

COMUNE DI BRIVIO

Provincia di Lecco



data:
30.04.2026

agg.to:
///

archivio:
R17/26_c25

Dott. Geol. Sarah Chakir
sarah1651992@gmail.com



Sarah Chakir Geologo
via Crocefisso 37 f
24123 Bergamo
tel/fax 035.683195

geologia
terrAqua



**DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL
RISCHIO IDRAULICO COMUNALE**
(RR 7/2017 RR 8/2019 Art. 58bis LR 12/2005)

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 <i>Contenuti del Documento Semplificato del rischio idraulico comunale</i>	4
2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO	5
2.1 <i>Inquadramento territoriale</i>	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	10
5. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	14
6. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE	19
6.1 <i>Reticolo Principale</i>	20
6.2 <i>Reticolo Idrico Minore (R.I.M.)</i>	22
7. CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO COMUNALE	28
7.1 <i>Aree a rischio idraulico ai sensi della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - PGRA vigente</i>	28
7.2 <i>Aree allagabili del Torrente Bevera</i>	31
7.3 <i>Aree allagabili della roggia Corna</i>	34
7.4 <i>Criticità riguardanti il sistema fognario e il sistema delle acque meteoriche, e dei corsi d'acqua</i>	35
8. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA	55
9. MISURE STRUTTURALI E NON DI INVARIANZA IDRAULICA	57
9.1 <i>Misure strutturali</i>	57
9.1.2 <i>Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica (art. 12 del Regolamento)</i> ..	62
9.2 <i>Misure non strutturali</i>	63
10. CONCLUSIONI	64

TAVOLA

TAV. DSRI-1: Tavola generale PLANIMETRIA DELLA RETE DI FOGNATURA integrata con le criticità idrauliche con Lario Reti Holding durante il sopralluogo del 18/02/2026

1. PREMESSA

Il presente DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE (DSRI) per il territorio di BRIVIO (LC) rientra nell'ambito delle attività previste:

- dal R.R.7/2017: Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12., aggiornato e modificato dal R.R.8/2019 e dal R.R. 3/2025. Successivamente citati semplicemente con R.R. 7/2017 e s.m.i.:

In particolare la questione della valutazione del rischio idraulico Comunale è affrontata all'art.14 dove si definiscono le "Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica". Nel dettaglio l'art.14 specifica che:

- *i comuni ricadenti nelle aree A e B (ad alta e media criticità idraulica), di cui all'articolo 7 del RR, sono tenuti a redigere lo STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO Tali comuni, nelle more della redazione di tale studio comunale di gestione del rischio idraulico, redigono il DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE....*
- *i comuni non ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica sono tenuti a redigere IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE.*

Considerato che il Comune di Brivio è classificato nel Regolamento Regionale tra le aree a bassa criticità, con la redazione del presente DOCUMENTO SEMPLIFICATO si ottempera a quanto previsto dal summenzionato R.R..

Per la redazione del presente Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DSRI) si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti studi:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT Comunale (studio del 2009 e aggiornamento in corso).
- Carta pedologica regionale su base Ersaf Banca Dati Suoli LOSAN.
- Documento di Polizia idraulica sul reticolo idrico (2008).
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA-PO)

Come previsto dall'art.14 del RR 7 si sono consultati, oltre all'ufficio tecnico comunale, i gestori della rete fognaria comunale (LarioReti) raccogliendone il prezioso contributo.

1.1 Contenuti del Documento Semplificato del rischio idraulico comunale

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale, ai sensi dell'art.14 comma 8 del regolamento, contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4 (da allagamento di fognatura), definibili 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, 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;
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.

2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

2.1 Inquadramento territoriale

Il territorio comunale di Brivio si estende per 798 ettari ed è attraversato da nord a sud dal Fiume Adda e confina:

- a sud con i Comuni di Pontida e di Calco;
- ad ovest con i Comuni di Olgiate Molgora e Airuno;
- a nord con i Comuni di Olginate e di Calolziocorte;
- ad est con i Comuni di Monte Marenzo e di Cisano Bergamasco.

Il territorio comunale di Brivio è situato nella bassa valle San Martino, in sponda idrografica destra del Fiume Adda.

La morfologia è quella tipica di un territorio fluviale in quanto possiede abbondanti depositi alluvionali che ne hanno determinato l'aspetto pianeggiante.

Sul territorio si sviluppa anche una vasta area paludosa, con acque basse, ubicata nella porzione orientale e settentrionale del territorio comunale.

L'abitato principale è sviluppato in destra idrografica del Fiume Adda.

Oltre all'abitato principale sono presenti diverse frazioni quali:

- Bastiglia;
- Beverate;
- Butto;
- Canosse;
- Foino;
- Foppaluera;
- Molinazzo;
- Palazzetto;
- Toffo;
- Vaccarezza.

Il Comune di Brivio è inquadrato nelle sezioni B5e1 e B5e2 della Carta Tecnica Regionale della Lombardia (vd. Fig.2.1) e nell'Ortofoto AGEA 2021 (vd. Fig.2.2).

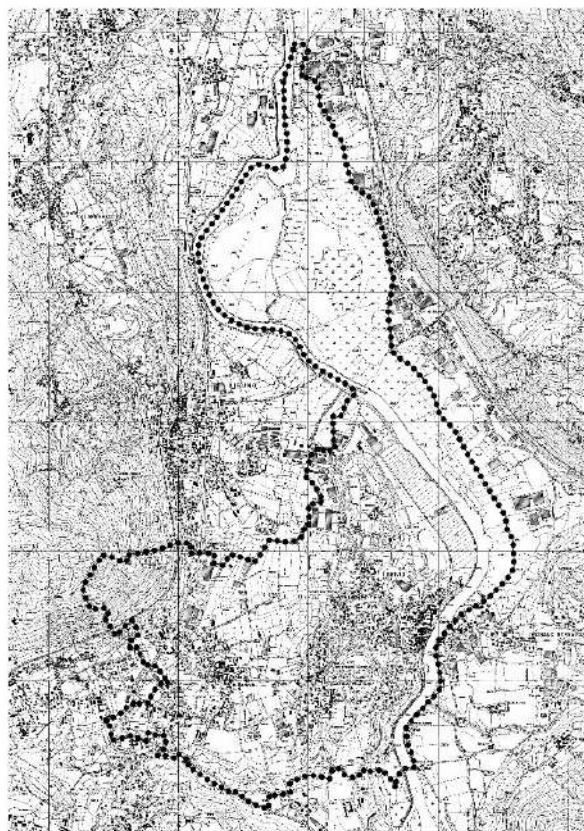


Fig. 2.1: Inquadramento generale comune di Brivio su CTR.

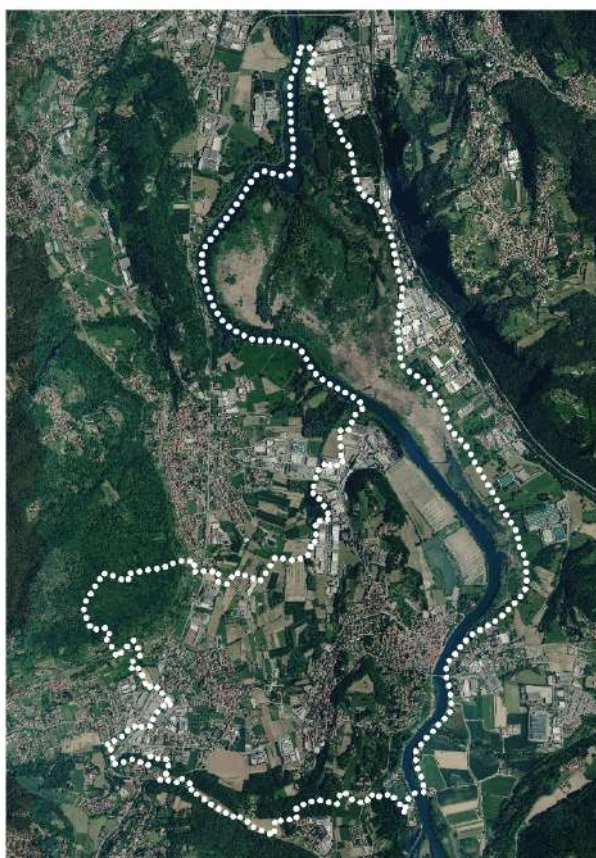


Fig. 2.2: Inquadramento generale comune di Brivio su Brivio AGEA 2021.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le informazioni geologiche e litologiche riguardanti il territorio di Brivio sono state ricavate dalla relazione geologica e dalle tavole del PGT comunale vigente del 2009 redatto dal Dott. geol. Antonio Galizzi.

L'area in esame situata nel settore dell'alta pianura lombarda, si estende a sud delle Prealpi lecchesi e bergamasche dove affiora il substrato rocciosi costituito dai termini sommitali della successione stratigrafica lombarda e cioè dalle formazioni arenaceo – marnose o calcaree del Cretaceo – Eocene.

Le unità che costituiscono il sottosuolo di Brivio sono di seguito elencate.

Substrato roccioso:

- **Sass de la Luna** (Albiano superiore): alternanza di calcari e calcari marnosi grigio bluastrì, localmente selciferi piano – paralleli da centimetrici a decimetrici, torbiditici. Superiormente si hanno calcilutiti grigio chiaro con intercalate marne rosse. Questa unità affiora lungo il versante settentrionale della collina in Loc. Bastiglia Veneziana, che costeggia il complesso industriale DELNA.
- **Unità Cenomaniane** (Cenomaniano): dal basso verso l'alto marne e calcareniti rosse; due banchi calcarei ad assetto caotico con noduli di selce, tra i due banchi calcarei sono intercalate peliti ed arenarie fini di origine torbiditica, in strati sottili. Questa unità si rinviene lungo l'Adda a sud della località Molinazzo e nella zona della collina compresa tra via Caravaggio e via Viganò. In via Caravaggio è stata rinvenuta una facies torbiditica con sequenza di strati sottili di livelli peliti e arenarie. Nella parte sommitale della suddetta collina affiora un banco calcareo – calcarenitico passante verso il basso a strati torbiditici fortemente strecciati.
- **Unità transizionale Sarnico Sirone** (Santoniano inferiore): successione di torbiditi arenitiche fini a stratificazione sottile intercalate a peliti e con ricorrenti corpi di paraconglomerati e slump. Spessore medio di 130 m. affiora lungo il vecchio tracciato ferroviario.
- **Arenario di Sarnico** (Coniaciano): depositi torbiditici con letti arenacei da medi a spessi, anche amalgamati, separati da sottili letti pelitici. Spessore medio di 600 m. Affiora sul Monte S. Genesio.

Depositi superficiali:

Occupano prevalentemente l'area collinare – subpianeggiante e sono differenziati in base ai processi che li hanno generati:

- **Depositi glaciali di ablazione:** sono costituiti da massi metrici, blocchi e ciottoli caoticamente disposti immersi in un'abbondante matrice sabbiosa-limosa; formano il

crinale e la porzione esterna delle morene terminali. Costituiscono tutti i rilievi collinari presenti nel territorio di Brivio.

- **Depositi fluvioglaciali:** sono costituiti da ciottoli arrotondati, ghiaie e sabbie immersi in una matrice sabbiosa-limosa, la stratificazione è scarsa. Questi depositi hanno riempito i canali marginali tra le morene terminali e hanno dato luogo alla zona sub pianeggiante del territorio comunale.
- **Depositi di versante:** sono costituiti essenzialmente da accumuli detritici, monolitologici, formati da clasti spigolosi e grossolani, poveri di matrice, sono il prodotto di alterazione del substrato roccioso ad opera dei processi legati alla forza di gravità e della disaggregazione chimico-fisica degli agenti climatici, se poveri di matrice vengono individuati come falde di detrito, altrimenti come depositi eluvio-colluviali.
- **Depositi di versante eluvio-colluviali:** sono costituiti da diamicton a ciottoli in matrice sabbiosa o limoso-argillosa, con clasti subspigolosi sono il prodotto di alterazione del substrato roccioso ad opera degli agenti atmosferici.
- **Cono di deiezione:** originato grazie all'accumulo di materiale rilasciato durante gli eventi di piena che hanno interessato la parte di reticolo idrico minore afferente al torrente Bevera.
- **Depositi alluvionali recenti:** sono legati all'azione di trasporto e deposito ad opera delle acque correnti formano le piane prospicienti il fiume Adda; sono costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie-limose depositatesi attraverso lunghi processi di decantazione.

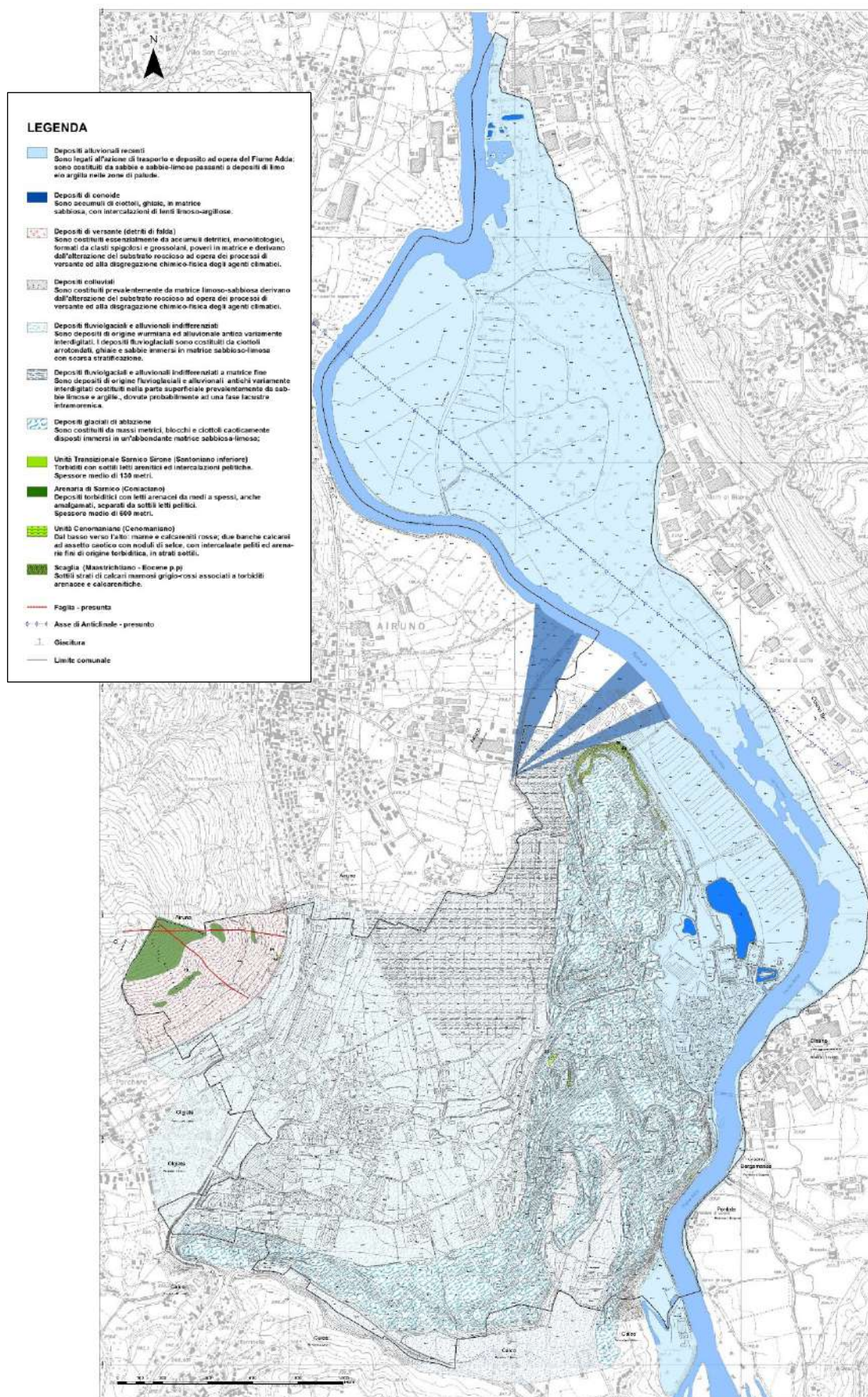


Fig. 3.1: Estratto Tav.1 – Carta geologica del PGT del Comune di Brivio
(fonte: Carta geologica del PGT del Comune di Brivio)

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per l'inquadramento idrogeologico del Comune di Brivio si fa riferimento al PGT comunale.

L'assetto idrogeologico generale dell'area oggetto di studio ha permesso di definire una serie di unità idrogeologiche definite sulla base del raggruppamento delle litologie presenti in funzione dei valori di permeabilità, ovvero dell'attitudine di un serbatoio, sia esso un ammasso roccioso o un deposito di sedimenti incoerenti, di lasciarsi attraversare dall'acqua, sotto l'effetto di un gradiente idraulico (cfr pag.103, "Idrogeologia – principi e metodi" – aut. Gilbert Castany, ed. Dario Flaccovio Editore).

Dalla ricostruzione della superficie rappresentativa del substrato è stato possibile riconoscere i seguenti, tre elementi principali:

- Asse di depressione principale: l'asse vallivo sepolto che condiziona maggiormente l'andamento della superficie freatica è rappresentato dalla valle del Roggia Bevera. Questa valle ha la caratteristica di essere sospesa rispetto all'asse vallivo principale del F. Adda, risultando raccordate ad esso grazie a scarpate abrupto.
- Asse della valle del F. Adda: la profondità di questo asse vallivo raggiunge quote inferiori all'attuale livello del mare, inoltre l'andamento di questo asse cambia direzione in corrispondenza del territorio comunale di Brivio: da Calolzio sino a nord di Brivio ha un andamento NNW-SSE mentre a valle rettifica il suo andamento lungo la direttrice nord-sud.
- Assi di dorsale: seguono l'andamento dei due cordoni morenici riconosciuti sul territorio comunale. Il cordone principale è rappresentato dal lineamento che va dall'abitato di San Zeno, arriva alla C.na Boffalora e continua sino a Foppalvera e al colle di Vaccarezza. Questo rilievo oltre a rappresentare uno spartiacque idrografico rappresenta anche uno spartiacque idrogeologico. La seconda dorsale si trova circa 1 km più a nord del precedente. Il rilievo risulta pressoché obliterato dall'azione delle acque superficiali, si riconoscono il lobo orientale, costituito dalle collinette addossate ad ovest del colle di Brivio, sino all'abitato di Vaccarezza inferiore ed il lobo occidentale, completamente obliterato, che finisce con l'addossarsi alla roccia in posto che affiora sui versanti del M.te San Genesio. Quest'ultimo cordone assolve la sola funzione di spartiacque idrogeologico delle acque freatiche che, dopo essersi infiltrate nella parte più alta di Beverate scorrono verso l'Adda seguendo l'asse vallivo sepolto della roggia Bevera.

Distribuzione delle unità idrogeologiche riconosciute

L'elaborazione delle sezioni interpretative del sottosuolo ha permesso di distinguere i depositi di fondovalle in quattro unità dalle omogenee caratteristiche idrogeologiche, descritte di seguito, iniziando dalla più profonda sino alla più superficiale:

- **Substrato roccioso indifferenziato:** è costituito da differenti litologie, con una complessa situazione tettonica. Vi prevalgono facies terrigene (arenarie, marne e conglomerati), il grado di fratturazione in profondità può essere elevato in corrispondenza di unità a comportamento fragile. Per la scarsità dei dati, si può solo ipotizzare una consistente circolazione idrica sotterranea in corrispondenza dei lineamenti tettonici principali che interessano le unità a comportamento fragile.
- **Unità delle ghiaie e dei conglomerati antichi:** costituita esclusivamente da conglomerati e ghiaie, con spessore massimo di circa 90 metri, poggianti direttamente sul substrato roccioso; la continuità laterale dell'unità è limitata da un brusco contatto erosionale rispetto all'unità 3 (loc. Porchera-Beverate) e all'unità 4 ad Arlate. È sede di una falda idrica libera, caratterizzata da una buona potenzialità, probabilmente vi è una alimentazione dal sottostante substrato, valutabile intorno ai 20 l/s con abbassamenti modesti. Il forte sfruttamento locale in atto, congiunto ad una ricarica meteorica deficitaria, ha portato ad un graduale decremento dei livelli piezometrici, valutabile in 20-05 metri.
- **Unità dei limi ed argille con subordinate intercalazioni di ghiaie:** costituisce l'unità arealmente più rappresentata, litologicamente, presenta regolari successioni di limi ed argille con discontinue intercalazioni di depositi più grossolani (sabbie e ghiaie), spesso con abbondante matrice fine. Gli spessori massimi vengono raggiunti in asse al fiume Adda, in località Beverate gli spessori raggiungono i 150 metri. Le intercalazioni ghiaioso-sabbiose risultano essere sede di modeste falde confinate con scarsa alimentazione. La potenzialità attestata dai vari pozzi è intorno ai 5 l/s, con abbassamenti elevati. In loc. Porchera e Beverate le più recenti fasi di sedimentazione hanno determinato un progressivo aumento della presenza dei depositi ghiaioso-sabbiosi con spessori fino a 35-40 metri a partire dal piano campagna; tali condizioni hanno consentito l'instaurarsi di una falda superficiale di tipo libero, localmente semiconfinata a tetto da livelli argillosi. Tale falda si distingue per una discreta potenzialità 10-15 l/s, ed è captata da alcuni pozzi privati.
- **Unità ghiaioso-conglomeratica con subordinate intercalazioni limoso-argillose:** presente con continuità nel settore della valle del fiume Adda a partire dal confine tra Pontida e Villa d'Adda. Tale unità presenta una potenzialità dell'ordine di 30-40 l/s ed abbassamenti contenuti entro i 10 metri. In alcuni settori del fondovalle del fiume Adda sono state riconosciute delle facies prettamente lacustri, relative ad una fase tardiva di sedimentazione.

Classi di permeabilità dei depositi che costituiscono le strutture idrogeologiche riconosciute

La metodologia applicata allo studio della componente idrogeologica, ha infine portato a sintetizzare le informazioni desunte nella classificazione dei diversi settori che compongono il territorio comunale, in funzione della permeabilità dei depositi che compongono le strutture idrogeologiche riconosciute. Le classi di permeabilità sono state definite su base bibliografica:

- **Unità a: terreni a permeabilità alta**
In questa unità ricadono i depositi grossolani di versante.
- **Unità b: terreni a permeabilità media alta**
In questa classe rientrano i depositi fluvioglaciali medio-grossolani.
- **Unità c: terreni a permeabilità media**
In questa unità rientrano i depositi glaciali.
- **Unità d: terreni a permeabilità media bassa**
Ricadono in questa unità i depositi fluvioglaciali fini
- **Unità e : terreni a permeabilità bassa – molto bassa**
In questa unità ricadono i depositi alluvionali-lacustri fini.
- **Unità f: rocce a permeabilità molto bassa**
In questa classe ricadono le formazioni lapidee del substrato roccioso.

VALORI TABELLATI DELLA PERMEABILITA'

K cm/sec												
	10 ⁷	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
DRENAGGIO	BUONO					POVERO			PRATICAMENTE IMPERMEABILE			
	GHIAIA PULITA		SABBIA PULITA E MISCELE DI SABBIA E GHIAIA PULITA			SABBIA FINA, LIMI ORGANICI E INORGANICI, MISCELE DI ASBBIA, LIMO E ARGILLA, DEPOSITI DI ARGILLA STRATIFICATI			TERRENI IMPERMEABILI, ARGILLE OMOGENEE SOTTO LA ZONA ALTERATA DAGLI AGENTI ATMOSFERICI			
					TERRENI IMPERMEABILI MODIFICATI DAGLI EFFETTI DELLA VEGETAZIONE E DEL TEMPO							

Tabella 4.1

TIPO DI TERRENO	COEFFICIENTE K (m/sec)
GHIAIA PULITA	1-10 ⁻²
SABBIA PULITA – SABBIA E GHIAIA	10 ⁻² -10 ⁻⁵
SABBIA FINE	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶
LIMO	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁸
ARGILLA FESSURATA	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁸
ARGILLA OMOGENEA SOTTO FALDA	< 10 ⁻⁹

Tabella 4.2

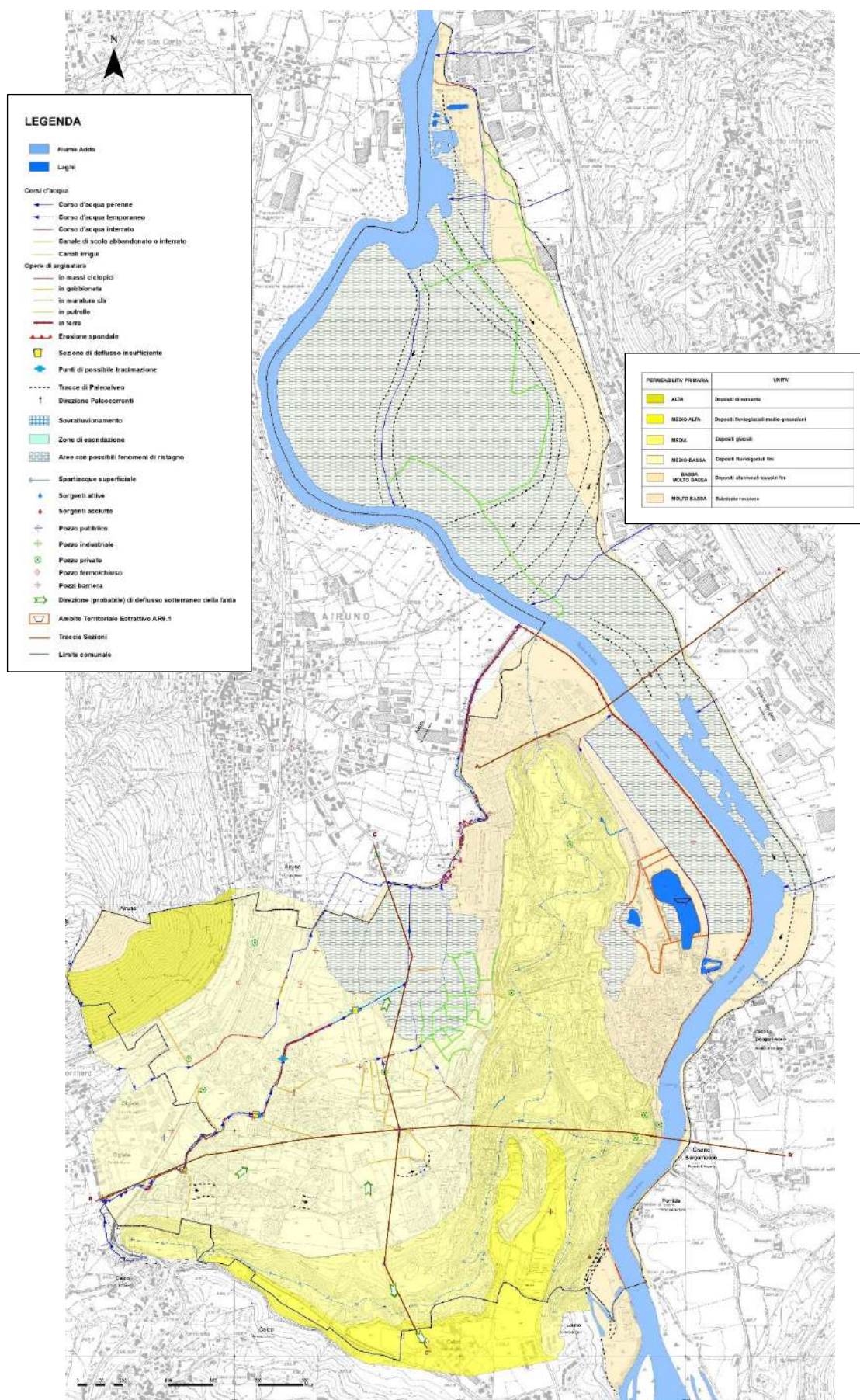


Fig. 4.1: Estratto Tav.1 – Carta della idrografia e idrogeologica del PGT del Comune di Brivio
(fonte: Carta della idrografia e idrogeologica del PGT del Comune di Brivio)

5. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

I suoli dell'area di studio sono il risultato della pedogenesi che ha interessato i sedimenti del Quaternario. Facendo riferimento alla Carta Pedologica della Regione Lombardia ERSAF, sono state individuate diverse unità cartografiche per la rappresentazione dei suoli, fornita in allegato.

Nel presente capitolo i suoli vengono descritti e classificati secondo le indicazioni della Soil Taxonomy e della FAO; nella legenda dell'elaborato cartografico, invece, le unità vengono identificate unicamente dalla sigla proposta dall'ERSAF.

Di seguito, vengono illustrati i limiti tra le varie classi utilizzate per descrivere i suoli.

Classi utilizzate per la descrizione dei suoli					
PROFONDITÀ UTILE		TESSITURA		DRENAGGIO	
< 25 cm	molto sottili	Grossolana	S, SF	Rapido	
25–50 cm	sottili	Moderatamente grossolana	FS	Buono	
50–100 cm	moder. profondi	Media	FS molto fine, F, FL, L	Mediocre	
100–150 cm	profondi	Moderatamente fine	SA, FA, FLA	Lento	
> 150 cm	molto profondi	Fine	A, AS e AL	Molto lento-impedito	
REAZIONE		CARBONATI TOTALI		SCHELETRO	
pH < 4,5	molto acidi	< 0,5 %	non calcarei	< 1	assente
pH 4,5–5,5	acidi	0,5–5 %	scarsamente calcarei	1-5	scarso
pH 5,6–6,6	subacidi	5–10 %	moderatamente calcarei	5-15	comune
pH 6,7–7,3	neutri	10–20%	calcarei	15-35	frequente
pH 7,4–8,2	subalcalini	> 20 %	molto calcarei	35-70	abbondante
pH > 8,3	alcalini			> 70	molto abbondante

Tab. 5.1: Classi utilizzate per la descrizione dei suoli

Inoltre con la sigla finale CN - CO – GI sono differenziate le seguenti unità:

- CN: U.C. Semplice-consociazione – ovvero unità cartografica costituita, per almeno il 75 %, da un solo tipo di suolo o da suoli simili, mentre le inclusioni di suoli dissimili non superano il 15%.
- CO: U.C. composta/complesso – ovvero unità cartografica costituita da due o più suoli, aventi un modello di distribuzione nel territorio così complicato o così frammentato da non poter essere rappresentati separatamente in una carta in scala 1:25 000. In tutte le delineazioni (poligoni di suolo dell'UC) il modello distributivo e la proporzione quantitativa fra i diversi suoli è alquanto simile.
- GI: U.C. composta/gruppo indifferenziato - Unità cartografica nella quale due o più taxa - non armonicamente associati nel paesaggio - vengono cartografati assieme, poiché l'uso e la gestione agraria sono gli stessi o sono molto simili. Generalmente tali suoli hanno in comune alcune caratteristiche - come la pendenza, la pietrosità, la inondabilità - che ne determinano analoghe limitazioni d'uso o di gestione.

Nell'area di studio sono state distinte le seguenti unità cartografiche identificate dalle sigle proposte dall'ERSAL: ARN1 e BIS1, VLG1, VLG2, VLL1, MOA1/VLG1, CVS1, RCH1/SGV1. In grigio sono cartografate le aree urbane e industriali e le aree prive di suolo.

Unità ARN1/BIS1 GI

(Typic Eutrudepts coarse loamy over sandy or sandy- skeletal, mixed, superactive, mesic / Hydric Sulphemists (euic), mesic)

Sono i suoli che si trovano nella zona della palude del fiume Adda. Il pedopaesaggio è quello delle valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua, pianie inondabili con prevalente dinamica deposizionale su superfici sede di passata attività fluviale ad alvei e meandri con quota media di 196 m s.l.m. e pendenza media dell'1,9%, si identificano con gli alvei di piena a vegetazione naturale riparia, con suoli sviluppatisi su depositi alluvionali ghiaiosi poco classati a matrice limosa- sabbiosa o argillosa. L'uso del suolo prevalente è costituito da incolti produttivi.

I suoli ARN1 sono da sottili a moderatamente profondi, limitati da falda, tessitura media in superficie e grossolana in profondità, con scheletro comune in superficie e abbondante in profondità, alcalini, saturi, scarsamente calcarei, CSC media, AWC moderata, con drenaggio mediocre e permeabilità moderata; i suoli BIS1 sono suoli sottili, limitati da falda, ricchi di materiale organico indecomposto, tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità, scheletro assente, reazione neutra in superficie ed acida in profondità, saturazione alta, AWC bassa, con drenaggio impedito e permeabilità moderatamente elevata.

Unità VLG1 CN

(Fluventic Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic)

Si trova nella zona di Beverate, è delimitata da una scarpata morfologica poligeniche. Il pedopaesaggio è quello degli anfiteatri morenici dell'alta pianura su depositi recenti dotati di morfologia aspra e costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvioglaciali e fluviolacustri; si tratta di superfici subpianeggianti con quota media di 230 m s.l.m. e pendenza media del 2,9%, con materiali fini riconducibili ad ambienti deposizionali di tipo lacustre e suoli sviluppatisi su sabbie e ghiaie non calcaree. L'uso del suolo prevalente è costituito da prati permanenti asciutti e seminativi.

I suoli VLG1 sono molto profondi, con scheletro scarso, a tessitura media, reazione acida in superficie e subacida in profondità, saturazione molto bassa, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata.

Unità VLG2 CN

(Fluventic Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic)

Sono i suoli che caratterizzano i cordoni morenici, Il pedopaesaggio è quello degli anfiteatri morenici dell'alta pianura su depositi recenti dotati di morfologia aspra e costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvioglaciali e fluviolacustri; si tratta di superfici con quota media di 260 m s.l.m. e pendenza media del 12%. L'uso del suolo prevalente è costituito da prato permanente asciutto e seminativo.

I suoli VLG2 sono poco profondi, a tessitura moderatamente grossolana con scheletro comune in superficie e abbondante in profondità. Sono suoli acidi, con saturazione molto bassa, CSC alta in superficie e molto bassa in profondità, AWC bassa, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.

Unità MOA1/ VLG1 CO

(Fluvaquentic Eutrudepts coarse silty, mixed, active, mesic / Fluventic Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic)

Affiora nel settore centrale della valle del Bevera, in zona Prada. Il pedopaesaggio è quello degli anfiteatri morenici dell'alta pianura su depositi recenti dotati di morfologia aspra con quota media di 205 m s.l.m. e pendenza media del 2,9% e costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvioglaciali e fluviolacustri; si tratta di superfici subpianeggianti con materiali fini riconducibili ad ambienti deposizionali di tipo lacustre con suoli sviluppatisi su substrato limoso-sabbiosi calcarei con diffuse evidenze di idromorfia. L'uso del suolo prevalente è costituito da prati permanenti asciutti.

I suoli MOA1 sono molto profondi con comuni screziature in profondità, tessitura moderatamente grossolana, privi di scheletro, acidi in superficie, subacidi in profondità, saturi, CSC media, AWC moderata, con drenaggio mediocre e permeabilità moderata; i suoli VLG1 sono molto profondi, con scheletro scarso in superficie e assente in profondità, a tessitura media, reazione acida in superficie e subacida in profondità, saturazione molto bassa, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata.

Unità VLL1 CN

(Typic Dystrudepts coarse loamy, mixed, active, mesic)

Si trova in località Palazzetto. Il pedopaesaggio è quello degli anfiteatri morenici recenti dell'alta pianura, distinti in cordoni principali e secondari, generalmente a morfologia netta con pendenze da basse a moderate, con quote medie attorno ai 240 m s.l.m. e pendenza media del 5,4%. I suoli si sono sviluppati su depositi morenici grossolani poco classati immersi in matrice sabbiosa- limosa. L'uso del suolo prevalente è costituito da boschi di latifoglie caducifoglie.

I suoli VLL1 sono molto profondi su substrato ciottoloso morenico, con scheletro da comune a frequente, a tessitura media, reazione molto acida, saturazione molto bassa, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata.

Unità CVS1 CN

(Fluventic- humic Dystrudepts coarse loamy, mixed, active, mesic)

Affiorano nella zona pedecollinare al confine con Airuno. Si tratta di aree su materiale colluviale, sabbioso, non calcareo, pedemontane di raccordo con l'alta pianura, nell'ambiente dei sistemi montuosi prealpini, con quota media di 240 m. s.l.m. e pendenza media del 6%. L'uso del suolo prevalente è a prato e a prato pascolo.

I suoli CVS1 sono profondi su orizzonti idromorfi e falda, con scheletro da scarso a frequente, tessitura moderatamente grossolana, non calcarei, reazione subacida, saturazione bassa, AWC moderata, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Unità RCH1 e SGV1 GI

(Dystric Eutrudepts fine loamy, mixed, superactive, mesic / Typic Eutrudepts very fine montmorillonitic, superactive, mesic)

Il pedopaesaggio è quello dei rilievi montuosi delle Alpi e Prealpi lombarde caratterizzati da substrato roccioso e affioramenti litoidi con versanti con pendenze da elevate a estremamente elevate (in media del 42%), quota media di 450 m s.l.m. con soprassuolo a bosco di latifoglie termofile e con suoli sviluppatasi su substrati costituiti da flysch dolomie e calcari, conglomerati arenacei e subordinatamente marnosi. L'uso del suolo prevalente è costituito da boschi cedui e pascoli.

I suoli RCH1 sono moderatamente profondi per scheletro molto abbondante, con scheletro comune in superficie e molto abbondante in profondità, con tessitura media, reazione da subacida a neutra, saturazione alta, AWC alta; sono non calcarei e presentano drenaggio buono e permeabilità moderata.

I suoli SGV1 sono profondi, con scheletro assente o scarso, tessitura da media a moderatamente fine in superficie e fine in profondità, reazione subacida in superficie e neutra in profondità, saturazione alta, AWC alta; sono non calcarei, con drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa.

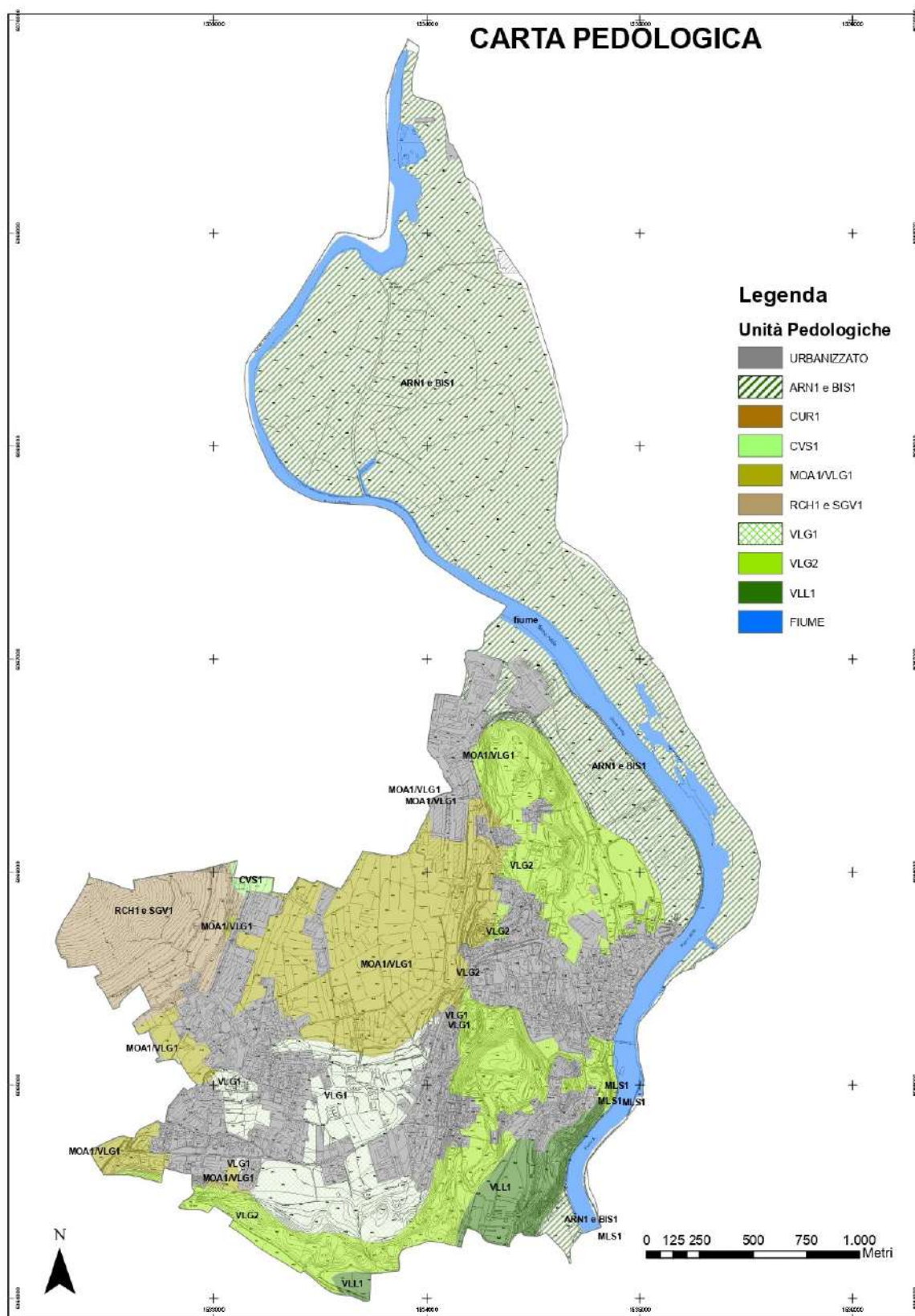


Fig. 5.1: Carta pedologica del PGT del Comune di Brivio
(fonte: Carta pedologica del PGT del Comune di Brivio)

6. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

Il reticolo idrografico del territorio comunale di Brivio, è posto in ambito caratterizzato dalla presenza di insediamenti umani interni ai bacini idrografici e pertanto la sua descrizione è in parte condizionata sia dalla lettura dei fenomeni indotti dall'antropizzazione dei luoghi, sia dall'uso del suolo condotto in passato, conservando ancora significativi livelli di naturalità e valenza ambientale.

Nel territorio comunale a parte il fiume Adda che appartiene al reticolo idrico principale, tutti gli altri corsi d'acqua appartengono al reticolo idrico minore.

L'idrografia minore del territorio comunale è divisibile in tre settori ben distinti:

- Il settore di Beverate caratterizzato da un bacino principale, Roggia Bevera, e da una serie di corsi d'acqua affluenti della stessa, dei quali il più importante per dimensioni del bacino è la roggia Corna.
- Il settore del Bersaglio caratterizzato dalla presenza di due canali di bonifica dell'area paludosa.
- Il settore della palude di Brivio, dove, a parte il Fos della Rugiolada, vi sono numerosi corsi d'acqua che hanno origine dalla zona di monte in Comune di Cisano Bergamasco.

Considerando le interferenze antropiche non può essere dimenticato l'aspetto qualitativo condizionato da scarichi fognari che dequalificano le acque delle rogge esistenti.

Le due rogge principali, la roggia Bevera e la roggia Corna hanno origine nel territorio di Olgiate Molgora e presentano un decorso grossomodo W-E, per poi deviare verso Nord, impostandosi in corrispondenza di una paleovalle probabilmente di origine glaciale.

La maggior parte di questi corsi d'acqua sono a regime periodico e discontinuo, legati all'intensità e alla frequenza delle precipitazioni.

Di seguito vengono descritti in sintesi le principali caratteristiche dei principali corsi d'acqua che solcano il territorio di Brivio. I dati sono stati ripresi dallo studio per la "Determinazione del Reticolo Idrico Minore" redatto dal Dott. geol. Antonio Galizzi, a cui si rimanda per gli eventuali approfondimenti.

6.1 Reticolo Principale

Sul territorio comunale di Brivio è presente un corso d'acqua appartenente al Reticolo Idrico Principale, il Fiume Adda che delimita ad est il centro storico di Brivio e si sviluppa per una lunghezza di 7.500 m, riportato nella Tab. 6.1 e nella Fig. 6.1.

Num Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
LC009	Fiume Adda	AIRUNO, BRIVIO, CALCO, CALOLZIOCORTE, IMBERSAGO, OSNAGO, PADERNO D'ADDA, ROBBIATE	Po	Da valle del nuovo ponte della linea ferroviaria MI-LC_SO, in località Lavello, al confine provinciale	183

Tab. 6.1 – Elenco del Reticolo Idrico Principale nel territorio comunale di Brivio (fonte: Allegato A – Individuazione del Reticolo Idrico Principale della D.G.R. XII/3668 del 16/12/2024)

Il **Fiume Adda** – codice LC009Z, sfocia nel Fiume Po e, nel territorio comunale di Brivio, scorre da nord a sud (ad una quota di circa di 200 m s.l.m.).



Fig. 6.1 – Ubicazione del Fiume Adda

Il fiume Adda attraversa l'intero territorio e scorre ad est del centro abitato. Nel tratto settentrionale l'area paludosa denominata Isola della Torre e Isolona del Serraglio, che si trova lungo la sponda idrografica sinistra, ricade in territorio di Brivio. Dall'analisi della cartografia antica IGM 1889 e vecchie mappe catastali, si è potuto constatare che la suddetta area era di pertinenza fluviale e che le aree emerse erano solo alcuni isolotti. Nel tempo l'alveo della

portata ordinaria del fiume è migrato verso ovest e la suddetta area è stata colonizzata da specie vegetali igrofile e da specie idrofite (canneto) che hanno facilitato il processo di interrimento dell'area; da quando è stata abbandonata la pratica del taglio del canneto, l'ingressione delle acque fluviali è fortemente ridotta.

Le sponde risultano quasi ovunque naturali, ad eccezione di alcuni tratti artificiali in corrispondenza del nucleo urbano e in alcuni tratti dove ci sono interventi di rinforzo con massi ciclopici. La sponda idrografica destra, nel tratto compreso tra il centro storico e lo sbocco della Roggia Bevera, è caratterizzata da un rilevato in terra di circa 2-3 metri di altezza. Tale argine è continuo ed è stato ripetutamente rinforzato nel corso degli anni ed è in assenza di soluzione di continuità con l'argine destro della Roggia Bevera che si sviluppa nel tratto compreso tra via per Airuno fino allo sbocco nell'Adda.

Il bacino del fiume Adda è esteso per 7959 kmq, l'asta principale è lunga 313 km.

L'Adda nasce dai versanti del Pizzo del Ferro, a quota 2150 m s.l.m., attraversa l'intera Valtellina e sbocca nel Lago di Como presso il Pian di Spagna, a quota di circa 200 m s.l.m.. All'uscita dal lago di Lecco, l'Adda riprende a scorrere largo e piatto, formando lungo il suo percorso due bacini lacustri, i laghi di Garlate ed Olginate; in questo tratto inizia il paesaggio collinare caratterizzato dalla presenza di cordoni morenici e terrazzi fluvio-glaciali ("medio corso dell'Adda"). La piana alluvionale si presenta ampia e con alveo quasi poco inciso nel tratto tra Olginate e Brivio. Successivamente, fino a circa Cassano d'Adda, l'alveo si inforra entro profonde scarpate (dislivelli di 90-100 m in Robbiate) scavate entro i conglomerati e le arenarie del "Ceppo"; a valle di Cassano d'Adda (località Gropello d'Adda), con la diminuzione della pendenza, il corso d'acqua tende ad assumere un andamento meandriforme con alveo localmente di tipo braided non sempre ben definito fino alla confluenza in Po, presso Cremona dove è arginato in modo continuo dalla SS 234 alla confluenza. Affluenti principali, in sinistra idrografica sono il Serio e il Brembo.

La porzione di Adda compresa entro i confini della Provincia di Lecco ha una lunghezza di 20,2 Km

Dall'analisi dei dati degli andamenti delle portate del fiume Adda emerge in media la presenza di due massimi, uno primaverile e uno autunnale, direttamente legati alle precipitazioni. Nel caso in questione tali massimi non sono molto pronunciati a causa dell'effetto regolatore del lago (la stazione è posta a valle del lago) e del contributo derivante dallo scioglimento delle nevi nella parte più alta del bacino.

Il deflusso dal lago allo sbarramento di Olginate varia da un massimo di circa 900 m³/s ad un minimo di 18 m³/s (la superficie del bacino sotteso in tale punto è di 4552 kmq).

6.2 Reticolo Idrico Minore (R.I.M.)

Sul territorio comunale di Brivio sono stati censiti 13 corsi d'acqua ascrivibili al Reticolo Idrico Minore di competenza comunale.

Di seguito viene riportata l'individuazione del Reticolo Idrico Minore (R.I.M.) nel Comune di Brivio (vedi Fig. 6.2), con riportato l'elenco totale dei corsi d'acqua (vedi Tab. 6.2).

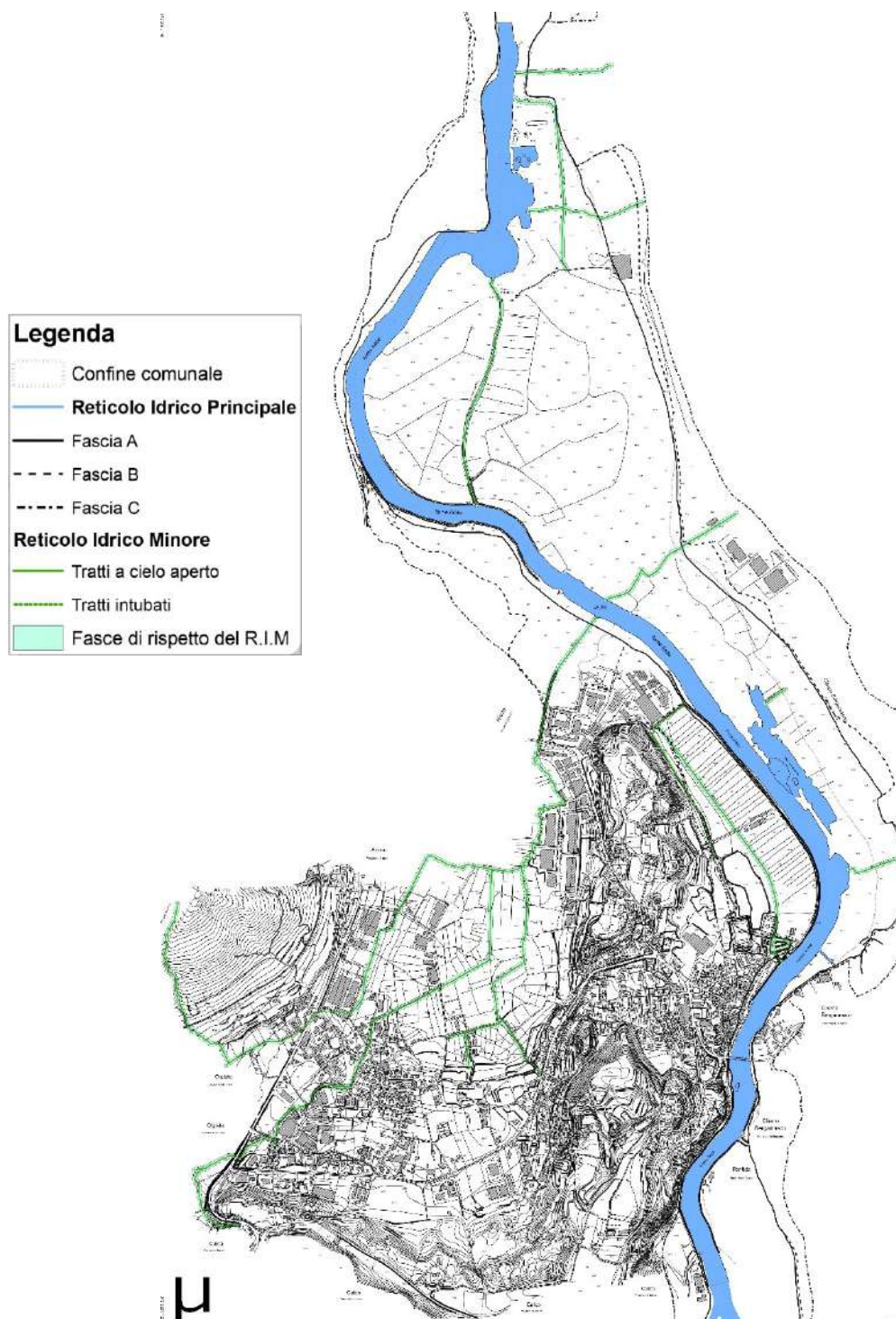


Fig. 6.2 – Individuazione del Reticolo Idrico Minore nel territorio comunale di Brivio

Nome	Codice	Coordinate		Sbocco a valle	Lunghezza asta	Note
		Punto iniziale	Punto finale			
Roggia Bevera	BRI_01	1.532.420 5.064.682	1.534.257 5.067.242	Fiume Adda	4.571 m	È stato analizzato tutto il tratto fino alla foce, in quanto a cavallo del limite comunale con Airuno. Corso d'acqua vincolato ai sensi della L. 1497/39
Roggia Corna	BRI_02	1.533.324 5.065.932	1.533.787 5.066.078	Roggia Bevera	2.743 m	Il tracciato del tratto intubato è incerto.
Rio Filatoio	BRI_03	1.533.592 5.064.851	1.533.918 5.066.090	Roggia Bevera	2.076 m	Una ramificazione secondaria è individuata con il codice BRI_03b
Rio Bevera	BRI_04	1.534.006 5.065.133	1.533.812 5.065.368	Rio Filatoio	330 m	Presenza di acqua sempre
Canale di mezzo	BRI_05	1.534.544 5.066.748	1.535.121 5.065.644	Fiume Adda	1.302 m	Origine da un tubo. Realizzato nel '20 per bonificare l'area
Canale di sopra	BRI_06	1.534.816 5.066.129	1.534.672 5.066.845	Fiume Adda		Realizzato nel '20 per bonificare l'area
Torrente Carpine	BRI_07	1.533.946 5.069.771	1.533.889 5.069.762	Fiume Adda	66 m	Corso d'acqua vincolato ai sensi della L. 1497/39
Palude	BRI_08	1.534.133 5.068.844	1.533.891 5.069.835	Fiume Adda	965 m	Canale appartenente al sistema di bonifica area Palude
Casa delle rane	BRI_09	1.534.491 5.069.172	1.533.950 5.069.124	Fiume Adda	560 m	Canale proveniente dalle pendici del Monte Marengo
Fos della Rugiolada	BRI_10	1.533.783 5.068.808	1.533.708 5.067.767	Fiume Adda	1.096 m	Roggia che preleva acqua dall'Adda e la restituisce a valle
Rio Morti di Bisone	BRI_11	1.534.910 5.067.725	1.534.313 5.067.325	Fiume Adda	778 m	Rio che ha origine da Monte Marengo
Rio Bisone di Sotto	BRI_12	1.535.138 5.066.911	1.535.041 5.066.848	Fiume Adda	121 m	Corso d'acqua che ha origine dal Monte Marengo
Rio Caregallo	BRI_13	1.535.874 5.066.201	1.535.432 5.066.076	Fiume Adda	589 m	Origine incerta

Tab. 6.2 – Elenco del Reticolo Idrico Minore (R.I.M.) sul territorio comunale di Brivio

Settore di Beverate

Roggia Bevera

La roggia Bevera ha origine da più rami che provengono da Olgiate Molgora e da Calco ed è caratterizzata da un bacino idrografico di circa 8,7 kmq. I tratti iniziali si presentano con alvei naturali di 1-2 metri di ampiezza incisi nei depositi quaternari per circa 2 metri. Già al confine con Olgiate Molgora, in corrispondenza della nuova strada di ingresso al paese, il corso d'acqua presenta tratti artificiali sia delle sponde che dell'alveo. In particolare gli ultimi interventi stradali hanno impiegato dei tubi zigrinati di notevoli dimensioni per intubare la roggia in corrispondenza del passaggio stradale.

Il tratto compreso tra la strada statale per Lecco e il piazzale antistante il ponte della strada vecchia per Olgiate Molgora è caratterizzato da un alveo naturale con sponde realizzate con massi ciclopici. L'alveo ha un'ampiezza di 2-3 m e le sponde sono alte circa 3 m.

Il primo restringimento d'alveo si incontra proprio in corrispondenza del suddetto ponte, in quanto l'alveo fa una ansa ad angolo retto verso sinistra e immediatamente a valle vi sono due scarichi di notevoli dimensioni: uno proveniente da Beverate (che probabilmente raccoglie acque meteoriche o è in disuso), il secondo dovrebbe essere lo scolmatore della fogna di Olgiate Molgora, in quanto nel momento del rilievo, lo scarico era in funzione scaricando acque di pessima qualità.

Nel tratto successivo che costeggia le industrie di via delle Industrie, si possono registrare, oltre a numerosi scarichi di differente natura, opere di difesa spondale che vanno dal semplice muro in cls, ad un doppio ordine di gabbionate fino all'utilizzo di putrelle in ferro.

A valle di via delle Industrie vi è l'unica risorgiva d'acqua di falda (tina) ancora presente a Beverate che si dispone longitudinalmente al corso d'acqua. Le acque della tina, intubate a

monte di via Margherita, vengono inviate nel Bevera sotto il ponte stradale per mezzo di due tubi del diametro di 50 cm.

In via Prada il Bevera è caratterizzato da un primo tratto di alveo con le due sponde artificiali, mentre nell'ultimo tratto solo il lato stradale è caratterizzato da sponda in cls. Anche in questo tratto si registrano numerosi scarichi di acque civili/meteoriche. Il tratto che prosegue verso i campi è caratterizzato da un alveo naturale con locali interventi di sistemazione spondale vecchi, come il muro in cemento che è scalzato al piede, e da interventi estemporanei di sistemazione spondale che, oltre a non offrire alcuna garanzia di efficacia, potrebbero causare l'esondazione della roggia a seguito dell'ostruzione del passaggio ponte immediatamente a valle.

Si segnala, inoltre, che nel tratto subito a valle del suddetto attraversamento si ha un fenomeno di sovralluvionamento del fondo del corso d'acqua che riduce ulteriormente la capacità di deflusso delle acque.

Lungo tutto il percorso sono stati individuati numerosi tratti interessati da locali fenomeni di erosione spondale. Tali informazioni, come l'indicazione della qualità delle acque basata su valutazione visiva, sono tutte contenute nel database del GIS fornito.

In via Margherita e in via Prada, nel corso di eventi meteorici avvengono periodici fenomeni di allagamento della strada comunale e di parte dei terreni che costeggiano la roggia.

Nell'anno 2021 sono stati eseguiti dei lavori di manutenzione straordinaria delle sponde della roggia Bevera nel tratto di via Prada consistenti nel rifacimento della scogliera lungo la sponda idrografica destra e prolungandola fino al civico n° 10 eliminando il restringimento della sezione d'alveo appena a monte del ponticello di ingresso al suddetto civico; e creando una nuova scogliera lungo la sponda idrografica sinistra dalla curva fino al civico n° 10.

Senza dubbio la roggia Bevera soffre di una situazione molto critica dovuta alla presenza di numerosi scarichi che rendono qualsiasi valutazione idraulica, basata esclusivamente sui dati meteorici, in difetto rispetto a quanto si riscontra nella realtà; infatti si hanno degli apporti di volume d'acqua istantanei di notevole portata, provenienti da molti scarichi presenti lungo il tratto che va da via Margherita in Brivio fino a Olgiate Molgora e Calco. Tale situazione critica è destinata ad aggravarsi e ad intensificarsi dal punto di vista della ripetitività degli eventi a seguito della forte espansione edilizia che hanno subito i paesi limitrofi che, consentendo l'immissione delle acque chiare direttamente nella roggia senza la creazione di opportune vasche di laminazione, vanno ad incrementare le portate istantanee della roggia durante gli eventi meteorici.

Pertanto sarebbe auspicabile che si affrontasse uno studio a livello di bacino del corso d'acqua, valutando magari anche possibili modalità, come i contratti di fiume che la Regione Lombardia ha già attivato per altri corsi d'acqua presenti sul territorio lombardo, al fine di promuovere degli interventi radicali di riqualificazione sia dal punto di vista idraulico che ambientale.

A conferma delle problematiche del corso d'acqua di seguito si riporta alcune stime di portata estrapolate da vari studi eseguiti nel tempo.

Roggia Corna

Il torrente o roggia Corna nasce dal Monte S. Genesio e da una seconda ramificazione e scorre ai piedi dello stesso in direzione NNE ed è caratterizzato da un bacino idrografico di 2,2 kmq. Nel settore che si trova al di sopra della linea ferroviaria (comune di Olgiate Molgora) l'alveo si presenta artificiale con opere spondali in muratura a secco; nel settore che scorre alle pendici del monte l'alveo si presenta ben marcato con una sezione di circa 2 metri di ampiezza e sponde alte circa 1.5-2 metri. Nel tratto in questione non si registra la presenza di acqua. Secondo alcune testimonianze raccolte nella zona, non verificate, vi sarebbero delle prese d'acqua nella porzione più a monte che intercettano le acque subito alla sorgente. Il fatto che il corso d'acqua possa ricoprire ancora una sua funzione in occasione di eventi meteorici importanti si evince dalle dimensioni del suo alveo e da più segnali rilevati di un'azione erosiva molto incisiva, come è stato possibile verificare nel corso dei giorni piovosi.

Il corso d'acqua è intubato per un tratto di circa 350 m, il cui tracciato reale non è stato possibile verificare. Singolare è il fatto che a valle del tratto intubato ricompaia la presenza dell'acqua con caratteristiche organolettiche pessime, chiaro segnale che il suddetto tratto intubato viene impiegato come scarico delle acque civili e/o industriali.

Il Corna nel tratto della piana di Beverate, a ovest del Bevera, è caratterizzato da un alveo ampio al massimo 1 metro, con la sponda idrografica sinistra che è stata rinforzata con interventi di arginatura, creando muri in cls e doppi ordini di gabbionate a protezione dei piazzali dei capannoni che si affacciano sul corso d'acqua; mentre la sponda idrografica destra è alta al massimo 50 cm. Alla luce di quanto sopra riportato, si è potuto appurare che la roggia Corna, a seguito di eventi meteorici intensi, tende ad esondare verso la piana a destra.

A valle della stazione dell'ENEL il corso d'acqua riprende ad avere un alveo con sponde naturali ed un andamento abbastanza rettilineo fino alla confluenza con la roggia Bevera.

Nella piana di Beverate è stata rilevata la presenza di numerosi fossi irrigui che immettono le loro acque nel Corna.

Rio filatoio

Il rio Filatoio attualmente ha origine da un tratto tombinato di cui non si conosce il tracciato. Scorre intubato per un tratto di circa 70 m davanti all'allevamento di suini per poi riapparire come corso d'acqua a cielo aperto. All'altezza dell'ingresso dell'allevamento vi è un'immissione di un ramo d'acqua che costeggia il lato occidentale dell'allevamento e che ha origine anche lui da un tratto intubato. Prima di deviare verso nord, in direzione della roggia Bevera dove confluisce, raccoglie le acque provenienti dal rio Bevera.

Rio bevera

Il rio Bevera ha origine da un tratto tombinato da cui fuoriescono delle acque che, per la loro costante presenza, sono probabilmente legate ad un'azione di drenaggio della soprastante collina di Foppaluera.

Dopo aver percorso un tratto di un centinaio di metri intubate, fuoriescono a cielo aperto in corrispondenza di un'area dove sorge un orto. Da qui il corso d'acqua assume le caratteristiche proprie di un rio a cielo aperto, fino alla sua confluenza con il Rio Filatoio.

Settore del Bersaglio

Canale di mezzo

Le acque che alimentano il canale di mezzo hanno origine da un tratto intubato di cui non si conosce il tracciato preciso che appartengono allo scarico del depuratore della ditta Delma, oltre a drenare le acque della piana che corrisponde allo scopo principale per cui era stata realizzato il canale (si veda capitolo precedente). Il canale scorre parallelamente all'alzaia del Fiume Adda a circa 200 m di distanza, per poi andare a confluire nel Fiume Adda dopo aver creato un'area umida paludosa nei pressi del ristorante Bella Venezia.

Il canale è contraddistinto da un alveo naturale di circa 2 m di ampiezza con le scarpate di circa 1 – 1.5 m di altezza.

Canale di sopra

Il canale di sopra, come quello di mezzo è stato realizzato per bonificare la zona paludosa; tenendo conto che la sua funzione è quella di raccogliere le acque meteoriche di ruscellamento dal versante collinare.

Settore della Palude

Torrente carpine

Il torrente Carpine appartiene all'elenco dei corsi d'acqua tutelati dalla L. 431/85 . Il tratto che rientra all'interno del territorio di Brivio è di modeste dimensioni, 66 m; ma, essendo a valle di una serie di complessi industriali che incastonano il torrente all'interno di una "forra" artificiale, ne risente tutte le conseguenze.

Non è stato eseguito un censimento degli scarichi presenti a monte del tratto di pertinenza, anche se le pessime caratteristiche organolettiche delle acque ne denunciano la sicura presenza.

Palude

Il canale che presenta un andamento grossomodo sud-nord, nel suo tratto finale costeggia la zona industriale che si trova al confine con il Comune di Calolzio Corte; in questo tratto l'alveo

è artificiale sul lato idrografico destro, mentre sul lato sinistro vi è un fitto rovetto; il tratto finale è interrato e il suo tracciato incerto.

Casa della rane

Attraversa i terreni adibiti ad attività agricola, la sua origine in territorio di Cisano Bergamasco è incerta, al momento del sopralluogo scorreva un rigagnolo d'acqua. L'alveo è naturale con locali erosioni spondali.

Fos della rugiolada

Il fosso è stato recentemente sistemato e pulito da parte della amministrazione comunale in collaborazione con il Parco Adda. Al momento del sopralluogo l'acqua presentava un lento scorrimento. Sono stati realizzati dei pontili per favorire l'osservazione di specie faunistiche

Rio morti di Bisone

L'alveo è ben inciso con un evidente fenomeno di sovralluvionamento di materiale grossolano dell'alveo. Al momento del sopralluogo si presentava privo d'acqua, infatti deve essere un corso d'acqua temporaneo e il fatto che il corso d'acqua possa ricoprire ancora una sua funzione in occasione di eventi meteorici importanti si evince dalle dimensioni del suo alveo e dalle sopra citate condizioni del fondo dell'alveo.

Rio Bisone di sotto

Il tratto in comune di Brivio interessa gli ultimi 100 metri del corso d'acqua che scorre nella piana della palude di Brivio prima di sfociare nel Fiume Adda

Rio Caregallo

Il rio ha un'origine incerta nel territorio di Cisano Bergamasco, dopo aver superato la strada provinciale fiancheggia un depuratore industriale da cui riceve acque di scarico e scorre verso il Fiume Adda. Presenta un alveo naturale con locali distinti segni di erosione spondale.

7. CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Per definire le condizioni di pericolosità idraulica del territorio comunale sono stati analizzati i seguenti documenti:

- Cartografia del PGRA dell'autorità di Bacino del fiume Po
- Studio del Reticolo idrico minore comunale
- Studio geologico del PGT (in fase di aggiornamento)

È stato infine contattato il gestore della rete fognaria comunale, Lario Reti Holding S.p.a., al fine di ottenere informazioni circa lo stato della rete, ed in particolare per mettere in luce eventuali criticità presenti.

7.1 Aree a rischio idraulico ai sensi della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - PGRA vigente

Le prime importanti indicazioni sulle aree a rischio idraulico nel territorio Comunale di Brivio sono quelle fornite dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), adottato nella sua prima versione (dicembre 2015) dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, in attuazione di quanto previsto dal D.lgs. 49/2010 e dalla Direttiva Europea 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni). Tali indicazioni sono state riportate sulle varie versioni delle Mappe P.G.R.A. (2013, 2015, 2019, 2022) successivamente prodotte e pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

In tale ambito Autorità di Bacino e Regione hanno perseguito l'individuazione delle aree allagabili, che rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi di eventi riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento (*RELAZIONE II A MAPPATURA DELLA PERICOLOSITÀ E VALUTAZIONE DEL RISCHIO*), secondo i tre seguenti scenari di pericolosità:

- aree P3 (H=High) o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- aree P2 (M=Medium) o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- aree P1 (L=Low) o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

Come illustrato nella relazione PGRA *“PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI ALLEGATO 5 CONTRIBUTI ALLE MAPPE E AL PIANO PERVENUTI NELL'AMBITO DEL PROCESSO PARTECIPATO. REVISIONE DELLE MAPPE – DICEMBRE 2015”*, le attività del PGRA si sono sviluppate utilizzando fonti documentali e metodologie specifiche per ciascuno dei seguenti ambiti:

- reticolo principale (RP),
- aree costiere lacuali (ACL),
- reticolo secondario di pianura (RSP),
- reticolo secondario collinare e montano (RSCM).

Il PGRA vigente per il territorio di Brivio individua alcune aree a rischio idraulico. Tali aree sono individuate lungo il Fiume Adda, appartenente al Reticolo idrico Principale e vengono classificate come:

- P3/H: aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- P2/M: aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- P1/L: aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

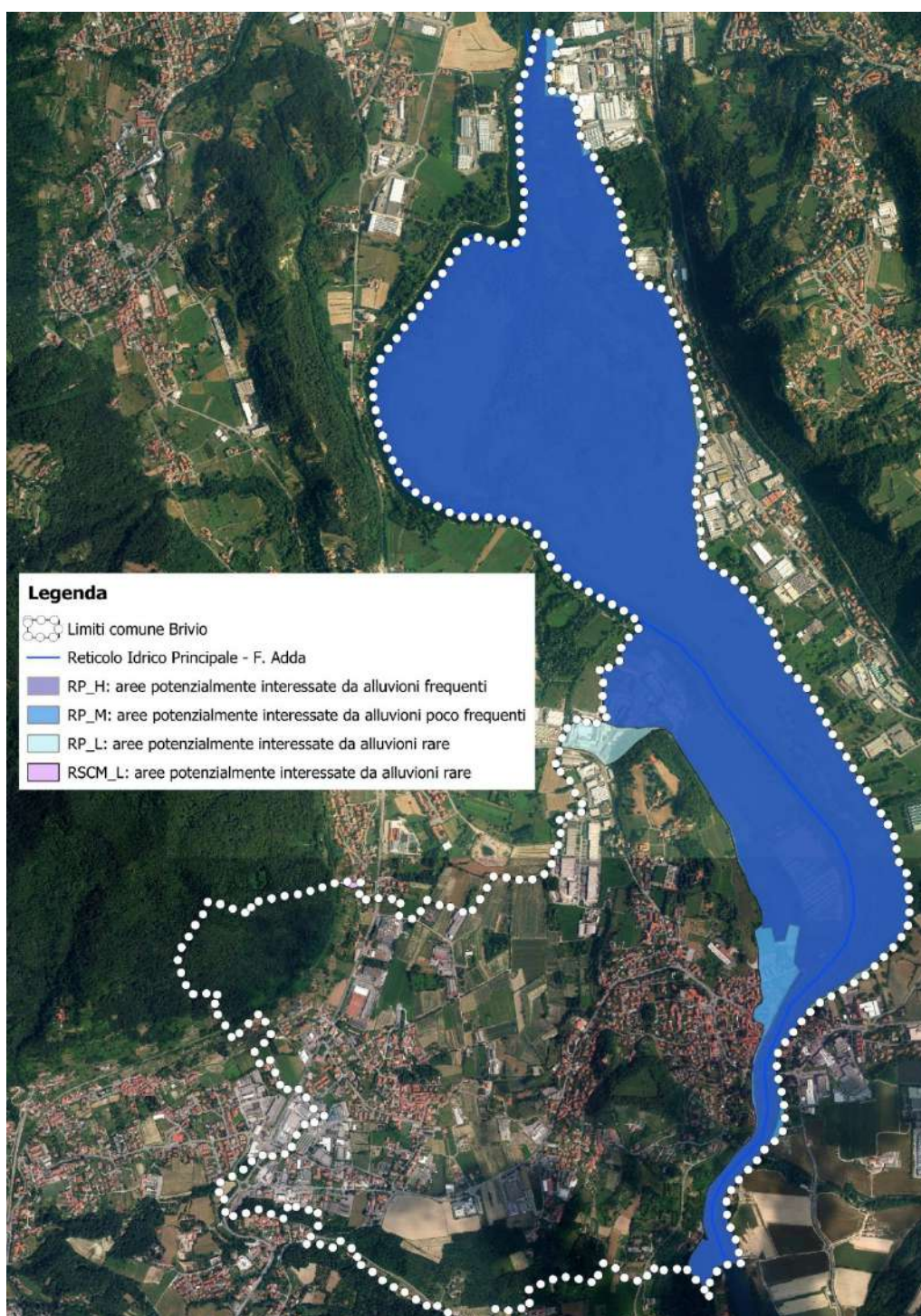


Fig.7.1 Particolare aree allagabili da PGRA.

Inoltre è presente anche un'area individuata lungo il Reticolo secondario collinare montano, corrispondente ad una conoide classificata come “*Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cm)*” e che il PGRA identifica come Adda sublacuale e come area P1/L, aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

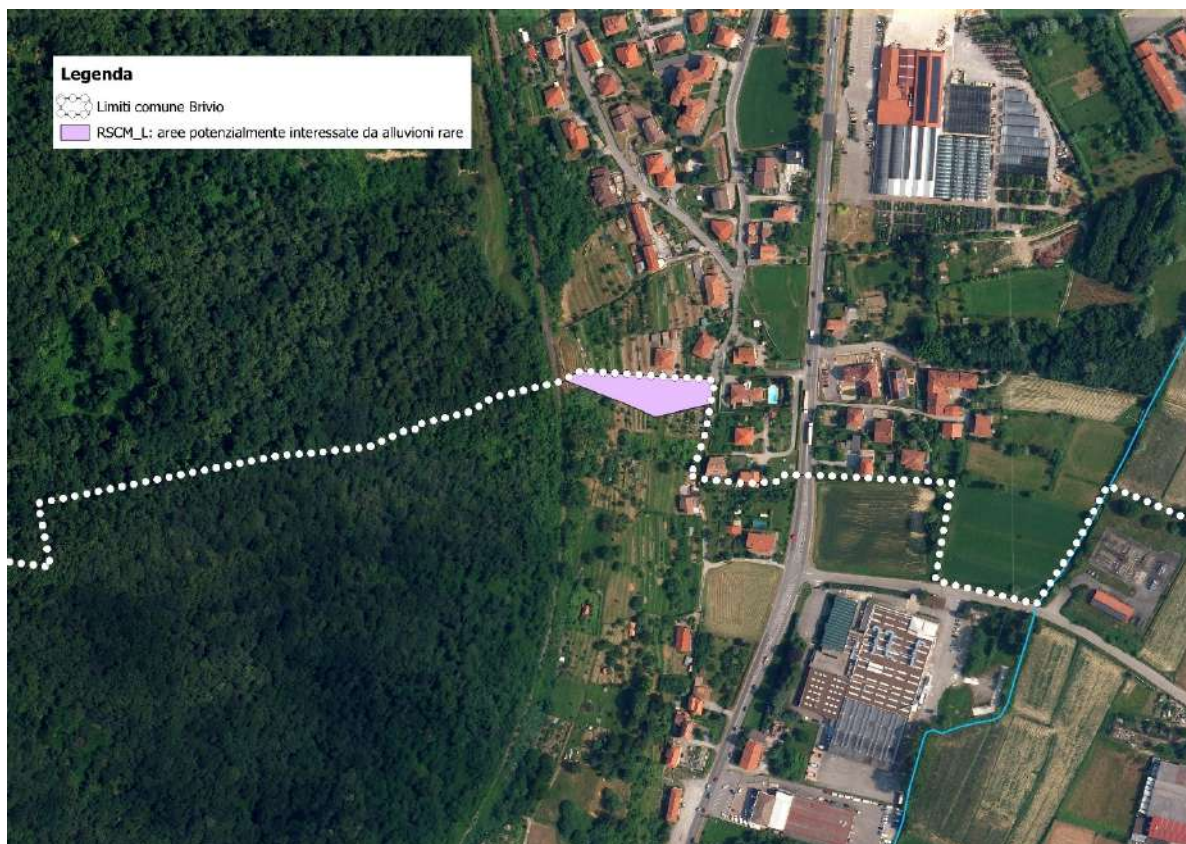


Fig.7.2 Particolare aree allagabili da PGRA.

7.2 Aree allagabili del Torrente Bevera

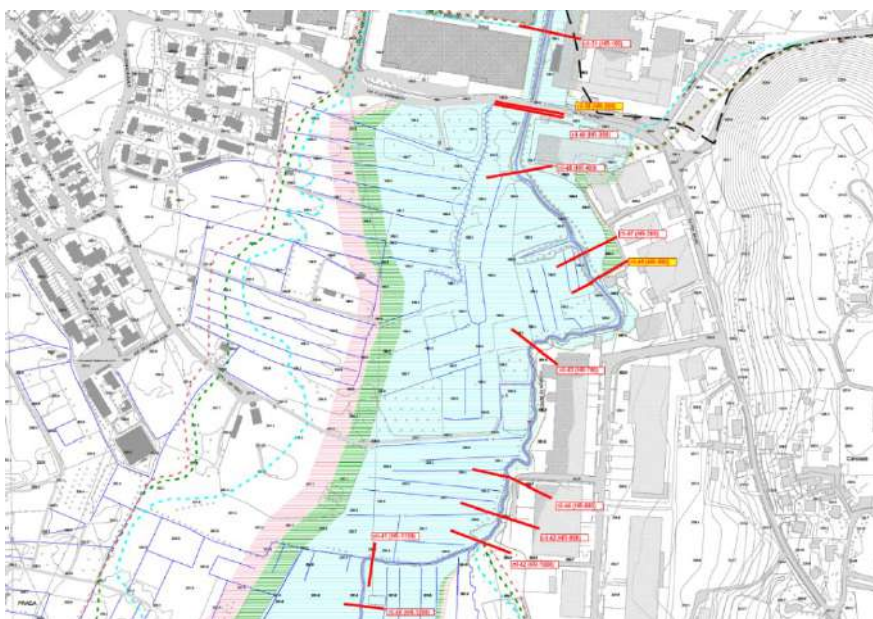
Lo “Studio idrogeologico e progettazione preliminare a scala di sottobacino idrografico del torrente Bevera e dei suoi affluenti facenti parte del Reticolo Idrico Minore di competenza dei comuni di Airuno, Brivio, Calco e Olgiate Molgora”, commissionato dal Comune di Brivio in associazione con i limitrofi comuni di Airuno, Calco e Olgiate Molgora è stato prodotto al fine di studiare le problematiche messe in dai numerosi eventi alluvionali che negli ultimi anni hanno interessato in particolar modo l’asta principale di Beverate del torrente Bevera.

L’esame delle Aree Allagabili risultanti dai calcoli idraulici ha confermato quanto già noto preliminarmente e cioè che la situazione di maggior criticità è evidentemente quella associata a tutto il settore limitrofo a via Prada, dove già per tempi di ritorno ridotti ($T=20$ anni) risultano interessate delle aree abitate significativamente importanti. Ampie porzioni di territorio sono poi interessate anche nella Piana di Beverate, per le quali l’allagabilità sembra però una caratteristica connaturata alla stessa genesi della loro morfologia e che essendo destinate ad uso agricolo presentano una vocazione sostanzialmente compatibile con la necessità di espansione delle piene del corso d’acqua.

Altre situazioni sono comunque presenti nel tratto più a monte, ma sono in definitiva associabili a tempi di ritorno maggiori o comunque riguardano aree meno direttamente collegate con gli insediamenti residenziali o con le attività artigianali ed industriali.

La delimitazione delle aree allagabili delle successive figure non è circoscritta al solo confine comunale di Brivio.

Nella Fig.7.3 è riportato lo stralcio delle aree allagabili del Torrente Bevera per il Comune di Brivio.



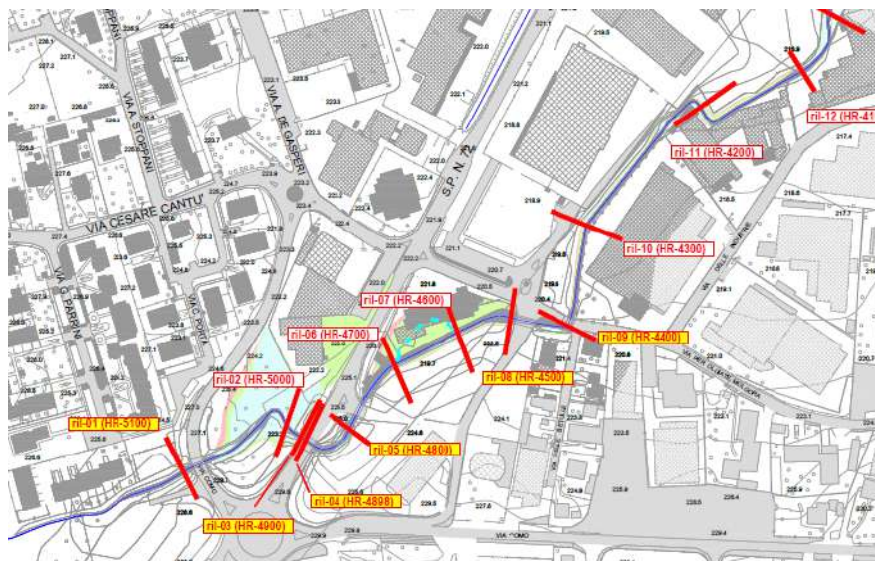
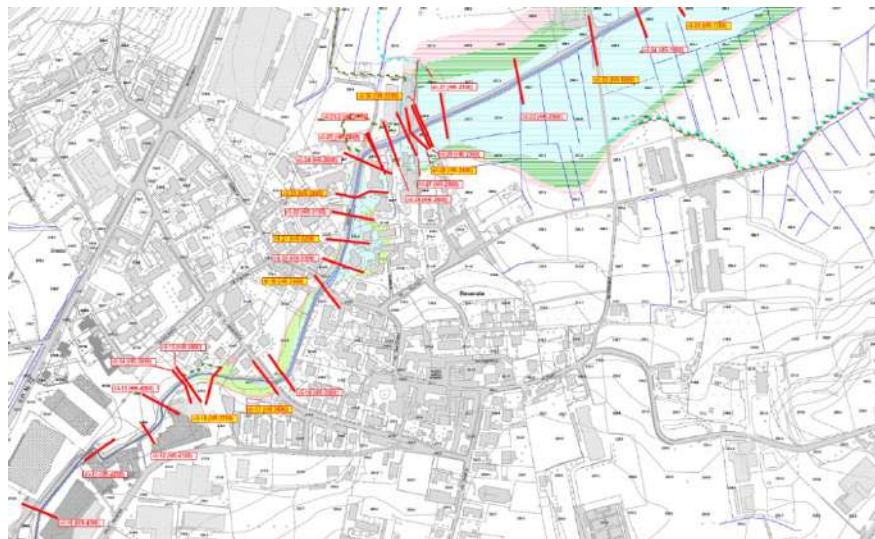




Fig. 7.3 – Estratti della “Tav.4 - Carta delle aree allagabili da verifiche idrauliche” per il territorio comunale di Brivio (fonte: “Studio idro-geologico e progettazione preliminare a scala di sottobacino idrografico del Torrente Bevera e degli affluenti, facenti parte del reticolo idrico minore di competenza dei Comuni di Airuno, Brivio, Calco e Olgiate Molgora”)

7.3 Aree allagabili della roggia Corna

Nel giugno del 2016 sono stati segnalati eventi di allagamento dei capannoni lungo via Prada. Le acque che hanno allagato i capannoni provenivano dal ponticello sopra la roggia Corna all'altezza della stazione di trasformazione elettrica. In questo punto le dimensioni ristrette del manufatto e la concomitanza di materiale che ostruiva il ponticello con la limitata capacità di recepimento delle acque della roggia Corna da parte del torrente Bevera, anche lui in piena, ha causato la tracimazione della roggia Corna in corrispondenza del ponticello di via Prada e le acque hanno seguito la sede stradale leggermente pendente verso la zona industriale allagandone i capannoni. Si segnala altresì che le suddette aree rientrano anche nelle aree allagabili del torrente Bevera, infatti tutta la piana di Beverate presenta comunque una morfologia depressa, con terreni limoso argillosi che facilitano il ristagno delle acque meteoriche, non facilitano lo smaltimento delle stesse.



Foto 7.1 – Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016



Foto 7.2 – Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016



Foto 7.3 – Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016



Foto 7.4 – Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016

7.4 Criticità riguardanti il sistema fognario e il sistema delle acque meteoriche, e dei corsi d'acqua

Per quanto concerne il territorio comunale di Brivio, la costruzione di un quadro complessivo delle criticità che riguardano sia il sistema fognario che le acque meteoriche, non può che basarsi sulla raccolta di informazioni relative ad eventi passati e su osservazioni effettuate nel contesto delle attività gestionali.

Con tale premessa, una buona ricostruzione delle criticità che interessano la rete fognaria e la rete delle acque meteoriche del territorio comunale di Brivio è quella che deriva dalle indagini effettuate dai tecnici di Lario Reti Holding S.p.a., che hanno condiviso le loro esperienze mettendo a disposizione tutte le informazioni raccolte nell'esercizio della rete.

Grazie al confronto con i tecnici sia di Lario Reti Holding S.p.a. che dell'Ufficio Tecnico comunale, si è dunque arrivati a individuare sia le situazioni specifiche C1÷C12 dettagliate nel seguito, sia a formulare alcune significative considerazioni di carattere generale presentate in conclusione.

Di seguito si riporta l'elenco delle criticità individuate.

Codice	Ubicazione	Tipologia
C1	Zona Beverate, Via Fornace e Via Filatoio	Fognaria
C2	Zona Beverate, Via Santa Margherita e Via dell'Industria	Fognaria/Corso d'acqua
C3	Zona Beverate, Via Prada	Acque meteoriche
C4	Via Collina	Fognaria
C5	Via Rimembranze, Via Como	Acque meteoriche
C6	Rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II	Fognaria/ Acque meteoriche
C7 – C7a	Via Suor Maria Anna Sala	Acque meteoriche/ Corso d'acqua
C8	Via Trieste	Fognaria/ Acque meteoriche
C9	Via Lungo Adda Monfalcone	Corso d'acqua
C10	Via Pellegrina	Fognaria/ Acque meteoriche
C11	Rotatoria delle 4 strade	Fognaria/ Acque meteoriche
C12	Via Prada - Corna	Corso d'acqua

C1 – Zona Beverate, Via Fornace e Via Filatoio

Una prima criticità da segnalare è quella che si è manifestata in varie occasioni nella frazione Beverate, tra Via Fornace e Via Filatoio. All'inizio di Via Fornace vi è la presenza di un sifone realizzato in passato per l'attraversamento del torrente Bevera e responsabile di frequenti intasamenti con seguente necessità di interventi di pulizia.

Nel settembre 2025, Lario Reti Holding ha avviato un importante intervento di ammodernamento delle reti fognarie nelle suddette vie, portando la fognatura in contropendenza fino a Via Filatoio.

Le opere riguardano l'adeguamento di un tratto della fognatura che ha presentato diverse criticità a causa proprio della presenza del sifone sopracitato.

I lavori hanno previsto la realizzazione di una nuova condotta in gres per circa 500 metri, la posa di dodici nuove camerette di ispezione lungo i tratti di rete e il ricollegamento degli allacciamenti esistenti alla nuova rete.

La scelta delle tubazioni in gres garantisce una vita utile molto lunga e richiede pochissima manutenzione nel tempo. Questo materiale non subisce corrosione e, rispetto alle tradizionali tubazioni in cemento, assicura maggiore stabilità e affidabilità. Un ulteriore vantaggio è l'eccellente tenuta idraulica, che evita perdite o infiltrazioni e protegge il terreno circostante, rendendo questo materiale particolarmente adatto a zone con acque sotterranee, come quella oggetto dell'intervento, dove eventuali perdite potrebbero avere impatti ambientali rilevanti.

L'intervento porterà significativi benefici sia dal punto di vista tecnico sia da quello ambientale. La nuova rete ridurrà i problemi di intasamento legati al sifone lungo il torrente Bevera, garantendo un funzionamento più efficiente e una minore necessità di manutenzione.

Tale criticità risulta quindi risolta.

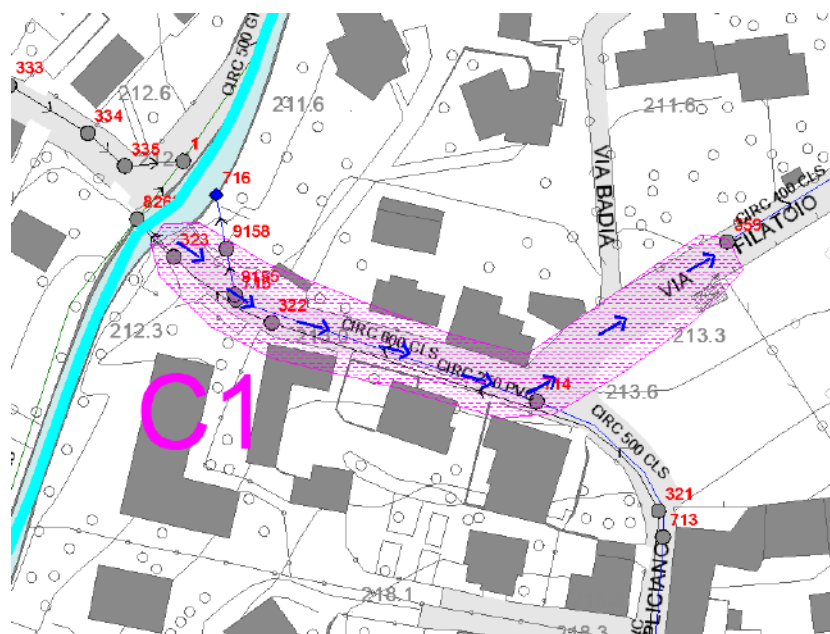


Fig.7.4 Criticità tra Via Fornace e Via Filatoio che risulta risolta



Foto 7.5 Nuova fognatura installata in Via Fornace



Foto 7.6 Tombino della nuova fognatura installata in Via Fornace



Foto 7.7 Nuova fognatura installata in Via Fornace



Foto 7.8 Nuova fognatura installata in Via Fornace che prosegue in Via Filatoio

C2 – Zona Beverate, Via Santa Margherita e Via dell'Industria

Una seconda criticità da segnalare è quella situata tra Via Santa Margherita e Via dell'Industria. Qui vi è la presenza di un fosso (freccia azzurra) che da sud sfocia nel Torrente Bevera.

Durante forti eventi meteorici lungo Via dell'Industria e lungo Via Santa Margherita (freccie nere) si incanala una grande quantità di acque meteoriche che poi viene intercettata dal fosso presente.

Allo stesso tempo il Torrente Bevera, durante gli eventi meteorici brevi ed intensi, è contraddistinto da innalzamento repentino del livello delle acque che interessa l'intero invaso della "Tina" raggiungendo la quota nominale di circa 212 m s.l.m. con Tr di 20 anni e una quota di circa 213.50 m s.l.m. con Tr 100 anni. Tali livelli impediscono alle acque provenienti dal suddetto fosso di immettersi nel Bevera andando a livello e pertanto rischiando di allagare gli interrati delle abitazioni presenti in dx del fosso.

Per ovviare agli allagamenti degli interrati si potrebbe costruire o alzare il muretto di proprietà e prevedere chiusure a tenuta stagna, e tenere comunque pulito il fosso in modo da permettere un miglior deflusso delle acque.

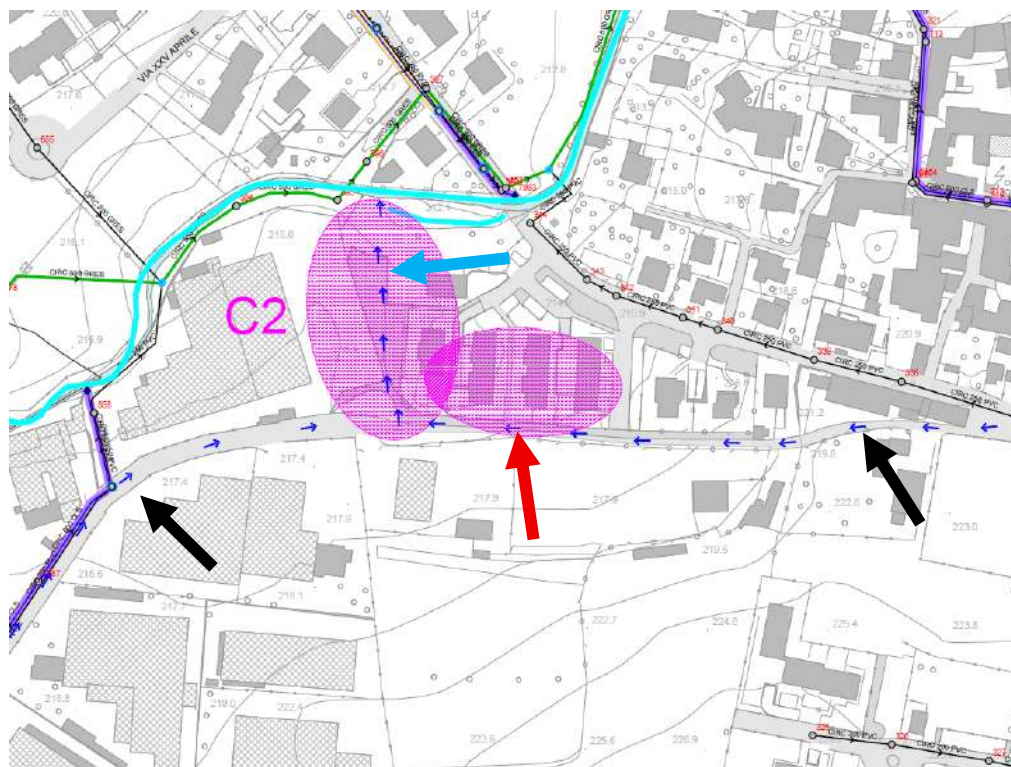


Fig.7.5 Criticità tra Via Santa Margherita e Via dell'Industria



Foto 7.9 Criticità idraulica lungo Via S. Margherita



Foto 7.10 Criticità idraulica lungo Via S. Margherita



Foto 7.11 Criticità idraulica lungo Via S. Margherita e Via dell'Industria



Foto 7.12 Criticità idraulica lungo Via S. Margherita e Via dell'Industria con presenza del fosso

C3 – Zona Beverate, Via Prada

Una successiva criticità, sempre nella frazione di Beverate, è quella situata in Via Prada.

Lungo il collettore della fognatura si riscontra una criticità nel funzionamento della rete attribuibile alle acque meteoriche che provengono proprio da Via Prada (segnalato con le frecce blu), che confluiscono nella fognatura e generano sovraccarico idraulico della rete fognaria.

Un contributo a tale problematica può essere attribuito all'avvenuta eliminazione del fosso di guardia a nord di Via Prada che regolava il drenaggio dei campi, dovuta alla modifica delle modalità gestionali della tradizionale attività agricola o addirittura al suo abbandono.



Fig.7.6 Criticità in Via Prada



Foto 7.13 Criticità idraulica lungo Via Prada



Foto 7.14 Criticità idraulica lungo Via Prada

C4 – Via Collina

Una ulteriore criticità da segnalare è quella situata in Via Collina. In corrispondenza delle frecce blu nella figura sottostante si sono osservate criticità nel funzionamento della rete attribuibili alle acque di ruscellamento dei terreni presenti a est, che confluiscono nella fognatura di via Collina e generano sovraccarico idraulico della rete fognaria.

Oltre al sovraccarico rappresentato dalla maggior portata, un'ulteriore problema è rappresentato proprio dalla fuoriuscita di tali acque di ruscellamento dal tombino, che manda in crisi il sistema fognario.

In generale la problematica sembra potersi ascrivere all'elevata pendenza del tratto collinare della condotta a monte del tratto in questione che apporta le acque meteoriche con una elevata velocità e con tempi di ritorno molto bassi.

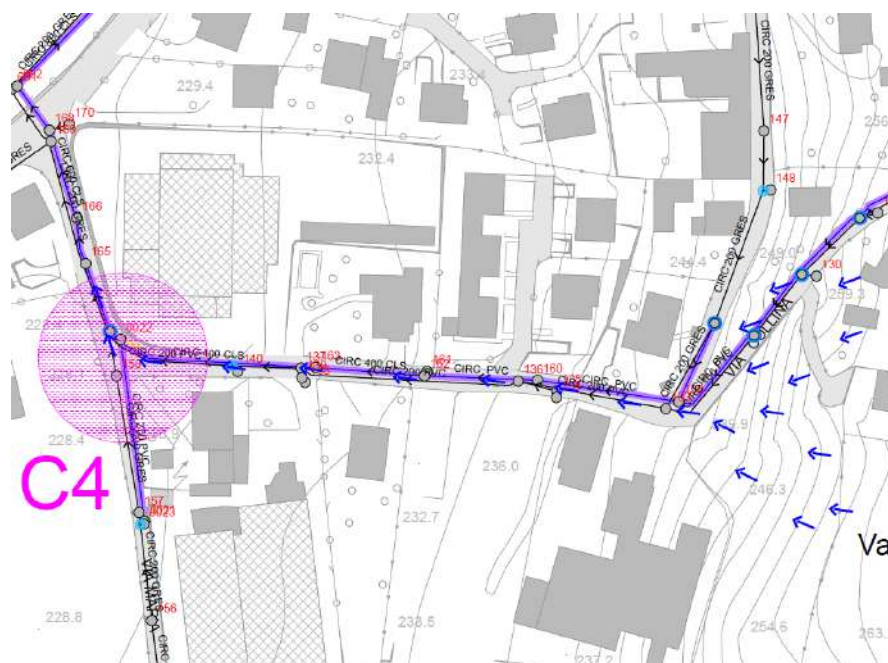


Fig.7.7 Criticità in Via Collina



Foto 7.15 Criticità idraulica lungo Via Collina



Foto 7.16 Criticità idraulica lungo Via Collina (tombino di fognatura)

C5 – Via Rimembranze, Via Como

Altra criticità da segnalare, simile alla criticità C2, è quella situata poco distante, lungo Via Como, essendo anch'essa riconducibile al ruscellamento delle acque dei terreni boschivi e dei terreni agricoli ubicati a sud (segnalati con le frecce blu). L'acqua da tali terreni si incanala lungo Via Rimembranze, parallela all'Istituto Comprensivo di Brivio, raggiungendo l'incrocio con Via Como. Da qui le acque procedono verso Rimembranze in direzione nord e in Via Como in direzione nord – est, creando una zona di allagamento in corrispondenza del cerchio magenta indicato nella figura sottostante.

Anche in questo caso si osserva l'aggravio del funzionamento della rete dovuta all'afflusso delle acque meteoriche non più regimate dai tradizionali fossi di guardia.

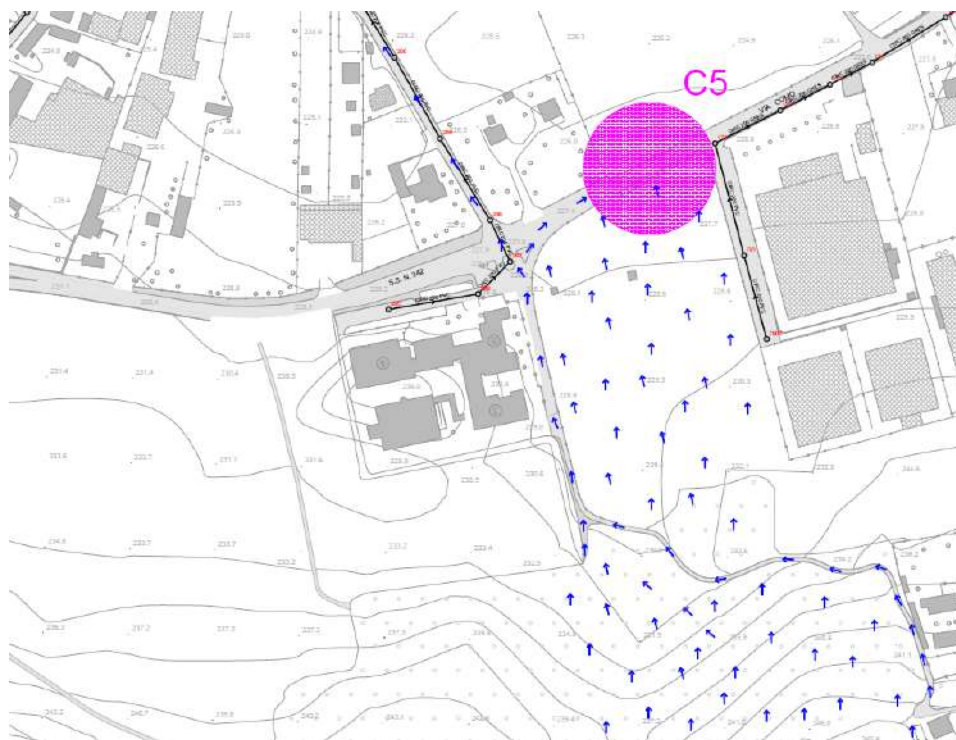


Fig.7.8 Criticità tra Via Rimembranze e Via Como



Foto 7.17 Criticità idraulica lungo Via Rimembranze (cerchio azzurro indica i terreni boschivi da cui proviene la grande quantità di acque meteoriche)



Foto 7.18 Criticità idraulica all'incrocio tra Via Rimembranze e Via Como



Foto 7.19 Ruscellamento delle acque dei terreni agricoli (frecce blu)



Foto 7.20 Ruscellamento delle acque dei terreni agricoli che poi si riversano su Via Como (frecce blu) e zona di allagamento (cerchio magenta)

C6 – Rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II

Proseguendo con le criticità, ne viene segnalata una in corrispondenza della rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II. Le acque meteoriche che provengono da Via Cartiglio (freccia rossa) scorrono lungo la via fino alla rotatoria e proseguono il loro corso lungo Via Vittorio Emanuele II (freccia verde), creando problemi di allagamento proprio in corrispondenza della rotatoria.

Tali fenomeni si verificano in occasione di eventi meteorologici intensi, che sono presumibilmente attribuibili all'insufficienza della rete di caditoie stradali.

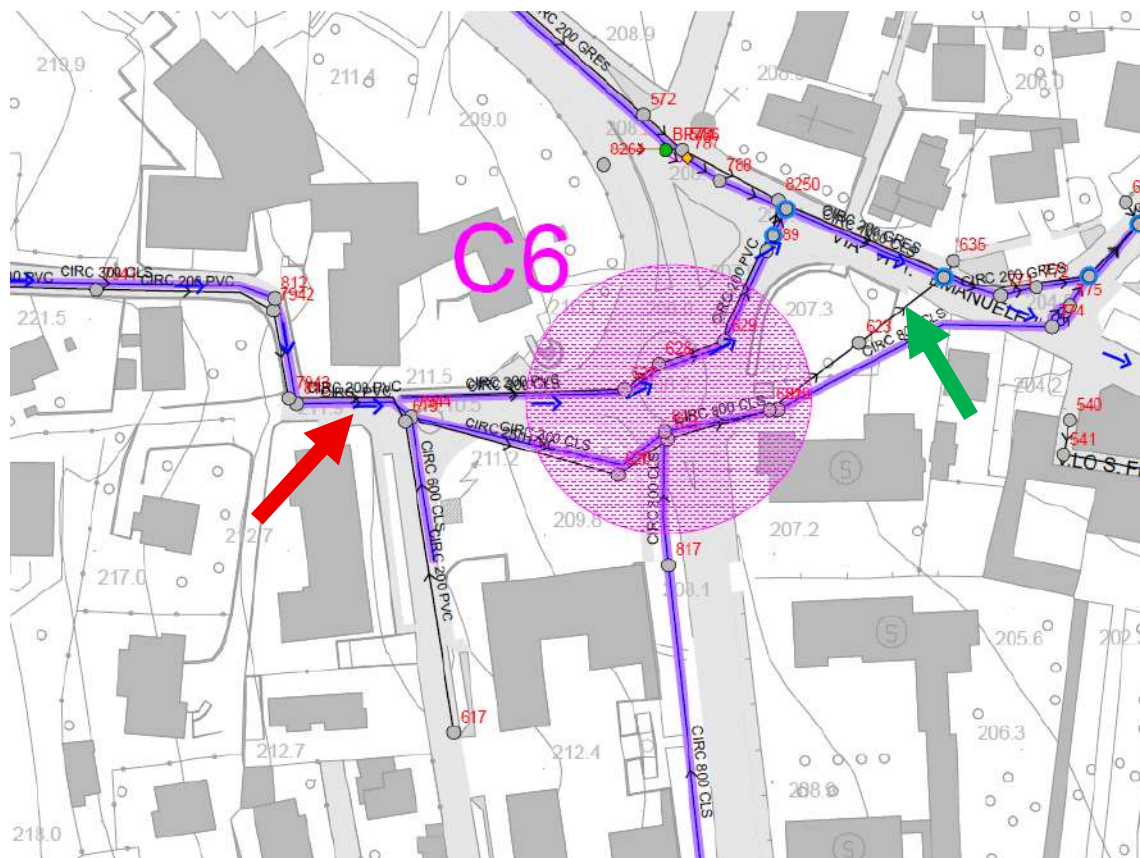


Fig.7.9 Criticità in corrispondenza della rotatoria



Foto 7.21 Criticità in corrispondenza della rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II



Foto 7.22 Criticità in corrispondenza della rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II

C7 – C7a – Via Suor Maria Anna Sala

Tale criticità idraulica è situata lungo Via Suor Maria Anna Sala ed è ascrivibile al Fiume Adda, che percorre da nord a sud l'intero territorio di Brivio. Durante eventi meteorici intensi, il livello del Fiume Adda si innalza, portando all'ostruzione dei due scarichi del sistema delle acque bianche. I due scarichi delle acque meteoriche risultano privi di adeguato recapito idraulico nel Fiume Adda; tale situazione, in occasione di eventi di piena o di portate elevate del Fiume Adda, determina fenomeni di rigurgito nella rete di drenaggio, che scorre al di sotto di Via Leonardo da Vinci (freccia verde), portando ad un conseguente reflusso delle acque verso la rete esistente di monte e che provoca allagamenti di Via Suor Maria Anna Sala (freccia rossa), che non ha la pendenza corretta, cioè verso est.

Una possibile soluzione progettuale, per ovviare ai fenomeni di rigurgito della rete di acque meteoriche, potrebbe essere la realizzazione di un sistema di regolazione idraulica costituito da una vasca di accumulo a monte dello scarico e da una valvola di non ritorno allo sbocco nel fiume, in modo da impedire il riflusso delle acque durante le fasi di piena del corso d'acqua e garantire lo smaltimento delle acque meteoriche al termine dell'evento. Altra soluzione possibile potrebbe essere un impianto di sollevamento (stazione di pompaggio).

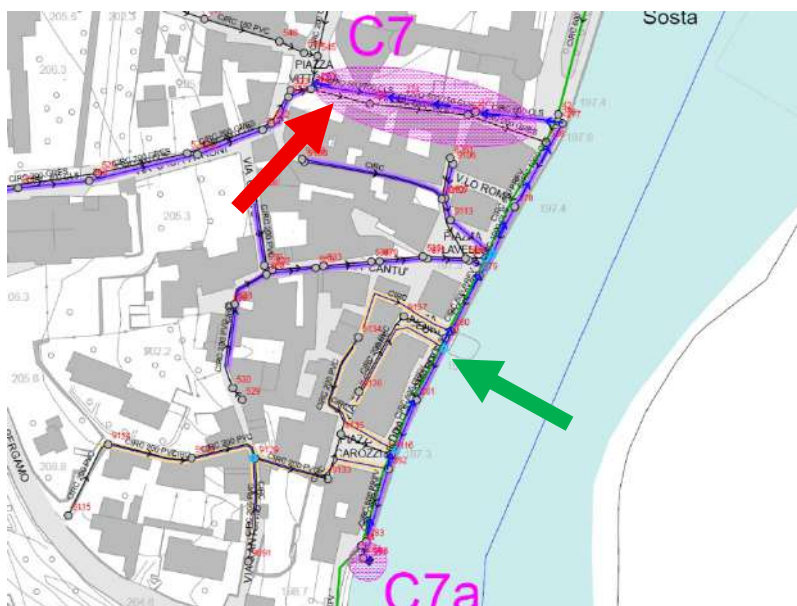


Fig. 7.10 Criticità in corrispondenza di Via Sala



Foto 7.23 Criticità in corrispondenza di Via Sala (vista verso ovest)



Foto 7.24 Criticità in corrispondenza di Via Sala (vista verso est)

C8 – Via Trieste

Tale criticità idraulica è situata lungo Via Trieste, fino a raggiungere Via Cesare Cantù. La problematica consiste nell'allagamento della strada, causata dal diametro della condotta non adeguato allo smaltimento delle portate delle acque meteoriche afferenti, causando una riduzione della capacità di deflusso, con eventuali fenomeni di rigurgito nel sistema di drenaggio.

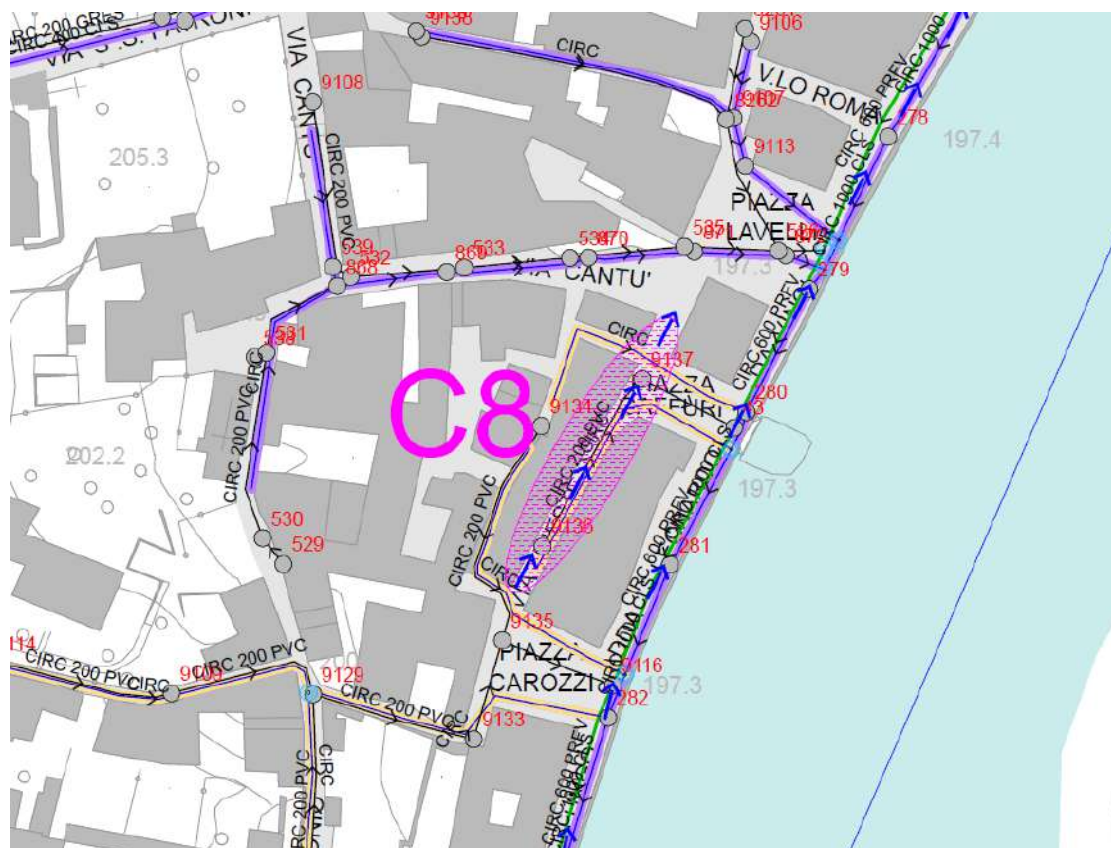


Fig.7.10 Criticità in corrispondenza di Via Trieste



Foto 7.25 Criticità in corrispondenza di Via Trieste (vista verso nord – est)



Foto 7.26 Criticità in corrispondenza di Via Trieste (vista verso sud – ovest)

C9 – Via Lungo Adda Monfalcone

La criticità idraulica riscontrata lungo Via Lungo Adda Monfalcone è riconducibile principalmente agli eventi di piena del Fiume Adda, durante i quali si verificano fenomeni di fuoriuscita e di innalzamento del livello idrometrico del corso d'acqua rispetto alle quote delle aree limitrofe. In tali condizioni il sistema di drenaggio urbano risulta fortemente condizionato dal livello del recettore finale, con conseguente riduzione della capacità di deflusso delle acque meteoriche.

Le caditoie stradali e le relative condotte di raccolta presenti lungo la strada risultano infatti caratterizzate da sezioni idrauliche non adeguate rispetto alle portate meteoriche afferenti, determinando condizioni di insufficiente capacità di smaltimento durante eventi di precipitazione intensa. Il diametro delle tubazioni collegate alle caditoie non consente il corretto convogliamento delle portate generate dal bacino scolante, con conseguente sovraccarico idraulico della rete di drenaggio superficiale. In occasione di precipitazioni significative o di livelli idrometrici elevati del fiume, tale condizione comporta la messa in pressione delle condotte e la riduzione della capacità di recapito della rete, favorendo fenomeni di ristagno e accumulo delle acque meteoriche sulla sede stradale e nelle aree limitrofe.

Al fine di ridurre o eliminare le problematiche di ristagno e allagamento riscontrate nell'area in esame, possono essere adottati diversi interventi di carattere idraulico volti a migliorare l'efficienza del sistema di drenaggio e a garantire il corretto smaltimento delle acque meteoriche anche durante eventi di precipitazione intensa o in concomitanza con livelli idrometrici elevati del corso d'acqua recettore. In primo luogo, risulta opportuno valutare l'adeguamento dimensionale della rete di smaltimento delle acque meteoriche, mediante la sostituzione o l'integrazione delle tubazioni esistenti con condotte aventi diametro maggiore, in modo da incrementare la sezione idraulica disponibile e migliorare la capacità di deflusso delle portate afferenti al sistema di drenaggio. Un ulteriore intervento potrebbe consistere nell'aumento del numero di caditoie e punti di captazione delle acque meteoriche lungo la sede stradale, al fine di migliorare la raccolta delle acque superficiali e ridurre i fenomeni di ristagno che si verificano durante eventi piovosi di elevata intensità.

Considerata inoltre la possibile influenza dei livelli idrometrici del fiume sul funzionamento della rete di smaltimento, può risultare efficace l'installazione di dispositivi di non ritorno allo sbocco delle condotte nel corpo idrico recettore, in modo da impedire fenomeni di rigurgito all'interno della rete durante le fasi di piena del fiume.

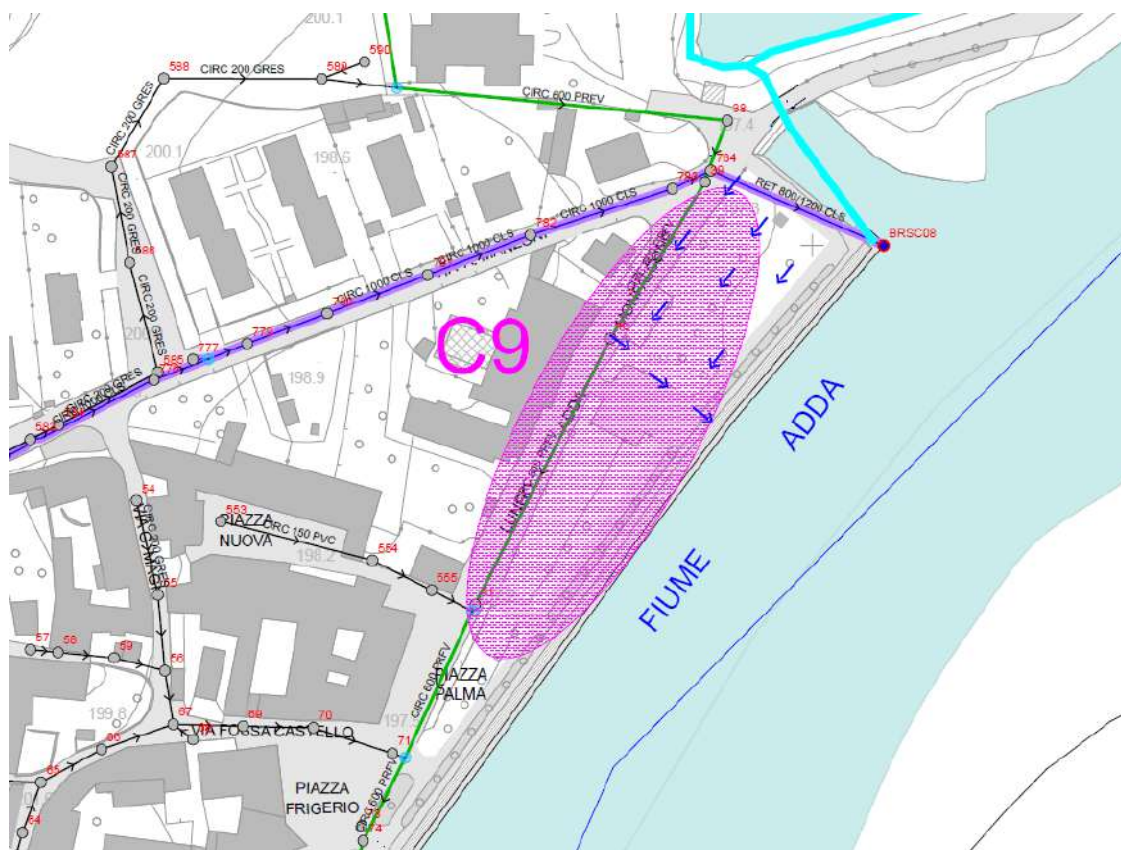


Fig.7.12 Criticità in corrispondenza di Via Lungo Adda Monfalcone



Foto 7.27 Criticità in corrispondenza di Via Lungo Adda Monfalcone



Foto 7.28 Criticità in corrispondenza di Via Lungo Adda Monfalcone

C10 – Via Pellegrina

Tale criticità idraulica è simile alla C8 ed è situata tra Via Pellegrina, fino a raggiungere Via Monsignor Viganò. La problematica consiste nell'allagamento della strada, causata dal diametro della condotta non adeguato allo smaltimento delle portate delle acque miste presenti, causando una riduzione della capacità di deflusso, con eventuali fenomeni di rigurgito nel sistema di drenaggio.

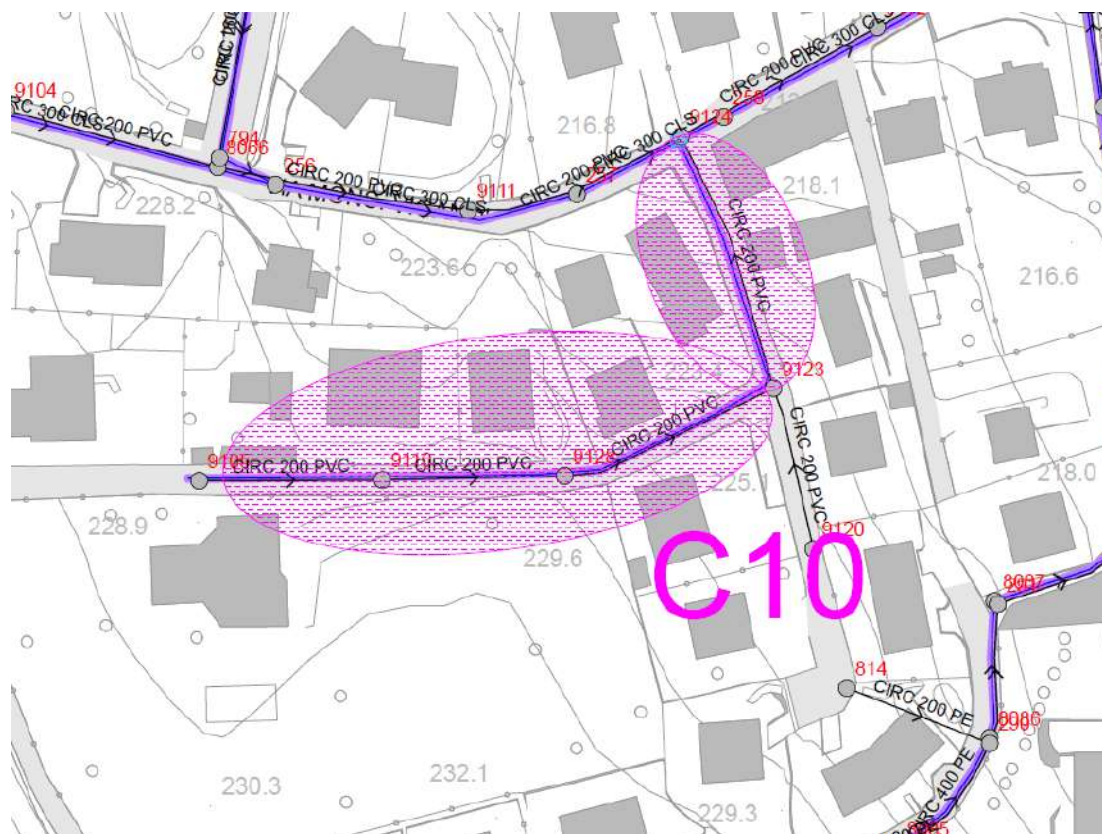


Fig.7.13 Criticità in corrispondenza di Via Pellegrina



Foto 7.29 Criticità in corrispondenza di Via Pellegrina



Foto 7.30 Criticità in corrispondenza di Via Pellegrina

C11 – Rotatoria delle 4 strade

Questa criticità è quella già esposta per le criticità C4 e C5, ed è situata tra Via S. Giorgio, Via Como e Via per Olgiate Molgora.

Tale problematica è riconducibile al ruscellamento delle acque dei terreni boschivi e dei terreni agricoli ubicati a sud (segnalati con le frecce blu). L'acqua da tali terreni si incanala lungo Via S. Giorgio, raggiungendo l'incrocio con Via Como, provocando allagamenti alla rotatoria delle 4 strade. Da qui le acque procedono verso Via per Olgiate Molgora, in direzione nord – ovest, lungo Via Como in direzione est ed ovest, creando una zona di allagamento in corrispondenza del cerchio magenta indicato nella figura sottostante.

Anche in questo caso si osserva l'aggravio del funzionamento della rete dovuta all'afflusso delle acque meteoriche non più regimate dai tradizionali fossi di guardia.

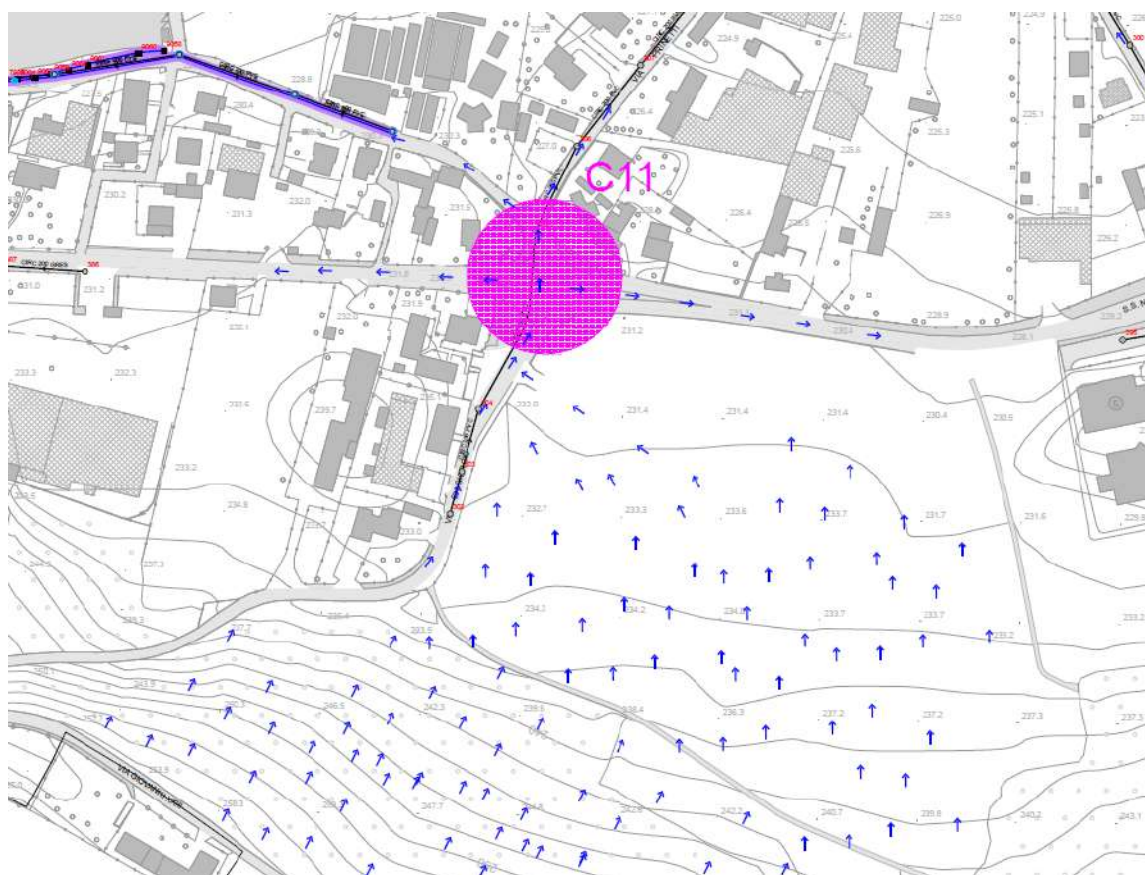


Fig.7.14 Criticità in corrispondenza di Via Pellegrina



Foto 7.31 Terreni agricoli da qui ruscellano le acque



Foto 7.32 Terreni agricoli da qui ruscellano le acque



Foto 7.33 Acque che da Via S. Giorgio arrivano ad allagare la rotatoria



Foto 7.34 Rotatoria che subisce allagamenti

C12 – Via Prada – Roggia Corna

Tale criticità riguarda l'allagamento di Via Prada dovuto all'esondazione delle acque del Torrente Corna, che nel giugno 2016 hanno allagato i capannoni lungo la suddetta via. Le acque provenivano dal ponticello sopra la roggia Corna all'altezza della stazione di trasformazione elettrica. Lo straripamento delle acque della roggia è dovuto alle dimensioni ristrette del manufatto e al materiale che ostruiva il ponticello di Via Prada. Le acque così tracimate hanno invaso la sede stradale che presenta una leggera pendenza verso la zona industriale e allagando di conseguenza i capannoni. Tali aree sono al contempo aree allagabili del Torrente Bevera.



Fig.7.15 Criticità in corrispondenza di Via Prada



Foto 7.35 Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016



Foto 7.36 Capannoni allagati lungo Via Prada nel giugno del 2016

Considerazioni generali sulle criticità della rete fognaria

Dalle analisi svolte emerge come una delle criticità maggiormente diffuse e ricorrenti sia rappresentata dal ruscellamento superficiale delle acque meteoriche provenienti dai terreni agricoli situati a nord della viabilità e dell'area urbanizzata. Tali acque, non adeguatamente intercettate dai sistemi di drenaggio agricolo, tendono a confluire all'interno dei tratti di fognatura mista al servizio delle aree urbanizzate, determinando condizioni di sovraccarico della rete e compromettendone il corretto funzionamento.

Il fenomeno risulta verosimilmente connesso alle modifiche intervenute negli ultimi anni nella gestione delle attività agricole, nonché al progressivo abbandono di alcune pratiche tradizionali di regimazione delle acque. In particolare, si è osservata una progressiva riduzione o eliminazione dei fossi di guardia e dei piccoli canali di drenaggio che in passato garantivano il corretto smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai terreni agricoli.

Le osservazioni effettuate evidenziano pertanto l'importanza della rete diffusa dei fossi di drenaggio, che pur essendo generalmente gestita da soggetti privati ha storicamente svolto una funzione fondamentale di presidio idraulico del territorio, contribuendo alla regimazione delle acque superficiali e alla tutela delle aree urbanizzate poste a valle.

Occorre tuttavia considerare che la conservazione e la manutenzione di tali elementi di drenaggio non sempre rientra tra le priorità economiche dei conduttori delle attività agricole. Negli ultimi anni si è infatti spesso assistito a interventi finalizzati al massimo sfruttamento delle superfici coltivabili, con conseguente recupero delle aree precedentemente occupate dai fossi situati lungo i margini dei campi o in prossimità della viabilità. Tale pratica ha portato in diversi casi alla scomparsa dei fossi di guardia e al conseguente convogliamento delle acque di drenaggio direttamente sulla sede stradale o verso le infrastrutture di drenaggio urbano più vicine.

Alla luce di quanto emerso, appare opportuno valutare l'introduzione all'interno del regolamento comunale di specifiche disposizioni finalizzate alla tutela e alla conservazione della rete dei fossi di drenaggio, riconoscendone il duplice ruolo di sistema di regimazione delle acque nei terreni agricoli e di elemento di salvaguardia idraulica per le aree urbanizzate poste a valle.

Un'ulteriore problematica di carattere diffuso è stata segnalata dai tecnici di LarioReti Holding nel corso delle riunioni tecniche svolte. In particolare sono state evidenziate diverse criticità riconducibili alla presenza di cavi di fibra ottica installati all'interno delle condotte della rete fognaria.

In numerosi casi tale installazione ha determinato parzializzazioni della sezione idraulica delle tubazioni, con conseguente riduzione della capacità di deflusso e possibilità di generazione di fenomeni di sovrappressione e di rigurgito fognario non facilmente prevedibili.

La presenza dei cavi comporta inoltre notevoli difficoltà nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete fognaria, rendendo particolarmente complesse le attività di

ispezione e pulizia delle condotte, soprattutto quando effettuate mediante sistemi di lavaggio idrodinamico.

In tal senso potrebbe risultare utile avviare un confronto tecnico tra i referenti della società proprietaria dell'infrastruttura di telecomunicazione e i tecnici di LarioReti Holding, con l'obiettivo di analizzare congiuntamente la problematica e individuare possibili interventi migliorativi. Tali interventi potrebbero riguardare in particolare le zone di accesso alla rete fognaria, ossia i manufatti di ispezione in cui il cavo di fibra ottica entra ed esce dalle condotte. Infine, tra gli interventi necessari per il miglioramento complessivo della funzionalità del sistema fognario, risulta opportuno prevedere lo stanziamento di risorse adeguate per l'esecuzione di un rilievo plano-altimetrico e dimensionale dettagliato dell'intera rete di collettamento, comprensivo dei condotti e dei principali manufatti idraulici.

Tale attività costituirebbe la base conoscitiva indispensabile per la successiva realizzazione di un modello idraulico della rete fognaria, strumento fondamentale per l'analisi del comportamento del sistema durante gli eventi meteorici, per l'individuazione delle principali criticità e per l'indirizzo delle future scelte gestionali e degli eventuali interventi di adeguamento o potenziamento dell'infrastruttura.

8. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA

Per l'inquadramento idrogeologico del Comune di Brivio si fa riferimento al PGT comunale.

Tra i compiti del DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO rientra quello di configurare le azioni da prevedere a livello comunale al fine di disciplinare l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica così come definiti nel Regolamento Regionale 7/2017, approvato con DGR 7372 del 20.11.2017 e successivamente integrato con l'emanazione del Regolamento Regionale 8/2019 (*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7*) e successivo Regolamento Regionale 3/2025 (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 'Legge per il governo del territorio'*).

Al riguardo vanno innanzitutto richiamate le definizioni di “invarianza idraulica” ed “invarianza idrologica” così come specificate dall'Art.2 del R.R. 7/2017:

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 sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della L.R. 12/2005;

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

Il Regolamento Regionale si occupa in definitiva della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di limitare il deflusso verso le reti di fognatura e verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche. A tal fine, il regolamento detta una nuova disciplina per le nuove costruzioni, per gli ampliamenti, le demolizioni totali o parziali fino al piano terra con successiva ricostruzione (indipendentemente dal fatto che venga mantenuta o modificata la superficie preesistente edificata), per le ristrutturazioni che comportino un ampliamento della superficie edificata o una modifica della permeabilità della superficie interessata dall'intervento rispetto alle condizioni preesistenti all'urbanizzazione. Il regolamento include oltre agli edifici anche le infrastrutture stradali e autostradali e le loro pertinenze, oltreché i parcheggi. Sono quindi soggetti ai vincoli del regolamento tutti i futuri interventi di riassetto, adeguamento ed allargamento delle infrastrutture presenti sul territorio e, ovviamente, le nuove realizzazioni di strade e parcheggi.

Il regolamento va applicato su tutto il territorio regionale, ma in modo diversificato a seconda della criticità dell'area in cui si ricade. A tale scopo il territorio regionale è stato classificato e

suddiviso nelle seguenti 3 categorie in ragione della stima della criticità idraulica cui esso è soggetto:

- “A” elevata criticità idraulica
- “B” media criticità idraulica
- “C” bassa criticità idraulica

Considerando specificamente il caso del Comune di Brivio, dall’allegato C del R.R. risulta che esso è incluso tra le “aree C, ovvero a bassa criticità idraulica”.

9. MISURE STRUTTURALI E NON DI INVARIANZA IDRAULICA

Gli interventi volti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica dovranno essere progettati attenendosi alle disposizioni contenute nel Regolamento, al quale si rimanda nella sua interezza.

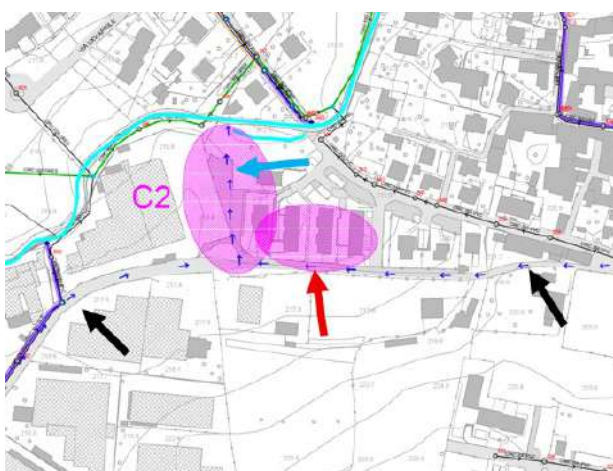
Analogamente il regolamento edilizio comunale dovrà esplicitare e dettagliare le modalità di applicazione del regolamento (art.6).

Tali azioni si applicheranno unicamente agli interventi di cui all'art.3 del regolamento poiché il territorio comunale di Brivio è classificato come area di tipo C, e pertanto non sono previste limitazioni agli scarichi relativi ad aree già edificate e urbanizzate (art.8 comma 5).

9.1 Misure strutturali

Per tutte le future trasformazioni che comporteranno una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione dovranno prevedersi misure per il contenimento delle portate scaricate nel ricettore, come stabilito all'art.3 del regolamento.

Per quanto riguarda le problematiche segnalate da LarioReti Holding, di seguito si riportano possibili soluzioni strutturali alle stesse:



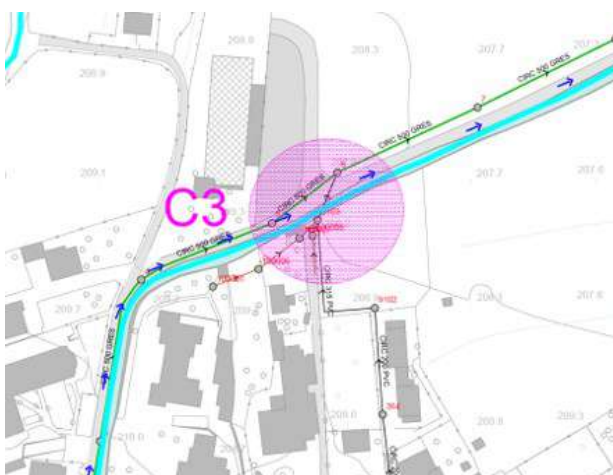
C2 – Zona Beverate, Via Santa Margherita e Via dell'Industria

Problema:

Allagamenti degli interrati delle abitazioni presenti a destra del fosso

Soluzione:

Costruire o alzare il muretto di contenimento, chiusure a tenuta stagna e tenere pulito il fosso in modo da permettere un miglior deflusso delle acque



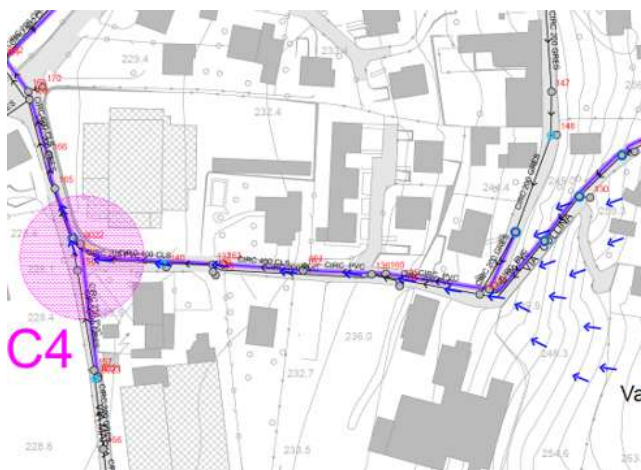
C3 – Zona Beverate, Via Prada

Problema:

Criticità nel funzionamento della rete attribuibile alle acque meteoriche che confluiscono nella fognatura e generano sovraccarico idraulico della rete fognaria

Soluzione:

Ripristino del fosso di guardia a nord di Via Prada che regolava il drenaggio dei campi



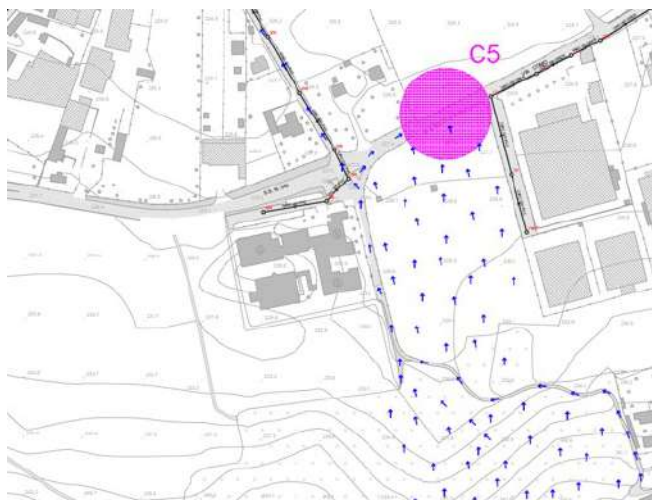
C4 – Via Collina

Problema:

Criticità nel funzionamento della rete attribuibili alle acque di ruscellamento dei terreni presenti a est, che confluiscono nella fognatura di via Collina e generano sovraccarico idraulico della rete fognaria

Soluzione:

Risezionamento della rete fognaria.



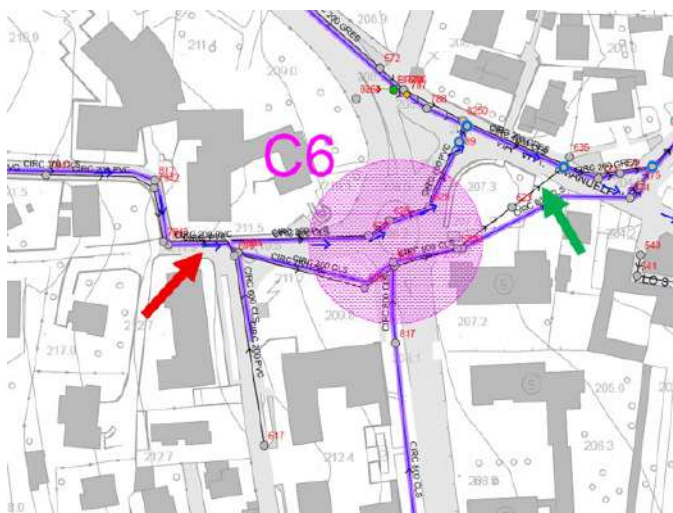
C5 – Via Rimembranze, Via Como

Problema:

Ruscellamento delle acque dei terreni boschivi e dei terreni agricoli ubicati a sud

Soluzione:

Ripristino dei fossi di guardia che regolavano il drenaggio dei campi



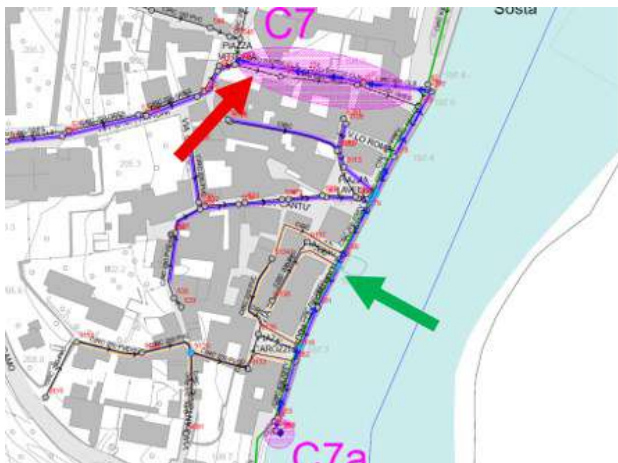
C6 – Rotatoria tra Via Cartiglio e Via Vittorio Emanuele II

Problema:

Problemi di allagamento proprio in corrispondenza della rotatoria attribuibili all'insufficienza della rete di caditoie stradali

Soluzione:

Aumentare il numero delle caditoie per permettere un miglior deflusso delle acque ed eventuale risezionamento della rete.



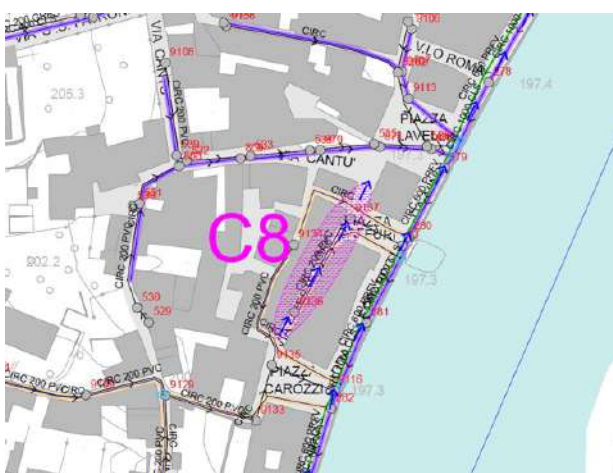
C7 – C7a – Via Suor Maria Anna Sala

Problema:

Ostruzione dei due scarichi del sistema delle acque bianche che risultano privi di adeguato recapito idraulico nel Fiume Adda; tale situazione, in occasione di eventi di piena o di portate elevate del Fiume Adda, determina fenomeni di rigurgito nella rete di drenaggio, che scorre al di sotto di Via Leonardo da Vinci, portando ad un conseguente reflusso delle acque verso la rete esistente di monte e che provoca allagamenti di Via Suor Maria Anna Sala.

Soluzione:

Realizzazione di un sistema di regolazione idraulica costituito da una vasca di accumulo a monte dello scarico e da una valvola di non ritorno allo sbocco nel fiume, in modo da impedire il riflusso delle acque durante le fasi di piena del corso d'acqua e garantire lo smaltimento delle acque meteoriche al termine dell'evento. Altra soluzione possibile potrebbe essere un impianto di sollevamento.



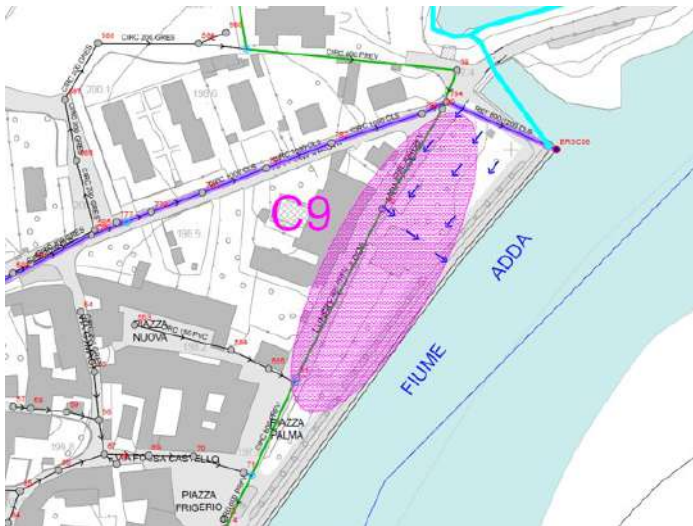
C8 – Via Trieste

Problema:

Allagamento della strada, causando una riduzione della capacità di deflusso, con eventuali fenomeni di rigurgito nel sistema di drenaggio

Soluzione:

Sistema delle acque meteoriche adeguato per il deflusso delle acque con condotte aventi diametro maggiore



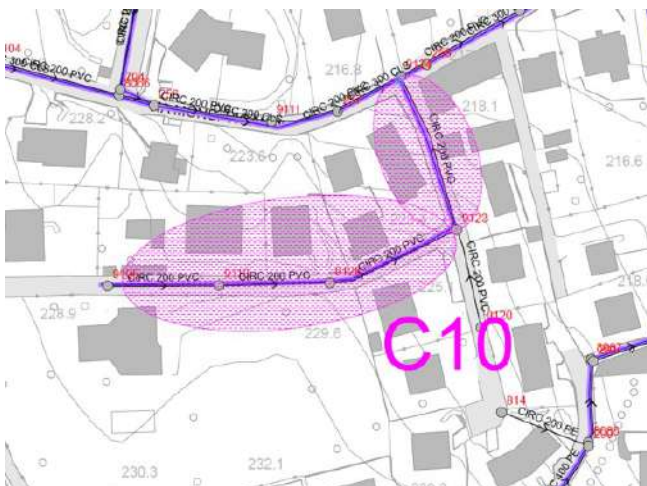
C9 – Via Lungo Adda Monfalcone

Problema:

Fenomeni di fuoriuscita e di innalzamento del livello idrometrico del corso d'acqua rispetto alle quote delle aree limitrofe

Soluzione:

Valutare l'adeguamento dimensionale della rete di smaltimento delle acque meteoriche, mediante la sostituzione o l'integrazione delle tubazioni esistenti con condotte aventi diametro maggiore, in modo da incrementare la sezione idraulica disponibile e migliorare la capacità di deflusso delle portate afferenti al sistema di drenaggio. Un ulteriore intervento consiste nell'aumento del numero di caditoie e punti di captazione delle acque meteoriche lungo la sede stradale, al fine di migliorare la raccolta delle acque superficiali e ridurre i fenomeni di ristagno che si verificano durante eventi piovosi di elevata intensità



C10 – Via Pellegrina

Problema:

Allagamento della strada, causata dal diametro della condotta non adeguato allo smaltimento delle portate delle acque miste presenti, causando una riduzione della capacità di deflusso

Soluzione:

Sistema delle acque meteoriche adeguato
per il deflusso delle acque con condotte
aventi diametro maggiore



C11 – Rotatoria delle 4 strade

Problema:

Ruscellamento delle acque dei terreni boschivi e dei terreni agricoli ubicati a sud

Soluzione:

Ripristino dei fossi di guardia che regolavano il drenaggio dei campi



C12 – Via Prada – Roggia Corna

Problema:

Fuoriuscita della Roggia Corna con conseguente allagamento dei capannoni in Via Prada

Soluzione:

Rifacimento del manufatto con dimensioni idonee e pulizia del fosso per evitare ostruzione

9.1.2 Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica (art. 12 del Regolamento)

1. Per gli interventi aventi superficie scolante impermeabile minore o uguale a 300 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:
 - a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 (pari a 20 l/s*ha) e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10, ferme restando la compilazione e trasmissione del modulo di cui all'allegato D, come definito all'articolo 6, comma 1, lettera e), e la dichiarazione, con specifico atto, del progettista, attestante l'applicazione della casistica di cui alla presente lettera; la dichiarazione non è dovuta per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera d), che ricadono nell'ambito di applicazione di cui alla presente lettera;
 - b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7.
2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:
 - 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.
3. L'eventuale rete di drenaggio a valle degli invasi di laminazione di cui al comma 2 confluisce nello scarico terminale al ricettore, ma sempre con interposizione del pozzetto di ispezione indicato nell'articolo 11, comma 2, lettera g) atto a consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle tubazioni di collegamento con il ricettore.
4. Lo scarico nel ricettore di cui al comma 3 deve comunque rispettare la portata massima ammissibile di cui all'articolo 8. Pertanto:
 - a) nel caso in cui lo scarico avvenga per sollevamento, la portata da sollevare è pari al massimo a quella massima ammissibile di cui all'articolo 8;
 - b) nel caso in cui lo scarico avvenga a gravità, il diametro della tubazione di scarico dell'invaso di laminazione è calcolato verificando che in condizioni di invaso massimo

la portata scaricata non sia maggiore della portata massima ammissibile di cui all'articolo 8. Nel caso in cui tale diametro risulti eccessivamente ridotto, si può optare per uno scarico per sollevamento.

5. Devono essere evitate disfunzioni dello scarico dell'invaso di laminazione, con conseguente prolungamento del tempo di svuotamento e quindi con la possibilità di stato di pre-riempimento dell'invaso in un evento successivo tale da non rendere disponibile il volume calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera e).

9.2 Misure non strutturali

Le misure non strutturali sono 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.

A tale riguardo potrà essere aggiornato il piano comunale di protezione civile, includendo, se non già previste, tutte le azioni di auto protezione da attivare in caso di pericolo di allagamento, quali l'allontanamento dalle zone a rischio di beni di valore, protezione con paratie o sacchetti di sabbia i locali che si trovano al piano strada.

L'installazione di un sistema di monitoraggio in tempo reale dei livelli idrici nei collettori della rete fognaria comunale ritenuti più critici, potrà consentire, al superamento di assegnati valori di soglia, di attivare l'allertamento della popolazione esposta al rischio di allagamento.

10. CONCLUSIONI

L'analisi degli strumenti di pianificazione sovraordinati e comunale inerenti tematiche connesse con il rischio idraulico hanno evidenziato quanto segue:

- Il territorio in esame è interessato da aree soggette ad esondazione assoggettate al Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po.
- Il comune di Brivio è interessato da aree a pericolosità idraulica per esondazione del reticolo idrico principale (RP) per quanto riguarda il Fiume Adda e del reticolo secondario collinare montano (RSCM) per quanto riguarda il Torrente Bevera individuate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – PGRA.
- Lo studio geologico e il documento di polizia idraulica hanno evidenziato situazioni di criticità idraulica vere e proprie lungo il Fiume Adda e lungo il Torrente Bevera, come le criticità C3, C7 e C9.
- Lo studio geologico ha individuato delle zone che per la natura litologica del substrato è preferibile non prevedere la dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche.
- Il sopralluogo congiunto con il gestore della rete fognaria (Lario Reti Holding) ha consentito di individuare delle criticità sul territorio causate dalle acque di ruscellamento lungo i versanti o lungo alcune strade in cui le tubazioni non sono sufficienti a smaltire il deflusso delle acque, che in occasione di forti ed intense precipitazioni possono mettere in crisi la rete di raccolta delle acque meteoriche o delle acque miste, si veda paragrafo 4.

Pertanto con il presente studio viene prodotta la tavola TAV. DSRI-1 che riporta sia le aree di criticità individuate da Lario Reti Holding che le aree in cui non è opportuno disperdere nel sottosuolo le acque meteoriche per situazione critica di stabilità dei versanti (aree in frana o aree di frana relitta) o per la natura litologica del substrato roccioso come ad esempio il settore di Beverate che presenta una permeabilità medio – bassa o il settore nord – orientale caratterizzato da una permeabilità da bassa a molto bassa.

Vista la natura delle criticità evidenziate, non sono stati previsti interventi strutturali di invarianza idraulica in s.s. che comportino l'obbligo di prevedere la salvaguardia di settori del territorio per la realizzazione degli stessi (ad esempio vasche di laminazione).