



Regione Lombardia



Comune di Barzago



Provincia di Lecco

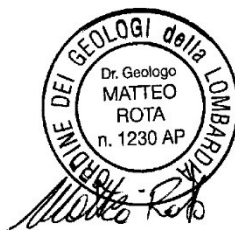
COMUNE DI BARZAGO

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO

Relazione del Documento semplificato del Rischio Idraulico

Estensori

Dott. Geol. Rota Matteo



Dott. Geol. Luigi Corna



Data:

Febbraio 2024

NDICE

1. Premessa.....	2
1.1. Il principio dell'invarianza idraulica.....	2
1.2. Quadro normativo.....	3
1.2.1. Direttive Comunitarie.....	3
1.2.2. Norme nazionali.....	4
1.2.3. Normativa della Regione Lombardia.....	4
2. Contenuti del documento semplificato del rischio idraulico.....	6
2.1. Metodologia di studio.....	6
3. Delimitazione delle aree a rischio idraulico.....	7
3.1. Componente geologica del P.G.T.....	7
3.1.1. Caratteristiche geologiche e geomorfologiche.....	7
3.1.2. Reticolo idrografico e studio del Reticolo Minore.....	8
3.1.3. Caratteristiche idrologiche.....	10
3.1.4. Carta dei vincoli e fattibilità geologica (individuazione delle aree a rischio).....	10
3.2. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI).....	12
3.3. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – revisione 2019.....	12
3.4. Piano Urbano dei servizi del sottosuolo (PUGS).....	14
3.5. Piano di Emergenza Comunale.....	16
4. CRITICITA` RILEVATE.....	17
4.1. Criticità derivanti da rischi naturali.....	17
4.1.1. Vulnerabilità della falda.....	18
4.2. Criticità per l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.....	18
4.3. Criticità derivanti dalle attività antropiche e vincoli amministrativi.....	18
5. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA.....	20
5.1. Applicazione delle misure strutturali.....	21
5.2. Indicazioni per la progettazione dei manufatti.....	30
5.2.1. Precipitazione di progetto.....	30
5.2.2. Manufatti per lo scarico al suolo o nel sottosuolo.....	33
5.2.3. Opere di laminazione.....	33
5.3. Misure non strutturali.....	34
5.3.1. Ispezione, monitoraggio e gestione dei manufatti.....	34
5.3.2. Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione.....	34
5.3.3. Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science.....	35
5.3.4. Sistemi di monitoraggio ed allerte.....	37
5.3.5. Piani e studi di approfondimento.....	37
5.3.6. Difese temporanee.....	38
5.3.7. Segnaletica e pannelli a messaggio variabile.....	40
5.3.8. Misure non strutturali individuate.....	40
6. CONCLUSIONI.....	42

1. Premessa

Il comune di Barzago nell'ambito dell'aggiornamento della componente geologica del PGT ha incaricato lo studio Corna Pellizzoli Rota Srl di redigere il Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale.

Il R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 di Regione Lombardia, come modificato dal R.R. n. 8 del 19 aprile 2019, definisce e regola i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. n. 12/2005.

L'obiettivo di tali studi è quello di perseguire l'invarianza idraulica ed idrologica dei terreni e di conseguire la riduzione quantitativa dei deflussi idrici, sia tramite la gestione delle acque meteoriche a monte sia tramite quello delle acque sul suolo comunale.

1.1. Il principio dell'invarianza idraulica

Le norme riguardanti l'invarianza idraulica all'interno della regione Lombardia sono regolate dal R.R. n.7/2017 e dal successivo R.R. n.8/2019.

L'obiettivo di questa normativa è quello di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo, riequilibrare progressivamente il regime idrologico e idraulico naturale, di conseguire la riduzione quantitativa dei deflussi, l'attenuazione del rischio idraulico e la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento.

Il principio dell'invarianza idraulica ed idrogeologica, dunque, prevede che sia le portate che i volumi di deflusso scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. Ciò comporta una gestione cosciente del suolo e la creazione di opere di controllo del regime idraulico, nonché l'attuazione di interventi che favoriscano i fenomeni di ritenzione di tipo sostenibile e naturale.

Le acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica sono le acque meteoriche di dilavamento, cioè la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti.

Il modo più efficace per garantire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una laminazione, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbanizzato ad urbanizzato.

Trasformando l'uso del suolo si realizza infatti una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi.

Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (anche dell'ordine di pochi mm) durante il deflusso costituisce un vaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. L'impermeabilizzazione delle superfici a seguito di un'urbanizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata).

1.2. Quadro normativo

La Legge Regionale n. 4 del 15 marzo 2016, ispirata dalle direttive europee, aveva già stabilito nel suo articolo 7 l'obbligo di seguire i principi di invarianza idraulica e idrologica per tutti i progetti che comportano una diminuzione della capacità di assorbimento del suolo rispetto alle condizioni precedenti all'urbanizzazione. Successivamente, il 23 novembre 2017, la Giunta regionale ha approvato un regolamento attuativo, che è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regionale (BURL) il 27 novembre.

Tuttavia, il 29 giugno 2018, la Giunta ha modificato l'articolo 17 del regolamento del 2017 introducendo un periodo transitorio durante il quale le norme di invarianza non dovevano essere applicate. Di conseguenza, questa modifica ha di fatto limitato l'ambito normativo per i nuovi progetti di costruzione. Inoltre, gli uffici regionali hanno avviato una consultazione con le parti interessate, come amministratori comunali, tecnici, gestori dei servizi idrici, università, associazioni di categoria, al fine di raccogliere pareri o proposte di modifica.

Il 24 aprile 2019, è stato pubblicato sul Supplemento n. 17 il Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019, che ha apportato alcune modifiche al Regolamento Regionale n. 7/2017, senza però alterarne sostanzialmente la struttura normativa. Tali modifiche sono entrate in vigore a partire dal 25 aprile 2019. In sostanza, il Regolamento Regionale n. 8/2019 ha introdotto le seguenti modifiche:

- corregge alcuni errori materiali del R.R. n. 7/2017 e recepisce le proposte di miglioramento
- terminologico del testo in alcuni punti, finalizzate a rendere più chiaro ed intellegibile il testo stesso;
- specifica meglio alcune norme in esso contenute, con particolare riferimento all'art. 3 concernente gli interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica (v. in dettaglio il Paragrafo 6.1 della presente relazione);
- calibra meglio il parametro di superficie massimo per gli interventi che possono applicare il regolamento in modo semplificato (qualora si attui il regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F).

Di seguito si riportano le norme più importanti in materia di acque.

1.2.1. Direttive Comunitarie

- Direttiva 2000/60/CE - Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Direttiva Quadro sulle Acque – DQA.
- Direttiva 2007/60/CE - Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2007 relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni (Flood Directive). La direttiva alluvioni e il D.Lgs. 49/2010 individua le aree allagabili per i seguenti ambiti territoriali:
 - a. Reticolo Idrografico Principale (RP, Soggetto Attuatore: Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po. Fonti: PAI, rilievi topografici di dettaglio LIDAR).
 - b. Reticolo Idrografico Secondario Collinare e Montano (RSCM, Soggetto attuatore: Regioni. Fonti: Elaborato 2 del PAI-Atlanti Rischi idraulici e Idrologici aggiornato dai Comuni)

- c. Reticolo Idrografico Secondario di Pianura (RSP, Soggetto attuatore: Regioni. Fonti: Elaborato 2 del PAI)
 - d. Aree Costiere Lacuali (ACL, Soggetto attuatore: Regioni con il supporto di ARPA e Consorzi di regolazione dei Laghi. Fonti: PGT, Piani di Protezione Civile).
 - e. Aree Costiere Marine (ACM)
- BS EN 752:2017 Standard Europeo per il dimensionamento e la gestione dei sistemi fognari (Drain and sewer systems outside building – Sewer system management).
 - UNI/TS 1445, maggio 2012 - Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione.
 - UNI EN 1717, novembre 2002 - Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso.
 - UNI EN 12053-3 - Sistema d'intercettazione, raccolta ed evacuazione (superfici di raccolta, bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati ed opere di drenaggio).
 - UNI 9184 - Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

1.2.2. Norme nazionali

- D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- Legge 308/2004 del 15 Dicembre 2004 – Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione.
- Decreto Legislativo 152/2006 del 3 Aprile 2006. Recepimento italiano della direttiva 2000/60/CE - Norme in Materia di Ambiente.
- D.L. n. 49 del 23 febbraio 2010 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione".
- D.P.C.M. 27 ottobre 2016 "Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano".

1.2.3. Normativa della Regione Lombardia

- L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".
- L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 "Legge per il governo del territorio"
- R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne".
- D.L. n. 49 del 23 febbraio 2010 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione".
- L.R. n. 17 del 21 novembre 2011 "Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione europea".

- D.G.R. X/4549 del 10 dicembre 2015 “Direttiva 2007/60/CE contributo Regione Lombardia al piano di gestione del rischio alluvioni relativo al distretto idrografico Padano in attuazione dell’art. 7 del D.Lgs. 49/2010”.
- L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”, pubblicata sul BURL n. 11, suppl. del 18 marzo 2016.
- L.R. n. 7 del 10 marzo 2017 “Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti”.
- D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato istituzionale dell’autorità di bacino del fiume Po”, pubblicata sul BURL n. 25 Serie Ordinaria del 21 giugno 2017.
- R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 “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)”.
- R.R. n. 7 del 29 giugno 2018 "Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7", pubblicato sul BURL n. 27, Serie Supplemento, del 3 luglio 2018.
- D.G.R. n. XI/470 del 2 agosto 2018 “Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 – n. X/6738”.
- R.R. n. 8 del 19 aprile 2019 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al 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”)", pubblicato sul Supplemento n. 17.

2. Contenuti del documento semplificato del rischio idraulico

Tutti i comuni devono essere dotati nel PGT almeno del documento semplificato, che secondo l'articolo 14 comma 8 del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 deve contenere:

1. la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica 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;
- 3 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati;
4. le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;
5. 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.

2.1. Metodologia di studio

Il seguente documento è stato redatto tendendo conto dell'analisi degli atti pianificatori preesistenti e delle informazioni reperibili presso il comune di Barzago e limitrofi.

Esso dunque, in accordo al regolamento, conterrà:

- la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale intesa nello specifico come:
 - la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria;
 - 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 Alluvioni;
- l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica per la parte non ancora urbanizzata del territorio comunale;
- l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente.

3. Delimitazione delle aree a rischio idraulico

Le aree soggette a rischio idraulico da individuare devono comprendere le aree soggette ad allagamento e/o a pericolosità idraulica per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. La mappatura di tali aree può essere definita all'interno del DSR in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali.

L'analisi del territorio comunale porta alla caratterizzazione delle aree a rischio per fenomeni alluvionali e delle aree soggette a rischio idraulico e geomorfologico. Ciò è poi da mettere in relazione allo studio della disposizione della popolazione sul territorio, in modo da individuare quella porzione della popolazione e delle infrastrutture esposte al rischio, in modo da prendere in maniera efficace gli adeguati provvedimenti.

Un ruolo importante in tale situazione è giocato dai cambiamenti climatici, i quali variano il regime delle precipitazioni rendendolo imprevedibile e non costante. Il cambiamento climatico causa inoltre l'aumento della frequenza di accadimento degli eventi meteorici straordinari, esponendo ad un rischio sempre maggiore la popolazione.

Anche l'impermeabilizzazione del suolo causata dall'urbanizzazione crescente rappresenta un altro aspetto da non trascurare. Infatti essa causa un apporto idrico maggiore all'interno dei corsi d'acqua, esaltando il fenomeno della piena dei fiumi e dei corsi d'acqua minori i quali, in caso di incapacità di deflusso, provocano esondazioni e danni ingenti ai territori circostanti.

Risulta quindi necessario mettere in atto il principio dell'invarianza idraulica per far fronte a tali cambiamenti.

Per la definizione delle aree soggette a rischio di allagamento si può far riferimento alla documentazione esistente come descritto nei seguenti capitoli.

3.1. Componente geologica del P.G.T.

Il Comune di Barzago è dotato della Componente geologica idrogeologica e sismica attualmente in fase di aggiornamento per il recepimento della D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 concernente le disposizioni regionali per l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, del R.R. 7/2017 e del R.R. 8/2019.

3.1.1. Caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Il territorio di Barzago si colloca nelle zone collinari poste tra la pianura padana e le prealpi, nell'ambiente glaciale in cui la morfologia collinare è stata modellata dalle morene glaciali e dai laghi glaciali, presentando una morfologia molto variegata costituita da colline intervallate da terrazzamenti pianeggianti su cui spesso si sono impostati dei piccoli laghetti.

Per quanto concerne il territorio di Barzago le colline moreniche presentano una direzione NW-SE, in questa direzione si sono sviluppate le creste e i terrazzamenti. Il terrazzamento principale si individua nel settore centrale di Barzago alla quota media di 340 m s.m. dove si è sviluppato il centro abitato principale. Verso NNE appena a monte dell'abitato è presente una cresta che raggiunge i 360 m s.m., a cui seguono due terrazzamenti posti a 346 (zona Loc. Costa d'Oro) e 316 m s.m. (Loc. Bevera inferiore) fino a raggiungere il terrazzo maggiore inferiore posto nella zona NE del territorio comunale presso la Loc. Prato Bevera.

Dall'abitato principale andando verso il centro Sud e SE la morfologia riprende quota gradualmente con una cresta morenica poco prima del confine comunale, dove le quote riprendono a degradare gradualmente, mentre nel settore SW degrada gradualmente.

Sull'intero territorio (vedi Figura 1) la roccia è presente sotto i depositi glaciali e nelle zone della scarpata inferiore della Loc. Costa d'Oro e di Bavera inferiore affiorano lungo gli incisi vallivi, ulteriori affioramenti si individuano nel settore est del territorio comunale.

Sopra la roccia con spessori variabili, di norma nelle zone distanti dai settori con roccia subaffiorante raggiungono i 40 – 50 m, sono presenti i depositi glaciali di natura sabbiosa ghiaiosa addensati con blocchi sparsi caratterizzati da permeabilità variabili ma in generale media.

Nelle zone dei terrazzamenti principali, principalmente zona centrale del pianoro su cui è sorto l'abitato principale e la zona della Loc. Bevera, e nel settore a SE del territorio comunale sopra i depositi glaciali sono presenti i depositi lacustri caratterizzati da una permeabilità bassa.

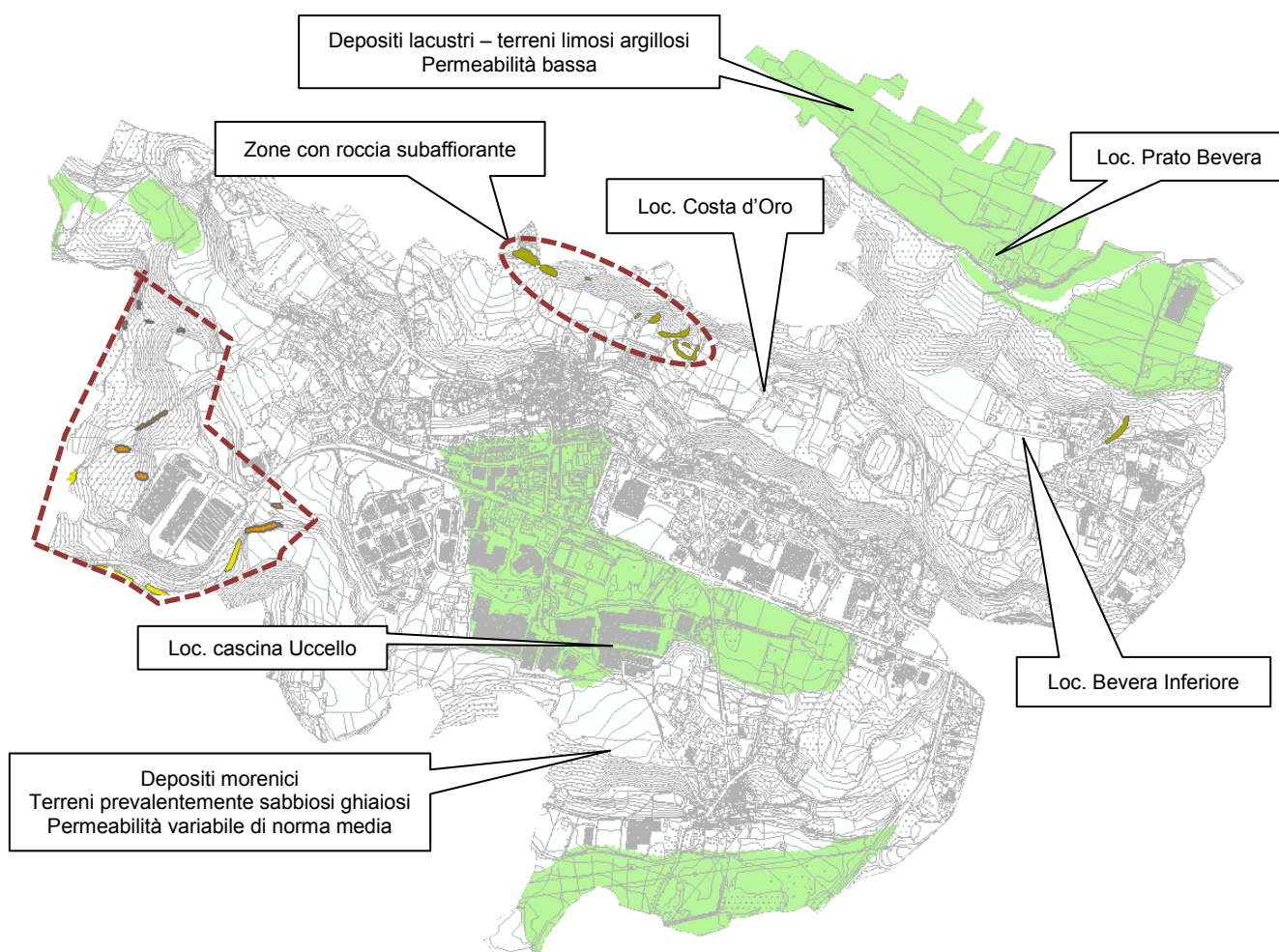


Figura 1: individuazione caratteristiche principali dei terreni con indicazione della permeabilità. I perimetri dei depositi sono stati derivata dalla carta geologica del progetto CARG.

3.1.2. Reticolo idrografico e studio del Reticolo Minore

Nel territorio di Barzago, si veda Figura 2, si identificano due corsi d'acqua naturali principali a cui afferiscono quasi tutti i piccoli corso d'acqua discendenti dalle pendici ei versanti e gli innumerevoli fossi e canali appartenenti al reticolo di irrigazione delle aree agricole.

Per l'individuazione del reticolo si rimanda alla Figura 2 in cui si è riportato l'estratto della carta di individuazione delle fasce di rispetto dei corso d'acqua dello "Studio del Reticolo Minore" nella versione di aggiornamento vigente datata novembre 2009.

Variante al PGT del comune di Barzago
Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale

Per la zona del centro abitato principale e quindi del relativo terrazzamento, esso costituisce di fatto un “catino” che raccoglie tutte le acque ivi ricadute e forma il corso d’acqua denominato Roggia del Lambro Molinello. Esso nasce nel settore est del territorio comunale e scende verso Ovest attraversando le aree industriali restando sempre comunque abbastanza distante dalle strutture.

Lungo il corso d’acqua nella zona della Località Cascina Uccello sono individuate tre zone esondabili di ridotte dimensioni e contenute comunque esternamente alle strutture.

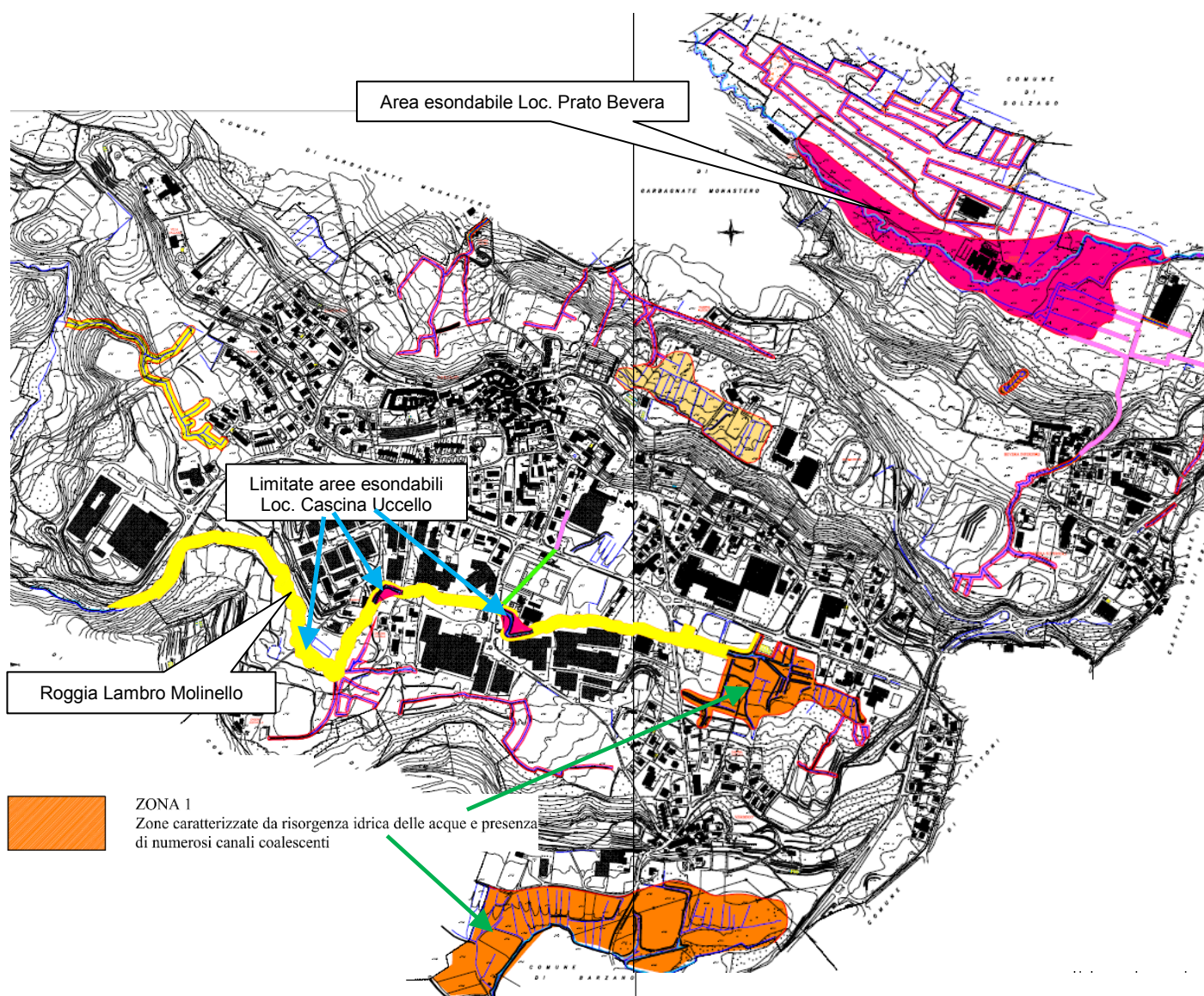


Figura 2: estratto della tavola 4 del Reticolo idrico minore con individuazione del corso d’acqua e delle fasce di rispetto.

Il corso d’acqua più rilevante si colloca nel terrazzo inferiore posta a NE in Loc. Bevera dove scorre l’omonimo Torrente Bevera. Esso nasce poco a NE nel comune di Dolzago e scendendo raccoglie le acque della zona. Nella zona della Loc. Prato Bevera dove sono presenti anche i depositi lacustri poco permeabili con pendenza verso i versanti dei terrazzi superiori, lungo gran parte del corso d’acqua presente all’interno del territorio comunale presenta un’ampia area esondabile che oltre alle aree agresti interessa coinvolgere anche la Cascina Bevera.

Per le zone dei terrazzi superiori sono segnalate nella zona dove affiorano i depositi lacustri problematiche di risorgenze idriche.

3.1.3. Caratteristiche idrologiche

Per l'area di Barzago non sono disponibili molti dati per quanto concerne le acque sotterranee, non essendo presenti nel territorio comunali molti pozzi per acqua, soprattutto per acqua potabile, utili alla ricostruzione dell'andamento dell'acquifero.

Dai dati disponibili emerge che nel sottosuolo all'interno dei depositi morenici, caratterizzati da uno spessore di massimo 40 – 50 m, è presente una falda dovuta al ristagno delle acque sopra il substrato roccioso, con direzione NNE-SSW.

La soggiacenza varia da 30 – 40 nella zona del terrazzo superiore dove sorge l'abitato principale in graduale diminuzione lungo i terrazzi inferiori fino a collocarsi quasi a piano campagna nel terrazzo inferiore presso la Loc. Prato Bevera.

Per le aree con affioramenti lacustri (vedi Figura 1) del settore dei terrazzi superiori è segnalata la presenza di ristagni di acque superficiali (vedi Figura 2) che generano oltre a ristagni di acqua anche possibili emergenze di acqua.

Ristagni di acqua sono segnalati anche per il terrazzamento lacustre inferiore in Loc. Prato Bevera.

Non sono presenti nel territorio comunale pozzi per acqua ad uso potabile.

3.1.4. Carta dei vincoli e fattibilità geologica (individuazione delle aree a rischio)

Dalla documentazione del PGT emerge come le problematiche comunali siano legate al rischio idraulico naturale derivante soprattutto dall'esondazione del Bevera e al ristagno di acqua con possibili emergenze d'acqua delle aree in cui sono presenti i depositi lacustri.

Nella carta di sintesi e nella fattibilità geologica è segnalata anche la zona della scarpata posta a valle del terrazzo dove sorge la Loc. Costa d'oro. La pericolosità dell'area è però legata alla mera morfologia caratterizzata da pendenze maggiori rispetto alle restanti aree del territorio, ma non ad una effettiva e conclamata pericolosità derivante da frane che qui pertanto risultano solo potenziali.

Per quanto concerne il rischio idraulico per esondazione, per la cui individuazione planimetrica si rimanda alla Figura 2) non sono disponibili studi specifici ma solo dati storici.

Tutti i fenomeni di dissesto sono stati classificati come Ee "pericolosità molto elevata".

Per quanto concerne il fenomeno centrale tra i tre indicati lungo il corso Roggia Lambro di Molinello nella componente geologica, quello centrale è stato escluso e non più indicato nella documentazione sia del PAI (come effettivamente riportato anche nella Carta Uniformata PAI del PGT di Barzago) che del PGRA.

Le aree di esondazione perimetrate lungo la Roggia Lambro Molinello, esse risultano contenute entro le aree a verde senza interessare le strutture, ed essendo legate a fenomeni di piogge eccezionali ricadenti in un bacino idrografico molto ridotto e locale, presentano una evoluzione molto rapida e pertanto devono essere prontamente individuate e gestite.

La zona di esondazione della Loc. Prato Bevera presentano una evoluzione più lenta ma si sviluppa su aree maggiori ed interessando le strutture della cascina ivi presenti poste tra l'altro in adiacenza al corso d'acqua. Per questa esondazione è possibile individuare con anticipo il

Variante al PGT del comune di Barzago
Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale

fenomeno ma di contro la gestione del dissesto risulta più problematica con rischi per la vita umana e danneggiamenti alle strutture ed alle attività agricole.

Per tutte le aree in cui affiorano i depositi lacustri (vedi Figura 1) permangono potenziali problematiche di difficoltà di drenaggio delle acque in caso di piogge eccezionali che, seppur non comportino rischi per la vita umana, possono comportare disagi in caso di piogge eccezionali.

Ai fini della gestione dell'invarianza idraulica si segnalano inoltre le fasce di rispetto dei corso d'acqua (vedi Figura 2 e Figura 3) entro cui è vietata la realizzazione dei manufatti, salvo che quelli di pertinenza e a servizio del reticolo idrico e atti alla gestione del dissesto idrogeologico.

Nella Figura 3 si riporta l'estratto della carta di fattibilità geologica del PGT di Barzago in cui nella classe 4 sono perimetrate tutte le aree in cui sono individuabili problematiche per la gestione dell'invarianza idraulica.

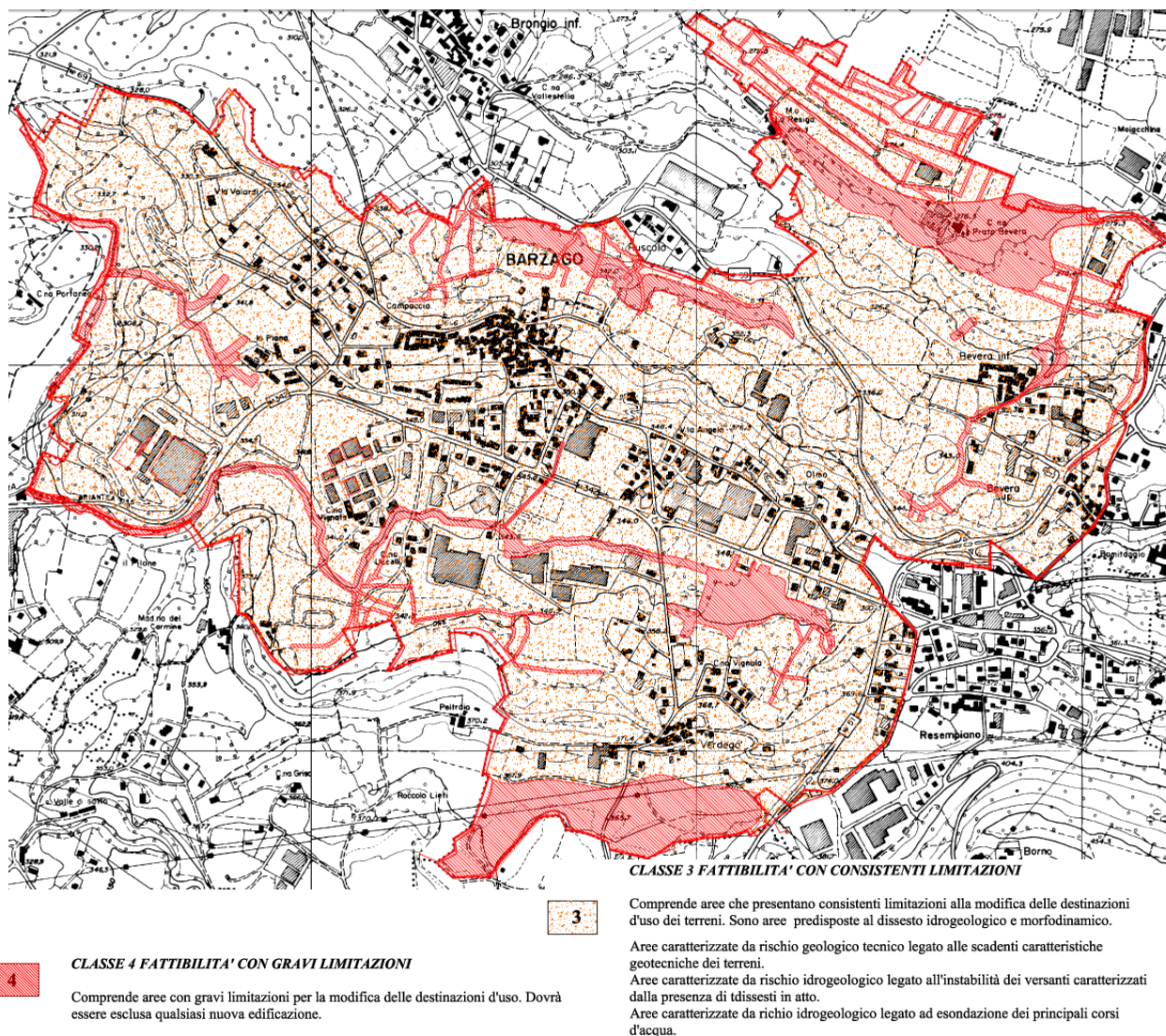


Figura 3: Estratto della Carta di fattibilità geologica del OGT, tavola n. 7 del marzo 2014.

3.2. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001. Il PAI ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Esso, riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni contiene in particolare:

- nell'Elaborato 8 "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" la delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti;
- nell'Elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici" – Allegato 4 "Delimitazione delle aree in dissesto" la delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, dei fenomeni di dissesto che caratterizzano il reticolo idrografico di montagna (conoidi – Ca, Cp, Cn – ed esondazioni di carattere torrentizio – Ee, Eb, Em);
- nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 "Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato", la perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura (zona I e zona BPr);
- nell'Elaborato 7 "Norme di attuazione" le norme alle quali le sopracitate aree sono assoggettate.

Nel quadro del dissesto P.A.I. si individuano oltre ai rischi legati all'esondazione anche gli altri dissesti quali le aree franose che sebbene non direttamente coinvolte da scenari di allagamento o esondazione, utili da individuare in quanto zone dove il ricorso all'infiltrazione nel terreno per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica è da escludersi o regolamentarsi.

Per il comune di Barzago si individuano solo i rischi derivanti dall'esondazione del T. Bevera e le due della Roggia Lambro di Molinello tutte classificate come aree Ee – esondazione a pericolosità molto elevata. Per le perimetrazioni oltre alla Figura 2 si rimanda alle tavole della componente geologica di aggiornamento del PGR ed in particolare alla Tavola Uniformata PAI.

3.3. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – revisione 2019

Il P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (la cosiddetta "Direttiva Alluvioni"), è stato adottato con deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con D.P.C.M. 27 ottobre 2016.

La Regione Lombardia ha emesso con D.G.R. n. 10/6738 del 19 giugno 2017 le disposizioni concernenti l'attuazione del P.G.R.A. nel settore urbanistico e di pianificazione territoriale. Sempre la Giunta regionale, con Delibera n. 470 del 2 agosto 2018, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 32 del 08/08/2018, ha approvato le "Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017, n. X/6738". Tali integrazioni, in un'ottica di semplificazione e riduzione dei tempi, sono finalizzate a dare indicazioni in merito alla procedura urbanistica da adottare per l'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al PGRA e/o al PAI, qualora gli strumenti urbanistici comunali non fossero coerenti con la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica e idrogeologica (e relativa normativa) rappresentata nei citati strumenti di pianificazione di bacino.

Il PGRA ha la finalità di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale, le attività economiche e sociali. Esso è suddiviso in due sezioni:

- la Sezione A contiene la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità e ai livelli di rischio, l'individuazione delle situazioni territoriali con maggiori criticità e le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione (es. vincoli all'uso del suolo, delocalizzazioni, comunicazione del rischio ai cittadini) e protezione (es. realizzazione di opere di difesa strutturale);
- la Sezione B contiene il quadro attuale del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni, una diagnosi delle principali criticità e le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di preparazione (es. allerte, sistemi di monitoraggio, piani di emergenza), ritorno alla normalità e analisi (es. valutazione e rimborso danni, analisi degli eventi accaduti, politiche assicurative).

Le disposizioni regionali per l'attuazione del PGRA in campo urbanistico stabiliscono che i comuni provvedano al recepimento delle aree allagabili del PGRA e relative norme nello strumento urbanistico comunale; ciò deve avvenire nel rispetto dei termini stabiliti per l'adeguamento dei PGT alla L.R. n. 31/2014 sulla riduzione del consumo di suolo (ovvero alla prima scadenza del Documento di Piano, dopo l'adeguamento di PTR e PTCP alla stessa L.R. n. 31/2014). 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, brevemente PGRA-Po. Il PGRA del distretto padano, nello specifico, mira ad orientare, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

I territori di maggior interesse, laddove si concentrano molte misure del Piano, sono le aree allagabili, classificate in base a quattro livelli crescenti di rischio in relazione agli elementi vulnerabili contenuti e individuate cartograficamente in mappe di pericolosità e di rischio. Tali mappe rappresentano infatti, in modo unitario per l'intero distretto idrografico e ad una scala appropriata, le aree allagabili per ciascuno scenario di piena esaminato: piena frequente, piena poco frequente e piena rara e la consistenza dei beni esposti e della popolazione coinvolta al verificarsi di tali eventi. Le mappe contengono anche indicazione delle infrastrutture strategiche, dei beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nelle aree allagabili nonché degli impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale. Le mappe assolvono ad una funzione di carattere ricognitivo dei fenomeni naturali esaminati e della conseguente esposizione ad essi di determinate parti del territorio e della popolazione ivi residente e forniscono la rappresentazione dell'estensione delle aree allagabili, delle quali devono tener conto tutti i soggetti interessati secondo le comuni regole di prudenza, cautela e prevenzione.

Data l'ampiezza del bacino del fiume Po con la conseguente notevole differenza di caratteristiche negli eventi alluvionali e di dati a disposizione, si è reso necessario suddividere l'intero bacino in diversi ambiti territoriali, in ognuno dei quali la metodologia per la mappatura della pericolosità è risultata differente.

Le aree allagabili ricadono nei seguenti "ambiti territoriali":

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)

- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL)

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato). Le classi derivano dal confronto tra la classe di pericolosità e la classe di danno associata all'elemento esposto. Si distinguono 4 classi di danno potenziale: D4 (molto elevato), D3 (elevato), D2 (medio) e D1 (moderato o nullo).

Il territorio comunale di Barzago è interessato dagli scenari di pericolosità e rischio afferenti al reticolo secondario collinare e montano (RSCM), tutti classificati come scenari H – scenario frequente.

La perimetrazione delle aree è sempre quella riportata nella carta Uniformata al PAI del PGT di Barzago.

3.4. Piano Urbano dei servizi del sottosuolo (PUGS)

Di seguito si analizzerà la rete fognaria e potabile di cui si ha la documentazione in disponibilità. Le valutazioni e le conclusioni svolte comunque restano applicabili anche per gli altri sottoservizi.

Non risulta che la rete fognaria abbia particolari problematiche.

Le acque meteoriche sono in generale recapitate nella rete fognaria pubblica soprattutto nelle aree dove affiorano i depositi lacustri; in tali condizioni ne risulta che durante gli eventi meteorici la rete pubblica fognaria è sovraccaricata.

Analizzando la rete fognaria pubblica, vedi Figura 4 e Figura 5, emerge che essa interseca o si colloca in prossimità delle sponde dei corsi d'acqua presentando così forti vulnerabilità.

Per quanto concerne le aree di potenziale allagamento come indicato nei capitoli precedenti emerge che in queste zone sono fortemente presenti i sottoservizi che, in caso di esondazione, di norma risultano interrotti fino al termine del fenomeno e il ripristino delle normali condizioni di esercizio. In tale scenari i disagi sono estesi anche alle zone e ai comuni circostanti, soprattutto per la zona della Loc. Prato Bevera.

In particolare durante una esondazione le opere fognarie oltre ad essere inefficienti, comportano rigurgiti nelle aree circostanti, favorendo la propagazione delle aree allagate o allagabili, per parziale trasporto delle acque di esondazione, o per ristagno delle acque defluenti dalle aree di monte.

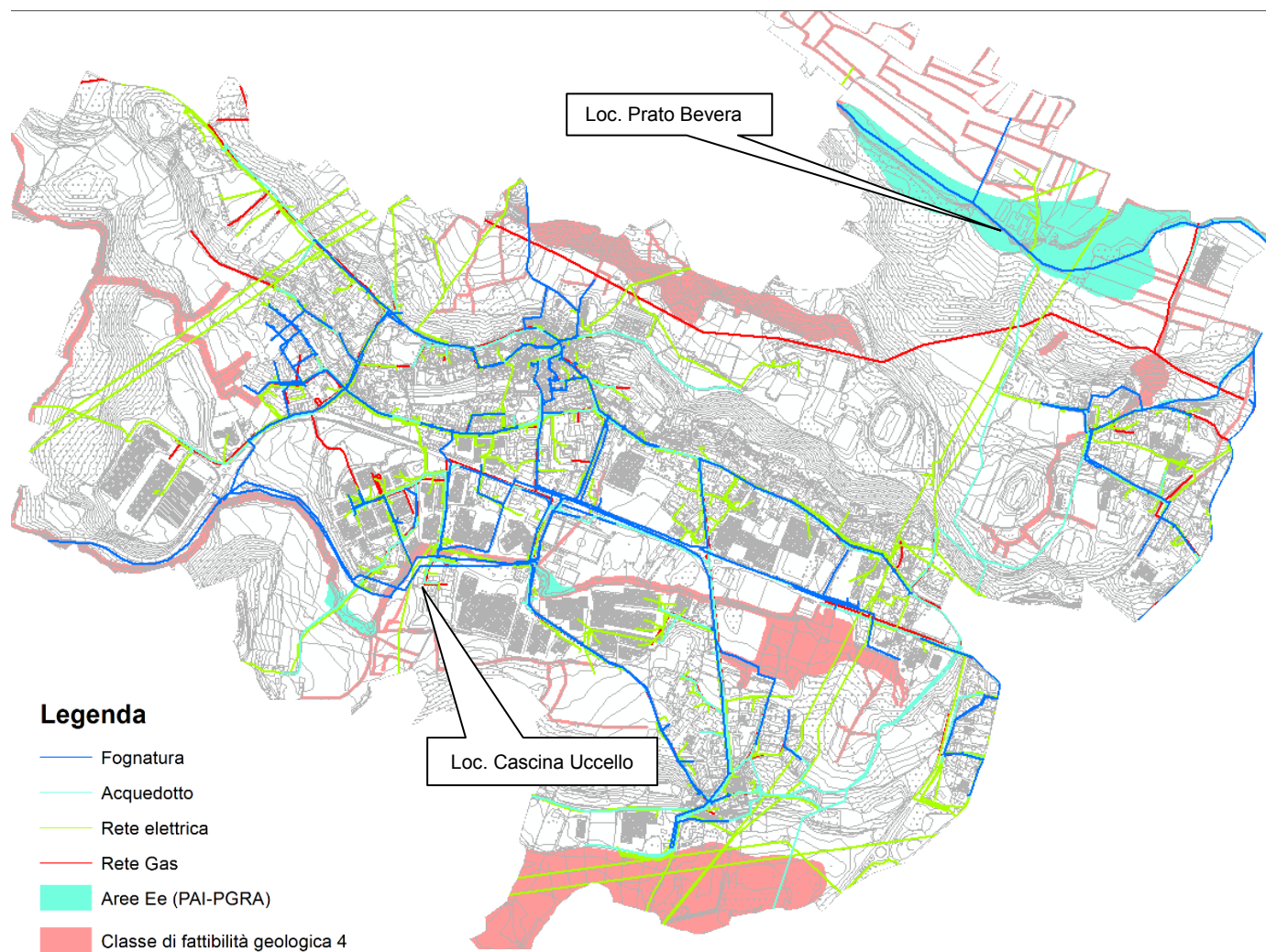


Figura 4: Estratto della carta delle reti fognarie.

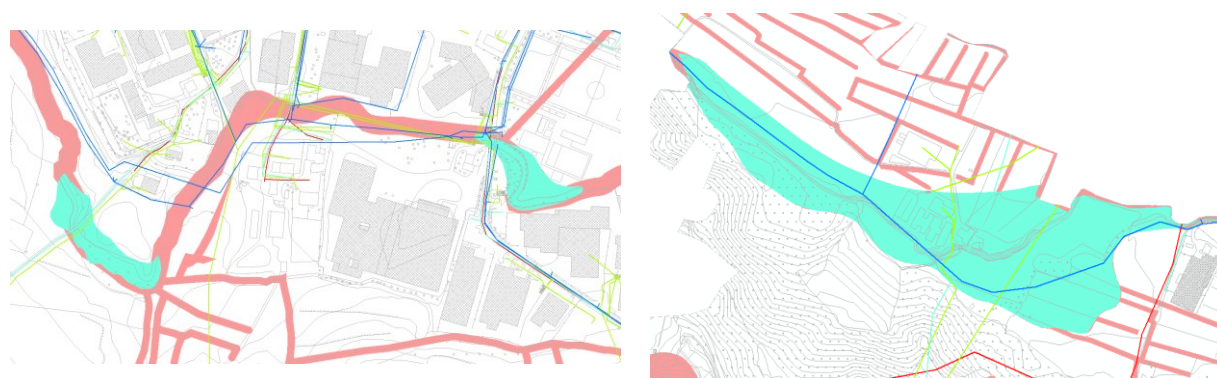


Figura 5: Sovrapposizione delle aree esondabili e classi di fattibilità 4, con le rete dei sottoservizi pubblica, nelle zone interferenti. A sinistra la zona di Cascina Uccello e a sinistra quella del Loc. Prato Bevera.

3.5. Piano di Emergenza Comunale

Il comune di Barzago è dotato di Piano di Protezione Civile che analizza le svariate problematiche presenti nel territorio comunale.

Come scenari di rischio ha preso in considerazione ed affrontato quelli derivanti dai rischi di esondazioni (vedi Figura 6) di entrambe le aree segnalate, individuando tutte le attività da svolgere per affrontare tale problematica permettendo una ottimizzazione della gestione del fenomeno in caso di accadimento.

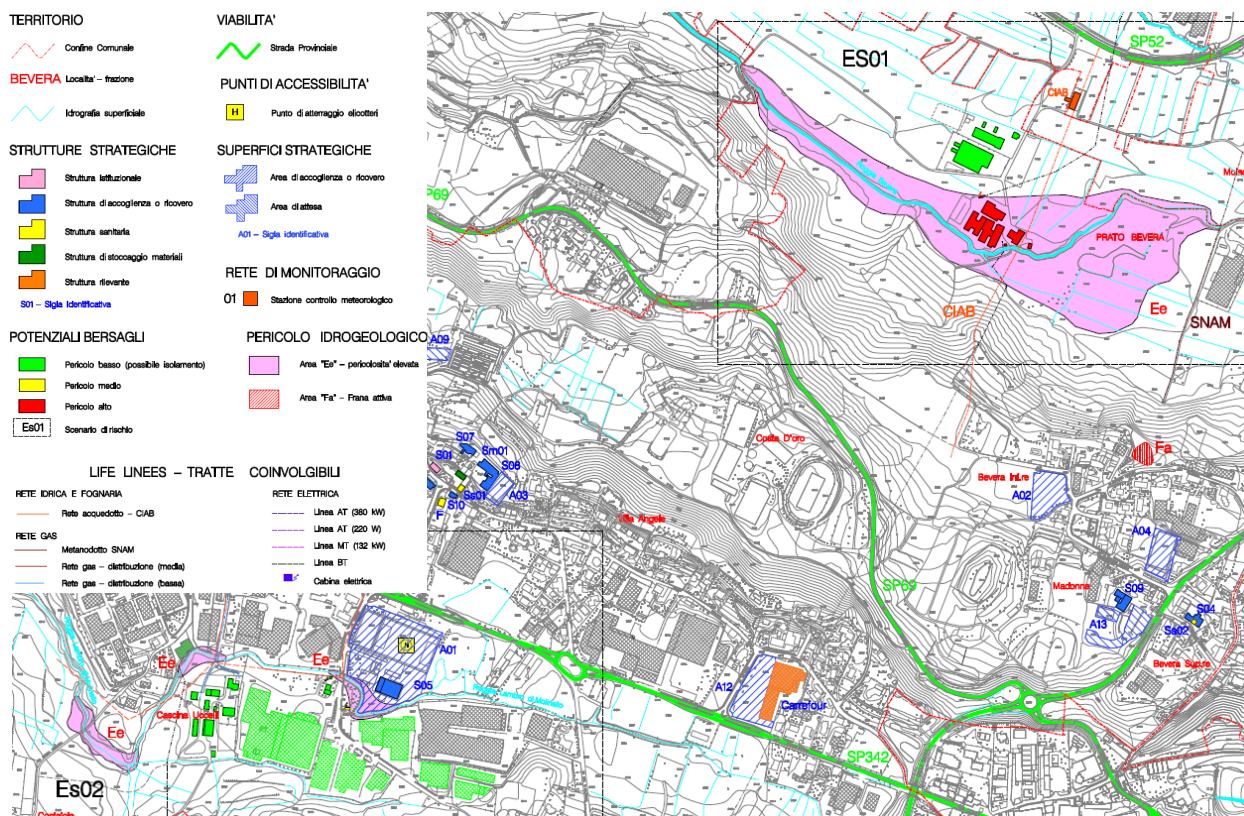


Figura 6: estratto della tavola 1° "Analisi della pericolosità idrogeologica - idraulica", del Piano di Emergenza di Protezione Civile di Barzago.

4. CRITICITA' RILEVATE

Le criticità rilevate nel territorio di Barzago sono correlabili a:

- caratteristiche geologiche dei depositi per buona parte a bassa permeabilità, limitando l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo e generando ristagni in superficie;
- rischi naturali, di fatto il rischio di esondazione;
- vincoli derivanti da specifiche norme principalmente legate ai corsi d'acqua.

E' importante sottolineare il fatto che il rischio è ineliminabile ed imprescindibile.

Occorre dunque rinunciare alla falsa illusione della sicurezza totale e prepararsi a fronteggiare danni modesti per eventi che eccedano il tempo di ritorno proprio del progetto.

La "messa in sicurezza" può dunque diminuire il rischio facendolo tendere teoricamente allo zero assoluto, ma non potrà mai eliminarlo totalmente.

In tal senso si deve precisare che il termine rischio "R" è inteso come il prodotto lineare tra la pericolosità P, ovvero la probabilità che un certo evento accada nel tempo, e la vulnerabilità "V", ovvero il valore degli elementi in pericolo.

$$R = P * V$$

Il rischio così inteso è dunque destinato ad aumentare sempre nel tempo, infatti se il valore di un certo bene presente sul territorio aumenta e la pericolosità rimane costante o diminuisce leggermente, di conseguenza il rischio aumenta.

La strategia di mitigazione del rischio prevede dunque sia la mitigazione della pericolosità, cercando di diminuire laddove possibile il fenomeno, che il contenimento della vulnerabilità adottando strategie mirate principalmente sulle opere antropiche.

Nel caso delle esondazioni per contenere la pericolosità la strategia principale risulta essere quella di realizzare vasche di laminazione e eliminare e contenere gli scarichi urbani. L'efficacia di tali attività si manifesta soprattutto a valle rispetto alle aree in cui sono state attuate, pertanto il comune deve collaborare con gli enti, principalmente la Regione Lombardia, al fine di attuare opere in grado di contenere il fenomeno della piena.

In ambito comunale invece può migliorare la gestione delle acque meteoriche incentivando e controllando la corretta dispersione delle acque nel sottosuolo.

Per contenere e diminuire i rischi invece le azioni devono essere mirate innanzitutto contenendo la realizzazione di nuove opere nelle aree a rischio, e secondariamente incentivando l'allontanamento da queste aree delle strutture.

4.1. Criticità derivanti da rischi naturali

Per quanto concerne i rischi naturali essi derivano dai fenomeni di esondazione dei due corso d'acqua principali (si rimanda alle Figura 2 e Figura 5 per l'individuazione).

Esondazioni sono segnalate nella zona della Cascina lungo la Roggia Lambro Molinello, esse risultano contenute entro le aree a verde senza interessare le strutture. Essendo legate a fenomeni di piogge eccezionali ricadenti in un bacino idrografico molto ridotto e locale, presentano una evoluzione molto rapida e pertanto devono essere prontamente individuate e gestite.

Maggiori problematiche si individuano in Loc. Prato Beverà. Qui le esondazioni presentano una evoluzione più lenta ma si sviluppa su aree maggiori ed interessando le strutture della cascina ivi presenti poste tra l'altro in adiacenza al corso d'acqua. Per questa esondazione è possibile individuare con anticipo il fenomeno ma di contro la gestione del dissesto risulta più problematica con rischi per la vita umana e danneggiamenti alle strutture ed alle attività agricole.

Al fine di ottimizzare la gestione del rischio è importante avere un piano di Protezione Civile da attuare in caso di allagamento, informando la popolazione residente e frequentante tali luoghi del potenziale rischio idrogeologico a cui è esposta. Il comune di Barzago è dotato di un Piano di Emergenza di Protezione Civile in cui entrambi gli scenari di esondazione sono previsti (vedi cap. n. 3.5).

4.1.1. Vulnerabilità della falda

La falda di norma si colloca ad alcune decine di m di profondità mantenendo un buon grado di protezione nei confronti di potenziali inquinamenti.

Nella zona NE verso i gradoni inferiori la soggiacenza della falda diminuisce fino a porsi quasi a piano campagna nella zona della Loc. Prato Beverè dove di contro, la presenza di terreni lacustri poco permeabili con ristagni di acqua non ne permette di recapitare le acque al suolo (tranne che per minime superfici impermeabilizzate) e nel sottosuolo.

Poiché lo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo è una attività che deve essere favorita ed incentivata anche al fine di sgravare le opere fognarie pubbliche, nell'adozione della soluzione di invarianza idraulica con scarico al suolo o nel sottosuolo si dovranno adottare tutte le attenzioni al fine di contenere i potenziali rischi di contaminazione. Particolare attenzione dovrà essere posta nella gestione delle acque di prima pioggia soprattutto nelle aree industriali.

4.2. Criticità per l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo

La dispersione delle acque pulite nel sottosuolo risulta essere quella da esercitare prioritariamente rispetto alle alternative modalità di scarico.

Nel territorio comunale di Barzago sono presenti terreni eterogenei che potrebbero permettere la dispersione delle acque al suolo e nel sottosuolo, escludendo in prima analisi le aree ove affiorano i depositi lacustri (vedi individuazione di massima in Figura 1).

Pertanto nelle scelte delle soluzioni di invarianza idraulica si raccomanda di prevedere come soluzione prioritaria lo scarico al suolo o nel sottosuolo, e adottare soluzioni alternative solo dopo aver verificato l'impossibilità dei terreni a ricevere le acque. L'impossibilità potrà derivare sia dalle caratteristiche litologiche dei terreni, es. terreni fini permeabili, o per le caratteristiche morfologiche dei luoghi; nelle zone delle scarpate dei terrazzi fluvioglaciali deve essere attentamente verificata la stabilità dei terreni in conseguenza allo scarico di acque nel sottosuolo.

Si ribadisce comunque la necessità di definire puntualmente per ogni intervento previa adeguate indagini, la fattibilità geologica ed idrogeologica del recapito al suolo e nel sottosuolo.

4.3. Criticità derivanti dalle attività antropiche e vincoli amministrativi

Non sono state rilevate criticità significative derivanti dalle attività antropiche; per le aree industriali qualora si ritenga di recapitare le acque al suolo o nel sottosuolo si dovranno comunque sempre eseguire specifiche valutazioni in riferimento alle attività svolte.

Per quanto concerne i sottoservizi non si individuano particolari problematiche salvo l'interferenza tra le fognature e le acque di esondazione come indicato al capitolo 3.4 e Figura 5.

Anche i vincoli amministrativi generano criticità legate a divieti o limitazioni all'uso del territorio. Tali vincoli derivano di fatto dalle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, vedi capitolo 3.1.2. Nelle fasce di rispetto di fatto è vietata la dispersione delle acque nel sottosuolo.

5. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA

Come previsto dalla normativa si dovrà sempre prevedere la separazione obbligatoria delle acque bianche-meteoriche dalle acque nere-reflue.

Sulla base delle condizioni di pericolosità idraulica che, quando associate a situazioni di vulnerabilità ed esposizione, possono comportare situazioni di rischio, vengono identificate di seguito le misure sia strutturali che non strutturali necessarie per garantire il rispetto dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica nei processi di pianificazione e negli interventi edilizi nel territorio di Barzago.

Ciò vale sia per la parte del territorio già urbanizzata che per le aree destinate a trasformazione, con la specifica individuazione delle aree da destinare a tali misure.

Le misure strutturali sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato.

Le misure non strutturali sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale, e comprendono e l'incentivazione all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, finalizzate anche al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, e quindi come misure di protezione civile e di difese passive attivabili in tempo reale.

Le misure finalizzate all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica, inoltre, sono, in ordine decrescente di priorità:

1. Opere di laminazione: strutture superficiali; strutture sotterranee con e senza disperdimento in falda e mirate al recupero e riutilizzo delle acque stesse
2. Opere di infiltrazione: trincee, fossi disperdenti; pozzi drenanti; bacini di infiltrazione; caditoie filtranti; pavimentazioni permeabili
3. Opere per il trasporto ed il controllo delle portate: tubazioni; supertubi; manufatti di regolazione delle portate; sfioratori; sifoni; stazioni di sollevamento
4. Altre opere: tetti verdi; pareti verdi; fitodepurazione

Il regolamento regionale espone una serie di pratiche per la realizzazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche all'interno dell'allegato L.

Tali misure devono poi essere messe in relazione al contesto idro-geologico e morfologico dell'area interessata.

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso.

Per quanto riguarda il comune di Barzago risulta che in linea generale la soluzione di invarianza da prediligere per lo scarico delle acque meteoriche sarà il recapito nel sottosuolo o al suolo e solo a seguito di accertata impossibilità, il recapito nel corso d'acqua e se non fattibile la pubblica fognatura. Nelle aree di sosta o transito dei veicoli a motore o nelle aree di insediamenti a potenziale impatto ambientale (es. aree industriali), sarà necessario l'adottamento di pavimentazioni il più possibile impermeabili, in modo da evitare l'inquinamento del sottosuolo derivante dall'infiltrazione di particelle inquinanti nello stesso.

Per queste aree sarà opportuno prevedere la separazione delle opere fognarie (es. linee pluviali separate dai piazzali), adottando per la linea contenente le acque a potenziale contaminazione sistemi di depurazione quali disoleatori, piuttosto che realizzazione di vasche di prima pioggia e scarico in pubblica fognatura.

Laddove non sarà possibile recapitare le acque al suolo o nel sottosuolo si procederà con la laminazione e lo scarico o in corso d'acqua superficiale o, laddove non presente, nella pubblica fognatura. In questi casi il valore massimo di capacità idraulica ammissibile (u_{lim}) corrisponderà a 10 l/s per ettaro di superficie scolante dell'intervento.

5.1. Applicazione delle misure strutturali

Come citato prima, al fine di perseguire l'invarianza idraulica dei terreni è necessario mettere in atto misure strutturali e non strutturali.

Fra le misure strutturali possono essere annoverate:

- I. Opere di laminazione:
 - strutture superficiali
 - strutture sotterranee
- II. Opere di infiltrazione:
 - Trincee di infiltrazione
 - pozzi drenanti
 - bacini di infiltrazione
 - caditoie filtranti
 - pavimentazioni permeabili
- III. Opere per il trasporto ed il controllo delle portate:
 - supertubi
 - manufatti di regolazione delle portate
- IV. Altre opere:
 - tetti verdi
 - pareti verdi
 - fitodepurazione.

Tali interventi ovviamente non sono fini a sé stessi, e sono dunque da mettere in relazione l'uno con l'altro al fine di raggiungere un risultato più completo che comprenda: controllo della quantità e qualità delle acque, funzione, valore estetico ed ecologico.

Di seguito si riportano alcuni esempi non esaustivi delle possibili misure strutturali per le quale si rimanda anche alla norma r.r. 23 novembre 2017 n. 7 modificato dal r.r. 19 aprile 2019 n. 8 o alle linee guida – manuali che vari enti stanno predisponendo.

I – Opere di laminazione

Vasche di laminazione

Le opere di laminazione possono essere progettate per detenere o ritenere le acque:

- nel primo caso il rilascio (nei limiti di cui all'art. 8) avviene durante l'evento meteorico ove l'acqua viene immagazzinata e solo la quantità ammissibile allo scarico viene contemporaneamente scaricata nel ricettore;
- nel secondo caso si immagazzina tutta l'acqua e la si rilascia ad evento ultimato,

Sono strutture di accumulo sotterranee quali vasche in c.a. o in lamiera. Altre forme di laminazione presuppongono opere superficiali, con interventi di modellazione ed impermeabilizzazione del terreno, soprattutto su grande scala.

Aumentando la scala progettuale ed arrivando alla pianificazione comunale si può arrivare alla definizione di paesaggio globale: laghetti urbani, fossi vegetati, vasche volano urbane



Esempi di vasche di laminazione interrata

Vasche di accumulo per il Riuso

L'acqua piovana proveniente dai tetti o dalle superfici impermeabili può essere raccolta e temporaneamente accumulata in cisterne che possono permettere di:

- ridurre e ritardare gli effetti del deflusso in concomitanza di un evento meteorico intenso;
- di conservare la risorsa idrica e riutilizzarla in seguito per scopi non potabili (per esempio a scopo irriguo).

L'effetto di laminazione della cisterna e la sua capacità di accumulo sono direttamente proporzionali alla sua dimensione. Sia le cisterne di raccolta più grandi che quelle domestiche possono essere interrate oppure posizionate fuori terra, a seconda dello spazio disponibile e dell'impatto visivo conseguente alla loro installazione.

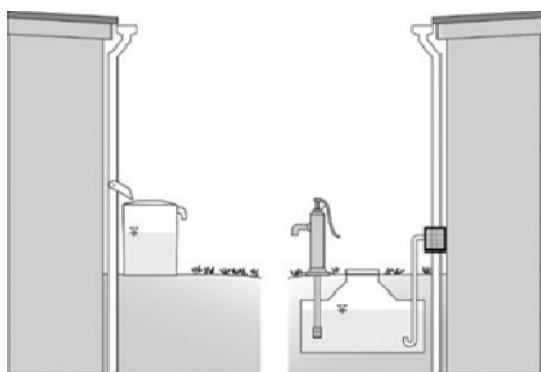
Le cisterne domestiche sono più piccole ed economiche e normalmente raccolgono solo le acque pluviali di caduta delle grondaie dei tetti, mentre verso le cisterne sotterranee generalmente possono altresì convergere le acque di dilavamento delle superfici impermeabili quali cortili, giardini ecc.

Le cisterne possono essere suddivise in due categorie principali:

- Cisterne superficiali
- Cisterne sotterranee

Le cisterne superficiali vengono installate fuori terra e il loro volume è spesso vincolato dallo spazio disponibile. Sono in grado di invasare anche grandi volumi di acqua, che tuttavia in assenza di sistemi di pompaggio, devono provenire da superfici drenate poste a quota superiore all'altezza di massimo riempimento.

Le acque meteoriche convogliate nella cisterna devono essere preventivamente trattate a seconda che provengano da tetti oppure da altre superfici.



Uso dell'acque pluviali decadenti dai tetti per l'irrigazione dei giardini d'edifici unifamiliari.

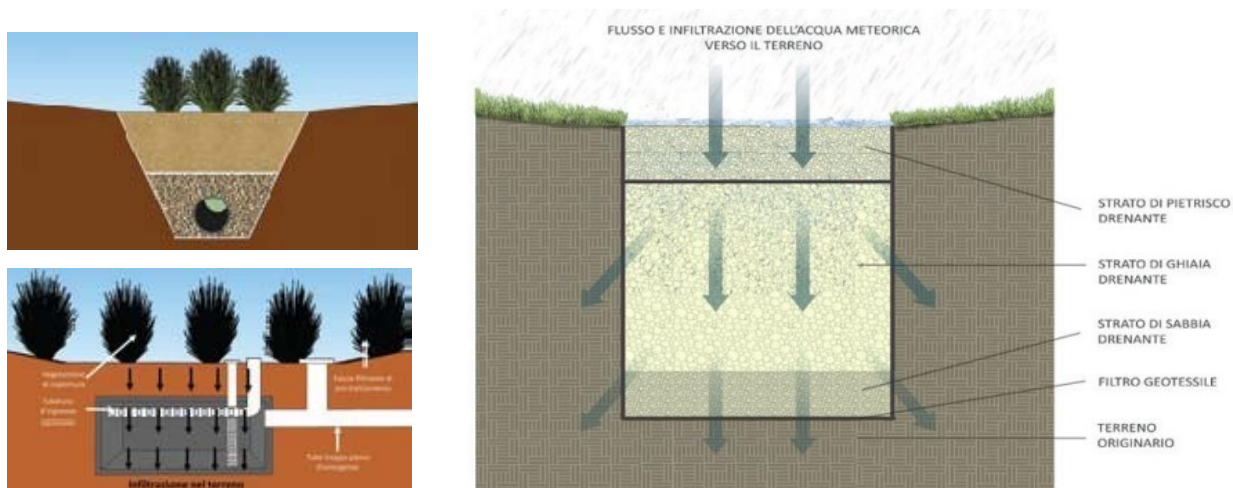
A sinistra un bidone superficiale di 200 l, con attingimento a gravità

A destra un serbatoio sotterraneo di 1000 – 5000 l, con pompa a mano o elettrica (Land Assia) (Tratto da: Di Fidio e Bischetti 2012).

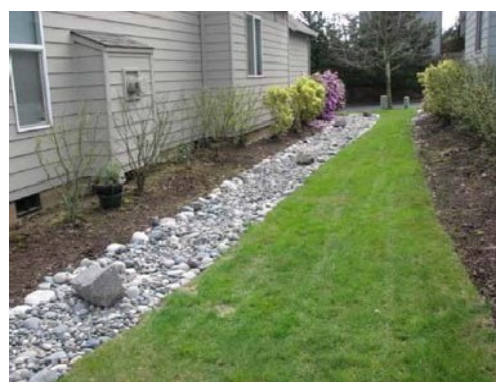
II – Opere di infiltrazione

Trincee di infiltrazione

La trincea d'infiltrazione può descriversi, schematicamente, come uno scavo lungo e profondo (generalmente la profondità è compresa tra 1 e 3 metri) riempito con materiale ad alta conduttività idraulica.



Schema tipo di gallerie d'infiltrazione e sezione longitudinale della trincea



Esempi di trincee drenanti.

La trincea viene generalmente costruita in corrispondenza di una cunetta ribassata rispetto al terreno da drenare, così che il deflusso superficiale si possa accumulare temporaneamente all'interno della trincea e gradualmente infiltrarsi nel terreno circostante attraverso le superfici laterali e il fondo.

La pendenza in superficie della trincea d'infiltrazione deve essere inferiore al 5%, mentre è consigliabile che quella del fondo sia prossima a zero

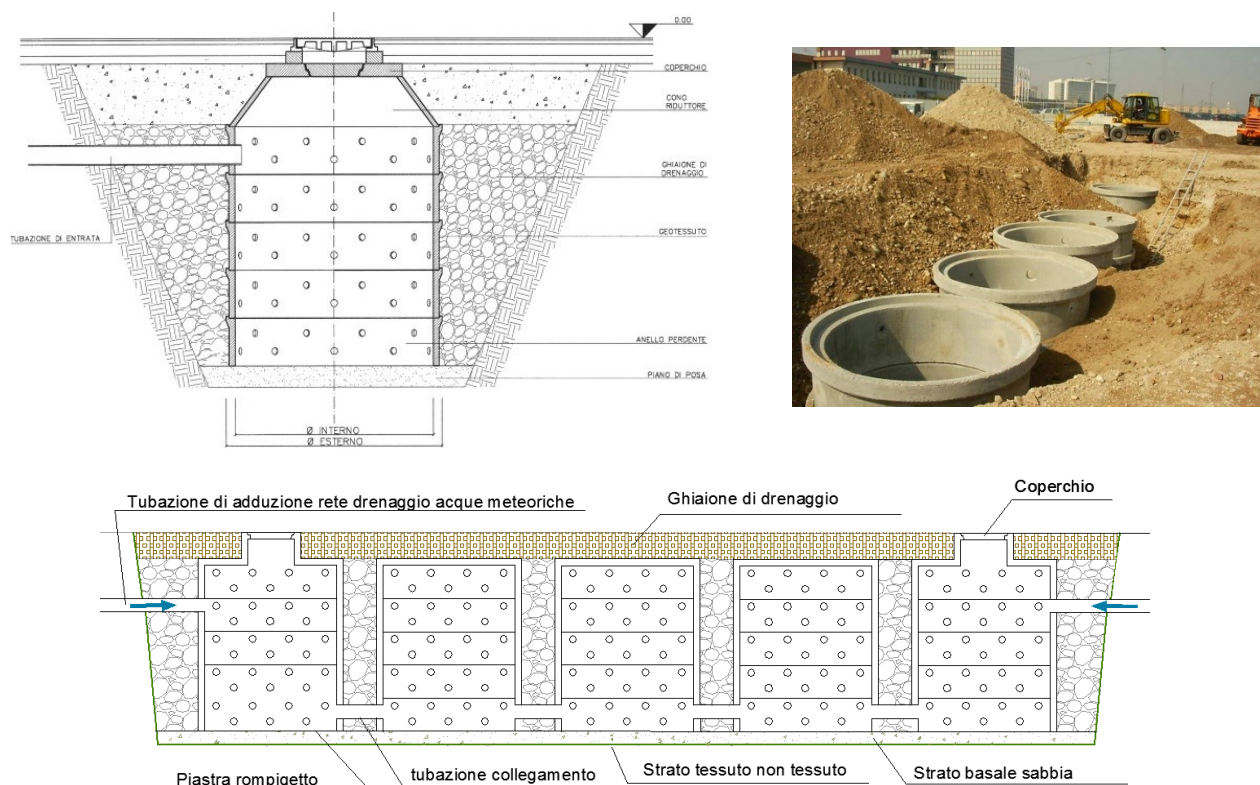
La trincea d'infiltrazione è raccomandata solo in presenza di un sottosuolo con buona capacità drenante.

Pozzi perdenti

Per la dispersione delle acque nel sottosuolo di norma si utilizzano i pozzi perdenti che, oltre a permettere la dispersione delle acque nei livelli generalmente più permeabili posti a 2 – 3 m, garantiscono anche un volume di stoccaggio delle acque.

I pozzi perdenti sono generalmente costituiti da anelli in CLS centrifugato correttamente accoppiati; la base di appoggio del primo anello sarà stabilizzata mediante la posa di uno strato di sabbia compattata.

Al contatto con le pareti di scavo/pareti pozzo perdente, si forma un filtro costituito da uno strato di non - tessuto (tipo 300 g/m² o equivalente) e da uno strato di ghiaia. Nelle intercapedini, si interpone del ghiaione di cava preferibilmente misto a ciottoli (denominati "borlanti" nel gergo dei cavatori) con pezzatura comunque non inferiore a 100 – 150 mm, privo di argilla e limo caratterizzato da indice dei vuoti elevato. La ghiaia deve essere compattata se si intende escludere cedimenti.



Schemi tipo di pozzi – batteria di pozzi perdenti, e esempio posa.

Variante al PGT del comune di Barzago
Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale

Al fine di diminuire l'intasamento del ghiaione di fondo si colloca alla testa dello stesso uno strato di sabbia di 20 cm; tale strato di sabbia deve essere protetto contro l'erosione causata dall'acqua in caduta da una piastra rompigetto.

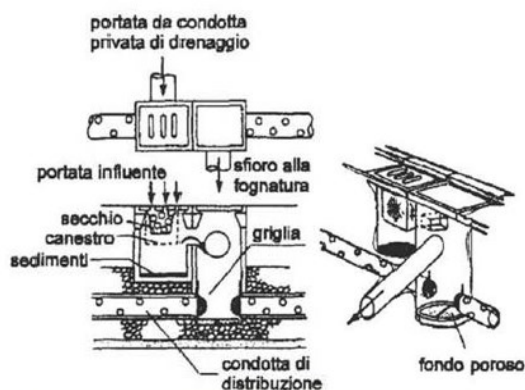
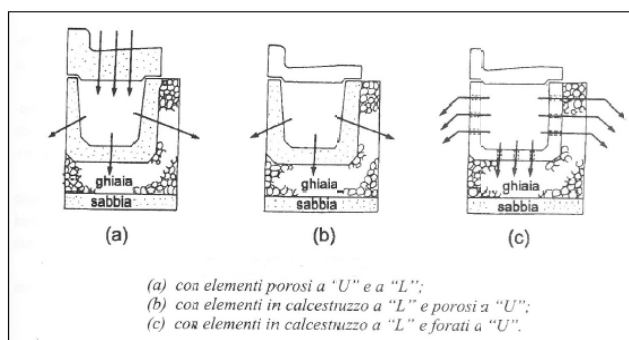
I pozzi perdenti sono dotati di soletta e chiusino passo d'uomo per permettere l'accesso e la manutenzione.

Lungo la rete fognaria, prima dell'immissione nel pozzo perdente si può posizionare un pozzetto/cameretta di calma e sedimentazione facilmente ispezionabile e manutenibile per l'asportazione dei sedimenti della fognatura.

I pozzi perdenti possono essere realizzati anche in batteria al fine di aumentare la capacità disperdente. Poiché i manufatti disperdenti possono comportare fenomeni di assestamento dei terreni, devono essere attentamente collocati.

Caditoie filtranti

Attraverso l'utilizzo delle caditoie filtranti si cerca di facilitare l'infiltrazione nel suolo delle acque di origine meteorica che si raccolgono sui tetti o sulle superfici stradali.



Schema strutturale di una caditoia filtrante

Esempi realizzativi.



Le acque accumulate lungo le cunette stradali sono scaricate in caditoie munite di una prima camera finalizzata alla separazione dei solidi grossolani (foglie e inerti); successivamente, le acque passano in una seconda camera, munita di fondo drenante, da cui si diparte la trincea drenante. L'ingresso in questa è protetto da una griglia, al fine di evitare pericoli di occlusione; anche in questo caso, un tubo centrale consente l'avvio delle acque in fognatura, qualora venga superata la capacità d'infiltrazione del sistema, evitando così il pericolo di allagamenti superficiali.

La manutenzione di tali strutture consiste nella rimozione dei materiali grigliati o sedimentati alcune volte l'anno.

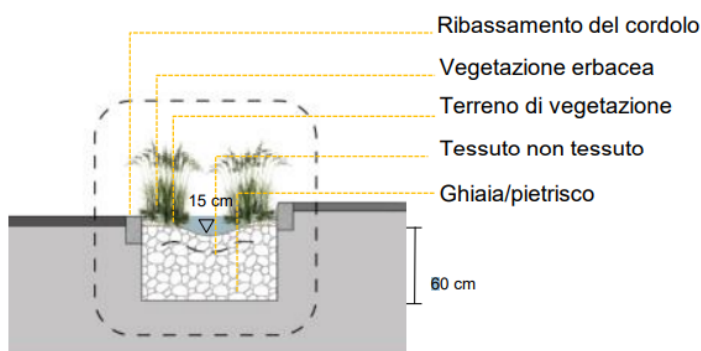
Fossi vegetati

Molte sono le strutture adottabili a tal proposito, la più efficace e semplice delle quali è sicuramente rappresentata dai fossi vegetati, ovvero aree depresse o avvallamenti situati in prossimità di superfici impermeabilizzate che fungono da collettori delle acque meteoriche.

Le acque vengono poi convogliate all'interno del sistema di collettamento esistente e smaltite assieme alle acque bianche già presenti.

Tali strutture non solo sono facilmente inseribili nel contesto urbano preesistente, ma sono oltretutto di facile realizzazione e richiedono una minima manutenzione.

La loro realizzazione può essere inoltre legata alla conversione di aiuole o marciapiedi in fossi vegetati.



Schema esemplificativo strutturale di un fosso vegetato



Esempio di fosso vegetato in California (USA) tratto dal "Manuale di drenaggio urbano" (Regione Lombardia, ERSAF, Gibelli, 2015)

Vasche naturalizzate di laminazione

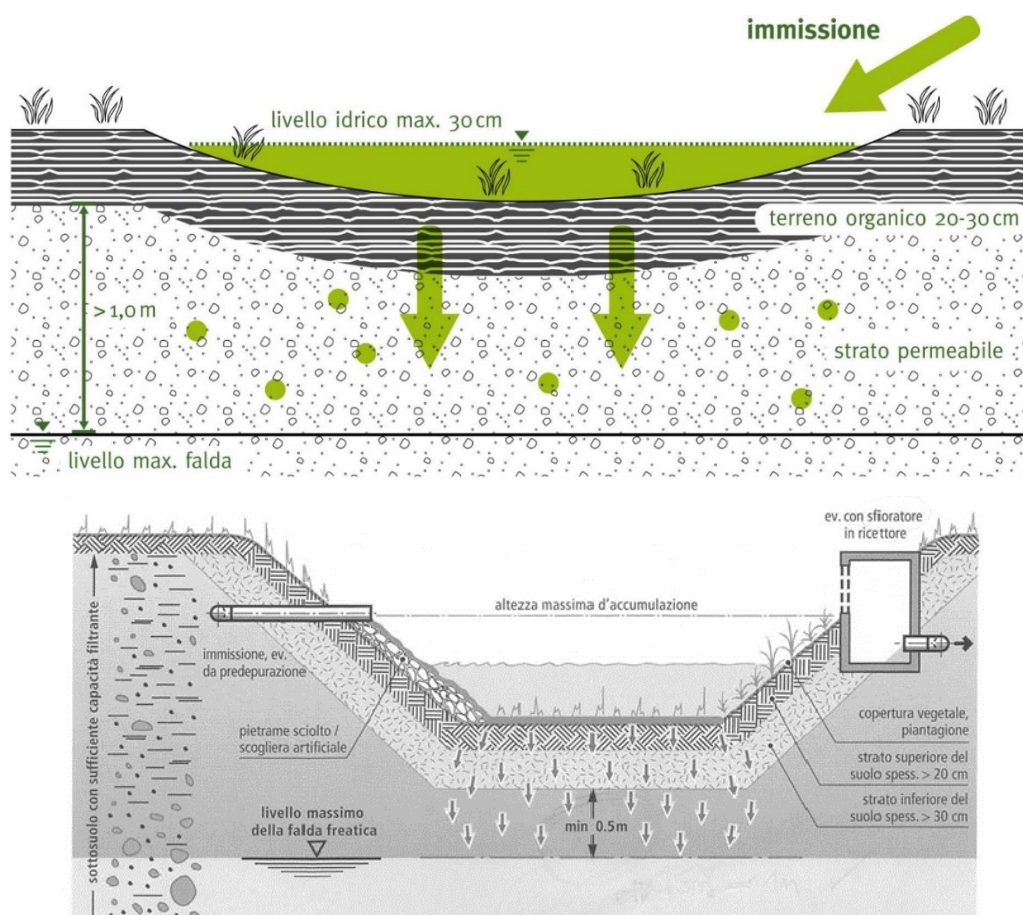
Le vasche naturalizzate di laminazione sono costituiti da conche con fondo semipermeabile riempite di materiale completamente permeabile.

Esse funzionano come vasche di laminazione vere e proprie, ma la loro realizzazione può essere messa in relazione a strutture naturali preesistenti ed è dunque di minore impatto.

Esse fungono inoltre da filtro per le acque che vi si immettono grazie ad azioni di filtrazione, assorbimento, precipitazione e degradazione chimica e batterica.

Le pareti sono solitamente coperte da un manto erboso, che ne garantisce la permeabilità ed aumenta la stabilità e la coesione della struttura stessa.

All'interno dell'area vengono solitamente effettuate piantagioni di grossi alberi od arbusti, in modo da aumentare la stabilità e l'assorbimento del terreno stesso.



Schemi strutturali di una vasca naturalizzata di laminazione.

IV – Altre opere

Tetti verdi

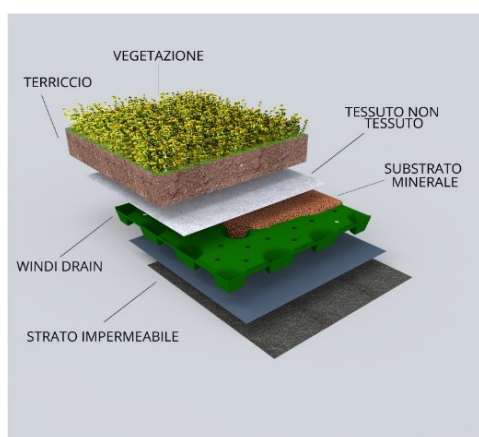
I tetti verdi sono una soluzione alternativa alle coperture tradizionali e offrono vantaggi in termini di comfort, efficienza energetica e sostenibilità ambientale. La loro diffusione è aumentata in relazione al crescente interesse per l'architettura sostenibile e la bioedilizia.

I tetti verdi si possono classificare in estensivi ed intensivi, a seconda di alcuni fattori:

- Il tetto verde pensile estensivo non prevede l'impiego della copertura stessa come giardino. Esso non richiede un'elevata manutenzione e prevede l'utilizzo di specie vegetali standardizzate. Di solito si comprendono coperture piane o inclinate di elevate dimensioni, prevalentemente di zone industriali o di edifici pubblici o commerciali. Il substrato arriva fino ai 15 cm di spessore.
- Invece il tetto verde pensile intensivo richiede manutenzioni costanti, ma consente di utilizzare una più vasta gamma di specie vegetali. Anche il tappeto erboso viene considerato intensivo dato il numero elevato di interventi impiegati per mantenerlo nel corso di un anno. In questo caso il substrato avrà uno spessore che può variare tra i 15 cm ed i 150 cm.

I vantaggi comportati dalla scelta dell'adozione di un tetto verde sono molteplici, infatti un tetto verde comporta un maggiore assorbimento acustico e di polveri, una mitigazione della temperatura e, dato il grado maggiore di isolamento termico risultante, un aumento delle prestazioni termiche ed energetiche dell'infrastruttura stessa.

Questo ovviamente senza contare l'impatto paesaggistico positivo o i vantaggi di avere uno spazio verde fruibile all'interno della propria abitazione.



Schema in sezione di un tetto verde



Esempio di tetto verde

Pavimentazioni permeabili

Le pavimentazioni permeabili sono una valida alternativa ai convenzionali lastricati di marciapiedi o zone pedonali che si propone di aumentare la permeabilità delle superfici e, conseguentemente, di minimizzare il deflusso superficiale.

Esistono pavimentazioni permeabili continue e discontinue.

Le prime sono realizzate in modo apparentemente simile alle pavimentazioni stradali normali, ma con conglomerati bituminosi o calcestruzzi permeabili, ottenuti eliminando dalla miscela la sabbia e gli altri inerti di granulometria fine. Le seconde sono invece ottenute accostando elementi prefabbricati in CLS, perforati e autobloccanti o mediante moduli plastici leggeri con struttura modulare a nido d'ape a forma di parallelepipedo, ottenuti mediante assemblaggio di fogli di PVC opportunamente sagomati mediante termoformatura.



Esempi di pavimentazioni permeabili

Manutenzione degli interventi di invarianza

Per le opere realizzate sarà necessaria una manutenzione, in modo da garantirne il corretto funzionamento ed in modo da allungarne la vita.

La manutenzione andrà effettuata in maniera regolare ed efficace e dovrà essere mirata all'individuazione di eventuali malfunzionamenti che possano pregiudicare il funzionamento delle opere stesse.

Esistono vari tipi di manutenzione i quali si dividono a seconda della frequenza di attuazione o alla tipologia di elementi analizzati.

La più frequente e comune è sicuramente la manutenzione ordinaria, che si svolge periodicamente seguendo un calendario prefissato.

Tale tipo di manutenzione è mirata ad un monitoraggio continuo delle opere in modo da garantirne costantemente il corretto funzionamento.

Gli interventi di manutenzione ordinaria possono essere rappresentati anche da un semplice controllo visivo dello stato di fatto, e dovranno comprendere i seguenti interventi:

- rimozione detriti;
- pulizia rifiuti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche.

Gli interventi di manutenzione straordinaria sono da mettere in atto solamente successivamente al riscontro di malfunzionamenti ed in seguito al verificarsi di eventi straordinari che possano aver danneggiato gli impianti di drenaggio. Gli interventi straordinari più comuni sono i seguenti:

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione di problemi di intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche.

Qualora fosse necessario mettere in atto interventi atti alla rimozione di sedimenti, occorrerà valutare opportunamente il tipo di operazione da attuare tenendo conto delle caratteristiche fisico-chimiche del sedimento ed al suo potenziale impatto ambientale.

Risulta dunque evidente che diversi interventi di manutenzione aventi diverse difficoltà logistiche potranno essere messi in atto da diversi operatori o imprese aventi differenti competenze specifiche.

Tutto ciò dovrà essere messo in atto seguendo un programma di manutenzione il quale deve prevedere le diverse criticità indicate ed i diversi enti incaricabili per attuare la manutenzione stessa in relazione a tali criticità. Per tale motivo nel piano dovranno anche essere indicati i nomi dei progettisti e degli esecutori delle opere i quali dovranno indicare la modalità migliore di intervento in caso di dubbio.

Per quanto riguarda le vasche naturalizzate di laminazione sarà necessario l'attuazione di interventi di manutenzione straordinaria ogni volta che il bacino verrà riempito a seguito di un intervento che ne pregiudica l'utilizzo.

Gli interventi di manutenzione straordinaria prevedono la rimozione e lo smaltimento dei sedimenti trasportati durante l'evento di piena, la pulizia del fondo e delle sponde, la manutenzione delle opere civili.

I costi di gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere sono a carico del titolare.

5.2. Indicazioni per la progettazione dei manufatti

Di seguito si forniscono indicazioni utili per la progettazione delle opere.

5.2.1. Precipitazione di progetto

Per calcolare la precipitazione di progetto si fa riferimento alle curve di possibilità pluviometrica (LSP). Solitamente tali curve si calcolano per durate della precipitazione di 1-24 ore oppure 1-5 giorni.

I dati a riguardo sono disponibili pubblicamente sul sito dell'ARPA, tuttavia possono essere assunti valori differenti qualora si disponga di dati ufficiali più specifici. In questo caso si farà riferimento ai dati presenti sul sito dell'ARPA: <http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>.

I parametri forniti si riferiscono alla curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

$$h = a_1 x w_T x D^n$$

con:

h [mm] = altezza di pioggia

a_1 [mm/oraⁿ] = coefficiente pluviometrico orario

D [ore] = durata pioggia

n [-] = parametro di scala

w_T [-] = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T [anni]

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

ε, α, k [-] = parametri delle leggi probabilistiche GEV (*Generalized Extreme Values*)

Gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono dimensionati in modo da rispettare il valore di portata limite assumendo i seguenti valori limite:

- T 50 anni = tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica affinché venga rispettato un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.
- T 100 anni = tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere.

I parametri sopra riportati si riferiscono a piogge con durata superiore ad 1 ora, per piogge con durata inferiore si possono utilizzare, in assenza di dati specifici, i medesimi parametri ad eccezione dell'esponente n per il quale dovrà essere adottato il valore standard $n=0,5$.

Per quanto riguarda il calcolo dei volumi di laminazione, dunque, si fa riferimento ai metodi proposti dalla normativa regionale, la quale propone una formula per calcolare l'altezza di pioggia h in funzione della durata della stessa e di due parametri a ed n .

$$h = axD^n$$

$$a = a_1 \times w_T$$

con:

h [mm] = altezza di pioggia

D [ore] = durata di pioggia

n [-] = parametro di scala

a [mm/oraⁿ] = parametro della linea segnalatrice di pioggia

w_T [-] = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T [anni]

a_1 [mm/oraⁿ] = coefficiente pluviometrico orario

Il valore di tali parametri può essere trovato consultando siti specifici, come il sito dell'ARPA citato in precedenza, il quale li mette pubblicamente a disposizione.

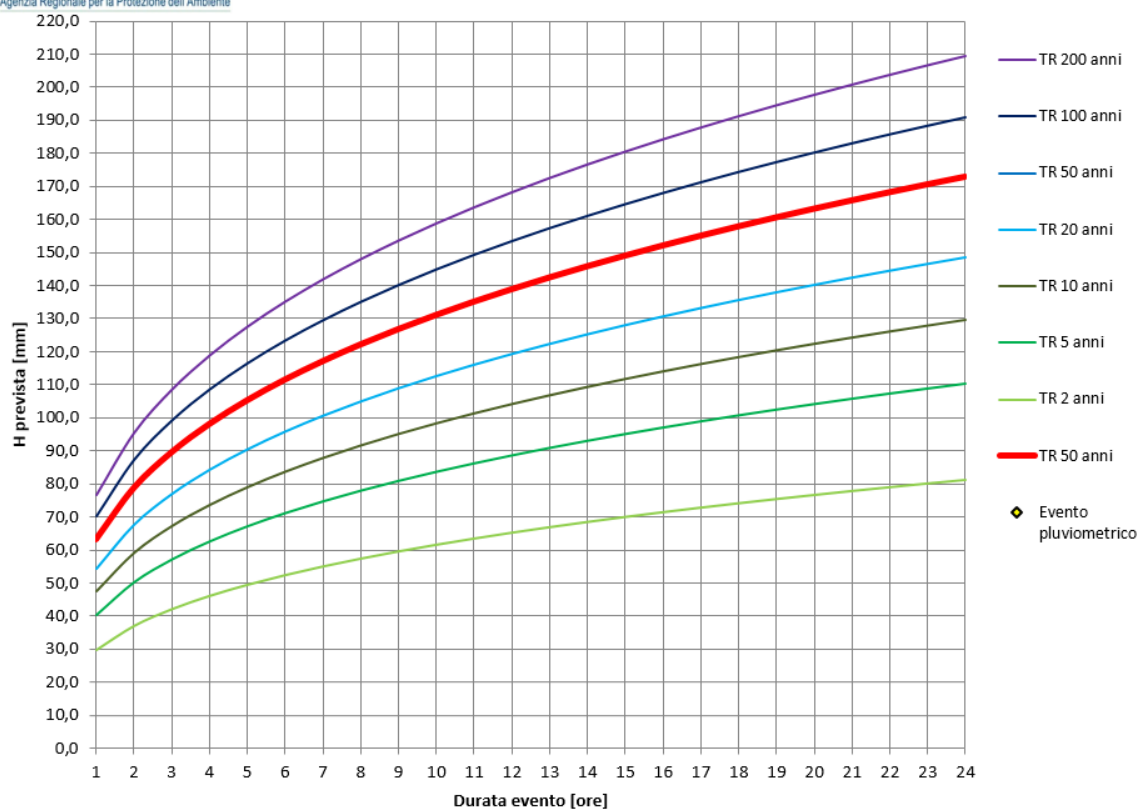
Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo.

Dati geografici			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,81	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3154	-
GEV – Parametro alfa	α	0,2964	-
GEV – Parametro kappa	k	-0,0041	-
GEV – Parametro epsilon	ϵ	0,8276	-

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93632	1,27355	1,49770	1,71335	1,99344	2,20402	2,41444	1,99343524
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	29,8	40,5	47,6	54,5	63,4	70,1	76,8	63,4
2	37,1	50,4	59,3	67,8	78,9	87,2	95,6	78,9
3	42,1	57,3	67,4	77,1	89,7	99,1	108,6	89,7
4	46,1	62,7	73,8	84,4	98,2	108,6	118,9	98,2
5	49,5	67,3	79,1	90,5	105,3	116,5	127,6	105,3
6	52,4	71,3	83,8	95,9	111,6	123,4	135,1	111,6
7	55,0	74,8	88,0	100,7	117,1	129,5	141,9	117,1
8	57,4	78,1	91,8	105,0	122,2	135,1	148,0	122,2
9	59,6	81,0	95,3	109,0	126,8	140,2	153,6	126,8
10	61,6	83,7	98,5	112,7	131,1	144,9	158,8	131,1
11	63,5	86,3	101,5	116,1	135,1	149,4	163,6	135,1
12	65,2	88,7	104,3	119,3	138,8	153,5	168,2	138,8
13	66,9	91,0	107,0	122,4	142,4	157,4	172,5	142,4
14	68,5	93,1	109,5	125,3	145,8	161,2	176,6	145,8
15	70,0	95,2	111,9	128,0	149,0	164,7	180,4	149,0
16	71,4	97,1	114,2	130,7	152,0	168,1	184,1	152,0
17	72,8	99,0	116,4	133,2	155,0	171,3	187,7	155,0
18	74,1	100,8	118,5	135,6	157,8	174,5	191,1	157,8
19	75,4	102,5	120,6	138,0	160,5	177,5	194,4	160,5
20	76,6	104,2	122,6	140,2	163,1	180,4	197,6	163,1
21	77,8	105,8	124,5	142,4	165,7	183,2	200,6	165,7
22	79,0	107,4	126,3	144,5	168,1	185,9	203,6	168,1
23	80,1	108,9	128,1	146,5	170,5	188,5	206,5	170,5
24	81,2	110,4	129,8	148,5	172,8	191,0	209,3	172,8

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



5.2.2. Manufatti per lo scarico al suolo o nel sottosuolo

Nel territorio comunale di Barzago sono presenti terreni con caratteristiche eterogenee, pertanto per la verifica della fattibilità dello scarico nel sottosuolo e la progettazione dei manufatti, risulta necessario sempre eseguire specifiche e puntuali indagini delle caratteristiche dei terreni. Le indagini potranno essere eventualmente omesse a discrezione del professionista qualora siano disponibili indagini pregresse significative.

In considerazione dell'eterogeneità dei terreni non è possibile, e non si ritiene corretto, fornire indicazioni di massima delle opere di scarico che dovranno essere puntualmente e specificatamente progettate.

Nella progettazione delle opere si dovranno adottare tutte le azioni atte a garantire la salvaguardia della falda.

5.2.3. Opere di laminazione

Di seguito si fornisce una indicazione sui volumi di laminazione necessari per la gestione degli scarichi delle acque meteoriche in pubblica fognatura o nei corso d'acqua del reticolo Minore. In linea di massima le aree in cui tali interventi dovrebbero risultare necessari in quanto persistono vincoli specifici, ad. esempio le fasce di rispetto dei pozzi per acqua, o aree in cui le condizioni geologiche a seguito di specifiche indagini dimostrino l'impossibilità di scaricare le acque nel sottosuolo, sono estremamente limitate.

Pertanto si ribadisce che per il comune di Barzago la soluzione di invarianza idraulica con scarico in un recettore alternativo al suolo e al sottosuolo risulta essere una soluzione estrema da utilizzarsi solo in casi limitati.

In riferimento alla r.r. 23 novembre 2017 n. 7 come modificato dal r.r. 19 aprile 2019 n. 8 il Comune di Barzago è classificato a criticità idraulica alta – A e con coefficiente P pari a 1, per cui la portata di scarico ammessa al recettore finale, risulta essere pari a 10 l/s*ha,imp.

Con un coefficiente di deflusso pari a 1 (quindi considerando il drenaggio delle sole aree impermeabilizzate, es. tetti e piazzali), utilizzando una media dei valori a ed n forniti da ARPA Lombardia (vedi cap. n. 5.2.1), considerando un tempo massimo di svuotamento del volume invasato inferiore a 48 ore, si desume un volume specifico di invaso di 0,8 m³/m², con una portata di scarico verso il ricettore finale (quindi in uscita dalla vasca - volume di invaso), pari a 0,001 l/s/m².

Quindi per esempio da una superficie totalmente impermeabile pari a 1000 m² il volume di invaso sarà pari a 80 m³ e la portata in uscita pari a 1 l/s.

Si vuole sottolineare che tali stime sono del tutto preliminari in quanto per un calcolo preciso è necessario conoscere con precisione la reale superficie impermeabilizzata, qui stimata con i dati DUSAF 2015 e considerando i casi più penalizzanti, oltre che le eventuali misure di laminazione già applicate anche da parte dei privati. Pertanto, seppure indicativi, i valori stimati non devono essere utilizzati per procedere ad alcun grado di progettazione o stima economica.

Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume minimo previsto. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere

incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore.

5.3. 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.

Di seguito si riportano alcune tipologie di interventi non strutturali.

5.3.1. Ispezione, monitoraggio e gestione dei manufatti

Corsi d'acqua, canali e rete fognaria presentano solitamente manufatti particolari, quali ad esempio partitori, sfioratori, sifoni, tratti tombati con relative opere di imbocco. Tali punti singolari richiedono una particolare cura e attenzione poiché possono essere soggetti più facilmente a malfunzionamenti e quindi anche ad allagamenti.

Tra le misure non strutturali riveste pertanto particolare importanza l'attività di monitoraggio e controllo dei manufatti particolari situati sulla rete fognaria o sul reticolo idrico, che può essere svolta attraverso ispezioni visive realizzate con personale o tramite apparecchiature. Le risultanze possono poi portare all'installazione di apparecchiature di monitoraggio in telemisura e tramite i dati acquisiti si rende possibile l'individuazione dei più opportuni interventi di manutenzione e della migliore logica di gestione.

5.3.2. 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.

Variante al PGT del comune di Barzago
Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale

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 7: Pieghevole della campagna nazionale “Io non rischio – buone pratiche di protezione civile: alluvione”.

<http://iononrischio.protezionecivile.it/alluvione/materiali-informativi/>

5.3.3. Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science

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

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

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

L'aumentata conoscenza da parte dei cittadini consente anche scelte più consapevoli e partecipate e di innescare percorsi virtuosi di coinvolgimento, che nel contesto del presente

progetto possono essere recepiti e valorizzati all'interno del Contratto di fiume (www.contrattidifiume.it).

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

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

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

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

Nella Figura 8 mostra alcune schermate della App associata a Crowd Water, come si presenta su un comune smartphone.



Figura 8: 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 perfluviale, 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.

La Figura 9 mostra alcune schermate della web-App.

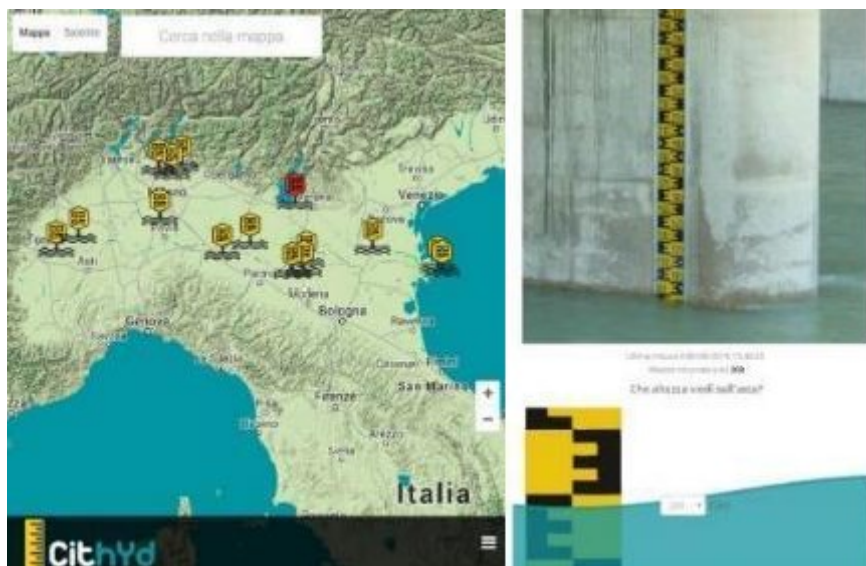


Figura 9: Alcune schermate della web App Cithyd [da www.cithyd.com].

5.3.4. 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.

5.3.5. 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.

5.3.6. 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.

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

Di seguito si riportano alcuni modelli in commercio delle varie tipologie.



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

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.



Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica



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.



Funzionamento del sistema antiriflusso

5.3.7. Segnaletica 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.



Segnaletica e pannelli a messaggio variabile.

5.3.8. Misure non strutturali individuate

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

Per gli allagamenti che possono comportare interferenze con la fognatura è ipotizzabile il ricorso a misure non strutturali quali barriere temporanee, ad esempio le barriere antiriflusso. In particolare questi interventi si possono ipotizzare nelle zone dove sono identificati gli sfioratori posti in Via del Guado (nei pressi del cimitero), Via della Muracca (centro paese), e Via Isonzo – Via Sonzogna (a Sud del centro abitato).

In queste zone la tubazione di scarico verso il Fiume Cherio in caso di piene permette il collegamento anticipato rispetto alla massima piena della fognatura con le acque del fiume in graduale innalzamento.

Sistemi di monitoraggio collegati in remoto con la centrale della Protezione Civile Comunale, risultano particolarmente utili e di facile riscontro qualora posizionati sui ponti, che tutti risultano inoltre essere in aree esondabili e pertanto particolarmente significativi (per le misure) e vulnerabili. Qui possono essere installati sensori in grado di allertare in anticipo l'arrivo della piena ed eventualmente far scattare avvisi semaforici di allagamento o anche atti a impedire il transito tramite barriere automatiche qualora l'evento evolva fino all'effettivo rischio imminente.

Sono stati individuati i ponti della SP91, posta a monte dell'abitato, quello autostradale, quello di Via Dante – SP87 posto nel centro abitato e che risulta essere il più vulnerabile per le limitate luci e franchi di sicurezza, e quello nella zona a sud del centro abitato in Via Cadorna.

Campagne di comunicazione ed 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.

Tabella 1: Tabella di riepilogo delle tipologie di misure non strutturali applicabili al territorio comunale.

Misura non strutturale	Applicabilità nel territorio comunale
1. Ispezione, monitoraggio, gestione	X
2. Comunicazione del rischio ai cittadini e educazione sulle pratiche di autoprotezione	X
3. Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science	X
4. Sistemi di monitoraggio ed allerte	X
5. Piani e studi di approfondimento	
6. Difese temporanee:	X
Barriera temporanea antiesondazione in sacchi di sabbia	X
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	X
Barriera temporanea modulare con pilastri e panconi manuali in alluminio	
Paratoia di chiusura a scorrimento orizzontale per un cancello a tenuta idraulica	
Paratoie manuali a protezione di porte di ingresso	
Funzionamento del sistema antiriflusso	
7. Sistemi di pompaggio	
8. Indicazioni e prescrizioni nel PGT e regolamento edilizio	
9. Segnaletica e semafori collegati a sensori	X

6. CONCLUSIONI

Il presente studio rappresenta il Documento semplificato di valutazione del rischio idraulico del Comune di Barzago, redatto ai sensi dell'art. 14, comma 8 del R.R. 7/2017.

L'analisi condotta ha permesso di sintetizzare le criticità idrauliche del territorio comunale, che sono sostanzialmente legate alla presenza delle esondazioni della Roggia Lambro Molinello, seppur non interferisca con le strutture, e il Torrente Bevera.

Dal punto di vista dell'applicazione del principio dell'invarianza idraulica e idrologica risulta che **nel territorio di Barzago le caratteristiche geologiche non garantiscono l'infiltrazione delle acque meteoriche al suolo o nel sottosuolo, pertanto pur restando la soluzione da prediligere nelle progettazioni degli interventi, essa sarà da verificare sia nei confronti del grado di permeabilità locali del terreno che delle condizioni idrogeologiche anche al contorno.**

Laddove non sia possibile recapitarle al suolo o nel sottosuolo si dovrà individuare un recettore alternativo quale il corso d'acqua o in assenza, della pubblica fognatura (che deve restare comunque l'ultima soluzione adottabile esclusa la fattibilità delle precedenti). Per lo scarico in questi recettori si dovranno predisporre le necessarie opere di laminazione.

Poiché i terreni presentano caratteristiche eterogenee, per la verifica della fattibilità dello scarico nel sottosuolo e la progettazione dei manufatti, risulta necessario sempre eseguire specifiche e puntuali indagini delle caratteristiche dei terreni. Le indagini potranno essere eventualmente omesse a discrezione del professionista qualora siano disponibili indagini pregresse significative.

Nella progettazione delle opere si dovranno adottare tutte le azioni atte a garantire la salvaguardia della falda.

Nel capitolo 5.1 si sono riportate le possibili soluzioni strutturali per l'applicazione dell'invarianza idraulica e nel capitolo 5.3 quelle non strutturali.

Nella progettazione delle opere si dovrà far riferimento alla r.r. 23 novembre 2017 n. 7 modificato dal r.r. 19 aprile 2019 n. 8.

Febbraio 2024

