



ALTO LURA S.R.L.
Via Toti, 4 - 22070 Bulgarograsso (CO)

REGOLAMENTO REGIONALE N. 7 del 27 Novembre 2017 Documento semplificato del rischio idraulico comunale.

Comune di COLVERDE (CO)

RELAZIONE TECNICA

L'INCARICATO:

Ing. Giacomo Galimberti



Collaborazione:



Dott. in Ing. Fulvio Macor

Dott. Ing. Fabio Tagliabue



Dott. Geol. Stefano Frati

Dott. Geol. Casartelli Micaela

CODICE **COL.b** | REVISIONE **00** | SCALA **--**



INDICE	DATA	MODIFICHE	EMISS.	CONTR.	APPROV.
00	Nov. 2018	Emissione	--	--	--

 **ING. GIACOMO GALIMBERTI**
22070 Casnate con Bernate (CO)
tel. +338 39 30 407
email galimberti.giacomo@gmail.com

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA IN LOMBARDIA	5
2.1	Il regolamento regionale n. 7/2017	5
2.2	Ambiti territoriali di applicazione e valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile	7
2.3	Disapplicazione temporanea	9
2.4	Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico e il Documento semplificato del rischio idraulico	10
2.4.1	Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico	10
2.4.2	Il documento semplificato del rischio idraulico comunale	11
3	INQUADRAMENTO E CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE ALLA SCALA COMUNALE	13
3.1	Caratteristiche generali	13
3.2	Geologia	13
3.3	Idrogeologia	14
3.4	Componente geologica del PGT	15
4	STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO	16
4.1	Idrologia.....	16
4.1.1	LSPP ARPA Lombardia.....	16
4.2	Ambito territoriale	17
4.3	Reticolo idrografico principale e minore	17
4.3.1	Il progetto strategico di sottobacino del torrente Lura	18
4.3.2	Lo studio del reticolo idrografico minore (RIM).....	19
4.3.3	Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	19
4.3.4	Altri studi o modellazione idrauliche sui corsi d'acqua.....	20
4.4	Sintesi dei criteri di analisi.....	21
4.4.1	Carta della capacità di infiltrazione dei terreni.....	21
4.4.2	Carta delle criticità idrogeologiche e sul reticolo idrografico	22
4.5	Reticolo di drenaggio fognario	22
4.5.1	PUGSS	23
4.5.2	Rilievo della rete meteorica / mista.....	23
4.5.3	Altri studi o modellazioni della rete di drenaggio fognaria.....	23
4.6	Allagamenti segnalati.....	28
4.7	Descrizione delle criticità	34
5	INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	36

5.1	Valutazioni in merito al rispetto del principio di invarianza.....	36
5.2	Criteri per l'identificazione delle misure a livello comunale	38
5.3	Misure strutturali	42
5.4	Aree da destinare agli interventi	44
6	INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI	45
6.1	Principali tipologie di interventi non strutturali	45
6.1.1	Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione.....	45
6.1.2	Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science.....	46
6.1.3	Sistemi di monitoraggio ed allerte.....	48
6.1.4	Piani e studi di approfondimento	48
6.1.5	Difese temporanee	49
6.1.6	Pannelli a messaggio variabile	52
6.2	Misure non strutturali individuate	53

1 PREMESSA

L'art. 7 della Legge Regionale n°4 del 15 marzo 2016 ha previsto che, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscano il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo. Regione Lombardia si è pertanto dotata di una legge che introduce i concetti basi del deflusso urbano sostenibile, per ridurre i fenomeni di allagamento urbano, contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici recettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e per ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo Regione ha quindi emanato apposito regolamento che definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della stessa l.r. 12/2005, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica.

Il regolamento regionale, come nel seguito verrà meglio specificato, prevede la redazione da parte dei Comuni di appositi studi per la gestione del rischio idraulico per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o insufficienza della rete fognaria. Se l'analisi non comprende la modellazione idrodinamica del territorio comunale si perviene ad uno studio di minor dettaglio denominato "documento semplificato del rischio idraulico comunale". Il medesimo regolamento prevede che i gestori del servizio idrico integrato supportino i Comuni nello sviluppo di tali studi. In quest'ottica Alto Lura s.r.l. ha incaricato lo scrivente della redazione del documento semplificato per quei Comuni, all'interno dell'agglomerato di competenza, che hanno sottoscritto apposita convenzione.

La presente relazione illustra le attività svolte per la redazione del documento semplificato del rischio idraulico comunale ed i risultati ottenuti. Nella prima fase sono state individuate le criticità riportate negli strumenti urbanistici e segnalate dai tecnici comunali. Tali primi risultati sono stati raccolti ed esposti nel Report di sintesi prodotto a fine agosto 2018. La seconda fase ha riguardato l'effettuazione di sopralluoghi, la verifica delle criticità e la proposta di interventi strutturali e non strutturali per la risoluzione delle interferenze.

L'individuazione delle misure strutturali è stata condotta analizzando dapprima le varie tecnologie disponibili per il drenaggio urbano, sia di tipo tradizionale che di tipo "sostenibile", e quindi scegliendo le soluzioni più adatte in funzione delle caratteristiche del territorio e degli allagamenti. Gli aspetti geologici ed idrogeologici sono stati desunti dallo studio condotto dai Geol. Stefano Frati e Casarteli Micaela.

In particolare sono stati considerati i seguenti fattori:

- spazio disponibile
- tracciato della rete fognaria mista / bianca
- soggiacenza della falda
- capacità di infiltrazione dei suoli.

Anche per le misure non strutturali si è proceduto in modo analogo, individuando le possibili tecnologie e quindi scegliendo le più adatte in funzione delle caratteristiche del territorio e dei fenomeni di allagamento.

Poichè la redazione del documento, secondo l'impostazione del RR 7/2017, è basata sulla ricognizione delle informazioni già esistenti, i risultati ottenibili sono ovviamente dipendenti dalla qualità dei dati di base e dalle conoscenze storiche in capo ai comuni e gestore della rete.

Per i comuni inseriti nell'ambito A ad alta criticità idraulica permane l'obbligo di redazione del documento completo di gestione del rischio idraulico comunale, da recepirsi negli strumenti di pianificazione, pertanto le risultante e le proposte del presente studio potranno costituire la base di partenza per la redazione del documento completo, che, tramite il rilievo e la modellazione numerica della rete fognaria di drenaggio, consentirà l'individuazione più puntuale e certa delle misure strutturali e non strutturali.

2 INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA IN LOMBARDIA

Il regolamento sull'invarianza idraulica ed idrologica, previsto all'art. 58 bis della LR 12/2005, è stato pubblicato sul Supplemento n. 48 del BURL di lunedì 27 novembre 2017, in vigore dal giorno successivo. Si tratta del Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)".

2.1 Il regolamento regionale n. 7/2017

Al fine di prevenire e di mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale, il [Regolamento Regionale n. 7/2017](#) definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, definendo i criteri e i metodi per il loro recepimento negli strumenti urbanistici ed i regolamenti edilizi comunali, nonché le modalità ed i contenuti dei progetti di invarianza idraulica ed idrologica.

Il [Regolamento Regionale 7/2007](#), in estrema sintesi, individua:

1. gli ambiti territoriali di applicazione, differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
2. il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
3. le modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26, nonché tra le disposizioni del regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa l.r. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica;
4. le misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi;
5. le indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano (si veda in particolare l'allegato L al regolamento);
6. i meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile;
7. la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di invarianza idrologica ed idraulica previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare a tali principi.

La norma definisce quindi i seguenti concetti:

- **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;

- **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;
- **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;
- **acque pluviali:** le acque meteoriche di dilavamento (escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle superfici elencate dal Regolamento Regionale 4/2006), a cui applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica e i vincoli allo scarico definiti dal RR 7/2017.

Il regolamento regionale incoraggia l'uso dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile e nell'allegato L contiene esempi e buone prassi che è possibile adottare per il perseguimento degli obiettivi di invarianza idraulico-idrologica.

Gli interventi richiedenti le misure di invarianza sono elencati all'art. 3 del RR 7/2017, in particolare nell'ambito degli interventi edilizi di cui all'articolo 3 comma 1 lettere d), e) ed f) del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi del regolamento regionale, gli interventi di:

- nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica sono da prevedere sia per interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti sul territorio, sia per nuove sedi stradali o di parcheggio, con riferimento alle componenti che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'impermeabilizzazione. Le corrispondenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono da calcolare in rapporto alla superficie interessata da tali interventi.

La riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione. Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una modifica della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione (superficie di trasformazione) e non all'intero lotto, come mostrato nella figura seguente.

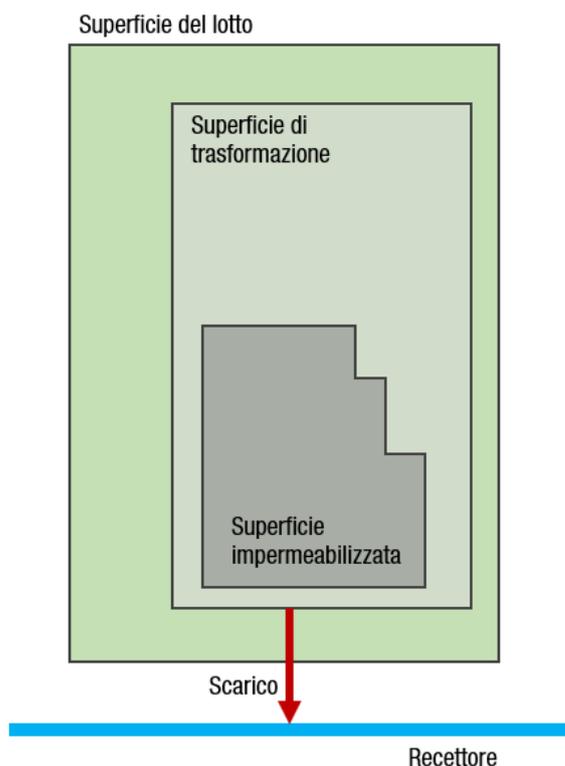


Figura 1: Schema delle superfici da considerare per il calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica [ridisegnato da Masseroni D. et Al, 2018]

Gli interventi soggetti all'applicazione del regolamento regionale devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati. Diversamente, più interventi indipendenti, ma tra loro contigui, possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; a tal fine, la classe di intervento di cui all'articolo 9 del RR 7/2017 considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica possono essere applicate anche all'edificato e alle infrastrutture esistenti non vincolate al rispetto delle prescrizioni del regolamento regionale.

2.2 Ambiti territoriali di applicazione e valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile

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

1. delle caratteristiche delle aree di formazione del deflusso e di possibile scarico delle acque meteoriche;
2. dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio delle aree urbane, extraurbane, di pianura o di collina.

Il territorio regionale è quindi suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, secondo l'elenco dell'allegato B del RR 7/2017:

- aree **A**, ovvero ad alta criticità idraulica;
- aree **B**, ovvero a media criticità idraulica;
- aree **C**, ovvero a bassa criticità idraulica.

I comuni appartenenti a ciascuna tipologia di area sono individuati nell'allegato C al RR 7/2017. Nell'immagine seguente è mostrata la suddivisione del territorio lombardo nei tre ambiti di criticità A, B e C.

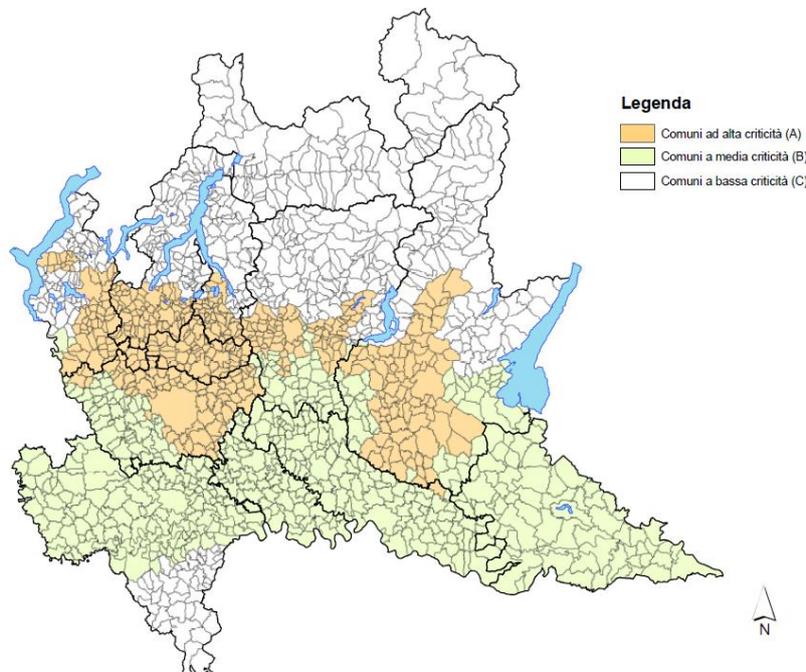


Figura 2: Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l'allegato B al RR 7/2017

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

- per le aree A: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile;
- per le aree B: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile;
- per le aree C: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

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

I limiti alle portate di scarico potranno essere ottenuti mediante l'adozione di sistemi finalizzati prioritariamente a favorire l'attenuazione della formazione dei deflussi meteorici a monte del loro scarico nel corpo ricettore, attraverso misure locali incentivanti l'evapotraspirazione, il riuso, l'infiltrazione.

Nel caso in cui, nonostante il ricorso ai sistemi di ritenzione e detenzione per l'attenuazione della formazione del deflusso, sia comunque necessario realizzare lo scarico delle acque meteoriche nel corpo ricettore, il medesimo scarico deve avvenire, nel rispetto dell'ordine di **priorità** seguente, a valle di invasi dimensionati opportunamente per rispettare le portate imposte dai valori massimi ammissibili:

- riuso dei volumi stoccati
- infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche

geologiche ed idrogeologiche del territorio;

- scarico in corpo idrico superficiale;
- scarico in fognatura.

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

2.3 Disapplicazione temporanea

La Giunta Regionale, con D.G.R. n. 248 del 28/6/2018, ha modificato il regolamento regionale 7/2017 sull'invarianza idraulica e idrologica, introducendo una disapplicazione temporanea del regolamento stesso per alcune fattispecie di interventi.

Nel dettaglio, la Giunta ha introdotto il comma 3 bis all'art. 17, che recita quanto segue:

“Il termine di cui al comma 3 è differito di 9 mesi, decorrenti dalla data di pubblicazione sul BURL del regolamento recante “Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio))”, per le istanze di permesso di costruire o per le segnalazioni certificate di inizio attività o per le comunicazioni di inizio lavori asseverate, presentate tra la scadenza del termine di cui al comma 3 ed entro il termine di 9 mesi di cui al presente comma, relative agli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera a), limitatamente ai soli ampliamenti, nonché agli interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettere b) e c).”

ANCI Lombardia con Circolare 203/18 del 4 luglio 2018 ha condiviso con gli uffici regionali competenti una nota di chiarimento sulla disapplicazione temporanea in cui specifica quanto di seguito riportato.

Sono tenuti all'applicazione del regolamento regionale 7/2017 gli interventi di cui al seguente elenco, per i quali l'istanza di permesso di costruire o la segnalazione certificata di inizio attività o la comunicazione di inizio lavori asseverata sia presentata in una data tra il 27/5/2018 e il 3/4/2019 (9 mesi a partire dal giorno successivo alla pubblicazione sul BURL del Regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7):

- Ampliamento [così come definito dall'art. 3, comma 1, lettera e.1) del DPR 380/2001];
- Ristrutturazione edilizia [così come definito dall'art. 3, comma 1, lettera d) del DPR 380/2001, limitatamente ai casi indicati nell'art. 3 del regolamento regionale 7/2017, e pertanto ai casi in cui sia prevista la “demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente”];

- Ristrutturazione urbanistica [così come definita dall'art. 3, comma 1, lettera f) del DPR 380/2001]. A partire dal 4/4/2019, tali interventi sono nuovamente sottoposti all'obbligo di applicazione.

La disapplicazione non riguarda gli interventi di cui al seguente elenco, per i quali il regolamento regionale 7/2017 è applicato a partire dal 28 maggio 2018:

- Nuova costruzione [così come definita dall'art. 3, comma 1, lettera e) del DPR 380/2001, con l'esclusione della fattispecie di ampliamento di cui sopra];
- Nuove infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, nonché il riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti sul territorio (per riassetto e adeguamento si intendono gli interventi volti alla sostituzione dell'esistente infrastruttura viaria o sua pertinenza o parcheggio; sono esclusi gli interventi di manutenzione ordinaria);
- Pavimentazioni e finitura di spazi esterni, anche per aree di sosta, così come definiti dall'art. 6, comma 1, lettera e-ter) del DPR 380/2001, qualora tali interventi riducano la permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione (unica tipologia di interventi rientranti nell'attività di edilizia libera di cui all'art. 6, comma 1 del DPR 380/2001 che sono tenuti all'applicazione del regolamento regionale 7/2017).

Per maggiore chiarezza si specifica che non ricadono nell'ambito di applicazione del Regolamento regionale 7/2017 gli interventi di cui all'art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del DPR 380/2001.

Le scadenze relative agli adempimenti in capo ai Comuni non sono oggetto di proroga né di disapplicazione.¹

2.4 Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico e il Documento semplificato del rischio idraulico

Per tutti i comuni (area A, B e C) è previsto il recepimento del RR 7/2017 nel Regolamento Edilizio Comunale e la redazione del [documento semplificato del rischio idraulico](#) comunale entro 9 mesi, quindi entro il 27 agosto 2018. Qualora non venisse recepito per tempo nel Regolamento Edilizio, trascorsi 6 mesi dalla pubblicazione (27 maggio 2017), il Regolamento Regionale sull'invarianza troverà comunque applicazione nella formulazione pubblicata.

Per i comuni nelle aree ad alta e media criticità è inoltre prevista la redazione dello [Studio comunale di gestione del rischio idraulico](#) (art. 14 comma 7) entro i tempi previsti per l'adeguamento alla L.R. 31/2014 "Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato", all'interno della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (delimitazione delle aree soggette ad allagamento) e nel Piano dei Servizi (individuazione delle misure strutturali). È inoltre facoltà dei comuni redigere unicamente lo studio comunale di gestione del rischio idraulico qualora lo stesso sia redatto entro il termine indicato per il documento semplificato.

2.4.1 Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico

Ai sensi dell'art. 14 comma 7 del RR 7/2017 lo [studio comunale di gestione del rischio idraulico](#)

¹ Stralcio dalla Circolare ANCI 203/2018

contiene la determinazione 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, lo studio contiene, ai sensi dell'art. 14 "Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica" i seguenti punti:

1. la definizione dell'**evento meteorico di riferimento** per periodo di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
2. l'individuazione dei **ricettori** che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
3. la delimitazione delle **aree soggette ad allagamento** (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria;
4. la **mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico** (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;
5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle **misure strutturali**, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle **misure non strutturali** ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale;
6. l'individuazione delle **aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica**, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure.

11

54

Per la corretta definizione dei punti sopra indicati, il Regolamento prevede che il comune rediga lo studio idraulico relativo all'intero territorio comunale con le seguenti modalità:

- effettuazione della **modellazione idrodinamica** del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento.
- **utilizzo del Database Topografico Comunale (DBT)** e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo **Lidar**; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;
- valutazione della **capacità di smaltimento dei reticoli fognari** presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;
- valutazione della **capacità di smaltimento dei reticoli ricettori** di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;
- individuazione delle aree in cui si accumulano le acque, provocando allagamenti.

2.4.2 Il documento semplificato del rischio idraulico comunale

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:

- la **delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale**, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4 dell'articolo 14 del RR 7/2017, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;
 - **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;
 - **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;
- b) le misure strutturali sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;
- c) le misure non strutturali sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

3 INQUADRAMENTO E CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE ALLA SCALA COMUNALE

3.1 Caratteristiche generali

Il territorio del comune di Colverde ha una superficie di circa 8,58 km² composta dai territori dei comuni di Drezzo, Gironico e Parè, giunti a fusione nel 2014. La popolazione è di circa 5'400 abitanti e un'altimetria che varia dai 322 m s.l.m. ai 414 m s.l.m. La topografia dei luoghi degrada da nord verso sud est.

3.2 Geologia

Il territorio comunale di Colverde, che comprende le frazioni di Drezzo, Gironico e Parè, è situato nell'ambito delle colline che si sviluppano ad ovest di Como.

Il substrato roccioso pre-quadernario è rappresentato dalla Gonfolite Lombarda, qui costituita dalla facies conglomeratica, con intercalazioni arenacee. Si tratta di un deposito molassico del-tizio di origine fluvio-marina e di età oligo-miocenica, costituito da conglomerato, con elementi di provenienza alpina, molto cementato da matrice -in genere silicea-, talora in alternanza con arenarie (molasse) e argille marnose. Il massiccio gonfolitico è interessato da fratturazioni e fessurazioni, che caratterizzano soprattutto la facies conglomeratica, data la sua notevole rigidità; gli interstrati molassici presentano, invece, una tenacità assai minore e sono spesso ridotti ad un ammasso incoerente.

Il substrato roccioso è ricoperto per gran parte del territorio in esame da depositi di origine glaciale, riferibili alle fasi wurmiane più recenti.

Tali depositi affiorano nella parte nord-occidentale del comune di Colverde, costituendo i versanti che da Drezzo degradano verso la Val Mulini, la dorsale in prossimità della S.P. 17 Parè-Gironico, nonché l'area meridionale di Gironico.

Litologicamente, sono costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice, limi sabbiosi con ghiaia e blocchi, sabbie limose. Si tratta di terreni fini generalmente consolidati e sovraconsolidati, con caratteristiche geotecniche da medie a buone, comunque variabili in funzione della litologia locale. La permeabilità è in generale medio-bassa, comunque variabile in funzione dell'abbondanza della matrice limoso-argillosa. Il profilo di alterazione può variare da valori di 1,0-2,5 m fino a 3-4 m.

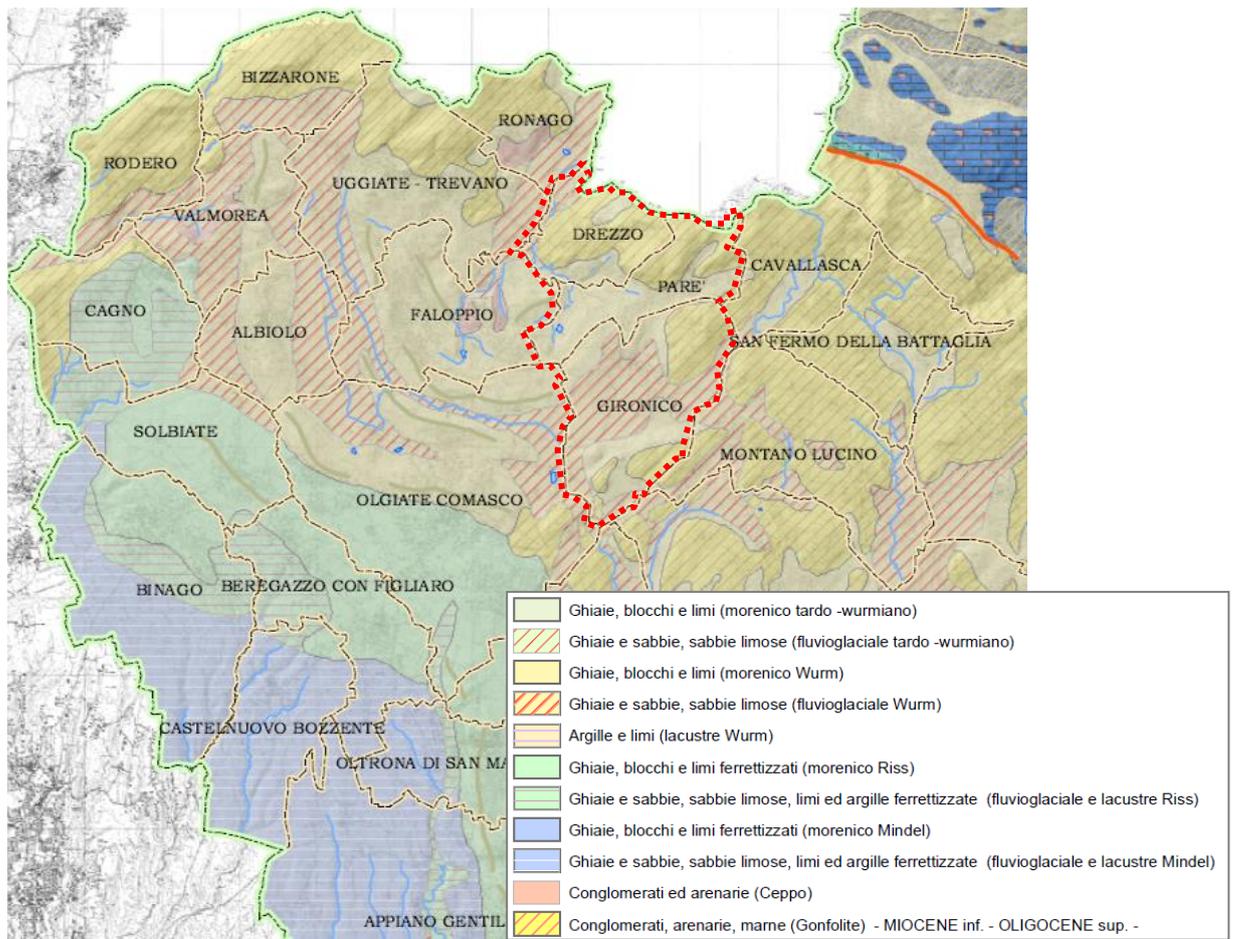


Figura 3: Unità litologiche - PTCP Provincia di Como

Nel settore centrale del territorio comunale, e nella piana di Gironico, affiorano depositi di origine fluvioglaciale, costituiti da ghiaie medie o grossolane, stratificate, a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria. Si tratta di terreni granulari sciolti o mediamente addensati, con buone caratteristiche geotecniche. Il drenaggio delle acque è buono anche in superficie.

Nella porzione più settentrionale del territorio comunale (frazione Drezzo), in corrispondenza della piana della Val Mulini affiorano depositi glacio-lacustri, costituiti da argille, argille limose e torbe, localmente contenenti fossili di molluschi di acqua dolce. Si tratta di terreni fini coesivi normalmente consolidati, con stato di consistenza da tenero a medio; lo scarso drenaggio delle acque favorisce fenomeni di ristagno.

3.3 Idrogeologia

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, la base della serie è rappresentata dal substrato roccioso gonfolitico, costituito da arenarie e marne, con caratteristiche di permeabilità pressoché nulla, rappresenta una soglia all'infiltrazione idrica nel sottosuolo.

L'unità soprastante è rappresentata da limi argillosi varvati, da grigi a giallastri, con intercalazioni lenticolari sabbioso-ghiaiose (Villafranchiano). Si tratta di depositi marini deltizi o di piana costiera sedimentati all'interno dei solchi vallivi incisi nel substrato roccioso; lo spessore che li contraddistingue è quindi molto variabile, anche a causa della loro successiva re-incisione ad opera degli scaricatori glaciali.

Al di sopra di questi sedimenti, si ritrovano i depositi direttamente legati al glacialismo alpino riferiti al Pleistocene.

Gli accumuli di maggiore potenza di depositi fluvioglaciali si localizzano immediatamente ad ovest, in corrispondenza dell'asse del paleo alveo del torrente Lura, antica incisione valliva colmata da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni conglomeratiche di spessore variabile. Il considerevole spessore e l'elevata permeabilità che contraddistinguono questa unità fanno sì che essa sia sede di importanti riserve idriche sotterranee e rappresenti l'acquifero principale della zona.

I depositi glaciali che formano le colline di Parè-Gironico al Piano sono costituiti principalmente da sabbie e limi inglobanti blocchi e ciottoli di dimensioni variabili, con livelli più spiccatamente ghiaioso-sabbiosi o argillosi. Nel complesso, questi depositi raggiungono spessori massimi di 30-40 m e presentano caratteristiche di scarsa permeabilità e non rappresentano sede di risorse idriche di particolare interesse.

Per quanto riguarda l'andamento della superficie piezometrica della falda, l'ambito comunale si colloca al margine sud-orientale del sistema acquifero posto nel settore nord dei depositi del paleo alveo del Lura, noto in letteratura come Falda del Faloppia. Il flusso idrico sotterraneo è orientato circa O-NO verso l'asse principale di drenaggio, con cadenti piezometriche assai accentuate. Il livello piezometrico della falda principale si colloca tra i 60 e i 70 metri di profondità nel settore del paleo alveo, per risalire bruscamente verso est, fino ad essere subaffiorante nella piana di Gironico. Oltre alla falda principale, in questo settore sono presenti anche esigue falde freatiche subsuperficiali, con livello piezometrico condizionato dall'andamento della pluviometria.

3.4 Componente geologica del PGT

Lo strumento principale cui fare riferimento nel valutare la situazione geologica locale è il Piano di Governo del Territorio (abbreviato in PGT), ed in particolare, lo studio di analisi della componente geologica, idrogeologica e sismica. Il comune di Colverde è dotato di tale studio redatto nel 2015, nel quale vengono analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche generali del territorio.

Le informazioni utili per il presente incarico sono desunte dalla cartografia di Sintesi, nella quale sono rappresentate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera.

Per le finalità della presente analisi sono state identificate le aree a rischio idraulico e le aree a rischio idrogeologico in quanto limitanti per la progettazione delle opere di invarianza idraulica. Tali aree sono state evidenziate su specifica cartografia allegata (Tavola 2), definendo una nomenclatura omogenea per tutti i comuni del comparto in esame.

Nella Carta di Sintesi sono riportate le aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici presenti nella porzione settentrionale del comune lungo il corso del torrente Faloppia, in frazione Drezzo, e lungo il torrente al Piano, che scorre nella piana di Gironico. Mentre le aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, ovvero aree con bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese, comprendono gran parte della piana di Gironico, oltre ad un ben preciso settore a sud dell'abitato di Parè e la piana della Val Mulini (frazione Drezzo).

4 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO

4.1 Idrologia

Il riferimento per l'informazione pluviometrica da utilizzare nello sviluppo degli studi previsti dal RR 7/2017, secondo l'allegato G dello stesso decreto, sono le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia nell'ambito del progetto STRADA [AAVV (2013), "Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici... <omissis>", ARPA Lombardia, Milano].

4.1.1 LSPP ARPA Lombardia

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri a1 e n della LSPP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments e estrapolazione spaziale dei quantili.

Accedendo al sito <http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml> è possibile, tramite ricerca per comune o pluviometro, visualizzare le stazioni ed il territorio di interesse e scaricare i valori dei parametri delle LSPP stimati con la metodologia sopra indicata.

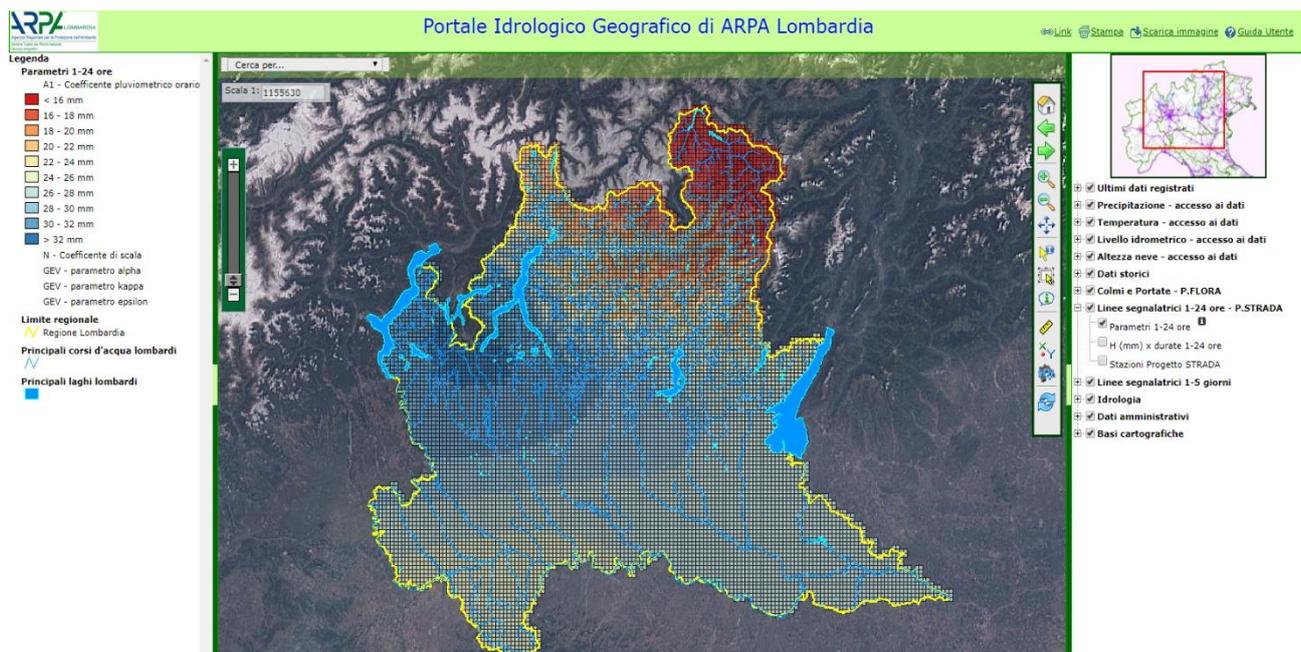


Figura 4: Distribuzione dei parametri delle LSPP (1-24 ore) sul territorio di Regione Lombardia (Progetto Strada)

Per il territorio comunale i parametri della LSPP da utilizzare per i calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono riportati nella tabella seguente, per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.

Parametri LSPP	T=10 anni	T=50 anni	T=100 anni
a	47.541	62.794	69.565
n (d >= 1 ora)	0.3413	0.3413	0.3413
n (d < 1 ora)	0.5	0.5	0.5

Figura 5: Parametri della distribuzione GEV tratti dal progetto STRADA di Arpa Lombardia

I valori dei parametri da adottare sono stati ricavati tramite media aritmetica dei valori dei parametri associati ai quadranti del grigliato che coprono il territorio comunale. Infatti, data la ridotta variabilità a scala locale, i valori delle altezze di pioggia così calcolati sono pressoché coincidenti, con scostamenti dell'ordine dello 0,1%), con quelli che si otterrebbero ricorrendo alla media pesata sulle aree.

Nella figura seguente sono riportate le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica, da 1 a 24 ore, valide per il territorio del comune di Colverde, con indicato in rosso la curva di riferimento per il tempo di ritorno 50 anni.

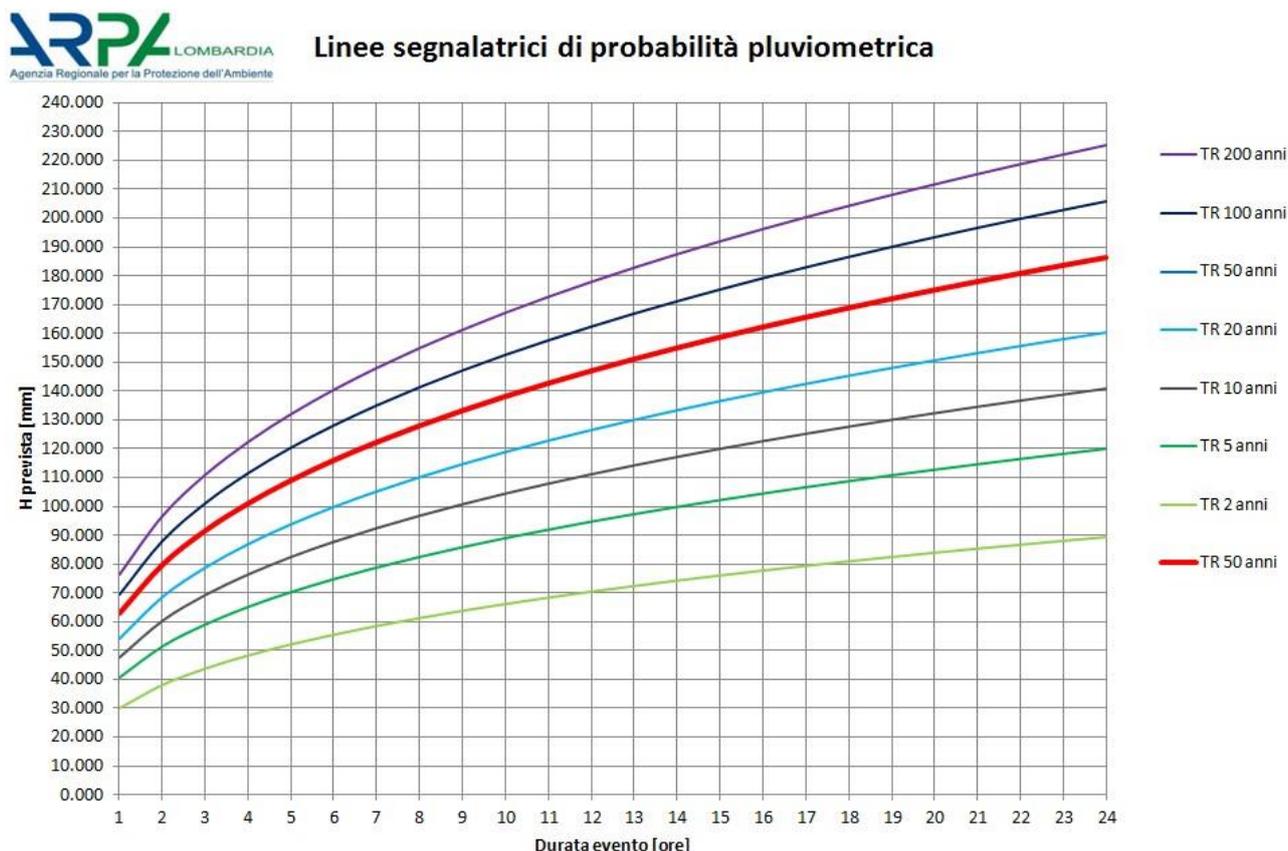


Figura 6: Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica per il territorio in esame

4.2 Ambito territoriale

Secondo il Regolamento Regionale 7/2017 il Comune è inserito nell'[ambito territoriale A ad elevata criticità](#), poiché ricade in parte nel bacino idrografico del torrente Lura. I limiti allo scarico sono pertanto fissati in 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

4.3 Reticolo idrografico principale e minore

Il territorio del comune di Colverde ha come bacini principali il Lura, che fa parte del sistema Lambro – Olona, ed il torrente Faloppia, che entra in territorio elvetico per giungere al torrente Breggia e quindi al lago di Como, in tal senso fa parte del bacino principale dell'Adda. Vi è poi il torrente Valle Grande, tributario del bacino del Seveso.

4.3.1 Il progetto strategico di sottobacino del torrente Lura

La maggior parte del territorio comunale è iscrivibile al bacino del Lura, per il quale è stato avviato il Progetto Strategico di Sottobacino del Torrente Lura, approvato con DGR 24 luglio 2015 n. X/2015.

Il progetto strategico di sottobacino trae le sue origini dal Programma d'azione dell'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale "Contratto di Fiume Olona Bozzente Lura", che ha previsto dal 2011 un'attività pilota finalizzata alla condivisione con gli attori locali di uno strumento per la riqualificazione del territorio del sottobacino.

Esso è l'esito di un percorso sperimentale di co-progettazione con il territorio attraverso il quale sono stati esaminati nel dettaglio gli elementi di pregio e di degrado del territorio, per giungere all'individuazione di un corpus articolato di misure, finalizzate a raggiungere tre macro-obiettivi principali:

- miglioramento della qualità dell'ambiente acquatico e peri-fluviale;
- diminuzione del rischio idraulico;
- miglioramento della qualità del rapporto uomo/fiume.

Svolge anche le funzioni di piano di dettaglio del Piano di Gestione del Distretto idrografico (PdGPo) e di progetto strategico di sottobacino come previsto dall'art. 55 bis della L.R. 12/2005.

I capisaldi della visione di sviluppo della valle del Lura comprendono la gestione sostenibile delle acque di drenaggio urbano e la promozione di politiche territoriali orientate all'applicazione dei criteri di invarianza idraulica, al miglioramento della qualità del paesaggio urbano e della qualità delle acque che lo attraversano. In generale, le misure del progetto di sottobacino da applicare primariamente al corridoio e da estendere all'intero territorio del sottobacino, sono volte:

- al miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque del Lura (Direttiva 2000/60), attraverso l'abbattimento dei carichi inquinanti, diretti ed indiretti, gravanti sul sottobacino e attraverso la rinaturalizzazione, per quanto possibile, del suo corridoio fluviale e il recupero delle aree perfluviali per usi naturalistici, paesaggistici e ricreativi;
- alla riduzione del rischio idraulico ed idrogeologico (Direttiva 2007/60);
- all'abbattimento delle portate urbane gravanti sul bacino, anche attraverso l'applicazione del principio di invarianza idraulica;
- al contenimento del consumo di suolo;
- alla riqualificazione delle aree degradate con finalità anche di tipo ecologico, paesaggistico e ricreativo;
- alla tutela, valorizzazione e potenziamento dei Sistemi Verdi, con la creazione o il ripristino di aree di collegamento ecologico-funzionale (ad esempio aree a vegetazione autoctona, habitat tipici o aree ad elevata naturalità), anche in relazione al progetto di Rete Ecologica Regionale;
- alla salvaguardia e valorizzazione del sistema di beni e opere di carattere storico insediativo e testimoniale che connotano il corso d'acqua.

Con riferimento alla Direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE nel Progetto strategico è compresa l'applicazione del principio di invarianza idraulica ed idrologia con le misure M31 "Gestione delle inondazioni naturali, gestione del drenaggio e di bacino" e M34 "Gestione delle acque superficiali", tramite la diffusione dei SUDS e la de-impermeabilizzazione delle superfici.

4.3.2 Lo studio del reticolo idrografico minore (RIM)

Il Comune di Colverde è dotato di uno studio del reticolo idrico, redatto ai sensi del d.g.r. 25/01/2002 n. VII/7868 e s.m.i. nel 2016.

Il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di due corsi d'acqua ascritti al reticolo idrico principale (torrente Lura e torrente Faloppia) e da numerosi corsi acqua appartenenti al reticolo idrico minore (tra i più significativi si segnalano il torrente Riale, il torrente al Piano, il torrente al Campo dell'Amà, il torrente Valle della Fornace, il torrente Sorgenti Parè e loro tributari).

Nello studio del reticolo idrico minore, sono riportati i corsi d'acqua appartenenti ad entrambi i reticoli con le relative fasce di rispetto idraulico, nonché le "aree di vulnerabilità idraulica".

Lo studio del reticolo idrico minore ha previsto inoltre la realizzazione di un'analisi di dettaglio dei singoli corsi d'acqua, dove sono evidenziate eventuali criticità idrauliche, attraversamenti, scarichi e tratti intubati.

Ogni opera censita è descritta in una scheda appositamente predisposta, nella quale sono riportate alcune informazioni quali ubicazione, tipologie costruttive, dimensioni, funzionalità e stato di conservazione.

4.3.3 Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Per alluvione si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabili a cause di tipo meteorologico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il Piano è composto da circa 30 relazioni pubblicate online alla pagina <http://pianoalluvioni.adbpo.it/>. Tra queste, i contenuti interessanti per cittadini ed enti/operatori della Lombardia sono evidenziati nella mappa degli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po. Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Per accedere alle mappe delle aree allagabili e del rischio alluvioni sono attivi i servizi di mappa sul Geoportale della Lombardia, da cui è possibile consultare la cartografia "Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - revisione 2015" relativa alla pericolosità e al rischio, che costituiscono le mappe della Direttiva Alluvioni.

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di:

- bassa probabilità: alluvioni rare con T = 500 anni
- media probabilità: alluvioni poco frequenti con T = 100-200 anni

- alta probabilità: alluvioni frequenti con $T = 20-50$ anni caratterizzandone l'intensità (estensione dell'inondazione, altezze idriche, velocità e portata).

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP)
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL).

Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio della cartografia del PGRA presente sul Geoportale di Regione Lombardia relativo al territorio comunale di Colverde.

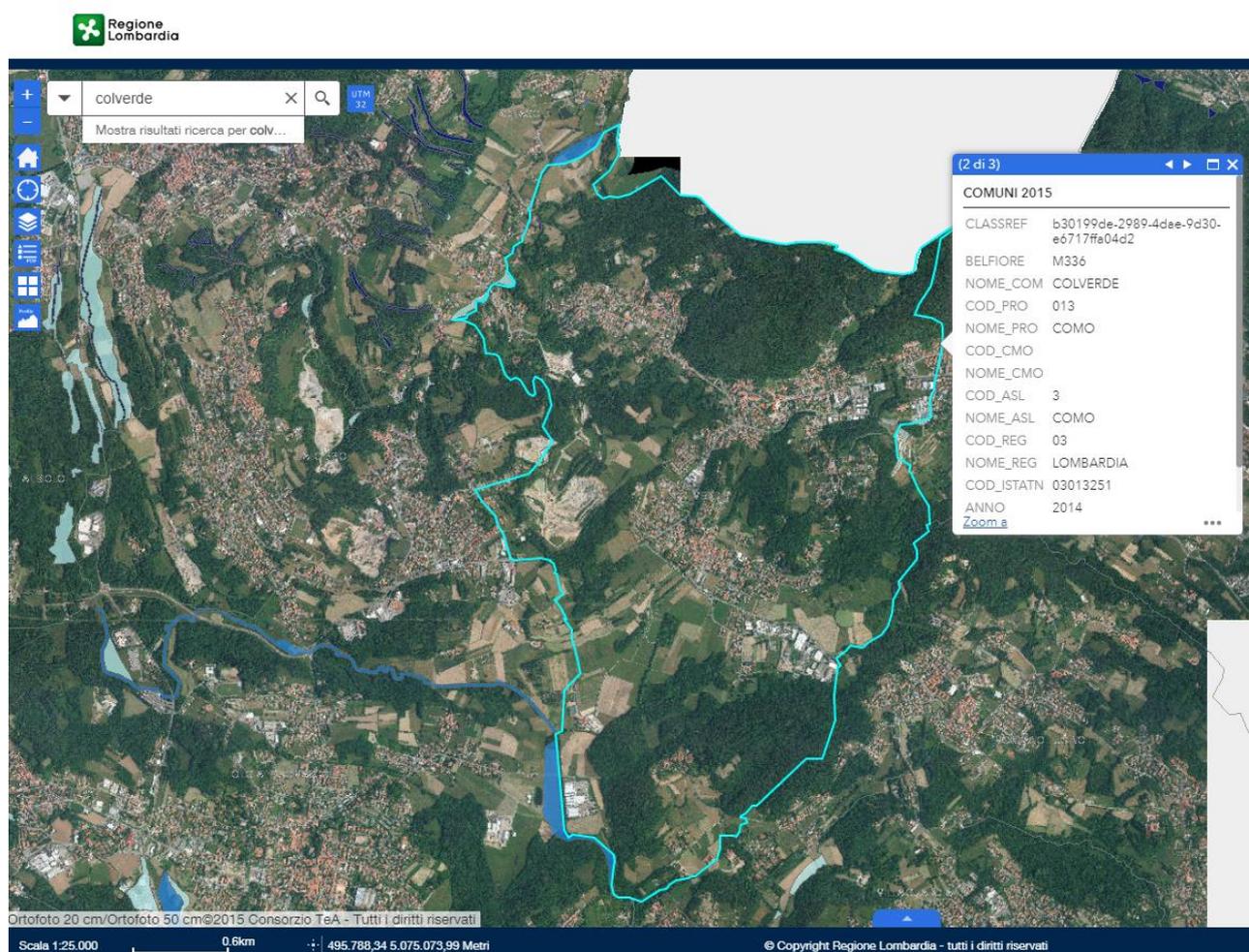


Figura 7: Stralcio cartografia PGRA dal sito del Geoportale di Regione Lombardia (in azzurro brillante i confini comunali)

La cartografia del Piano vigente non mostra aree di allagamento all'interno del territorio comunale.

4.3.4 Altri studi o modellazione idrauliche sui corsi d'acqua

- 2003 - Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali ed artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona, comprendente anche il bacino del

Lura;

- 2004 - Sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica nel torrente LURA: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata. (in particolare, CONTRIBUTO SPECIALISTICO A - Aspetti idrologici del bacino del Torrente Lura. Funzionamento idraulico degli invasi di laminazione);
- 2008-2010 – Interventi di riqualificazione e sistemazione idraulico-forestale nei comuni del PLIS “Sorgenti del T. Lura”
- 2011 – Progetto pilota per recupero delle sorgenti del T. Lura di “Riqualificazione del sottobacino del Torrente Lura: azioni per la salvaguardia delle sorgenti e recupero della continuità fluviale in corrispondenza dei nodi”;
- 2013 – Progetto Formazione bacino di laminazione Roggia Riale e riqualificazione sistema di drenaggio “Campo Amà” – Laghetto di Gironico;
- 2016 – Progetto interventi “dalle sorgenti del Lura: riqualificazione fluviale per ripristinare e valorizzare le funzioni ecosistemiche”.

4.4 Sintesi dei criteri di analisi

Tutte le informazioni ricavate e descritte nei paragrafi precedenti sono state opportunamente sintetizzate e riportate su due specifiche carte tematiche:

- Tavola 1 ([Carta di potenziale capacità di infiltrazione dei terreni](#));
- Tavola 2 ([Carta delle criticità idrogeologiche ed idrauliche](#)).

21

4.4.1 Carta della capacità di infiltrazione dei terreni

54

La Carta di potenziale capacità di infiltrazione dei terreni definisce in modo qualitativo la propensione dei terreni affioranti e sub affioranti a favorire l'infiltrazione delle precipitazioni meteo-ricche nel sottosuolo e, quindi, a limitare lo scorrimento superficiale degli apporti idrici.

Si è scelto di definire quattro classi principali di capacità di infiltrazione: BUONA, MEDIA, BASSA E MOLTO BASSA.

Le aree ricadenti nella classe di [buona capacità di infiltrazione](#) (es. depositi alluvionali recenti) sono caratterizzate da un drenaggio quasi completo nel sottosuolo delle precipitazioni meteoriche.

Nelle aree ricadenti nella classe di [media capacità di infiltrazione](#), le precipitazioni meteoriche in buona parte si infiltrano nel sottosuolo e una modesta percentuale delle stesse va ad alimentare il reticolo superficiale naturale e/o antropico.

Nelle aree ricadenti nella classe di [bassa capacità di infiltrazione](#), la maggior parte delle precipitazioni subisce un fenomeno di ruscellamento superficiale, andando ad alimentare il reticolo idrico.

Le aree ricadenti nella classe di [capacità di infiltrazione molto bassa](#) (es. depositi glaciolacustri) sono caratterizzate da una pressoché nulla infiltrazione nel sottosuolo delle acque di pioggia.

Per l'attribuzione delle classi sono stati analizzati i seguenti caratteri geologici:

7. litologia dei depositi quaternari presenti (ricavata dalla descrizione litostratigrafica delle formazioni geologiche affioranti);

8. presenza di livelli cementati o substrato roccioso subaffioranti;
9. spessore e granulometria dell'orizzonte pedologico superficiale (informazioni desunte dalla pubblicazione ERSAL Progetto Carta Pedologica – I suoli della Brianza comasca e lecchese).

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

4.4.2 Carta delle criticità idrogeologiche e sul reticolo idrografico

La componente geologica del PGT riporta delle specifiche informazioni per quanto concerne il rischio idraulico (fenomeni di esondazione/allagamento avvenuti o potenziali) e il rischio idro-geologico (problemi di falda a bassa soggiacenza, problemi di ristagno, ecc).

La descrizione e la discretizzazione dei fenomeni varia da comune a comune, a causa delle scelte operate dai diversi Professionisti che hanno redatto gli studi. Gli studi analizzati di alcuni comuni si sono dimostrati incompleti per quanto riguarda le tematiche di interesse. In ogni caso, non era oggetto del presente incarico l'integrazione degli studi comunali vigenti ma una mera trasposizione dei dati in essi contenuti.

Al fine di proporre un quadro completo e confrontabile tra i vari comuni oggetto della presente analisi, sono state definite tre tipologie principali di fenomeni:

- bassa soggiacenza della falda o presenza di falde sospese;
- potenziali allagamenti definiti con criteri geomorfologici o sulla base di evidenze dirette;
- drenaggio difficoltoso o con fenomeni di ristagno.

Le informazioni riportate nei vari studi sono state attribuite alle tre tipologie di fenomeni sopra riportate, le quali rappresentano gli elementi maggiormente limitanti per la realizzazione di opere di invarianza idraulica ed idrologica sul territorio comunale.

4.5 Reticolo di drenaggio fognario

Anche il documento semplificato prevede l'indicazione delle aree soggette ad allagamento per effetto dell'insufficienza della rete fognaria, seppure tale informazione debba discendere, in assenza di specifica modellazione idrodinamica della rete, dagli atti pianificatori esistenti, da documentazioni storiche e dalla conoscenza locale del gestore del servizio idrico integrato.

Il documento semplificato prevede in ogni caso l'individuazione delle misure strutturali e l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle stesse.

Risulta quindi evidente l'importanza della conoscenza, quantomeno planimetrica, del tracciato della fognatura, per poter individuare tratti critici, in base alle informazioni disponibili, e per poter localizzare con la dovuta ragionevolezza le aree da poter destinare alle misure strutturali di invarianza.

La conoscenza della rete di drenaggio meteorica o mista può discendere da:

- Piano Urbano Generale dei Servizi in Sottosuolo (PUGSS);

- Rilievi della rete fognaria;
- Studi sulla rete fognaria, piano generali della fognatura, modellazioni della rete

4.5.1 PUGSS

Il PUGSS – Piano Urbano Generale dei Servizi in Sottosuolo - è uno strumento di gestione del sottosuolo comunale, che integra il Piano dei servizi del PGT. Permette ai Comuni di avere l'informazione completa sulle reti tecnologiche presenti nel proprio sottosuolo e di attuarne la gestione integrata e il controllo.

Il sottosuolo ospita i sistemi di reti tecnologiche vitali per una città: elettricità, telefonia, fibra ottica, acquedotto, fognatura, gas, ecc.

Attraverso i PUGSS si individuano le reti tecnologiche, si definiscono le regole per qualsiasi intervento con impatto sul suolo e sottosuolo comunale, si conoscono l'estensione ed il valore del patrimonio sotterraneo.

Pur non essendo presente il PUGSS, i PGT previgenti relativi ai comuni separati mostravano in apposita tavola i sottoservizi presenti, in cui era raffigurata anche la rete fognaria.

4.5.2 Rilievo della rete meteorica / mista

Nel corso del 2017 il gestore ALTOLURA srl ha effettuato il rilievo della rete fognaria sul territorio delle aree di Gironico, Parè e Drezzo tramite la società Datek22 (restituzione giugno 2017). Il rilievo ha riguardato le reti fognarie ed i manufatti e condotte di sfioro, per i quali sono state redatte delle schede monografiche.

4.5.3 Altri studi o modellazioni della rete di drenaggio fognaria

Il gestore ALTOLURA srl ha implementato la modellazione del collettore consortile di propria competenza, che si estende anche sul territorio del comune di Colverde.

Nell'immagine seguente è riportato il tracciato dei collettori consortili che afferiscono al depuratore di Bulgarograsso.



Figura 8: Tracciato collettori consortili che afferiscono al depuratore Alto Lura di Bulgarograsso (da Studio e modellazione del sistema di collettamento consortile afferente all'impianto di Bulgarograsso, Etatec 2017)

A novembre 2017 la società Etatec per ALTO LURA ha aggiornato il modello della rete di collettamento consortile e implementato il modello del sistema di fognatura comunale, tramite lo studio "Studio e modellazione del sistema di collettamento consortile afferente all'impianto di Bulgarograsso. Sistema di fognatura comunale di Colverde (Etatec per ALTO LURA, novembre 2017)."

Il territorio servito dalla fognatura modellato all'interno del codice numerico è pari a 135 ha, raccolti in 250 bacini elementari. Per le aree a verde si è adottato in tale studio un coefficiente d'afflusso pari a 0,12 e per le aree residenziali 0,23.

L'immagine seguente, tratta dallo studio citato, riporta lo schema della rete con la suddivisione in macro-zone.

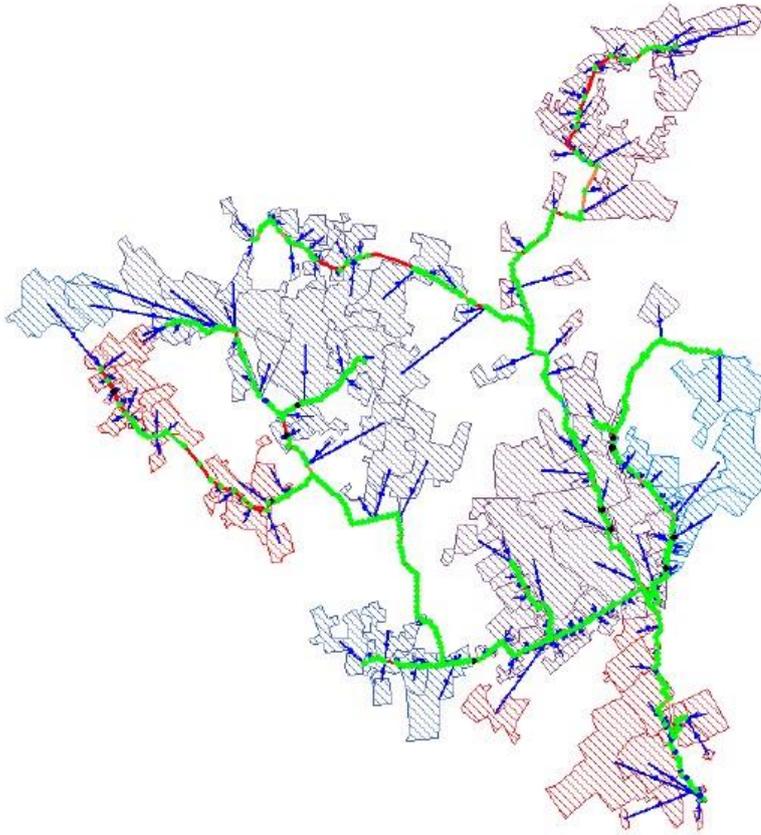


Figura 9: Schematizzazione della rete fognaria di Colverde (da Studio e modellazione del sistema di collettamento consortile afferente all'impianto di Bulgarograsso, Etatec 2017)

La modellazione si è svolta secondo le seguenti fasi:

- recupero e analisi del rilievo 2017 sulla fognatura di Colverde (restituzione giugno 2017 dall'esecutrice ditta DATEK22 s.r.l., commissionato da Alto Lura s.r.l.);
- confronto tra le topografie secondo quanto già riportato nel Piano di Conoscenza e inserimento del modello comunale di dettaglio nel modello consortile (con già implementata la rete di Olgiate Comasco) al fine di ottenere un unico quadro complessivo di riferimento;
- modifica per step della geometria finalizzata alla simulazione e verifica delle possibili progettazioni da attuare sull'area oggetto di approfondimento, suddiviso nel lotto 1 – fraz. di Parè, lotto 2 – fraz. di Gironico.

Nelle immagini seguenti è riportato il tracciato della rete fognaria comunale, per la porzione settentrionale e per la porzione meridionale del territorio.

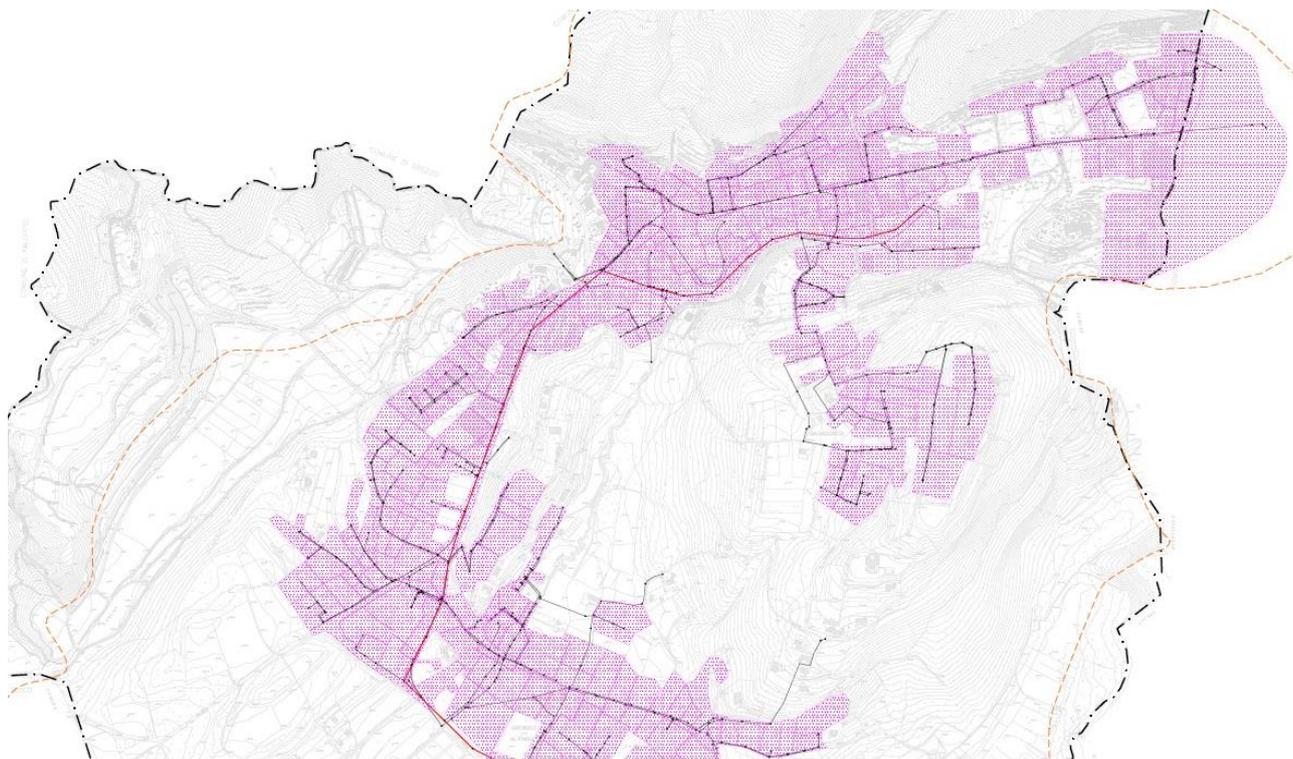


Figura 10: Tracciato rete fognaria di Colverde - zona Nord e bacini afferenti. In rosso il collettore consortile. (Estatec 2017)

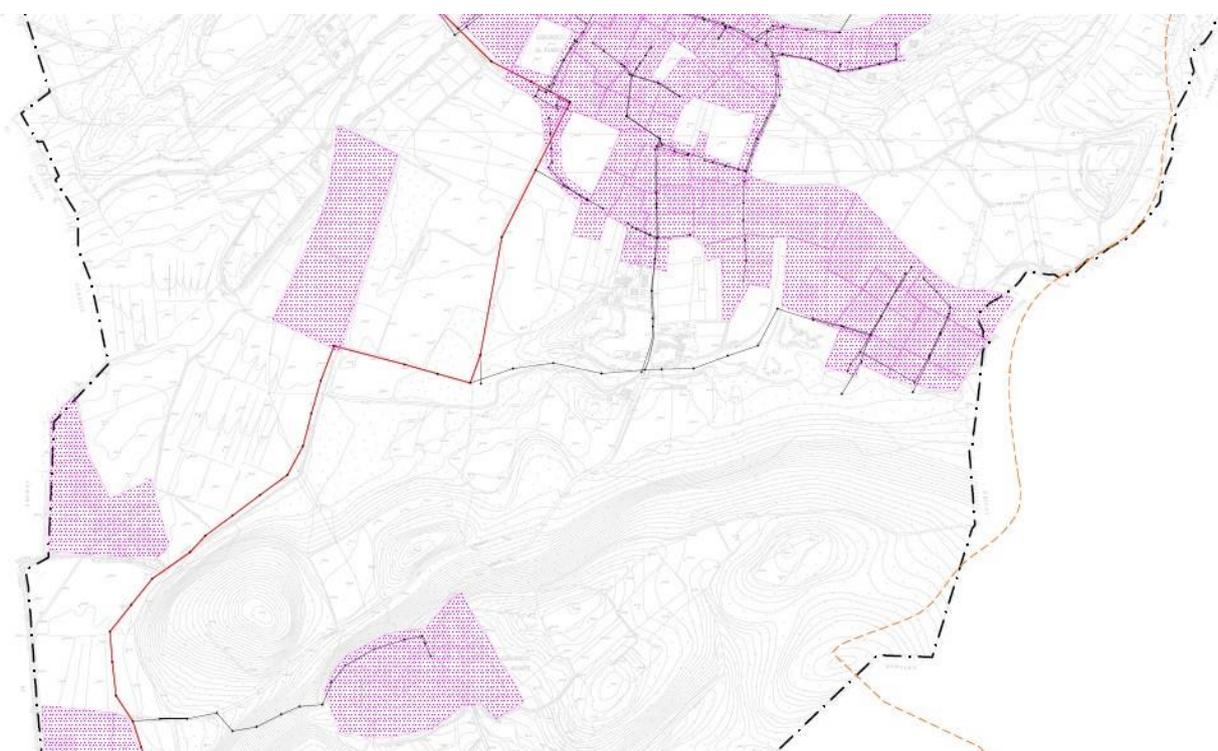


Figura 11: Tracciato rete fognaria di Colverde - zona Sud e bacini afferenti. In rosso il collettore consortile. (Estatec 2017)

La modellazione ha riguardato il tratto di rete che afferisce al ramo consortile denominato H-D, dalla SP 17 a Parè, poco sotto il cimitero sino all'immissione del ramo E nel punto D, in prossimità del Lura a confine con

COL.b



- 19 (viale Lombardia);
- allagamenti in via del pascolo a valle del centro sportivo.

4.6 Allagamenti segnalati

Nel corso dell'incontro presso gli uffici comunali del giorno 20/07/2018 e successivo sopralluogo i tecnici comunali hanno segnalato le seguenti criticità, accompagnate da allagamenti storici:

1. allagamento via Mulini 1024 prodotto da probabile fuoriuscita da fognatura in pressione in un terreno a prato in area in pendenza;



Figura 13: aree allagamento segnalato in via Mulini

2. allagamenti su via Alla Valle a seguito di forti precipitazioni che ruscellano dal versante e sulla strada sterrata, con trascinarsi di ciottoli verso valle;



Figura 14: aree allagamento segnalato in via Alla Valle

3. allagamenti alla rotonda via San Fermo – via San Giovanni Battista (SP 17) per funzionamento in pressione della rete fognaria comunale;

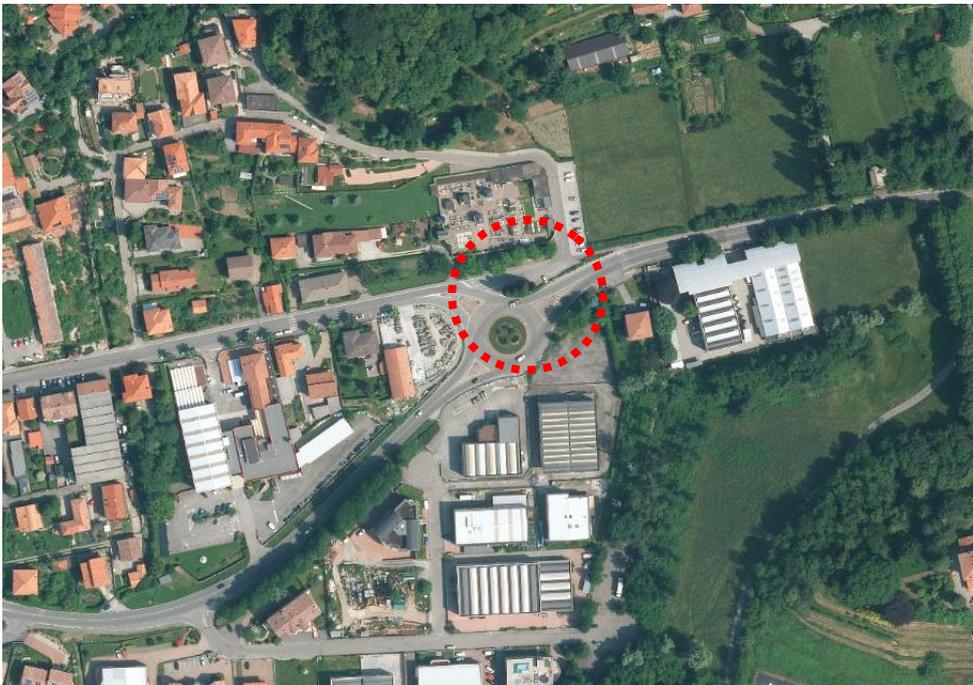


Figura 15: aree allagamento segnalato alla rotonda via San Fermo – via S. G. Battista (nella modellazione segnalato il cimitero)

4. allagamento a mone di via San Fermo a confine con Cavallasca, per immissione del collettore di fognatura di Cavallasca nella rete fognaria;



Figura 16: aree allagamento segnalato in via San Fermo a confine con Cavallasca

5. allagamento in via dei Gelsi per funzionamento in pressione della fognatura durante i temporali



Figura 17: aree allagamento segnalato in via dei Gelsi

- 6. allagamento alla rotatoria tra via Cavour e via S. G. Battista per presumibile funzionamento in pressione collettore consortile

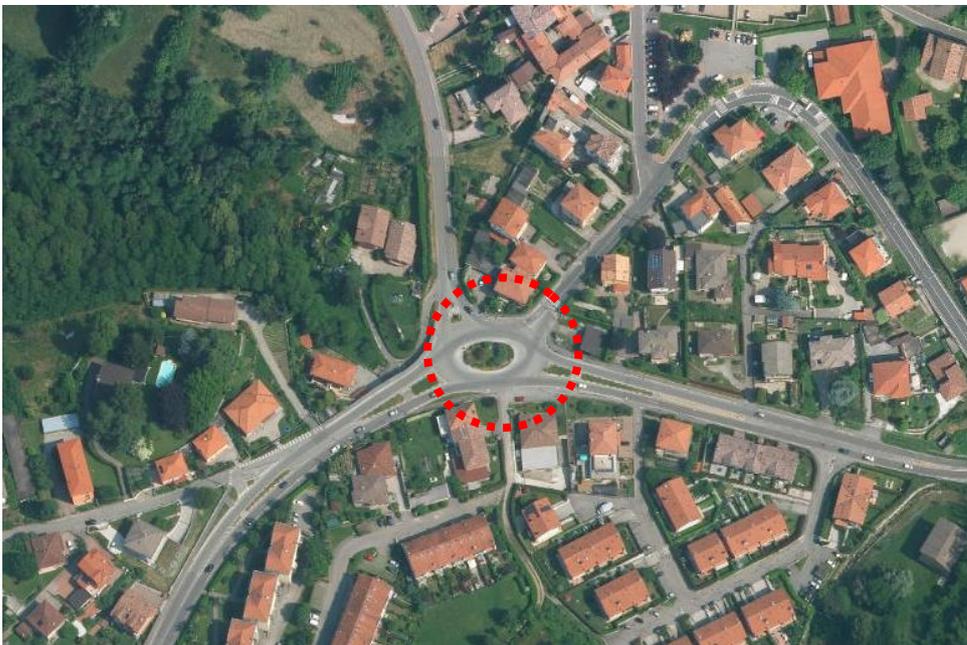


Figura 18: aree allagamento segnalato alla rotatoria via Cavour – via S. G. Battista

- 7. allagamento sulla via Provinciale (SP 17) durante i temporali per conformazione del territorio a “corda molle”



Figura 19: aree allagamento segnalato sulla via Provinciale (SP 17), in prossimità del civico 3, tra via Lancian e via Verdi

8. allagamenti in viale Lombardia (SP 19) per presumibile funzionamento in pressione della rete fognaria durante i temporali



Figura 20: aree allagamento segnalato in viale Lombardia (SP 19)

9. allagamenti nei pressi del lavatoio vicino a via Rià (al di sotto della quale scorre il torrente Riale tombato) per conformazione del territorio, con scorrimento superficiale sulle sedi stradali, e presenza via di drenaggio naturale;



Figura 21: aree allagamento segnalato in via Rià, zona lavatoio

10. allagamenti in via del Pascolo – via Cerè sul Riale, anche per la presenza di un tombotto

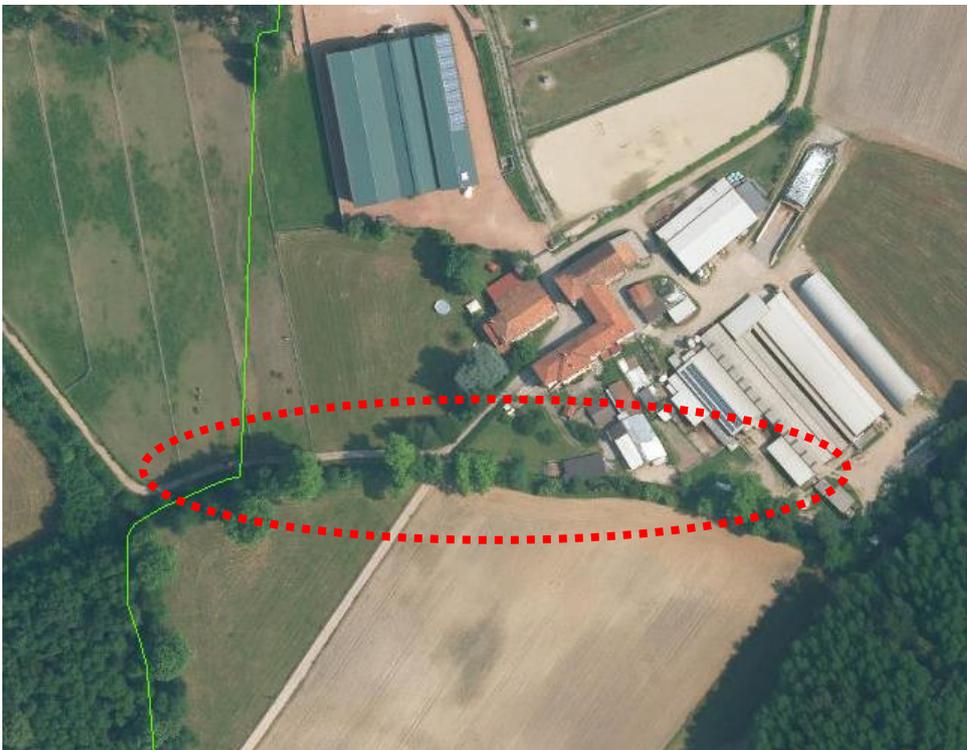


Figura 22: aree allagamento segnalato in via Cerè – via del Pascolo

11. allagamenti zona via Ragone, San Lazzaro, via Manzoni per probabile presenza di un valletto tombato e conformazione topografica (ai piedi della collina), nei paraggi della scuola elementare.



Figura 23: aree allagamento segnalato zona via Ragnone, via San Lazzaro, via Manzoni

4.7 Descrizione delle criticità

Le criticità che è stato possibile censire tramite le informazioni raccolte e la modellazione della rete possono dividersi in 3 macro-categorie principali:

1. insufficienza delle condotte fognarie (consortili o comunali);
2. allagamenti per ruscellamento superficiale;
3. allagamenti sul reticolo idrico superficiale a cielo aperto o tombato (Riale, Faloppia, Lura, rii minori), riportati nella tavola T2_COL.

La tavola T2_COL riporta le aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese oltre alle aree con ristagno o con drenaggio difficoltoso. Tali aree sono in prevalenza collocate lungo il torrente Faloppia, Riale e Lura e nella porzione meridionale della località Gironico al piano.

Nella **macro-categoria 1** rientrano gli allagamenti segnalati in via San Fermo, S. G. Battista, via Gelsi, via Cavour, zona a confine Cavallasca, via Provinciale, via Montale, viale Lombardia.

Gli allagamenti ascrivibili alla **macro-categoria 2** sono quelli evidenziati in via Alla Valle, via Mulini, via Ria' dove le acque tendono a concentrarsi verso i cortili più bassi nei pressi del lavatoio esistente, e sulla SP 17 nei pressi di via Como.

Infine, gli allagamenti sul reticolo idrico superficiale (**macro-categoria 3**) sono quelli evidenziati lungo il reticolo idrografico e lungo il Riale nel tratto tombato, inoltre comprende gli allagamenti di via Ragnone, via San Lazzaro, via Manzoni, di via Leonardo da Vinci, di via Ugo Foscolo, di via Casarico e via Raimondi, di via Tettamanti e vis Cerè.

5 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

5.1 Valutazioni in merito al rispetto del principio di invarianza

L'art. 8 del Regolamento regionale 7/2017: «Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori», comma 5 prevede:

«Al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi di cui all'articolo 1, comma 1, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all'articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenerne l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di **40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile** [...]»

Per una prima valutazione di massima dei volumi di laminazione che occorrerebbero su tutto il territorio comunale è stato utilizzato il metodo delle sole piogge, che mette a confronto il volume di pioggia netta caduto sul bacino ed il massimo volume smaltibile nel rispetto dei parametri sopra citati. In questo modo viene individuato il massimo volume di accumulo necessario per un evento con un dato tempo di ritorno.

Questo metodo, che generalmente fornisce una valutazione per eccesso molto cautelativa del volume W_o della vasca, si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In tali condizioni, applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante, il volume entrante risulta pari a

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a' \cdot \theta^n$$

dove S è la superficie del bacino, mentre il volume uscente con evacuazione della vasca a portata costante $Q_{u,max}$ risulta

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

Il volume massimo da accumulare nella vasca è pari alla massima differenza tra le due curve e può essere individuato graficamente riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta:

$$h_{net} = \varphi \cdot a' \cdot \theta^n$$

e la retta rappresentante il volume, riferito all'unità di area del bacino a monte uscente dalla vasca:

$$h_u = \frac{Q_{u,max}}{S} \cdot \theta$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica per la vasca:

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \varphi \cdot a' \cdot n'} \right)^{\frac{1}{n'-1}}$$

e il volume di invaso

$$W_o = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a' \cdot \theta_w^n - Q_{u,\max} \cdot \theta_w$$

La valutazione effettuata è quindi basata su parametri unicamente idrologici, e non tiene conto della conformazione della rete e dei meccanismi di trasferimento delle portate all'interno di essa, e quindi dei processi di laminazione che già si attuano nelle condotte. Inoltre, viene valutato il massimo volume teorico afferente ai punti di scarico, indipendentemente da eventuali limitazioni dovute alla capacità idraulica della rete. Ulteriore ipotesi semplificativa è il considerare un unico punto di scarico nel reticolo superficiale ed assumere l'area afferente alla fognatura pressochè coincidente con l'area urbanizzata, senza una suddivisione in bacini elementari fondata sul tracciato della rete fognaria bianca e/o mista.

Con le dovute cautele, si ritiene comunque utile avere un'indicazione teorica approssimata, al fine di permettere una prima quantificazione degli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi del regolamento e consentire prime valutazioni e confronti parametrici.

In questo caso, facendo riferimento a studi condotti sulle rete fognarie in condizioni analoghe, sono stati considerati i seguenti dati per le tre frazioni di Gironico (A_1), Drezzo (A_2) e Parè (A_3):

$A_1 = 70$ ha circa

$A_2 = 23$ ha circa

$A_3 = 47$ ha circa

$\Phi = 0.15 - 0.20$

Mentre per i parametri della curva di possibilità pluviometrica sono stati adottati i dati già riportati nei paragrafi precedenti per il tempo di ritorno 10 anni.

In base alla metodologia descritta si ottiene un volume di laminazione teorico complessivo pari rispettivamente a circa 3'500 mc – 4'700 mc per Gironico, 1'000- 1'500 mc per Drezzo e 2'400 - 3'200 per Parè. Considerando l'intero territorio il volume necessario per il rispetto dei limiti del RR 7/2017 risulta attestarsi, secondo la metodologia adottata, all'incirca nel range 7'000 - 9'000 mc. E' da rilevare innanzitutto che la stima condotta è affetta da l'inevitabile approssimazione e semplificazione propria del metodo adottato. Schematizzazioni più complesse o, ancora di più, il ricorso a modelli numerici della rete fognaria sono ovviamente necessari per le successive fasi di approfondimento e possono condurre a risultati più precisi.

Gli interventi di laminazione possono essere attuati attraverso la realizzazione di vasche di accumulo, interrate e non, sistemi in linea quali ad esempio supertubi, o sfruttando dove possibile la stessa capacità residua di invaso della rete.

Inoltre, possono essere ricavati volumi di laminazione anche in modo diffuso, individuando aree sulle quali può essere consentito un certo livello di allagamento in determinate condizioni.

Infine, si può intervenire riducendo l'area scolante impermeabile attraverso misure di de-impermeabilizzazione o riducendo le portate immesse nella rete di drenaggio.

La possibilità di infiltrare le acque meteoriche è stata valutata sulla scorta della tavola T1_COL che indica la capacità di infiltrazione dei suoli. Per il territorio comunale si individuano 3 classi principali di capacità di infiltrazione: media e bassa e molto bassa. La capacità di infiltrazione è generalmente scarsa,

salvo in una porzione del territorio della frazione Gironico, dove sono tuttavia anche situazioni di bassa soggiacenza della falda (vedi tavola T2_COL). Il ricorso all'infiltrazione è quindi da valutare attentamente e non può essere invece previsto quale soluzione generalizzata per l'intero territorio, in assenza di prove specifiche e accurata progettazione.

Nei paragrafi che seguono verranno illustrate più in dettaglio le possibili misure adottabili nel caso specifico.

5.2 Criteri per l'identificazione delle misure a livello comunale

Secondo il regolamento regionale, il controllo e la gestione delle acque pluviali devono essere effettuati, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso. La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un corpo ricettore è realizzata qualora la capacità di infiltrazione dei suoli risulti essere inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense. Il medesimo scarico deve avvenire a valle di opere di ritenzione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili.

La scelta dell'intervento dovrà essere guidata da una valutazione che consideri:

- la tipologia del sistema adottato;
- il contesto geomorfologico e idrogeologico valutando l'idoneità del sito per l'utilizzo di sistemi di accumulo, infiltrazione e trasporto;
- il contesto paesaggistico e il sistema naturale;
- lo spazio disponibile.

Il regolamento regionale espone sinteticamente, nell'allegato M, alcune indicazioni di orientamento per la scelta delle misure strutturali di invarianza per la gestione delle acque meteoriche in ambito urbano. Sulla scorta dell'ampia letteratura scientifica disponibile e del suddetto regolamento è possibile individuare i seguenti sistemi principali (rimandando a pubblicazioni specifiche per approfondimenti e per altre tipologie):

1. Opere di laminazione:

- strutture superficiali
- strutture sotterranee

2. Opere di infiltrazione

- trincee
- pozzi drenanti
- bacini di infiltrazione / fossi disperdenti vegetati
- caditoie filtranti
- pavimentazioni permeabili

3. Opere per il trasporto ed il controllo delle portate

- supertubi
- manufatti di regolazione delle portate

4. Altre opere

- tetti verdi
- pareti verdi
- fitodepurazione

I sistemi possono ovviamente essere combinati tra loro in funzione delle caratteristiche del sito, sino a giungere a configurazioni più complesse, per perseguire più obiettivi contemporanei: controllo della quantità e qualità delle acque, fruizione, valore estetico ed ecologico.

In funzione dei fattori limitanti di disponibilità di superfici e impermeabilità del suolo è possibile individuare i sistemi più opportuni da adottare: ampia disponibilità di superficie ed elevata permeabilità conducono generalmente alla scelta di sistemi di laminazione superficiale ed infiltrazione, viceversa spazi ridotti e scarsa permeabilità portano solitamente alla scelta di sistemi di accumulo sotterraneo e sistemi di trasporto con regolazione delle portate.

Nel passato la gestione del drenaggio urbano è stata affrontata in prevalenza da un punto di vista strettamente idraulico, con un approccio cosiddetto "hard engineering". Tale approccio ha come fine quello di drenare e raccogliere le acque di pioggia dalla superficie impermeabilizzata e convogliarle lontano dalle aree urbanizzate il più velocemente possibile. A livello tecnico, l'hard engineering si è tradotta nella raccolta di tutti i deflussi dalle superfici impermeabili, indipendentemente dal loro grado di inquinamento, e la loro immissione in fognature miste o separate, per poi essere scaricate in corpi idrici superficiali (fiumi, laghi, mari). La comunità scientifica ha però evidenziato come una gestione del drenaggio urbano che segua l'hard engineering possa alla lunga comportare le criticità indicate nella tabella seguente, anche alla luce degli effetti prevedibili e parzialmente già in atto del cambiamento climatico con un aumento della frequenza e dell'intensità delle piogge estreme.

CRITICITA'	DESCRIZIONE
Allagamento superficiale	Le acque di runoff, se non drenate in modo efficace, possono comportare allagamenti di aree urbane anche per eventi di pioggia modesti
Allagamento dalle fognature	Se le acque drenate dalla fognatura eccedono la sua capacità di deflusso, le fognature risultano sovraccaricate e, andando in pressione, possono causare allagamenti superficiali
Allagamento aree fluviali	Il drenaggio artificiale dell'area urbana comporta un aumento dei picchi di piena nei corsi d'acqua dovuti agli scarichi di acque di runoff, facilitando l'allagamento di aree fluviali a valle
Erosione del suolo	Le acque scaricate dalla fognatura nei corpi idrici fluviali hanno velocità molto elevate che possono causare erosione, cambiando la configurazione morfologica del corso d'acqua con effetto diretto sugli habitat acquatici del fiume
Inquinamento delle acque	Le acque drenate dalle reti fognarie veicolano il carico inquinante accumulato nel periodo secco sulla superficie impermeabile e lo scaricano non trattato nei corpi idrici contribuendo alla riduzione della qualità delle acque degli stessi. L'effetto risulta ancora maggiore nel caso di fognature miste, per via dello scarico di acque reflue miste non trattate per mezzo degli scolmatori di piena

Figura 24: Tabella con elenco e descrizione delle principali criticità dell'approccio "hard engineering"

In termini di riqualificazione fluviale, l'hard engineering può comportare quindi un peggioramento dello stato di qualità dei fiumi.

In contrapposizione alla hard engineering, sta prendendo sempre maggiore piede la gestione del drenaggio urbano per mezzo della così detta "soft engineering" fondata su un approccio multidisciplinare che permetta con soluzioni integrate di gestire l'acqua urbana e ottenere benefici aggiuntivi in termini di qualità delle acque, aumento della biodiversità e aumento della fruizione di aree pubbliche.

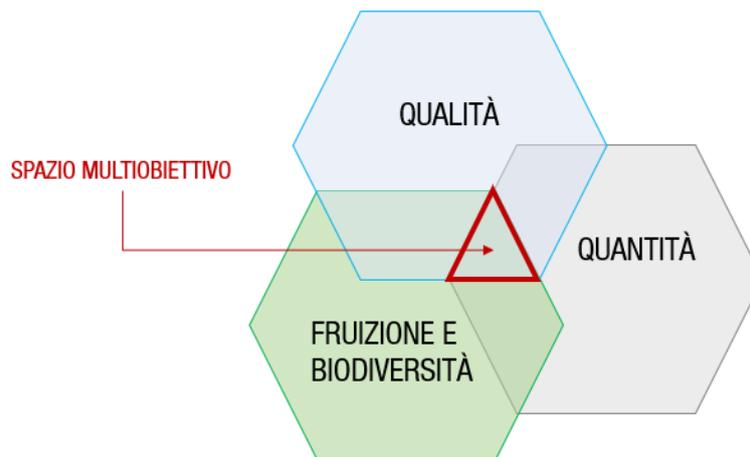


Figura 25: Approccio multidisciplinare al drenaggio urbano [Fonte: Gibelli G. et Al, 2015, *Gestione sostenibile delle acque urbane. manuale di drenaggio urbano, ridisegnato*]

A tal fine, la Soft Engineering adotta soluzioni naturali ingegnerizzate (nature-based solutions, green and blue infrastructures) per gestire il drenaggio urbano e sfruttare i diversi servizi ecosistemici (ecosystem services) da esse fornite (Huber, J., 2010):

- regolazione atmosferica;
- regolazione climatica;
- regolazione idrica;
- recupero delle acque;
- controllo dell'erosione e trattenimento dei sedimenti;
- formazione di suolo;
- bilanciamento cicli dei nutrienti;
- riduzione carico inquinante sfruttando i processi naturali di fitoestrazione, fitostabilizzazione, fitodegradazione, fitovolatilizzazione, come mostrato nella figura seguente;
- pollinazione;
- aumento biodiversità;
- produzione di biomasse;
- aumento aree ricreative;
- educazione ambientale.

In particolare, la Soft engineering contribuisce alla sostenibilità ed alla riqualificazione fluviale trattando i carichi inquinanti dovuti alle acque di runoff il più possibile in situ, evitando di semplicemente trasferire gli inquinanti prodotti dalle aree pavimentate urbane ai corsi d'acqua, come avverrebbe con un approccio di hard engineering, come mostrato nella figura seguente. Un confronto tra i servizi forniti dalla hard engineering e la soft engineering è riportato nella tabella seguente e nell'immagine successiva.

SERVIZIO	HARD ENGINEERING	SOFT ENGINEERING
Costi di realizzazione	Possono ritenersi sostanzialmente equivalenti, ma fortemente dipendenti dalla tipologia e obiettivi degli interventi; in molti casi in realtà con le BMPs si riesce a ridurre l'adozione di grossi diametri nelle fognature di raccolta, con risparmi che possono essere impiegati per migliorare il tessuto urbano	
Controllo degli allagamenti su scala locale	Sì	Sì
Controllo dell'erosione e delle piene di valle	No	Sì
Possibilità di riuso dell'acqua	No	Sì
Rimozione degli inquinanti	Bassa	Elevata
Miglioramento del tessuto urbano	No	Sì

Figura 26: Tabella con confronto tra hard engineering e soft engineering in termini di servizi forniti

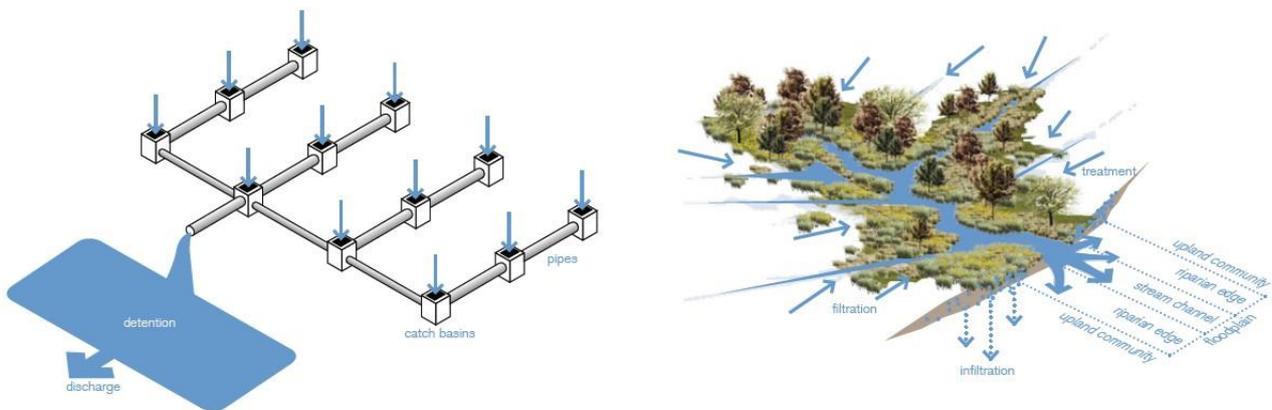


Figura 27: Confronto tra Hard Engineering e Soft Engineering in termini approccio. Hard engineering (a sinistra): drenaggio-ritenzione-scarico. Soft engineering (a destra): rallentamento-diffusione-trattamento in situ. di processi per la riduzione dei carichi inquinanti generati. [Fonte: Huber, J., 2010]

Le soluzioni tecniche adottate dall'approccio di Soft Engineering sono catalogate sotto diverse nomenclature, quali ad esempio "LID - Low Impact Development", "SuDS - Sustainable Urban Drainage Systems" o "NWRM - Natural Water Retention Measures" o "BMPs" - Best Management Practices, a seconda dei diversi gruppi di ricerca che le hanno studiate (Fletcher et al., 2015). Negli USA è impiegato il termine LID, mentre in Gran Bretagna è diffuso l'acronimo SuDS.

Alcuni esempi di tecniche di soft e hard engineering sono presentati nel prospetto seguente, suddivisi per tipologia di intervento e raggruppati in modo da evidenziare l'efficacia di laminazione e l'uso di tecniche tradizionali e naturali. La soft engineering può inoltre essere anche un'occasione per la riqualificazione urbanistica.

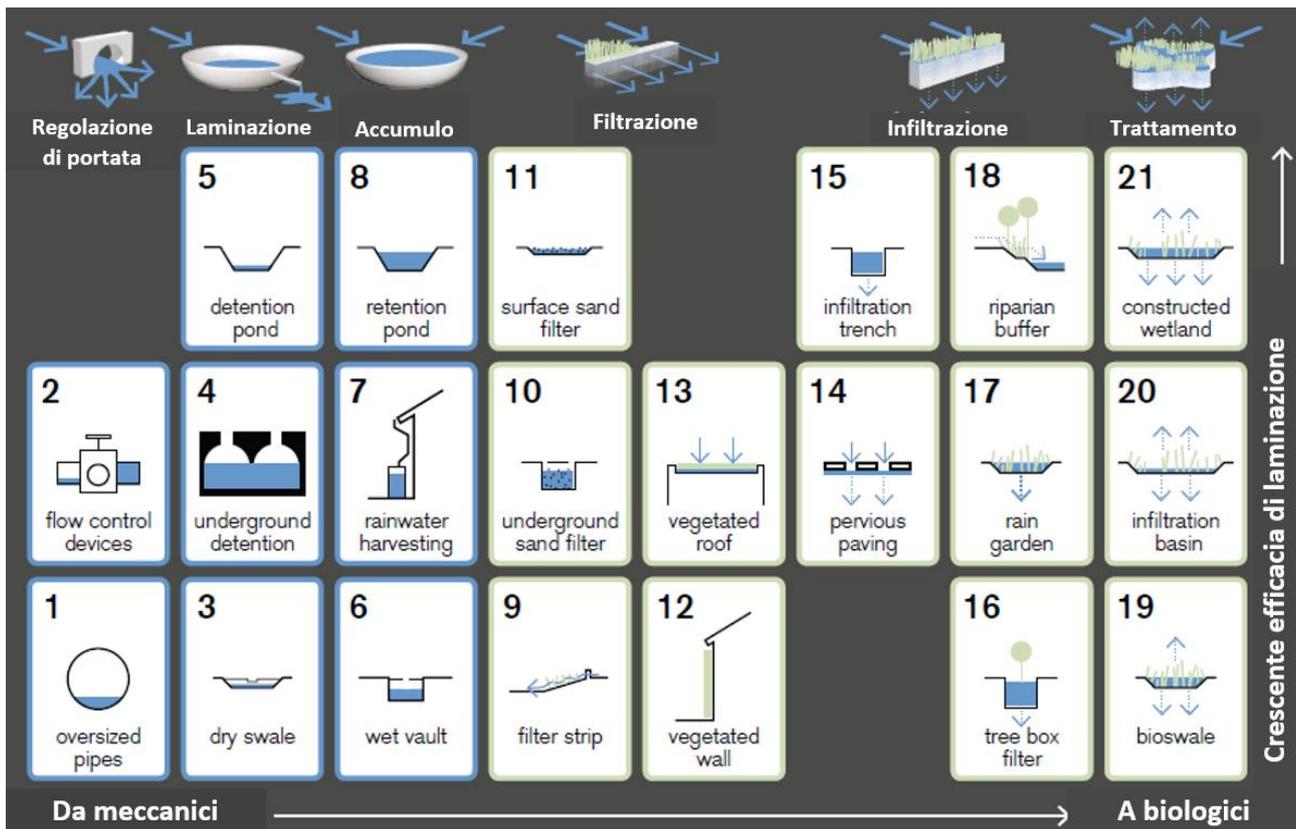


Figura 28: Prospetto riassuntivo delle tecniche utilizzabili (hard e soft engineering) per il controllo del drenaggio e la laminazione dei volumi e delle portate [fonte: Huber, J., 2010. LID - Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas]

La soluzione di progetto nella maggioranza dei casi è costituita dal giusto mix tra gli approcci di soft e hard engineering in funzione degli obiettivi, importanza e estensione dell'intervento, vincoli di budget, conformazione morfologica e geometrica e disponibilità di spazio.

Poiché lo studio esistente realizzato tramite modellazione numerica della fognatura ha un grado di dettaglio decisamente superiore rispetto alle valutazioni che possono essere effettuate all'interno di uno studio semplificato ed i risultati di tale modellazione, comprensivi dell'assetto di progetto, sono già stati condivisi con l'amministrazione comunale, nel paragrafo successivo vengono presentati gli interventi già definiti e date ulteriori raccomandazioni fondate sui criteri sopra esposti.

5.3 Misure strutturali

Gli interventi previsti quali misure strutturali per la risoluzione delle criticità e per il rispetto dell'invarianza idraulica e idrologica discendono dalle valutazioni compiute nel corso dell'incarico.

Gli interventi già definiti vengono, come detto, ripresi nel presente studio. Con la finalità di limitare tuttavia la circolazione delle portate di pioggia in rete, si propone di affinare le soluzioni individuate prevedendo il ricorso a supertubi e sezioni di controllo in modo da laminare già le portate lungo la rete. Viste le pendenze in gioco il ricorso a tubazioni di maggior diametro abbinate a salti di fondo consente inoltre di limitare le velocità in gioco, con indubbi vantaggi sulla durabilità delle opere stesse. Tale soluzione è in ogni caso da verificare attentamente in fase progettuale anche sulla scorta delle effettive disponibilità

economiche, della scelta delle pendenze di fondo e della frequenza delle camerette di salto.

Nelle immagini seguenti sono riportati i tratti in cui nello studio della fognatura si prevede il rifacimento del collettore consortile, per zona Parè e zona Gironico.

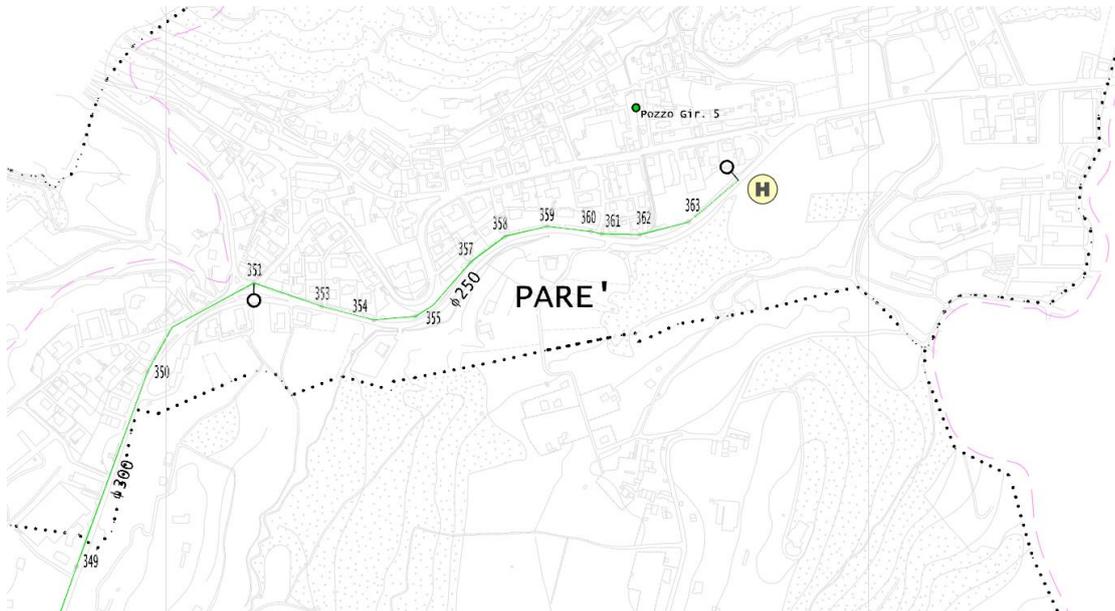


Figura 29: Rifacimento collettore consortile previsto nello studio della rete, zona Parè - da cameretta 360 a 351

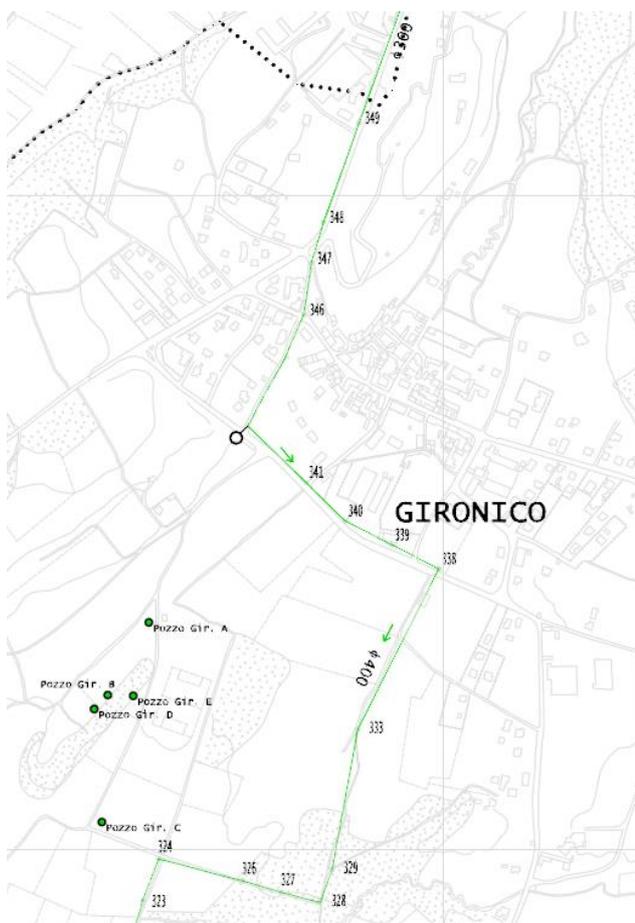


Figura 30: Rifacimento collettore consortile previsto nello studio della rete, zona Gironico - da cameretta 349 a 329

L'intervento previsto a Parè riguarda la sostituzione della tubazione esistente

Per quanto riguarda le criticità elencate nei precedenti paragrafi, sono state pertanto individuate le misure strutturali indicate nella tabella seguente, insieme ad interventi di invarianza idraulica ed idrologica e razionalizzazione della rete esistente. Sono inoltre indicate già alcune misure non strutturali che verranno riprese al capitolo seguente.

Punti di criticità	Interventi applicabili
1. Allagamenti via Mulini	Adeguamento collettore comunale sino al punto di sfioro
2. Allagamenti via Alla Valle	Adeguamento sezioni e laminazione mediante realizzazione di supertubo al di sotto della sede stradale.
3. Allagamenti via San Fermo – via San Giovanni Battista	Adeguamento collettore consortile e sfioratore con vasca accumulo in corrispondenza dello scolmatore e adeguamento rete fognaria comunale con vasca volano
4. Allagamenti zona Via San Fermo a confine con Cavallasca	Adeguamento rete fognaria comunale con vasca volano
5. Allagamenti in via dei Gelsi	Adeguamento collettore consortile e sfioratore con vasca accumulo in corrispondenza dello scolmatore
6. Allagamenti tra via Cavour e via S.G. Battista	Adeguamento collettore consortile e sfioratore con vasca accumulo in corrispondenza dello scolmatore
7. Allagamenti via Provinciale (SP 17) tra via Lanscian e Verdi	Adeguamento collettore consortile e sfioratore con vasca accumulo in corrispondenza dello scolmatore
8. Allagamenti in viale Lombardia	Adeguamento collettore consortile e sfioratore con vasca accumulo in corrispondenza dello scolmatore
9. Allagamenti via Ria' zona lavatoio	Misure di dry floodproofing, quali panconi sugli ingressi, barriere temporanee e con l'impiego di valvole antiriflusso.
10. Allagamenti via del Pascolo – via Cerè	Verifica e adeguamento attraversamenti esistenti e quote arginali
11. Ragnone, via San Lazzaro, via Manzoni	Creazione aree di laminazione in corrispondenza delle aree a verde attualmente già allagate

Figura 31: Prospetto riassuntivo delle misure strutturali individuate

5.4 Aree da destinare agli interventi

L'indicazione di massima delle aree da destinare agli interventi è riportata nella planimetria COL.3 allegata al presente studio.

La maggior parte degli interventi sono previsti al di sotto della sede stradale pubblica o in aree pubbliche. Per la realizzazione di vasche di accumulo / laminazione per la risoluzione degli allagamenti n. 3 (via San Fermo – via S. G. battista) e n. 7 e 8 (via Provinciale, viale Lombardia) sono state individuate alcune aree a verde ancora disponibili.

Per gli allagamenti in via Ragnone, San Lazzaro, via Manzoni legati alla morfologia dei luoghi ed alla presenza di un valletto intubato, è ipotizzata la realizzazione di un'area di laminazione nella zona a verde già ora soggetta ad allagamento.

6 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 prevede all'art 14 che sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale debbano contenere l'individuazione di misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio idraulico a cui è soggetto il territorio.

Nel seguito della presente relazione vengono presentate le principali misure non strutturali ed esempi di buone prassi messe in atto in ambiti simili ed individuate per lo specifico territorio le più opportune azioni attuabili a scala comunale.

6.1 Principali tipologie di interventi non strutturali

6.1.1 Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione

Un'importante misura non strutturale riguarda la comunicazione del rischio, delle procedure di emergenza già definite e delle misure di autoprotezione e prevenzione alla comunità interessate dagli allagamenti.

A tal fine possono essere organizzati specifici incontri di comunicazione e formazione alla cittadinanza, da parte di operatori specializzati e/o volontari. Gli incontri possono essere effettuati per gruppi omogenei di cittadini, che vivono le stesse situazioni di rischio o sono portatori di interessi analoghi (ad. es commercianti, residenti, industrie) e coinvolgendo le scuole.

Un aspetto di assoluto rilievo riguarda l'effettiva taratura degli incontri sul territorio specifico, informando sia su concetti generali ma soprattutto sulla reale situazione in essere nei comuni coinvolti.

Gli strumenti informativi e di formazione di base da utilizzare possono essere audiovisivi e materiale divulgativo cartaceo messi a disposizione dalle istituzioni, quali ad esempio la Protezione Civile Nazionale o l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR – IRPI).

Un'utile iniziativa di informazione e formazione è quella collegata alla campagna di comunicazione nazionale "Io non rischio" sulle buone pratiche di protezione civile. Il punto di partenza della campagna è la presa di coscienza che l'esposizione individuale ai rischi a cui è soggetto il territorio italiano (terremoto, maremoto, alluvione, frane, etc...) può essere sensibilmente ridotta attraverso la conoscenza del problema, la consapevolezza delle possibili conseguenze e l'adozione di alcuni semplici accorgimenti. Io non rischio è anche lo slogan della campagna, il cappello sotto il quale ogni rischio viene illustrato e raccontato ai cittadini insieme alle buone pratiche per minimizzarne l'impatto su persone e cose.

Nel weekend dedicato alla campagna vengono allestiti degli stand informativi nelle piazze dei comuni interessati. I volontari distribuiscono i materiali informativi e rispondono alle domande dei cittadini sulle possibili azioni da fare per ridurre il rischio alluvione.



Figura.32 – Pieghevole della campagna nazionale “Io non rischio – buone pratiche di protezione civile: alluvione” <http://iononrischio.protezionecivile.it/alluvione/materiali-informativi/>

6.1.2 Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science

La direttiva 2007/60/CE ed anche la direttiva quadro sulle acque 2000/60/UE promuovono il coinvolgimento dei cittadini, necessario per garantire il successo della direttiva stessa, che dipende da una stretta collaborazione e da un’azione coerente a livello locale, della Comunità e degli Stati membri e dall’informazione, dalla consultazione e dalla partecipazione dell’opinione pubblica.

Per coinvolgere i cittadini, oltre alle iniziative di comunicazione descritte al paragrafo precedente, possono essere implementati progetti di Citizen Science applicati agli ambiti di interesse: riqualificazione fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico.

Il termine Citizen Science (letteralmente, scienza dei cittadini in inglese) indica quel complesso di attività collegati ad una ricerca scientifica a cui partecipano semplici cittadini. E’ un modo per coinvolgere le comunità locali in attività che comportano una presa di coscienza ed un aumento della conoscenza e della competenza dei cittadini che vi partecipano ed al contempo consente a ricercatori ed istituzioni di ampliare i dati raccolti sulle variabili ambientali, da utilizzare per progetti di ricerca, ma anche per la pianificazione, progettazione e gestione delle emergenze.

L’aumentata conoscenza da parte dei cittadini consente anche scelte più consapevoli e partecipate e di innescare percorsi virtuosi di coinvolgimento, che nel contesto del presente progetto possono essere recepiti e valorizzati all’interno del Contratto di fiume (www.contrattidifiume.it).

L’ampia diffusione, anche tra i non addetti, di tecnologie e sensori utili per la raccolta dati (ad esempio tramite gli smartphone), rendono possibile attraverso iniziative di Citizen Science il coinvolgimento dei cittadini nella misurazione di grandezze legate ai fiumi, quali ad esempio i livelli idrici o anche le portate.

Nell'ambito delle misure dei livelli idrici si segnalano due progetti di Citizen Science, presentati all'European Geoscience Union 2017 e alla prima conferenza italiana sulla Citizen Science, tenutasi a Roma nel novembre 2017:

- **Crowd Water** (<http://www.crowdwater.ch>): progetto svizzero promosso dall'Università di Zurigo, per la misura relativa dei livelli tramite aste virtuali rispetto uno zero idrometrico fissato dagli utenti, tramite l'utilizzo di smartphone;
- **Cithyd** (Citizen Hydrology <http://cithyd.com>): progetto italiano promosso dalla società WISE, per la misura dei livelli tramite asta idrometrica fisica e l'utilizzo di smartphone.

Il progetto Crowd Water tramite l'App Spotteron, scaricabile gratuitamente sia per Android che per IOS, permette a volontari di inserire aste virtuali e quindi misure su qualsiasi fiume di interesse. All'interno della App è implementata anche la possibilità di indicare classi di umidità del suolo per aree di interesse.

L'immagine seguente mostra alcune schermate della App associata a Crowd Water, come si presenta su un comune smartphone.

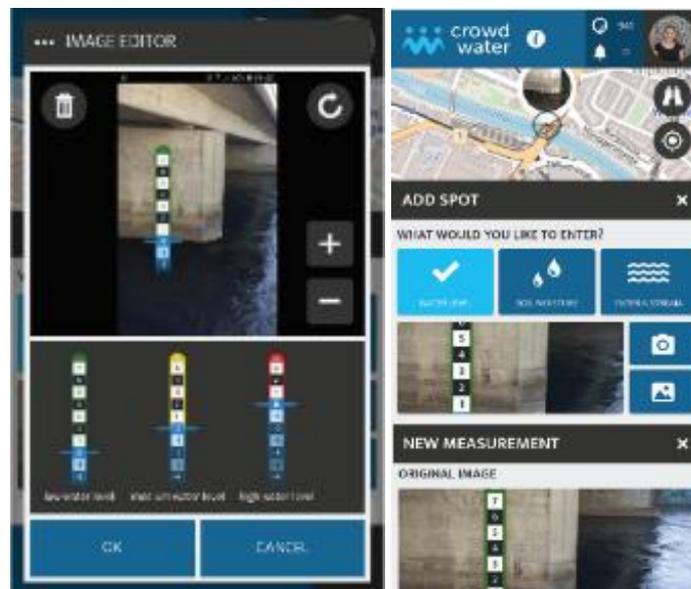


Figura 33 – Alcune schermate del progetto Crowd Water [da www.crowdwater.ch]

Il progetto CITHYD (Citizen Hydrology) è sviluppato tramite una web-App, che riceve i dati di livello idrico misurati dai cittadini in sezioni fluviali dotate di asta idrometrica e di un cartello informativo, munito di codice QR, esegue delle semplici verifiche, memorizza i dati in un geodatabase e li pubblica per tutti (Open Data). L'applicazione è un utile strumento per il coinvolgimento delle persone nella raccolta dati in modo semplice e rapido ed anche per avvicinarle al fiume e al territorio periferuale, per la fruizione, l'accrescimento dell'identità territoriale e la cura delle risorse idriche e dell'ambiente. Cithyd è stata citata anche come esempio delle misure previste nel Progetto di sottobacino del Seveso nell'ambito dei Contratti di fiume.

L'immagine seguente mostra alcune schermate della web-App.

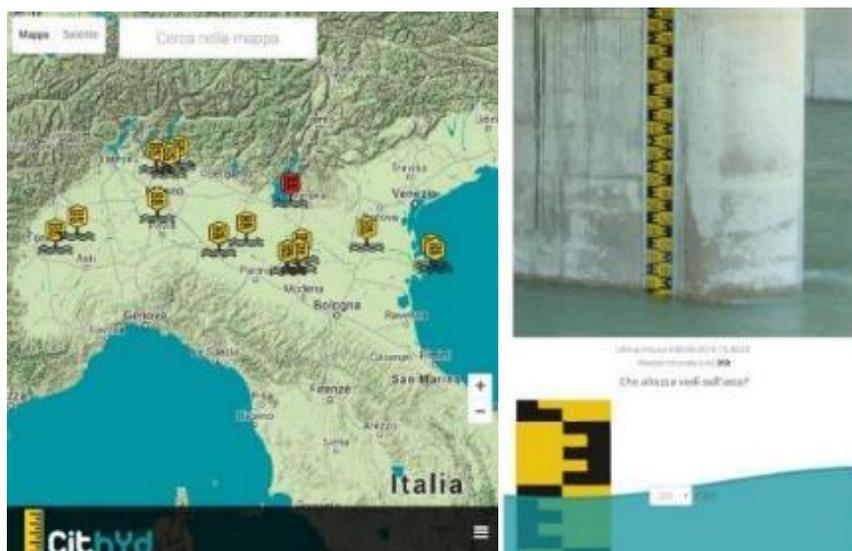


Figura 34 – Alcune schermate della web App Cithyd [da www.cithyd.com]

6.1.3 Sistemi di monitoraggio ed allerte

Tra le misure non strutturali rivestono particolare importanza i sistemi di monitoraggio ed allerta, che consentono di conoscere il livello e/o la portata del corso d'acqua strumentato ed anche altri parametri ambientali (quali ad esempio temperatura, velocità e direzione del vento e precipitazione) in funzione dei sensori installati.

La conoscenza dei livelli del corso d'acqua permette infatti di attivare, in relazione al raggiungimento di alcune soglie prefissate (attenzione, preallerta, allerta), procedure di emergenza per la gestione di eventuali alluvioni e quindi per la riduzione del danno.

Per rendere ancora più efficace l'impiego dei dati misurati è inoltre possibile implementare e tarare specifici modelli previsionali di piena in tempo reale, in grado di prevedere un evento pericoloso con un tempo sufficiente per mettere in sicurezza persone e beni.

I sistemi di monitoraggio possono essere inoltre collegati a dispositivi in grado di attuare delle misure di protezione, ad esempio semafori o barriere a funzionamento automatico per impedire l'accesso ad aree soggette ad allagamenti.

I sistemi di monitoraggio e allerta possono inoltre essere integrati con applicazioni che possono avvisare i cittadini, via smartphone (con messaggistica sms, whatsapp o avvisi push), con vantaggi immediati sulla rapidità della comunicazione.

6.1.4 Piani e studi di approfondimento

Tra le misure non strutturali previste nel PGRA del bacino del Po sono indicati approfondimenti e studi per migliorare la conoscenza della pericolosità e dell'efficacia degli interventi, tramite analisi idrologiche e idrauliche degli scenari di rischio residuale, verifiche di compatibilità di ponti, infrastrutture ed impianti e studi e azioni per prescrivere o promuovere il principio dell'invarianza idraulica (e idrologica). Il presente documento costituisce pertanto già una prima misura non strutturale messa in atto, da completare con un'analisi più approfondita condotta tramite modellazioni numeriche della rete di fognatura. Lo studio modellistico già condotto costituisce un'altra importante misura non strutturale già realizzata.

6.1.5 Difese temporanee

Oltre alle difese permanente, volte a diminuire la probabilità di accadimento di un prefissato evento di piena è possibile mettere in atto anche difese di tipo temporaneo, per proteggere il territorio per eventi di piena più gravosi o per diminuire i danni che quell'evento può produrre sul territorio.

Le difese temporanee possono essere adottate, nelle varie tipologie disponibili, sia dai soggetti istituzionali, sia dai cittadini per la difesa delle proprie proprietà private.

Le difese temporanee possono essere indicativamente raggruppate nelle seguenti classi (secondo lo statunitense US Army Corps of Engineers. National Nonstructural/Flood Proofing Committee - NFPC):

- barriere temporanee;
- dispositivi di chiusura;
- valvole antiriflusso;
- sistemi di pompaggio.

L'immagine seguente riporta le principali categorie di opere antiesondazione per gli edifici (secondo l'usuale nomenclatura adottata dalla protezione civile statunitense - FEMA) con alcuni esempi di misure adottabili per ciascuna categoria.

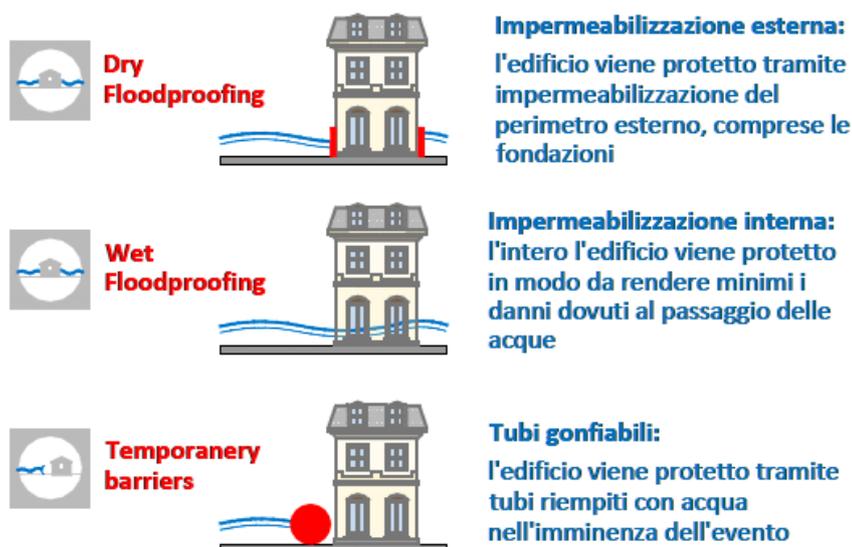


Figura 35 – Principali misure di flood proofing (anti esondazione) degli edifici: dry floodproofing, wet floodproofing, barriere temporanee.

Le barriere temporanee sono dispositivi da posizionare in previsione di eventi di piena per gestire l'eventuale allagamento del territorio, si va dai classici sacchetti di sabbia, storicamente usati per questo scopo, a prodotti più tecnologici e recenti, quali barriere tubolari in materiale plastico, riempibili ad aria o ad acqua, o ancora a barriere metalliche provvisorie a montaggio manuale.

Nelle immagini seguenti sono mostrate alcuni modelli in commercio delle varie tipologie.



Figura 36 – Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia



Figura 37 – Barriera temporanea in sacchi riempiti con materiale sintetico assorbente



Figura 38 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad aria



Figura 39 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad acqua



Figura 40 – Barriera temporanea antiesondazione autostabile modulare



Figura.41 – Barriera temporanea modulare con pilastri e panconi manuali in alluminio

I dispositivi di chiusura sono costituiti da paratoie e panconi a chiusura delle aperture nei muri o recinzioni, per evitare l'ingresso di acqua e sono solitamente utilizzate a protezione degli edifici. Possono essere dei cancelli a tenuta stagna, paratoie a sollevamento automatico o paratoie manuali, da montare in previsione di possibili allagamenti. In funzione dell'importanza dell'edificio o attività da proteggere, dell'evento temuto e dell'esistenza di vincoli di budget è possibile scegliere la tipologia più adatta. Nelle immagini seguenti sono mostrati alcuni dispositivi, sia manuali, che automatici.



Figura 42 – Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica



Figura 43 – Paratoie manuali a protezione di porte di ingresso

L'insufficienza della rete e l'impossibilità da parte del sistema fognario a scaricare le acque raccolte può far sì che le acque in eccesso nella rete fognaria possano trovare improprio sfogo nei terminali installati nelle abitazioni e quindi possano esserci allagamenti dovuti al rigurgito delle acque negli impianti.

Per evitare il verificarsi di tali situazioni e diminuire quindi il danno che le alluvioni possono produrre è consigliato installare dei dispositivi anti-riflusso tra le tubazioni private e la rete pubblica di raccolta delle acque. L'immagine seguente mostra il funzionamento del sistema antiriflusso, che impedisce alle acque della rete fognaria di risalire la tubazione di scarico.



Figura 44 – Funzionamento del sistema antiriflusso

6.1.6 Pannelli a messaggio variabile

Tra le situazioni più critiche che possono verificarsi durante un'alluvione rientrano gli allagamenti dei sottopassi di attraversamento, che troppo spesso divengono trappole in grado di catturare gli automobilisti e immobilizzare i veicoli mentre salgono velocemente i livelli idrici.

Una efficace misura non strutturale per la gestione di questi punti critici è data dall'installazione di semafori collegati a sensori, o anche attivabili da remoto, che possono quindi divenire rossi ed impedire l'accesso alle aree di maggiore criticità prima dell'instaurarsi di livelli idrici pericolosi. Un ulteriore strumento di informazione può essere rappresentato da pannelli a messaggio variabile, installabili in vari punti del comune, per avvisare i cittadini dei fenomeni in atto o previsti e dare eventuali istruzioni ed informazioni, quali ad esempio chiusure stradali e percorsi alternativi.



Figura 45 – Esempi di installazioni di semafori e pannelli a messaggio variabile collegati a sensori e telecamere

6.2 Misure non strutturali individuate

La tabella seguente riepiloga le principali misure non strutturali che possono essere impiegate sul territorio comunale ed individua le più opportune in relazione al contesto ed alla tipologia e cause presumibili degli allagamenti presenti.

Per gli allagamenti dovuti all'insufficienza della rete fognaria sono adottabili misure antiriflusso, per evitare rigurgiti dalla rete stessa. Allacci eseguiti secondo le specifiche del gestore della rete dovrebbero già essere dotati di tali dispositivi, tuttavia nei punti di maggiore criticità potrebbe essere opportuno verificarne l'esecuzione e prevedere dispositivi e sistemi a maggior tenuta.

Barriere temporanee possono invece essere utilizzate per proteggere le aree immediatamente a valle delle strade ad elevata pendenza che penetrano nel centro, come per via Alla Valle.

Nelle zone del centro della località Gironico nei pressi del Riale (zona lavatoio) soggetto ad allagamenti per inadeguatezza della rete di drenaggio o per ruscellamento in cortili a quota inferiore delle aree circostanti si può ricorrere a barriere temporanee e a panconi manuali da posizionare in corrispondenza degli ingressi e a sistemi anti-riflusso per evitare rigurgiti fognari nelle abitazioni.

Campagne di comunicazione e educazione sono infine sempre auspicabili, poiché possono portare ad un sensibile incremento della resilienza e capacità di risposta della comunità, con effetti positivi sulla diminuzione della vulnerabilità e quindi del rischio, così come l'installazione di sensori per un monitoraggio più puntuale e rapidità nell'attivazione di procedure di emergenza.

Misura non strutturale	Applicabilità nel territorio comunale
1. Comunicazione del rischio ai cittadini e educazione sulle pratiche di autoprotezione	X
2. Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science	X
3. Sistemi di monitoraggio ed allerte	X
4. Piani e studi di approfondimento	X
5. Difese temporanee:	
Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia	
Barriera temporanea in sacchi riempiti con materiale sintetico assorbente	X
Barriera temporanea antiesondazione riempita ad aria	
Barriera temporanea antiesondazione riempita ad acqua	
Barriera temporanea antiesondazione autostabile modulare	X
Barriera temporanea modulare con pilastri e panconi manuali in alluminio	
Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica	
Paratoie manuali a protezione di porte di ingresso	X
Funzionamento del sistema antiriflusso	X
6. Sistemi di pompaggio	X
7. Pannelli a messaggio variabile e/o semafori collegati a sensori	X

Figura.46 – Tabella di riepilogo delle tipologie di misure non strutturali applicabili