COMUNITA' MONTANA TRIANGOLO LARIANO
Via Vittorio Veneto 16 - 22035 Canzo (CO)

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE (Art. 14 comma 8 del R.R. 7/2017)

COMUNE DI ALBAVILLA

DATA
LUG 2022

RELAZIONE

CODICE
CAV 01

SCALA
-

REV.
00

Incaricati

Ing. Alessandro Balbo
Ordine Ingegneri Milano - N. A22903

Ing. Giacomo Galimberti
Ordine Ingegneri Como - N. 2171A

Gruppo di lavoro

Geol. Paolo Dal Negro
Geol. Micaela Casartelli
Ing. Beatrice Sacchi

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	EMISSIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
00	MM/AAAA	PRIMA EMISSIONE	GG	AB	GG

INDICE

1 PREMESSA 3

2 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE 4

2.1 Il regolamento regionale n. 7/2017 4

2.2 Ambiti territoriali di applicazione e valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile 6

2.3 Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico e il Documento semplificato del rischio idraulico 8

2.3.1 Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico 8

2.3.2 Il documento semplificato del rischio idraulico comunale 9

3 ANALISI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE ED IDROLOGICHE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT 11

3.1 Geologia 11

3.2 Inquadramento idrogeologico ed idrografico 13

3.2.1 Idrografia 13

3.2.2 Idrogeologia 14

3.3 Fattibilità geologica 16

4 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO 20

4.1 Idrologia 20

4.1.1 LSPP ARPA Lombardia 20

4.2 Reticolo idrografico principale e minore 21

4.2.1 Contratti di fiume 21

4.2.2 Lo studio del reticolo idrografico minore (RIM) 22

4.2.3 Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) 23

4.3 Criticità idrauliche evidenziate nella componente geologica del PGT 25

4.4 Reticolo di drenaggio fognario 25

4.4.1 PUGSS 26

4.4.2 Rilievo della rete meteorica / mista 26

4.5 Allagamenti e criticità segnalati 27

5 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA 35

5.1 Stima dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate ai limiti previsti dell'Art. 8 comma 5 del R.R 7/201735

5.2 Valutazioni in merito al rispetto del principio di invarianza 37

5.3 Criteri per l'identificazione delle misure a livello comunale 39

5.4 Misure strutturali 44

5.5 Aree da destinare alle misure di invarianza 45

6 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI 46

6.1 Principali tipologie di interventi non strutturali 46

6.1.1 Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione 46

6.1.2 Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science 47

6.1.3 Sistemi di monitoraggio ed allerte 49

6.1.4 Piani e studi di approfondimento 49

6.1.5 Difese temporanee 50

6.1.6 Pannelli a messaggio variabile ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**

6.2 Misure non strutturali individuate 54

7 INCONTRI E DOCUMENTAZIONE TRASMESSA 56

8 REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE 57

1 PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione del Documento semplificato del rischio idraulico comunale del Comune di Albavilla ai sensi dell'art. 14 comma 8 del Regolamento Regionale n. 7 del 2018 della Regione Lombardia "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)", ossia:

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare:

a) il documento semplificato contiene:

1. *la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;*
2. *l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;*
3. *l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e 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 di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;

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

La società WISE Engineering srl, è stata incaricata di redigere per la Comunità Montana Triangolo Lariano il Documento Semplificato del Rischio Idraulico del Comune di Albavilla, ricadente nell'area a bassa criticità, previsto dal citato Regolamento.

Il presente documento è accompagnato dalle seguenti tavole grafiche:

1. TAVOLA 1: Carta delle criticità idrauliche, scala 1:5'000
2. TAVOLA 2: Carta delle criticità idrogeologiche, scala 1:5'000
3. TAVOLA 3: Carta degli interventi, scala 1:5'000

Le informazioni riportate nelle tavole derivano dall'analisi del PGT comunale, dei dati ottenuti dai documenti di Polizia idraulica e da quanto segnalato dai tecnici comunali.

2 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE

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)", modificato poi dal R.R 8/2019.

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.

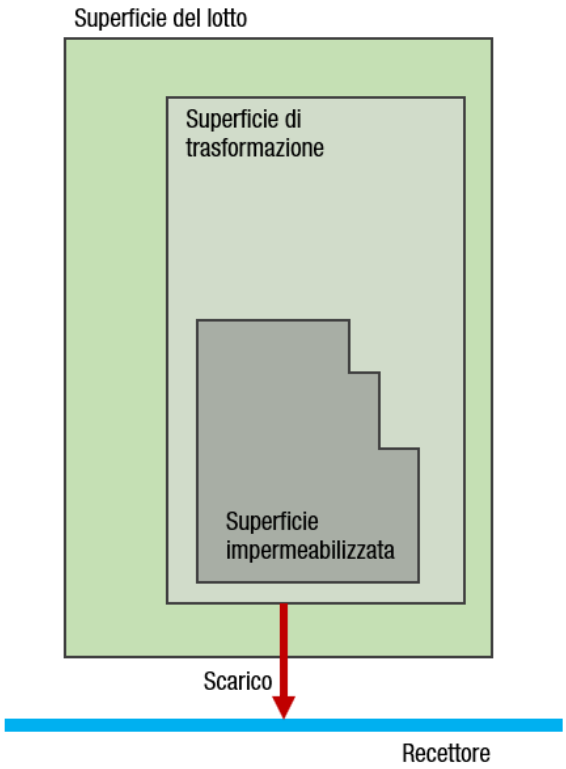


Figura 1: Schema delle superfici da considerare per il calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica [ridisegnato da Masseroni D. et Al, 2018]

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.

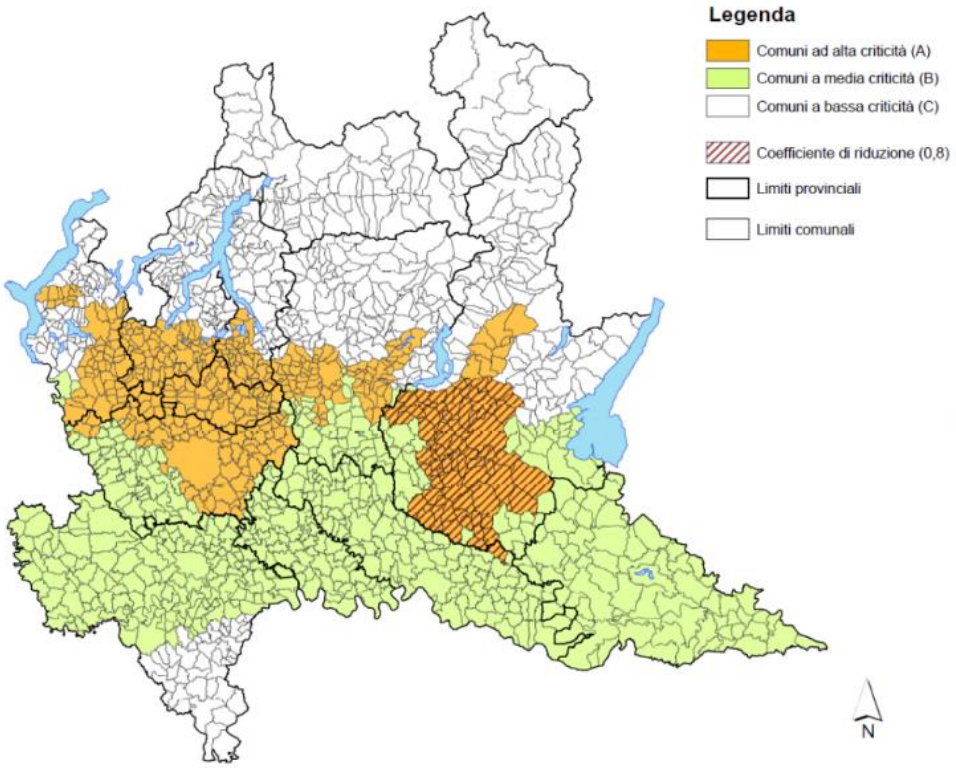


Figura 2: Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l'allegato B al RR 7/2017 modificato dal R.R 8/2019

Il Comune di Albavilla ricade, secondo l'art. 7 del citato Regolamento, in area A, ad alta criticità idraulica.

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

Gli esiti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e, per i comuni ricadenti nelle aree a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7, gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 della L.R. 31/2014e comma 4, quinto periodo oppure mediante variante da approvarsi entro il 31 dicembre 2025.

Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico e, per i comuni ricadenti nelle aree a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7, il documento semplificato del rischio idraulico comunale sono aggiornati ogniqualvolta il quadro di riferimento assunto negli stessi documenti subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici.

2.3.1 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 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.

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.

2.3.2 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 ANALISI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE ED IDROLOGICHE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT

3.1 Geologia

L'abitato di Albavilla si sviluppa ai margini meridionali del Triangolo Lariano. Tale zona è posta al raccordo tra i rilievi montuosi prealpini del Triangolo Lariano, costituiti da formazioni sedimentarie depositatesi in un intervallo di tempo che va dal Triassico superiore al Cretaceo inferiore, e la fascia collinare pedemontana caratterizzata da vaste coperture di depositi quaternari, prevalentemente di origine glaciale.

L'assetto delle formazioni rocciose è quello tipico della flessura pedemontana: lungo la porzione meridionale dei versanti gli strati immergono a franapoggio, verso S e SW, con inclinazione medio alta. Verso la parte alta dei bacini invece gli strati disegnano blande pieghe con asse diretto grossomodo E-W e con strati con inclinazione medio – bassa.

Nel settore montuoso si osserva una successione di calcari e calcari marnosi di età giurassico-cretacica, secondo la successione delle unità litostratigrafiche di seguito riassunta, dalla più antica alla più recente:

- **Calcare di Moltrasio (Sinemuriano - Pliensbachiano inferiore**): costituisce il substrato roccioso della maggior parte del Triangolo Lariano, è costituito da calcare con interstrati calcareo marnosi scuro, da grigio a nero, con presenza di selce in noduli o liste, ben stratificato, spesso con giunti marnosi di spessore variabile, talora di diversi centimetri. In alcuni casi sono osservabili delle discordanze stratigrafiche interne alla formazione date da terminazioni laterali di strati che originano una morfologia a becco di flauto. In alcuni affioramenti si osserva stratificazione convoluta e piegata ad opera di *slump* sinsedimentari, cioè di scivolamenti che avvenivano lungo un pendio durante la deposizione stessa del sedimento ancora non litificato.

All'interno della successione del Calcare di Moltrasio, abbastanza monotona, vi sono variazioni litologiche significative dovute alle locali condizioni paleogeografiche di sedimentazione. Recenti studi hanno permesso di definire le seguenti sottounità.

MOTc: Calcare selcifero grigio nerastro, chiaro in alterazione, ben stratificato, con strati di spessore variabile (10-20 cm). Presenta giunti marnosi sottili, spessi al massimo pochi millimetri o addirittura assenti. La selce, che deriva essenzialmente da diagenesi di spicule di spugne silicee, è caratterizzata da un aspetto più o meno vetroso e traslucido e di colore tipicamente nero o grigiastro. Essa si presenta:

- In grossi noduli o liste spesse, in genere posti al centro dello strato. I noduli ed i letti di selce presentano bordo netto e generalmente chiudono a lente.

- In sottili livelli continui o alternativamente in piccoli noduli di spessore centimetrico e contorno irregolare. La loro posizione nello strato è indifferentemente al letto, al centro o al tetto dello strato. Spesso queste lamine di selce giungono a rinsaldarsi generando anche livelli più spessi.

MOTd: Calcare grigio chiaro, talora tendente al nocciola, con selce in grossi banchi o grossi noduli spessi 20-40 cm. Sono scarsamente marnosi e non presentano interstrati marnosi o, se presenti, sono estremamente ridotti. Si arriva ad avere strati costituiti praticamente da sola selce, disposta al letto ed al tetto degli strati, con al centro dei piccoli noduli di calcare. La selce è di aspetto traslucido, vetrosa, di colore chiaro variabile dal latteo al grigio chiaro al marroncino al verde oliva. In alterazione questa

facies assume un colore arancione ed un aspetto fortemente alterato. Si dimostra particolarmente resistente all'erosione dando luogo a considerevoli fenomeni di morfoselezione. Il versante meridionale della dorsale M. Boletto – M. Bolettone, si imposta interamente, a valle dell'Alpe Turati – Dosso della Merma e lungo i settori di spartiacque, lungo questa litofacies, non più spessa di ca. 20 m.

- **Calcare di Domaro (Pliensbachiano - Toarciano basale)**: è costituito da calcari marnosi grigio chiari, talora nocciola, biancastri in alterazione, poco bioturbati e con rare liste di selce bionda, organizzati in una ciclica alternanza di banchi metrici, generati dal rinsaldamento di più strati, e di orizzonti marnosi di spessore decimetrico. Presenza nei calcari di noduli ferruginosi ed ammoniti. Superfici di strato planari o nodulose. Intercalati livelli di marne ed argille grigio verdi, spesso rossastre. Possono comparire rari strati in cui i noduli calcarei sono fasciati da marne rosate. In zone di paleoalto, presenza di calcari marnosi rossastri a stratificazione nodulare e diffuse ammoniti.
- **Calcare di Morbio (Domeriano – Toarciano basale)**: è costituito da strati di calcari marnosi nodulari, di colore rosato o rosso, più raramente verdastro, ben suddivisi da marne e localmente ricchi di ammoniti.
- **Rosso Ammonitico Lombardo (Toarciano inferiore – Bajociano inferiore):** tale formazione è costituita da calcari rosati nodulari. Noduli calcarei e clasti calcarei rosati chiari centimetrici in argilliti e marne rossastre. La stratificazione è data da allineamenti dei noduli appiattiti e dei livelli di marne. Presenza di rari noduli verdastri. Colore vinaccia in frattura fresca. Localmente ricca di biotite lungo i piani di stratificazione. Strati medio-sottili.
- **Gruppo del Selcifero Lombardo (Bajociano superiore - Titoniano)**: comprende le unità Radiolariti del Selcifero Lombardo, costituite da selci a radiolari da verdastre a giallo brune, in strati planari nella parte bassa e passanti a mammellonari di colore rosso violaceo nella parte alta; e l'unità Rosso ad Aptici costituita da calcari marnosi di colore rosato, con abbondanti noduli e sottili liste di selce di colore rosso violaceo progressivamente meno abbondanti verso l'alto, localmente ricchissimi di Aptici.

Nella porzione centrale e meridionale del territorio comunale prevalgono le coperture quaternarie, che possono raggiungere spessori di diverse decine di metri e comprendono per lo più depositi di origine glaciale.
I depositi neogenico-quaternari riconosciuti nel territorio in esame sono attribuibili a:

- **Sintema di Cantù (Pleistocene superiore) / depositi wurmiani:** riguarda i depositi relativi all'ultima glaciazione (Episodio Cantù o depositi wurmiani) e comprendono materiali di origine prevalentemente glaciale, costituiti da ghiaie e sabbie, cui si associano ciottoli e talora massi, immersi in percentuali variabili di matrice limoso-sabbiosa. Presentano colorazione grigiastra o grigio giallognola, con orizzonti di alterazione superficiale di limitato spessore, e clasti in genere poco alterati. Nell'area sono presenti, inoltre, depositi di origine alluvionale con ghiaie medie e grossolane a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria e depositi di versante, costituiti da diamicton e ghiaie poco selezionate con clasti spigolosi alterati con matrice arrossata. Localmente sono osservabili placche di depositi cementati, a formare dei conglomerati.
- **Allogruppo di Besnate / depositi rissiani:** sono i depositi glaciali più antichi, conosciuti anche come depositi *rissiani*. Si distinguono dai precedenti per una maggiore età che si riflette in un maggior grado di alterazione, per il maggior contenuto di frazione fine limoso argillosa, per le colorazioni giallastre o rossastre e per il maggiore grado di alterazione dei clasti. Inoltre tali depositi sono spesso ricoperti da una

coltre limoso sabbiosa di colorazione ocracea e rossastra di tipo loessico. Questi depositi si riscontrano nelle porzioni di territorio “risparmiate” dall’avanzata delle lingue glaciali più recenti, ascrivibili all’Alloformazione di Cantù..

Si riconosce inoltre sul territorio l'impronta determinata dalle glaciazioni che a più riprese hanno interessato nelle epoche geologiche il settore in esame. Il comune di Albavilla è stato interessato dalla fronte glaciale che, percorrendo la Valassina giungeva alla conca di Erba e da qui rilasciava il carico di sedimenti trasportato. In particolare nella porzione pedemontana del territorio comunale si riconoscono cordoni morenici ben espressi, con buon rilievo morfologico e con direzione delle creste orientata grossomodo Nord-Sud, a conferma di un flusso glaciale con provenienza da Est.

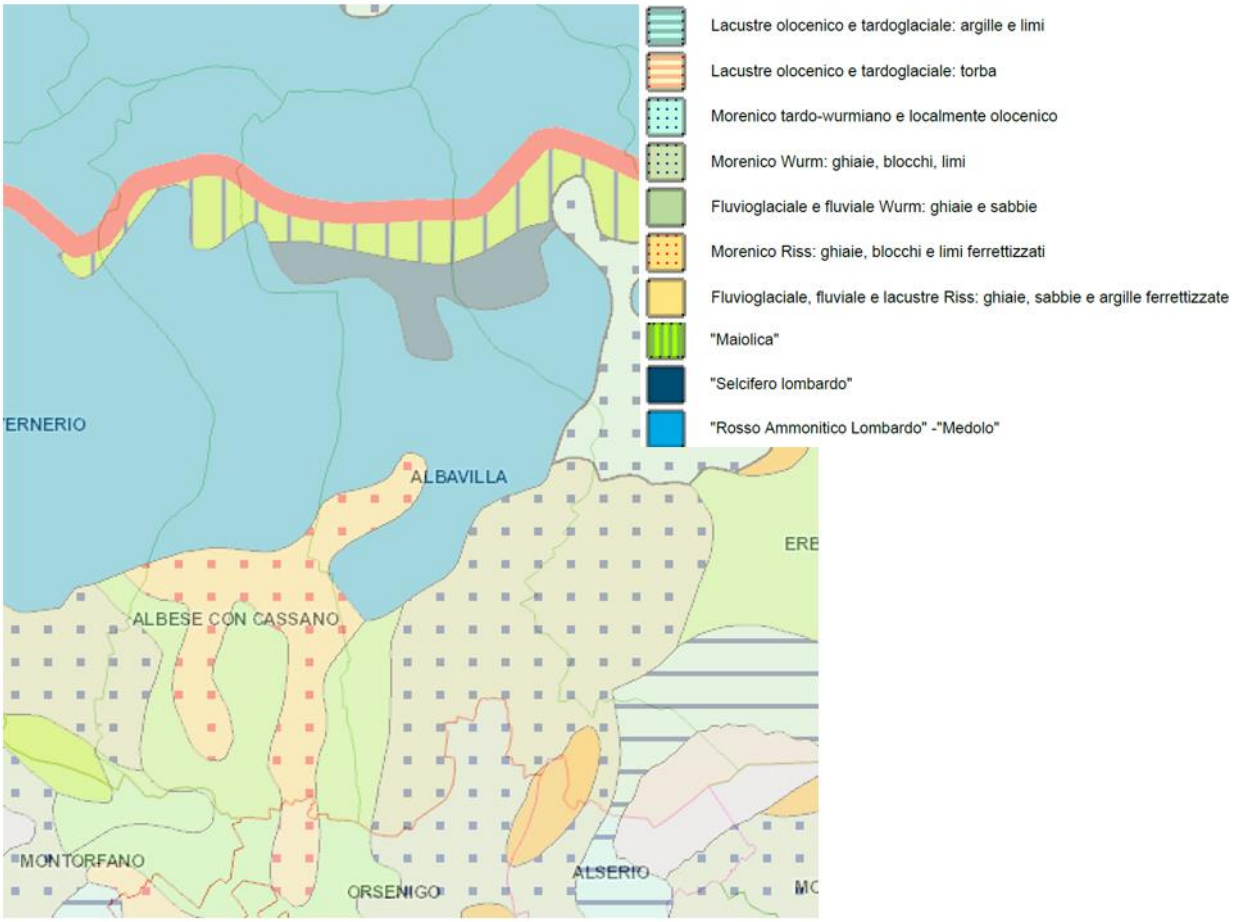


Figura 3: Carta geologica del territorio comunale (fonte: geoportale Regione Lombardia)

3.2 Inquadramento idrogeologico ed idrografico

3.2.1 Idrografia

Il corso d'acqua più rilevante del territorio comunale è il torrente Cosia, che rientra nel reticolo idrico principale fino allo sbarramento artificiale della Diga di Leana, in corrispondenza della confluenza di due aste secondarie che trovano origine a quota 1317 m slm sulle pendici del Monte Bolettone.

L'assetto idrografico, condizionato dalla morfologia strutturale del substrato roccioso, è dominato dalla presenza di bacino del torrente Cosia, il quale si origina dalle pendici meridionali del Monte Bolettone e che mostra un bacino idrografico di ampia estensione. Tale corso d'acqua mostra pattern ortoclinale, con alternanza di tratti che disegnano brusche curvature ad angolo retto.
A valle dello spartiacque del dosso sui cui si colloca la località Alpe del Vicerè si osservano invece corsi d'acqua che solcano i versanti con prevalente decorso Nord-Sud e con bacini idrografici di modesta rilevanza. Gli alvei confluiscono direttamente a nord del centro abitato, dove vengono incanalati in una rete di condotte tombate che attraversano il settore urbanizzato. Tali torrenti si caratterizzano per avere un comportamento fortemente stagionale, con portate esigue per la maggior parte dell'anno che si rimpinguano in concomitanza di eventi piovosi intensi o prolungati.
Si discosta il bacino del torrente Bova, sito ad Est dell'area in esame, in territorio comunale di Erba.
Tali corsi d'acqua confluiscono nella Piana di Erba. I corsi d'acqua posti a Nord dello spartiacque che passa per la località La Salute confluiscono invece nel torrente Cosia e quindi nel bacino del Lago di Como. Al passaggio tra contesto montano e pedemontano si osserva una generale diminuzione della pendenza delle aste torrentizie.

3.2.2 Idrogeologia

Per quanto attiene l'assetto idrogeologico, la circolazione idrica nel sottosuolo si sviluppa prevalentemente entro gli ammassi rocciosi carbonatici. Essi si presentano permeabili per fratturazione ed in misura ancora più rilevante per carsismo. Sono infatti evidenti esempi di carsismo ben sviluppato.
Nel settore montano il regime idrico sotterraneo è pertanto governato dalla permeabilità secondaria del substrato calcareo, a causa di fenomeni di dissoluzione per carsismo e per l'intensa fratturazione dell'ammasso roccioso. Sono presenti numerose piccole sorgenti disperse sul territorio che non forniscono però portate sufficienti per un loro utilizzo intensivo. Solo una, in passato, è stata oggetto di prelievi per il consumo umano (sorgente in prossimità della diga di Leana) ma, ad oggi, non risulta più sfruttata.

In occasione di precipitazioni intense e prolungate nel tempo, si registrano nel territorio comunale alcuni fenomeni di risorgiva, distribuiti principalmente nel settore pedemontano di raccordo con i settori di pianura. Si tratta di venute d'acqua a carattere prevalentemente locale e temporaneo ma che possono generare fenomeni di allagamento non trascurabili. Le cause di questi fenomeni possono essere imputabili a limiti di permeabilità e/o ad intersezione della piezometrica con la superficie topografica.
La presenza di fenomeni di risorgiva è un tratto caratteristico di tutto il settore pedemontano del Triangolo Lariano, favorito dalla flessura pedemontana del substrato roccioso. Spesso inoltre la presenza di limiti di permeabilità nei depositi glaciali che ammantano il settore pedemontano favoriscono ulteriore elemento a favore della presenza di risorgive.

L'assetto idrogeologico delle zone di pianura mostra l'esistenza di più orizzonti acquiferi sovrapposti, anche se non sono noti i rapporti di interconnessione tra gli stessi. Si rinvengono in tale ambito alcuni flussi discontinui superficiali, entro i primi 10 m di profondità dal piano campagna. La falda più profonda è sostenuta da un orizzonte argilloso posto a circa 60 m di profondità rispetto al piano campagna; è una falda già abbondantemente sfruttata la cui soggiacenza ha subito un progressivo decremento fino agli attuali 45-50 m

da piano campagna. Una terza falda, di cui si ignora la base, è posta a circa 70-75 m di profondità dal piano campagna e sembra essere collegata con le sorgenti di Alserio, situate verso S-E, da cui viene emunta la maggior parte delle acque utilizzate a fini idropotabili dal Comune. Le acque di questo ultimo acquifero sembrano provenire in massima parte dal sistema carsico del settore montano

- **Pozzi**

La componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT individua n. 1 pozzo attualmente utilizzato a scopo idropotabile ricadente entro il confine comunale. Si tratta del pozzo della Ditta Castagna, denominato pozzo Comoseta, a sud della SS n.639, nella Piana di albese, sito alla quota di 394 m slm.
Nel 1994 era stato predisposto uno studio per l'apertura di un nuovo pozzo in località Saruggia, pozzo peraltro mai realizzato. I redattori dello studi ogeologico hanno comunque ritenuto di tutelare con specifico vincolo la zona di prevista ubicazione del pozzo per garantire che in futuro non vengano attuate modifiche tali da pregiudicarne l'auspicata realizzazione.

Si aggiungono inoltre i pozzi in comune di Orsenigo ed Erba (pozzi Pralavecc), le cui fasce di rispetto ricadono entro il territorio comunale di Albavilla.

Per procedere all'infiltrazione delle acque occorrerà escludere le aree di salvaguardia dei pozzi.
In accordo al RR 7/2017 è auspicabile che lo smaltimento delle acque meteoriche avvenga, nel rispetto delle priorità indicate dal Regolamento stesso, tramite riutilizzo e infiltrazione, pertanto qualora lo smaltimento delle acque, dopo la laminazione, avvenga per infiltrazione è in ogni caso auspicabile che il valore di permeabilità del sottosuolo interessato sia definito tramite apposite prove in situ da allegare al progetto, a garanzia del corretto dimensionamento e funzionamento delle opere. Il progettista dovrà valutare anche la compatibilità con il livello di falda, avendo l'accortezza di mantenere sempre una fascia di protezione tra la quota della falda di progetto ed il fondo delle opere di infiltrazione.

- **Sorgenti**

Nel territorio comunale sono presenti alcune sorgenti distribuite sia nella fascia pedemontana sia sui versanti prospicienti il torrente Cosia. Alcune di queste sorgenti sono state sfruttate in passato a scopo idropotabile, anche se attualmente non vengono più utilizzate per ragioni di portata od inquinamento.
Vengono indicate:

- Sorgenti Buselacc: si trovano a circa 565 m slm, sopra la strada che porta verso l'albergo della Salute;
- Sorgente del Dragone: è posta nell'impluvio adiacente a quello del Buselacc.

La principale fonte di approvvigionamento idropotabile del comune è costituita dalla sorgente di Alserio, ubicata nell'omonimo abitato, esternamente al perimetro del comune di Albavilla. Si tratta di una sorgente collegata probabilmente alla emergenza della falda più profonda in prossimità del lago di Alserio.

- **Classi di Permeabilità**

Nella Carta Idrogeologica dello studio geologico comunale viene fornita una classificazione della permeabilità delle unità geologiche costituenti il territorio.
Per le specifiche finalità dello studio in esame sono state distinte le unità con bassa permeabilità.

Ricadono in questa classe le seguenti unità:

- Complesso lacustre, con permeabilità molto bassa per porosità primaria.

Le restanti unità non pongono problematiche di rilievo riguardanti la permeabilità, che si attesta su valori da medio-bassi ad elevati. Si rimanda per tali aspetti alle indagini sito specifiche mirate a supporto di ogni intervento.

3.3 Fattibilità geologica

Nella carta di fattibilità geologica vengono indicate le prescrizioni, dal punto di vista idrogeologico e geologico-tecnico, che si reputano necessarie per poter programmare al meglio le attività consentite sul territorio.
Lo strumento principale cui fare riferimento nel valutare la compatibilità geologica di un intervento è il Piano di Governo del Territorio (abbreviato in PGT), ed in particolare, allo studio di analisi della componente geologica, idrogeologica e sismica.

In merito alla fattibilità geologica, la normativa regionale in materia di pianificazione territoriale adotta quattro classi di fattibilità.
Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni: la classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni: la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, chepossono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.
Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni: la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso perle condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni: l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/05,senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.
A discrezione del professionista ogni classe di fattibilità, con particolare riferimento alle classi 3 e 4, può essere, per maggiore chiarezza, suddivisa in sottoclassi riguardanti ambiti omogenei.

1.1.1.1 La fattibilità geologica in comune di Albavilla

Il comune di Albavilla è dotato di uno studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale redatto ai sensi della L.R. n. 12/05, il cui ultimo aggiornamento risale al Giugno 2013. In tale elaborato vengono analizzate le

caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.
Secondo la componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, l'attribuzione delle classi di fattibilità è stata effettuata con la procedura indicata dalla DGR Lombardia n. 9/2616. Il territorio comunale è stato suddiviso, oltre che sulla base delle classi di fattibilità definite e descritte al punto precedente, anche in sottoclassi in relazione alle problematiche geologiche riscontrate nel territorio. In particolare:

Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe è stata suddivisa in 3 sottoclassi:

- ***Sottoclasse 3a-3b:*** la sottoclasse 3a comprende le aree mediamente acclivi e sede di possibili fenomeni di instabilità. La sottoclasse 3b comprende le porzioni di territorio che bordano le aree di pertinenza fluviale garantendo un franco sui limiti attuali di sponda.
- ***Sottoclasse 3c:*** comprende le aree caratterizzate da possibili fenomeni di carsismo.
- ***Sottoclasse 3d:*** comprende le aree caratterizzate da vulnerabilità di natura idrogeologica, come le aree di rispetto dei pozzi idropotabili individuate con criterio idrogeologico.
- ***sottoclasse 3e***: comprende le aree caratterizzate da possibili fenomeni di rischio alluvionale cos' come indicati nel piano di protezione civile.

Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

La classe è stata suddivisa in n. 2 sottoclassi:

- ***Sottoclasse 4a:*** comprende le zone che risultano avere un elevato rischio geologico, idrogeologico ed idraulico ed una elevata estensione dei dissesti che limitano fortemente la realizzabilità in sicurezza di interventi edilizi e delle opere di protezione e bonifica con i metodi tradizionali.
- ***Sottoclasse 4b:*** la sottoclasse comprende le aree di frana attiva e quiescente di cui alle norme art.9 del PAI.

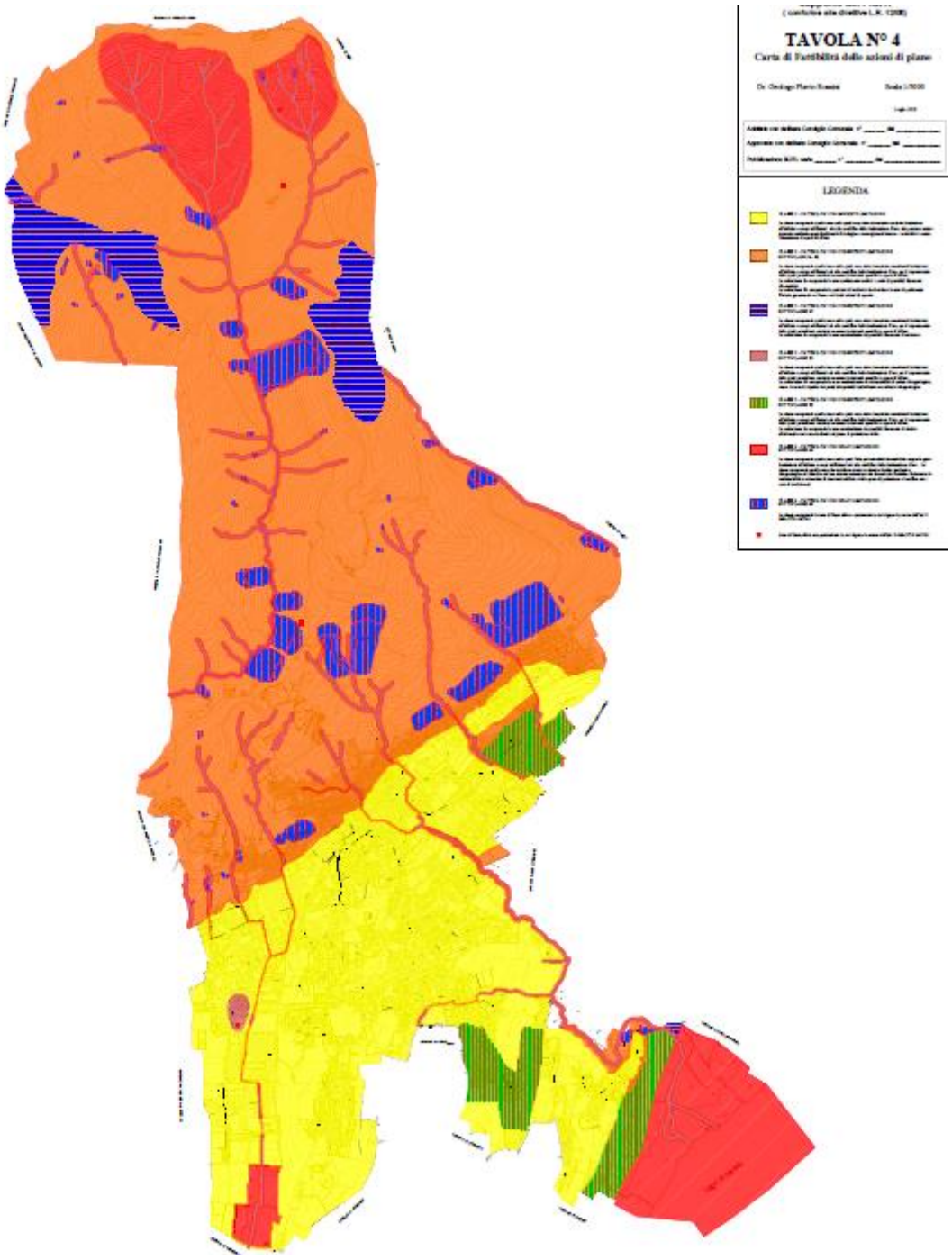


TAVOLA N° 4
Carta di fattibilità delle azioni di piano
LEGENDA

CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

La classe comprende quelle aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSI 3A-3B

La classe comprende quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
La sottoclasse 3a comprende le aree mediamente acclivi e sede di possibili fenomeni d'instabilità
La sottoclasse 3b comprende le porzioni di territorio che bordano le aree di pertinenza fluviale garantendo un franco sui limiti attuali di sponda

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSE 3C

La classe comprende quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
La sottoclasse 3c comprende le aree caratterizzate da possibili fenomeni di carsismo

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSE 3D

La classe comprende quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
La sottoclasse 3d comprende la aree caratterizzate da vulnerabilità di natura idrogeologica, come le aree di rispetto dei pozzi idropotabili individuate con criterio idrogeologico

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSE 3E

La classe comprende quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
La sottoclasse 3e comprende la aree caratterizzate da possibili fenomeni di rischio alluvionale cosi come indicati nel piano di protezione civile

CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSE 4A

La classe comprende quelle zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. . La classe comprende quelle zone che risultano avere un elevato rischio geologico, idrogeologico ed idraulico ed una elevata estensione dei dissesti che limitano fortemente la realizzabilità in sicurezza di interventi edilizi e delle opere di protezione e bonifica con i metodi tradizionali.

CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI
SOTTOCLASSE 4B

La classe comprende le aree di frana attiva e quiescente in cui vigono le norme dell'art. 9 delle NTA del PAI.

Figura 4:Carta della fattibilità geologica (Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT)

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. Le piogge intense e le valanghe in Lombardia", 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 https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis_central.php?TYPE=guest 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.

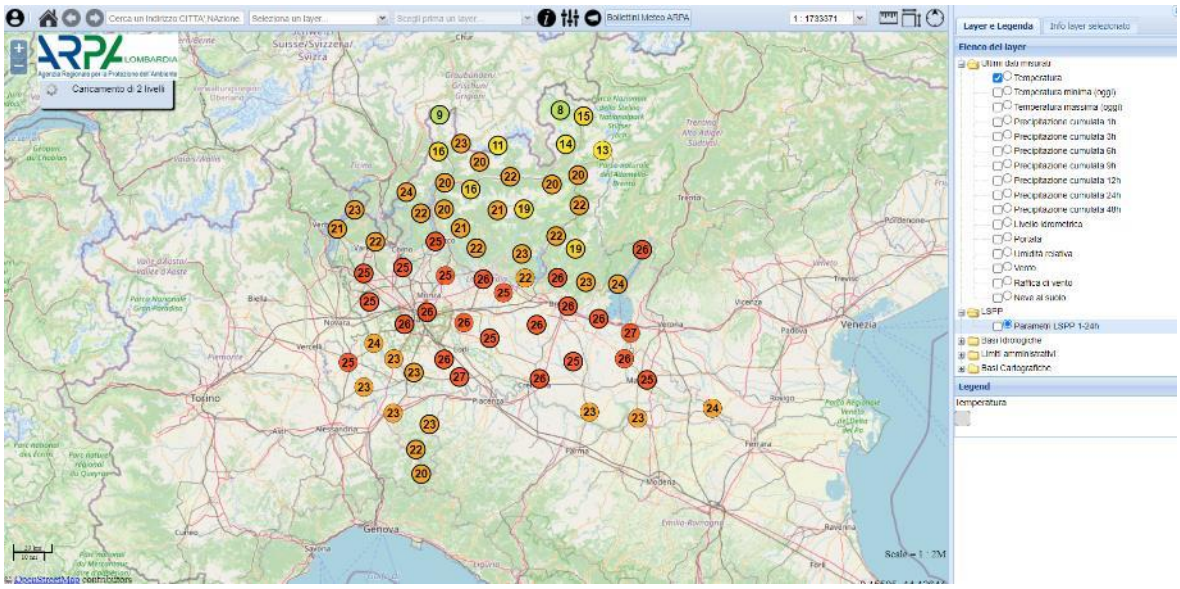


Figura 5: Distribuzione dei parametri delle LSPP (1-24 ore) sul territorio di Regione Lombardia (Progetto Strada)

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	47.83	63.41	70.01
n (d >= 1 ora)	0.33	0.33	0.33
n (d< 1 ora)	0.5	0.5	0.5

Figura 6: Parametri della distribuzione GEV tratti dal progetto STRADA di Arpa Lombardia

I valori dei parametri da adottare sono stati ricavati considerando le grandezze relative al baricentro del territorio comunale.

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

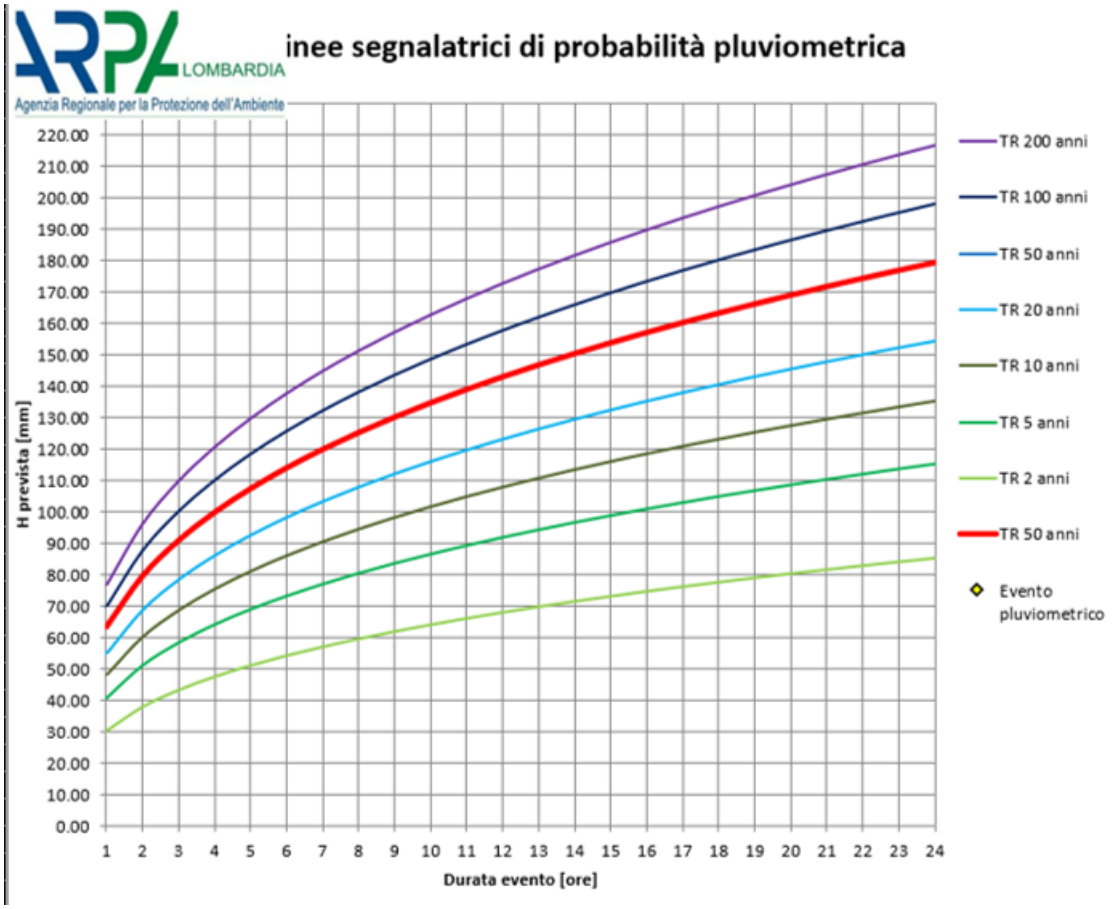


Figura 7: Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica per il territorio in esame

4.2 Reticolo idrografico principale e minore

4.2.1 Contratti di fiume

Il Contratto di Fiume è un accordo tra soggetti che hanno responsabilità nella gestione e nell'uso delle acque, nella pianificazione del territorio e nella tutela dell'ambiente. Si tratta di uno "strumento volontario di programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale".

Il Contratto di Fiume è uno strumento che mira a raggiungere gli obiettivi delle Direttive Europee sulle Acque (2000/60/CE) e sulle Alluvioni (2007/60/CE) attraverso processi di programmazione negoziata e partecipata volti al contenimento del degrado eco-paesaggistico e alla riqualificazione dei territori dei bacini/sottobacini idrografici. Con la Legge 221/2015 dal 2016 i Contratti di Fiume sono stati riconosciuti a livello legislativo tramite l'introduzione dell'art. 68-bis "Contratti di Fiume" nel D.Lgs 152/2006.

I contratti di fiume attivati in Regione Lombardia sono raffigurati nell'immagine seguente

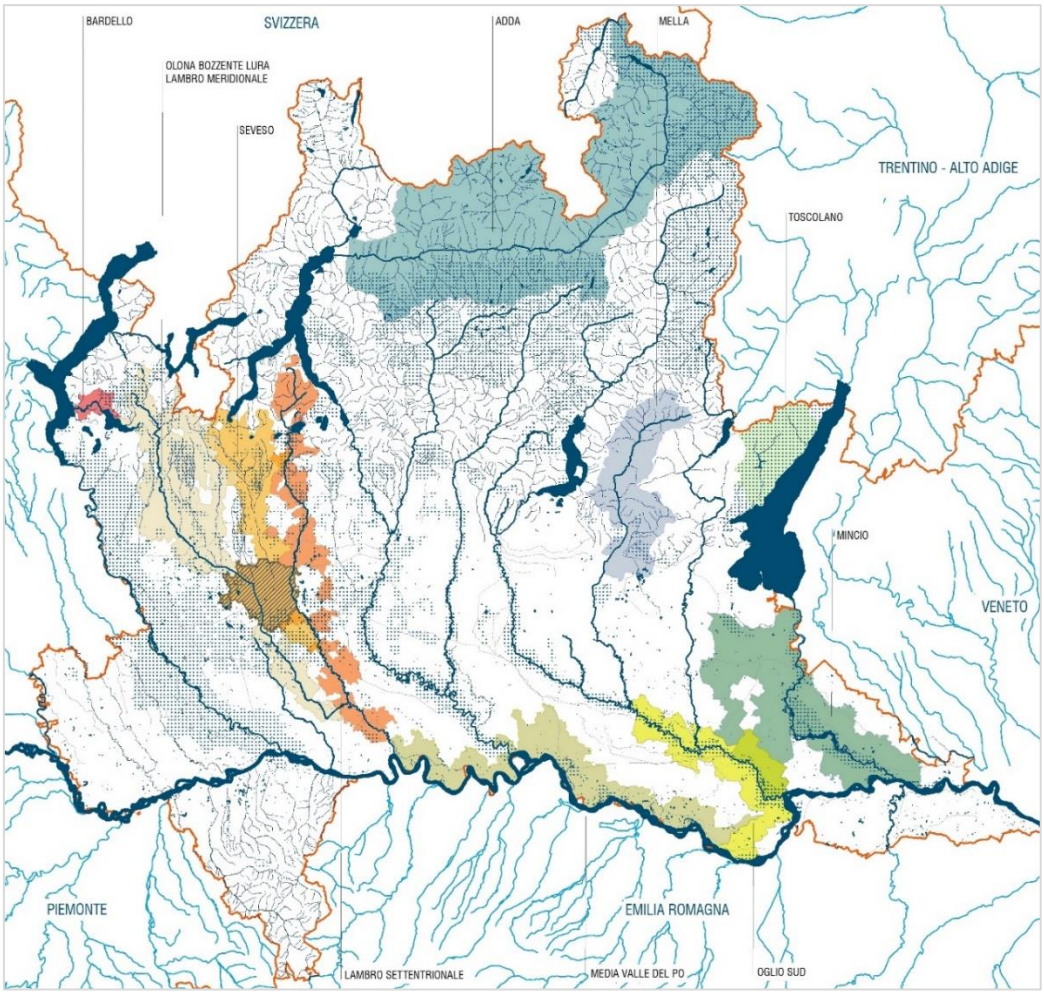


Figura 8: Contratti di fiume attivati in Regione Lombardia [fonte Regione Lombardia – ERSAF www.contrattidifiume.it]

Il comune di Albavilla fa parte del "Contratto di Fiume Lambro Settentrionale", così come deliberato con DGR IX/3108 del 14/03//2012.

Al Contratto di Fiume Lambro Settentrionale hanno aderito 83 firmatari, tra cui sono presenti tutte le provincie di Como, Lecco, Lodi, Milano, Monza Brianza e buona parte dei comuni situati sull'asta del fiume.

4.2.2 Lo studio del reticolo idrografico minore (RIM)

Lo strumento di riferimento per l'identificazione del reticolo idrografico minore e principale è lo studio redatto ai sensi del d.g.r. 25/01/2002 n. VII/7868 e s.m.i. che permette alle Amministrazioni comunali di esercitare le attività di polizia idraulica sul reticolo di propria competenza (reticolo idrico minore). Il comune di Albavilla è dotato di tale studio, aggiornato nel 2017 dal Geol. Rossini. Il precedente studio, redatto dai Dott. Staffini Siena, risaliva al 2007.

Sono stati consultati, per le finalità in esame, entrambi gli studi citati.

Il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di un corso d'acqua ascritto al reticolo idrico principale

(torrente Cosia) e da diversi corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore.
Negli elaborati consultati vengono indicate delle aree di possibile allagamento, nonchè delle sezioni di deflusso insufficienti, tematismi riportati nella tavola CAL001.

4.2.3 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. 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 2022" relativa alla pericolosità e al rischio, che costituiscono le mappe della Direttiva Alluvioni.

Le mappe di pericolosità evidenziano 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).

Le perimetrazioni interferenti con il territorio comunale di Albavilla sono puntualmente riportate nell'elaborato CAV001. Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio della cartografia del PGRA presente sul Geoportale

di Regione Lombardia relativo al territorio comunale.

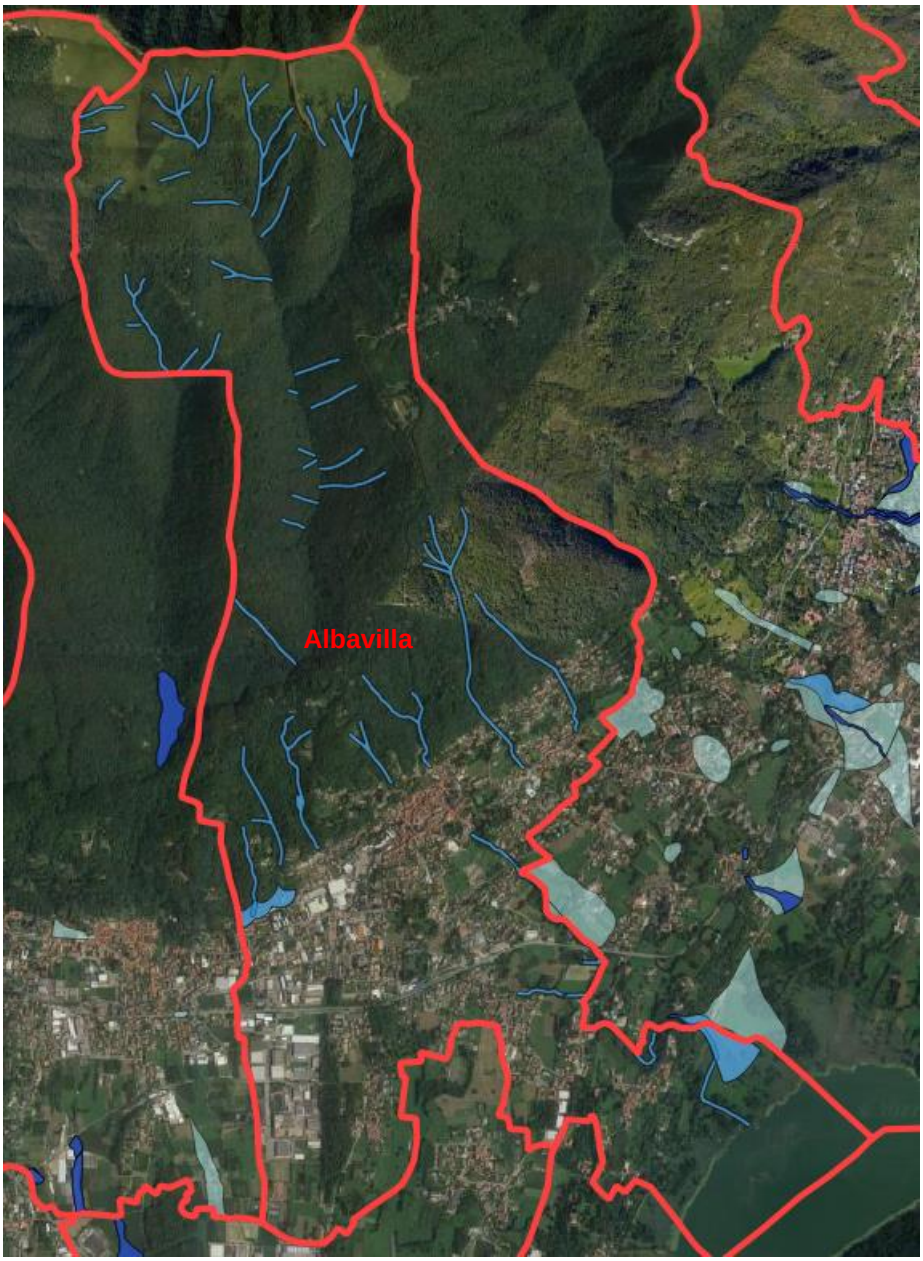


Figura 9: Stralcio cartografia PGRA dal sito del Geoportale di Regione Lombardia

Si osservano diversi settori appartenenti all'ambito del Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM) caratterizzati da fenomeni di allagamento poco frequenti, e quindi con media probabilità di accadimento. Tali settori comprendono diverse aste torrentizie del settore montano e pedemontano ed alcuni ambiti di conoide pedemontana.

4.3 Criticità idrauliche evidenziate nella componente geologica del PGT

Attualmente le criticità rilevate all'interno della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT sono date da sezioni di deflusso insufficienti lungo alcune aste torrentizie, con conseguenti fenomeni di allagamento nei settori circostanti. Tali ambiti si collocano nel settore pedemontano. Sono inoltre riportate le aste torrentizie lungo cui sono segnalati fenomeni di erosione o di trasporto solido, i quali possono di riflesso comportare la ostruzione delle sezioni di deflusso esistenti con conseguenti fenomeni indotti di tracimazione nelle aree circostanti.

Sono state riportate infine le aree con problematiche idrauliche desumibili dagli strumenti di pianificazione sovraordinata, ovvero PAI e PGRA.

Per quanto riguarda le criticità idrogeologiche evidenziate nello studio geologico a supporto del PGT sono ripresi i settori caratterizzati da bassa permeabilità. Sono inoltre riportate le problematiche di dissesti individuate dagli strumenti di pianificazione sovraordinata, ovvero PAI e PGRA, in cui si ritiene sconsigliabile procedere alla infiltrazione delle acque a causa dei possibili riflessi negativi sulla stabilità delle aree.

Per la definizione delle aree di salvaguardia attorno alle opere di captazione si fa specifico riferimento al D.Lgs. 152/06 e s.m.i., che sostituisce tutta la normativa precedente. Nei suddetti riferimenti legislativi, vengono chiaramente evidenziati i concetti di "Zona di tutela assoluta" e di "Zona di rispetto", oltre allo Studio del RIM sopra citato.

Zona di tutela assoluta: si tratta delle aree di raggio uguale a 10 m di protezione assoluta delle captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano, pozzi o sorgenti. Per tali ambiti valgono le prescrizioni contenute nel documento "direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto (comma 6 art. 21 del DLGS 11 maggio 1999, n. 152 e successive modificazioni)" approvato con D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 17 del 22 aprile 2003 (Allegato 7).

Le aree di tutela assoluta devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente ad opere di captazione ed alle infrastrutture accessorie. È vietato al loro interno ogni tipo di intervento.

Zona di rispetto: le fasce di rispetto dei pozzi sono state individuate con il criterio geometrico cartografando un cerchio di raggio 200 metri avente come centro la captazione.

In tali ambiti valgono le prescrizioni contenute nel documento "direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto (comma 6 art. 21 del DLGS 11 maggio 1999, n. 152 e successive modificazioni)" approvato con D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 17 del 22 aprile 2003 (Allegato 7) e ribadito nell'art. 94 del D.Lgs 152 del 3 aprile 2006. Tale normativa dovrà essere applicata a tutti i settori di ciascuna classe e/o sottoclasse di fattibilità inclusi nella perimetrazione dell'area di rispetto.

4.4 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

4.4.1 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.

Il Piano urbano generale dei servizi del sottosuolo non è presente per il comune in oggetto.

4.4.2 Rilievo della rete meteorica / mista

Il tracciato della rete fognaria di Albavilla è stato fornito dal gestore del SII Como Acqua ; essa sviluppa lungo circa 25 km di tubazioni (rete nera/bianca e rete mista) ed è raffigurata nell'immagine seguente. La rete fognaria si sviluppa su due bacini, indicativamente posti ad ovest ed est del territorio comunale.

Figura 10: tracciato reti fognarie

4.5 Allagamenti e criticità segnalati

Nel corso dell'incontro presso gli uffici comunali del giorno 15/03/2022 e successivo sopralluogo i tecnici comunali hanno segnalato le seguenti criticità, accompagnate da allagamenti storici:

1. *Criticità da PGRA e da PGT e confermate dai tecnici comunali:* tutta la zona a monte di Via Roscio e Via Crotti è caratterizzata dalla presenza di molti corsi d'acqua appartenenti al RIM; tutti questi sono segnalati da PGT come aree a pericolosità elevata per esondazione e dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE come aree di pericolosità per tempi di ritorno di 100 e 500 anni. I corsi d'acqua segnalati sono: Roggia Molinara, Roggia del Buselacc, Roggia del Crotti, Valle di Molena.

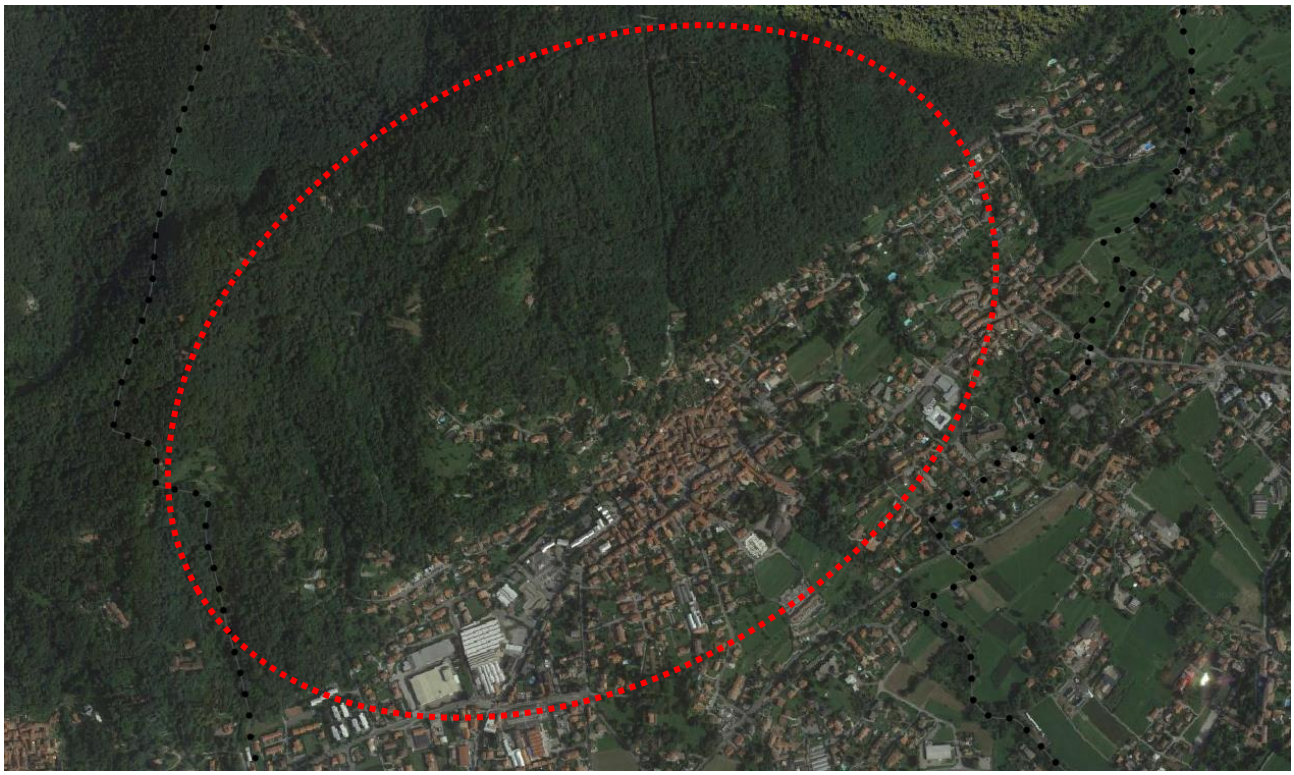


Figura 11: *aree con criticità segnalate da PGT e PGRA*

2. *Criticità segnalate da PGT e confermate dai tecnici comunali:* in prossimità di Via Panoramica e Via S. Bartolomeo sono segnalate alcune aree di allagamento.

Figura 12: aree allagamento in via Panoramica e via S. Bartolomeo

3. *Criticità segnalate da PGT e da PGRA e confermate dai tecnici comunali:* tutta la lunghezza del Torrente Valle di Carcano che attraversa il centro abitato è segnalato da PGT come aree a pericolosità elevata per esondazione e dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE come aree di pericolosità per tempi di ritorno di 100 e 500 anni.

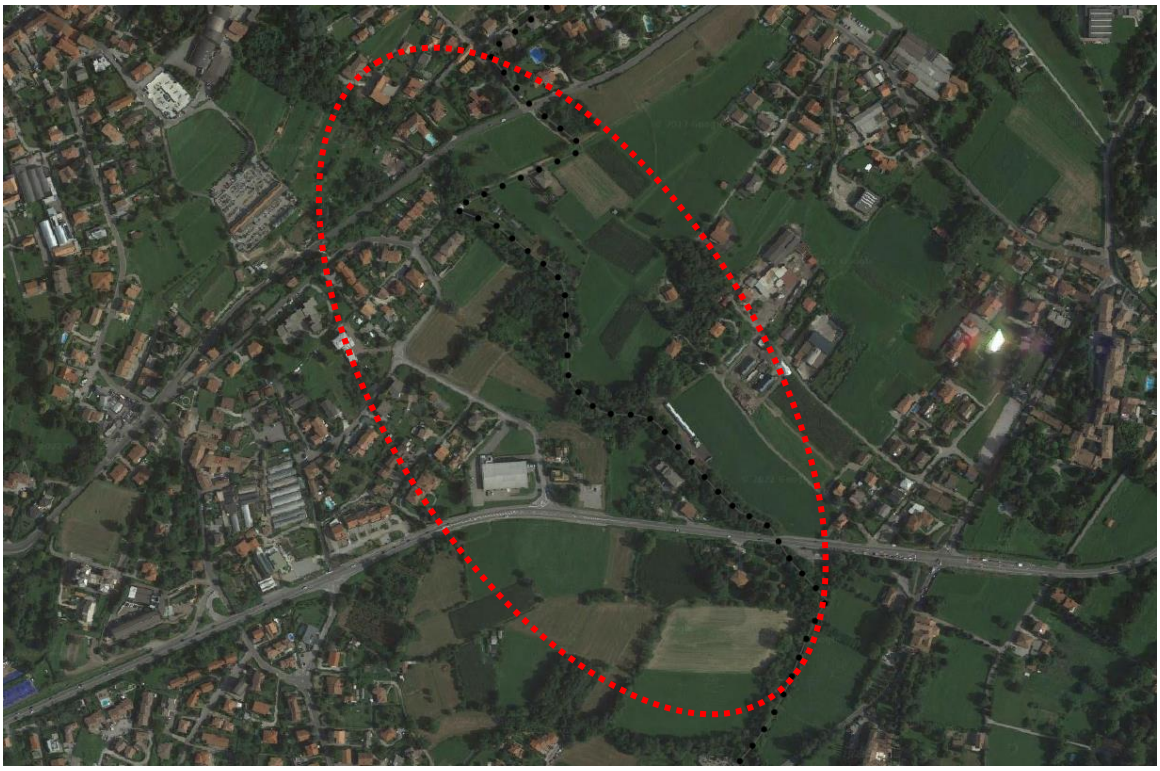


Figura 13: *Torrente Valle di Carcano con criticità segnalate da PGT e PGRA*

4. *Criticità segnalate da PGT e da PGRA e confermate dai tecnici comunali:* a monte di Via Aldo Moro e Via Monterobbio sono presenti alcune aree a pericolosità elevata per esondazione e solco di erosione concentrata proveniente dalla Valle di Molena e dalla Roggia Molinara; le stesse sono segnalate inoltre dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE come aree di pericolosità per tempi di ritorno di 100 e 500 anni.

Figura 14: criticità segnalate da PGT e PGRA

5. *Criticità segnalate da PGT e confermate dai tecnici comunali:* lungo le vie Meroni e Tocchetti sono segnalate alcune aree di allagamento provenienti dalla Roggia del Buselacc.

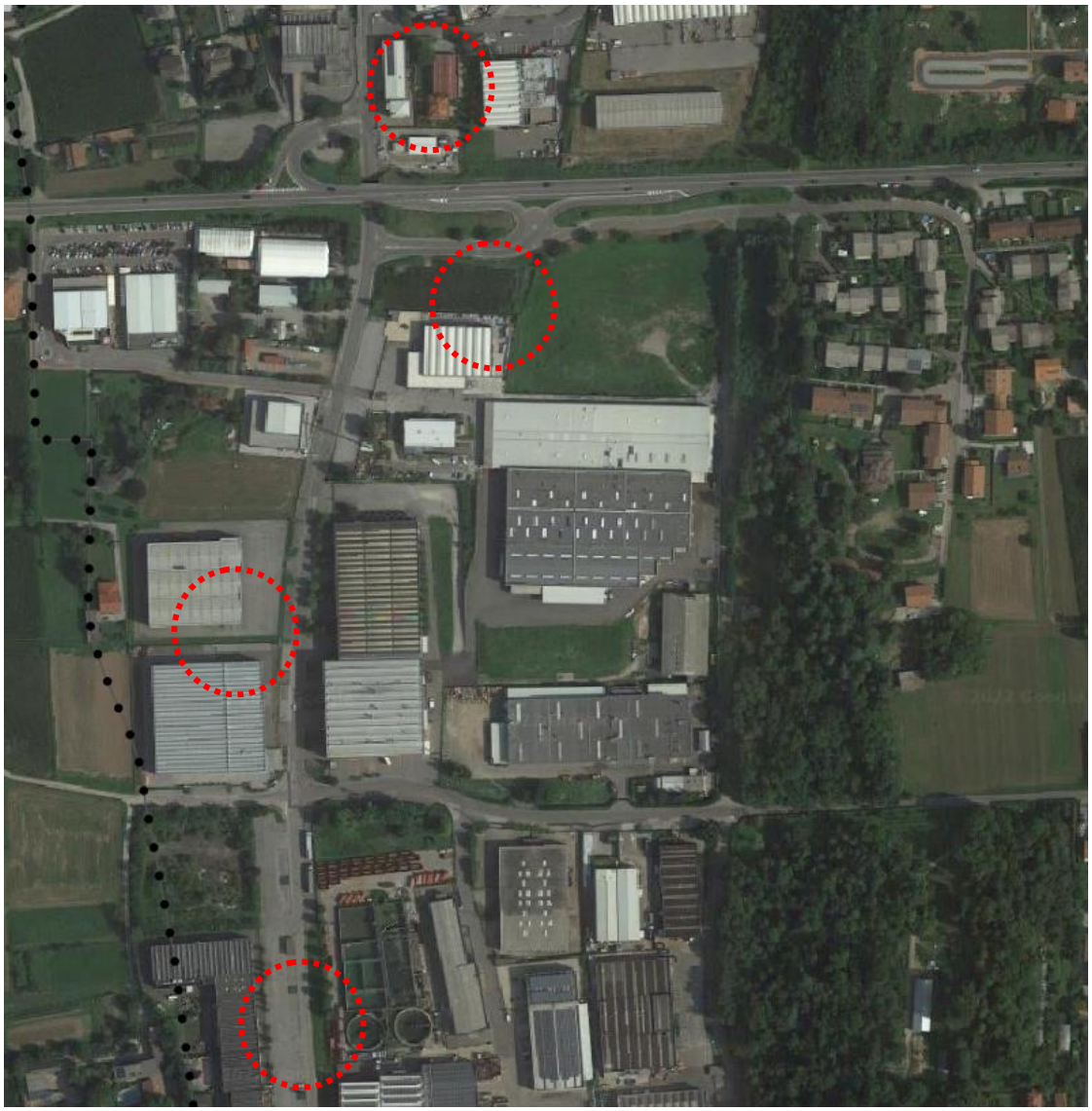


Figura 15:*aree allagate in Via Meroni e Via Tocchetti*

6. *Criticità segnalate da PGT e confermate dai tecnici comunali:* lungo la Via Corogna sono segnalate alcune aree di allagamento

Figura 16:*aree allagate in Via Corogna*

7. *Criticità segnalate da PGT e da PGRA e confermate dai tecnici comunali:* lungo la Via IX Agosto 1160 si segnalano alcune aree di allagamento, è segnalato inoltre dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE una zona di allagamento proveniente da un corso d'acqua del reticolo minore come aree di pericolosità per tempi di ritorno di 100 e 500 anni.

Figura 17: aree con criticità segnalate da PGT e PGRA

Le criticità che è stato possibile censire tramite le informazioni raccolte possono dividersi in 3 macrocategorie principali:

1. Ruscellamenti superficiali;
2. Erosione concentrata
3. Allagamenti sul reticolo idrico superficiale.

La tavola CAV 001 riporta le aree segnalate come criticità idraulica da PGT o gli allagamenti segnalati dal Comune.

Nella macrocategoria 1 rientrano gli allagamenti segnalati in Panoramica, via S. Bartolomeo e Via Corogna.

I fenomeni di erosione concentrata che causano trasporto solido e allagamenti sono quelli segnalati in Via Monterobbio e in zona via Don C.Belloni.

Infine, gli allagamenti sul reticolo idrico superficiale riguardano prevalentemente il Torrente Valle di Carcano, secondo quando segnalato nella componente geologica del PGT, come riportato nella tavola precedentemente nominata.

5 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

5.1 Stima dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate ai limiti previsti dell'Art. 8 comma 5 del R.R 7/2017

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 Albavillata 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.

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 obbiettivi del regolamento e consentire prime valutazioni e confronti parametrici.

In questo caso, facendo riferimento a studi condotti sulle reti fognarie in condizioni analoghe, sono stati considerati i seguenti dati per l'intero bacino:

A = 410 ha circa

Φ = 0.15 – 0.25

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 con coefficiente di deflusso pari a 0.15 si ottiene un volume di laminazione teorico complessivo pari a circa 6100 mc circa. L'utilizzo del valore 0.25 porterebbe invece ad un volume totale pari a 10200 mc circa.

È 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 CAV002 che indica la permeabilità dei suoli. Complesso lacustre, con permeabilità molto bassa per porosità primaria, mentre le restanti unità non pongono problematiche di rilievo riguardanti la permeabilità, che si attesta su valori da medio-bassi ad elevati. Si rimanda per tali aspetti alle indagini sito specifiche mirate a supporto nel caso in cui si voglia far ricorso all'infiltrazione, essa non può essere invece prevista quale soluzione generalizzata.

5.2 Valutazioni in merito al rispetto del principio di invarianza

Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio della cartografia presente nel Piano delle Regole del Comune di Albavilla (Tavola CAV001) in cui sono rappresentati gli ambiti di trasformazione.

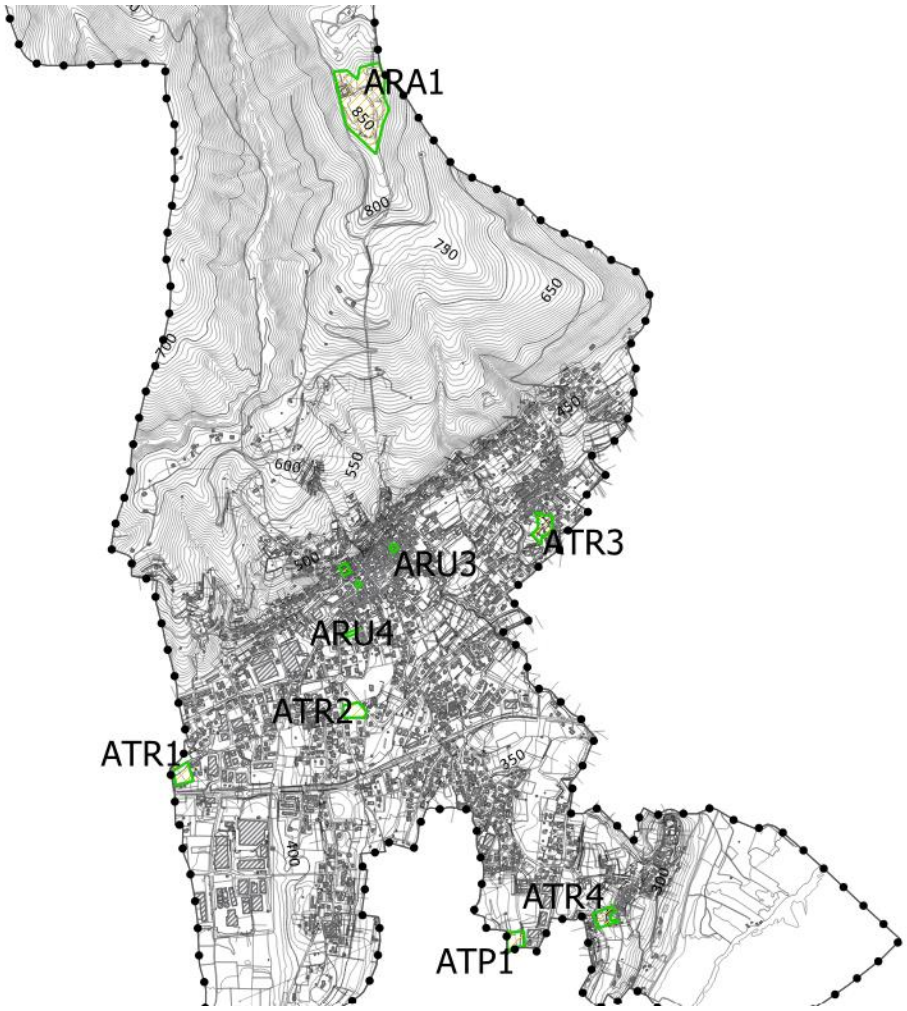


Figura 18: ambiti di trasformazione

La valutazione della superficie impermeabile e quindi del volume di laminazione necessario per i piani attuativi può essere in prima battuta, in modo semplificato, condotta prendendo a riferimento i limiti indicati all'art. 12 del Regolamento Regionale 7/2017 e dell'aggiornamento RR 8/2019, che prevede per le aree ad alta criticità idraulica il soddisfacimento del requisito minimo rappresentato da 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile moltiplicato per il coefficiente P indicato nell'allegato C. Tale valore è da adottarsi quale volume minimo anche nel caso in cui le metodologie di calcolo adottate, nel rispetto di quanto indicato dallo stesso regolamento, forniscano valori inferiori.

Il comune di Albavilla è situato in ambito A (alta criticità idraulica), tuttavia l'art. 7 indica che indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettati ai limiti allo scarico individuati nel medesimo articolo validi per l'ambito A anche le aree inserite nei PGT comunali come piani attuativi previsti nel piano delle regole (o come ambiti di trasformazione).

I piani di attuazione del comune di Albavilla sono riassunti all'interno delle schede presenti nel Documento di Piano del PGT (*Schede obiettivi e prescrizioni per specifici ambiti del Piano delle Regole*), dove

per ognuno di essi sono stabiliti gli indici di interesse per le valutazioni sull'invarianza idraulica. Essi sono la Superficie Territoriale (ST), Rapporto di Copertura (Rc) e la percentuale di Superficie a Verde (Av). Le Superfici Territoriali sono quelle indicate nel Documento di Piano. Alcune informazioni riguardo gli altri indici, se non presenti all'interno delle suddette schede, sono state ricercate nelle Norme Tecniche di Attuazione del PdR o nel Regolamento di Igiene.

Nel calcolo della superficie impermeabile scolante, secondo l'Art.11, comma 2, lettera d), si è fatto riferimento a differenti valori dei coefficienti di deflusso ϕ, cioè:

- pari a 1.00 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti e parcheggi;
- pari a 0.70 = per le pavimentazioni drenanti o semi-permeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0.30 = per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Quindi la Superficie sottoposta a copertura (S_{Rc}) individua la porzione di superficie indicativa da valutare con coefficiente di deflusso pari a 1.00, la percentuale di Superficie a Verde (Sv) con coefficiente di deflusso pari a 0.30 mentre la Superficie restante viene forfettariamente indicata come pavimentazione drenante o semi-permeabile, quindi con coefficiente di deflusso pari a 0.70. Il calcolo così effettuato risulta essere a vantaggio di sicurezza, dando volumi di invaso maggiori. Anche in questo caso il calcolo del volume di laminazione risulta a vantaggio di sicurezza a valle di questa assunzione.

Il calcolo della superficie impermeabile scolante Simp è espresso come:

$$S_{imp} = (S_{Rc})\times 1.00 + Sv \times 0.30 + [ST - S_v - S_{Rc}]\times 0.7$$

da cui un volume di laminazione minimo pari a:

$$V_{lam} = 800\ [mc/ha_{IMP}] \times P \times S_{imp}\ [ha_{IMP}]$$

Nella seguente tabella sono indicati i volumi minimi di laminazione per ogni intervento contenuto all'interno del Documento di Piano. Si ricorda che, il calcolo esatto del volume di laminazione, caso per caso, dovrà essere sviluppato all'interno del progetto delle opere di invarianza, previsto dall'art. 10 del RR 7/2017.

Ambiti di trasformazione	St	Src	ϕrc	Sv	ϕv	Sp	ϕp	S imp	ϕ ponderato	Vlam
	[ha]	[ha]		[ha]		[ha]		[ha]		[ha imp]
ATR1	0.584	0.1460	1	0.1752	0.3	0.2628	0.7	0.3825	0.66	200
ATR2	0.575	0.1438	1	0.1725	0.3	0.2588	0.7	0.3766	0.66	197
ATR3	0.704	0.1760	1	0.2112	0.3	0.3168	0.7	0.4611	0.66	242
ATR4	0.702	0.1755	1	0.2106	0.3	0.3159	0.7	0.4598	0.66	241
ATP1	0.554	0.2770	1	0.0831	0.3	0.1939	0.7	0.4377	0.79	277
ARA1	5.551	1.3878	1	1.6653	0.3	2.4980	0.7	3.6359	0.66	1905
ARU1	0.141	0.0705	1	0.0423	0.3	0.0282	0.7	0.1029	0.73	60
ARU2	0.0485	0.0388	1	0	0.3	0.0097	0.7	0.0456	0.94	34
ARU3	0.084	0.0756	1	0	0.3	0.0084	0.7	0.0815	0.97	63
ARU4	0.1092	0.0328	1	0.04368	0.3	0.0328	0.7	0.0688	0.63	35

Ovviamente i valori effettivi dipendono dalla configurazione progettuale di ciascun piano attuativo, che può svilupparsi anche in modo differente dalle ipotesi qui formulate, sia per scelte distributive, che volumetriche o dei materiali adottati.

Il calcolo esatto del volume di laminazione, caso per caso, dovrà essere sviluppato all'interno del progetto delle opere di invarianza, previsto dall'art. 10 del RR 7/2017.

Si fa presente inoltre che il calcolo di questi volumi di laminazione è da intendersi come misura non strutturale nell'ambito del presente documento.

5.3 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 e fossi filtranti
   - 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 19: 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.

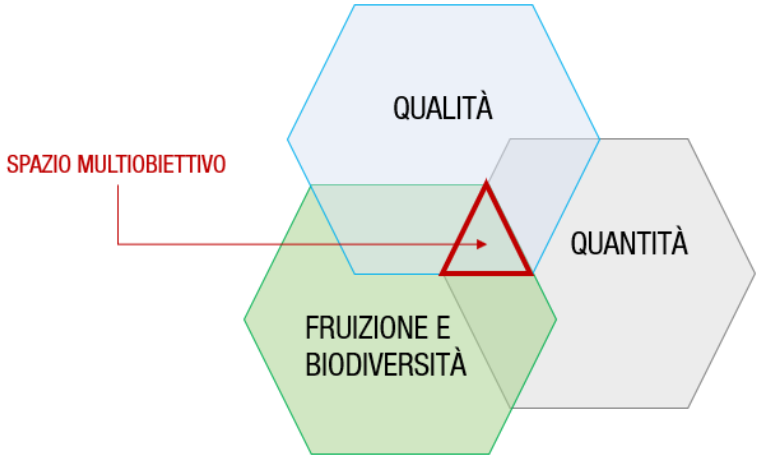


Figura 20: *Approccio multidisciplinare al drenaggio urbano [Fonte: Gibelli G. et Al, 2015, Gestione sostenibile delle acque urbane. manuale di drenaggio 'urbano, ridisegnato]*

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 ecosi-stemici (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 21: *Tabella con confronto tra hard engineering e soft engineering in termini di servizi forniti*

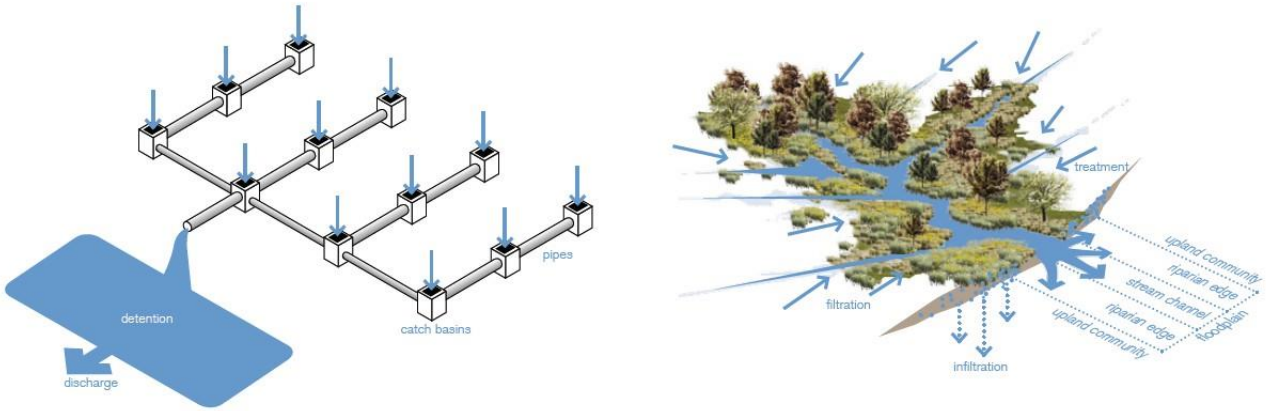


Figura 22: *Confronto tra Hard Engineering e Soft Engineering in termini approccio. Hard engineering (a sinistra): drenaggio-ritenzione-scarico. Soft engineering (a destra): rallentamento-diffusione-trattamento in situ. di processi per la riduzione dei carichi inquinanti generati. [Fonte: Huber, J., 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.

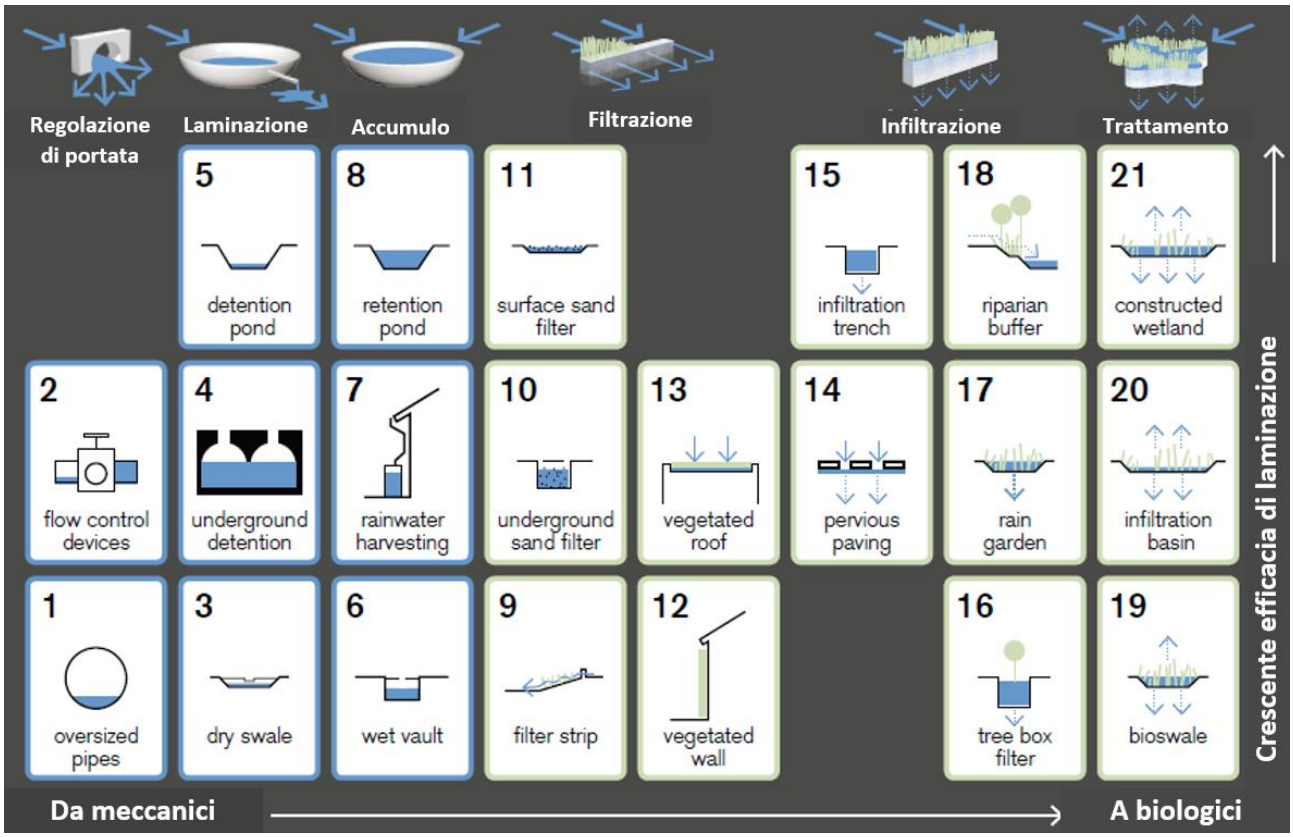


Figura 23: Prospetto riassuntivo delle tecniche utilizzabili (hard e soft engineering) per il controllo del drenaggio e la laminazione dei volumi e delle portate [fonte: Huber, J., 2010. LID - Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas]

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.

Sul territorio comunale sono evidenti fenomeni di rischio idraulico legati anche ad ingente trasporto solido, alla casistica di opere di drenaggio sostenibile sopra indicata, occorre pertanto aggiungere gli interventi strutturali per la regimazione delle acque, controllo dell'erosione e trasporto solido (non indicati all'allegato M del RR 7/2017), in particolare:

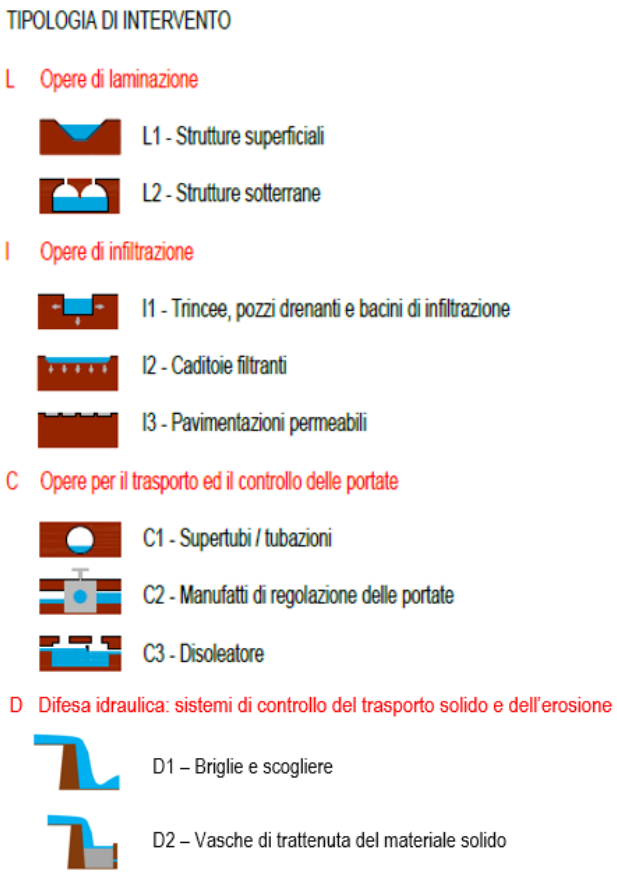
Opere di difesa idraulica – sistemi di controllo del trasporto solido e dell'erosione

- Briglie, soglie e scogliere;
- Vasche di trattenuta del materiale solido.

Le briglie di consolidamento sono opere trasversali, la cui funzione è quella di stabilizzare gli alvei, limitando il trasporto di materiale solido e l'erosione del fondo e dei versanti. Se utilizzate in serie hanno anche lo scopo di diminuire la pendenza di tratti di alveo.

Le vasche di trattenuta sono posizionate nei luoghi in cui è prevista la deposizione della maggior parte del carico solido.La componente geologica del PGT evidenzia inoltre le necessitò di intervento per dissesti e frane.

Si riporta nell'immagine seguente la legenda delle opere strutturali con i relativi codici adottati nella tavola degli interventi CAV003.



5.4 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 e progettazioni già sviluppate ovvero in corso di completamento nel territorio in esame.

A seguito dell'incontro con il Comune presso la Comunità Montana in data 15/03/2022, si sono proposti i seguenti possibili interventi che possono essere ascritti alle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica:

- Inserimento di una vasca di trattenuta del materiale solido nei pressi di via Monterobbio;
- Inserimento vasca di laminazione lungo il Torrente Valle di Carcano, nei pressi di Via Pralaveggio.

Ovviamente le proposte, qui ipotizzate a livello pianificatorio, dovranno essere oggetto di ulteriori valutazioni, approfondimenti e dimensionamenti, sulla scorta di specifici rilievi di campo e modellazioni idrauliche.

Per quanto riguarda le criticità elencate nei precedenti paragrafi, sono state pertanto individuate le misure strutturali indicate nella tabella seguente, oltre a interventi manutentivi diffusi:

Punti di criticità	Interventi applicabili
1. Allagamenti e trasporto solido Via Monterobbio, lungo la Valle di Molena	Inserimento vasca di trattenuta del materiale solido
2. Allagamenti lungo T. Valle di Carcano	Inserimento vasca di laminazione in zona Via Pralaveggio
3. Corsi d'acqua del RIM	Manutenzione dei corsi d'acqua del RIM con rimozione materiale solido accumulato e sfalcio / taglio del verde

Figura 24: Prospetto riassuntivo delle misure strutturali individuate

5.5 Aree da destinare alle misure di invarianza

L'indicazione di massima delle aree da destinare agli interventi di invarianza è riportata nella planimetria CAV003 allegata al presente studio.

Gli interventi sono previsti al di sotto della sede stradale pubblica o in aree pubbliche o uso pubblico, quali il parcheggio in via Cantù, il parcheggio in via Don Felice Ballabio e infine il parco Verde in Gioco in via Landolfo da Carcano.

Le aree sopra indicate, in assenza di specifica indicazione da parte del Comune, sono state individuate ai sensi dell'art.14 comma 7 del RR 7/2017, su aree pubbliche, quali parcheggi e zone a parco o verde.

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.25 – 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 promuovo 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.

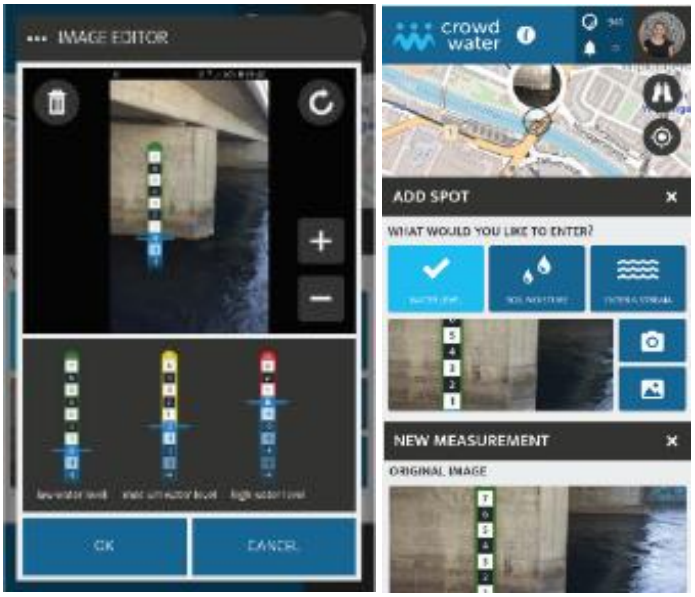


Figura 26 – Alcune schermate del progetto Crowd Water [da www.crowdwater.ch]

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 perifluviale, 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 27 – 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.

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.

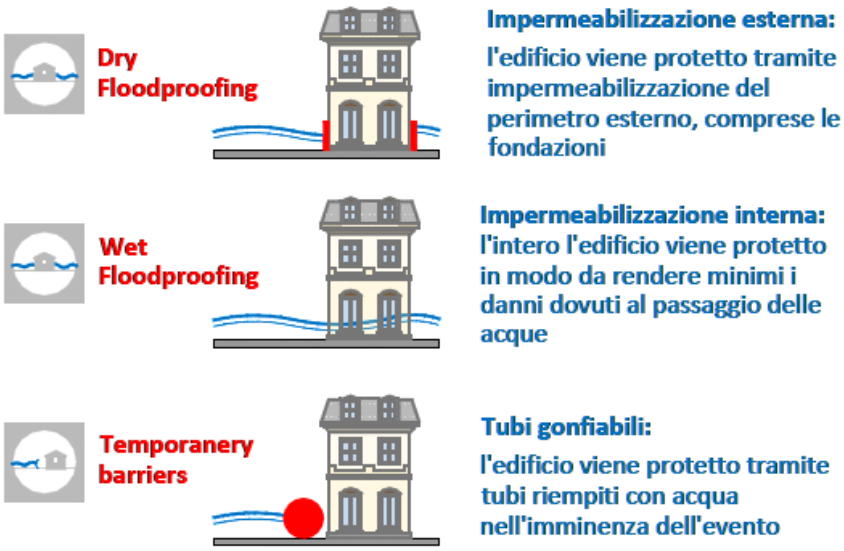


Figura 28 – Principali misure di flood proofing (anti esondazione) degli edifici: dry floodproofing, wet floodproofing, barriere temporanee.

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 provvisionali a montaggio manuale.

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

Figura 29 – Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia

Figura 30 – Barriera temporanea in sacchi riempiti con materiale sintetico assorbente

Figura.31 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad aria

Figura.32 – Barriera temporanea antiesondazione riempita ad acqua

Figura.33 – Barriera temporanea antiesondazione autostabile modulare

Figura.34 – 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.

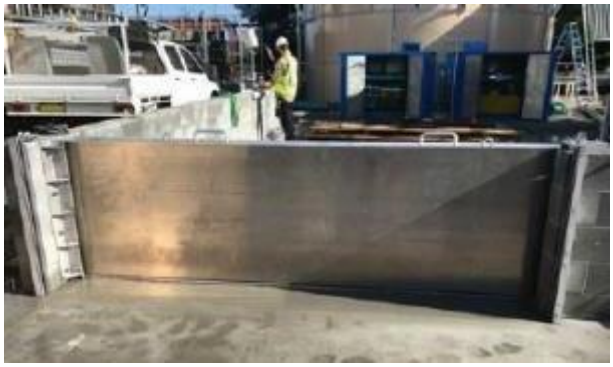


Figura.35 – Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica

Figura.36 – 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.37 – Funzionamento del sistema antiriflusso

6.1.6 Semafori con sensore e 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 38 – Esempi di installazioni di semafori e pannelli a messaggio variabile collegati a sensori e telecamere

Si riporta nell'immagine seguente la legenda delle opere non strutturali con i relativi codici adottati nella tavola degli interventi CAV003.

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.

Si prevede l'utilizzo di barriere temporanee di vario tipo e dry floodprofing nelle zone abitate soggette ad allagamenti e ruscellamenti, accompagnati da eventuali sistemi di pompaggio inseriti dai singoli cittadini.

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.

Nei punti in cui sono stati segnalati allagamenti per bassa permeabilità della falda sono da prevedersi misure di impermeabilizzazione e sistemi di pompaggio, che se possibile, andrebbero abbinati a strategie di riutilizzo dell'acqua sollevata (riuso, irrigazione, pompe di calore, etc…).

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 (N5)	X
4. Piani e studi di approfondimento	X
5. Difese temporanee (N1)	X
Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia	
Barriera temporanea in sacchi riempiti con materiale sintetico assorbente	
Barriera temporanea antiesondazione riempita ad aria	
Barriera temporanea antiesondazione riempita ad acqua	
Barriera temporanea antiesondazione autostabile modulare	
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 (N4)	
6. Sistemi di pompaggio (N6)	X
7. Pannelli a messaggio variabile e/o semafori collegati a sensori (N2)	X
8. Dryfloodproofing (N3)	X

Figura.39 – Tabella di riepilogo delle tipologie di misure non strutturali applicabili

7 INCONTRI E DOCUMENTAZIONE TRASMESSA

A seguito degli incontri avvenuti con il Comune ed in Comunità Montana in data 15/03/2022, sono stati forniti i seguenti documenti, utilizzati per la redazione del seguente documento:

- Documento di piano contenente gli ambiti di trasformazione con le relative schede e NTA
- Regolamento edilizio
- Studio del reticolo idrico minore e documento di polizia idraulica

Nella riunione suddetta sono stati presentati i documenti dello studio e le risultanze ottenute.

8 REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE

Si riporta nel seguito la parte regolamentare da inserire nel documento edilizio.

Misure di invarianza idrologica e idraulica

Su tutto il territorio comunale si applica il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e successive modifiche ed integrazioni “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)”.

Il comune di Albavilla, secondo l’art. 7 del RR 7/2017, è classificato come ambito territoriale ad alta criticità idraulica (aree A).

Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, sono specificati nel Regolamento Regionale suddetto, che specifica anche le modalità di applicazione e di calcolo da adottare.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica ed i vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedono una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione si applicano, secondo quanto previsto dal presente RR 7/2017, alle acque pluviali, così come definite dallo stesso Regolamento Regionale.

Per gli interventi soggetti ad applicazione delle misure di invarianza idrologico idraulica, il relativo progetto deve rispettare le prescrizioni e i contenuti disciplinati dagli articoli da 9 a 13 del RR 7/2017, con relativi allegati. Nella scelta delle misure da adottare, per gli interventi pubblici o privati, è richiesto di valutare prioritariamente l’applicazione delle tipologie contenute nel “Catalogo degli interventi tipo di invarianza idraulica e idrologica” allegato allo Studio Comunale del Rischio Idraulico.

Per le misure di infiltrazione occorre riferirsi alle informazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, nella documentazione componente il presente Studio Comunale del Rischio Idraulico e in altri eventuali studi più aggiornati o specifici relativi alla falda sotterranea nel territorio comunale.

L’infiltrazione nel sottosuolo nel territorio comunale è attuabile in relazione alle prescrizioni della componente geologica e delle aree di salvaguardia dei pozzi e sorgenti, con preferibilmente l’esecuzione di una campagna di indagini specifica in funzione delle caratteristiche dell’area e dell’intervento, da allegare al progetto, in accordo alle prescrizioni del RR 7/2017 e rispettando la distanza minima dal massimo livello di falda. Il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato sui parametri geologici ed idrogeologici effettivi del sito di interesse.

La monetizzazione in alternativa alla realizzazione delle opere di invarianza idrologico idraulica è consentita esclusivamente nei casi indicati dall’art. 16 del RR 7/2017.