuolo di Brusaporto presenta infatti un'elevata variabilità laterale e verticale, con repentine alternanze di lenti limoso-argillose e passaggi a maggiore conducibilità, impossibili da intercettare alla scala del piano urbanistico generale.

Pertanto, il DSRI stabilisce il seguente indirizzo vincolante per i professionisti:

- **Obbligo di verifica puntuale in sito:** Qualsiasi progetto edilizio o infrastrutturale che preveda l'utilizzo di strutture disperdenti (pozzi perdenti, trincee drenanti, ecc.) deve essere supportato da prove di permeabilità dirette eseguite in sito (es. prove Lefranc, prove di infiltrazione a carico costante o variabile) eseguite alla quota esatta in cui è previsto lo scarico.
- **Esclusione di responsabilità del Piano:** La verifica della reale rispondenza dei terreni alle indicazioni generali fornite dal Comune e il dimensionamento idraulico dei sistemi di infiltrazione rimangono unicamente e totalmente in capo al progettista dell'intervento. La presenza di un'area all'interno delle zone "generalmente idonee" sulla carta del PGT non

esonera il professionista dall'obbligo di dimostrare numericamente e sperimentalmente la reale conducibilità idraulica del lotto privato.