



COMUNE DI BREZZO DI BEDERO
VIA ROMA N. 60 – 21010 BREZZO DI BEDERO (VA)

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

ai sensi dell'art. 14 del r.r. 23/11/2017 n. 7 così come modificato e integrato dal r.r. 19/04/2019 n. 8



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Novembre 2020



Studio Associato di Geologia

Sede legale: via Rossini 18, 21100 Varese

Sede operativa: via F. Turati 31, 20083 Gaggiano (MI)

IL PROFESSIONISTA

Dott. Geol.



SOMMARIO

1.0. PREMESSA	3
1.1. Contenuti del Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale... 4	
1.2. Documentazione utilizzata	4
1.3. Cartografia.....	5
2.0. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE	6
2.1. Contesto geografico.....	6
2.2. Aspetti climatici	8
2.2.1. Temperature.....	8
2.2.2. Precipitazioni	8
2.3. Geologia, Geomorfologia e Dinamica Geomorfologica	8
2.3.1. Geologia.....	8
2.3.2. Geomorfologia.....	9
2.3.3. Dinamica geomorfologica	10
2.4. Idrogeologia.....	11
2.4.1. Classificazione delle unità idrogeologiche	11
2.4.2. Assetto idrostrutturale	12
2.5. Captazioni ad uso idropotabile	13
2.6. Reticolo idrografico	14
2.7. Rete di drenaggio urbano.....	15
3.0. CARATTERI IDROLOGICI LOCALI	17
3.1. Definizione degli eventi meteorici di riferimento	17
3.1.1. Generalità.....	17
3.1.2. Calcolo delle altezze di pioggia.....	20
4.0. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A VULNERABILITA' IDRAULICA	29
4.1. Reticolo idrografico principale e minore	29
4.1.1. Reticolo Principale	29
4.1.2. Reticolo Minore.....	29
4.2. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)	30
4.2.1. Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)	31
4.2.2. Aree Costiere Lacuali (ACL).....	31
4.3. Reticolo fognario.....	32
4.4. Allagamenti segnalati	32
5.0. ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE 33	
5.1. Misure strutturali	33
5.2. Misure non strutturali.....	34
5.2.1. Misure di incentivazione urbanistica	34
5.2.2. Misure di gestione territoriale	34

5.2.3.	Misure di prevenzione e controllo.....	35
5.3.	Misure di carattere generale	35
6.0.	INDIRIZZI PER LE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	37
6.1.	Ambito territoriale	37
6.2.	Disposizioni per il raggiungimento degli obiettivi di invarianza utilizzando l'infiltrazione naturale	38
6.3.	Capacità di infiltrazione delle acque pluviali nei terreni	39

1.0. PREMESSA

Regione Lombardia, con Legge Regionale n. 4 del 15 marzo 2016 *“Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrologico e di gestione dei corsi d’acqua”*, introduce il principio di invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile (Titolo III, Capo II, art. 7), al fine di *“perseguire e di mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall’incremento dell’impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale...”*.

A seguito dell’entrata in vigore della L.R. n. 4/2016, la Giunta regionale approva il Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017, poi modificato e integrato dal Regolamento Regionale n. 7 del 29 giugno 2018 e n. 8 del 19 aprile 2019 (di seguito regolamento), contenente, in attuazione dell’art. 58bis della L.R. 11 marzo 2005 n. 12, criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica. Il fine è di perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo, riequilibrare progressivamente il regime idrologico e idraulico naturale, conseguire la riduzione quantitativa dei deflussi, l’attenuazione del rischio idraulico e la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento.

Il regolamento definisce e dettaglia, tra l’altro, gli obblighi in capo ai comuni, differenziandoli in base all’ambito territoriale di appartenenza. Infatti il territorio regionale è suddiviso in tre aree a differente livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua recettori.

La rappresentazione della suddivisione del territorio regionale nelle tre tipologie di aree è riportata nell’allegato B del regolamento, da cui si ricava che il comune di Brezzo di Bedero ricade in **Area C**, ovvero a **bassa criticità idraulica**.

I comuni ricadenti in aree a bassa criticità idraulica, come il caso di Brezzo di Bedero, sono tenuti a redigere, ai sensi dell’art. 14 del regolamento, il documento semplificato del rischio idraulico comunale contenente la rappresentazione delle attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e delle conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve essere approvato con atto del consiglio comunale e recepito nel PGT approvato ai sensi dell’articolo 5 comma 3 e comma 4, quinto periodo, della l.r. 31/2014.

La presente relazione illustra le attività svolte per la redazione del documento semplificato del rischio idraulico del comune di Brezzo di Bedero, individuando le criticità come riportate negli strumenti di pianificazione territoriale e segnalate dai tecnici comunali e quindi proporre interventi strutturali e non strutturali per la riduzione delle criticità individuate.

Poiché la redazione del documento è basata sulla ricognizione delle informazioni già esistenti, i risultati ottenibili sono ovviamente dipendenti dalla qualità dei dati di base e dalle conoscenze storiche in capo al comune e al gestore della rete.

1.1. CONTENUTI DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

L'articolo 14 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 e ss.mm.ii., riguardante “Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica”, prevede, al comma 8, che il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve contenere 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:

a) Il documento semplificato contiene:

1. La delimitazione delle aree a pericolosità idraulica del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4 del regolamento, 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 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;

3bis L'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati.

- b) Le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;
- c) Le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 3, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

1.2. DOCUMENTAZIONE UTILIZZATA

Ai fini della redazione del documento semplificato del rischio idraulico del comune di Brezzo di Bedero è stata utilizzata e consultata la seguente documentazione:

- *Data Base Topografico* (redatto a cura della Comunità Montana Valli del Verbano);
- *Studio relativo alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica* redatto nell'aprile 2010 da Idrogea Servizi S.r.L., e di recente (ottobre 2020) aggiornato e revisionato dallo scrivente studio geoSferA.
- *Studio di individuazione del Reticolo Idrico Minore – Documento di Polizia Idraulica*, redatto nell'agosto 2020 dallo scrivente studio geoSferA;
- *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)*, recepito, con proposta di modifica, nello studio di aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica;

- *Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (P.U.G.S.S.), A.A.V.V., giugno 2013; rete fognaria;*
- *Storico eventi* relativamente agli allagamenti segnalati dai tecnici comunali.

1.3. CARTOGRAFIA

Oltre alla presente relazione illustrativa, fanno parte del documento semplificato del rischio idraulico di Brezzo di Bedero i seguenti elaborati cartografici:

- Tavola 1 – Permeabilità dei suoli (scala 1:5.000);
- Tavola 2 – Sistema idrografico (scala 1:5.000);
- Tavola 3 – Vulnerabilità idraulica (scala 1:5.000);
- Tavola 4 – Idoneità del territorio ai processi di infiltrazione (scala 1:5.000);

2.0. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

Quanto descritto nei paragrafi seguenti fa diretto riferimento agli specifici contenuti di analisi del territorio riportati nello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica e relativo recente aggiornamento.

2.1. CONTESTO GEOGRAFICO

Il territorio di Brezzo di Bedero, comune rivierasco situato nella parte settentrionale della Provincia di Varese, occupa una superficie di 9,7 km² (di cui 3,4 km² occupati dal Lago Maggiore). Esso confina, *Figura 1*, a Nord Est con Germignaga, a Sud Est con Brissago Valtravaglia, a Sud Ovest con Porto Valtravaglia.

Il territorio si presenta principalmente montuoso-collinare con quota massima intorno ai 750 m s.l.m. (loc. Case Ferrini) Il settore Sud occidentale è subpianeggiante, con quota di circa 300 m s.l.m., probabilmente costituito da un lembo di piana fluvioglaciale.



Figura 1 - Inquadramento geografico (Ortofoto Regione Lombardia, AGEA2018)

Il territorio, al netto del lago, è principalmente occupato da aree boscate (circa il 70%). Il sistema insediativo esistente è identificato in due tipologie di tessuto:

Tessuto residenziale consolidato: corrisponde al tessuto edilizio sorto lungo la strada provinciale, in prossimità dei centri storici, caratterizzato dalla presenza di fabbricati realizzati nel secondo dopoguerra. In questo tessuto coesistono porzioni di aggregati di edifici di origine agricola, edifici mono e bifamiliari, ville e piccole palazzine dotate di modeste superfici a verde.

Tessuto residenziale turistico nel verde: comprende la parte del territorio che si trova nelle parti più esterne della zona consolidata, sulle pendici dei rilievi o sulle coste lacuali (Belmonte, Parco Ameno a nord sui versanti verso i comuni di Brissago e Germignaga). Presenta isolati prevalentemente caratterizzati da fabbricati tipo ville e piccole palazzine, dotate di superfici a verde.

2.2. ASPETTI CLIMATICI

Il territorio comunale di Brezzo di Bedero si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona collinare morenica, a ridosso dei rilievi montuosi prealpini.

2.2.1. Temperature

La temperatura dell'aria presenta un valore medio annuo di circa 12°C con un'escursione media di circa 20,9°C tipica di climi continentali. Le temperature raggiungono i valori massimi nei mesi di luglio e agosto, mentre i valori minimi si registrano in gennaio e febbraio.

La curva termometrica della stazione di Varese Vidoletti mostra un minimo invernale nel mese di dicembre (circa 2,96°C) ed un massimo nel mese di luglio (23,11°C).

2.2.2. Precipitazioni

La distribuzione delle precipitazioni durante l'anno presenta statisticamente due massimi primaverili (aprile e giugno) e due autunnali nei mesi di ottobre e novembre; le precipitazioni sono abbondanti e mediamente si aggirano intorno a 1600-1800 mm/anno.

2.3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E DINAMICA GEOMORFOLOGICA

2.3.1. Geologia

Il territorio comunale si colloca nel contesto metamorfico Sudalpino occidentale, costituito da rocce cristalline appartenenti alla Serie dei Laghi. La Serie dei Laghi è suddivisa in due domini litologici noti come Zona Strona-Ceneri e Scisti dei Laghi.

Gli Scisti dei Laghi, affioranti in territorio comunale, sono costituiti da paragneiss e subordinati micascisti a biotite, muscovite e, localmente, granato.

Il basamento cristallino racchiude, nel territorio di Brezzo di Bedero, un lembo sedimentario di rocce carbonatiche della serie triassica, comprese tra l'Anisico e il Norico. Questo lembo, con una disposizione complessivamente E-W, è limitato a N e S da faglie appartenenti ad un elemento tettonico noto in letteratura come Linea del Tresa.

Il substrato roccioso carbonatico è costituita da dolomie microcristalline chiare, a stratificazione piano parallela variabile da sottile a massiccia (Dolomia del San Salvatore), alternanza di dolomie calcaree e calcari dolomitici di colore biancastro in strati generalmente centimetrici, sottilmente laminati (Formazione di Cunardo) e da dolomie microcristalline biancastre, alternate a dolomie stromatolitiche o dolomie calcaree con stratificazione da media a massiccia (Dolomia Principale).

Il substrato roccioso risulta sovente ammantellato da depositi detritici continentali quaternari, deposti durante l'ultima avanzata glaciale pleistocenica del ghiacciaio del Verbano e successivamente (Olocene) al ritiro dei ghiacciai dall'area.

I primi, facenti parte dell'Alloformazione di Cantù, sono costituiti da diamicton a supporto di matrice limosa/limoso sabbiosa, in prevalenza a basso contenuto clastico (in media 5-10%), da massivi a grossolanamente stratificati (facies glaciale), ghiaie con matrice sabbiosa in quantità variabile alternate a sabbie ghiaiose; lenti sabbiose e sabbioso ghiaiose (facies fluvioglaciale), limi, limi sabbiosi e limi debolmente argillosi, privi di clasti, a stratificazione molto sottile o laminati (facies lacustre) e limi, limi sabbiosi con clasti sparsi, stratificazione inclinata (fino a 40°), da sottile a media (facies deltizia).

I depositi dell'Alloformazione di Cantù, con l'eccezione di quelli fluvioglaciali, sono sistematicamente induriti per sovraconsolidazione.

I secondi, facenti parte dell'Unità Postglaciale, sono costituiti da ghiaie e ciottoli arrotondati, con matrice assente o in quantità limitata; sabbie ghiaiose e sabbie, organizzate in barre fluviali,

particolarmente sviluppate sul lato interno delle anse; ghiaie, ciottoli e massi con matrice sabbiosa e sabbioso limosa (depositi fluviali). Clastici grossolani (ghiaie, ciottoli e massi) con matrice da sabbioso limosa a limoso sabbiosa (depositi di conoide). Sabbie ghiaiose, sabbie medie e grossolane, ghiaie fini con sabbia; clasti arrotondati per rimaneggiamento da onda (depositi costieri).

2.3.2. Geomorfologia

Il territorio comunale si estende tra il ramo settentrionale della Valcuvia e il lago Maggiore; dal punto di vista morfologico corrisponde ad un'area collinare che culmina nella dorsale nord del monte Pian Nave. Il territorio è compreso tra quota 750 m (massima quota raggiunta al margine meridionale del confine comunale) e 200 m circa (sponda del Lago Maggiore).

Su base fisiografica, il territorio può essere suddiviso, nei seguenti settori:

Dorsale del Monte Pian Nave

Si tratta di una dorsale arrotondata, con una cresta a bassa inclinazione e di larghezza paragonabile a quella basale (circa 1,5 km), che corre in direzione nord, tra la cima del Monte Pian Nave (q. 1000 m) e l'abitato di Bedero (q. 300 m circa).

Su tutti i lati la dorsale è limitata da superfici a bassa pendenza, a vario grado di articolazione interna. La quasi totalità della dorsale è non urbanizzata e priva di significative strutture antropiche, ad eccezione di poche aree alla base del versante occidentale, in corrispondenza dell'abitato di Brezzo di Bedero.

Aree a bassa pendenza

In senso trasversale (E-W) il profilo topografico della dorsale è asimmetrico, in quanto sui versanti si innestano, a differenti quote, superfici subpianeggianti o a bassa pendenza.

Verso il lago Maggiore la superficie corrisponde ad una estesa piana fluvioglaciale a blanda pendenza che si estende tra Bedero e Muceno. Il fianco occidentale è inciso dagli impluvi di alcuni corsi d'acqua (Varesella e Trigo).

Verso la Valcuvia invece è presente una superficie a bassa acclività (località Piscìò, Lantis, Pralongo), articolata in dossi e piane minori, il cui andamento è in parte controllato dal substrato e in parte dalla distribuzione della copertura quaternaria. Questa superficie è raccordata al fondovalle della Valcuvia da un versante estremamente acclive, localmente subverticale, con roccia affiorante/subaffiorante fino a quota 350 m circa; al di sopra prevalgono coperture glaciali, che raggiungono i massimi spessori in corrispondenza dei bacini dei torrenti San Giovanni e Tagesso.

Fascia costiera

La linea di costa può essere suddivisa in tre tratti morfologicamente omogenei. Tra Muceno e Bedero Valtravaglia la costa è caratterizzata da un grosso terrazzo la cui scarpata è solcata da profonde incisioni vallive interessate da opere di protezione e regimazione. In corrispondenza degli sbocchi fluviali si sono sviluppati modesti conoidi (fan delta), ora terrazzati.

Lungo la costa corre una spiaggia sabbioso-ciottolosa di larghezza metrica, localmente interrotta da opere di consolidamento.

Tra Bedero e Villa Marina la costa si presenta a picco sul lago, con substrato roccioso affiorante/subaffiorante.

Tra Villa Marina e la foce del San Giovanni il tratto di costa è bordato da una spiaggia sabbioso-ghiaiosa di larghezza metrica, limitata verso l'interno da una scarpata di altezza massima di 5-6 metri che incide depositi glaciali o di contatto glaciale terrazzati. La scarpata è rinforzata a tratti da gabbionate e muri in cemento.

2.3.3. Dinamica geomorfologica

Da un punto di vista della dinamica di versante, in territorio di Brezzo di Bedero sono presenti aree di crollo che interessano il versante occidentale (Lago Maggiore) e orientale (Valcuvia) della dorsale. La prima zona è storicamente soggetta a crolli e su cui si è intervenuti in passato con opere di messa in sicurezza, a causa dell'interferenza con la linea ferroviaria Luino-Bellinzona e la S.P. 69 (ex S.S. 394). In base a quanto riferito da personale tecnico, si è sempre trattato di episodi di bassa intensità, rappresentati da modesti crolli diffusi di massi.

Verso la Valcuvia le aree sono caratterizzate da potenziali eventi di crollo di bassa intensità e frequenza che interessano il substrato roccioso metamorfico formante pareti verticali che insistono direttamente sulla SP 54. Le pareti, nel tratto prossimo al confine con il comune di Brissago-Valtravaglia, sono state ricoperte da reti, anche con recenti interventi.

Entrambe le aree rientrano nel quadro del dissesto PAI come frane attive Fa.

Fanno parte del quadro del dissesto PAI anche due frane di scivolamento superficiale. La prima, posta sul versante ovest della valle del San Giovanni, è un dissesto attivo caratterizzato da una superficie di scivolamento di larghezza assai ridotta, il cui coronamento intacca la strada comunale tra Lantis e Vaira.

Presso il Villaggio Olandese, sul versante idrografico destro del San Giovanni, è presente un dissesto classificato come stabilizzato in quanto è stato oggetto di interventi di sistemazione. Verosimilmente il dissesto si è originato per fenomeni di erosione dovuti alla presenza di uno scarico per le acque bianche provenienti dal vicino insediamento del "Villaggio Olandese".

I versanti degli impluvi dei corsi d'acqua maggiormente incisi, con versanti estremamente acclivi, spesso subverticali e di elevata altezza, sono interessati da diffusa instabilità superficiale, evidenziata da fenomeni di erosione areale pellicolare, abbattimento o anomalie morfologiche nella vegetazione d'alto fusto (indice di fenomeni di creep), scivolamenti superficiali (soil slip) di bassa o bassissima intensità e debris flow, che individualmente coinvolgono modesti volumi di sedimento. I fenomeni più accentuati si osservano lungo il torrente Varesella e alcuni corsi d'acqua a nord dello stesso, lungo i versanti dei torrenti San Giovanni e Tagesso e lungo la dorsale a confine con Germignaga-Brissago Valtravaglia.

In considerazione della generale marcata acclività dei versanti, questi sono potenzialmente soggetti ad instabilità che si può manifestare a seguito di intensi eventi meteorici.

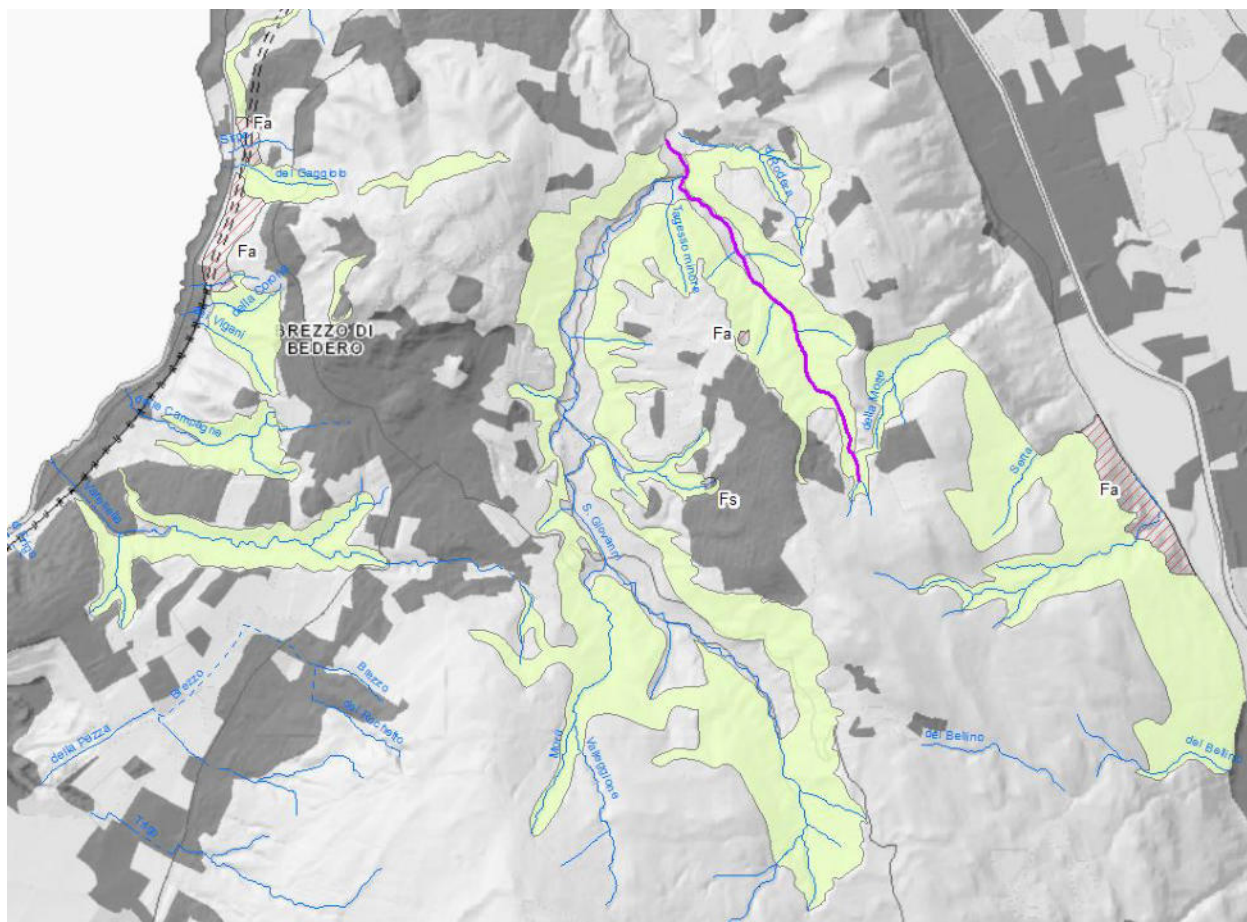


Figura 2 - Quadro del dissesto del territorio comunale (Fa-frana attiva PAI; Fs-frana stabilizzata PAI; in verde pallido le aree di instabilità superficiale diffusa)

2.4. IDROGEOLOGIA

2.4.1. Classificazione delle unità idrogeologiche

Il territorio comunale di Brezzo di Bedero è relativamente semplice sotto il profilo idrogeologico, per la presenza di idrostrutture a limiti ben definiti, sia tra elementi del substrato roccioso (sistemi acquiferi in rocce carbonatiche vs sistemi in rocce metamorfiche), sia nell'ambito delle coperture quaternarie (depositi fluvioglaciali associati in modo netto alla piana di Bedero Muceno e depositi glaciali di copertura del substrato nelle aree montane e collinari).

Brezzo di Bedero è caratterizzato dalla presenza di cinque complessi idrogeologici, la cui definizione deriva principalmente dal grado di permeabilità e dal coefficiente di infiltrazione.

Complesso cristallino. Costituito da paragneiss degli “Scisti dei Laghi”, presenta una bassa permeabilità, sia primaria che secondaria, fungendo da livello impermeabile rispetto al localmente soprastante Complesso carbonatico.

Grado di permeabilità: **Bassissimo**

Complesso carbonatico intermedio. Costituito da dolomie (Dolomia di San Salvatore e Dolomia Principale). La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è incrementata dalla presenza di fenomeni paracarsici (carsismo attenuato) e dalla fratturazione. Il complesso

affiora in modo significativo nel tratto compreso tra la località “La Canonica” e la frazione di Bedero Valtravaglia.

Grado di permeabilità: da **Medio** ad **Alto**.

Complesso carbonatico inferiore. Costituito da dolomie calcaree/calcarei dolomitici (Formazione di Cunardo) a prevalente stratificazione sottile. La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è incrementata dalla presenza di fenomeni paracarsici (carsismo attenuato) e dalla fratturazione. Il complesso affiora in modo significativo nel tratto compreso tra il torrente San Giovanni e il Lago Maggiore, all'altezza della frazione di Bedero. Ad est del torrente, il complesso è ricoperto da depositi glaciali a bassissima permeabilità, di notevole spessore e continuità.

Grado di permeabilità: **Medio**.

Complesso glaciale. Caratterizzato da una certa eterogeneità delle litologie, tipica dei contesti glaciali. Sono infatti ascritti a questa unità: depositi glaciali (diamicton a supporto di matrice limosa o limoso sabbiosa), depositi lacustri (limi e limi argillosi, particolarmente diffusi lungo il torrente San Giovanni), depositi fluvioglaciali (presenti in posizione sommitale nel settore di Brezzo) e, sebbene molto scarsamente rappresentati, depositi di versante (brecce a prevalente supporto clastico, con matrice variabile). Le litofacies glaciali e lacustri sono comunemente sovraconsolidate. Il complesso è diffusamente distribuito nel settore montano, ma raggiunge i massimi spessori nel bacino dei torrenti San Giovanni e Tagesso.

In profondità ricopre il Complesso Cristallino e, in misura ridotta, il Complesso Carbonatico, rispetto al quale riveste il ruolo idrostrutturale di protezione impermeabile.

Grado di permeabilità: da **Medio** a **Basso**.

Complesso fluvioglaciale ed alluvionale. Comprende i depositi fluvioglaciali associati al grande terrazzo che decorre parallelamente alla costa tra Bedero e Muceno e i depositi dei conoidi edificati dai torrenti che solcano il versante meridionale della dorsale del Pian Nave, “incastrati” e sovrapposti ai precedenti.

In entrambi i casi, si tratta di sedimenti clastici grossolani, costituiti da sabbie ghiaiose e ghiaie, con intercalazioni di lenti sabbiose; alla sommità possono essere presenti sedimenti più fini (sabbie limose e limi sabbiosi) che, per spessori e continuità, non sono in grado di assicurare una efficace protezione della falda. In base ai dati di sottosuolo (sondaggio ASPEM sul conoide del torrente Varesella all'altezza di Villaggio Belmonte) il complesso poggia in profondità (40 m circa dal p.c.) su depositi a bassa permeabilità di origine lacustre, che rappresentano il livello impermeabile basale.

Grado di permeabilità: da **Medio** a **Basso**.

2.4.2. Assetto idrostrutturale

Il territorio di Brezzo di Bedero è suddivisibile in due principali idrostrutture, denominate Idrostruttura Carbonatica e Idrostruttura del Torrente Varesella. Contestualmente sono stati presi in esame, per ogni singola idrostruttura, gli elementi di vulnerabilità intrinseca, intesa come la facilità con cui un inquinante generico idroveicolato, sversato sulla superficie o nel primo sottosuolo, raggiunge la falda e la contamina.

L'Idrostruttura carbonatica è data dal Complesso carbonatico, ad elevata permeabilità per carsismo e fratturazione, disposto in assetto prevalentemente subverticale. L'idrostruttura è ricoperta da spessori rilevanti di depositi glaciali, in grado di impermeabilizzare la superficie solo ad est del T. San Giovanni. La ricarica del sistema avviene principalmente per infiltrazione delle acque meteoriche, mentre il trasferimento avviene presumibilmente in dreni carsici.

Grado di vulnerabilità: **Medio**.

L'idrostruttura del Torrente Varesella è costituita dal Complesso fluvioglaciale, composto da depositi sciolti grossolani e caratterizzato, quindi, da un'elevata permeabilità primaria. L'idrostruttura coincide con i depositi fluvioglaciali che costituiscono la grande piana terrazzata di Bedero-Muceno, orientata in direzione NNE-SSW. L'idrostruttura, il cui spessore raggiunge 120 m circa, è limitata inferiormente da limi e limi argillosi (depositi lacustri) verso il lago e dal Complesso Cristallino nelle parti più interne. Superiormente l'acquifero è coperto da depositi sabbioso-limosi di media permeabilità. La falda ha soggiacenza di circa 20 m. La ricarica del sistema avviene per infiltrazione delle precipitazioni dirette e per ricarica dei corsi d'acqua superficiali. Nella parte più settentrionale può anche essere alimentata da travaso dall'Idrostruttura carbonatica. Tutti i pozzi di maggior produttività presenti nell'ambito del territorio comunale sfruttano questo acquifero.

Grado di vulnerabilità: **Alto.**

2.5. CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L'approvvigionamento idrico potabile del comune di Brezzo di Bedero è garantito dalla presenza di 3 pozzi ubicati nel settore terminale della valle del torrente Varesella, e da 2 sorgenti poste in località Valle degli Arisi e località "Casa Rossa".

Le caratteristiche delle fonti di approvvigionamento idrico potabile sono riportate nella tabella seguente:

SORGENTI

Numero	Nome	Quota	Ubicazione	Utilizzo
2	Turiggia	560 m s.l.m.	Casa Rossi	Acquedotto comunale di Brezzo di Bedero
3	Degli Asini	700 m s.l.m.	Valle degli Asini	Acquedotto comunale di Brezzo di Bedero

POZZI

Numero	Utilizzatore	Ubicazione	Uso	Profondità
1	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	62,0 m
2	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	64,0 m
3	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	60,0 m

Relativamente al detto sistema di captazione sono state perimetrate le seguenti fasce di salvaguardia:

- **Zona di tutela assoluta.** Costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione. Deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.
- **Zona di rispetto.** È la porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta nella quale è vietato l'insediamento di attività giudicate incompatibili (centri di pericolo). Per le sorgenti è definita con criterio geometrico (raggio = 200 m), con centro nel punto di captazione ed estesa idrogeologicamente a monte dell'opera di presa. Per i pozzi è invece definita con metodo idrogeologico (metodo delle isocrone).

Il comune di Brezzo di Bedero è anche marginalmente interessato (loc. Casa Ferrini) dall'inviluppo delle zone di rispetto di due sorgenti ubicate, in vicinanza del confine comunale, in territorio comunale di Brissago Valtravaglia, nonché dalla fascia di rispetto del pozzo Predazzi in comune di Germignaga.

2.6. RETICOLO IDROGRAFICO

Nel territorio comunale sono presenti numerosi corsi d'acqua, la maggior parte dei quali di ridotto sviluppo, con l'eccezione dei torrenti San Giovanni, Varesella, Trigo e Rio Tagesso, tutti caratterizzati da profonde valli, incise nei depositi quaternari o nel substrato roccioso.

Il rio Tagesso (dallo sbocco alla strada sotto Pralongo) e il torrente San Giovanni (dallo sbocco alla confluenza con il rio Tagesso) appartengono al reticolo idrico principale (rif. Allegato A alla d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581).

Il **torrente San Giovanni** nasce sulla dorsale Nord del monte Pian Nave all'altezza di Casa Rossi-Casa Fiorini, attorno alla quota 500 metri e sfocia nel lago Maggiore in comune di Germignaga dove edifica un ampio conoide alluvionale. Il tratto del torrente San Giovanni, che attraversa il territorio di Brezzo di Bedero, ha una lunghezza di poco meno di 2400 metri.

Il torrente scorre per la quasi totalità del percorso nel comune in una profonda valle con sezione piuttosto svasata, in un ambiente boscato, quasi non interessato dalla presenza antropica. L'alveo presenta un andamento moderatamente sinuoso in un fondovalle relativamente ampio e privo di significativi terrazzi. Complessivamente il torrente San Giovanni appare come un corso d'acqua con una modesta tendenza all'erosione; ciò può essere, almeno in parte, attribuito alle buone caratteristiche dei sedimenti sistematicamente sovraconsolidati, all'interno dei quali scorre il corso d'acqua. Fenomeni di sovralluvionamento sono segnalati per brevissimi tratti.

Il **rio Tagesso**, principale affluente del torrente San Giovanni, nasce all'altezza della località Pralongo, attorno alla quota 400 metri; dopo un percorso di poco più di 1000 metri confluisce nel San Giovanni all'altezza della località Alcio. Il corso d'acqua scorre in direzione NNW-SSE all'interno di una valle profondamente incisa nei depositi glaciali, in ambiente totalmente boscato; ha un andamento subrettilineo con alveo di larghezza costante, localmente inciso fino a 2-3 metri di profondità. Il trasporto solido deve risultare, in alcune occasioni, intenso, come dimostrano gli accumuli di massi presso la confluenza.

Il restante reticolato idrografico è stato classificato come appartenente al reticolo idrico minore, di competenza comunale. I corsi d'acqua minori sono di seguito sinteticamente descritti e cartografati nella tavola 2.

Torrente Varesella

Il corso d'acqua nasce dalla confluenza di due rami intestati nella piana di Bedero e sfocia, dopo un percorso di circa 1,5 km, nel Lago Maggiore, in corrispondenza di Villa Grazia.

Per tre quarti del percorso scorre in una profonda forra incisa in depositi clastici grossolani (sabbie ghiaiose e ghiaie). Al termine della forra si apre un conoide, edificato presumibilmente durante le fasi iniziali della deglaciazione, attualmente terrazzato di circa 15 m sul livello medio del lago e inciso dal torrente. La natura incoerente dei depositi in cui è inciso l'impluvio, facilita fenomeni di scalzamento al piede dei versanti dell'impluvio e rende disponibili elevate quantità di sedimenti, che determinano una generale propensione al sovralluvionamento. Nel tempo, questa situazione ha permesso la formazione di discontinui e ridotti terrazzi fluviali sul fondovalle.

Torrente Trigo

Il torrente nasce sulle pendici occidentali della dorsale del monte Pian Nave ad una quota di circa 500 m slm. Alla base del versante (quota 305 m) corre in sotterranea per circa 250 m; nel tratto successivo il corso d'acqua è stato interessato nel recente passato da numerose modificazioni, per adeguare l'andamento dell'alveo alle continue trasformazioni dell'area di cava in cui scorre. Dall'uscita della cava fino alla foce, l'alveo è completamente artificializzato (difese spondali in scogliera a massi sulle sponde; platea basale).

Il versante a lago, oltre al Varesella e al torrente Trigo, è attraversato da altri corsi d'acqua di modesto sviluppo (valle dei Vigani, valle della Corona, valle delle Predelle, valle del Gaggiolo e valle Sirpo) e per buona parte confinati in valli incise. Il tratto terminale di questi corsi d'acqua, indicativamente tra la linea ferroviaria e lo sbocco a lago, risulta intubato.

Corsi d'acqua del versante est della dorsale

Si tratta di corsi d'acqua (valle del Bellino, valle Serta, valle della Morte) ad andamento sub-rettilineo, che scorrono in impluvi incassati e pendenti, a controllo strutturale, incisi nel substrato roccioso (valli di faglia legate alla Linea del Tresa) e sfociano nel Margorabbia dopo aver sottopassato la S.P. n. 54 (Cittiglio Luino). Al loro sbocco hanno edificato conigli di modestissime dimensioni che si raccordano nettamente, ma senza discontinuità morfologiche, al fondovalle della Valcuvia.

Corsi d'acqua del versante centrale della dorsale

Oltre il ramo del torrente San Giovanni a monte della confluenza con il rio Tagesso, dove termina il tratto classificato come principale, sono inclusi brevi corsi d'acqua (mediamente di lunghezza ettometrica), confinati all'interno del bacino dei torrenti San Giovanni e Tagesso, di cui sono affluenti.

Per i corsi d'acqua sopra elencati non esistono dati idraulici.

2.7. RETE DI DRENAGGIO URBANO

Quanto di seguito descritto, relativamente alla rete fognaria, fa esplicito riferimento al Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo (P.U.G.S.S.) comunale, del dicembre 2012. La rete fognaria, come riportata nella Tavola 2 del presente elaborato, è attualmente gestita dal Comune di Brezzo di Bedero.

Il sistema fognario comunale è collettato all'impianto di Porto Valtravaglia Cave del Trigo, ubicato nel comune di Porto Valtravaglia; l'impianto serve i comuni di Brezzo di Bedero e Porto Valtravaglia e costituiscono l'agglomerato AG17. L'agglomerato è definito dalla normativa nazionale come *“area in cui la popolazione ovvero le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento in una fognatura dinamica delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale”*. Negli obiettivi del servizio di fognatura e depurazione previsti nel “Piano di Ambito territoriale ottimale della Provincia di Varese”, adottato con deliberazione del C.D.A n° 33 del 24-10-2012 prot. N. 4607 per il Depuratore di Cave del Trigo era prevista la sua dismissione nell'anno 2016; e stata inoltre prevista nel piano degli interventi stralcio (2013-2015) il collegamento dei reflui al depuratore di Luino Voldomino con interventi necessari per il collegamento e il potenziamento del depuratore.

La maggior parte degli edifici del territorio comunale è allacciato alla rete fognaria. Rimangono non collettate alcune abitazioni isolate e piccoli nuclei localizzati:

- Le ville sul lungo lago da Germignaga fino al torrente Varesella, zona per la quale è in atto un progetto di realizzazione di un collettore fognario;
- Nella porzione Nord-occidentale del comune, verso Germignaga, in località “Casa Passera” e vicino Villaggio Olandese;
- Sulla piana agricola vicino al Varesella in località Trigo.

Per quanto riguarda gli scarichi degli sfioratori di piena, si rileva la presenza dei seguenti punti di immissione:

n.	Tipo scarico	Recapito scarico	Codice identificativo
1	Sfioratore di piena 1°	Torrente Valle delle Campagne	012020P0002001C
2	Sfioratore di piena 2°	Torrente Trigo	012020P0002001C
	Sfioratore di piena 2b		

Dalla ricostruzione della rete, mediante l'utilizzo della cartografia fornita dall'ente gestore, è emerso che dal punto di vista funzionale la rete fognaria è costituita da un'unica struttura di collettori atti a convogliare le acque nel collettore intercomunale esistente con recapito finale nei pressi della Cava Trigo.

La rete fognaria si sviluppa mediante l'ausilio di sistemi di collettazione differente per le acque nere e per le acque bianche per buona parte del territorio comunale. Fanno eccezione alcuni brevi tratti in cui si rileva la presenza di fognatura di tipo misto ubicati in località Bedero Valtravaglia e in località Brezzo.

3.0. CARATTERI IDROLOGICI LOCALI

3.1. DEFINIZIONE DEGLI EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO

3.1.1. Generalità

Il calcolo dell'altezza critica di pioggia viene eseguito assumendo preventivamente, attraverso la cosiddetta "Linea Segnatrice di Possibilità Pluviometrica" (L.S.P.P.) caratteristica del sito in esame, una relazione tra la durata e l'altezza di pioggia ragguagliata all'area del bacino considerato, per un assegnato tempo di ritorno, elaborata sulla base dei dati disponibili. L'assunzione di base del modello è che la L.S.P.P. possa essere espressa con ragionevole approssimazione da una relazione monomia del tipo:

$$h_d(T) = a \cdot d^n$$

Ove: a (normalmente espresso in mm) è l'altezza di pioggia di durata oraria mediamente attesa; T è il tempo di ritorno assunto; n (fattore di scala) è un esponente che viene considerato indipendente da T , nell'ipotesi che per tutte le diverse durate di precipitazione la variabile casuale costituita dalla corrispondente massima altezza annua di precipitazione sia distribuita secondo un'unica legge e con un unico valore del coefficiente di variazione.

La caratterizzazione idrologica del territorio viene operata ricorrendo alle analisi condotte sull'intero territorio regionale a cura di ARPA Lombardia, che individuano per le curve di possibilità climatica due differenti formati, rispettivamente per durate di pioggia comprese tra 1h e 24h, e per durate comprese tra 1 giorno e 5 giorni.

Per il caso di durate di pioggia inferiori a 24h, la curva viene espressa con la seguente espressione:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

Nella quale il termine generico a della formulazione generale in precedenza illustrata è espresso come prodotto fra due fattori:

a_1 (coefficiente pluviometrico orario) è un parametro di intensità, caratteristico del sito, che in maniera indipendente dal tempo di ritorno dà indicazione della sua piovosità oraria;

w_T è un fattore di moltiplicazione del coefficiente pluviometrico orario, dipendente dal tempo di ritorno assunto (T , espresso in anni) attraverso la relazione che segue:

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

ove α , k , ε sono i parametri della distribuzione probabilistica G.E.V che descrive la distribuzione statistica degli eventi di pioggia più intensi rilevabili nel sito.

Consultando il portale di ARPA Lombardia (www.idro.arpalombardia.it) si osserva che il territorio di Brezzo di Bedero è compreso in 8 riquadri (cfr *Figura 3*) caratterizzati da specifici parametri L.S.P.P. (durata precipitazione 1h – 24h), che per una corretta valutazione vengono elencati nella tabella di seguito. Per durata di precipitazione da 1 a 5 giorni, il territorio è compreso in due ambiti omogenei (cfr. *Figura 4*).

Lo sviluppo proposto a seguire, suddiviso per le otto zone, vuole fornire un supporto per il dimensionamento delle reti di drenaggio (durata breve della precipitazione) e per i volumi di invaso (durata maggiore) secondo quanto avanti illustrato.

L.S.P.P. con durata da 1h a 24h

I valori determinati per le zone in cui è stato suddiviso il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente:

Zona	Parametro(*)				
	a_i [mm]	n	α	k	ε
1	31,67	0,37619999	0,27880001	-0,0160000001	0,8344
2	31,67	0,37639999	0,28009999	-0,0103	0,83539999
3	31,67	0,37529999	0,278100001	-0,0166	0,83469999
4	31,68	0,37760001	0,28029999	-0,0109	0,8351
5	31,76	0,3739	0,27919999	-0,012	0,83539999
6	31,700001	0,37560001	0,27849999	-0,0152	0,8348
7	31,610001	0,38299999	0,28400001	-0,0066999998	0,83420002
8	31,75	0,3734	0,27880001	-0,0139	0,83520001

* parametri riferiti al centro del rispettivo riquadro

In recepimento delle indicazioni del Regolamento (allegato G, punto 1), per la descrizione delle piogge caratterizzate da durate inferiori ad un'ora, in assenza di indicazioni di dettaglio, si assumono i medesimi parametri relativi a piogge di durata superiori, variando il solo esponente n , cui viene attribuito il valore di 0,5.

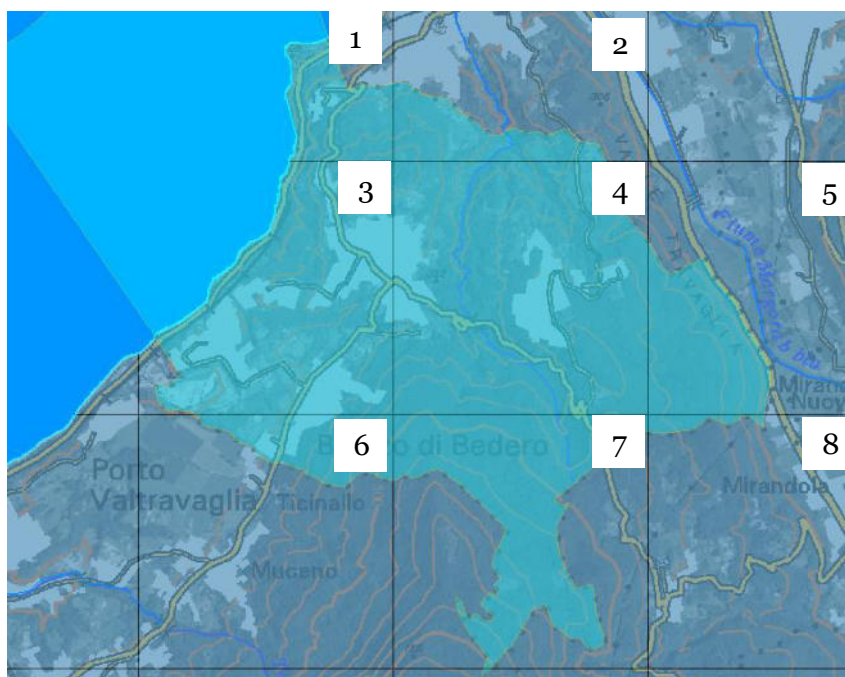


Figura 3 – L.S.P.P. in cui rientra il territorio comunale, per piogge di durata da 1h a 24h (fonte: sito web ARPA Lombardia)

L.S.P.P. con durata da 1 a 5 giorni

Per piogge aventi durata superiore a 24h, la L.S.P.P. viene espressa in formato analogo, ma privo di riferimenti specifici ai parametri caratteristici di alcuna distribuzione statistica.

In questo caso le valutazioni condotte a cura di ARPA Lombardia presentano una sostanziale omogeneità nella piovosità per l'intero territorio comunale.

D'altra parte è assolutamente evidente che nel medio periodo d'osservazione non debbano esserci variazioni nella pioggia attesa, variazioni che sono, invece, più evidenti ed attese in occasione di precipitazioni di breve entità ed elevata intensità; in questo caso, infatti, le condizioni orografiche puntuali del territorio influenzano più marcatamente lo sviluppo del fenomeno piovoso e, conseguentemente, idrologico al suolo, mentre un aumento del periodo di osservazione tende ad omogeneizzarne gli effetti.

Le L.S.P.P. per il periodo superiore a 24h forniscono, per le interazioni progettuali da effettuarsi ai sensi del Regolamento, i valori dei volumi di accumulo dei bacini di laminazione.

I valori determinati per le zone in cui è compreso il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente:

Zona	Parametri(*)					
	a ₁ [mm]	n	W ₂	W ₁₀	W ₅₀	W ₁₀₀
1	30,576191	0,40202841	0,94297802	1,4210171	1,85939	2,050822
2	30,326151	0,40215859	0,94298559	1,420084	1,857281	2,0487161
3	30,493031	0,4026745	0,94283432	1,420987	1,859881	2,051831
4	30,243429	0,4024705	0,94292217	1,419897	1,857139	2,04881
5	29,98156	0,40281579	0,94291681	1,418973	1,855122	2,0468431
6	30,16931	0,40322629	0,94266999	1,420079	1,858627	2,0512121
7	29,99828	0,4032312	0,94271493	1,419365	1,85692	2,049372
8	29,725889	0,40346831	0,94279402	1,418267	1,8541681	2,046366

* parametri riferiti al centro del rispettivo riquadro

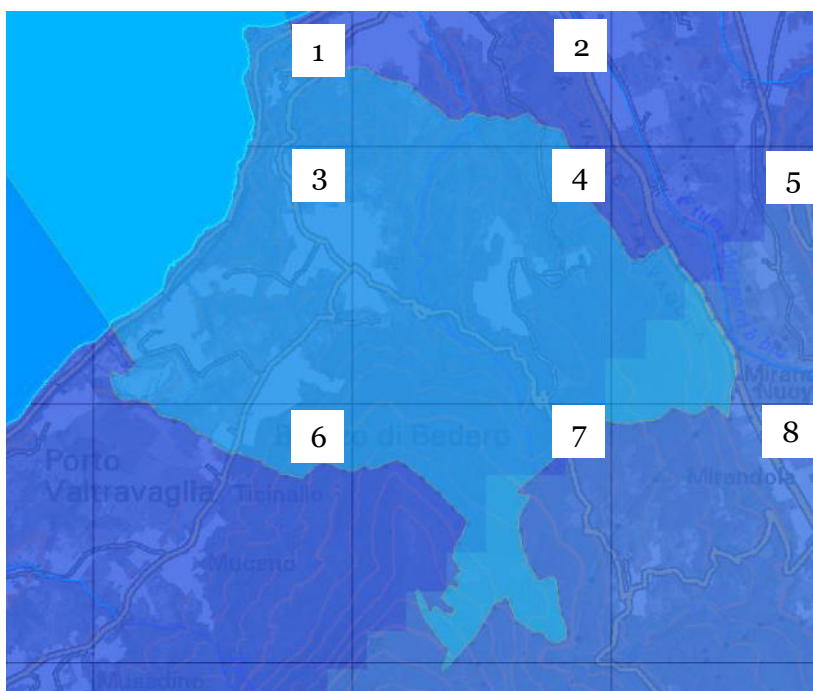


Figura 4 – L.S.P.P. in cui rientra il territorio comunale, per piogge di durata da 1 a 5 giorni (fonte: sito web ARPA Lombardia)

3.1.2. Calcolo delle altezze di pioggia

Sulla base delle relazioni di calcolo e dei valori delle L.S.P.P., di cui al precedente paragrafo, sono state determinate le altezze di pioggia attese per zone in cui è stato suddiviso il territorio comunale, per i diversi tempi di ritorno e per alcune durate di pioggia significative.

Lo scopo è fornire ai progettisti degli interventi di invarianza idraulica ed idrologica un adeguato supporto affinché, mediante la semplice applicazione delle altezze di pioggia, consultabili nelle tabelle seguenti, alle superfici scolanti di progetto possano calcolare sia i dimensionamenti delle reti di drenaggio, sia i volumi da accumulare e smaltire.

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 1					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,0	25,3	28,0
00	20	17,1	26,9	35,8	39,6
00	30	21,0	33,0	43,8	48,5
00	40	24,2	38,1	50,6	56,0
00	50	27,1	42,6	56,6	62,6
1	00	29,7	46,7	62,0	68,6
2	00	38,5	60,6	80,4	89,0
3	00	44,9	70,5	93,7	103,7
4	00	50,0	78,6	104,4	115,5
5	00	54,4	85,5	113,5	125,6
6	00	58,2	91,6	121,6	134,6
7	00	61,7	97,0	128,9	142,6
8	00	64,9	102,0	135,5	149,9
9	00	67,8	106,6	141,6	156,7
10	00	70,6	110,9	147,4	163,1
11	00	73,1	115,0	152,8	169,0
12	00	75,6	118,8	157,8	174,6
13	00	77,9	122,5	162,7	180,0
14	00	80,1	125,9	167,3	185,1
15	00	82,2	129,2	171,7	189,9
16	00	84,2	132,4	175,9	194,6
17	00	86,1	135,5	179,9	199,1
18	00	88,0	138,4	183,8	203,4
19	00	89,8	141,2	187,6	207,6
20	00	91,6	144,0	191,3	211,6
21	00	93,3	146,7	194,8	215,6
22	00	94,9	149,3	198,3	219,4
23	00	96,5	151,8	201,6	223,1
24	00	98,1	154,2	204,9	226,7
26	00	106,8	161,0	210,7	232,4
28	00	110,1	165,9	217,0	239,4
30	00	113,2	170,5	223,2	246,1
32	00	116,1	175,0	229,0	252,6
34	00	119,0	179,3	234,7	258,8
36	00	121,8	183,5	240,1	264,8
38	00	124,5	187,5	245,4	270,7
40	00	127,0	191,5	250,5	276,3
42	00	129,6	195,2	255,5	281,8
44	00	132,0	198,9	260,3	287,1
46	00	134,4	202,5	265,0	297,3
48	00	136,7	206,0	269,6	297,3

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 2					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,0	25,2	27,9
00	20	17,2	26,9	35,7	39,4
00	30	21,0	33,0	43,7	48,3
00	40	24,3	38,1	50,4	55,7
00	50	27,1	42,6	56,4	62,4
1	00	29,7	46,7	61,8	68,2
2	00	38,6	60,6	80,2	88,6
3	00	44,9	70,5	93,4	103,2
4	00	50,1	78,6	104,1	115,0
5	00	54,5	85,5	113,2	125,1
6	00	58,3	91,6	121,3	134,0
7	00	61,8	97,0	128,5	142,0
8	00	65,0	102,0	135,1	149,3
9	00	67,9	106,7	141,3	156,0
10	00	70,7	111,0	147,0	162,4
11	00	73,3	115,0	152,3	168,3
12	00	75,7	118,9	157,4	173,9
13	00	78,0	122,5	162,2	179,2
14	00	80,2	126,0	166,8	184,3
15	00	82,3	129,3	171,2	189,1
16	00	84,4	132,5	175,4	193,8
17	00	86,3	135,5	179,5	198,3
18	00	88,2	138,5	183,4	202,6
19	00	90,0	141,3	187,1	206,7
20	00	91,8	144,1	190,8	210,8
21	00	93,5	146,7	194,3	214,7
22	00	95,1	149,3	197,7	218,5
23	00	96,7	151,9	201,1	222,1
24	00	98,3	154,3	204,3	225,7
26	00	106,0	159,7	208,8	230,3
28	00	109,2	164,5	215,1	237,3
30	00	112,3	169,1	221,2	244,0
32	00	115,2	173,6	227,0	250,4
34	00	118,1	177,8	232,6	256,6
36	00	120,8	182,0	238,0	262,5
38	00	123,5	186,0	243,2	268,3
40	00	126,1	189,9	248,3	273,9
42	00	128,6	193,6	253,2	279,3
44	00	131,0	197,3	258,0	284,6
46	00	133,4	200,8	262,7	289,7
48	00	135,7	204,3	267,2	294,7

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 3					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,0	25,3	28,0
00	20	17,1	26,9	35,8	39,6
00	30	21,0	33,0	43,8	48,5
00	40	24,2	38,1	50,6	56,0
00	50	27,1	42,6	56,5	62,6
1	00	29,7	46,6	61,9	68,5

2	00	38,5	60,5	80,3	88,9
3	00	44,8	70,4	93,5	103,5
4	00	49,9	78,5	104,2	115,3
5	00	54,3	85,3	113,3	125,4
6	00	58,1	91,3	121,3	134,3
7	00	61,6	96,8	128,6	142,3
8	00	64,8	101,8	135,2	149,6
9	00	67,7	106,4	141,3	156,3
10	00	70,4	110,7	147,0	162,6
11	00	73,0	114,7	152,3	168,6
12	00	75,4	118,5	157,4	174,2
13	00	77,7	122,1	162,2	179,5
14	00	79,9	125,5	166,8	184,5
15	00	82,0	128,8	171,1	189,4
16	00	84,0	132,0	175,3	194,0
17	00	85,9	135,0	179,4	198,5
18	00	87,8	138,0	183,3	202,8
19	00	89,6	140,8	187,0	206,9
20	00	91,3	143,5	190,6	211,0
21	00	93,0	146,2	194,2	214,9
22	00	94,7	148,8	197,6	218,6
23	00	96,3	151,3	200,9	222,3
24	00	97,8	153,7	204,2	225,9
26	00	106,8	160,9	210,6	232,3
28	00	110,0	165,8	217,0	239,4
30	00	113,1	170,4	223,1	246,1
32	00	118,9	174,9	229,0	252,6
34	00	121,7	179,3	234,6	258,8
36	00	124,4	183,4	240,1	264,9
38	00	127,0	187,5	245,4	270,7
40	00	129,5	191,4	250,5	276,3
42	00	129,5	195,2	255,5	281,8
44	00	132,0	198,9	260,3	287,2
46	00	134,3	202,5	265,0	292,3
48	00	136,7	206,0	269,6	297,4

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 4					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,1	25,3	27,9
00	20	17,2	27,0	35,7	39,5
00	30	21,0	33,0	43,7	48,3
00	40	24,3	38,1	50,5	55,8
00	50	27,1	42,6	56,5	62,4
1	00	29,7	46,7	61,9	68,3
2	00	38,6	60,7	80,4	88,8
3	00	45,0	70,7	93,7	103,5
4	00	50,2	78,8	104,4	115,4
5	00	54,6	85,7	113,6	125,5
6	00	58,5	91,8	121,7	134,4
7	00	62,0	97,3	129,0	142,5
8	00	65,2	102,4	135,6	149,9
9	00	68,1	107,0	141,8	156,7
10	00	70,9	111,4	147,6	163,0
11	00	73,5	115,5	153,0	169,0
12	00	75,9	119,3	158,1	174,7
13	00	78,3	123,0	162,9	180,0
14	00	80,5	126,5	167,5	185,1
15	00	82,6	129,8	172,0	190,0
16	00	84,7	133,0	176,2	194,7
17	00	86,6	136,1	180,3	199,2
18	00	88,5	139,1	184,2	203,6
19	00	90,3	141,9	188,0	207,8
20	00	92,1	144,7	191,7	211,8
21	00	93,8	147,4	195,3	215,8
22	00	95,5	150,0	198,7	219,6
23	00	97,1	152,5	202,1	223,3
24	00	98,7	155,0	205,4	226,9
26	00	105,8	159,4	208,4	229,9
28	00	109,0	164,2	214,7	236,9
30	00	112,1	168,8	220,8	243,6
32	00	115,0	173,2	226,6	250,0
34	00	117,9	177,5	232,2	256,2
36	00	120,6	181,7	237,6	262,1
38	00	123,3	185,7	242,8	267,9
40	00	125,9	189,5	247,9	273,5
42	00	128,4	193,3	252,8	278,9
44	00	130,8	196,9	257,6	284,2
46	00	133,1	200,5	262,2	289,3
48	00	135,4	204,0	266,8	294,3

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 5					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,2	19,1	25,3	28,0
00	20	17,2	27,0	35,8	39,5
00	30	21,1	33,1	43,8	48,4
00	40	24,3	38,2	50,6	55,9
00	50	27,2	42,7	56,6	62,5
1	00	29,8	46,8	62,0	68,5
2	00	38,6	60,6	80,3	88,7
3	00	44,9	70,5	93,4	103,3
4	00	50,0	78,5	104,0	115,0
5	00	54,4	85,4	113,1	125,0
6	00	58,2	91,4	121,1	133,8
7	00	61,7	96,8	128,3	141,7
8	00	64,8	101,7	134,8	149,0
9	00	67,7	106,3	140,9	155,7
10	00	70,5	110,6	146,5	162,0
11	00	73,0	114,6	151,9	167,8
12	00	75,4	118,4	156,9	173,4
13	00	77,7	122,0	161,7	178,7
14	00	79,9	125,4	166,2	183,7
15	00	82,0	128,7	170,5	188,5
16	00	84,0	131,9	174,7	193,1
17	00	85,9	134,9	178,7	197,5
18	00	87,8	137,8	182,6	201,8
19	00	89,6	140,6	186,3	205,9
20	00	91,3	143,3	189,9	209,9
21	00	93,0	146,0	193,4	213,7
22	00	94,6	148,5	196,8	217,5
23	00	96,2	151,0	200,1	221,1
24	00	97,8	153,4	203,3	224,7
26	00	105,0	158,1	206,6	228,0
28	00	108,2	162,8	212,9	234,9
30	00	111,3	167,4	218,9	241,5
32	00	114,2	171,8	224,7	257,9
34	00	117,0	176,1	230,2	254,0
36	00	119,7	180,2	235,6	259,9
38	00	122,4	184,2	240,8	265,6
40	00	124,9	188,0	245,8	271,2
42	00	127,4	191,7	250,7	276,6
44	00	129,8	195,4	255,4	281,8
46	00	132,2	198,9	260,0	286,9
48	00	134,4	202,3	264,5	291,9

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 6					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,1	25,3	28,0
00	20	17,2	26,9	35,8	39,6
00	30	21,0	33,0	43,8	48,5
00	40	24,3	38,1	50,6	56,0
00	50	27,1	42,6	56,6	62,6
1	00	29,7	46,7	62,0	68,5
2	00	38,5	60,6	80,4	88,9
3	00	44,9	70,5	93,6	103,5
4	00	50,0	78,6	104,3	115,3
5	00	54,4	85,4	113,4	125,4
6	00	58,2	91,5	121,4	134,3
7	00	61,7	96,9	128,7	142,3
8	00	64,9	101,9	135,3	149,6
9	00	67,8	106,5	141,4	156,4
10	00	70,5	110,8	147,1	162,7
11	00	73,1	114,9	152,5	168,7
12	00	75,5	118,7	157,5	174,3
13	00	77,9	122,3	162,4	179,6
14	00	80,0	125,8	166,9	184,7
15	00	82,2	129,1	171,3	189,5
16	00	84,2	132,2	175,5	194,2
17	00	86,1	135,3	179,6	198,6
18	00	88,0	138,2	183,5	202,9
19	00	89,8	141,1	187,2	207,1
20	00	91,5	143,8	190,9	211,1
21	00	93,2	146,5	194,4	215,0
22	00	94,9	149,0	197,8	218,8
23	00	96,5	151,5	201,2	222,5
24	00	98,0	154,0	204,4	226,1
26	00	105,8	159,4	208,6	230,2
28	00	109,0	164,2	214,9	237,2
30	00	112,1	168,8	221,0	243,9
32	00	115,0	173,3	226,8	250,3
34	00	117,9	177,6	232,4	256,5
36	00	120,6	181,7	237,8	262,5
38	00	123,3	185,7	243,1	268,3
40	00	125,9	189,6	248,2	273,9
42	00	128,4	193,4	253,1	279,3
44	00	130,8	197,0	257,9	284,6
46	00	133,2	200,6	262,6	289,8
48	00	135,5	204,1	267,1	294,8

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 7					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,1	25,3	27,9
00	20	17,1	27,0	35,7	39,4
00	30	21,0	33,0	43,7	48,3
00	40	24,2	38,2	50,5	55,8
00	50	27,1	42,7	56,5	62,4
1	00	29,7	46,7	61,9	68,3
2	00	38,7	60,9	80,7	89,1
3	00	45,2	71,2	94,2	104,0
4	00	50,4	79,5	105,2	116,2
5	00	54,9	86,5	114,6	126,5
6	00	58,9	92,8	122,9	135,7
7	00	62,5	98,4	130,3	143,9
8	00	65,8	103,6	137,2	151,5
9	00	68,8	108,4	143,5	158,5
10	00	71,7	112,9	149,4	165,0
11	00	74,3	117,1	155,0	171,1
12	00	76,8	121,0	160,2	176,9
13	00	79,2	124,8	165,2	182,4
14	00	81,5	128,4	170,0	187,7
15	00	83,7	131,8	174,5	192,7
16	00	85,8	135,1	178,9	197,5
17	00	87,8	138,3	183,1	202,2
18	00	89,7	141,4	187,1	206,7
19	00	91,6	144,3	191,1	211,0
20	00	93,4	147,2	194,9	215,2
21	00	95,2	150,0	198,5	219,2
22	00	96,9	152,6	202,1	223,2
23	00	98,6	155,3	205,6	227,0
24	00	100,2	157,8	208,9	230,7
26	00	105,2	158,4	207,2	228,7
28	00	108,4	163,2	213,5	235,6
30	00	111,5	167,8	219,5	242,3
32	00	114,4	172,2	225,3	248,7
34	00	117,2	176,5	230,9	254,8
36	00	120,0	180,6	236,3	260,8
38	00	122,6	184,6	241,5	266,5
40	00	125,2	188,4	246,5	272,1
42	00	127,7	192,2	251,4	277,5
44	00	130,1	195,8	256,2	282,8
46	00	132,4	199,4	260,8	287,9
48	00	134,7	202,8	265,3	292,9

Comune di Brezzo di Bedero – Zona 8					
Durata pioggia		Tempo di ritorno Tr			
		2 anni	10 anni	50 anni	100 anni
ore	minuti	mm di pioggia			
00	10	12,1	19,1	25,3	28,0
00	20	17,2	27,0	35,8	39,6
00	30	21,1	33,1	43,8	48,5
00	40	24,3	38,2	50,6	56,0
00	50	27,2	42,7	56,6	62,6
1	00	29,8	46,8	62,0	68,6
2	00	38,6	60,6	80,3	88,8
3	00	44,9	70,5	93,5	103,3
4	00	50,0	78,5	104,1	115,1
5	00	54,3	85,3	113,1	125,1
6	00	58,1	91,3	121,1	133,9
7	00	61,6	96,7	128,2	141,8
8	00	64,7	101,6	134,8	149,1
9	00	67,6	106,2	140,9	155,8
10	00	70,3	110,5	146,5	162,0
11	00	72,9	114,5	151,8	167,9
12	00	75,3	118,2	156,8	173,4
13	00	77,6	121,8	161,6	178,7
14	00	79,8	125,2	166,1	183,7
15	00	81,8	128,5	170,5	188,5
16	00	83,8	131,7	174,6	193,1
17	00	85,7	134,7	178,6	197,5
18	00	87,6	137,6	182,5	201,8
19	00	89,4	140,4	186,2	205,9
20	00	91,1	143,1	189,8	209,9
21	00	92,8	145,7	193,3	213,7
22	00	94,4	148,3	196,7	217,5
23	00	96,0	150,8	200,0	221,1
24	00	97,5	153,2	203,2	224,6
26	00	104,3	157,0	205,2	226,5
28	00	107,5	161,7	211,4	233,3
30	00	110,5	166,3	217,4	239,9
32	00	113,5	170,7	223,1	246,3
34	00	116,3	174,9	228,7	252,4
36	00	119,0	179,0	234,0	258,2
38	00	121,6	182,9	239,2	263,9
40	00	124,1	186,8	244,2	269,5
42	00	126,6	190,5	249,0	274,8
44	00	129,0	194,1	253,7	280,0
46	00	131,3	197,6	258,3	285,1
48	00	133,6	201,0	262,8	290,0

Corre l'obbligo di evidenziare come vi sia una differenza tra i parametri forniti da ARPA relativamente alla variabile w_T (fattore di moltiplicazione del coefficiente orario) per le L.S.P.P. fino a 24h e da 1 a 5 giorni; infatti, mentre per il primo caso lo stesso fattore è calcolabile mediante la citata relazione per cui vengono forniti i parametri α , k e ϵ , per le L.S.P.P. da 1 a 5 giorni il valore è unico e viene fornito direttamente da ARPA.

Come facilmente evincibile dalla consultazione delle precedenti tabelle, i valori delle piogge calcolati a 24h sono superiori rispetto a quelli calcolati con la relazione valida per precipitazioni oltre le 24h.

Si sono quindi evidenziati in grigio i valori considerati inattendibili da un punto di vista esclusivamente matematico. Il range di inattendibilità si amplia con l'aumento del tempo di ritorno.

Si ritiene, quindi, di suggerire una valutazione prudentiale nell'ipotesi di calcolo dei volumi d'invaso dimensionati per una durata dell'intervento rientrante in tale casistica.

4.0. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A VULNERABILITÀ IDRAULICA

Nel presente capitolo sono descritte le situazioni di potenziale vulnerabilità idraulica come contenute negli atti pianificatori esistenti, nelle documentazioni storiche, nonché da quanto segnalato dai tecnici comunali anche gestore delle reti di drenaggio urbano.

Gli ambiti di vulnerabilità idraulica di seguito descritti sono cartograficamente riportate nella Tavola 3 allegata alla presente relazione.

4.1. RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE E MINORE

I fenomeni di esondazione fluviale non rientrano tra le criticità territoriali di maggiore impatto, in quanto i corsi d'acqua, sia appartenenti al reticolo principale sia minore, scorrono confinati in marcate incisioni vallive, non antropizzate e prive di qualunque opera di urbanizzazione.

Le problematiche legate alla dinamica delle acque superficiali appaiono quindi di rilevanza secondaria; questo si evince anche dalla quasi inesistente serie storica degli eventi di esondazione. In un rapporto di Regione Lombardia, risalente al 2004, gli unici eventi documentati sono:

- 1900: danni alle strade per un nubifragio nel mese di agosto;
- 1914: danni alla strada lacuale consorziale Porto Valtravaglia, Brezzo di Bedero, Germignaga, Castelvaccana, Musadino, Muceno. In una lettera si dichiara di provvedere a riparare un tratto di muro di sostegno della strada travolta dalle onde del Verbano.

4.1.1. Reticolo Principale

I soli possibili elementi di interferenza del reticolo principale (torrente San Giovanni e Rio Tagesso) con le attività antropiche sono rappresentati da:

- strada Bedero-Brissago che supera il T. San Giovanni con un ponte sopraelevato di 3 m circa rispetto all'alveo. Non sono noti episodi recenti di interruzione della circolazione per esondazione
- dalle aree di fondovalle immediatamente a valle del citato attraversamento, dove sorge un'azienda agricola.

Negli ultimi decenni non sono però stati segnalati fenomeni di esondazione in relazione a questi potenziali elementi critici.

4.1.2. Reticolo Minore

Le potenziali criticità, riferibili al reticolo minore, sono concentrate agli sbocchi vallivi, in prossimità della linea di costa, dove vengono attraversate in successione la linea ferroviaria e la S.P. 69.

Fatta eccezione per il torrente Varesella e valle del Campagne, gli altri corsi d'acqua che solcano il versante verso il lago, risultano intubati nel loro tratto terminale tra la linea di costa e la ferrovia.

Di particolare interesse è la parte terminale dell'alveo del torrente Varesella, che appare completamente artificializzato. In tali condizioni sussiste una condizione di potenziale rischio di esondazione, sia per la riduzione della sezione d'alveo (lateralmente occupato dalla strada comunale che collega la S.P. 69 con le frazioni di Brezzo e di Bedero) sia per il confinamento in sponda sinistra, assai ridotto e localmente inesistente.

Tuttavia, nel passato recente, in questo tratto, non sono noti fenomeni di esondazione e/o tracimazione legati all'attività del torrente Varesella.

Alcuni corsi d'acqua con recapito a lago sono anche interessati da sovralluvionamento, con accumulo in alveo di materiale detritico.

In particolare il torrente Varesella, a partire dalla confluenza dei rami nord e sud, è ingombro di ghiaie, ciottoli e subordinati massi, che derivano da erosione di sponda e da soil slip innescati dallo scalzamento al piede dei versanti dell'impluvio. Una parte dei materiali proveniva, presumibilmente, anche dalla testata del ramo nord, in forte erosione prima della sua recente sistemazione.

Oltre al persistente sovralluvionamento sistematico del Varesella, si incontrano anche situazioni di accumulo temporaneo, causate da particolari condizioni locali.

La più evidente è quella osservata lungo il T. San Giovanni all'altezza di Casa Spozio, in corrispondenza di un canale di debris flow recente/attuale, che taglia l'intero versante sinistro della valle, il cui dislivello supera i 70 m. Il sovralluvionamento a monte del canale è legato alla parziale e temporanea occlusione dell'alveo per effetto del trasporto in massa di provenienza laterale.

4.2. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE ("Direttiva Alluvioni"), ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree allagabili, individuate le "Aree a Rischio Significativo (ARS)" e impostate misure per ridurre il rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe di pericolosità, la classificazione del grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti è rappresentata nelle mappe di rischio. Le mappe contengono la delimitazione delle aree allagabili per diversi scenari di pericolosità [**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], in diversi "ambiti territoriali" [Reticolo principale di pianura e di fondovalle (**RP**); Reticolo secondario collinare e montano (**RSCM**); Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (**RSP**); Aree costiere lacuali (**ACL**)].

Le mappe di rischio classificano, secondo 4 gradi di rischio crescente [**R1**-rischio moderato o nullo; **R2**-rischio medio; **R3**-rischio elevato; **R4**-rischio molto elevato), gli elementi che ricadono entro le aree allagabili.

Le mappe di pericolosità e rischio, contenute nel PGRA, **rappresentano un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI** in quanto:

- ✓ contengono la delimitazione delle aree allagabili su corsi d'acqua del Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP) non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali PAI;
- ✓ aggiornano la delimitazione delle aree allagabili dei corsi d'acqua già interessati dalle delimitazioni delle fasce fluviali del PAI e per i corsi d'acqua Mella, Chiese e Serio la estendono verso monte;
- ✓ contengono la delimitazione delle aree allagabili in ambiti RSP e ACL non considerati nel PAI;

- ✓ contengono localmente aggiornamenti delle delimitazioni delle aree allagabili dei corsi d'acqua del reticolo secondario collinare e montano (RSCM) rispetto a quelle presenti nell'Elaborato 2 del PAI, così come aggiornato dai Comuni;
- ✓ classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato).

In particolare il comune di Brezzo di Bedero è interessato da aree allagabili per i seguenti ambiti:

4.2.1. Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)

Dalla consultazione delle mappe di pericolosità (2019) del PGRA si evince che il comune di Brezzo di Bedero è interessato da aree allagabili corrispondenti alle aree PAI già vigenti in ambito di esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (Em). Tali aree erano state perimetrate e inserite nel quadro del dissesto PAI a seguito del verificarsi di fenomeni di esondazione lacustre durante episodi alluvionali particolarmente intensi, recependo quanto indicato nel “Piano di Emergenza Intercomunale per i comuni rivieraschi del Lago Maggiore – Approfondimento Brezzo di Bedero”.

In occasione dell'aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica, si è provveduto ad adeguare il Piano di Governo del Territorio alle disposizioni del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017), tracciando le aree allagabili lacuali, facendo riferimento ai tre valori di quota per le tre piene di riferimento indicati in Allegato 4 alla detta d.g.r., come descritto nel paragrafo seguente.

Le vigenti perimetrazioni PAI sono state quindi eliminate, lasciando spazio alle nuove perimetrazioni tracciate omogeneamente sull'intero tratto di lago.

4.2.2. Aree Costiere Lacuali (ACL)

Le aree comunali prospicienti il lago Maggiore possono essere influenzate, o lo sono state in passato, da esondazioni del lago medesimo. Sono pertanto tracciate (con l'ausilio del Modello Digitale del Terreno LIDAR) delle fasce di pericolosità considerando differenti quote di esondazione lacuale, per differenti tempi di ritorno, come riportate nell'Allegato 4 della d.g.r. n. X/6738.

I dati, relativi al periodo regolato, sono stati elaborati da ARPA Lombardia con la distribuzione GEV (Generalized Extreme Value), individuando poi soglie corrispondenti ai tempi di ritorno di 15 e 100 anni. Per individuare il massimo storico registrato sono stati invece considerati anche i dati del periodo pre-regolazione, in un'ottica cautelativa.

I valori ottenuti sono stati sommati alle quote dello zero idrometrico corrispondente quotato da ARPA Lombardia, al fine di ottenere i livelli lacuali corrispondenti.

Lago (idrometro)	Quota zero idrometrico in metri s.l.m. (geoide Italgeo 1999)	Soglie individuate in metri-livello lacuale in metri s.l.m.		
		Tr15	Tr100	Massimo storico registrato
Maggiore (Sesto Calende)	193,052	3,61 – 196,662	5,07 – 198,122	6,84 – 199,892
		Alluvioni frequenti P3H	Alluvioni poco frequenti P2M	Alluvioni rare P1L

4.3. RETICOLO FOGNARIO

Non sono state segnalate da parte dell'Amministrazione comunale, anche gestore della rete fognaria, porzioni della stessa che comportano situazioni di allagamento a causa dell'inadeguatezza delle infrastrutture a fronte di fenomeni meteorologici non estremi. Nonostante la rete fognaria non presenti particolari criticità dal punto di vista idraulico, resta comunque la possibilità che, in caso di eventi estremi, alcuni tratti si rivelino non sufficienti all'allontanamento delle acque meteoriche.

4.4. ALLAGAMENTI SEGNALATI

Non sono stati segnalati, da parte dell'Amministrazione comunale, allagamenti causati da inefficacia del sistema idrico naturale, come già descritto in precedenza.

Potenziali criticità si possono manifestare allo sbocco a lago dei corsi d'acqua, dove il tratto intubato può venire ostruito da accumulo di materiale detritico e vegetale trasportato a valle durante eventi meteorologici particolarmente intensi.

5.0. ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE

Nel presente paragrafo, compilato alla luce delle condizioni complessive di vulnerabilità idraulica sussistenti nel territorio comunale e descritte in precedenza, vengono indicate le misure strutturali e non strutturali utili ai fini del controllo e della riduzione di tali condizioni, secondo quanto indicato all'art. 14, c. 3 del Regolamento.

5.1. MISURE STRUTTURALI

Il tessuto urbano del comune di Brezzo di Bedero non è in genere a contatto con gli elementi idrici naturali, fatta eccezione per gli insediamenti sorti nelle adiacenze dello sbocco a lago di alcuni corsi d'acqua anche secanti la linea ferroviaria e la SP 69.

L'analisi del precedente capitolo 4.0 non ha evidenziato porzioni di territorio comunale soggette ad un livello di rischio idraulico tale da necessitare interventi strutturali, ritenendo che possano essere sufficienti misure non strutturali descritte di seguito.

Fa eccezione la parte terminale del Varesella, dove in sponda sinistra il confinamento è assai ridotto e localmente inesistente.

Anche se nel passato recente non sono noti fenomeni di esondazione e/o tracimazione si suggerisce di prevedere interventi di adeguamento, da valutare in sede di progetto, dell'argine in sponda sinistra (lungo la via Belmonte).

Inoltre sono da prevedere interventi di sistemazione idraulico morfologica dei versanti e dell'alveo, soprattutto nel tratto prossimo alla confluenza dei rami nord e sud; questo per prevenire fenomeni di franamento e apporti detritici nel tratto a valle.

5.2. MISURE NON STRUTTURALI

Gli interventi non strutturali sono costituiti da tutte quelle misure volte a favorire l'implementazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica, nonché a limitare gli effetti negativi derivanti da eventuali esondazioni dei ricettori terminali.

Gli interventi non strutturali di seguito proposti vengono quindi divisi in:

- *misure di incentivazione urbanistica*: volte, a vario titolo, ad estendere le tipologie di intervento soggette al R.R. 7/2017 e s.m.i. e/o ad introdurre incentivi economici;
- *misure di gestione territoriale*: volte a migliorare in linea generale la gestione delle acque di deflusso superficiale;
- *misure di prevenzione e controllo*: volte al monitoraggio degli elementi a rischio e, possibilmente, alla riduzione del rischio, quali misure di protezione civile e difese passive attivabili in tempo reale.

5.2.1. Misure di incentivazione urbanistica

L'Amministrazione comunale ha facoltà di promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica per gli interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione del regolamento di cui all'art. 3, nonché per gli interventi di cui all'art. 3 comma 2 lettere a) e c) del regolamento, ricadenti all'interno delle aree individuate nel PGT come ambiti di rigenerazione urbana e territoriale ai sensi della l.r. 12/2005.

L'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, può avvenire attraverso i seguenti meccanismi:

a) Incentivazione urbanistica:

1. Il comune può prevedere nel documento di piano gli incentivi di cui all'art. 11, comma 5, della l.r. 12/2005, che:
 - i. Possono essere riconosciuti come diritti edificatori utilizzabili in opportuni ambiti individuati dal PGT qualora espressamente previsto dal documento di piano;
 - ii. Possono essere utilizzati sull'edificio dal quale si crea l'incentivo volumetrico, purché l'ampliamento non alteri la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio originale.

b) Riduzione degli oneri di urbanizzazione o anche del contributo di costruzione;

- c) Uso degli introiti derivanti dalla monetizzazione di cui all'art. 16 del regolamento, fatto salvo quanto previsto agli ultimi due periodi della lettera g) comma 5 dell'art. 58 bis della l.r. 12/2005: il comune, in subordine alla realizzazione degli interventi pubblici necessari per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica inseriti nel piano dei servizi, può prevedere l'emanazione di bandi per il cofinanziamento, in misura non superiore al 70 per cento, di interventi di invarianza idraulica e idrologica.

5.2.2. Misure di gestione territoriale

Le misure di gestione del territorio sono mirate a mantenere in efficienza il sistema idrografico naturale, le opere idrauliche esistenti e del sistema di drenaggio urbano.

È quindi da prevedere un piano periodico di pulizia e manutenzione degli alvei, delle sponde e delle briglie esistenti da materiale detritico e legnoso accumulato in alveo, al fine di favorire il corretto deflusso delle acque ed evitare l'occlusione dei tratti di corso d'acqua intubati.

Sono inoltre da prevedere interventi di gestione delle aree boscate delle valli dei corsi d'acqua; infatti alla cattiva gestione forestale sono associati eventi di trasporto solido sia di materiale detritico, per effetto di erosione e dilavamento del terreno, sia di materiale vegetale.

È infine da prevedere una periodica manutenzione dei sistemi di drenaggio urbano con mantenimento della corretta funzionalità idraulica dei sistemi di colletamento e scarico sul suolo in particolare di quelli afferenti direttamente a strade pubbliche.

5.2.3. Misure di prevenzione e controllo

In riferimento alle misure di controllo, per quanto può attenersi alla competenza comunale, si indicano le seguenti misure:

- Attivare, sulla scorta delle segnalazioni di allerta meteorologica (criticità moderata o elevata), di procedure di monitoraggio territoriale sia precedente sia contemporanea agli eventi piovosi, verificando la piena efficienza dei presidi di intercettazione delle acque (caditoie, griglie, collettori) e dell'assenza di ostruzioni in alveo in corrispondenza degli attraversamenti e dell'imbocco delle tombinature.
- Organizzare momenti formativi per la popolazione al fine di informare relativamente ai rischi e pericoli idraulici e agli indirizzi assunti per la riduzione e organizzare seminari formativi per i professionisti e imprese che operano sul territorio per migliorare la qualità dei progetti d'invarianza.
- Aggiornamento del Piano di Emergenza comunale di protezione civile.

5.3. MISURE DI CARATTERE GENERALE

Nel presente paragrafo vengono indicati possibili accorgimenti edilizi che dovranno essere presi in considerazione, in sede di progettazione, per la riduzione della vulnerabilità nelle aree potenzialmente allagabili in ambito costiero lacuale (ACL – PGRA).

a) Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture

- Realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali, sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento;
- Sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica;
- Rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;
- Pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- Realizzare le aperture degli edifici, situate al di sotto del livello di piena, a tenuta stagna;
- Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo;
- Il livello del pavimento deve essere più alto di quello del terreno;
- Nel caso di edifici a più piani, disporre ai piani inferiori gli elementi di minore pregio.

b) Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni

- Opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.

c) Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni

- Uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento, aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori;
- Presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani.

- d) Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettono alle strutture di resistere alle pressioni idrostatiche
- Prevedere, dove possibile, aperture nei muri e nelle solette che permettono l'entrata dell'acqua nelle zone sottostanti il livello di piena, in modo da bilanciare la spinta idrostatica sul pavimento e le pareti;
 - Vanno evitate, nelle costruzioni, intercapedini non accessibili, vespai areati non visitabili e deve essere curata la reti di drenaggio esterna all'edificio.
- e) Utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua
- Impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento.

Per l'individuazione delle misure di riduzione della vulnerabilità può essere, anche, utilizzato come riferimento il documento "EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE COME RIDURRE LA VULNERABILITÀ" redatto a cura dell'Autorità di bacino del Fiume Po e dell'Università degli Studi di Pavia (febbraio 2009).

6.0. INDIRIZZI PER LE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

6.1. AMBITO TERRITORIALE

Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano a tutto il territorio regionale e per tutti i tipi di permeabilità del suolo, seppure con calcoli differenziati in relazione alla natura del suolo e all'importanza degli interventi.

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

In considerazione di quanto esposto, il territorio regionale è suddiviso in tre aree in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- a) Aree A, ovvero ad alta criticità idraulica;
- b) Aree B, ovvero a media criticità idraulica;
- c) Aree C, ovvero a bassa criticità idraulica.

I comuni appartenenti a ciascuna tipologia di area sono individuati nell'allegato C del regolamento; nell'immagine seguente (*Figura 5*) è mostrata la suddivisione del territorio regionale nei tre ambiti di criticità.

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili (U_{lim}):

- a) per le aree A: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- b) per le aree B: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi di quelli sopra elencati, qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

Al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenerne l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata,

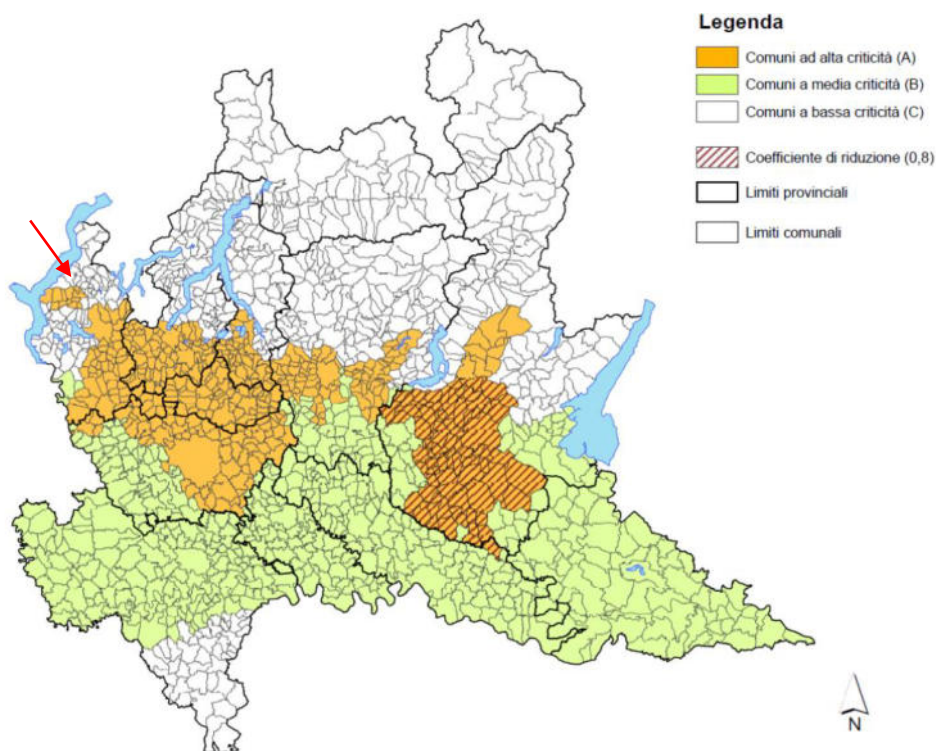


Figura 5 - Ambiti a diversa criticità idraulica (la freccia indica il comune di Brezzo di Bedero)

Da quanto sopra esposto il comune di Brezzo di Bedero è inserito nell'ambito territoriale C a bassa criticità. I limiti allo scarico sono pertanto fissati in 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Le aree inserite nel PGT vigente come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole, sono assoggettate ai limiti e alle procedure per le aree A ad alta criticità.

6.2. DISPOSIZIONI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI INVARIANZA UTILIZZANDO L'INFILTRAZIONE NATURALE

Il controllo e la gestione delle acque soggette al Regolamento sono effettuati, quando possibile, mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evaporazione e il riuso, garantendo al contempo il ripristino della disponibilità del volume di laminazione entro 48 ore dalla fine dell'evento precedente. Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente elenco a priorità decrescente:

- 1) Riuso, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità;
- 2) Infiltrazione naturale nel suolo, in funzione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche;
- 3) Scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con relativi limiti di portata;
- 4) Scarico in fognatura, con i relativi limiti di portata.

Sono da preferire gli interventi con la gestione delle acque pluviali di tipo naturale come avvallamenti, rimodellazioni morfologiche del terreno, trincee drenanti, sistemi LID (Low Impact Development).

6.3. CAPACITÀ DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEI TERRENI

Il territorio comunale, sulla base delle informazioni di carattere geologico e idrogeologico descritte ai paragrafi 2.3 e 2.4, è stato caratterizzato in merito alla possibilità di infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, individuando aree non adatte e poco adatte all'infiltrazione (cfr. Tavola 4).

I principali fattori presi in considerazione riguardano in particolare la permeabilità dei suoli, la vulnerabilità dell'acquifero e la presenza di zone instabili o potenzialmente instabili, nonché le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso potabile.

Le aree del territorio comunale non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali sono quelle interessate o potenzialmente interessabili da dinamica geomorfologica di versante. Ne fanno quindi parte le aree ricadenti nel quadro del dissesto PAI e quelle aree di versante che per caratteristiche geologiche-geotecniche ed elevata acclività, mostrano un'alta propensione all'innescio di fenomeni gravitativi.

Non idonee all'infiltrazione sono anche le aree costiere e del fondovalle del torrente San Giovanni, caratterizzate da una ridotta soggiacenza della falda, nonché le zone interessate dalla fascia di rispetto delle captazioni ad uso potabile, in riferimento all'art. 94 del D.Lgs. 152/06.

Poco adatte all'infiltrazione sono invece le aree di Bedero Valtravaglia e limitrofe, caratterizzate da substrato roccioso affiorante e subaffiorante con ridotti spessori di copertura detritica; si ritengono poco adatte all'infiltrazione anche le zone caratterizzate da medio-alta acclività (20°-30°) potenzialmente interessabili da instabilità di versante con pericolosità media.

La restante parte del territorio comunale è ritenuta adatta ai processi di infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.

L'esecuzione di un intervento ricadente in aree ad infiltrazione poco adatta, ma anche ritenute adatte, non esula dalla necessità di verificare la conducibilità idraulica satura del suolo con indagini geologiche ed idrogeologiche sito specifiche, anche compatibilmente con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale.

E' necessario sottolineare che le valutazioni effettuate tengono conto solamente dell'assetto naturale dei luoghi. Le aree urbane, che hanno subito profondi fenomeni di impermeabilizzazione, presentano un deflusso superficiale pressoché totale delle precipitazioni meteoriche in quanto queste ultime sono in larga parte convogliate nelle reti fognarie.

Gaggiano, novembre 2020

GeoSferA
Studio Associato di Geologia

