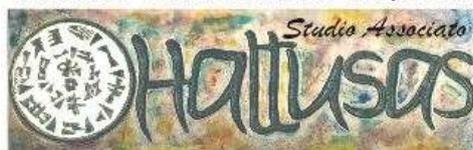


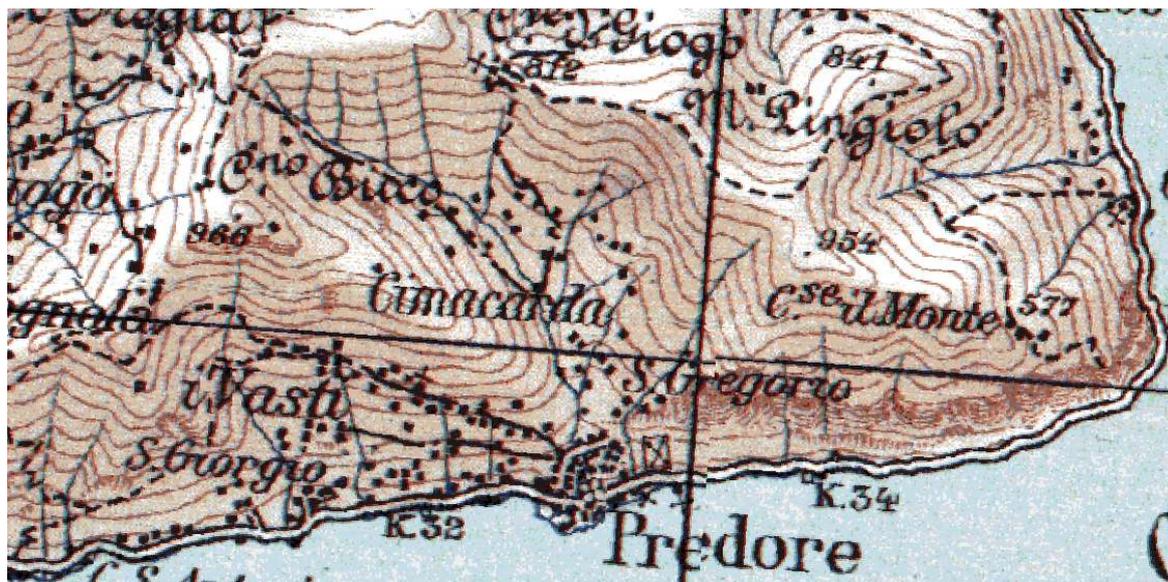
**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Gritti, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## Committente **COMUNE DI PREDORE**



## **DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO**

### **RELAZIONE TECNICA**

Grassobbio (Bg), 15 novembre 2019

Dott. Geologo Fabio Plebani  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884

Dott. Geologo Andrea Gritti  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461

Dott. Nat. Marcello Mutti  
Iscrizione AIN - RNSE n. 150

Dott. Geologo Simone Cocchi  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1678AP



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it

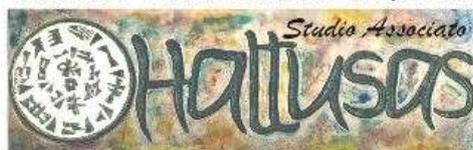


## • Documento di controllo e di sintesi

<b>Lavoro:</b>	\\hazannu\archivio\_in_corso_2019\PREDORE_025_0219_HatS_Amministrazione Comunale_Documento_semplificato_rischio_idraulico_RELAZIONI\025_0219_PREDORE_Documento semplificato del rischio idraulico_def.doc
<b>Stato:</b>	Copia di lavoro / Bozza
<b>Responsabile di progetto:</b>	Fabio Plebani
<b>Responsabile interno</b>	Fabio Plebani
<b>Titolo:</b>	Documento semplificato del rischio idraulico
<b>Autore/i e coordinatori documento:</b>	Fabio Plebani
<b>Cliente:</b>	Comune di Predore
<b>Contatto clienti:</b>	geom. Mario Brignoli, Ing. Sergio Signoroni
<b>Data di emissione:</b>	15/11/2019
<b>No. di copie:</b>	1 PDF
<b>Numero pagine:</b>	98
<b>Ultima stampa:</b>	
<b>Ultimo salvataggio:</b>	3/12/2019
<b>Trasmissione:</b>	Email
<b>Ulteriori informazioni:</b>	Copia di lavoro

Relazione di sintesi	
<b>Parole chiave</b>	Rischio idraulico, r.r. 8/2019
<b>Riassunto</b>	

Garanzia di qualità					
Autore	Revisione tecnica	Edito	Versione documento	Approvato per emissione	
				Date	Firma
Fabio Plebani	Andrea Gritti		WC00	28/11/19	AG



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	5
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	7
<b>DESCRIZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE</b> .....	15
<i>Inquadramento geografico e territoriale</i> .....	15
<i>Assetto geologico</i> .....	18
<i>Assetto idrogeologico</i> .....	19
<i>Evoluzione urbanistica del territorio</i> .....	20
<b>IL RETICOLO IDROGRAFICO DI SUPERFICIE</b> .....	31
<b>RETICOLO PRINCIPALE: Il Torrente Rino</b> .....	36
L'evento alluvionale del 1990 .....	37
Lo stato di fatto e le sue problematiche .....	38
Misura della portata di massima piena.....	40
<b>RETICOLO IDRICO MINORE: Generalità</b> .....	43
<b>RETICOLO IDRICO MINORE: La Valle del Duogo</b> .....	46
<b>RETICOLO IDRICO MINORE: Valle Muradella, Valle Fornace, Valle Pergole e Valle Planezzo</b> .....	51
Studio idraulico dei bacini della Valle Muradella, della Valle Fornace, della Valle Pergole e della Valle Planezzo (Dott. Geol. Fabio Plebani, 2004).....	51
Verifiche idrauliche degli attraversamenti delle valli Planezzo e Pergole (Dott. Geol. Andrea Gritti, 2010) .....	53
Verifiche idrauliche del bacino della Valle Fornace (Dott. Geol. Andrea Gritti, 2012) .....	55
Verifiche idrauliche del bacino della Valle Fornace (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2014) .....	57
<b>RETICOLO IDRICO MINORE: Verifiche idrauliche del torrente Macla (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2019)</b> .....	58
<b>RETICOLO IDRICO MINORE: Valle de le Fontane (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2014)</b> .....	62
<b>Il rilievo delle opere lungo il reticolo idrico minore (RIM)</b> .....	65
<b>DOTAZIONI INFRASTRUTTURALI</b> .....	67
<b>DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO</b> .....	71



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.....	71
Aree già individuate nello studio geologico del territorio comunale .....	71
Aree già individuate nel PGRA (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) .....	75
Aree individuate mediante analisi diretta e da informazioni acquisite.....	80
Distribuzione delle aree vulnerabili nel territorio comunale.....	80
<i>Rete di collettamento acque nere/bianche e rete stradale</i> .....	80
<i>Reticolo idrografico di superficie</i> .....	81
<b>ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE</b> .....	88
Misure strutturali.....	88
Rete di collettamento acque nere/bianche e rete stradale .....	88
Reticolo idrografico di superficie .....	89
Misure non strutturali.....	92
<b>CONCLUSIONI</b> .....	98



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## PREMESSA

I nuovi orientamenti nella gestione delle acque pluviali portano l'attenzione verso iniziative ed opere che permettano una laminazione localizzata e diffusa sul territorio, ad un eventuale depurazione delle acque di pioggia con sistemi naturali e il loro successivo riuso o dispersione nel suolo.

Questo nell'ottica di far confluire nei corsi d'acqua e nelle falde parte della precipitazione meteorica, opportunamente controllata nella qualità, ai fini di renderla disponibile per l'approvvigionamento idrico, di contribuire al mantenimento dell'equilibrio idrologico e di aumentare la biodiversità, anche in ambito urbano. La moderna gestione delle acque meteoriche trova una sua naturale collocazione all'interno delle azioni finalizzate a promuovere la sostenibilità ambientale, in accordo con le politiche dell'UE, e si concretizza principalmente nell'applicazione del criterio dell'invarianza idraulico-idrologica <sup>1</sup>.

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena, risultante dal drenaggio di un'area, debba essere costante prima e dopo la trasformazione d'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi, che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbano ad urbano.

Trasformando la destinazione d'uso del suolo spesso si realizza una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi. I piccoli invasi, in terreni "naturali", sono costituiti dalle irregolarità della superficie, e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua. Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (dell'ordine di pochi mm) durante il deflusso costituisce un vaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione, che sono le due manifestazioni più evidenti delle urbanizzazioni, contribuiscono in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate.

<sup>1</sup> vedi anche, per una trattazione più ampia: D. Masseroni, F. Massara, C. Gandolfi, G.B. Bischetti, "Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile", Milano 2018



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Si assume che la presenza di invasi nell'area in trasformazione consenta di laminare le piene in eccesso che si generano a seguito della trasformazione.

A tal fine, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio. Si opera quindi nello spirito della valutazione delle opere necessarie a mitigare l'impatto ambientale delle trasformazioni, perseguendo l'obiettivo che l'invaso consentito dai collettori fognari, o da altri dispositivi, garantisca di non superare, dopo la trasformazione urbanistica, il picco di piena della situazione ante operam.

Regione Lombardia, consapevole delle problematiche che, soprattutto nelle aree urbane, si sono evidenziate negli ultimi anni, ha provveduto ad emanare un regolamento (r.r. 8/2019 che ha sostituito il r.r. 7/2017) con l'obiettivo di dare inizio ad una fase di gestione più consapevole delle acque meteoriche.

Il regolamento, oltre a prevedere approfondimenti e studi a scala di singolo intervento di trasformazione del territorio, dà ai Comuni l'onere di provvedere a studi conoscitivi a livello territoriale, con diversi livelli di approfondimento in funzione del grado di criticità assegnato.

**Il Comune di Predore, a basso livello di criticità (C), è tenuto a predisporre un "Documento semplificato del rischio idraulico"**, nel quale vengono riassunte le principali criticità e le proposte preliminari per la loro soluzione; il Comune ha tuttavia facoltà, qualora lo ritenesse opportuno in funzione delle situazioni di rischio idraulico evidenti o evidenziate, di predisporre successivamente uno "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" nel quale si procederà, tra l'altro, alla verifica e allo studio delle reali condizioni di efficacia ed efficienza delle reti di raccolta delle acque, artificiali e naturali, con un livello di dettaglio particolarmente spinto.

La presente relazione descrive gli esiti degli studi per la redazione del "Documento semplificato del rischio idraulico" che, proprio in funzione delle informazioni disponibili e per la mancanza di calcoli approfonditi si vuole – come peraltro dice la sua stessa definizione - preliminare e introduttivo, rispetto ad una problematica articolata e complessa come è quella del rischio idraulico, influenzata da molteplici fattori sia antropici che naturali.

Nella redazione del Documento semplificato del rischio idraulico, sono state utilizzate le informazioni disponibili a carattere documentale e bibliografico.

Preliminarmente, sono state verificate ed eventualmente acquisite le informazioni e i dati disponibili sulla base di:

- studio del reticolo idrico minore, con la rappresentazione anche del reticolo idrografico regionale unificato (RIRU), messo a disposizione dalla Regione Lombardia tramite Geoportale Regionale;



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- colloqui con gli Amministratori comunali e l'Ufficio Tecnico;
- consultazione delle mappe catastali del Comune di Predore, anche mediante accesso al Geoportale Catastale della Provincia di Bergamo, al Geoportale Catastale della Regione Lombardia e al sito web del “Progetto Divenire” per le mappe catastali storiche;
- consultazione dello studio geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio, redatto dagli scriventi;
- rilievo di terreno lungo il reticolo idrico minore, per la verifica puntuale di tutte le valli con particolare riferimento ai tratti in congiunzione con il territorio urbanizzato e in commistione con l’impianto fognario;
- relazioni e rilievi lungo il reticolo minore con l’indicazione delle situazioni di criticità e delle possibili soluzioni;
- consultazione degli studi e degli approfondimenti tecnici disponibili a scala di bacino.

Le basi cartografiche utilizzate quali riferimenti principali sono state:

- Carta Tecnica Regionale, scala 1:10000;
- mappe catastali vigenti del Comune di Predore;
- mappa catastale del catasto Lombardo Veneto, redatta nel corso del 1809;
- cartografie I.G.M., anche mediante la consultazione del Portale Cartografico Nazionale;
- aerofotogrammetrico comunale.

Quale base cartografica di progetto è stata utilizzato la base aerofotogrammetrica comunale, rappresentata su GeoPortale regionale e il DTB regionale.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La legge regionale 15 marzo 2016 – n. 4 “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua” dedica l’intero Capo II ai temi dell’“Invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile” e con l’art. 7 apporta modifiche alla l.r. 12/2005 “Legge per il governo del territorio”, con le quali si stabilisce che anche nelle scelte di pianificazione debba trovare spazio il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica, del quale si deve tenere conto in tutti gli atti nei quali è articolato il Piano di governo del territorio: il Documento di Piano (art. 8, comma 2, lettera b quater), il Piano dei Servizi (art. 9, comma 8 bis) e il Piano delle Regole (art. 10, comma 3, lettera h).

Con il nuovo art. 58 bis, la l.r. 12/2005 fissa le basi, previa approvazione di uno specifico regolamento regionale, per la redazione di studi e progetti finalizzati al conseguimento dell’invarianza idraulica e



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



idrologica, con la finalità di “ridurre il degrado qualitativo delle acque e i fenomeni di allagamento urbano” anche in riferimento alle previsioni del Piano di tutela delle acque, approvato definitivamente con Delibera n. 6990 del 31 luglio 2017.

L’art. 58 bis della l.r. 12/2005, introdotto ex novo dalla l.r. 4/2016, al comma 1 definisce i concetti di base di:

- a) *invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;*
- 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;*
- c) *drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.*

Il successivo comma 2 determina invece gli interventi edilizi ai quali si applicano i principi di invarianza idraulica e idrologica:

*I principi di invarianza idraulica e idrologica si applicano agli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del d.p.r. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale (...). Sono compresi gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi.*

Inoltre, ai commi 3 e 4, si forniscono le specificazioni su come le disposizioni di cui all’art. 58 bis devono essere declinate nello strumento urbanistico comunale:

- *il documento di piano stabilisce che le trasformazioni dell'uso del suolo comportanti variazioni di permeabilità superficiale debbano rispettare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica, anche mediante l'applicazione dei principi e dei metodi del drenaggio urbano sostenibile. Tali principi vanno rispettati anche per le aree già urbanizzate oggetto di interventi edilizi, così come stabiliti nel regolamento di cui al comma 5;*
- *il piano dei servizi individua e definisce le infrastrutture pubbliche necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, secondo quanto stabilito dal regolamento di cui al comma 5.*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- Il regolamento edilizio comunale disciplina le modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica secondo i criteri e i metodi stabiliti con il regolamento regionale (...).

Con atto del 23 novembre 2017 (BURL n. 48 del 27 novembre 2017), Regione Lombardia ha approvato, come previsto, e pubblicato il regolamento regionale n. 7 “recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”, nel quale vengono attuate le indicazioni generali stabilite dalla norma di riferimento, con l’obiettivo dichiarato di “perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti” (art. 1, comma 1), indicando criteri e metodi per giungere ad esso, con riferimento alla gestione e al trattamento delle **sole acque pluviali** (art. 4).

In data 19 aprile 2019 sono state apportate modifiche al citato regolamento, che viene di fatto sostituito dal nuovo ed aggiornato **r.r. n. 8/2019** (BURL n. 17 del 24 aprile 2019) “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio)”.

Il regolamento specifica ulteriormente, rispetto alla norma di riferimento, **gli interventi edilizi che sono tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica** mediante la presentazione di un opportuno “Progetto di invarianza idraulica e idrologica” (art. 6) i cui contenuti sono dettagliatamente descritti agli artt. 10 – 13:

*“Nell’ambito degli interventi edilizi di cui al Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), sono soggetti all’applicazione del presente regolamento gli interventi: a) di **ristrutturazione edilizia**, come definiti dall’articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, **solo se consistono nella demolizione totale**, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all’edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell’edificio demolito; ai fini del presente regolamento, non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell’articolo 14, comma 6, del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE); b) di **nuova costruzione**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio; c) di **ristrutturazione urbanistica**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001"; d) relativi a **opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni**, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono: di estensione maggiore di 150 mq; di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3; e) **pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono: di estensione maggiore di 150 mq; di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma" (art. 3, comma 2).

Ed inoltre:

a) **parcheggi, aree di sosta e piazze**, con una delle caratteristiche che seguono: estensione maggiore di 150 mq; estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2; b) **aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 o alla lettera a) del presente comma". (art. 3, comma 2 bis).

Infine, vengono esclusi dall'applicazione del regolamento:

**"gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale; gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada); gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992; la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992.»** (art. 3, comma 3).

Importante sottolineare che **"le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero comparto"** (art. 3, comma 5).



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



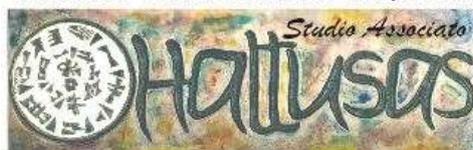
La nuova norma sopra richiamata, *“incoraggia l’adozione dei sistemi SuDS (Sistemi urbani per il drenaggio sostenibile) per il perseguimento degli obiettivi di invarianza idraulico-idrologica a scala comunale e congiuntamente una programmazione a scala di bacino. A tal proposito sono importanti le modalità di “integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d’ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e “idrologica”, secondo cui i comuni sono tenuti all’elaborazione di un “documento semplificato di gestione del rischio idraulico” o di uno “studio comunale di gestione del rischio idraulico”. Tali studi rappresentano strumenti pianificatori, a sé stanti o ad integrazione degli strumenti della pianificazione comunale, finalizzati alla gestione degli allagamenti urbani o comunque interni al territorio comunale, anche attraverso il recupero della perdita permeabilità, in cui vengono indicate le priorità degli interventi e le modalità di declinazione degli stessi nella programmazione comunale delle opere pubbliche, con particolare riguardo a quelle che riguardano il reticolo idrico minore, il verde pubblico e i servizi di sottosuolo. La ratio della legge dà l’opportunità di andare oltre i limiti della legge regionale 12/2005 e incoraggia gli interventi non solo sulla nuova edificazione e sugli interventi di demolizione e ricostruzione, ma anche sulle opere esistenti così da migliorare la situazione dei deflussi delle superfici urbane già esistente e migliorare il cosiddetto “retrofitting idrologico” urbano quindi la risposta idrologica di un territorio alle sollecitazioni meteoriche intense”*<sup>2</sup>.

Le misure di invarianza idraulica, pur **applicate a tutto il territorio regionale**, sono tuttavia differenziate in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori (art. 7), distinguendo tre tipologie di aree all’interno delle quali sono classificati tutti i comuni lombardi:

<b>aree A</b>	ad alta criticità idraulica
<b>aree B</b>	a media criticità idraulica
<b>aree C</b>	a bassa criticità idraulica

All’interno di ciascuna di queste aree *“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”* (art. 7, comma 2):

<sup>2</sup> v. “Manuale delle buone pratiche ...”, cit.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



per le aree A: 10 l/s

per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

per le aree B: 20 l/s

per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

per le aree C: 20 l/s

per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

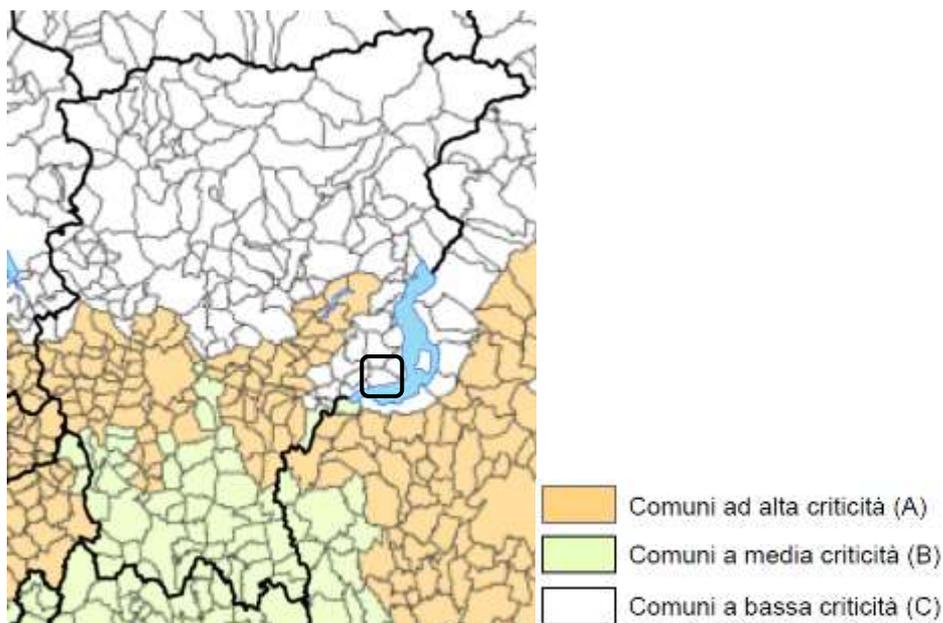


Figura 1 - Ambiti a diversa criticità idraulica, Provincia di Bergamo (r.r. 7/2017)

Il Comune di Predore (Bg) è classificato in **area a bassa criticità "C"**, per il quale viene assegnato il limite allo scarico di 20 l/s/ha di superficie impermeabile trasformata.

<i>Comune</i>	<i>Provincia</i>	<i>Criticità idraulica</i>
PRATA CAMPORTACCIO	SO	C
PREDORE	BG	C
PREGNANA MILANESE	MI	A

Figura 2 - Area di criticità idraulica (All. C, r.r. 7/2017)

Oltre a determinare gli obblighi a cui sono soggetti i singoli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, sia a carattere pubblico che privato, il regolamento regionale stabilisce anche i compiti più direttamente afferenti ai Comuni: all'art. 14 detta le "modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica", all'art. 15 elenca i "meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile” ed infine all’art. 16 propone la “monetizzazione in alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche”.

In particolare, i commi 1 e 2 dell’art. 14, prescrivono ai Comuni compresi nelle aree A e B la redazione di uno studio comunale di gestione del rischio idraulico, e ai **Comuni compresi nelle aree C la redazione di un Documento semplificato del rischio idraulico**: “*Sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale contengono 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*” (art. 14, comma 3).

Sia lo Studio comunale del rischio idraulico, sia il Documento semplificato del rischio idraulico, “*devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell’articolo 5 comma 3 e comma 4, quinto periodo, della L.R. 31/2014. A tal fine, il comune: a) inserisce la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (...) nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT; b) inserisce le misure strutturali (...) nel piano dei servizi*” (art. 14, comma 5).

In ogni caso, nelle more della redazione dello Studio comunale del rischio idraulico, tutti i Comuni, anche quelli ricadenti nelle aree A e B, devono predisporre il **Documento semplificato del rischio idraulico**, i cui contenuti sono dettagliati all’art. 14, comma 8 del regolamento regionale:

*Il documento semplificato del rischio idraulico comunale 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:*

*a) 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, 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*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



*possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;*

- 3 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, 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.*



Figura 3 - veduta generale del territorio (da Google Earth)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassano (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



## DESCRIZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

### *Inquadramento geografico e territoriale*

Il Comune di Predore, situato sulla costa occidentale del lago d'Iseo, è caratterizzato da un ripido versante montuoso che racchiude una sottile fascia di terreni pianeggianti in riva al lago; questo versante, alle spalle del centro abitato, è in gran parte formato da pareti rocciose dalle quali periodicamente si verificano distacchi di blocchi o piccole frane in roccia che hanno creato in passato situazioni di pericolo per la popolazione e per la strada provinciale ex statale 469.

Il territorio comunale di Predore confinando a ovest con i comuni di Sarnico e Viadana, ad est con il comune di Tavernola Bergamasca, a nord con lo stesso comune di Tavernola Bergamasca e Vigolo, lambito a sud e ad est dal lago d'Iseo, si colloca al margine pedemontano delle Prealpi orobiche, nell'area compresa appunto nel bacino Sebino.



Figura 4 - Inquadramento territoriale (IGM da Geoportale Nazionale)

Il territorio comunale è quasi ovunque ben delimitato a monte dal lungo crinale della Punta Alta, Colle del Giogo, Colle Oregia, Corno Buco e Colle Camblino, che definisce il bacino idrografico del torrente Rino di Predore, interamente compreso nel territorio comunale, sul cui conoide alluvionale si distribuisce il centro storico del paese. A est e a ovest, il territorio comunale si estende, al di fuori del bacino idrografico del torrente Rino, rispettivamente alle pendici delle rupi del Corno e del crinale del Corno Buco - Faeto, verso



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Sarnico, nel quale si aprono numerose valli di poco sviluppo ed estensione, fatta eccezione per la valle del Duogo, all'estremo occidentale. Il territorio è quindi in parte lacustre, collinare e in parte più decisamente montano: le quote più alte raggiungono i 969 m s.l.m. del Colle Oregia, la quota minima è di 187 m s.l.m. in corrispondenza della riva lacustre. Peraltro, tutto il crinale che chiude a monte il territorio comunale, tra la Punta Alta e il Corno Buco, è un susseguirsi di vette tondeggianti, tutte di quote comprese tra i 900 e i 969 m s.l.m..

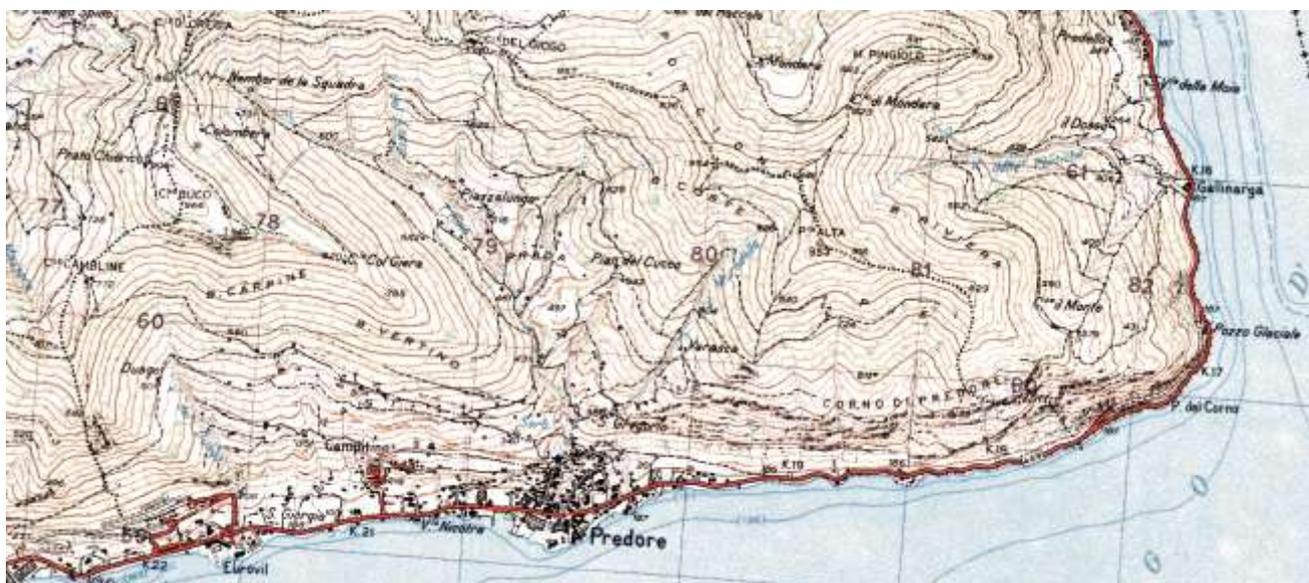


Figura 5 - Carta I.G.M. (da Geoportale Nazionale)

Ai piedi dei rilievi e delle alte e ripide pareti rocciose, con ossatura di età triassica e giurassica e composizione calcarea in prevalenza, i depositi di origine detritica e glaciale/fluvioglaciale formano la stretta area semi pianeggiante o moderatamente inclinata, ormai quasi del tutto antropizzata. Conservano i caratteri più tradizionali, marcatamente agricoli e forestali, i pendii esposti dei Vasti e del Corno (ove possibile) e soprattutto la parte più interna della valle del torrente Rino, con caratteri e ambienti completamente diversi da quelli affacciati al lago.

Ad un primo sguardo d'insieme, il territorio comunale di Predore può dunque essere utilmente suddiviso in alcuni "ambiti geografici" che ne determinano le caratteristiche ambientali, essendosi riscontrata una buona concordanza tra caratteri geografici, geologici e morfologici.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 6 - Cartolina del 1910 con il paese di Predore, sul lago e sulle prime pendici collinari. A mezza costa, il Santuario di S. Gregorio.

All'interno del quadro naturale è innanzi tutto facilmente identificabile il luogo e l'attuale estensione della principale **area urbanizzata**, cresciuta soprattutto in questi ultimi anni intorno al nucleo antico di Predore. Il centro storico, e oggi l'abitato principale, è collocato in posizione favorevole per la buona esposizione, al piede dei versanti rivolti a sud, tra questi e la sponda del lago.

In generale, comunque, il territorio di Predore è morfologicamente suddivisibile in tre aree: la fascia costiera, la fascia pedemontana, la valle sospesa del Torrente Rino.

- **fascia costiera:** dal lago sale verso monte comprendendo la parte più bassa del paese, l'area del porto, il centro storico del paese e la zona del campeggio. E' una zona fortemente antropizzata, caratterizzata dalla presenza di un edificato soprattutto a destinazione residenziale e turistica.
- **fascia pedemontana:** caratterizzata da una forte pendenza e dalla presenza di pareti rocciose verticali; tale area comprende la parte più alta del paese a monte del centro storico, le aree dei Vasti bassi e dei Vasti alti. Nella parte più orientale del paese la fascia delle pareti verticali va a chiudere sul lago. Tale area è interessata dalla presenza di numerosi terrazzamenti di origine antropica, che consentono, ove curati, il controllo della morfologia e delle dinamiche delle coltri superficiali. Questa area è compresa tra i 250-300 e i 500 metri s.l.m.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- valle sospesa del Torrente Rino: è una valle caratterizzata dalla presenza di molti affluenti sulla sponda orografica sinistra. Al suo imbocco, a quota 470 m presenta sulla sponda orografica sinistra un'area denominata "Prada" caratterizzata da terreni disposti con una minor pendenza che risale la valle e raggiunge i 550 metri fino alla località "Piazzalunga". La sponda orografica destra non presenta significativi affluenti o valli incise: si presenta invece come un fianco uniformemente inclinato fino alla cima del Corno Buco, a quota 966 m.

### Assetto geologico

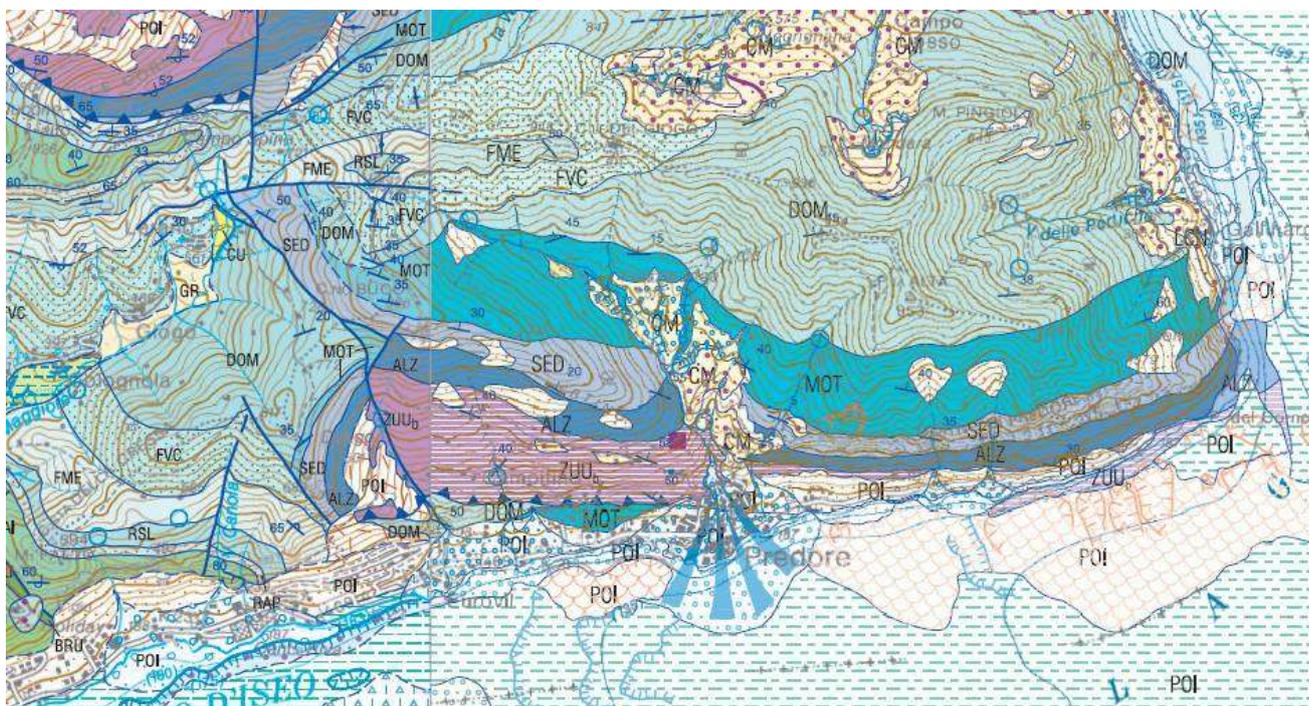


Figura 7 - Carta geologica (CARG, F. 098 "Bergamo", F. 099 "Iseo")

Esula dal presente elaborato la trattazione particolareggiata delle caratteristiche geologiche del territorio comunale, tuttavia si ritiene utile fornire alcune sintetiche descrizioni delle principali formazioni e unità litologiche presenti, in quanto direttamente influenti sulle condizioni idrogeologiche e sul grado di permeabilità dei terreni.

L'**ossatura rocciosa** del versante idrografico destro del lago d'Iseo, su cui si sviluppa l'abitato di Predore e lungo il quale si articola il reticolo idrografico minore, è costituita quasi esclusivamente, ad est del torrente Rino, salendo dalla sponde del lago fino allo spartiacque, dalle alternanze di **calcari**, **calcari marnosi** e



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**dolomie** appartenenti alle formazioni del **Calcarea di Zu (ZUU)**, del **Calcarea dell'Albenza (ALZ)**, del **Calcarea di Sedrino (SED)**, del **Calcarea di Montrasio (MOT)** e del **Calcarea di Domaro (DOM)**, queste ultime le più rappresentate, arealmente, nel settore orientale del territorio comunale.

Ad ovest del torrente Rino assume invece prevalenza, tra le medesime formazioni sopra elencate, la formazione del Calcarea di Zu.

Nell'area di raccordo tra la sponda del lago e il versante montuoso, il substrato roccioso è ricoperto principalmente dal **Sintema del Po (Unità Postglaciale) (POI)** costituito da ghiaie con clasti spigolosi in corrispondenza delle falde detritiche, da ghiaie in prevalenza e sabbie stratificate nei depositi alluvionali (es. sui conoidi) e limi e argille dove presenti i depositi lacustri; all'interno della valle del torrente Rino, a testimoniare di una diffidenza del ghiacciaio camuno nella valle laterale al solco principale sebino, è presente, in settori variamente estesi, il **Supersintema della Colma del Piano (CM)** costituito da depositi glaciali con clasti eterometrici.

### *Assetto idrogeologico*

L'assetto idrogeologico di riferimento si rifà sostanzialmente alla Carta Idrogeologica allegata allo studio geologico comunale (GeoTer, 1995), dalla quale è possibile ricavare i dati e le informazioni – assolutamente generali ed indicative delle condizioni idrogeologiche complessive – da cui partire per una caratterizzazione sommaria del territorio con riferimento al grado di permeabilità dei terreni e delle rocce.

**I terreni con permeabilità da elevata a buona** ( $K > 10^{-2}$  cm/s) corrispondono alla fascia di raccordo tra la sponda lacustre e i versanti rocciosi, nelle aree non urbanizzate, e localmente lungo i versanti in corrispondenza dei detriti di versante grossolani. Tali terreni sono costituiti da detriti di falda ghiaiosi e sabbiosi, accumuli di frana e depositi lacustri nei tratti in cui prevalgono le componenti sabbioso ghiaiose.

**I terreni e le rocce con permeabilità da buona a media** ( $10^{-2} \geq K > 10^{-4}$  cm/s) si segnalano ove sono presenti terreni di conoide sciolti o cementati, coltri moreniche ghiaioso-sabbiose o ove è presente il substrato roccioso costituito da calcari, livelli selciferi o dolomie con stratificazione subverticale e/o fratturazione pervasiva.

**I terreni e le rocce con permeabilità da media a scarsa** ( $10^{-4} \geq K > 10^{-6}$  cm/s) comprendono i riporti di terra, i terreni eluviali e colluviali sabbioso-limosi e le rocce calcaree, marnose dolomitiche massicce o con strati poco inclinati o sub orizzontali.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



I **terreni impermeabili** ( $K \leq 10^{-6}$  cm/s) comprendono, infine, le zone urbanizzate e i terreni lacustri e morenici prevalentemente argillosi.

Significativa, per le finalità del presente studio, è anche la ricostruzione delle linee isopiezometriche, descrittive della profondità della falda acquifera principale, anch'esse rappresentate sulla Carta Idrogeologica dello studio GeoTer, nonostante siano riferite a dati risalenti ormai ad alcuni decenni fa, dunque almeno parzialmente obsoleti e bisognosi di nuove verifiche, nuove misurazioni ed opportuni aggiornamenti.

In ogni caso, pur con le precisazioni sopra riportate e in via del tutto indicativa, lungo la fascia di raccordo tra la sponda del lago ed i versanti rocciosi viene segnalata nella cartografia di riferimento una falda superficiale compresa tra 186 e 190m s.l.m. con direzione principale di deflusso verso il lago (direzione sud).

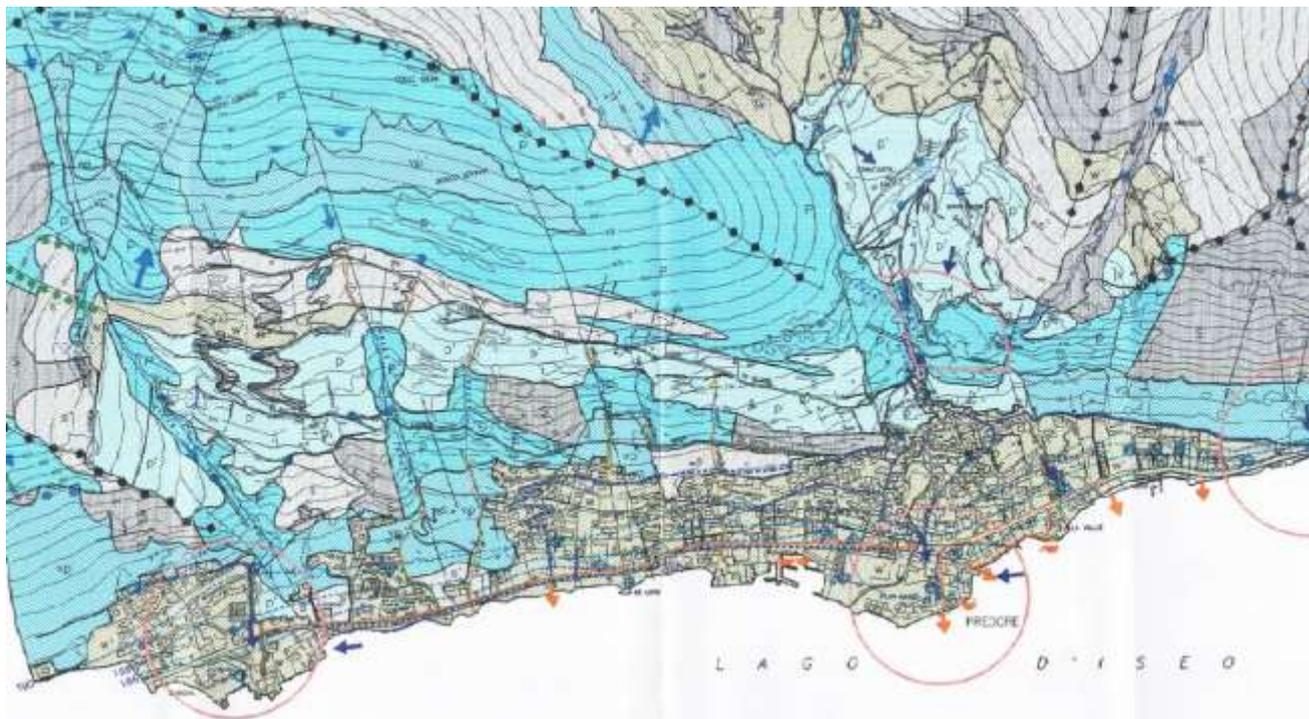


Figura 8 - Stralcio della Carta Idrogeologica (GeoTer, 1995)

### *Evoluzione urbanistica del territorio*

*“Negli ultimi 20 anni l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata in media del 20%, mentre in Italia la situazione è molto diversificata da regione a regione. È particolarmente emblematico il caso della Lombardia in cui tra il 1954 e il 2015 vi è stato un aumento di oltre il 200% delle superfici*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



urbanizzate” (da D. Masseroni, F. Massara, C. Gandolfi, G.B. Bischetti, “Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile”, Milano 2018).

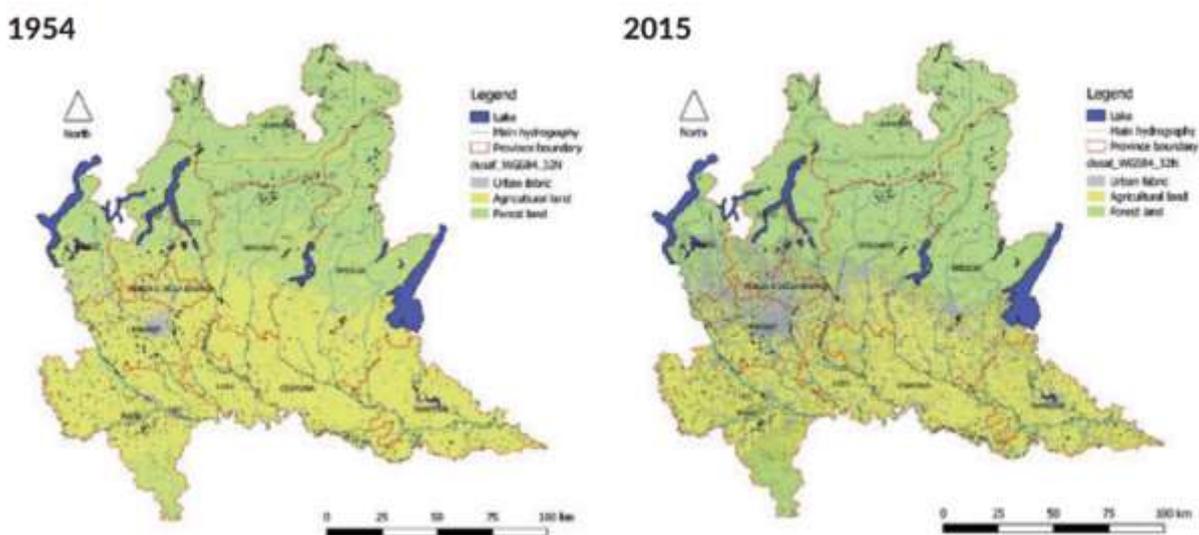


Figura 9 - Confronto tra le principali categorie di uso del suolo (agricolo, boschivo e urbanizzato) tra l'anno 1954 (a) e il 2015 (b).  
Fonte dati: DUSAF - Geoportale Regione Lombardia

Anche l'ambito territoriale di Predore non si è sottratto al trend di estensione delle aree urbanizzate lombarde, ben evidenziato dal raffronto tra le cartografie che rappresentano l'evoluzione dell'urbanizzato tra il 1889 e il 1994 come rappresentate sul Siter@ della Provincia di Bergamo e il più recente aggiornamento della situazione al 2015 (DUSAF 5.0 – Uso del suolo 2015, GeoPortale Regione Lombardia) e che restituiscono una situazione di espansione generalizzata dell'edificato e dell'impermeabilizzazione del fondovalle, particolarmente significativa a partire dal 1974, con una forte accelerazione negli ultimi trent'anni.

*“Questo incremento, oltre a generare un rilevante aumento dei volumi di deflusso e delle relative portate al picco, complice anche la diminuzione dei tempi di corrivazione, porta con sé ulteriori problematiche. Da una parte il restringimento (o addirittura la tombinatura) delle sezioni dei corsi d'acqua” (situazione ampiamente diffusa a Predore) “che attraversano i settori urbanizzati e che fungono da recettori finali, ne riduce la capacità di trasporto e di invaso, oltre che ridurne la capacità di autodepurazione e la qualità ambientale. Dall'altra, aumentano i rischi di insufficienza idraulica dei tratti di rete fognaria più vecchi, che sono stati progettati su portate e tempi di ritorno non più idonei al grado di sollecitazioni che l'estensione delle superfici impermeabili e i nuovi regimi pluviometrici impongono. Infine, con l'impermeabilizzazione del suolo, aumenta fortemente l'aliquota del deflusso superficiale, a spese dell'evaporazione e della ricarica delle falde” (da D.*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



Masseroni, F. Massara, C. Gandolfi, G.B. Bischetti, “Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile”, Milano 2018).

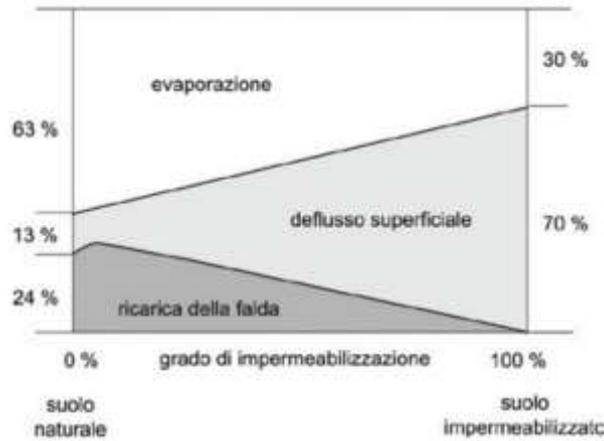


Figura 10 - Modifiche del bilancio idrico provocate da insediamenti e infrastrutture, con crescente impermeabilizzazione del suolo (Fonte Di Fidio e Bischetti, 2012)

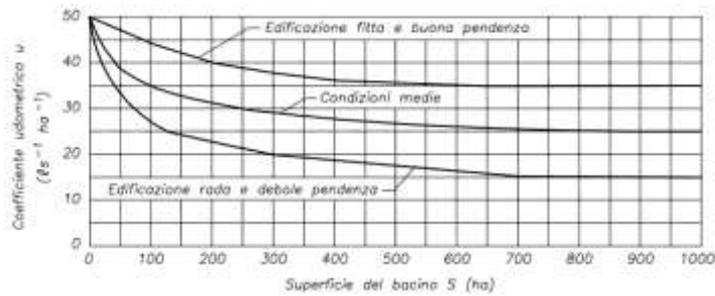
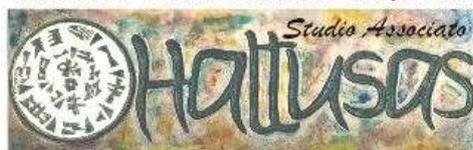


Figura 11 - Relazione tra il coefficiente udometrico e la superficie di bacino.





sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



Figura 12 - Soglie significative dell'evoluzione dell'urbanizzato (da Siter@, Provincia di Bergamo).



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

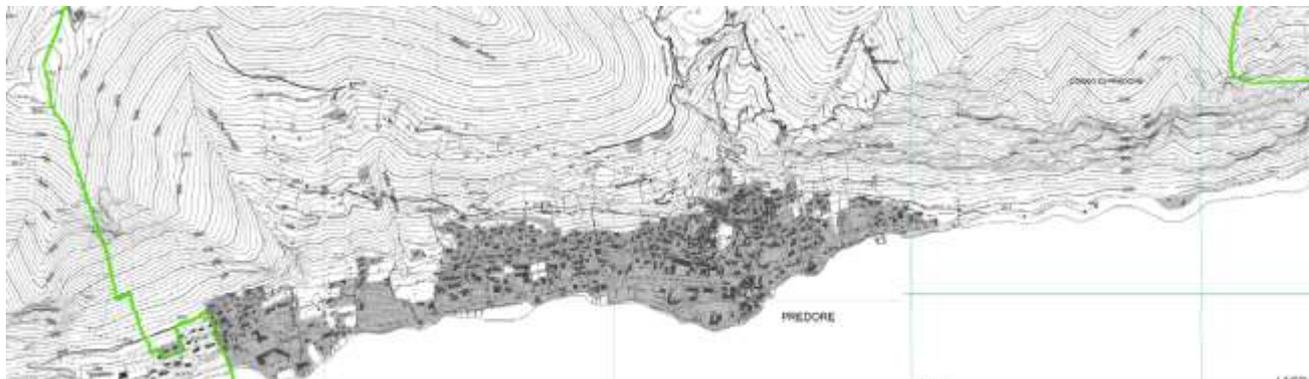


Figura 13 - Uso del suolo DUSAF 5.0 (da GeoPortale Regione Lombardia). In grigio le aree urbanizzate.

Utilizzando le foto aeree storiche disponibili per il territorio comunale di Predore, nel lasso di tempo compreso tra 1954 ad oggi (si vedano stralci seguenti), è stato possibile osservare l'evoluzione urbanistica.

Fino al 1954 il territorio di Predore risultava poco o per nulla urbanizzato: il nucleo abitato era localizzato sulla porzione centro orientale del conoide presente allo sbocco del torrente Rino.

Nella fascia di raccordo tra il lago e i versanti acclivi, con pendenze più moderate e morfologia, più adatta alle attività umane, la presenza di abitazioni era rara ma erano comunque presenti aree destinate a colture frutticole, quali vigneti e frutteti.

Lungo il versante più acclive, ove non erano presenti i boschi, erano presenti terrazzi ove venivano sviluppate colture agricole, quali vigneti e frutteti.

A cavallo degli anni '60 del sec. XX, l'espansione edilizia si fa via via più dirompente, andando a saturare inizialmente tutte le aree presenti sul conoide ove era presente il principale nucleo urbano con una edilizia diffusa, popolare, soprattutto residenziale, con case e giardini, strade e ampie zone sempre più impermeabilizzate; contemporaneamente, ma con maggiore spinta dal 1970 circa, la fascia coltivata e agricola a ridosso della sponda del lago, fino alle pendici più ripide e rocciose, viene occupata da ampie superfici con insediamenti a destinazione prevalentemente residenziale e solo localmente produttiva, all'interno delle quali pochi o assenti sono ancora gli spazi a verde e dove il grado di impermeabilizzazione è particolarmente elevato, con quanto consegue sulle condizioni del deflusso delle acque meteoriche.

Nell'ultima fase, ancora parzialmente in atto, l'espansione edilizia ha ulteriormente interessato la fascia di raccordo tra i versanti montuosi e la sponda del lago (soprattutto la fascia compresa tra il limite comunale di Sarnico e il centro cittadino – nel settore occidentale del Comune), dove i versanti risultano da poco a mediamente acclivi. In quest'area i versanti coltivati e agricoli sono stati trasformati in aree residenziali collegate fra loro tra una fitta trama stradale.

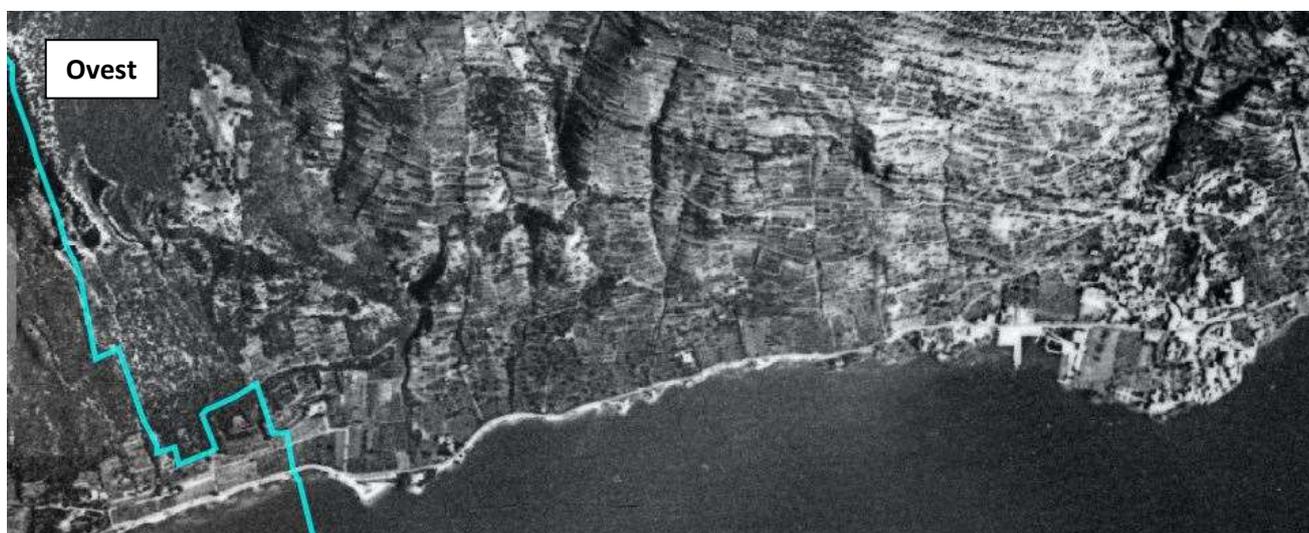


sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



In generale, il progressivo estendersi delle aree urbanizzate, siano esse residenziali, sul conoide e nella fascia di territorio compresa tra la sponda del lago e i versanti acclivi, che produttive, localmente lungo la fascia costiera pianeggiante, potrebbe naturalmente favorire l'innescò di criticità dal punto di vista della gestione delle acque superficiali, a causa dell'aumento del deflusso superficiale e del progressivo restringimento degli alvei naturali, con l'espansione edilizia che si spinge, spesso, a ridosso delle valli minori, interessate in più punti da una decisa antropizzazione che può indurre, in assenza di monitoraggio, controllo e manutenzione, situazioni diffuse di criticità idraulica; non è inoltre infrequente la commistione della rete di raccolta delle acque meteoriche/fognarie con il reticolo idrografico naturale.

In definitiva, dunque, l'impermeabilizzazione delle superfici e la regolarizzazione della topografia, che sono le due manifestazioni più evidenti delle urbanizzazioni e delle espansioni edilizie, contribuiscono in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate (vedi anche i grafici alle figg. 7 e 8).



**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 14 - Situazione dell'urbanizzato al 1954 (fonte: Geoportale Regione Lombardia).



**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

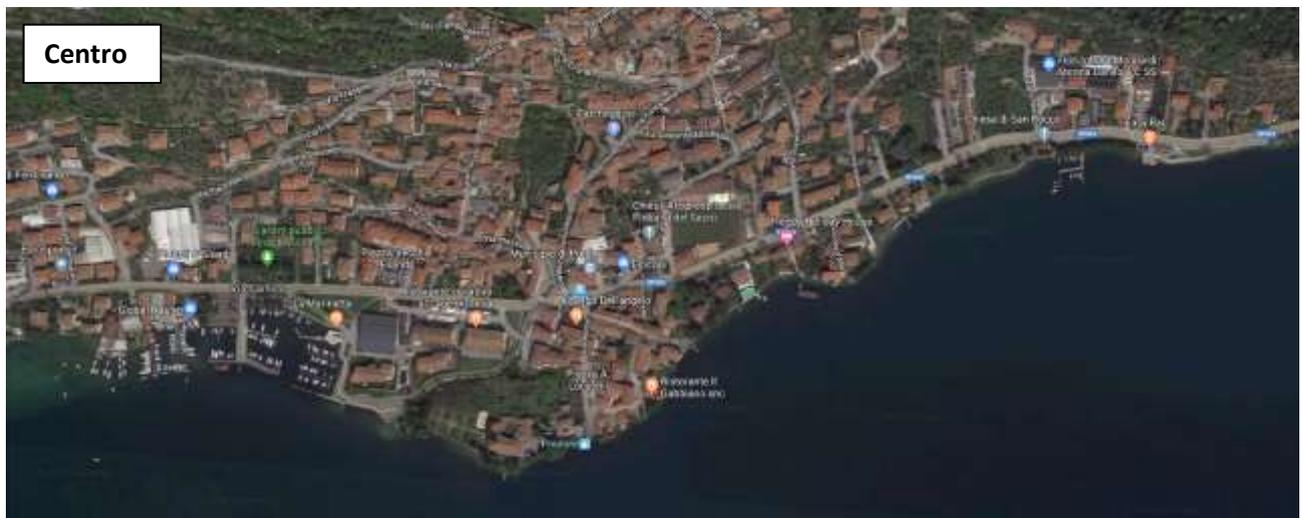


Figura 15 - Situazione dell'urbanizzato al 1975 (fonte: geoportale Regione Lombardia).

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
*consulenze e servizi nel vasto campo della geologia e dell'ambiente – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

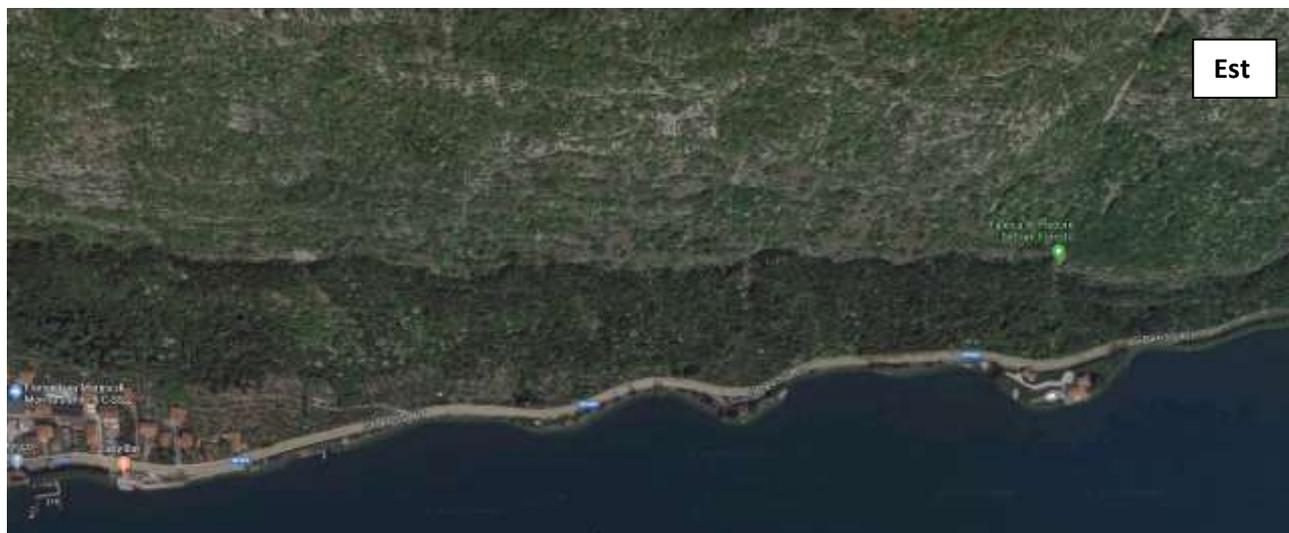


Figura 16 - Situazione dell'urbanizzato al 2019 (fonte: Google Earth).



Figura 17: Cartolina anno 1903

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 18: Predore 1927



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



## IL RETICOLO IDROGRAFICO DI SUPERFICIE

Il Comune di Predore si è dotato di uno studio per la determinazione del “reticolo idrico minore”, per il quale la gestione della polizia idraulica è stata delegata al Comune stesso, fin dagli anni 2003-2004, a seguito dell’emanazione di una deliberazione regionale (d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868, poi più volte reiterata ed aggiornata) che prescriveva ai Comuni di provvedere alla definizione del reticolo idrico di propria competenza.

In generale il reticolo minore di Predore è rappresentato da una valle principale (il Torrente Rino) e da numerosi canali/solchi rettilinei che scendono dai versanti, in genere senza un significativo bacino idrografico se si eccettuano le valli del Duago e di Muradella, risalendo a monte solo per tratti complessivamente limitati.

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
BG147	Torrente Guema o Torrente Quema	ADRARA, SAN MARTINO, ADRARA, SAN ROCCO, SARNICO, VIADANICA, VILLONGO	Oglio	dallo sbocco alla confluenza della Valle del Pravelto	293 e 741
BG148	Torrente Rino	PREDORE	Lago d'Isèo	tutto il corso	297 e 760
BG149	Torrente Valle di Rino o Torrente Valle delle Tombe	TAVERNOLA BERGAMASCA, VIGOLE	Lago d'Isèo	dallo sbocco fino al Ponte delle Tombe	764

Figura 19 - d.g.r. 7581/2017 Individuazione del reticolo idrico principale

Il torrente Rino (appartenente al reticolo idrico principale con il n. BG148, secondo l’Allegato A alla d.g.r. 7581/2017) rappresenta l’asta fluviale principale del territorio comunale: è il torrente con il bacino idrografico più esteso nell'area di studio.

A seguito delle numerose modifiche e precisazioni normative che si sono succedute dal 2007 ad oggi, l'identificazione del reticolo idrico minore si basa ora preliminarmente sul cosiddetto “reticolo idrografico regionale unificato”, predisposto direttamente dalla Regione Lombardia, che costituisce la base di riferimento per gli eventuali aggiornamenti o le nuove redazioni delle cartografie rappresentative del reticolo idrografico minore di competenza comunale.

Le tavole cartografiche dello studio del reticolo idrico minore attualmente vigenti per il Comune di Predore, recepite nello strumento urbanistico, rappresentano con diverse simbologie i corsi d’acqua distinguendo il reticolo principale da quello secondario, indicando in quest’ultimo caso anche gli alvei rappresentati come “demanio idrico” sulle mappe catastali (condizione questa superata nelle più recenti indicazioni da parte dell’Ufficio Territoriale regionale, in quanto tutte le acque sono da considerarsi “demaniali”).

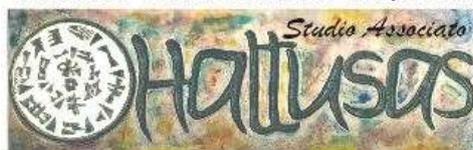




sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



n. progr. Comune	Bacino idrografico	numero d'ordine	Denominazione tratto	Foce o sbocco	Tratto classificato come secondario	note
07	RINO DI PREDORE	2	Loc. Member de la Squadra	RINO	Dallo sbocco a q. 790	Conf. 1.1.4 – 1.1.5
08	RINO DI PREDORE	1	Loc. Member de la Squadra	1.2.2 RIN	Dallo sbocco a q. 740	
09	RINO DI PREDORE	1	Valle Fantecolo	RINO	Dallo sbocco a q. 830	
10	RINO DI PREDORE	1	Valle Brusada	5.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 870	
11	RINO DI PREDORE	1	Valle Brusada	5.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 860	
12	RINO DI PREDORE	1	Valle Brusada	5.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 810	
13	RINO DI PREDORE	2	Valle Brusada	RINO	Dallo sbocco a q. 820	Conf. 5.1.1 – 5.1.2
14	RINO DI PREDORE	1	Loc. Colombera	RINO	Dallo sbocco a q. 750	
15	RINO DI PREDORE	1	Val Dudesi	RINO	Dallo sbocco a q. 860	
16	RINO DI PREDORE	1		RINO	Dallo sbocco a q. 610	
17	RINO DI PREDORE	1	Valle del Locco	7.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 870	
18	RINO DI PREDORE	1	Valle del Locco	7.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 820	
19	RINO DI PREDORE	2	Valle del Locco	RINO	Dallo sbocco a q. 600	Conf. 7.1.1 – 7.1.2
20	RINO DI PREDORE	1	Valle alla Casa del Guida	8.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 690	
21	RINO DI PREDORE	1	Valle alla Casa del Guida	8.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 720	
22	RINO DI PREDORE	1	Valle alla Casa del Guida	8.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 690	
23	RINO DI PREDORE	2	Valle alla Casa del Guida	RINO	Dallo sbocco a q. 610	Conf. 8.1.1 – 8.1.2
24	RINO DI PREDORE	1	Loc. Piazzalunga	RINO	Dallo sbocco a q. 520	
25	RINO DI PREDORE	1		RINO	Dallo sbocco a q. 520	
26	RINO DI PREDORE	1	Valle Morana	11.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 670	
27	RINO DI PREDORE	1	Valle Morana	11.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 690	
28	RINO DI PREDORE	2	Valle Morana	RINO	Dallo sbocco a q. 610	Conf. 11.1.1 – 11.1.2
29	RINO DI PREDORE	1	Loc. Prada	12.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 580	
30	RINO DI PREDORE	1	Loc. Prada	12.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 530	
31	RINO DI PREDORE	2	Loc. Prada	RINO	Dallo sbocco a q. 500	Conf. 12.1.1 – 12.1.2
32	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 660	
33	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 640	
34	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 640	
35	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 610	
36	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 730	
37	RINO DI PREDORE	1	Valle del Pino Bodrio	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 800	
38	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 600	
39	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 610	
40	RINO DI PREDORE	1	Valle di Mojo	13.2.1RIN	Dallo sbocco a q. 530	
41	RINO DI PREDORE	2	Valle di Mojo	RINO	Dallo sbocco a q. 600	Conf. 13.1.1 –



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



Certificato N. IT254942

n. progr. Comune	Bacino idrografico	numero d'ordine	Denominazione tratto	Foce o sbocco	Tratto classificato come secondario	note
						13.1.2
42	RINO DI PREDORE	1	Pian del Cucco	RINO	Dallo sbocco a q. 640	
43	MURADELLA	1	Bosco Coste	15.2.1 MUR	Dallo sbocco a q. 860	
44	MURADELLA	1	Bosco Coste	15.2.1 MUR	Dallo sbocco a q. 860	
45	MURADELLA	1	Bosco Coste	15.2.1 MUR	Dallo sbocco a q. 770	
46	MURADELLA	2	S.Gregorio – Verasca - lago	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 740	Conf. 15.1.1 – 15.1.2
47	VAL DE LA ERT	1	Corno di Predore	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 790	
48	VAL DE LE FONTANE	1	Corno di Predore	17.2.1 FON	Dallo sbocco a q. 730	
49	VAL DE LE FONTANE	1	Corno di Predore	17.2.1 FON	Dallo sbocco a q. 680	
50	VAL DE LE FONTANE	2	Corno di Predore	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 610	Conf. 17.1.1 – 17.1.2
51	VALLE FORNACE	1	Vasti	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 390	
52	VALLE PLANEZZO	1	Vasti	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 480	
53	VALLE PERGOLE	1	Vasti	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 470	
54	VALLE MACLA	1	Vasti	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 520	
55	VALLE TROJANA	1	Vasti	22.2.1TRO	Dallo sbocco a q. 530	
56	VALLE TROJANA	1	Vasti	22.2.1TRO	Dallo sbocco a q. 530	
57	VALLE TROJANA	2	Vasti	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 370	Conf. 22.1.1 – 22.1.2
58	VALLE S. GIORGIO	1	S. Giorgio	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 420	
59	VALLE DEL DUAGO	1	Corno Buco	23.2.1 DUA	Dallo sbocco a q. 790	
60	VALLE DEL DUAGO	1		23.2.1 DUA	Dallo sbocco a q. 480	
61	VALLE DEL DUAGO	1		23.2.1 DUA	Dallo sbocco a q. 390	
62	VALLE DEL DUAGO	2		Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 360	Conf. 23.1.1 – 23.1.2
63	VALLE DEL CORNO	1	Corno di Predore	Lago Iseo	Dallo sbocco a q. 650	

Figura 21 – Elenco degli elementi costituenti il Reticolo Idrico minore del comune di Predore.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

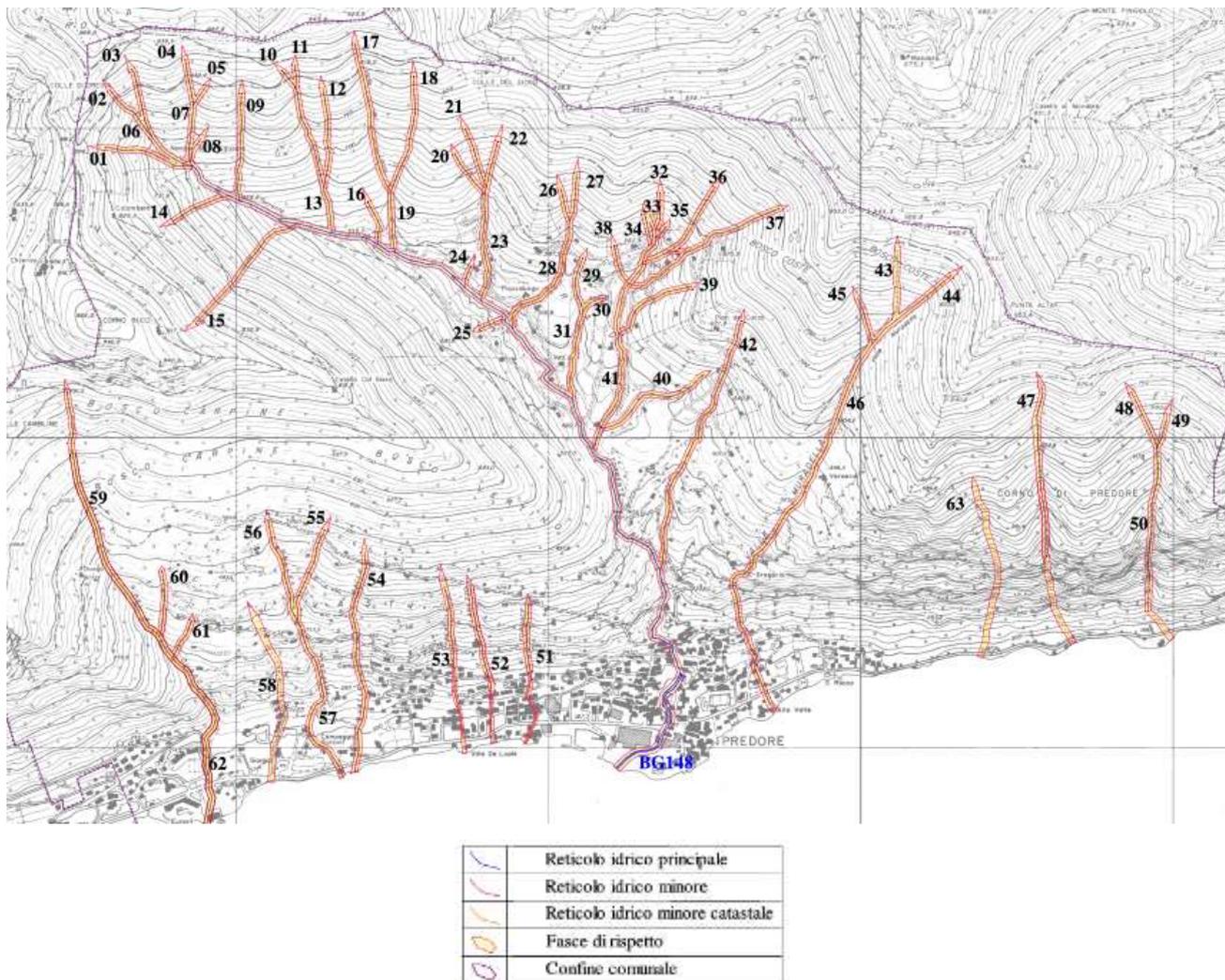


Figura 22 – Determinazione del Reticolo Idrico minore e relativa individuazione delle fasce di rispetto (Plebani, 2003).

Si rimanda in ogni caso, per qualsiasi approfondimento e dettaglio, alle cartografie dello studio del reticolo idrico minore del Comune di Predore, ove sono state cartografate, con riferimento al momento del rilievo, anche le principali interferenze antropiche.

Lo studio per la determinazione del reticolo idrico minore di competenza comunale, come detto risalente agli anni 2003-2004, ha ricevuto **parere favorevole** da parte di Regione Lombardia, Servizio Territoriale di Bergamo (ora U.T.R.).

Per quanto riguarda le conoscenze riguardanti il reticolo idrografico superficiale, la presente relazione fa riferimento alle indicazioni espresse nello studio geologico dell'intero territorio comunale di Predore e allo



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



studio per la definizione del reticolo idrico minore, oltre che a studi ed approfondimenti commissionati dall'Amministrazione Comunale, di cui i più significativi e completi si riprendono in questa sede.

### *RETICOLO PRINCIPALE: Il Torrente Rino*

Il torrente Rino è stato oggetto di descrizioni, studi ed approfondimenti già a partire dalla prima redazione dello studio geologico comunale (GeoTer, 1995), e successivamente, con maggiore dettaglio e con finalità anche progettuali (per opere di sistemazione e mitigazione del rischio idraulico), nel 2001-2003 (studio idraulico dell'intero bacino, Dott. Geol. Fabio Plebani e Dott. Geol. Norberto Invernici) e nel 2014 (progetto geom. Mario Brignoli, approfondimenti tecnici Dott. Geol. Fabio Plebani), avendo come riferimento l'evento alluvionale del 1990, di seguito descritto.

Da tali lavori si riprendono in gran parte le seguenti considerazioni.

Il bacino idrografico del Torrente Rino può essere efficacemente chiuso in corrispondenza della Santella in loc. Dessi, ad una quota minima di circa 433 m: da questo punto non è poi difficile seguire la linea di spartiacque, che sale rapidamente, ad occidente, seguendo la dorsale del Bosco Vertino fino al Casello Col Gera e quindi alla vetta del Corno Buco (966 m), da dove, dirigendosi verso nord, passando per il Col de l'Oregia, arriva alla Rolla, dove è la quota massima del bacino idrografico (969,6 m). Dalla Rolla, in direzione ovest-est, la cresta di spartiacque dapprima scende e poi risale al Dosso di Brugo (943 m), poi al Colle del Giogo (810 m) fino ad una vetta (952 m) dei contrafforti settentrionali della Punta Alta, estremo limite orientale del bacino idrografico del Torrente Rino. Dalla punta di quota 952 m (antenna), lo spartiacque ridiscende precipitosamente fino al Pian del Cucco e lungo il cordone morenico di Cimacarda, per ritornare infine alla loc. Dessi.

Il bacino idrografico così considerato è solo di poco ridotto rispetto a quello complessivo, chiuso, come di regola, all'apice del cono di deiezione: ne rimangono escluse solo le aree in corrispondenza del grande salto tra Predore e Dessi e il piccolo bacino idrografico della valle di Mantolina, che confluisce nel Rino più o meno a metà del salto in roccia.

In loc. Dessi, alla Santella di q. 442, il torrente Rino inizia a scendere precipitosamente verso il lago, superando in breve, con una successione di ripide pareti e di cascatelle, un dislivello di circa un centinaio di metri. Alla base della parete rocciosa si apre un grande cono di deiezione, parzialmente coalescente con quello della vicina valle Muratella, su cui, nei secoli, è cresciuto il paese di Predore.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Percorso il cono di deiezione, attraversando tutto il paese vecchio di Predore, il torrente sfocia nel Lago d'Iseo ad una quota media di circa 187 m s.l.m..

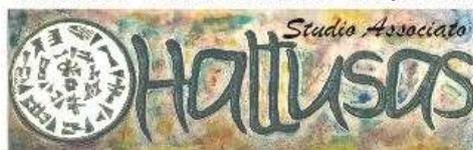
### L'evento alluvionale del 1990

All'inizio del mese di luglio del 1990 il Torrente Rino, in conseguenza di un forte nubifragio aumentò rapidissimamente la sua portata, raccogliendo una grande quantità di acqua e di materiali che, dalla parte alta del bacino idrografico, si riversarono sul paese sottostante, in parte seguendo l'originario alveo del torrente, in parte incanalandosi lungo la strada che sale in valle fino ad allagare e riempire di detriti tutta la zona di via Carrobio.

La furia delle acque e la grande massa di detriti, ben documentata dalle immagini fotografiche riprese nell'occasione provocò gravi danni, ma fortunatamente non fece nessuna vittima tra la popolazione.

L'alveo del torrente ebbe a subire danni già a monte della cappelletta in loc. Dessi, che allora costituì il nodo "critico" dell'intero bacino idrografico: infatti, proprio dove la strada di valle incrocia il torrente, l'alveo non poté contenere l'intera portata d'acqua, aumentata da una grande quantità di materiali, che dunque dovette dividersi, come già accennato, scendendo in parte lungo la strada e tagliando lungo il versante fino alle prime case del paese, e in parte rimanendo nell'alveo naturale, per poi esondare nella parte bassa del conoide, nella piazza principale del paese, dove l'alveo canalizzato non poté contenere la quantità di acqua e detriti.

In corrispondenza del tratto incassato poco a monte dell'attraversamento della strada storica circa a quota 460 m s.l.m., testimoni oculari hanno riferito che le acque di piena (acqua e una grande quantità di detriti), poco dopo l'evento meteorologico critico, raggiungevano un'altezza di circa 2 metri rispetto al piano della strada che percorre il fondo dell'alveo, in questo tratto stretto da due affioramenti rocciosi; calcoli sommari eseguiti in corrispondenza di tale sezione utilizzando le informazioni riferite portano ad ipotizzare, in occasione dell'evento del 1990, portate "solide" (acqua e detriti) superiori ai 60-70 mc/sec, molto maggiori delle portate liquide calcolate con le formule usuali.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



Figura 23 - Confronto tra la sezione d'alveo a monte loc. Dessi, anno 1990 e anno 2001



Figura 24 - Immagini d'epoca dell'alluvione del 1990

### Lo stato di fatto e le sue problematiche

Conseguenza dell'evento del 1990 e degli eventi successivi, che pur senza raggiungere l'intensità del precedente si sono ripetuti negli anni più recenti, al di là delle prime sistemazioni e della pulizia dell'alveo dai detriti, è stata la consapevolezza della necessità di provvedere ad un controllo e ad una verifica delle condizioni generali del bacino e dell'asta torrentizia, al fine di operare per ridurre i rischi di esondazione del torrente, identificando le situazioni più "critiche" sia dal punto di vista idraulico, sia per la presenza di dissesti



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



idrogeologici (frane, smottamenti) che, soprattutto nella parte alta del bacino, possono accentuare la fragilità idrogeologica del territorio, condizionando negativamente il regime delle acque superficiali (fornendo materiali per il trasporto di massa delle acque correnti).

Sono state dunque avanzate, con i citati studi del 2003 e del 2014, alcune proposte per la locale sistemazione ed adeguamento delle sezioni d'alveo e la realizzazione di opere per la mitigazione del rischio idraulico, soprattutto lungo il tratto a monte della soglia morfologica in loc. Dessi, dove è comunque più agevole intervenire rispetto ai ripidi salti e alle ridotte superfici d'intervento della balza rocciosa all'apice del conoide alluvionale.

Nel primo tratto, l'alveo si presenta stretto ed incassato, piuttosto profondo rispetto alla strada che corre sulla sinistra, con il substrato roccioso che affiora sia sul fondo alveo che sui lati, soprattutto a destra. Successivamente, l'alveo si restringe a causa della presenza di uno "sbarramento" roccioso (allargato mediante parziale demolizione dell'affioramento calcareo in seguito all'evento del 1990) che, in corrispondenza di una doppia curva, costituisce uno dei principali "nodi" critici in quanto, in occasione di forti precipitazioni e di portate considerevoli, l'alveo non riesce a contenere la portata che dunque si riversa sulla strada soprastante. La strada si abbassa poi per attraversare l'alveo del torrente e poi risalire sulla sponda destra, lasciando il fondo alveo più basso di circa 1,70-2 metri; il fondo della strada è stato completamente rifatto dopo l'evento del 1990. Risalendo verso monte, con un salto di circa un paio di metri, in corrispondenza di una curva, l'alveo naturale si trasforma nella strada di penetrazione della valle, che corre pressoché in trincea, dapprima stretta tra il versante e il cordone morenico di Cimacarda, e poi tra muri a secco, e poi più su fino a quota 463. In sinistra idrografica, l'alveo artificializzato del torrente Rino riceve la confluenza della Valle di Mojo, che nell'ultimo tratto è anch'essa pavimentata ed artificializzata, così come la strada di Prada che, pur non seguendo una vera e propria valle, tuttavia costituisce, all'interno del terrazzo di Prada, una vera e propria linea di deflusso superficiale, raccogliendo le acque dei terreni circostanti e convogliandole, con un percorso ripido e rettilineo, all'interno dell'alveo artificializzato del Rino.

In questo primo tratto, dunque, se pure non vi sono importanti fenomeni di degrado idrogeologico (smottamenti, frane), assumono notevole rilevanza le particolari condizioni dell'alveo del torrente Rino, per lunghi tratti artificializzato, e la presenza di alcuni "nodi" critici dal punto di vista idraulico.

Il tratto superiore presenta invece, sia pure localizzate, alcune situazioni di dissesto idrogeologico con evidenze di piccole frane ed erosioni superficiali, ad opera delle acque di dilavamento e/o dell'azione delle acque incanalate. Al momento dei sopralluoghi e del rilievo, questo tratto si presentava completamente privo di acque superficiali.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



Ovunque assume importanza il problema della grande quantità di materiali presenti in alveo, soprattutto rami e tronchi di alberi caduti dai versanti circostanti e terriccio e pietre che riducono la sezione utile di deflusso dell'alveo e, portati a valle dalla corrente, potrebbero risultare estremamente pericolosi in occasione di forti aumenti della portata.

#### Misura della portata di massima piena

Lo studio si è basato sull'analisi dei dati pluviografici, idrologici e cartografici disponibili dalla letteratura scientifica e, se possibile, dai dati idrologici raccolti nel passato, per un tempo d'osservazione sufficientemente lungo, al fine di valutare la portata pari a quella con tempo di ritorno ( $T_r$ ) di 200 anni.

Dato che non sempre si possono raccogliere i dati pluviometrici di un'area in modo diretto e considerando il numero limitato di stazioni pluviometriche di misura esistenti sul territorio circostante ed il ridotto periodo di osservazione disponibile per alcune di esse, nella maggior parte dei casi si devono stimare i valori delle portate di piena con metodi indiretti: questo vale soprattutto con bacini di piccole o medie dimensioni, come quello in esame.

La valutazione statistica della portata con  $T_r=200$  anni è stata così condotta tenendo conto, dopo un'analisi morfologica del bacino del bacino, dei dati pluviometrici relativi alle precipitazioni di massima intensità, disponibili alla data dell'approfondimento (2014) in letteratura scientifica e dallo studio effettuato dall'Autorità di Bacino a scala regionale.

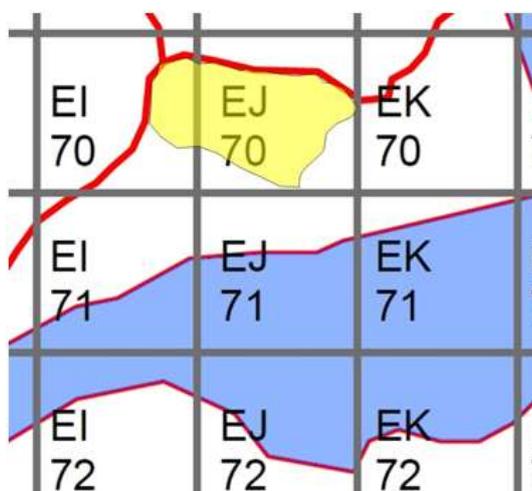


Figura 25 - Autorità di Bacino del Fiume Po: Distribuzione spaziale delle piogge intense, regionalizzazione



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassano (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



L'analisi della pluviometria ha il compito di individuare e caratterizzare in modo statistico gli eventi di pioggia di massima intensità, i quali sono all'origine delle massime portate di piena. A tal fine sono stati utilizzati i dati forniti dall'Autorità di Bacino nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti", del 26 aprile 2001 – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

I risultati pubblicati dall'Autorità di Bacino forniscono i parametri *a* e *n* medi relativi ad una parte del territorio in esame, precedentemente suddiviso in singole celle. Da questi valori riportati per ogni cella, è possibile calcolare le altezze di pioggia relative in base ai diversi valori di durata del fenomeno piovoso da considerare in ogni specifico lavoro ed espresso in ore: da questo passaggio è poi possibile ottenere il valore medio della precipitazione sull'area del bacino del torrente in esame.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
E169	577000,00000	5063000,00000	49,59	0,290	63,00	0,286	68,76	0,285	76,30	0,283
E170	577000,00000	5061000,00000	49,26	0,282	62,61	0,277	68,33	0,276	75,83	0,274
E171	577000,00000	5059000,00000	48,50	0,273	61,64	0,267	67,25	0,266	74,63	0,264
EJ69	579000,00000	5063000,00000	48,76	0,295	61,94	0,291	67,59	0,289	74,99	0,288
EJ70	579000,00000	5061000,00000	48,44	0,286	61,56	0,281	67,19	0,280	74,55	0,278
EJ71	579000,00000	5059000,00000	47,98	0,278	60,95	0,273	66,51	0,272	73,80	0,270

Dalla letteratura geologica consultata si evince che la curva di possibilità pluviometrica è rappresentata dalla seguente espressione:

$$h=at^n$$

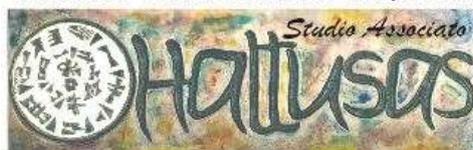
ove:

- h:** altezza della pioggia in mm,
- t:** durata della precipitazione,
- a ed n :** parametri caratteristici della curva.

Facendo riferimento ai dati citati e ad un tempo di ritorno (**Tr**) di **200 anni** richiesto al fine di ottenere l'autorizzazione, i valori medi dei due parametri, considerando cautelativamente la cella EJ70, corrispondente alle aree maggiormente rappresentative del bacino idrografico, risultano:

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)								
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
<b>EJ70</b>	<b>577000</b>	<b>5061000</b>	<b>48,44</b>	<b>0,286</b>	<b>61,56</b>	<b>0,281</b>	<b>67,19</b>	<b>0,280</b>

L'analisi morfologica del bacino è stata effettuata utilizzando le curve di livello ed il reticolo idrografico tratti dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Dall'analisi morfologica sono stati ricavati i dati geometrici riassunti nella tabella seguente, nella quale è stato analizzato il bacino del torrente, fino alla confluenza con la sezione a monte dell'attraversamento.

Quota minima	433	m s.l.m.
Quota massima	969	m s.l.m.
Lunghezza dell'asta principale	2,3	km
Altezza media del bacino	935	m s.l.m.
Area del bacino	2,55	Km <sup>2</sup>
Tempo di corrivazione ( tc)	0,76	ore

Il tempo di corrivazione, indicato nell'ultima riga della precedente tabella, viene calcolato tramite alcune formule, tra cui quella di **Giandotti**:

$$tc = \frac{4\sqrt{A+1.54L}}{0.8\sqrt{H}}$$

dove:

- tc:** tempo di corrivazione in ore
- L:** lunghezza dell'asta principale in km
- A:** area del bacino in kmq
- H:** altitudine media rispetto alla sezione di chiusura in m

Il **tempo di corrivazione** è definito in letteratura come il *“tempo necessario al trasferimento della pioggia verso la sezione di chiusura partendo dal punto più distante alla stessa”*.

L'analisi morfologica del territorio del bacino idrografico contribuisce a definire il tempo di corrivazione, dato che ai fini del calcolo sono molto importanti taluni parametri geomorfologici, le pendenze del territorio e quelle dei percorsi effettuati dai corsi d'acqua stessi. Tramite quindi una serie di formule empiriche si può arrivare a definire, per ogni punto del bacino di cui sia nota la lunghezza di corrivazione e la quota relativa, un valore proporzionale al suo tempo di corrivazione.

Una volta calcolato il tempo di corrivazione è possibile calcolare la **portata di massima piena** per un **tempo di ritorno di 200 anni**.

Al fine del calcolo della **portata** bisogna tener conto non solo degli aspetti geomorfologici del bacino e delle aste torrentizie che lo compongono, ma anche della capacità di risposta del terreno, cioè la sua capacità



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



di assorbire le acque meteoriche, con lo scopo di calcolare la massima ritenzione idrica del terreno ed il progressivo fenomeno di saturazione con conseguente diminuzione della capacità di infiltrazione.

Dall'esperienza e dall'analisi dei fenomeni meteorologici osservati dalla letteratura scientifica consultata, si può affermare con certezza che sono i primi minuti di un evento meteorologico a carattere temporalesco improvviso e catastrofico a caratterizzare negativamente il deflusso delle acque superficiali, causando le maggiori problematiche connesse allo smaltimento delle acque.

Oltre al carattere del fenomeno temporalesco la ritenzione idrica potenziale di un suolo o di un terreno dipende fondamentalmente dalla combinazione di due fattori: la **tipologia del suolo** e l'**uso del suolo**.

Una volta calcolato il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti (1934) è possibile calcolare la **portata di massima piena** utilizzando vari metodi proposti dalla letteratura scientifica. In questo caso è stato utilizzato il Metodo Razionale per cui

$$Q_{\max} = (C \cdot h_c \cdot A) / (3,6 \cdot t_c)$$

dove:

**C**: è il coefficiente adimensionale che tiene conto della capacità filtrante del terreno e che in questo caso è stato posto pari a 0,40.

**h<sub>c</sub>**: è l'altezza di precipitazione critica relativa al tempo di corrivazione **t<sub>c</sub>** espressa in mm.

Secondo i calcoli effettuati, sulla base dei dati e delle informazioni disponibili alla data dello studio (2014) si può affermare che **in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino posta in corrispondenza della loc. Dessi, il torrente Rino abbia una portata di massima piena di :**

$$\text{Tr 20 } Q_{\max} = 16,74 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

$$\text{Tr 100 } Q_{\max} = 21,30 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

$$\text{Tr 200 } Q_{\max} = 23,25 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

Tali valori potrebbero essere utilizzati, fatti salvi i necessari approfondimenti caso per caso, quali valori delle portate di riferimento per l'intero tratto del Rino che percorre il territorio comunale.

#### **RETICOLO IDRICO MINORE: Generalità**

Ad eccezione dei corsi d'acqua considerati principali (vedi precedente paragrafo) tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale appartengono al Reticolo Idrico Minore del Comune di Predore.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Sui pendii a monte dell'abitato, distribuito lungo la fascia costiera del lago, e all'interno della valle del torrente Rino, si riconoscono numerosi piccoli impluvi con aste che raggiungono al massimo il secondo ordine di gerarchizzazione (v. figura 21), contribuendo a formare un notevole e ramificato sistema idrografico.

Le più significative, lungo il lago, da ovest a est, sono: la Valle del Duago, la Valle Macla, la Valle Trojana, la Valle Pergole, la Valle Planezzo, la Valle Fornace (ad ovest del torrente Rino); la Valle Muradella, la Valle del Corno, la Val de la Ert, la Val de le Fontane (ad est del torrente Rino).

Confluenti nell'asta principale del torrente Rino, nel bacino di testata, si segnalano la Valle Brusada, la Valle Fantecolo, la Valle del Locco, la Valle alla Casa del Guida, la Valle Morana, la Valle di Mojo, la Valle del Pino Bodrio, la Valle di Pian del Cucco.

I corsi d'acqua hanno carattere torrentizio. Gli alvei sono in gran parte rocciosi nei tratti collinari e montani denotando una prevalente azione erosiva; scorrono invece entro sedimenti granulari sciolti dove prevalgono i depositi morenici e detritici, alla base delle pareti rocciose e all'interno della valle del torrente Rino a monte della loc. Dessi.

In corrispondenza dell'attraversamento delle zone urbanizzate i corsi d'acqua risultano soggetti a una serie di interventi antropici che hanno portato in alcuni casi ad una loro consistente o totale canalizzazione e copertura. Lungo tutti gli alvei sono stati osservati limitati fenomeni di erosione, mentre sono molto diffuse le occlusioni, siano dovute a cause naturali o siano da imputare all'azione antropica (tubazioni, ponti a luce ristretta, riporti).



Figura 26 - Stralcio mappa catastale zona Ovest

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



Figura 27 - Stralcio mappa catastale zona Est

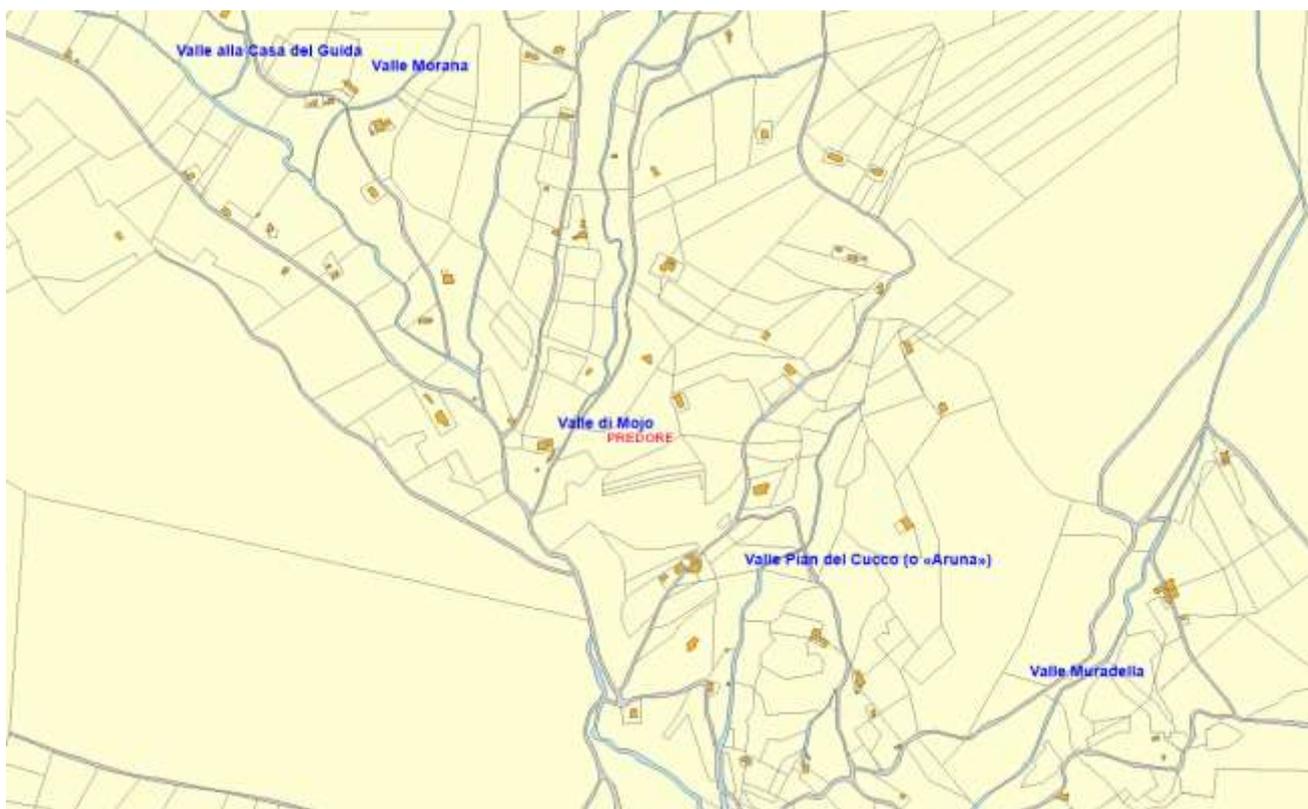


Figura 28 - Stralcio mappa catastale Valle del torrente Rino (loc. Piazzalunga - Prada)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



La gran parte dei corsi d'acqua citati sono rappresentati come “demanio idrico” sulle mappe catastali per un buon tratto del loro percorso, eccettuata la cosiddetta “Valle de le Fontane”, descritta come “demaniale” solo per un breve tratto.

### *RETICOLO IDRICO MINORE: La Valle del Duago*

A supporto del progetto di attraversamento della valle del Duago mediante una passerella pedonale in adiacenza al ponte della strada provinciale ex strada statale 469, sono state calcolate le massime piene liquide del torrente omonimo alla chiusura del bacino in corrispondenza del ponte sulla strada provinciale (dott. geol. Fabio Plebani – Dott. geol. Andrea Gritti, 2018), circa a quota 193 m s.l.m., valutate con le più comuni formule con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 20 - 100 - 200 anni.

L'indagine si basa sull'analisi dei dati pluviografici, idrologici e cartografici disponibili dalla letteratura scientifica e, se possibile, dai dati idrologici raccolti nel passato, per un tempo d'osservazione sufficientemente lungo, al fine di valutare la portata pari a quella con tempo di ritorno ( $T_r$ ) di almeno 100 anni.



Figura 29 - Chiusura del bacino q. 193

Dato che non sempre si possono raccogliere i dati pluviometrici di un'area in modo diretto e considerando il numero limitato di stazioni pluviometriche di misura esistenti sul territorio circostante ed il ridotto periodo di osservazione disponibile per alcune di esse, nella maggior parte dei casi si devono stimare i valori delle portate di piena con metodi indiretti: questo vale soprattutto con bacini di piccole o medie dimensioni, come quello in esame.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



La valutazione statistica della portata con  $Tr=100$  anni è stata così condotta tenendo conto, dopo un'analisi morfologica del bacino del bacino, dei dati pluviometrici relativi alle precipitazioni di massima intensità, disponibili in letteratura scientifica e dallo studio effettuato dall'Autorità di Bacino a scala regionale, seguendo una metodologia già ampiamente descritta nel paragrafo precedente.

L'analisi della pluviometria ha il compito di individuare e caratterizzare in modo statistico gli eventi di pioggia di massima intensità, i quali sono all'origine delle massime portate di piena. A tal fine sono stati utilizzati i dati forniti dall'Autorità di Bacino nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti", del 26 aprile 2001 – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

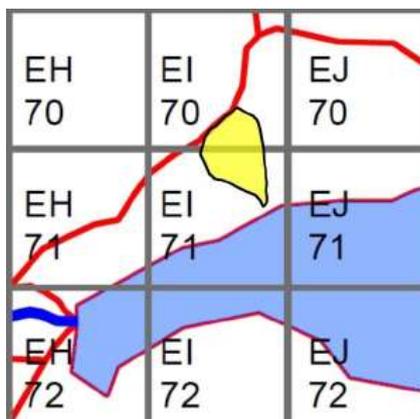


Figura 30 - AdBPo - regionalizzazione

I risultati pubblicati dall'Autorità di Bacino forniscono i parametri  $a$  e  $n$  medi relativi ad una parte del territorio in esame, precedentemente suddiviso in singole celle. Da questi valori riportati per ogni cella, è possibile calcolare le altezze di pioggia relative in base ai diversi valori di durata del fenomeno piovoso da considerare in ogni specifico lavoro ed espresso in ore: da questo passaggio è poi possibile ottenere il valore medio della precipitazione sull'area del bacino del torrente in esame.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
E169	577000,00000	5063000,00000	49,59	0,290	63,00	0,286	68,76	0,285	76,30	0,283
E170	577000,00000	5061000,00000	49,26	0,282	62,61	0,277	68,33	0,276	75,83	0,274
E171	577000,00000	5059000,00000	48,50	0,273	61,64	0,267	67,25	0,266	74,63	0,264
E172	577000,00000	5057000,00000	48,10	0,266	61,12	0,260	66,68	0,258	74,00	0,256

Facendo riferimento ai dati citati, alla cella E170 e a un tempo di ritorno ( $Tr$ ) di 100 anni, i valori medi dei due parametri risultano:



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



$$a = 62,61 \text{ e } n = 0,277$$

L'analisi morfologica del bacino è stata effettuata utilizzando le curve di livello ed il reticolo idrografico tratti dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000, utilizzando il software QuantumGis.

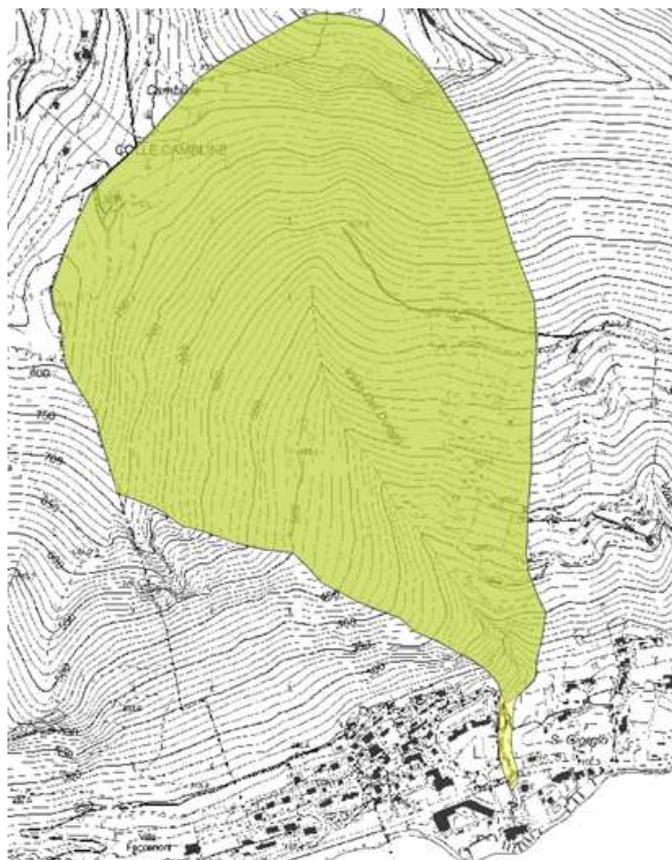


Figura 31 - Bacino idrografico del torrente Duago

Dall'analisi morfologica sono stati ricavati i dati geometrici riassunti nella tabella seguente, nella quale è stato analizzato il bacino del torrente, fino alla confluenza con la sezione a monte dell'attraversamento.

Quota minima	193	m s.l.m.
Quota massima	960	m s.l.m.
Lunghezza dell'asta principale	1,43	km
Altezza media del bacino	605	m s.l.m.
Area del bacino	0,78	Km <sup>2</sup>
Tempo di corrvazione ( tc)	0,35	ore



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Una volta calcolato il tempo di corrivazione è possibile calcolare la portata di massima piena per un tempo di ritorno di 20 – 100 - 200 anni.

Una volta calcolato il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti (1934) è possibile calcolare la portata di massima piena utilizzando vari metodi proposti dalla letteratura scientifica.

In questo caso è stato utilizzato il Metodo Razionale per cui:  $Q_{max} = (C \cdot h_c \cdot A) / (3,6 \cdot t_c)$

dove: **C**: è il coefficiente adimensionale che tiene conto della capacità filtrante del terreno e che in questo caso è stato posto pari a 0,3; **h<sub>c</sub>**: è l'altezza di precipitazione critica relativa al tempo di corrivazione **t<sub>c</sub>** espressa in mm.

Secondo i calcoli effettuati si può affermare che in corrispondenza della sezione del torrente Duago corrispondente all'attraversamento di progetto abbia una portata liquida di massima piena, calcolata per un tempo di ritorno di 20 – 100 - 200 anni, di :

$$\text{Tr } 20 \quad Q_{max} = 7,0 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

$$\text{Tr } 100 \quad Q_{max} = 9,0 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

$$\text{Tr } 200 \quad Q_{max} = 9,8 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$$

Nel tratto considerato l'alveo del torrente Duago è racchiuso tra alti argini in muratura di vecchia costruzione: anch'essi, come i nuovi argini in cls, dovranno essere sempre mantenuti in ordine e in condizioni di assoluta stabilità, considerata la loro fondamentale funzione di protezione. Il fondovalle è ingombro di materiali alluvionali, soprattutto ghiaie e ciottoli in abbondante matrice sabbiosa, e piuttosto regolare, ampio e pianeggiante; la quantità di materiali alluvionali sembra aumentare progressivamente a ridosso dell'attraversamento della strada provinciale, del quale è ridotta notevolmente la luce. A parte le sterpaglie a monte del ponte della strada provinciale ex SS469, complessivamente l'alveo nel tratto esaminato è apparso, al momento dei sopralluoghi (2018), abbastanza sgombro e ben tenuto, fatta salva appunto la sezione a ridosso del ponte della strada provinciale.

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor**



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



*Figura 32 - Alveo valle del Duago*



*Figura 33 - Attraversamento della strada provinciale es SS469*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



### *RETICOLO IDRICO MINORE: Valle Muradella, Valle Fornace, Valle Pergole e Valle Planezzo*

Allegati allo studio per la definizione del reticolo idrico comunale, sempre nell'anno 2004 sono stati condotti approfondimenti per la stima delle portate liquide di piena anche in corrispondenza di alcune delle vallette minori, attraversanti il centro urbano consolidato: la valle Muradella, la Valle Pergole, la Valle Fornace e la Valle Planezzo (Plebani, 2004).

Successivamente alla predisposizione definitiva dello studio del reticolo idrico minore (2004) ulteriori studi (2010-2014, anch'essi di seguito riassunti) sono stati condotti su tre delle vallette sopra elencate, avendo a disposizione informazioni e dati più aggiornati rispetto allo studio primitivo e soprattutto utilizzando per la stima delle portate il più diffuso Metodo Razionale in luogo del Metodo di Merlo: ciò ha portato, come si vedrà, ad una diversa e più cautelativa stima dei valori delle portate liquide.

Studio idraulico dei bacini della Valle Muradella, della Valle Fornace, della Valle Pergole e della Valle Planezzo (Dott. Geol. Fabio Plebani, 2004)

I quattro corsi d'acqua sono normalmente asciutti e completamente arginati nella parte terminale del loro alveo: solo la Valle Muradella possiede una certa evidenza, essendosi conservato un solco che in alcuni tratti a monte delle prime abitazioni possiede un'ampiezza di circa 1,5 metri, per una profondità di circa 1 metro, e presenta tracce di fenomeni di erosione in roccia con alcuni salti in roccia, mentre gli alvei delle altre valli hanno solchi quasi invisibili e poco incisi nella superficie e non presentano particolari fenomeni di erosione.

Dove possibile è stato rilevato il manufatto che permette alla valle di sottopassare la strada statale: per la Valle Planezzo e per la Valle Pergole il tombotto che attraversa la strada non è più rilevabile verso valle; per entrambe le due valli ai tombotti fanno da riparo due muretti in pietra, di forma rettangolare, con dimensioni variabili.

Queste sponde evitano che eventuale materiale di trasporto possa raggiungere la sede stradale.

In fondo al pozzetto, sul lato di valle, si apre un condotto circolare che attraversa la strada, con diametro di circa 0,80 m, la cui luce tuttavia è ridotta dalla presenza di fogliame, detriti e rami e rifiuti.

Le altre due valli attraversano la strada statale attraverso un piccolo tunnel, con dimensioni medie di 0,80 x 1,00 m, con luce parzialmente ridotta da materiale depositato e dalla presenza di alcune tubature che corrono parallelamente alla strada stessa.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Per una maggiore completezza delle informazioni, si è comunque proceduto ad un'analisi dei bacini idrografici dei quattro corsi d'acqua, al fine di ricavare il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno pari a 100 anni.

Il primo dato che occorre ricavare è l'**altezza dell'afflusso meteorico (h)**, per un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata uguale al tempo di corrivazione.

Il valore di h può essere ricavato dalla relazione  $h = at^n$ , dove: "a" è una variabile funzione del tempo di ritorno, "n" è una costante per un dato valore di "t".

Nel caso in oggetto, sulla base di indicazioni bibliografiche consultate ("Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", Autorità di Bacino del Fiume Po), si sono assunti i seguenti valori "a = 61" e "n = 0,28".

Il valore di h ricavato va introdotto in una delle formule cinematiche disponibili in letteratura. In particolare, il valore della portata di massima piena con un tempo di ritorno pari a 100 anni per la valle in oggetto è stato calcolato con il **metodo di Merlo**.

Tempo corrivazione	Valle Muradella	Valle Planezzo	Valle Fornace	Valle Pergole
Tc (h) - Giandotti	0,31	0,13	0,12	0,15
Tc (h) - FAO	0,13	0,04	0,03	0,04
Tc (h) - Pezzoli	0,13	0,04	0,04	0,04
Tc (h) - Kirpich	0,13	0,04	0,03	0,04

Tabella 1 – Definizione del Tempo di Corrivazione Tc con diversi metodi

La portata liquida di piena al colmo è stata calcolata con il metodo Merlo, adatto ai bacini di piccola estensione, considerando i diversi valori del tempo di corrivazione ricavati:

Portata	Valle Muradella	Valle Planezzo	Valle Pergole	Valle Fornace
Q - tc Giandotti	4,09	0,19	0,15	0,12
Q - tc FAO	3,22	0,14	0,10	0,08
Q - tc Pezzoli	3,21	0,14	0,11	0,09
Q - tc Kirpich	3,22	0,13	0,10	0,08
<b>media</b>	<b>3,43</b>	<b>0,15</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>

### Metodo di Merlo

$$Q_{max} = 0,278 (0,24 + 0,45 \log Tr) \times h \times A$$

dove:

Tr tempo di ritorno (100 anni)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



I dati principali utilizzati per la valutazione della portata di massima piena dei quattro bacini sono riassunti nel seguente schema.

<b>PARAMETRI MORFOLOGICI</b>	<b>VALLE MURADELLA</b>	<b>VALLE FORNACE</b>	<b>VALLE PLANEZZO</b>	<b>VALLE PERGOLE</b>
Area del bacino (kmq)	0,53	0,02	0,032	0,024
Quota max bacino (metri s.l.m.)	953	605	603	500
Quota sez. di chiusura (metri s.l.m.)	190	190	190	190
Lungh. asta principale (m)	1550	450	500	500
Altezza media bacino (metri s.l.m.)	694	374	378	318
Altezza media rispetto alla sezione di chiusura (metri s.l.m.)	504	164	188	128
Pendenza media asta principale (°)	20	24	27	26
Tempo di corrivaz. Tc Giandotti	0,31	0,12	0,18	0,15
Portata di massima piena (metodo Merlo - Giandotti) (mc/sec)	4,09	0,12	0,19	0,15

L'analisi dell'assetto morfologico del bacino viene riassunta nella curva ipsometrica (o ipsografica percentuale).

L'analisi della curva ottenuta ha permesso di valutare il grado di evoluzione raggiunto dal bacino esaminato.

In merito allo stadio evolutivo di un bacino si deduce, che esso può trovarsi in una delle seguenti fasi.

FASE GIOVANILE:	la curva ipsometrica presenta una prevalente convessità verso l'alto con un valore medio dell'integrale superiore al 60 %.	VALLE MURADELLA
FASE MATURA:	la curva è del tipo a flessio con un integrale prossimo al 50 %.	VALLE FORNACE VALLE PLANEZZO VALLE PERGOLE
FASE SENILE:	la curva ipsometrica presenta una prevalente concavità verso l'alto con un valore medio dell'integrale inferiore al 30 %.	

Verifiche idrauliche degli attraversamenti delle valli Planezzo e Pergole (Dott. Geol. Andrea Gritti, 2010)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



*Figura 34: Letto antropizzato del torrente Pergole*

Entrambi i corsi d' acqua per gran parte dell'anno risultano privi di circolazione idrica; per lunghi tratti, fino alla sottostante strada provinciale, il percorso delle vallette è più volte interrotto da manufatti di origine antropica e scompare tra le proprietà private adiacenti, per cui il libero deflusso delle acque, che saltuariamente utilizzano lo scolo, viene fortemente impedito.

Nello studio è stata in particolare misurata la superficie del bacino idrografico a monte delle aree urbanizzate di Predore, attualmente in gran parte utilizzata a fini agricoli, e valutata la portata liquida che potrebbe defluire lungo le vallette in condizioni di precipitazioni eccezionali.

Considerata la limitata estensione dei bacini e le finalità della verifica, si sono condotte valutazioni speditive, ma sufficientemente precise, ricorrendo alle indicazioni normative e tecniche predisposte dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Da essi si rileva che la portata liquida attesa, con tempi di ritorno da 20 a 100 e 200 anni, varia tra circa 1,33 e 1,86 mc/sec.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 35: Valle Planezzo a monte della strada dei Vasti.

Verifiche idrauliche del bacino della Valle Fornace (Dott. Geol. Andrea Gritti, 2012)

Lo studio ha riguardato la verifica e la stima delle portate liquide considerando il bacino idrografico chiuso in prossimità della confluenza nel lago d'Iseo, per un tempo di ritorno pari a 20 anni.

L'analisi della pluviometria ha il compito di individuare e caratterizzare in modo statistico gli eventi di pioggia di massima intensità, i quali sono all'origine delle massime portate di piena. A tal fine sono stati utilizzati i dati forniti dall'Autorità di Bacino nel **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico** - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti", del 26 aprile 2001– Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Facendo riferimento ai dati citati ed al un tempo di ritorno (**Tr**) di **20 anni** richiesto al fine di ottenere l'autorizzazione, i valori dei due parametri risultano: **a = 47,98**, **n = 0.278**

Mediante l'interpretazione delle curve di possibilità pluviometrica sono stati determinati i seguenti valori delle altezze di pioggia, h, in corrispondenza delle diverse durate, espresse in minuti primi:

tempi	altezze di pioggia (mm)
5'	24
10'	29,15
15'	32,63
20'	35,35
30'	39,57
60'	47,98



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



L'analisi morfologica del bacino è stata effettuata utilizzando le curve di livello ed il reticolo idrografico tratti dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000.

Quota minima (a monte della confluenza nel lago)	189.5	m s.l.m
Quota massima	720	m s.l.m
Quota media	455	m s.l.m
Lunghezza dell'asta principale	0.632	Km
Lunghezza vertice bacino/ sezione chiusura	0.999	Km
Quota media rispetto alla sezione di chiusura	265.5	m s.l.m.
Area del bacino	0.202	Km <sup>2</sup>
Tempo di corrivazione ( tc)	0.25	ore

Il tempo di corrivazione, indicato nell'ultima riga della precedente tabella, è stato calcolato mediante alcune formule, tra cui quella di **Giandotti**.

Una volta calcolato il tempo di corrivazione è stato possibile calcolare la **portata di massima piena per un tempo di ritorno di 20 anni**.

Al fine del calcolo della **portata** bisogna tener conto non solo degli aspetti geomorfologici del bacino e delle aste torrentizie che lo compongono, ma anche della capacità di risposta del terreno, cioè la sua capacità di assorbire le acque meteoriche, con lo scopo di calcolare la massima ritenzione idrica del terreno ed il progressivo fenomeno di saturazione con conseguente diminuzione della capacità di infiltrazione.

A tale scopo sono stati analizzati i dati forniti dalla letteratura scientifica e analizzate le carte tematiche relative all'uso del suolo, alla geologia e tipologia del suolo del bacino del torrente Fornace. In generale si può affermare che le litologie presenti nell'area del bacino del torrente Fornace, rientrano nelle situazioni che determinano una buona propensione del bacino stesso ad una significativa capacità di assorbimento delle piogge intense con benefici dal punto di vista della protezione dalle piene.

Lunghezza dell'asta principale	0.99	km	<b>L</b>
Quota media rispetto alla sezione di chiusura	265.5	m	<b>h<sub>m</sub></b>
Area del bacino	0.202	Km <sup>2</sup>	<b>A</b>
Tempo di corrivazione	0.25	ore	<b>t<sub>c</sub></b>
Coefficiente capacità filtrante	0,45		<b>C</b>

Una volta calcolato il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti (1934) è possibile calcolare la **portata di massima** piena utilizzando vari metodi proposti dalla letteratura scientifica. In questo caso è stato utilizzato il Metodo Razionale.



Secondo i calcoli effettuati si può affermare che **in corrispondenza della sezione di chiusura alla confluenza con il Lago d'Iseo, il torrente Fornace abbia una portata massima piena, calcolata per un tempo di ritorno di 20 anni di:  $Q_{max} = 0,9 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$ .**

Verifiche idrauliche del bacino della Valle Fornace (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2014)

Per rispondere agli obiettivi dello studio, si è proceduto innanzitutto ad un'analisi preliminare del bacino idrografico della Valle Fornace, al fine di ricavare il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno **pari a 100 anni**, in corrispondenza della sezione di chiusura posta a quota 240 m. s.l.m.

Per la sezione di chiusura considerata, il tempo di corrivazione è pari a:  $T_c = 0,12$  ore.

Nel caso in oggetto, sulla base di indicazioni bibliografiche allegate alla documentazione prodotta dall'Autorità di Bacino nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Po, si sono assunti i seguenti valori:  $a = 60,95$ ;  $n = 0,273$ .

Il valore di  $h$  ricavato va introdotto in una delle formule cinematiche disponibili in letteratura. In particolare, il valore della portata di massima piena, con un tempo di ritorno pari a 100 anni, per la Valle Fornace è stato calcolato con la Formula Razionale.

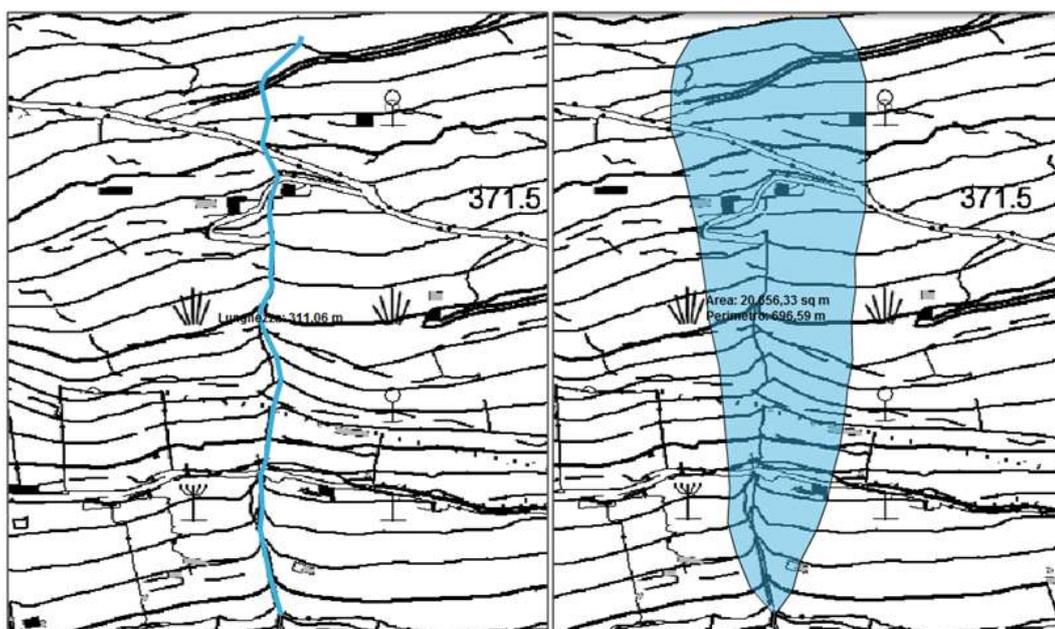


Figura 36 – Carta Tecnica Regionale con il tracciato della Valle fornace a sinistra e il bacino idrografico della stessa a destra



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



Il valore del coefficiente di deflusso è stato scelto in considerazione delle caratteristiche del bacino idrografico.

Per la sezione di chiusura considerata, la portata di piena è pari a:  $Q = 0,669 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**RETICOLO IDRICO MINORE:** *Verifiche idrauliche del torrente Macla (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2019)*

La relazione stima i valori di portata del torrente, determinati mediante la valutazione dei principali parametri morfometrici del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura di circa quota 200 m s.l.m., valutati con le più comuni formule con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 20 - 100 - 200 anni.

L'analisi della pluviometria ha il compito di individuare e caratterizzare in modo statistico gli eventi di pioggia di massima intensità, i quali sono all'origine delle massime portate di piena. A tal fine sono stati utilizzati i dati forniti dall'Autorità di Bacino nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti", del 26 aprile 2001 – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

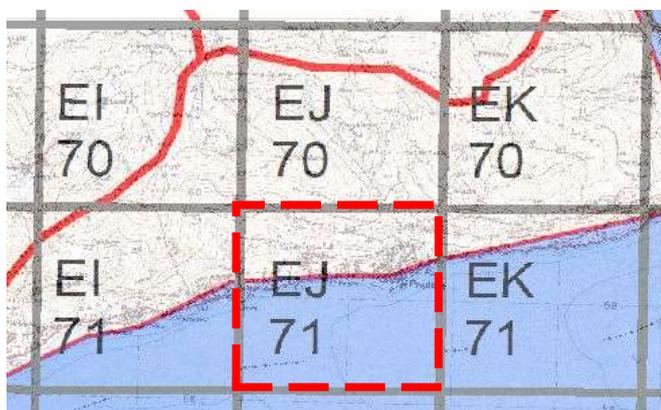


Figura 37 - AdBPo – regionalizzazione.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
EJ70	579000,00000	5061000,00000	48,44	0,286	61,56	0,281	67,19	0,280	74,55	0,278
EJ71	579000,00000	5059000,00000	47,98	0,278	60,95	0,273	66,51	0,272	73,80	0,270
EJ72	579000,00000	5057000,00000	47,30	0,268	60,11	0,263	65,59	0,261	72,79	0,259

Figura 38 - AdBPo Regionalizzazione - parametri cella EJ71

Facendo riferimento ai dati citati, alla cella EJ71 e a un tempo di ritorno (Tr) di 100 anni, i valori medi dei due parametri risultano:

**a = 60,95**

**n = 0,273**



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



L'analisi morfologica del bacino è stata effettuata utilizzando le curve di livello ed il reticolo idrografico tratti dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000, utilizzando il software AdBToolbox, disponibile sul Portale Cartografico nazionale ([www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it)).

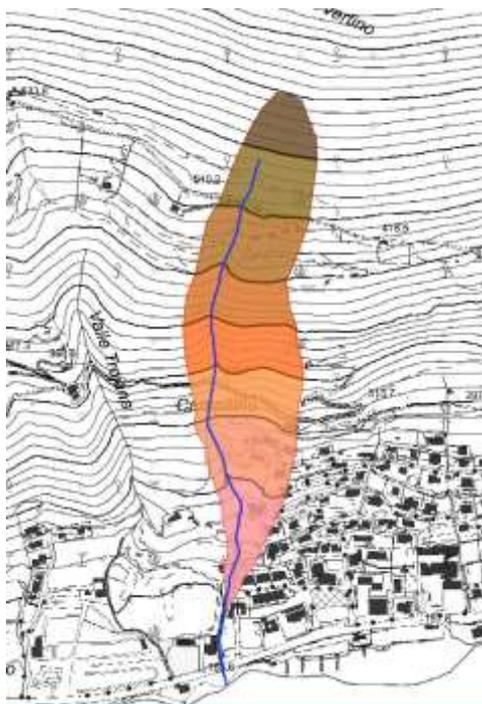


Figura 39 - Bacino idrografico Valle Macla con fasce altimetriche.

Dall'analisi morfologica sono stati ricavati i dati geometrici riassunti nella tabella seguente, nella quale è stato analizzato il bacino del torrente, fino alla confluenza con la sezione a monte dell'attraversamento.

	superficie bacino kmq	altezza media del bacino m	altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura	altezza sezione di chiusura m	lunghezza asta principale km	tempo di corrivazione
<b>Valle Macla</b>	<b>0,0774</b>	<b>393,87</b>	<b>193,87</b>	<b>200</b>	<b>0,761</b>	<b>0,20</b>

Il tempo di corrivazione, indicato nell'ultima colonna della precedente tabella, viene calcolato tramite alcune formule, tra cui quella di Giandotti.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Una volta calcolato il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti (1934) è possibile calcolare la portata di massima piena per un tempo di ritorno di 20 – 100 - 200 anni utilizzando vari metodi proposti dalla letteratura scientifica. In questo caso è stato utilizzato il Metodo Razionale.

Il coefficiente di deflusso C, posto pari a 0,36, è stato determinato misurando sommariamente le superfici con diverse destinazioni d'uso all'interno del bacino idrografico di riferimento, assegnando a ciascuna di esse, sulla base di dati disponibili in letteratura, un valore di C caratteristico. La media dei valori, pesata sulle aree delle zone omogenee, costituisce il coefficiente di deflusso da assegnare al bacino.

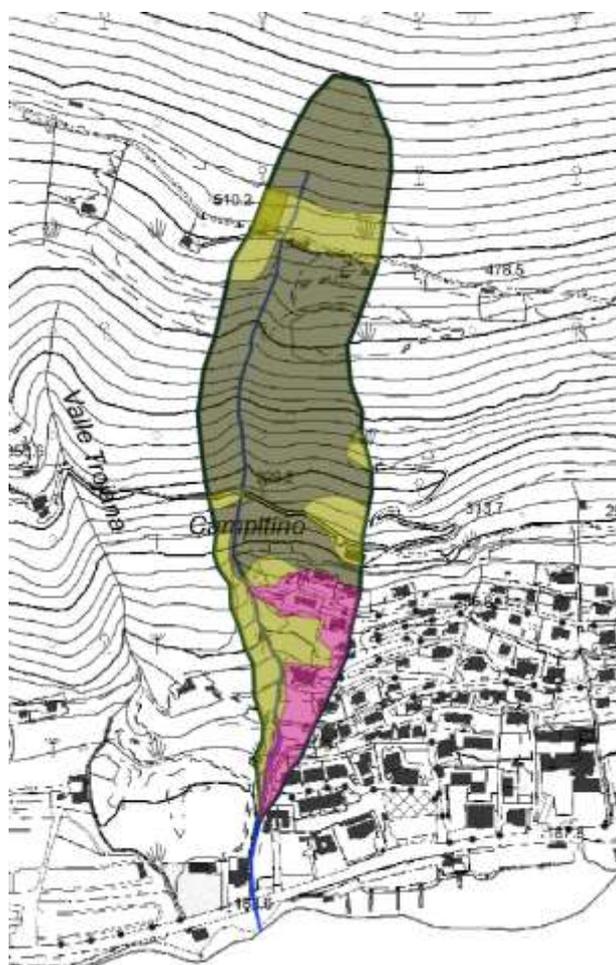
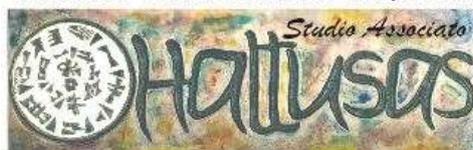


Figura 40 - Aree omogenee per il calcolo del coefficiente di deflusso.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



	C	Area (kmq)	C*A
quartieri con pochi spazi	0,9	0	0
quartieri con fabbricati sparsi	0,6	0,008529	0,005117
coltivi e prati	0,4	0,018935	0,007574
boschi	0,3	0,049946	0,014984
		0,07741	0,0276752
	<b>C</b>	<b>0,357515</b>	

Figura 41 - calcolo del coefficiente di deflusso.

Ricorrendo dunque alla formula del Metodo Razionale ed adottando, considerando l'articolazione degli spazi ancora agricoli e boscati e le aree urbanizzate, posto il coefficiente di deflusso cautelativamente pari a 0,36, si sono ricavati preliminarmente i seguenti valori delle portate liquide di piena, facendo riferimento alle valutazioni e alle misure sopra descritte, con chiusura del bacino idrografico posta a circa quota 200 m s.l.m., poco a monte del fabbricato in oggetto, e valori di "a" e "n" presi dalla documentazione predisposta e messa a disposizione dall'Autorità di Bacino:

Tempo di ritorno (anni)		Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec]
<b>20</b>	⇒	<b>1,178</b>
<b>100</b>	⇒	<b>1,508</b>
<b>200</b>	⇒	<b>1,649</b>
<b>500</b>	⇒	<b>1,835</b>

Figura 42 - Valori di portata calcolati in base a parametri AdBpo.

I valori sopraesposti sono stati inoltre rivisti utilizzando i dati ricavati dall'utilizzo del "Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia", mediante il quale è stata costruita la "Linea segnalatrice 1-24 ore" del bacino idrografico sempre chiuso a quota 200 e, applicando la formula analitica ivi rappresentata, si sono ricalcolati i valori della "massima precipitazione in mm al tempo t" e di conseguenza le portate liquide ai diversi tempi di ritorno, che si nota essere mediamente più elevate rispetto a quelle precedentemente tabellate:

	h(t)	Portate al colmo
Tr = 20 anni	48,9 mm	<b>1,89 mc/sec</b>
Tr = 100 anni	63,1 mm	<b>2,44 mc/sec</b>
Tr = 200 anni	69,2 mm	<b>2,68 mc/sec</b>



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



*Figura 43 - attraversamento della strada provinciale ex SS469.*

**RETICOLO IDRICO MINORE: Valle de le Fontane (Dott. Geol. Andrea Gritti, Dott. Geol. Fabio Plebani, 2014)**

A supporto dell'istanza per la costruzione di un nuovo tratto di pista ciclabile, è stato prodotto anche un approfondimento delle condizioni idrologiche/idrauliche della Valle delle Fontane in corrispondenza del tombotto di attraversamento della strada provinciale ex strada statale 469, con tempo di ritorno centennale.

La quota di chiusura del bacino, grosso modo corrispondente all'apice del conoide, è posta a circa 250 m s.l.m.. Le acque provenienti dal bacino idrografico in parte poi vengono convogliate nell'alveo che si dirige verso la strada provinciale e la sottopassa con un tombotto che, dopo circa 43 m, confluisce a lago.

La Valle delle Fontane è catalogata ai nn. PRE48, PRE49 e PRE50 nell'elenco del reticolo idrico minore di competenza del Comune di Predore.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

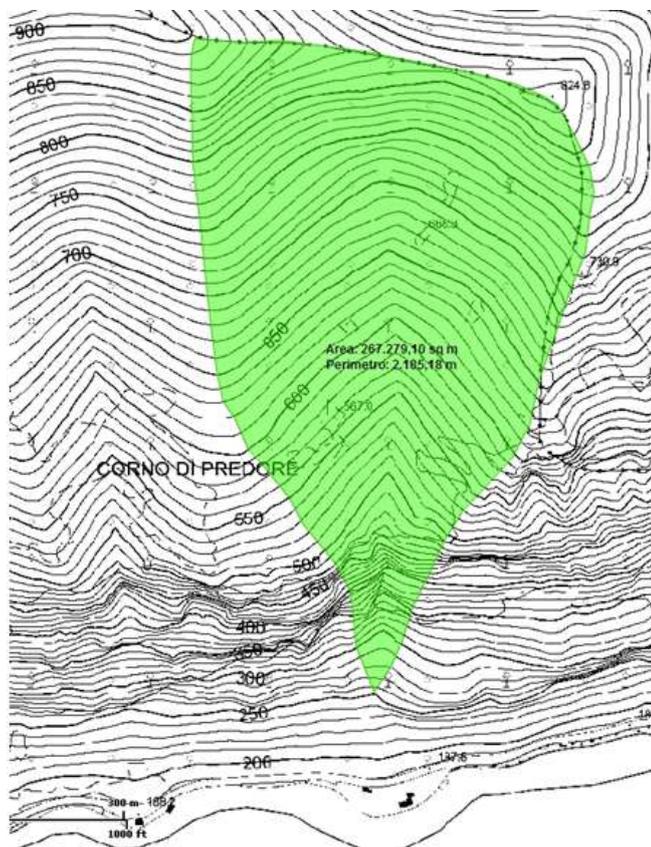


Figura 44 - Il bacino idrografico della Valle delle Fontane

Il passaggio al di sotto della strada provinciale ex strada statale 469 è consentito mediante un tombotto circolare, con diametro di 0,80 m, collocato al fondo di una stretta e profonda forra in detrito cementato che a sua volta costituisce una sorta di bacino di raccolta e di rallentamento delle acque provenienti da monte; un'alto salto, avente lunghezza di circa 20 ed altezza di oltre 5 metri, caratterizza il tratto terminale della valle a monte dell'imbocco del tombotto.

Oltre alla strada provinciale, inoltre, il tombotto percorre, sempre al di sotto della superficie topografica, la proprietà della Villa ex Stoppani per confluire nel lago in prossimità della villa stessa.

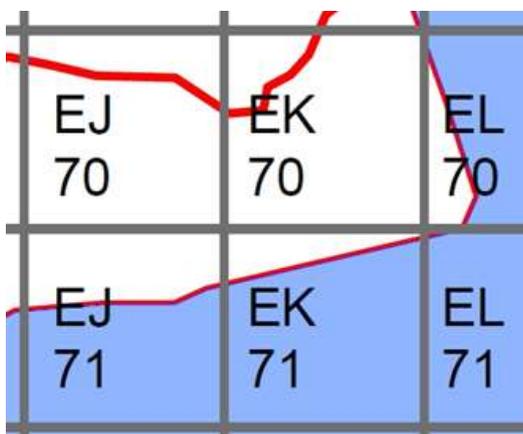


sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



Figura 45 - Il tombotto di attraversamento della strada provinciale ex SS469

L'indagine ha portato a stimare la portata liquida della valle con tempo di ritorno (**Tr**) di **100** anni, tenendo conto, dopo un'analisi morfologica del bacino del bacino, dei dati pluviometrici relativi alle precipitazioni di massima intensità, disponibili in letteratura scientifica e dallo studio effettuato dall'Autorità di Bacino a scala regionale.



Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
EK70	5810000	5061000	47,51	0,291	60,33	0,287	65,84	0,286

Facendo riferimento ai dati citati e ad un tempo di ritorno (**Tr**) di **100** anni, i valori medi dei due parametri, considerando cautelativamente la cella EK70, corrispondente alle aree maggiormente rappresentative del bacino idrografico, risultano:

<b>a = 60,33</b>	<b>n = 0,287</b>
------------------	------------------



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



L'analisi morfologica del bacino è stata effettuata utilizzando le curve di livello ed il reticolo idrografico tratti dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000, utilizzando il software ADB-Toolbox.

Dall'analisi morfologica sono stati ricavati i dati geometrici riassunti nella tabella seguente, nella quale è stato analizzato il bacino del torrente, fino alla confluenza con la sezione a monte dell'attraversamento.

Quota minima	250	m s.l.m.
Quota massima	900	m s.l.m.
Lunghezza dell'asta principale	0,65	km
Quota media rispetto alla sezione di chiusura	325	m s.l.m.
Altezza media del bacino	660	m s.l.m.
Area del bacino	0,27	Km <sup>2</sup>
Tempo di corrivazione ( tc)	0,19	ore

Una volta calcolato il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti (1934) è stato possibile calcolare la **portata di massima piena** utilizzando vari metodi proposti dalla letteratura scientifica. In questo caso è stato utilizzato il Metodo Razionale, dove il coefficiente adimensionale C che tiene conto della capacità filtrante del terreno in questo caso è stato posto pari a 0,20, considerata l'elevata permeabilità secondaria del substrato roccioso e primaria della coltre detritica.

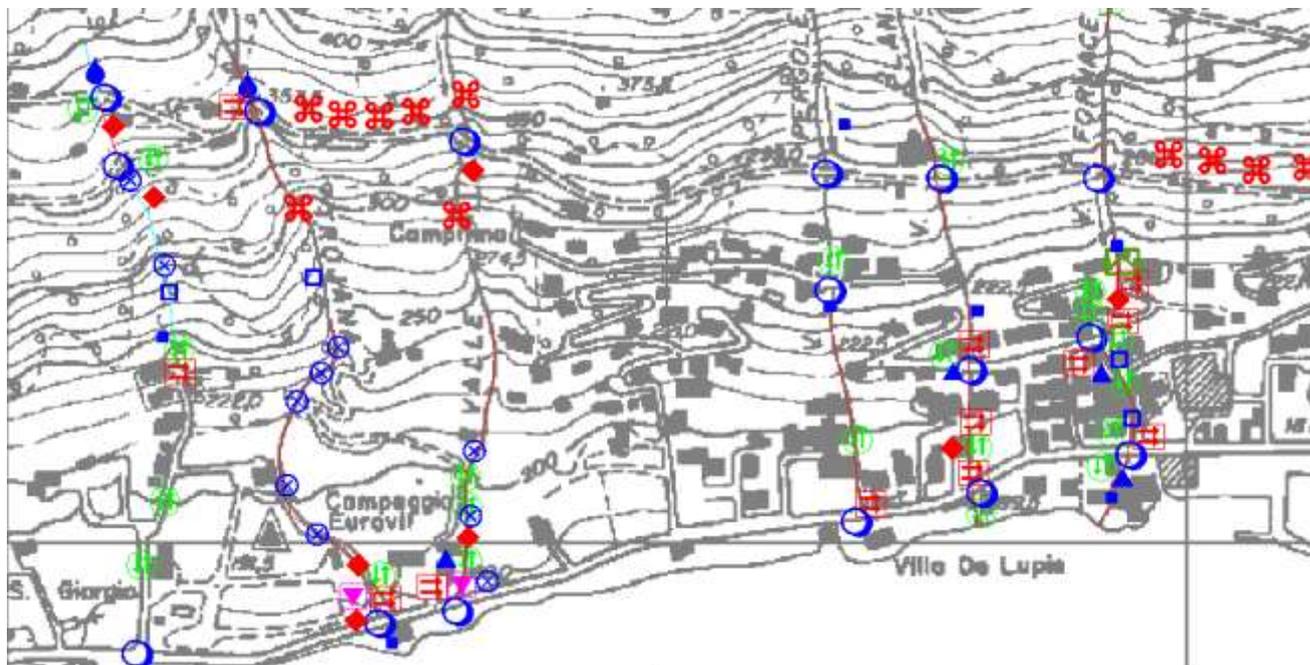
Secondo i calcoli effettuati si può affermare che **in corrispondenza della sezione di chiusura posta in corrispondenza dell'apice del conoide, il torrente in esame abbia una portata di massima piena, calcolata per un tempo di ritorno di 100 anni, di  $Q_{max} = 2,9 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$ .**

### *Il rilievo delle opere lungo il reticolo idrico minore (RIM)*

Nell'ambito del medesimo studio per la definizione del reticolo idrico minore di competenza comunale (Plebani, 2003) è stato prodotto un primo rilievo delle opere antropiche presenti lungo il reticolo idrico minore, con il quale sono stati cartografati i principali manufatti individuati quali passerelle, ponti, scarichi, ecc., nei limiti imposti dallo stato dei luoghi, rappresentati su adeguata cartografia senza tuttavia censirli e descriverli singolarmente.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it



	Linea aerea		Scarico
	Tombinature		Muri di contenimento
	Discarica		Manufatto
	Ponte-passerella		Sentiero-mulattiera
	Briglia		Ostruzione vegetale
	Sorgente		Strada
	Rete paramassi		Confine comunale

Figura 46 - stralcio della planimetria con ubicazione delle opere presenti in alveo (Plebani, 2003)

Al di là dello scopo precipuo del lavoro, finalizzato al riconoscimento delle opere e dei manufatti che potrebbero essere soggetti ad autorizzazione/concessione idraulica e al relativo pagamento del canone idraulico, il rilievo, sebbene datato e certamente da aggiornare alla situazione attuale, è utile e significativo anche per determinare i casi in cui tali manufatti potrebbero interferire significativamente con lo scorrere delle acque superficiali, soprattutto nel caso dei ponti e degli scarichi in alveo.



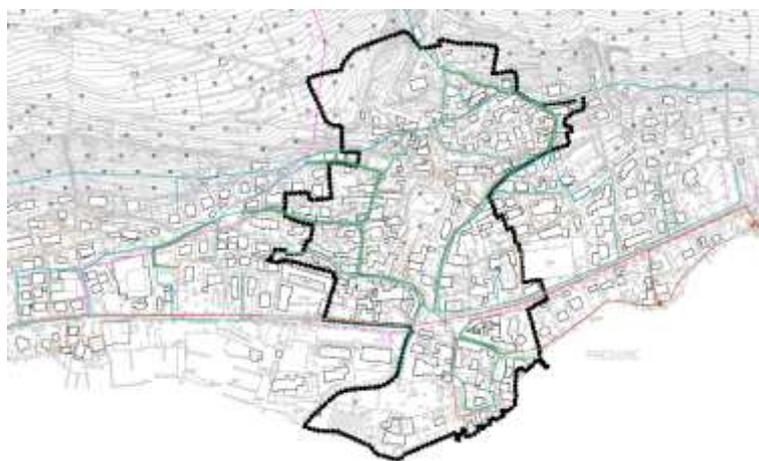
sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## DOTAZIONI INFRASTRUTTURALI

Ai fini del presente lavoro per dotazioni infrastrutturali ci si riferisce in particolare alla rete fognaria, molto articolata, che serve il territorio comunale, raccogliendo le acque bianche e le acque nere.

Le informazioni generali sulla rete fognaria sono tratte dal Piano dei Servizi del P.G.T. comunale, redatto dallo Studio Silvano Buzzi & Associati nel gennaio 2011; nello specifico la Tav. 01 PdS, la quale rappresenta, al momento della redazione dello studio, l'estensione della rete fognaria a livello comunale, specificandone la tipologia e l'utilizzo (es. acque miste, acque nere, acque bianche, ...).



-  SP09-01  
Rete di distribuzione dell'acqua potabile
-  SP09-03  
Rete di distribuzione dell'energia elettrica (aereo)
-  SP09-03  
Rete di distribuzione dell'energia elettrica (interrato)
-  SP09-04  
Rete di smaltimento dei rifiuti urbani (acque nere)
-  SP09-04  
Rete di smaltimento dei rifiuti urbani (acque bianche)
-  SP09-04  
Rete di smaltimento dei rifiuti urbani (acque miste)

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
consulenze e servizi nel vasto campo della **geologia e dell'ambiente** – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

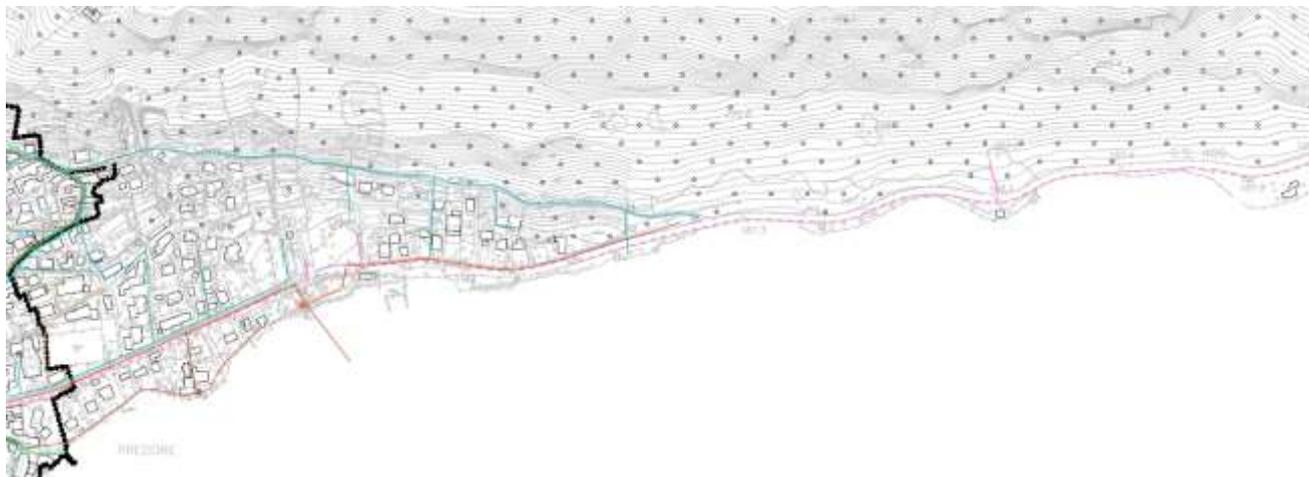


Figura 47 - "Rete dei servizi del sottosuolo" (T01PdS, Piano dei Servizi, Arch. Buzzi, 2011)

La rete fognaria comunale è ad oggi in gestione della Soc. Uniacque s.p.a., partecipata dai Comuni: essa serve fundamentalmente l'intera area urbanizzata di Predore, avendo come asse principale la strada provinciale ex S.S.469 che attraversa il comune con direzione ovest-est, in corrispondenza della quale sono state segnalate in passato le maggiori criticità, connesse principalmente all'eccessiva pressione a cui sono sottoposte le reti di smaltimento in occasione di eventi meteorici particolarmente critici, causando il sollevamento dei tombini.

Si rinvia, oltre che alla documentazione del PGT comunale, alla cartografia di dettaglio fornita da Uniacque per la descrizione puntuale della rete e delle dimensioni delle condotte.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



## CONDIZIONI CLIMATICHE E LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Il r.r. 8/2019 (ex r.r. 7/2017) rimanda esplicitamente al sito di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it>) per la determinazione dei parametri della curva di possibilità pluviometrica per il territorio di Ranzanico, mediante i quali determinare i volumi delle piogge critiche e procedere successivamente e correttamente al calcolo dei volumi di invaso per la laminazione: art. 11, comma 2 , lettera b) *“calcolo delle precipitazioni di progetto: i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale; possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità; per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato G”*.

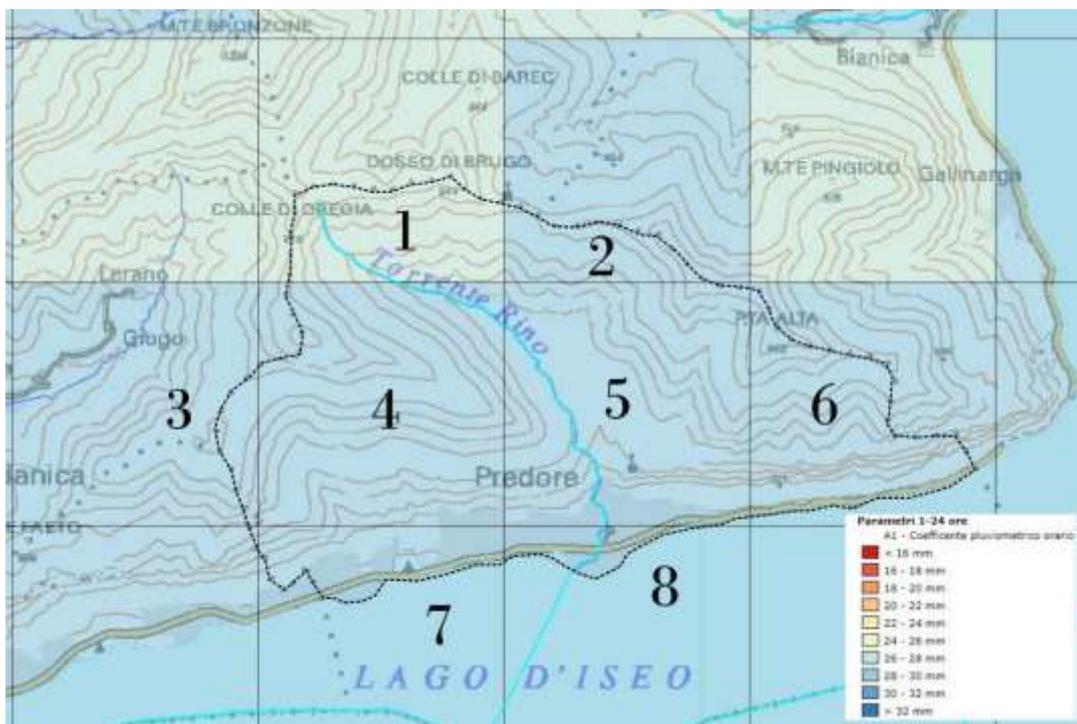


Figura 48 - Celle dei parametri 1 - 24 ore (da ARPA Lombardia)

Si rimanda al regolamento regionale e ai relativi allegati che illustrano le diverse metodologie di calcolo. In questa sede, nonostante l'approfondimento delle tematiche relative alle quantificazioni e alle determinazioni delle piogge critiche siano più correttamente oggetto dello studio approfondito del rischio idraulico



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



comunale, si vogliono riassumere i parametri di base per le singole celle di calcolo presenti all'interno del territorio comunale di Predore e reperibili sul citato sito web di ARPA Lombardia.

Cella	Parametro	Valore
1	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	27.83
	N – Coefficiente di scala	0.32609999
	GEV – Parametro alpha	0.30559999
	GEV – Parametro kappa	0.0071999999
	GEV – Parametro epsilon	0.82550001
2	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.25
	N – Coefficiente di scala	0.31079999
	GEV – Parametro alpha	0.3003
	GEV – Parametro kappa	0.00019999999
	GEV – Parametro epsilon	0.82639998
3	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.5
	N – Coefficiente di scala	0.3055
	GEV – Parametro alpha	0.29789999
	GEV – Parametro kappa	-0.0052999998
	GEV – Parametro epsilon	0.82609999
4	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.360001
	N – Coefficiente di scala	0.30779999
	GEV – Parametro alpha	0.29899999
	GEV – Parametro kappa	-0.00069999998
	GEV – Parametro epsilon	0.82700002
5	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.530001
	N – Coefficiente di scala	0.29859999
	GEV – Parametro alpha	0.294
	GEV – Parametro kappa	-0.0096000005
	GEV – Parametro epsilon	0.82690001
6	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.559999
	N – Coefficiente di scala	0.2942
	GEV – Parametro alpha	0.2931
	GEV – Parametro kappa	-0.0060000001
	GEV – Parametro epsilon	0.82889998
7	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.67
	N – Coefficiente di scala	0.29280001
	GEV – Parametro alpha	0.29170001
	GEV – Parametro kappa	-0.0093
	GEV – Parametro epsilon	0.82870001
8	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	28.629999
	N – Coefficiente di scala	0.29269999
	GEV – Parametro alpha	0.2931
	GEV – Parametro kappa	-0.0074999998
	GEV – Parametro epsilon	0.82849997



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO

Il regolamento regionale 8/2019 (che sostituisce il r.r. 7/2017), all'art. 14, comma 8, lettera a), dichiara esplicitamente che il **documento semplificato** contiene, oltre all'indicazione delle misure strutturali e non strutturali, *“la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numero 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato”*.

A tal fine, si descrivono nei paragrafi seguenti le situazioni di maggiore e più evidente criticità riscontrate nell'ambito del territorio comunale e rappresentate o descritte nella documentazione tecnica disponibile, in parte almeno prodotta dagli scriventi (es, studio geologico comunale, reticolo idrografico minore, ...) o assunte a seguito di confronti e colloqui con l'Ufficio Tecnico comunale.

Qualora necessario, in accordo con l'Ufficio Tecnico comunale, si prenderanno contatti con la Soc. Uniacque per l'approfondimento di eventuali tematiche o situazioni puntuali (v. rif. all'art. 14, comma 8, lettere b) e c).

In genere, ci si riferisce comunque naturalmente alle situazioni di rischio idraulico, con particolare attenzione – ai sensi delle indicazioni normative – agli elementi riferibili allo scorrimento delle acque sotto-superficiali, incanalate o di dilavamento, sulle superfici naturali e urbanizzate.

### Mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

#### Aree già individuate nello studio geologico del territorio comunale

Lo **studio geologico comunale**, sebbene aggiornato più volte relativamente alle carte derivate, fa ancora riferimento, per le conoscenze di base, alle cartografie del primitivo studio geologico, redatto dallo studio GeoTer di Ardesio nel 1995.

Tali cartografie fanno parte integrante del PGT comunale e si ritengono valide almeno fino ad un prossimo aggiornamento ed adeguamento e ad esse si rimanda e si fa riferimento anche per le finalità del presente Documento.

Nella **carta Geomorfologica (GeoTer, 1995)**, in particolare, vengono date numerose informazioni anche riguardo le condizioni del reticolo idrografico e più in generale dei possibili ruscellamenti e/o ristagni d'acqua; la carta rappresenta dunque, tra l'altro, le occlusioni d'alveo, i punti e le direzioni di possibile



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassano (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



esondazione, il sovralluvionamento e/o la presenza di materiali in alveo, oltre alle situazioni di erosione spondale.

Tali informazioni sono naturalmente riferite alla data del rilevamento, ma comunque, sebbene negli anni alcune situazioni siano state risolte o mitigate, possono ancora essere prese nelle dovute considerazioni, per la valenza documentaria e le possibili residue condizioni di pericolosità o rischio.

Le aree dove è prevalente la dinamica delle “acque superficiali” (colore azzurro nella cartografia di seguito riportata), si riconoscono in *“ambiti molto ristretti e prevalentemente impostati su roccia; essi sono modellati dall'azione erosiva, di trasporto e di sedimentazione delle acque incanalate. Queste aree sono circoscritte ai torrenti, ai ruscelli ed agli impluvi di secondo ordine; ad esse possono essere associati fenomeni erosivi e cedimenti delle sponde con formazione di ripide scarpate d'erosione e locali fenomeni di smottamento. Il trasporto solido di alcuni torrenti (Rino e Duago) in caso di portate di piena può divenire significativo e determinare l'ostruzione di alvei, esondazioni, con interruzioni e danneggiamenti di sedi stradali, soprattutto nelle zone più esposte a lago. Queste aree sono presenti su tutto il territorio predorino, sia lungo la più sviluppata rete idrografica del Torrente Rino, sia lungo i versanti rivolti a lago con aste brevi e pressoché rettilinee”* (GeoTer, 1995).

Le “aree di conoide” (colore verde nella cartografia di seguito riportata), sono *“aree convesse, dolcemente pendenti che si aprono “a ventaglio” allo sbocco dei torrenti principali nel bacino lacustre; esse sono originate dalla sedimentazione del trasporto solido delle correnti torrentizie e da queste stesse sono modellate. Le conoidi sono caratterizzate da depositi sciolti, dall'estrema variabilità degli alvei, e della granulometria dei sedimenti che le costituiscono e da variazioni talvolta considerevoli del livello piezometrico della falda acquifera. Esse rappresentano zone fortemente instabili, sede di possibili sovralluvionamenti e cedimenti dovuti a eccessivi sovraccarichi. In particolare nel caso di Predore le conoidi sono state soggette a fenomeni franosi, come è accaduto a Ponecla per la conoide del torrente Rino.[...]”* (GeoTer, 1995).

Infine, si vogliono ricordare anche le “aree a morfologia litoranea” che, evidentemente, si ritrovano *“a margine dello specchio d'acqua lacustre, caratterizzate da sedimenti sciolti più o meno grossolani e da pendenze moderatamente acclivi. Queste aree, modellate soprattutto dall'azione delle correnti lacustri e dal moto ondoso, sono rappresentate fisicamente da una banchina sublitorale di qualche metro di larghezza e con bassa pendenza; essa si raccorda con il fondale roccioso mediante una scarpata fortemente acclive. Anche in queste situazioni possono verificarsi fenomeni gravitativi con smottamenti della scarpata sommersa, ma soprattutto si possono avere scavarnamenti ad opera del moto ondoso ed eventuali esondazioni. Questa*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



zonazione riguarda tutto il litorale predorino. In queste zone rientra anche la fascia di pertinenza delle acque lacustri in caso di massima piena” (GeoTer, 1995).

Nonostante le citazioni sopra riportate risalgano alla prima redazione dello studio geologico comunale (GeoTer, 1995) **si ritiene che esse siano ancora oggi sostanzialmente condivisibili**, soprattutto per quanto riguarda le condizioni di manutenzione ed efficienza delle sezioni idrauliche dei torrenti di ogni ordine e grado soggette ad occlusioni e/o riporti di materiali lapidei o vegetali, sebbene molto sia stato fatto, da allora, per mitigare e ridurre le situazioni di grave rischio idrologico/idraulico.

Si ritiene, oltre a quanto detto in linea generale, che le condizioni di rischio siano ancora presenti almeno lungo tutto il tratto terminale del torrente Rino, dalla soglia in loc. Dessi, dove permane il nodo critico del restringimento dell'alveo prima del salto finale, fino alla confluenza nel lago: tale tratto deve essere sottoposta a particolare attenzione e continuo monitoraggio nonostante in alcuni tratti si sia certamente intervenuti per un migliore adeguamento delle sezioni idrauliche.

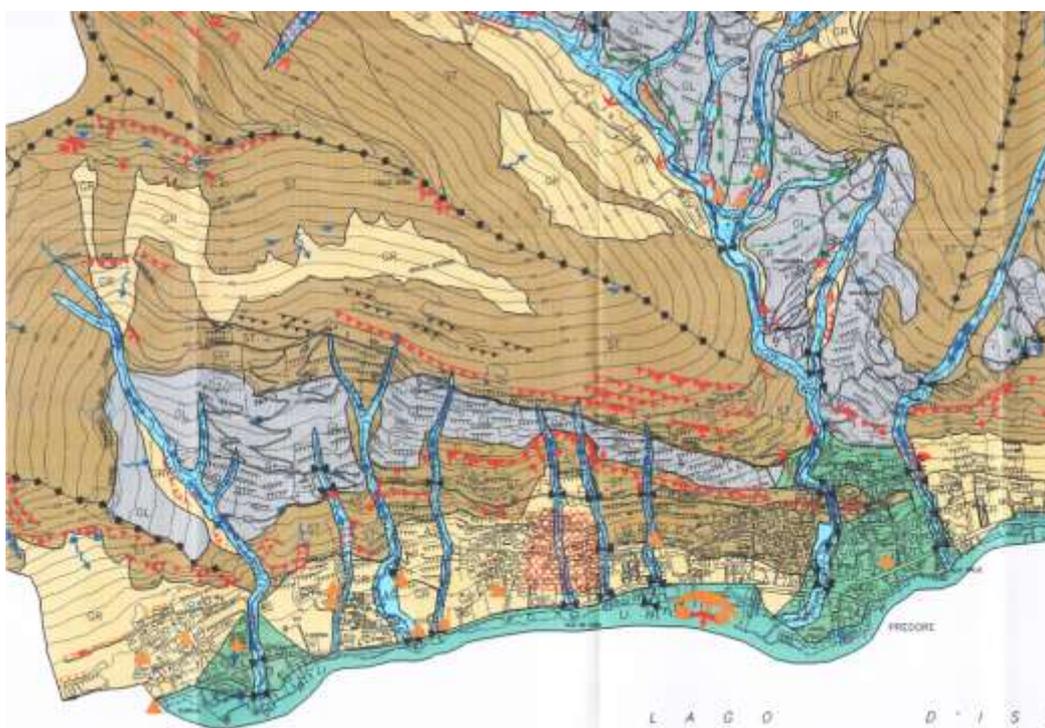


Figura 49 - Carta Geomorfologica (GeoTer, 1995), stralcio porzione ovest. Il doppio triangolo nero rappresenta le occlusioni d'alveo; le frecce con triangolo nero indicano le possibili esondazioni; le frecce sinuose blu i ruscellamenti.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassano (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it

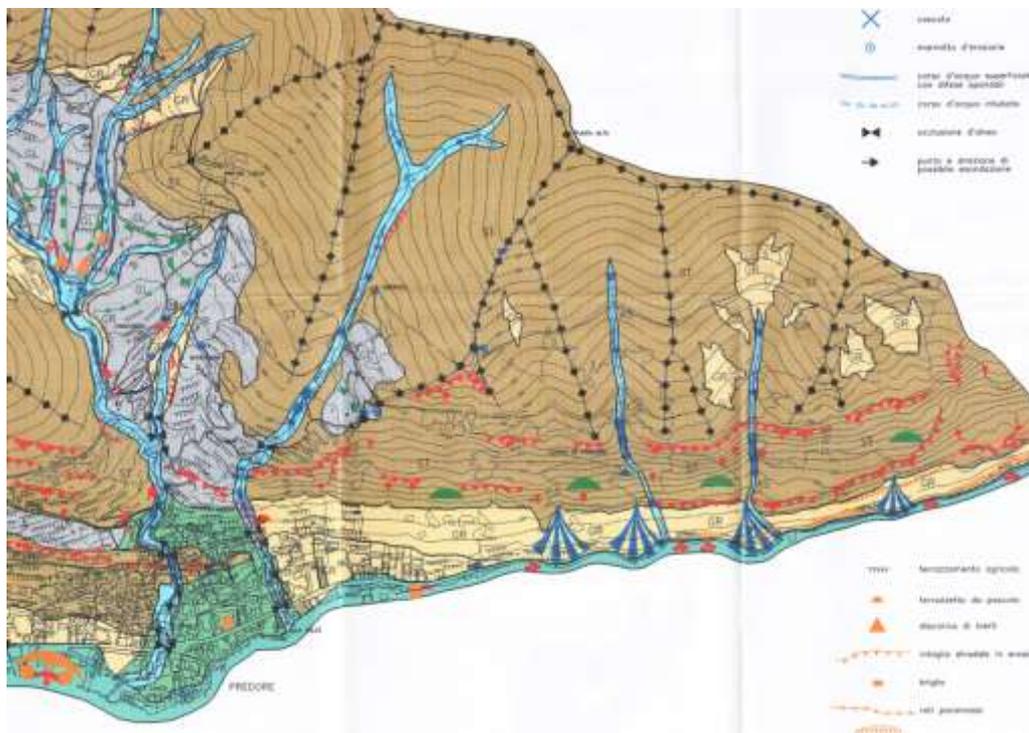


Figura 50 - Carta Geomorfologica (GeoTer, 1995), stralcio porzione est. Le frecce nere rappresentano le possibili direzioni di esondazione, il doppio triangolo nero indica le occlusioni d'alveo.

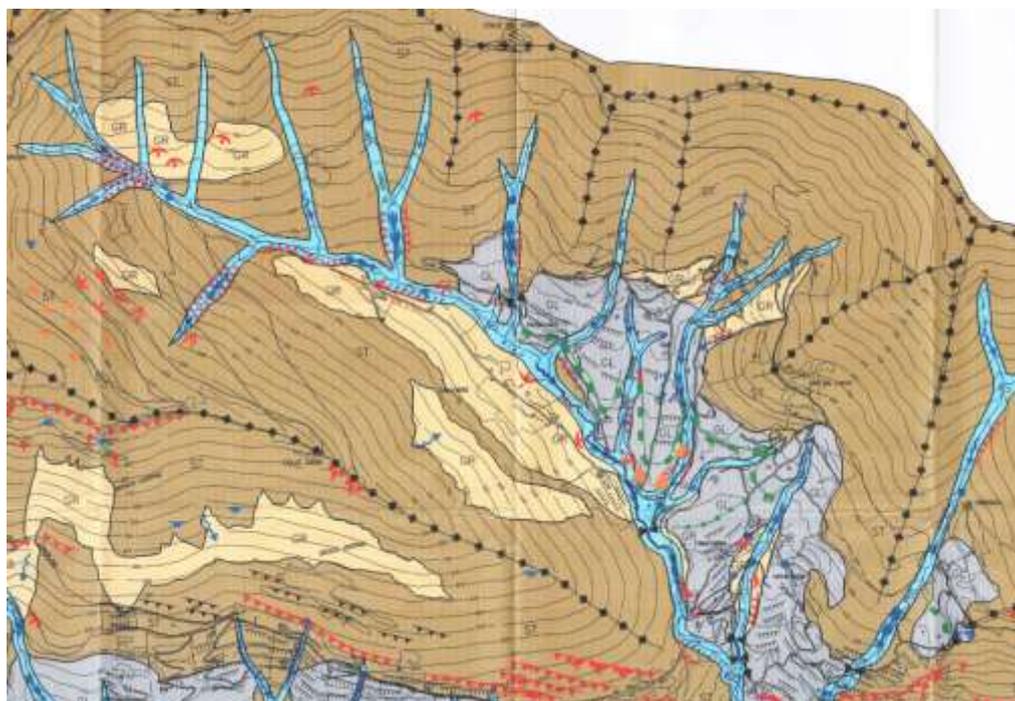


Figura 51 - Carta Geomorfologica (GeoTer, 1995), stralcio porzione nord. Le frecce nere rappresentano le possibili direzioni di esondazione, il doppio triangolo nero indica le occlusioni d'alveo.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



La **carta PAI** (Piano di Assetto Idrogeologico, Autorità di Bacino del Fiume Po) venne redatta, sulla base degli aggiornamenti normativi, a partire dall'aggiornamento dello studio geologico del 2005: in essa state riconosciute le situazioni di pericolosità lungo le valli del reticolo.

Le aree inserite nel Piano di Assetto Idrogeologico sono sottoposte a normative specifiche che ne definiscono le trasformazioni e comunque per esse viene riconosciuto un grado di pericolosità e di rischio più elevato rispetto alle aree contermini.

Nuovamente, con l'evolversi e il precisarsi delle normative in materia di rischio idrogeologico, la carta PAI deve essere nuovamente adeguata ed aggiornata mediante il recepimento delle indicazioni contenute nel cosiddetto PGR, di seguito descritto.

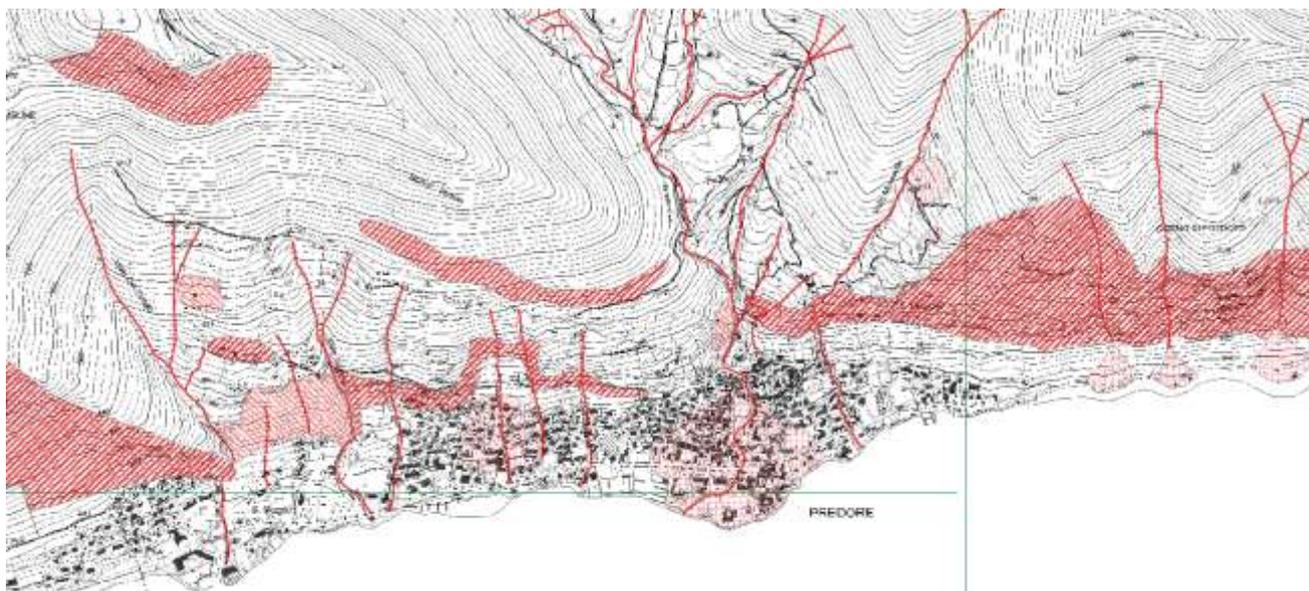


Figura 52 - Carta PAI vigente (Fonte Geoportale Regione Lombardia)

#### Aree già individuate nel PGR (Piano di Gestione Rischio Alluvioni)

L'estensione delle aree a rischio di esondazione lungo il reticolo idrografico, rappresentate nella cartografia del PAI, è stata ripresa dagli studi dell'Autorità di Bacino che, sebbene, non abbiano ad oggi definito fasce di rispetto ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), hanno comunque provveduto alla determinazione, anche cartografica, delle aree di possibile esondazione, rappresentabili nella carta PAI con le sigle Em, Eb, Ee, indicatrici rispettivamente di pericolosità bassa, moderata ed elevata.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
 PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
 WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



La Direttiva Alluvioni (PGRA), recentemente approvata ed oggi vigente, è stata a sua volta oggetto della d.g.r. 6738/2017, che detta le “disposizioni regionali per l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza (...)”.

Il PGRA è corredato da cartografie di dettaglio, le “mappe della pericolosità” e le “mappe del rischio” disponibili sul GeoPortale di Regione Lombardia, che “rappresentano un aggiornamento ed integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli elaborati del PAI”, di cui i Comuni debbono da subito tenerne conto “in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami”.

Nella d.g.r. 6738/2017 viene specificato, a proposito del **Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)**, che le aree allagabili delimitate nelle mappe di pericolosità del PGRA corrispondono in gran parte alle aree già classificate come Ee, Eb, Em, nell’Elaborato 2 del PAI aggiornato dai Comuni.

Oltre alle perimetrazioni del RSCM, il PGRA rappresenta anche le **Aree costiere lacuali (ACL)**, non riportate nella carta PAI vigente del Comune di Predore, che corrispondono “al territorio che circonda i grandi laghi e che può essere influenzato, o che lo è stato già in passato, da esondazioni del lago medesimo”. Nei casi di maggiore pericolosità/rischio, allagabili per piena frequente (P3/H) “sussistono consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d’uso del territorio; sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica, salvo diverse valutazioni più restrittive” (v. d.g.r. 6738/2017, 3.4).

Le perimetrazioni delle aree allagabili lacuali sono state rappresentate facendo riferimento alla nota metodologica descritta nell’all. 4 della d.g.r. 6738/2017 e a tempi di ritorno pari a 15 e 100 anni:

Lago (idrometro)	Quota zero idrometrico in metri s.l.m. (geoide Italgoe 1999)	Soglie individuate in metri – livello lacuale in metri s.l.m.		
		TR 15	TR 100	massimo storico registrato
Iseo (Sarnico)	185,335	1,35 – 186,685	1,67 – 187,005	1,975 – 187,310

Le cartografie disponibili sul GeoPortale di Regione Lombardia, che rappresentano le aree segnalate nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA in attuazione della cosiddetta “Direttiva Alluvioni”, nella revisione definitiva del 2015) riprendono sostanzialmente, per quanto riguarda il reticolo idrografico (RSCM) le superfici ed i poligoni riconosciuti e descritti nella vigente carta PAI dello studio geologico comunale e riconfermate nella nuova carta PAI-PGRA, la quale viene inoltre aggiornata con l’inserimento delle aree che la medesima “Direttiva Alluvioni” riferisce alle aree costiere lacuali (ACL).



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



In corrispondenza dei principali **coni di deiezione** indicati nel PGRA, quale soprattutto quello del torrente Rino (reticolo principale con la sigla BG148), dunque, le aree Cn della Carta PAI corrispondono alle “aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L)”, per le quali valgono le prescrizioni di cui all’art. 9, commi 6bis e 9 delle N.d.A. del PAI.

Le **aree costiere lacuali** (ACL) rappresentate nel PGRA e recepite nello strumento urbanistico comunale (studio geologico, Carta PAI-PGRA) comprendono, per il Comune di Predore, tutte le limitazioni legate al rischio di allagamento per “piena frequente (P3/H)”, per “piena poco frequente (P2/M)” e per “piena rara (P1/L)”, con limitazioni riferibili in genere alla classe 3 di fattibilità geologica e più specificatamente dettagliate nelle relative norme di attuazione, riportate integralmente all’interno dello studio geologico comunale e parte delle disposizioni normative di cui al Piano delle Regole.

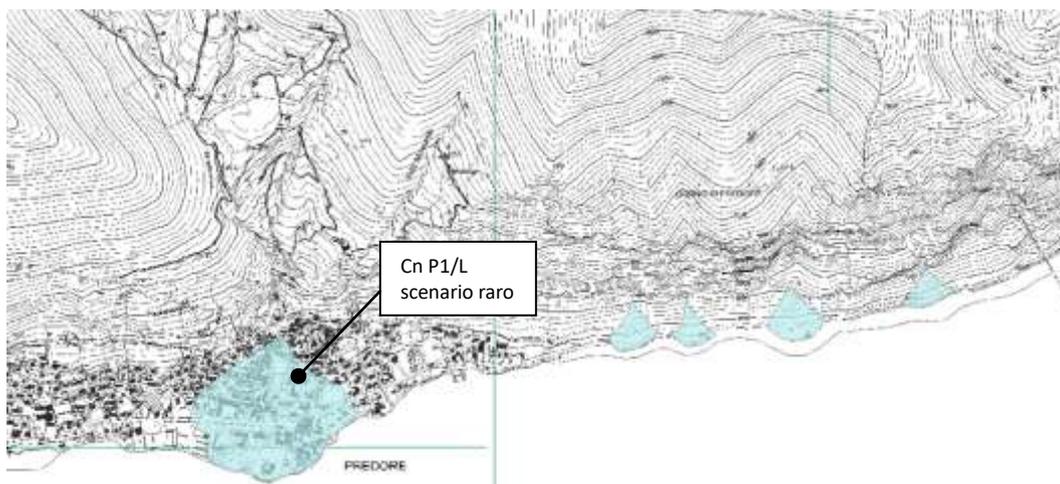


Figura 53 – Pericolosità RSCM, Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015 (GeoPortale Regione Lombardia)



Figura 54 – Pericolosità ACL, Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015 (GeoPortale Regione Lombardia) Stralcio Ovest



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 55 – Pericolosità ACL, Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015 (GeoPortale Regione Lombardia) Stralcio Est

La **d.g.r. 6738/2017**, nell'ambito delle disposizioni per le procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, prescrive che **“nelle aree allagabili classificate come P3/H, P2/M e P1/L nell'ambito RSCM che derivano dalle proposte di aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI formulate dai Comuni:**

1. i Comuni **continuano ad applicare le norme di cui all'art. 9 e Titolo IV delle N.d.A. del PAI vigenti su tali aree** ed aggiornano, se necessario e conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7, “Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella d.g.r. VIII/4732/2007 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell'emergenza alla scala comunale”.
2. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 (pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, da svolgersi secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/201122. La valutazione deve avere le finalità descritte al paragrafo 4. “Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio”. Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio si applicano, anche all'interno dell'edificato esistente, le norme PAI vigenti”.

A proposito invece delle **“aree circumlacuali allagabili per la piena frequente (P3/H), poco frequente (P2/M) e rara (P1/L)** rappresentate nelle mappe del PGRA:



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



1. i Comuni applicano, da subito le limitazioni e prescrizioni (...) descritte qualora il proprio strumento urbanistico non contenga disposizioni coerenti o maggiormente cautelative e aggiornano conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7 “Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella d.g.r. VIII/4732/2007 relative all’attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell’emergenza alla scala comunale”;
2. entro le aree che risultano classificate come R4 – rischio molto elevato e R3– rischio elevato i Comuni **sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali** con le finalità descritte al paragrafo 4. “Disposizioni relative all’edificato esistente esposto al rischio”. Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell’ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio si applicano, anche all’interno degli edificati esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M definite per questo ambito specifico;
3. i Comuni sono tenuti, entro e non oltre i termini stabiliti dall’art. 5 della l.r. 31/2014 per l’adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), qualora necessario, ad adeguare i loro PGT recependo le perimetrazioni e associando a tali aree una norma adeguata e coerente alle indicazioni fornite nel presente documento;
4. i Comuni possono, in occasione dell’adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), tracciare le aree allagabili per le tre piene di riferimento alla scala dello strumento urbanistico locale facendo riferimento ai tre valori di quota per le tre piene di riferimento utilizzati nelle mappe di pericolosità del PGRA (...) ma utilizzando la base topografica del PGT;
5. il tracciamento alla scala locale dei limiti delle aree allagabili, da effettuarsi sulla medesima base topografica del PGT, sarà consegnato a Regione nell’ambito delle procedure di pubblicazione degli strumenti urbanistici comunali attraverso la carta PAI-PGRA (...).

**Studio associato Hattusas** di Dr. Geol. Fabio Plebani, Dr. Geol. Andrea Griffl, Dr. Nat. Marcello Mutti, Dr. Geol. Simone Cocchi  
*consulenze e servizi nel vasto campo della geologia e dell'ambiente – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor*



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
 sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it  
 PEC: studio.hattusas@pec.it  
 WEB: www.hattusas.it

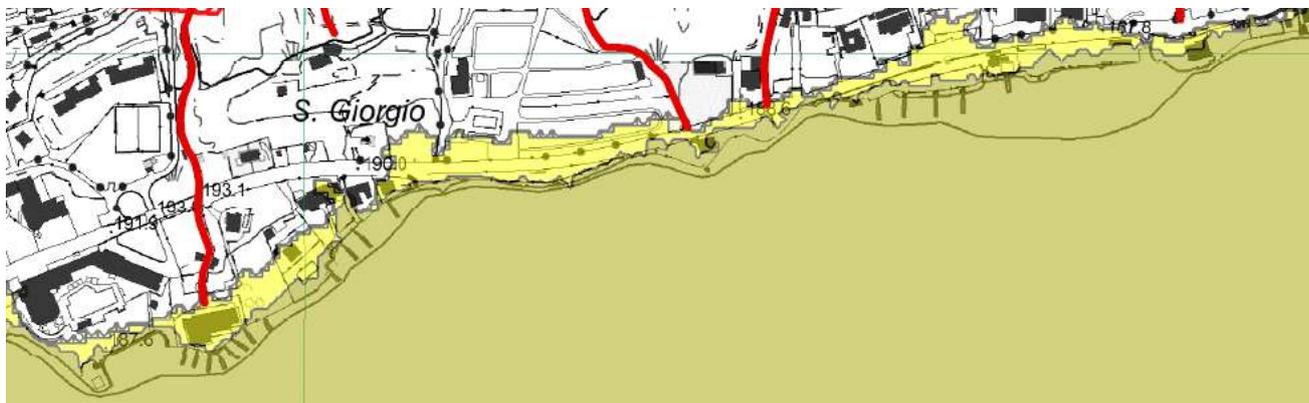


Figura 56 - Stralcio della nuova Carta PAI-PGRA (adeguamento/aggiornamento dello studio geologico (Studio Hattusas, 2019)

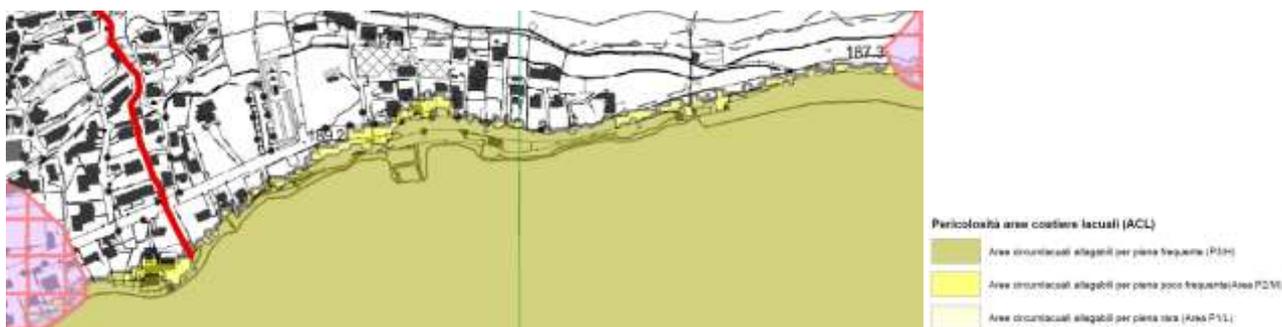


Figura 57 - Stralcio della nuova Carta PAI-PGRA (adeguamento/aggiornamento dello studio geologico (Studio Hattusas, 2019)

### Aree individuate mediante analisi diretta e da informazioni acquisite

Le informazioni acquisite soprattutto dagli incontri con l'Ufficio Tecnico comunale hanno sostanzialmente confermato – in linea generale – quanto rappresentato nelle cartografie di riferimento, in particolare per quanto riguarda la necessità di provvedere a monitoraggio, controllo e pulizia delle valli e delle caditoie lungo le strade.

### Distribuzione delle aree vulnerabili nel territorio comunale

#### *Rete di collettamento acque nere/bianche e rete stradale*

Il confronto con l'Ufficio Tecnico comunale, come accennato, ha portato alla prima indicazione di alcune situazioni di riconosciuta criticità in corrispondenza delle quali si sono riscontrati problemi nello smaltimento



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



delle acque, nel controllo dei flussi idrici sia nella rete fognaria, sia in corrispondenza degli scarichi, sia lungo le sedi stradali e le aree contermini.

L'elenco non è certamente esaustivo ed è relativo alle conoscenze disponibili in base all'esperienza diretta e alle informazioni acquisite alla data del presente documento e sono passibili di monitoraggio e aggiornamento continuo, sia per il pregresso, qualora non se ne sia venuti a conoscenza, sia per eventuali eventi futuri.

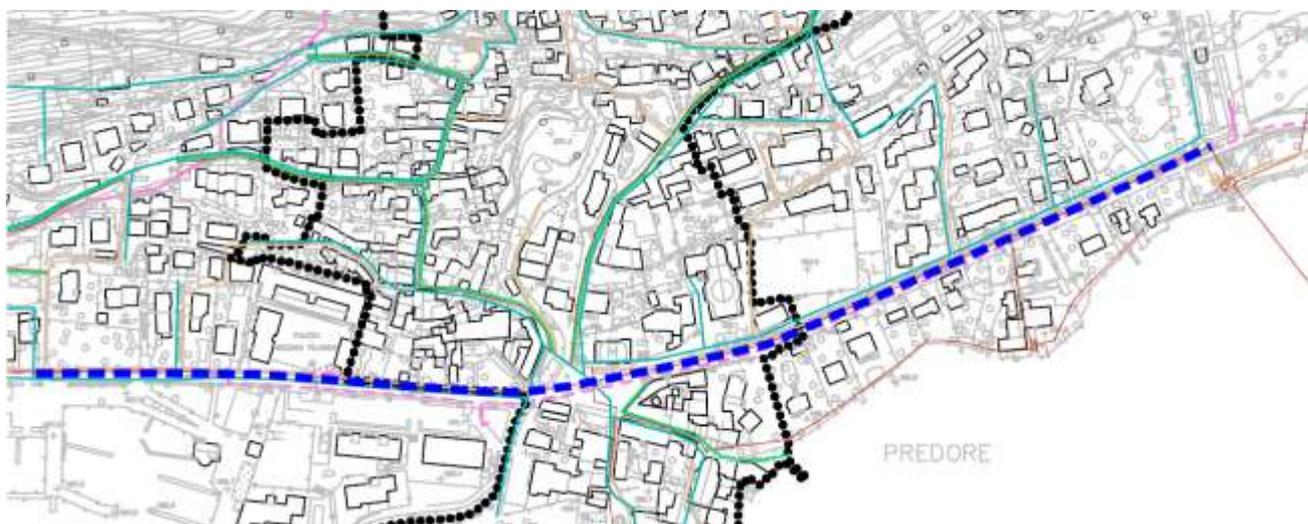


Figura 58 - Punti critici su rete fognaria e rete stradale (base: Tav T01PdS, Studio Buzzi, PGT 2011): si rappresenta il tratto segnalato come a maggiore criticità per il sollevamento di caditoie e tombini a causa dell'eccessiva pressione nella condotta fognaria

- Allagamenti sulla/dalla strada statale per ruscellamenti e insufficienza della rete drenante: il problema è relativo sostanzialmente al sollevamento di caditoie e tombini in occasione di piogge intense

#### *Reticolo idrografico di superficie*

#### **Torrente Rino**

Come già in precedenza affermato, il torrente Rino è stato negli anni interessato da alcuni studi di approfondimento che, a partire dalla segnalazione di locali situazioni di particolare criticità, hanno portato



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



alla proposta di interventi di adeguamento delle sezioni idrauliche e di mitigazione del rischio idrogeologico lungo l'asta torrentizia.

In particolare, gli studi più dettagliati e completi sono stati prodotti nel 2000-2001 (Dott. Geol. Fabio Plebani – Dott. Geol. Norberto Invernici, “Interventi di regimazione idraulica e di stabilizzazione dei versanti di un tratto della valle del Torrente Rino”, con l'intento di presentare, almeno preliminarmente, un vero e proprio “piano di bacino”) e nel 2012 (geom. Mario Brignoli, con il contributo di Dott. Geol. Fabio Plebani per gli aspetti geologici, idrologici ed idraulici, “Intervento nella valle del Torrente Rino”).

Per quanto riguarda il torrente Rino si segnalano le situazioni più critiche e significative:

- tratto a monte della loc. Dessì, con sezione idraulica insufficiente e la strada comunale di accesso alla parte interna della valle che in parte coincide con l'alveo vallivo (“ab antiquo”);
- tutto il tratto in corrispondenza del salto morfologico della valle sospesa e, soprattutto, del conoide, con gli attraversamenti della strada provinciale e di collegamenti pedonali.

L'intero tracciato del torrente, peraltro, in particolare nell'ambito più propriamente “vallivo” è interessato da fenomeni di erosione localizzata, di fondo e laterale, occlusioni e restringimenti ...

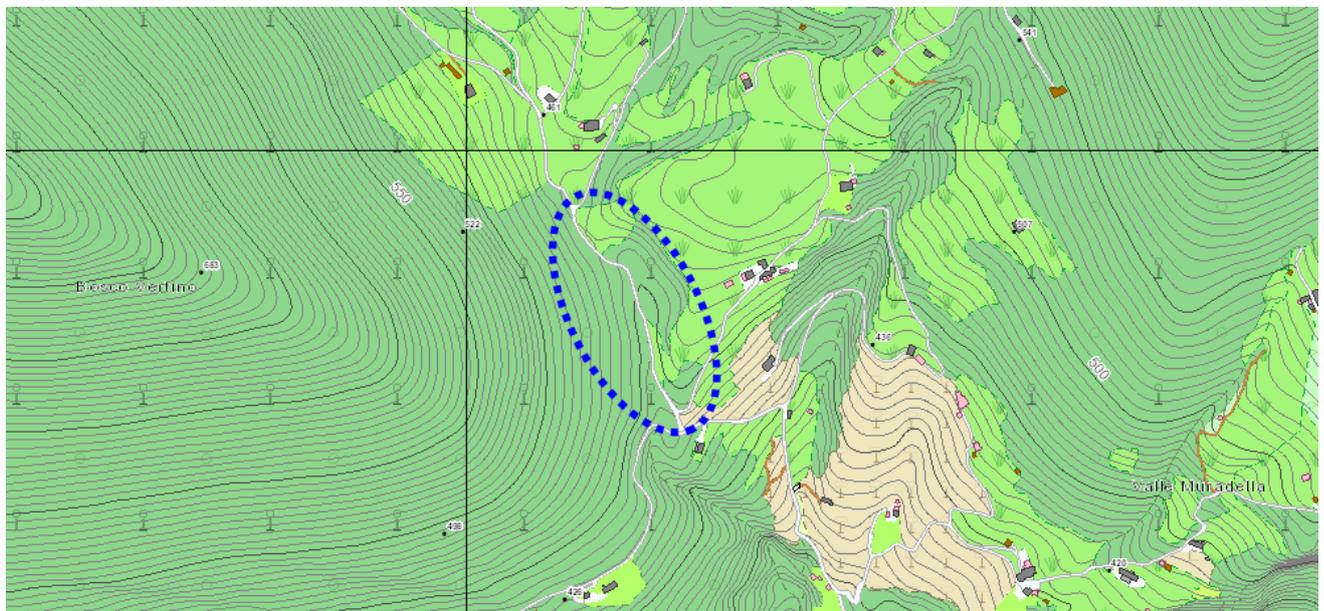


Figura 59 - Tratto a forte criticità idraulica in loc. Dessì



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



Figura 60 - Tratto a forte criticità idraulica lungo l'alveo del torrente Rino e aree contermini in area urbana. Si indica la posizione della maggiore e più critica concentrazione degli attraversamenti.

### Il reticolo idrico minore

L'analisi effettuata al momento della redazione dello studio per la definizione del reticolo idrico minore di competenza comunale, pur non avendo lo scopo di fornire studi dettagliati del reticolo idrografico comunale, ha comunque evidenziato, al momento della sua predisposizione, sulla base delle indicazioni/segnalazioni dell'Ufficio Tecnico comunale e di osservazioni dirette, l'esigenza di una necessaria e tempestiva manutenzione dei corsi d'acqua di competenza comunale.

In particolare per quanto riguarda gli affluenti del Rino si segnala la situazione della "valle del Locco", caratterizzata dalla presenza di notevole quantità di materiale ostruente di origine vegetale e da fenomeni di erosione superficiale e di dissesto idrogeologico. La valle "Aruna" (Pian del Cucco), sulla sponda orografica sinistra del Rino, è già stata interessata in passato da esondazioni con trasporto di materiale: a quota 510 m l'alveo è attraversato da una strada privata che non presenta una valida opera di scarico dell'acqua, con conseguente rischio di innesco di fenomeni di erosione e trasporto di materiale. Più a valle l'alveo è ben



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



regimato anche se necessita di pulizia e manutenzione, in particolare nei pressi della strada comunale che lo attraversa a quota 360m.

Altri affluenti in sinistra del Rino necessitano di manutenzione ordinaria e costante così da liberare gli alvei dal materiale di origine vegetale e/o di origine antropica, che ne determina la parziale ostruzione: tale ostruzione potrebbe infatti favorire l'erosione degli stessi torrenti dal proprio alveo naturale con conseguente erosione spondale ed accumulo di materiale di trasporto.

Per quanto riguarda i torrenti delle valli del Duogo, della val Trojana, della val Macla, della val Pergole, della val Planezzo e della valle Fornace, il rilievo effettuato ha sottolineato il rischio di una possibile ostruzione dei tombotti che attraversano la strada provinciale ex strada statale n°469. È stata infatti rilevata localmente la presenza di accumuli di materiale di riporto negli alvei a monte dei predetti tombotti: tale materiale andrebbe rimosso al fine di evitare l'intasamento degli stessi.

Una situazione particolare, segnalata dall'Ufficio Tecnico, è relativa al sottopasso del torrente Duogo al di sotto dell'edificio residenziale presso la confluenza nel lago, che dovrebbe essere sempre attentamente monitorato al fine di evitare spiacevoli effetti conseguenti ad erosioni od occlusioni.

La Valle Muradella presenta fenomeni di erosione spondale molto accentuata in testata, nonché episodi di ostruzione vegetale in prossimità dell'attraversamento stradale più a monte, a 420 metri di quota, fino alle prime case del centro abitato. In prossimità delle prime costruzioni sono state rilevate alcune opere antropiche per l'attraversamento dell'alveo: tali opere ad ora non costituiscono un ostacolo alla portata della Valle Muradella, anche per il fatto che nei pressi delle stesse non sono stati rilevati fenomeni di ostruzione per deposito di materiali vegetali o di origine antropica. Restano però presenti i materiali ostruttivi nella porzione di alveo a monte delle suddette opere, fino all'attraversamento stradale posto a 420 metri di quota: la mancata manutenzione dell'alveo potrebbe provocarne il trasporto a valle, con conseguente intasamento delle opere descritte. Il tratto di alveo che va dalle prime abitazioni fino alla Strada Statale è completamente arginato e presenta del materiale ostruente di origine antropica. Il dimensionamento del tombotto che convoglia le acque della valle Muradella sotto la strada provinciale ex strada statale n. 469, è appena sufficiente allo smaltimento della portata in condizioni di perfetta manutenzione e pulizia dell'alveo: la presenza di materiale ostruttivo potrebbe determinarne l'ostruzione.

Le tre vallette che scendono dal "Corno di Predore" – "Punta Alta" e dalla località "Piei" non presentano particolari problematiche idrogeologiche. Si sottolinea tuttavia anche in questo caso la necessità di una manutenzione accurata al fine di rimuovere l'ostruzione vegetale presente per evitare l'ostruzione dei tombotti che attraversano la strada.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Su tutto il reticolo minore, come rappresentato nelle cartografie del PAI e del RIM, deve essere focalizzata l'attenzione e l'impegno per una corretta e doverosa manutenzione e pulizia, dai detriti e dai vegetali, per la prevenzione delle possibili occlusioni dei tombotti di attraversamento.



Figura 61 - Localizzazione degli attraversamenti lungo la strada provinciale: Valle Duogo, Valle Trojana, Valle Macia



Figura 62 - Localizzazione degli attraversamenti lungo la strada provinciale: Valle Pergole, Valle Fornace, Valle Planezzo



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 63 - Localizzazione degli attraversamenti lungo la strada provinciale: Valle Muradella



Figura 64 - Rappresentazione del reticolo minore dove si segnalano, anche solo localmente, situazioni di erosioni, occlusioni o scarsa manutenzione dell'alveo (v. anche foto 21)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Figura 65 - Localizzazione degli attraversamenti lungo la strada provinciale: Valle del Corno, Valle de la Ert, Valle delle Fontane

Il complesso e articolato reticolo idrico comunale presenta potenziali problemi di polizia idraulica direttamente legati a più fattori: il primo fattore è che i piccoli torrenti scesi dalla fascia collinare, attraversando il territorio comunale a tratti completamente artificializzati e/o intubati, diventano dei canali di raccolta delle acque meteoriche e degli scarichi; il secondo fattore è la presenza della Strada Provinciale, con i numerosi tombotti che la attraversano: questi “canali” necessitano di manutenzione ordinaria e costante. La parziale ostruzione, in particolare in corrispondenza degli attraversamenti stradali favorisce infatti sia il ristagno di acque meteoriche sia un motivo di esondazione degli stessi torrenti dal proprio alveo naturale a monte e **lungo la Strada Provinciale**, in caso di eventi meteorici catastrofici e di straordinaria intensità.

Si ribadisce che nei paragrafi precedenti sono state rappresentate le aree anche puntuali in corrispondenza delle quali sono state rilevate o segnalate le principali criticità di pericolosità idraulica **al momento della redazione del presente documento**, che dovrà essere aggiornato costantemente e verificato nei contenuti in funzione della naturale evoluzione territoriale e delle previste o prevedibili espansioni urbanistiche, nonché delle azioni e delle opere previste e/o che verranno realizzate a mitigazione del rischio idraulico del territorio.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE

Il r.r. 8/2019, all'art. 14, comma 8, lettera b, numero 2, specifica che il documento semplificato del rischio idraulico debba fornire *“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”*, eventualmente in collaborazione con il gestore del servizio idrico integrato, nonché, al numero 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”*; queste ultime, in particolare, *“sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale”*.

### Misure strutturali

Sulla base delle descrizioni e delle considerazioni sopra riportate, si propongono alcuni interventi per la mitigazione del rischio idraulico e/o il controllo degli effetti delle acque meteoriche o sotto-superficiali.

In gran parte comunque ci si riferisce a proposte già descritte in documenti e studi già in possesso dell’Amministrazione Comunale, sia per quanto riguarda il reticolo principale sia per quanto riguarda il reticolo minore e le situazioni localizzate di difficoltà di drenaggio, oggetto anche di considerazione nei paragrafi precedenti, alle quali comunque si rimanda.

In questa sede, si forniscono solo indicazioni generali sull’ubicazione e sulla possibile tipologia delle opere idonee alla mitigazione del grado di pericolosità idraulica, rimandando ad una successiva fase di approfondimento e di studio, la progettazione, l’esatta collocazione e la tipologia finale delle opere stesse.

Le aree segnalate dovranno essere prioritariamente conservate libere da ogni urbanizzazione, almeno fino alla completa definizione del progetto di mitigazione della pericolosità idraulica.

### Rete di collettamento acque nere/bianche e rete stradale



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Gli interventi sulla rete di collettamento delle acque nere/bianche dovranno essere valutati e concordati con la società che ha in carico la gestione della rete stessa, anche a seguito del puntuale rilievo e della verifica delle condizioni e delle caratteristiche delle condotte che la soc. Uniacque ha recentemente attivato, dei cui esiti si dovrà rendere conto al Comune di Predore, nell'ottica di una fattiva e proficua collaborazione, ciascuno per le proprie competenze.

In particolare si segnala la necessità di provvedere ad una valutazione dell'efficienza delle condotte e del corretto dimensionamento delle stesse, in funzione della progressiva estensione delle aree urbanizzate, nonché delle caratteristiche e posizioni degli sfioratori di troppo pieno.

### Reticolo idrografico di superficie

#### *Torrente Rino*

Gli interventi di riduzione del rischio idraulico lungo il torrente Rino sono sostanzialmente previsti e descritti nello studio e nel progetto del geom. Mario Brignoli del 2012-2014.

Nel tratto a monte della loc. Dessì, lungo l'asta del torrente gli interventi principali possono essere così riassunti:

- allargamento e rettifica delle sezioni idrauliche in corrispondenza dell'attraversamento della strada comunale

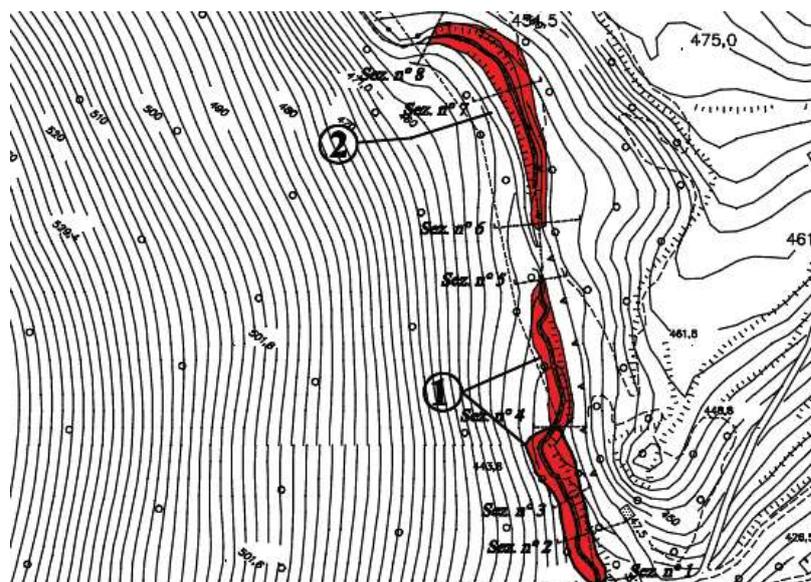


Figura 66 - Tratti d'intervento per l'adeguamento delle sezioni idrauliche (da progetto geom. Mario Brignoli, 2012)



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- manutenzione della briglia in legname e pietrame sotto la loc. Piazzalunga e lavori di ricostituzione, mediante parziale svuotamento, del bacino di raccolta e laminazione a monte e ripristino del corretto flusso idrico all'interno dell'alveo.

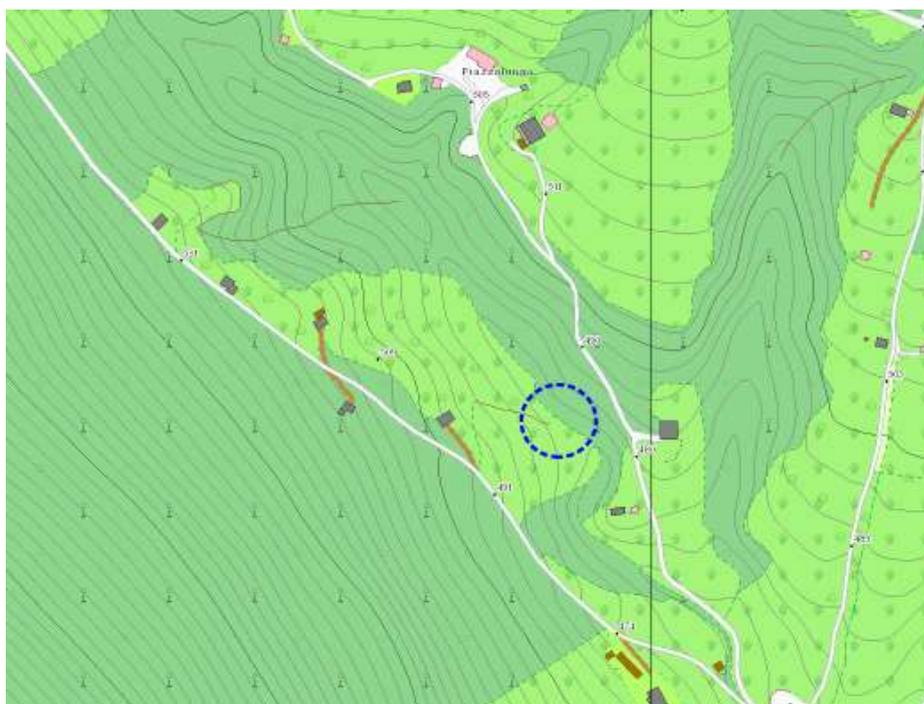


Figura 67 - Ubicazione della briglia in legname e pietrame

Gli interventi sopra descritti possono essere utili per una prima sistemazione del tratto d'alveo considerato; essi tuttavia debbono essere considerati come uno "stralcio" di un **progetto complessivo di sistemazione e di manutenzione dell'intero bacino idrografico del Torrente Rino**, in quanto, anche solo ad un primo esame, risulta che i problemi e le criticità che si riflettono sull'asta principale in molti casi hanno origine nelle scarse condizioni di pulizia e di manutenzione di molti dei torrenti secondari. Infine, rimane comunque aperto il problema delle **condizioni idrauliche di alcuni tratti del fondovalle principale** e di alcune aste secondarie, il cui alveo è stato pavimentato e viene utilizzato come strada di percorrenza per l'accesso alle parti superiori dei bacini: anche in questo caso sarà necessario intervenire per la pulizia e la sistemazione delle aste torrentizie, al fine di ridurre la quantità di materiale solido disponibile in alveo e potenzialmente trasportabile a valle, e per la manutenzione dei versanti e delle coltri vegetali, per aumentare il tempo di corrivazione delle acque meteoriche.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## Il reticolo idrografico minore

Per quanto riguarda il reticolo idrico minore si danno indicazioni generali, in quanto le condizioni rilevate in situazioni spesso localizzate, ma diffuse, fanno ritenere che dovranno essere previste costanti operazioni di controllo e di monitoraggio, soprattutto di **alleggerimento della vegetazione all'interno dell'alveo**, anche nei tratti più a monte rispetto alla strada provinciale, e la rimozione dei materiali eventualmente accumulatisi in alveo e/o nelle vasche di raccolta a seguito degli eventi meteorici, per scongiurare qualsiasi eventualità di intasamento degli imbocchi dei tratti intubati o degli attraversamenti.

Prioritaria è **l'asportazione delle fascine e degli sfalci** impropriamente conferiti sulle sponde e nell'alveo della valle, facilmente rimobilizzabili dalle acque di piena con effetti negativi sull'efficienza delle opere a valle. Ove necessario, dovranno essere messe in atto azioni volte alla sistemazione degli alvei artificializzati delle valli, evitando erosioni, ammaloramenti o la fuoriuscita di acqua dalle sponde o dalle eventuali griglie di raccolta e regimando, con opportuna canalizzazione, le acque di scorrimento superficiali.

In generale, almeno per i tratti delle valli che attraversano il comparto maggiormente urbanizzato, si suggerisce di provvedere ove necessario ad un progetto complessivo di sistemazione dei tratti vallivi e di consolidamento delle sponde, al fine di prevenire il progredire di fenomeni di erosione laterale o di sovralluvionamento.

Dovranno essere eseguite regolarmente azioni di pulizia delle sponde, oltre al monitoraggio nelle zone di confluenza tra valli o nel lago in modo da evidenziare l'insorgere di eventuali fenomeni erosivi ed eventualmente adeguare la sezione idraulica e il profilo di fondo.

\*\*\*

Oltre alle indicazioni sopra elencate, è necessario segnalare l'indispensabile opera di manutenzione della rete di raccolta delle acque meteoriche, con la verifica dell'efficacia e dell'efficienza di ogni singola caditoia e di ogni singola griglia, che dovrà essere pulita ed eventualmente sostituita ogni qualvolta necessario.

Le operazioni di verifica, controllo e monitoraggio dovranno essere messe in atto anche nei confronti delle vie preferenziali di deflusso delle acque superficiali raccolte e smaltite dalle superfici impermeabilizzate, controllandone le direzioni, le diversioni, le modifiche dei tracciati e i conferimenti, intervenendo prontamente ove necessario, anche preventivamente.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## Misure non strutturali

Il Comune di Predore, stante la situazione in essere, in via di autotutela e cautelativamente, ha inserito nella regolamentazione dello strumento urbanistico, le prescrizioni contenute nello studio geologico comunale, per il quale tutti gli interventi previsti sul territorio comunale sono soggetti alle norme contenute nella “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT” ai sensi della L.R. 12/2005. Il Documento di Piano individua in conformità con la “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT” le aree non soggette a trasformazioni per ragioni idrogeologiche ed idrauliche.

**In generale, gli interventi di trasformazione del territorio che ricadono nelle aree a rischio idraulico indicate nello studio geologico e/o nel presente documento dovranno essere supportati da uno studio idraulico/idrogeologico di dettaglio che confermi la compatibilità dell'intervento con lo studio e indichi le opere per la sicurezza e la difesa del suolo eventualmente necessarie.**

\*\*\*

Sulla base del quadro delle conoscenze acquisite alla morfologia e al grado di fragilità idraulica del territorio vengono infine avanzati alcuni indirizzi – relativamente alla progettazione edilizia ed urbanistica – rivolti al controllo e alla mitigazione della pericolosità idraulica sull'intero territorio comunale, secondo le indicazioni generali contenute nel regolamento regionale, al quale naturalmente si rimanda.

L'esatta definizione e la scelta degli interventi di mitigazione del rischio idrologico-idraulico alla scala di ogni singolo progetto edilizio o urbanistico sarà oggetto di specifica progettazione da eseguire negli stadi più avanzati della pianificazione urbanistica e contemporaneamente alla progettazione edilizia: di seguito dunque si forniranno alcune indicazioni generali, senza privilegiare in questa sede alcune soluzioni a scapito di altre.

In linea generale, tuttavia, ogni intervento dovrà rispettare le prescrizioni di seguito elencate e quanto descritto e/o prescritto nel regolamento regionale n. 8/2019 e relativi allegati.

Lo studio idrologico-idraulico dovrà contemplare in modo unitario tutti gli ambiti di trasformabilità o almeno quelli che formano degli agglomerati contermini, pertanto le misure di mitigazione andranno previste globalmente, avendo a riferimento un ambito più ampio del singolo lotto di intervento e consultando se ritenuto necessario il gestore del servizio idrico integrato competente per opportuni suggerimenti.

È fondamentale altresì che l'intervento non si concentri unicamente alla contingente modificazione del territorio di prossima attuazione, ma che risolva anche i problemi strutturali d'ambito delle opere idrauliche



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



contermini. Ciò non significa che sia obbligatorio sostituire opere esistenti con altre di maggiore efficacia, ma che le opere di mitigazione consentano sia la risoluzione delle problematiche dell'ambito interessato, sia il non aggravamento delle condizioni idrauliche preesistenti delle zone contermini o delle opere idrauliche contermini.

Le opere di mitigazione dovranno altresì non essere di ostacolo per la futura realizzazione di altre opere di sistemazione idraulica (di iniziativa pubblica o privata) ed anzi costituire le basi di sicurezza idraulica anche per linee di sviluppo urbanistico futuro.

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica, in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene riducendo ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi meteorici.

**In termini generali** (e non esaustivi), gli invasi necessari a laminare le portate di piena potranno essere realizzati secondo le modalità descritte di seguito, principalmente attraverso i sistemi sottoelencati:

- invasi superficiali;
- vasche di laminazione o sistemi di stoccaggio sotterranei, collegati alla rete di scolo per mezzo di un manufatto che limiti le portate scaricate;
- condotte sovradimensionate.

Si possono prevedere inoltre:

- coperture a verde;
- recupero e riciclo dell'acqua ad uso irriguo.

Nel caso del territorio di Predore, nelle porzioni di territorio dove venga riscontrata, se possibile mediante misure dirette, una permeabilità di grado medio-alto, in corrispondenza dei terreni costituiti da materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi alluvionali/fluvioglaciali o detritici a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, in prima analisi si considera la possibilità di infiltrare i deflussi nel sottosuolo attuando le diverse tipologie di intervento proposte di seguito.

Gli obiettivi del modello di sviluppo sostenibile adattato al drenaggio urbano secondo Parkinson (1999), sono riassumibili come segue:

- sviluppare sistemi di drenaggio che prevengano allagamenti locali;
- progettare sistemi di collegamento capaci di prevenire il degrado o l'inquinamento del bacino contribuente, del suolo e del sottosuolo e dei recettori che raccolgono gli scarichi del sistema di raccolta delle acque luride e meteoriche;



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- minimizzare l'utilizzo delle risorse naturali e prevedere un corretto inserimento delle strutture, sempre finalizzato alla valorizzazione del paesaggio e alle aspettative della comunità esistente;
- mantenere un adeguato fattore di sicurezza nei confronti dell'igiene ambientale e della salute pubblica.

Il principio di base è quello di ridurre e attenuare il deflusso che raggiunge il corpo recettore, promuovendo sia lo sviluppo di processi depurativi sia il loro riutilizzo. Per il conseguimento degli obiettivi di tutela ambientale i provvedimenti da mettere in atto possono essere raggruppati secondo lo schema seguente:

A. Controllo alla sorgente:

provvedimenti non strutturali:

- miglioramento della pulizia stradale;
- manutenzione dei dispositivi drenanti;
- ricerca ed eliminazione di scarichi abusivi;

provvedimenti strutturali:

- caditoie e pozzetti infiltranti;
- percorsi drenanti;
- pavimentazione infiltrante

B. Controllo in fase di collettamento:

provvedimenti strutturali:

- depressioni erbose
- strisce drenanti

C. Controllo allo scarico:

provvedimenti strutturali:

- bacini di infiltrazione;
- bacini asciutti di detenzione;
- bacini umidi di ritenzione.

La scelta da adottare in fase di realizzazione deve prendere in esame i seguenti fattori:

- uso del suolo;



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it  
PEC: studio.hattusas@pec.it  
WEB: www.hattusas.it



- densità edilizia;
- sensibilità del corpo idrico recettore;
- profondità della superficie freatica;
- permeabilità del suolo.

Si ricorda, inoltre, che le principali fonti di inquinamento delle acque sono:

- precipitazioni atmosferiche secche
- erosione dei rivestimenti delle superfici (tetti, strade, parcheggi), con produzione di materiale di varia natura (limo, sabbia, bitume, metalli pesanti, residui di vernici)
- trasporto di residui di vegetazione (foglie, polline, etc.);
- traffico urbano (residui di combustione, quali ossidi di carbonio e azoto, piombo, metalli, perdite di benzina e lubrificanti, residui di pneumatici, etc.);
- scarichi vari di origine antropica (carta, vetro, materie plastiche) o animale (escrementi);
- risospensione degli inquinanti che si accumulano in fognatura in tempo secco.

Le maggiori concentrazioni e portate massicce di inquinanti (BOD, SS e COD) si rilevano generalmente in corrispondenza dell'inizio della piena (fenomeno cosiddetto "*first foulflush*"); tuttavia diverse campagne di misura hanno evidenziato la presenza di picchi di concentrazione susseguenti a quelli della portata.

La variabilità delle caratteristiche degli inquinanti dipende da:

- uso e morfologia del suolo;
- metodiche di effettuazione (manuale, meccanica, aspirazione, ecc.) e cadenza della eventuale pulizia delle strade;
- caratteristiche dell'evento meteorico (forma dello ietogramma, valore massimo dell'intensità, durata, periodo di tempo secco antecedente).

Le tipologie di dispositivi infiltranti possono essere suddivise in infiltrazione diretta, quali:

- caditoie e pozzetti filtranti;
- percorsi drenanti;
- filtri erbosi;
- depressioni erbose;
- strisce filtranti;

e infiltrazione indiretta, quali:

- pavimentazioni porose;
- trincee drenanti;
- filtri sabbiosi;



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- serbatoi infiltranti.

I primi hanno il compito di disperdere direttamente nel sottosuolo le acque di dilavamento meteorico, le seconde di invasarle per poi filtrarle. I dispositivi di infiltrazione diretta permettono all'acqua di ruscellamento di percolare nel terreno vicino al punto di caduta; l'infiltrazione per stoccaggio deve essere in grado di invasare l'intero deflusso.

**In fase di attuazione degli interventi** dovrà essere effettuato uno **studio di compatibilità idraulica di dettaglio** che ne verifichi le puntuali condizioni di permeabilità del terreno e di profondità della falda.

In fase progettuale inoltre dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- prediligere, nella progettazione delle superfici impermeabili, basse pendenze e rendere più densa la rete di punti di assorbimento (chiusini, canalette di drenaggio, grigliati);
- le acque inquinate di prima pioggia provenienti dalle aree di sosta, transito e manovra degli automezzi dovranno essere destinate ad un disoleatore prima della consegna finale al corpo recettore o alla batteria di pozzi perdenti;
- negli interventi dove è prevista la predisposizione della rete di acque bianche, abbondare nei volumi interrati, sovrastimando le condotte, allo scopo di ottenere un effetto di invaso;
- prevedere la realizzazione di bacini di invaso da ricavarsi mediante depressioni nelle aree a verde opportunamente individuate e adeguatamente sagomate;
- il recapito nel recettore finale dovrà avvenire mediante pozzetto con bocca tarata per la limitazione della portata scaricata;
- si dovrà assicurare la continuità delle vie di deflusso tra monte e valle delle strade di nuova realizzazione mediante la realizzazione di scoline laterali e opportuni manufatti di attraversamento. Si dovrà altresì evitare lo sbarramento delle vie di deflusso in qualsiasi punto della rete drenante allo scopo di evitare il formarsi di zone di ristagno idrico.

In generale tutte le porzioni di territorio dove sussista il rischio di allagamento o di ristagno **idrico in base alla consultazione degli studi idraulici di dettaglio e delle fonti informative disponibili o a seguito di segnalazioni o verifiche successive alla data di redazione del presente documento**, andranno recepite agli atti comunali e rese note alla popolazione.

La perimetrazione degli ambiti sopra citati andrà recepita nel piano di protezione civile comunale, e quindi trasmesso ai gruppi di protezione civile che in conseguenza adotteranno misure di prevenzione e protezione adeguate.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Quando possibile** si consiglia di implementare le tecniche di stoccaggio temporaneo di acqua proveniente dai tetti per il riutilizzo successivo a fini di irrigazione o altro (esempio: per utilizzo industriale, ricarica dei WC o per prevenzione incendi).

\*\*\*

Quali riferimenti generali per le soluzioni da adottare per il controllo e la mitigazione della pericolosità idraulica e per il rispetto del principio dell'invarianza idrologica e idraulica, oltre al fondamentale regolamento regionale 8/2019 (ex r.r. 7/2017) e relativi allegati, al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento e chiarimento normativo, tecnico e procedurale, i seguenti documenti, non certo esaustivi, ma utili per la scelta della tipologia delle opere da realizzare:

- Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Gruppo CAP, “Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile”;
- Regione Lombardia, ERSAF ed al., “Gestione sostenibile delle acque urbane. Manuale di drenaggio urbano”;
- Provincia Autonoma di Bolzano, “Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche”;
- Comune di Firenze, IRIDRA, “Migliori pratiche per la gestione sostenibile delle acque in aree urbane”;
- Comune di Verona, “Prontuario per la mitigazione ambientale. Componente idraulica”;
- Comune di Reggio Emilia, “Linee guida per la gestione delle acque meteoriche”.



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [studio.hattusas@pec.it](mailto:studio.hattusas@pec.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## CONCLUSIONI

Il presente studio costituisce il documento semplificato del rischio idraulico per il territorio di comunale di Predore, in ottemperanza delle prescrizioni di cui all'art. 14 del r.r. 8/2019.

Il lavoro contemplato ha previsto l'esame della documentazione esistente, il colloquio e il confronto con l'Ufficio Tecnico comunale, la ricognizione storica sugli eventi di criticità idrogeologica e l'effettuazione di controlli mirati su tutto il territorio comunale.

Le basi cartografiche utilizzate sono state sovrapposte ai rilievi disponibili del sistema fognario, al quadro dei dissesti vigente, alle cartografie regionali, provinciali e comunali, per l'esame delle condizioni morfologiche e agevolare la possibilità di individuare le possibili aree di espansione dei fenomeni di dissesto idrogeologico e allagamento potenziale.

Le aree a rischio sono state descritte sommariamente con l'indicazione delle possibili soluzioni o interventi e dovranno essere monitorate, verificate e controllate nel tempo; le segnalazioni e le indicazioni presentate sono relative a quanto documentato e raccolto nel corso delle indagini e negli incontri dedicati alla produzione del presente documento e non intendono essere esaustivi in quanto dipendenti dall'evoluzione e dalla dinamica territoriale e dunque passibili di riverifica ed eventuale implementazione.

Grassobbio, 15 novembre 2019

Dott. Geologo Fabio Plebani  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884

Dott. Geologo Andrea Gritti  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461

Dott. Nat. Marcello Mutti  
Iscrizione AIN - RNSE n. 150

Dott. Geologo Simone Cocchi  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1678AP