

COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE
(Provincia di Bergamo)

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI VALUTAZIONE DEL
RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

**(ai sensi del art.14 comma 8 del R.R. n.7 del 29/06/2018 e del R.R. n.8 del
19/04/2019)**

RELAZIONE TECNICA

Committente: Comune di Almenno San Salvatore

Bergamo, Settembre 2024

Dott. Gianluigi Nozza



Gianluigi Nozza

**Dott. Gianluigi Nozza, n.984 dell'Ordine dei Geologi della Lombardia
Via Crocefisso n.37/F, 24123 Bergamo - Tel. 035-683195, cell. 338-5890788**

INDICE

INDICE	2
1. PREMESSA	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
3. NOTE GENERALI SUI REGOLAMENTI REGIONALI N.7/2017 e 8/2019	5
3.1 Finalità e Ambiti d'applicazione.....	5
3.2 Definizioni.....	5
3.3 Interventi richiedenti le misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica.....	7
3.4 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione	7
3.5 Contenuti del Documento Semplificato del rischio idraulico comunale.....	8
4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	8
4.1 Caratteri generali.....	8
4.2 Criticità geologiche del Territorio Comunale.....	10
4.3 Suoli e permeabilità degli stessi	10
4.4 Uso del suolo	11
5. RETE IDROGRAFICA E BACINI IMBRIFERI	12
5.1 Reticolo Idrico principale.....	12
5.2 Reticolo Idrico minore.....	12
5.3 Reticolo Idrico privato.....	13
6. RETE FOGNARIA	13
7. ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ	13
7.1 Aree a rischio idraulico per esondazione	13
7.1.1 Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.).....	13
7.1.2 Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).....	14
7.2 Criticità lungo il Reticolo idrico.....	15
7.3 Criticità lungo la Rete fognaria	16
8. APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	16
8.1 Parametri specifici per il Comune di Almenno San Salvatore.....	16
8.1.1 Evento Meteorico di Riferimento.....	17
8.2 Idoneità dei terreni all'infiltrazione.....	20
8.3 Coefficienti di deflusso da adottarsi per opere di laminazione	20
9. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	21
9.1 Caratteristiche delle zone idonee alla presenza di misure strutturali	21
9.2 Misure strutturali di Invarianza idraulica ed idrologica.....	21
9.3 Misure non strutturali di Invarianza idraulica ed idrologica	22

- Allegato 1

1. PREMESSA

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Almenno San Salvatore è stato redatto il presente Documento semplificato del rischio idraulico comunale, in attuazione a quanto previsto dall'art.14 del Regolamento Regionale n.7 del 23.11.2017 “Regolamento recante Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58bis della L.R n.12/2005 (Legge per il Governo del Territorio)” e del successivo Regolamento Regionale n.8 del 19.04.2019.

Il citato Regolamento Regionale definisce i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ed in particolare pone l'obiettivo di perseguire, a seguito delle trasformazioni d'uso del suolo, il citato principio d'Invarianza e di conseguire, tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori.

Il Comune di Almenno San Salvatore, in accordo all'Allegato C del R.R.7/2017, ricade nelle aree C di criticità idraulica (ovvero aree a bassa criticità), come anche ribadito dal R.R. n.8/2019.

Data tale classificazione il Comune è tenuto a predisporre il presente “Documento Semplificato del Rischio Idraulico” (Art. 14 comma 2), che deve poi essere approvato con atto del Consiglio Comunale ed utilizzato per il conseguente adeguamento del P.G.T.

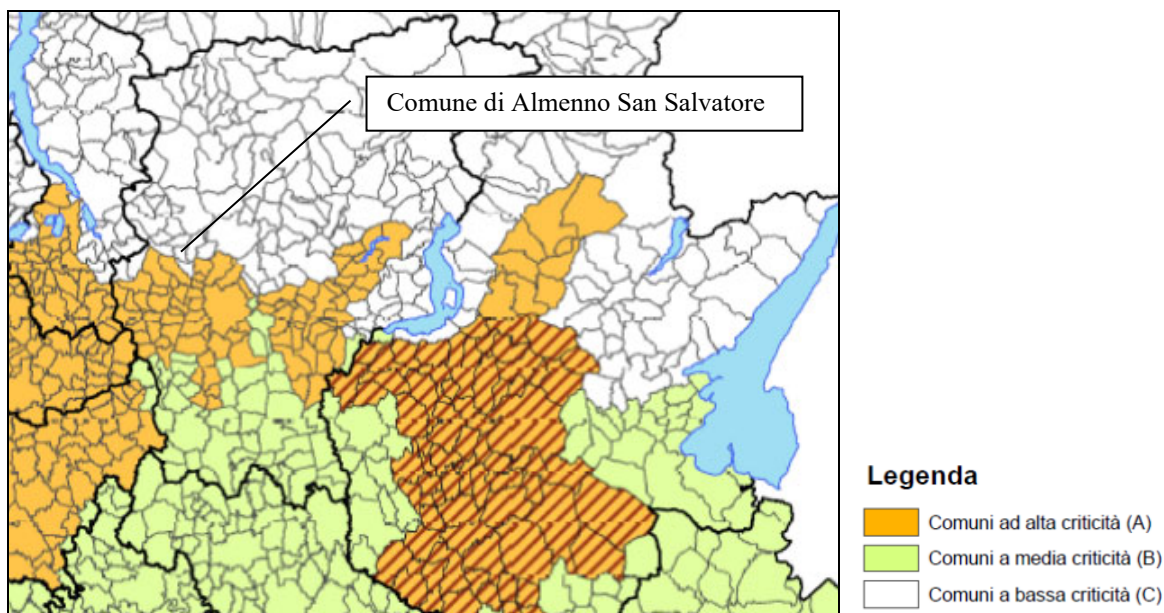


Fig.1 - Planimetria di parte dell'area Lombarda con indicata la posizione del Comune di Almenno San Salvatore, considerato a bassa criticità idraulica (Classe C).

La redazione del presente documento è stata effettuata sulla base delle risultanze e dei contenuti dei seguenti studi:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Almenno San Salvatore (rev.2023);
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, PAI Vigente;

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA-Po) e Direttiva Alluvioni;
- Documento di Polizia idraulica sul Reticolo Idrico Minore (rev.2022);
- Notizie storiche e documentazione fotografica relativa ad aree a rischio idraulico;
- Cartografia Ente regionale sviluppo agricolo della Lombardia (ERSAL);
- Cartografia DUSAF (Destinazione d'Uso del Suolo Agricolo e Forestale) di Regione Lombardia;
- Mappatura della Rete fognatura e della Rete Acquedotto in gestione a Uniacque S.p.A. (2021).

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- I. Direttiva 2000/60/CE - Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo del 23.10.2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Direttiva Quadro sulle Acque – DQA.
- II. L. n.308/2004 del 15.12.2004 – Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione.
- III. L.R. n.12 del 11.03.2005 – Legge per il Governo del Territorio.
- IV. Decreto Legislativo n.152/2006 del 03.04.2006. Norme in Materia di Ambiente.
- V. R.R. n.4 del 24.03.2006 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne”.
- VI. Direttiva n.2007/60/CE - Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo del 23.10.2007 relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni (Flood Directive). La direttiva alluvioni e il D.Lgs. n.49/2010 individuano le aree allagabili per i seguenti ambiti territoriali, in ambito comunale:
 - 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).
- VII. Piano di Tutela e Uso delle Acque 2016 (PTUA) della Regione Lombardia, approvato con Dgr n.6990 del 31.07.2017, BURL n.36, serie ordinaria, del 04.09.2017.
- VIII. BS EN 752:2017 Standard Europeo per il dimensionamento e la gestione dei sistemi fognari (Drain and sewer systems outside building – Sewer system management).
- IX. R.R.n.7 del 23.11.2017 “Regolamento recante Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'Invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58bis della L.R. 11.03.2005 n.12 (Legge per il Governo del Territorio). Sede Ordinaria n.51 del 21.12.2019. Include Modifiche e integrazioni introdotte da: R.R. n.7 del 29.06.2018; R.R. n.8 del 19.04.2019; L.R. n.18 del 26.11.2019.
- X. R.R. n.6 del 29.03.2019 “Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e delle modalità di approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'articolo 52, commi 1, lettere a) e f bis), e 3, nonché dell'art.55, comma 20, della L.R. n.26 del 12.12.2003 (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)”. BURL n.14 suppl. del 02.04.2019.

3. NOTE GENERALI SUI REGOLAMENTI REGIONALI N.7/2017 e 8/2019

3.1 Finalità e Ambiti d'applicazione

L'Art.1 del Regolamento Regionale n.7 del 23.11.2017 e del Regolamento Regionale. n.8 del 19.04.2019 definisce finalità e ambiti di applicazione dello stesso.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, il regolamento definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della L.R. n.12 del 11.03.2005 (Legge per il Governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica; in particolare, esso disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005, con le specificità di cui all'articolo 3, e i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 4, della L.R. 12/2005.

Il Regolamento definisce, altresì:

- a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, ai sensi dell'art.7;
- b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'Invarianza idraulica ed idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell'articolo 8;
- c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del Piano d'Ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della L.R. 12.12.2003, n. 26 (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), nonché tra le disposizioni del presente Regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa L.R. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di Invarianza Idraulica ed Idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5, e 14;
- d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;
- e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'Allegato L;
- f) meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i Comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della Invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15;
- g) la possibilità, per i Comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di Invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

3.2 Definizioni

L'Art.2 riporta le seguenti definizioni:

- a) Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della L.R. n.12/2005;

- b) Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della L.R. n.12/2005;
- c) drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della L.R. n.12/2005;
- d) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- e) acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- f) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- g) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'art.3 del R.R. 24.03.2006, n.4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della L.R. n.26 del 12.12.2003), che sono soggette alle norme previste nel medesimo Regolamento;
- h) superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- i) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- j) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- k) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- l) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente Regolamento;
- m) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di Invarianza Idraulica ed Idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

Alla base dei principi di Invarianza vi è l'obiettivo di ridurre l'impatto dell'urbanizzazione, accentuato dai recenti cambiamenti climatici, sui deflussi superficiali e, quindi, sui corpi idrici ricettori naturali e artificiali, talora già in condizioni critiche.

Le definizioni sopra riportate evidenziano come l'Invarianza idraulica consideri solo le portate di deflusso, e sia quindi associabile ad una regolazione del picco dell'idrogramma di piena, mentre l'Invarianza idrologica consideri, oltre alla portata di deflusso massimo, l'intero volume dell'idrogramma di piena.

La trasformazione del suolo, mediante l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione, determina una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi; nei terreni "naturali"; i piccoli invasi sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua, prima che questa vada a scaricarsi nel recettore, sia esso naturale o artificiale. L'unico modo per garantire l'Invarianza idraulica e

idrologica di una superficie a seguito di 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 conseguente all'alterazione della superficie.

3.3 Interventi richiedenti le misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica

L'Art.3 prevede che il Regolamento regionale sia applicato:

- a tutti gli interventi edilizi che prevedono una nuova costruzione,
- agli ampliamenti,
- alle demolizioni totali o parziali fino al piano terra con successiva ricostruzione (indipendentemente dal fatto che venga mantenuta o modificata la superficie preesistente edificata),
- alle ristrutturazioni che comportino un ampliamento della superficie edificata o una modifica della permeabilità della superficie interessata dall'intervento rispetto alle condizioni preesistenti all'urbanizzazione.

Il Regolamento include, oltre agli edifici, anche le infrastrutture stradali e autostradali e le loro pertinenze, ed i parcheggi. Sono quindi soggetti ai vincoli del Regolamento interventi di riassetto, adeguamento ed allargamento delle infrastrutture presenti sul territorio e, ovviamente, le nuove realizzazioni di strade e parcheggi (ad eccezione degli interventi di ammodernamento e/o potenziamento delle strade locali o di quartiere).

Non sono invece soggetti all'applicazione del presente Regolamento, in particolare:

- a) gli interventi di cui all'art.3, comma 1, lettere a), b) e c) del D.p.r. n.380/2001;
- b) gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti di immobili sottoposti a vincoli ai sensi del D.l. n.42 del 22.01.2004, solo se tali interventi di ricostruzione e ripristino non aumentano la superficie coperta dell'edificio crollato o demolito;
- c) gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, anche se facenti parte di un intervento di cui ai commi 2, 2 bis lettera a), e 3;
- d) le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua, fontane, ad esclusione delle opere realizzate ai fini del presente Regolamento.

Per maggiori dettagli si rimanda al Regolamento Regionale n.7 del 23.11.2017, poi modificato dal Regolamento Regionale n.8 del 19.04.2019.

3.4 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione

L'Art.7 prevede che il Regolamento sia applicato su tutto il territorio regionale, in modo diversificato a seconda della criticità dell'area in cui si ricade: il territorio regionale è stato classificato e suddiviso in tre categorie in ragione della stima della criticità idraulica delle stesse.

Le tre categorie così definite sono le seguenti:

- "A" elevata criticità idraulica: massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile; volume minimo di invaso pari ad 800mc per ettaro di superficie scolante impermeabile;
- "B" media criticità idraulica: massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile; volume minimo di invaso pari a 500mc per ettaro di superficie scolante impermeabile;

- “C” bassa criticità idraulica: massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile; volume minimo di invaso pari a 400mc per ettaro di superficie scolante impermeabile.

3.5 Contenuti del Documento Semplificato del rischio idraulico comunale

I contenuti del Documento Semplificato sono dettagliati dall’Art.14 comma 8 del Regolamento Regionale “*Modalità di Integrazione tra pianificazione urbanistica e previsioni del piano d’ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di Invarianza idraulica e idrologica*”. In particolare il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve contenere la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. Gli elementi considerati sono:

- a)
 - a1. 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;
 - a2. 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;
 - a3. 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;
 - a3 bis. l’indicazione 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;
 - a3 ter. 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 sub affiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all’ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati;
- b) le misure strutturali di cui alla lettera a2 sono individuate dal comune con l’eventuale collaborazione del Gestore del servizio idrico integrato, in particolare nel caso di reti fognarie miste;
- c) le misure non strutturali di cui alla lettera a3 sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

4.1 Caratteri generali

Il territorio comunale di Almenno San Salvatore è posto nella parte bassa della Valle Brembana, sul fianco idrografico destro, nel settore dove il corso fluviale abbandona l’ambito montano per immettersi nell’Alta Pianura bergamasca.

Esso presenta una forma grosso modo triangolare ed una superficie di circa 4,8kmq. I limiti sono dati a Nord del corso del Torrente Imagna e dal Crinale Monte Castra-Il Botto (Albenza), a Ovest per buona parte dal corso del Torrente Tornago e per il resto da quello della Valle dei Pradelli, e a Est dal corso del Fiume Brembo. La quota

massima è di 815m s.l.m. ed è posta sul citato crinale Monte Castra-Il Botto, quella minima è pari a circa 230m s.l.m. ed è data dalla confluenza tra il Torrente Tornago e il Fiume Brembo.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area comunale è caratterizzata dalla presenza di quattro fasce ben distinte. Procedendo da Nord si osserva dapprima una zona caratterizzata da versanti molto acclivi e prevalentemente rocciosi, quindi la fascia collinare su cui si è sviluppata la parte storica dell'abitato, contraddistinta da forme e pendenze più dolci e impostata su depositi di versante, poi un'area pianeggiante corrispondente agli antichi terrazzi del Fiume Brembo, delimitata a valle da ripide scarpate conglomeratiche, ed infine, in adiacenza al Fiume Brembo, un fascia pianeggiante formata da depositi alluvionali recenti.

Dal punto di vista geologico, l'area comunale è indubbiamente una delle più interessanti della Provincia di Bergamo, per la quantità, la varietà e la buona esposizione delle unità geologiche presenti.

La fascia montana è infatti caratterizzata dalla presenza di gran parte della unità del substrato roccioso Giurassico-Cretacico dell'area Lombarda, che per lo più si presentano in condizioni di sub affioramento o coperte da limitati depositi di versante e che in più di un caso hanno nell'area comunale la sezione tipo più rappresentativa. Si tratta sempre di unità costituite da calcari, calcari marnosi, siltiti e marne, quasi sempre ben stratificate, di discreta-buona resistenza e con comportamento rigido.

Nell'area collinare, ed in particolare lungo le incisioni torrentizie, affiorano alcune unità Terziarie molto rilevanti per la ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica Brembana: nella zona prossima al Torrente Imagna sono infatti presenti depositi continentali che testimoniano un antico differente assetto morfologico dell'area ed in particolare un diverso tracciato dello sbocco in pianura del Torrente Imagna, e lungo le scarpate del Torrente Tornago si riconoscono in più punti depositi di origine marina, evidenze dell'ingressione marina pliocenica nell'area prealpina lombarda.

La fascia pianeggiante medio-inferiore, poi, è costituita essenzialmente da depositi fluvioglaciali e fluviali messi in posto durante e dopo il periodo glaciale, i quali risultano delimitati verso Est da una caratteristica falesia conglomeratica, che si estende per circa 1,5km dal Ponte di Almenno fino allo sbocco del Torrente Tornago. Tali terrazzi sono posti a differenti quote, che indicano il progressivo abbassamento del livello di base dell'erosione nel Pleistocene nell'Alta Pianura Lombarda e, più in generale, nella Pianura Padana.

L'area adiacente il Fiume Brembo, infine, è formata da depositi alluvionali recenti ed attuali, anch'essi organizzati in terrazzi disposti su varie quote.

In merito all'idrologia, l'area comunale è caratterizzata innanzitutto dalla presenza dei tre principali corsi d'acqua già citati, il Fiume Brembo, il Torrente Imagna e il Torrente Tornago, che come detto costituiscono il limite del territorio rispettivamente sui lati Est, Nord e Ovest.; a questi si aggiunge il Torrente Armisa, piccolo ma significativo corso d'acqua posto al centro dell'area comunale, che raccoglie le acque di buona parte del versante meridionale del Monte Castra. Oltre a questi è poi presente una diffusa rete di corsi minori, costituita da torrenti e piccoli rii per lo più a regime temporaneo, che solcano valli in genere strette, rettilinee ed incise in roccia, e che quasi sempre confluiscono direttamente nei corsi principali citati.

Relativamente all'idrogeologico, si ricorda la relativa povertà di acqua dell'area comunale, fatto dovuto alla relativamente limitata estensione dei bacini imbriferi e alla forte acclività e alle caratteristiche prevalentemente rocciose dei versanti.

Non si hanno informazioni dirette in merito alla circolazione profonda nei depositi fluvioglaciali, fatta salva quella evidenziata dalle diverse piccole sorgenti presenti alla base dei terreni conglomeratici lungo i Torrenti Tornago e Armisa e lungo il Fiume Brembo. Si ritiene comunque probabile l'esistenza di un certo deflusso sotterraneo semipermanente, orientato grosso modo Nord Sud e con origine alla base dei pendii rocciosi e termine nella valle del Fiume Brembo.

4.2 Criticità geologiche del Territorio Comunale

Il Comune di Almenno San Salvatore, nonostante il carattere montuoso e collinare di buona parte del territorio, non presenta fenomeni di dissesto attivi di particolare rilevanza o interessanti ampie superfici, fatto legato alla discreta resistenza dei materiali presenti (sia substrato che terreni di copertura), allo spessore esiguo dei terreni di copertura dei pendii più ripidi, alla discreta permeabilità media dei terreni corticali delle zone inferiori, che nel complesso consente l'infiltrazione di buona parte dell'acqua piovana e, in generale, ad una complessivamente buona manutenzione del territorio.

I settori a maggiore criticità geologica dell'area comunale sono senza dubbio quelli interessati dal pericolo di distacco e caduta di massi, corrispondenti all'importante parete rocciosa sotto la località Duno e soprastante il Torrente Imagna, e alle scarpate rocciose e conglomeratiche che limitano i terrazzi di Almenno, sia a monte che a valle del Ponte della Strada Provinciale. A riguardo si evidenzia comunque come, a fronte di un pericolo significativo, il rischio sia nel complesso abbastanza contenuto, vista la quasi generale assenza di insediamenti e strutture alla base, salvo che in rare località.

In merito al rischio idraulico, i corsi d'acqua più importanti come il Fiume Brembo e i Torrenti Imagna e Tornago sono posti al margine del territorio comunale e scorrono a quote ben inferiori a quelle dei centri abitati, di fatto quasi ovunque senza possibilità di particolari esondazioni sugli stessi anche in caso di piene catastrofiche (ovviamente le esondazioni possono interessare tutti i terrazzi recenti e le strutture ivi presenti). I corsi d'acqua minori mostrano in genere alvei scavati in roccia e abbastanza ben dimensionati e pertanto, salvo che per eventuali ostruzioni da parte di materiali o vegetazione, appaiono nel complesso poco soggetti alla possibilità di esondazione.

4.3 Suoli e permeabilità degli stessi

La Carta Pedologica a scala 1: 50.000 "*I suoli dell'Hinterland bergamasco*" prodotta da ERSAL - Ente regionale sviluppo agricolo della Lombardia (oggi ERSAF) e riportata anche sulle "Basi informative dei suoli" di ERSAF, è stata realizzata mediante rilievi di campagna con descrizione dei profili dei suoli e analisi di campioni prelevati per ogni orizzonte.

Sul territorio di Almenno San Salvatore sono state distinte le seguenti unità:

- Suoli MGI 1, RCH 1 e GVN 1: occupano i rilievi settentrionali del territorio comunale, i dossi Duno e di Collina di Vigna, e la fascia in destra del Torrente Tornago; gli stessi, sebbene non riportati in mappa, costituiscono verosimilmente la parte superiore del centro abitato di Almenno (zona collinare, comprendente il Municipio e le aree a monte della SP 172). Il pedopaesaggio è quello delle aree montuoso-collinari delle Prealpi confinanti con l'Alta Pianura.
 - o I suoli MGI 1 sono di tipo Cambisols e si sono sviluppati su di un substrato calcareo e calcareo marnoso a stratificazione media; sono suoli moderatamente profondi (50-100cm) con scheletro assente o scarso, tessitura fine, reazione acida, saturazione molto bassa, drenaggio buono.
 - o I suoli RCH 1 e GVN 1 sono anch'essi di tipo Cambisols e si sono sviluppati su di un substrato acido dato da arenarie, flysh, e radiolariti a stratificazione media-sottile; sono suoli moderatamente profondi (50-100cm) con scheletro comune, tessitura media, reazione acida, saturazione variabile, drenaggio buono.
- Suoli CIA 1 e PRD 1: occupano i Terrazzi a valle del centro abitato di Almenno e verosimilmente anche se non indicato in mappa, anche buona parte delle parti pianeggianti dell'area urbanizzata (CIA 1). Il pedopaesaggio è quello delle valli di pianura dei maggiori Fiumi Brembo e Serio, corrispondenti ai piani di vagazione dei corsi d'acqua attuali od estinti, non più interessati da dinamiche fluviali.

- I suoli CIA 1 sono di tipo Luvisols e si sono sviluppati su depositi sabbioso-ciottolosi calcarei; sono suoli moderatamente profondi (50-100cm) con scheletro frequente in superficie e abbondante in profondità, tessitura da media, reazione subalcalina, saturazione alta, drenaggio buono.
- I suoli PRD 1 sono di tipo Regosols e si sono sviluppati sui depositi alluvionali del Torrente Tornago; sono suoli per lo più sottili (25-50cm) con scheletro frequente in superficie e abbondante in profondità, tessitura da media a grossolana, reazione da media a subacida, saturazione media, drenaggio da buono a rapido.
- Suoli SES 3 e SES 2 e C: occupano i Terrazzi in fregio al Fiume Brembo, di poco rilevati rispetto all'alveo attuale. Il pedopaesaggio è quello delle piane alluvionali a dinamica prevalentemente deposizionale.
 - I suoli SES 3 sono di tipo Regosols e si sono sviluppati su depositi alluvionali grossolani; sono suoli sottili (25-50cm) con scheletro frequente in superficie e abbondante in profondità, tessitura media, reazione subalcalina, saturazione alta, drenaggio buono.
 - I suoli SES 2 sono di tipo Fluviosols e si sono sviluppati sui depositi alluvionali del Fiume Brembo, saltuariamente inondabili; sono suoli per lo più molto sottili (<25cm) con scheletro frequente in superficie e abbondante in profondità, tessitura media, reazione subalcalina, saturazione alta, drenaggio buono.
- Le aree indicate con C sono aree prive di suoli, quali quella della Cava San Salvatore presente a nord del Ponte di Almenno.

Come si vede, tutti suoli presentano un drenaggio complessivamente da buono a rapido e spessori variabili da meno di 25cm a 1m circa. Risulta così molto importante la permeabilità dei terreni sottostanti, che varia considerevolmente da zona a zona: è bassa nella parte montana, dove le coperture sono modeste e il substrato è dato da roccia calcarea o marnoso arenacea, e in quella pedecollinare, dove sono presenti importanti depositi colluviali e detritici con elevata componente limoso-argillosa, è media sui terrazzi alluvionali sede del centro abitato (terrazzo di Via Regina Teodolinda e parte pianeggiante del terrazzo di Almenno) impostati su depositi alluvionali antichi variamente alterati, mentre è elevata sui terrazzi adiacenti il Fiume Brembo, formati da depositi alluvionali recenti poco o per nulla alterati.

4.4 Uso del suolo

La conoscenza delle dinamiche relative all'uso del suolo è strategica per la pianificazione territoriale in quanto consente di leggere lo stato attuale dei luoghi come risultante delle modificazioni intervenute in passato e di monitorare quelle in atto e di prefigurare quelle future.

A partire dall'analisi effettuata negli anni '90, nell'ambito del Programma Europeo Corine Land Cover, Regione Lombardia ha realizzato uno strumento di analisi e monitoraggio dell'uso del suolo omogeneo su tutto il territorio nazionale e condiviso all'interno dell'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale (IIT) tramite il Geoportale della Lombardia: Uso e copertura del suolo realizzato in diverse edizioni nell'ambito del progetto DUSAF (Destinazione d'Uso del Suolo Agricolo e Forestale).

La banca dati è relativa all'uso del suolo del progetto DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali) per tutte le province della Lombardia. I livelli informativi presenti sono: uso del suolo, filari/siepi. Il servizio di mappa è stato realizzato sulla base delle aerofotogrammetrie AGEA 2018.

La seguente tabella riporta le varie superfici raggruppate in base alle principali classi di utilizzo (in ettari) e le percentuali rispetto al totale.

Classi	DUSAF	
	Area (ha)	Perc. (%)
prati permanenti, prati, parchi	42,948	8,97
boschi latifoglie	179,154	37,41
cespuglieti	11,324	2,36
tessuto residenziale vario	132,432	27,66
insediamenti industriali	24,322	5,08
reti stradali	2,813	0,59
seminativi, vigneti e coltivazioni	67,903	14,18
impianti sportivi	4,838	1,01
bacini artificiali	0,862	0,18
alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	9,079	1,90
cave	3,160	0,66
	478,834	100,00

Tab.1: Uso del suolo secondo DUSAF5 (anno 2018) del territorio comunale.

Dalla tabella si rileva che la maggior parte del territorio comunale è costituita da boschi (circa il 37%), seguito dal tessuto residenziale di varia tipologia (circa il 27%), dalle aree seminative, da quelle a coltivazioni varie (14%), da quelle a prato (circa 9%) e da aree industriali (5%).

Il rapporto tra la superficie urbanizzata (aree residenziali e industriali, strade, impianti sportivi, bacini) e quella totale misura il livello di pressione reale degli insediamenti antropici; tale rapporto presenta nel complesso un valore accettabile (34%), considerato l'intero territorio, elevato se si considera solo la parte pianeggiante e meno acclive dell'area comunale.

5. RETE IDROGRAFICA E BACINI IMBRIFERI

5.1 Reticolo Idrico principale

I corsi d'acqua facenti parte del Reticolo Idrico Principale del Comune di Almenno San Salvatore sono i seguenti:

- Fiume Brembo (numero progr. BG001; n.8 dell'Elenco delle Acque Pubbliche in Allegato A della D.g.r. n.11/4037 14.12.2020);
- Torrente Imagna (numero progr. BG013; n.18 dell'Elenco delle Acque Pubbliche in Allegato A della D.g.r. n.11/4037 14.12.2020).
- Torrente Tornago (numero progr. BG012; n.17 dell'Elenco delle Acque Pubbliche in Allegato A della D.g.r. n.11/4037 14.12.2020).

Gli alvei dei corsi del Reticolo Principale in tutti i tre casi citati costituiscono il confine comunale. Quelli del Fiume Brembo e del Torrente Imagna sono stati identificati nelle carte allegate in modo indicativo con la linea di mezzzeria; le fasce degli stessi sono invece state tracciate partendo dalla linea di sponda in Comune di Almenno San Salvatore.

5.2 Reticolo Idrico minore

Il Reticolo Idrico Minore, per il quale l'esercizio delle attività di polizia idraulica è di competenza del Comune di Almenno San Salvatore, è stato definito in conformità ai criteri definiti dalla D.g.r. n.11/5714 del 15.11.2021, e per differenza rispetto all'elenco dei corsi d'acqua del Reticolo Principale.

In particolare, in accordo alla D.g.r. n.7/7868 del 25.01.2002 e così pure alla più recente D.g.r. n.11/5714 del 15.12.2021, il Reticolo Minore comprende tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale, che non appartengano al Reticolo Principale sopra definito e al Reticolo Privato, e che rispondano ad almeno uno dei seguenti criteri:

- siano indicati come demaniali nelle Carta Catastale comunale (scala 1: 2.000) o in base a normative vigenti;
- siano stati oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici;
- siano interessati da derivazioni d'acqua;
- siano rappresentati come corso d'acqua dalle cartografie ufficiali IGM (scala 1: 25.000) e CTR (scala 1: 10.000).

In aggiunta ai corsi d'acqua rispondenti ai criteri sopra indicati, possono essere inclusi nel Reticolo Minore anche alcuni rii non cartografati nelle citate carte topografiche o nella carta catastale, ma riportati nella Carta Tecnica Comunale a scala 1: 5.000, e così pure rii riconosciuti nel corso dell'esame di terreno come rilevanti in ragione delle caratteristiche geomorfologiche degli alvei e del loro possibile contributo alla dinamica dei bacini (erosione, trasporto solido, contributi alle portate di piena, ecc.).

Gli alvei dei corsi del Reticolo Minore sono stati identificati in modo indicativo nelle carte allegate con una sola linea corrispondente all'asse del corso, continua nei tratti a cielo aperto e tratteggiata in quelli dove il rio è intubato. Gli stessi sono stati rappresentati con diversi colori, rosso e azzurro, a seconda che siano parte o meno del Reticolo idrico demaniale.

Stima delle portate T_{100} dei principali corsi d'acqua dell'area comunale

In bibliografia si rilevano le seguenti portate per i principali corsi d'acqua che interessano il territorio comunale:

- Fiume Brembo: 1.100mc/s al Ponte di Briolo (da Modelli stocastici per la previsione di piene del Fiume Brembo, Politecnico di Milano),
- Torrente Imagna: circa 200-250mc/s,
- Torrente Tornago: circa 29mc/s (da SIBCA).

Una stima approssimativa della portata T_{100} del Torrente Armisa è di 9-12mc/s.

5.3 Reticolo Idrico privato

Nell'area comunale di Almenno San Salvatore non sono presenti canali del Reticolo Idrico Privato.

6. RETE FOGNARIA

Il territorio comunale di Almenno San Salvatore è interamente dotato di fognatura mista, il cui andamento è stato ricavato dalla documentazione prodotta dal gestore Uniacque S.p.A (All.1). e fornita dal Comune .

Nel corso dello studio per la definizione del Reticolo Idrico, è stata effettuata una specifica verifica dell'andamento del tratto di fognatura che ha inizio presso Cà della Zogna e termine nel collettore fognario lungo il Fiume Brembo a valle di Via Toscanini, tratto che corrisponde al corso d'acqua del R.I.M. 03016007-0029.

7. ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ

7.1 Aree a rischio idraulico per esondazione

7.1.1 Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.)

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 26.04.2001 ed approvato con D.P.C.M. del 24.05.2001, 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.

Il P.A.I. contiene in particolare:

- 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 (Elaborato 8).
- la delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, delle aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide (che caratterizzano la parte montana del territorio regionale (Elaborato 2, Allegato 4).

Per la definizione delle fasce indicate con le lettere A, B, C, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha provveduto alla determinazione dei seguenti elementi:

- portate di piena con diversi tempi di ritorno, ricavate tramite l'impiego di apposita modellazione idrologica ed idraulica;
- profili liquidi in condizioni di piena, definiti con modelli di calcolo in grado di tener conto del livello di dettaglio dei dati geometrici e idraulici dell'alveo disponibili, e delle caratteristiche di opere e manufatti presenti nel corso d'acqua.

Così facendo, considerando come piena di riferimento quella con tempo di ritorno di 200 anni, è stato determinato il livello idrico corrispondente, e sono state individuate le seguenti fasce, così come definite dall'Autorità di Bacino:

- La "Fascia A" o Fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- la "Fascia B" o Fascia di esondazione; esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;
- la "Fascia C" o Area di inondazione per piena catastrofica; è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento (500 anni).

Oltre alle fasce fluviali del Fiume Brembo, nella Carta P.A.I. – P.G.R.A. sono perimetrate le seguenti zone con criticità idrauliche:

- Aree allagabili e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
 - o Ee: aree a pericolosità molto elevata di esondazione torrentizia; tale classificazione è stata riferita unicamente all'area adiacente l'alveo del Torrente Imagna;
 - o Em: aree a pericolosità media o moderata (Em) per esondazione; tale classificazione è stata riscontrata unicamente in corrispondenza della foce del Torrente Tornago.

7.1.2 Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali (D.Lgs. n.49 del 2010), in

attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE, "Direttiva Alluvioni"). Il P.G.R.A. viene predisposto a livello di distretto idrografico e aggiornato ogni 6 anni. 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 Fiume Po (P.G.R.A.-Po). Il primo P.G.R.A. è adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n.4 del 17.12.2015 e approvato con delibera n.2 del 03.03.2016; è definitivamente approvato con D.P.C.M. del 27.10.2016.

Attraverso la sovrapposizione tra il quadro conoscitivo derivante dalla cartografia P.A.I.-P.G.R.A. e quello proprio dello strumento urbanistico comunale vigente, vengono evidenziate:

- le aree allagabili del territorio per le quali vigono norme che ne regolamentano l'uso e garantiscono la tutela di persone e beni in relazione a possibili fenomeni alluvionali e
- le aree allagabili di nuova introduzione o oggetto di modifica.

Le aree allagabili, nel Comune di Almenno San Salvatore, ricadono nei seguenti "ambiti territoriali":

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM).

Le mappe del P.G.R.A. contengono la delimitazione delle aree per diversi scenari di pericolosità, per il Fiume Brembo:

- aree P3/H (high) o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (20-50 anni), tengono conto dei livelli idrici corrispondenti alle piene con tempo di ritorno di 10-20 anni per il Reticolo Principale;
- aree P2/M (medium) o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti, tengono conto dei livelli idrici corrispondenti alle piene con tempo di ritorno di 100-200 anni e la massima piena storicamente registrata se corrispondente a un tempo di ritorno superiore a 100 o 200 anni;
- aree P1/L (low) o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare, tengono conto dei livelli idrici corrispondenti alle piene con tempo di ritorno di 500 anni.

7.2 Criticità lungo il Reticolo idrico

Reticolo Principale

Le criticità presenti lungo il Fiume Brembo e il Torrente Imagna, legate essenzialmente ad esondazioni in occasione di eventi meteorici di rilievo, riguardano essenzialmente aree di fondovalle mantenute a verde, sulle quali non sono presenti strutture o infrastrutture di rilievo (sono poste in Fascia A del PAI (e in area P3 H del P.G.R.A.)) una certa parte dell'area della Cava San Salvatore presente a nord del Ponte di Almenno, e la sponda del Torrente Imagna nei pressi dello sbocco del torrente stesso nel Fiume Brembo,(classificata come Ee).

Reticolo Minore

Le ultime analisi eseguite nell'ambito dell'Aggiornamento della Componente geologica hanno permesso di verificare che non sono presenti particolari criticità lungo il Reticolo Minore.

Si ricorda tuttavia la tubazione di acque miste che scende da Cà della Zogna (RIM 03016007-0029) che riceve, oltre ad acque fognarie e stradali, anche quelle del Rio di Valle Doga. Tale tubazione, date le dimensioni (circa 60cm di diametro), è potenzialmente soggetto a rischio di un sovraccarico idraulico e di occlusione, in caso di piena del rio con forte trasporto solido.

Il corso d'acqua presenta un regime di tipo temporaneo, con lunghi periodi caratterizzati da portate molto modeste e talora nulle, e brevi periodi di piena, che si verificano in occasione di eventi meteorici piovosi di rilievo; nel corso di tali eventi, sulla base anche della morfologia dei luoghi, si possono ipotizzare portate dell'ordine massimo di qualche centinaio di litri al secondo (una stima di larga massima della portata del rio per un evento con tempo di ritorno centenario, condotta con il Metodo Razionale, è di 1,3mc/s). Il rio corre a giorno nella zona boschiva in un alveo largo al massimo 1-2m, raccogliendo anche il contributo di alcuni ruscelli minori.

7.3 Criticità lungo la Rete fognaria

Da parte dei tecnici del gestore della rete fognaria comunale Uniacque sono state segnalate le seguenti criticità lungo il sistema fognario dell'area comunale (All 1):

- Cà della Zogna: ingresso in fognatura di acque "parassite" afferenti dal reticolo idrico minore. In occasione di eventi meteorologici intensi si genera sovrappressione nella rete fognaria di valle;
- Via Adamello: ingresso in fognatura di acque "parassite" afferenti dalla collina per ruscellamento del versante ed affioramenti di acque sorgive;
- Via Garibaldi: sovrappressione della condotta fognaria ad uso anche di reticolo;
- Via De Gasperi - via Manzoni: si segnala ruscellamento delle acque di dilavamento dei terreni a forte pendenza con conseguente sversamento su strada;
- Via Manzoni: è stata individuata la presenza di una tubazione che raccoglie le acque sorgive affioranti nelle proprietà poste nella zona alta di via Manzoni;
- Area privata compresa tra Viale Giovanni XXIII e Via Collodi: la tubazione è caratterizzata da sovraccarico idraulico e da alcune criticità strutturali;
- Via Buttinoni: sovraccarico idraulico delle reti fognarie nelle condizioni di eventi meteorologici intensi. Il fenomeno è aggravato dal ruscellamento delle acque afferenti dal versante e che laminano sulla sede stradale. Si riscontra la presenza frequente di sabbie e limi all'interno delle caditoie stradali, che pertanto necessitano di pulizia frequente;
- Via Clanezzo: ruscellamento delle acque meteoriche lungo la strada e presenza di sabbie e limi nella zona più pianeggiante all'incrocio con via Regina Teodolinda.
- Manufatto di attraversamento al Fiume Brembo: criticità dovuta all'accumulo delle sabbie e ghiaie trasportate dalla rete fognaria e dai reticoli minori durante gli eventi meteorologici intensi. Sono frequenti gli interventi di pulizia della condotta.

8. APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Gli interventi finalizzati a garantire il rispetto del principio di Invarianza idraulica ed idrologica devono essere progettati attenendosi alle disposizioni contenute nei Regolamenti Regionali n.7/2017 e n.8/2019.

Il Comune di Almenno San Salvatore è l'Ente cui riferirsi per la programmazione e realizzazione degli interventi coinvolgenti il Reticolo Idrico Minore e per opere di smaltimento delle acque nel sottosuolo tramite subirrigazione.

La società Uniacque S.p.A., competente per la gestione della rete idrica e fognaria, è invece l'Ente cui riferirsi per la programmazione e realizzazione degli interventi riguardanti le reti stesse.

Per interventi riguardanti il Reticolo Idrico Principale infine, l'Ente di riferimento è la Regione Lombardia.

8.1 Parametri specifici per il Comune di Almenno San Salvatore

Il Comune di Almenno San Salvatore, in accordo al Regolamento Regionale n.7/2017, ricade in aree "C", ovvero aree a bassa criticità idraulica.

Per le aree a bassa criticità idraulica il Regolamento prevede che per le nuove urbanizzazioni i valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei recettori sia pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (Art.8, comma 1).

Per le aree già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie le portate degli scarichi nel recettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento sono limitate comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile (Art. 8, comma 5); non vi sono limiti di portata per scarichi che avvengano direttamente nel Fiume Brembo.

Il volume minimo d'invaso richiesto per impianti di laminazione, in accordo all'art.12. è pari a 400mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

8.1.1 Evento Meteorico di Riferimento

L'analisi dell'evento meteorico di riferimento è di notevole importanza per lo studio idraulico del territorio. In base a quanto stabilito nell'art.11 del R.R. n.7/2017, per la determinazione dello ietogramma di progetto ai fini dello studio dell'Invarianza Idraulica, l'evento meteorico di riferimento è definito in base alle linee segnalatrici (o curve) di possibilità pluviometrica (LSPP). ARPA Lombardia ha elaborato i dati di pioggia disponibili in un elevato numero di stazioni pluviometriche sparse su tutta la regione e ha determinato i parametri delle LSPP utilizzando, per le distribuzioni di probabilità dei valori estremi di pioggia, la distribuzione General Extreme Value, GEV, continua a tre parametri (α parametro di scala, ε parametro di posizione, κ parametro di forma).

I valori riferiti alle singole stazioni pluviometriche sono stati in seguito distribuiti spazialmente utilizzando un algoritmo di kriging. La regione è stata suddivisa in celle di dimensione 1,5km*1,5km (2,5kmq), e per ogni cella sono stati stimati mediante calibrazione i parametri α , ε , κ , n e il coefficiente pluviometrico orario. L'altezza di precipitazione per assegnata durata dell'evento meteorico e tempo di ritorno è valutata come:

$$h_{d,T_R} = h_{1,T_R} d^n$$

con

- h [mm] = altezza cumulata di pioggia (indipendente dalla forma dello ietogramma) per l'evento di durata d e tempo di ritorno T_R ;
- d [ore] = durata dell'evento meteorico di riferimento;
-
-

$$h_{1,T_R} = a_1 w_T = a_1 \left[\varepsilon + \frac{\alpha}{\kappa} \left\{ 1 - \left(\ln \frac{T_R}{T_R - 1} \right)^\kappa \right\} \right]$$

, dove a_1 è il coefficiente pluviometrico orario e w_T è il fattore di crescita

- n [-] = coefficiente di scala.

L'utilizzo dell'equazione è suggerito per durate di precipitazione comprese tra 1 e 24 ore. Per durate inferiori ad un'ora, in assenza di dati sito-specifici, viene suggerito di utilizzare la stessa equazione imponendo $n = 0,5$.

Ogni singola verifica deve essere effettuata determinando gli specifici parametri del sito in questione.

A titolo di esempio si riportano di seguito i calcoli effettuati per l'area del Municipio.

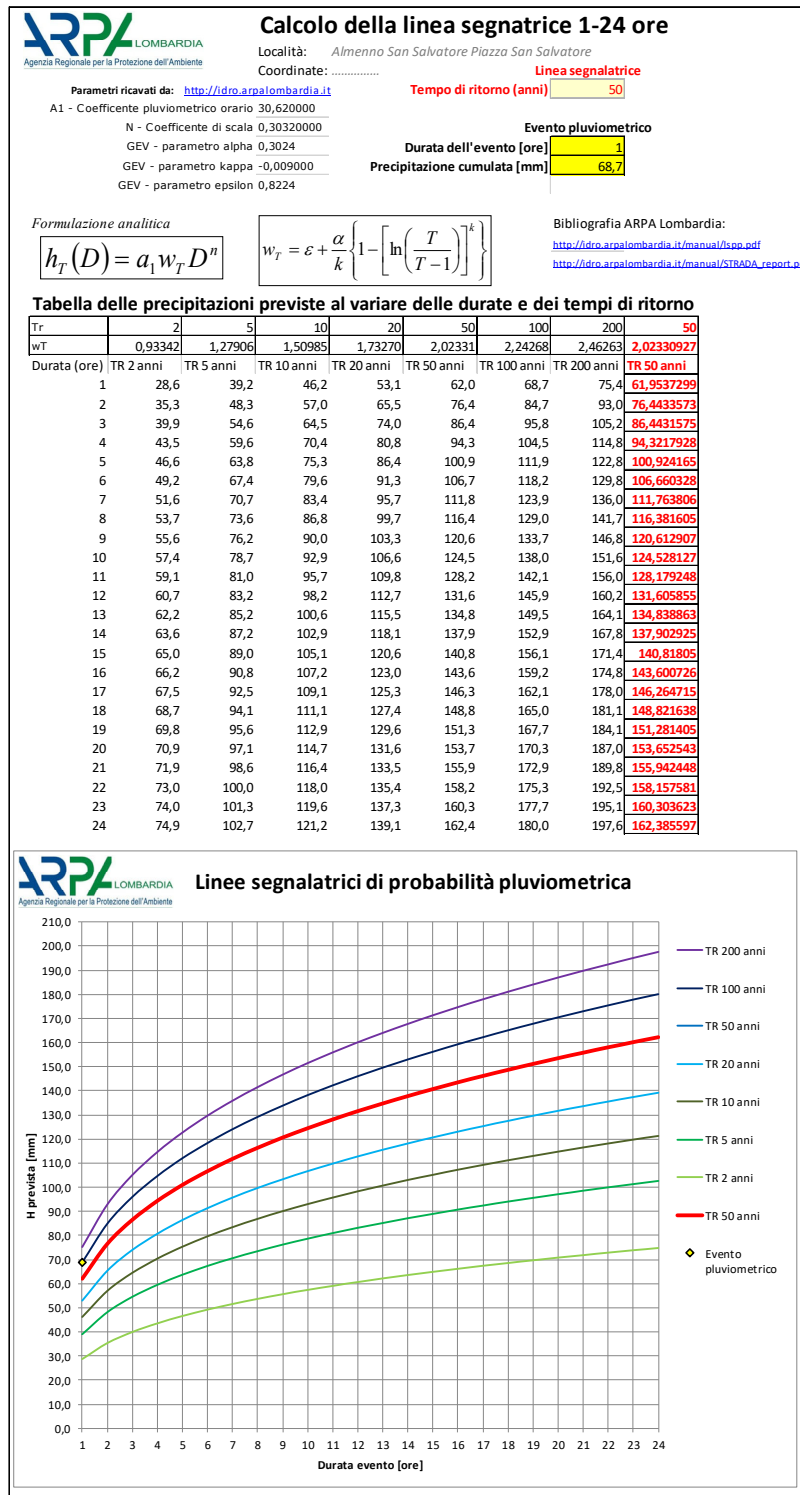


Fig.2 – Calcolo della Linea segnatrice 1-24 ore relativa alla zona del Municipio.

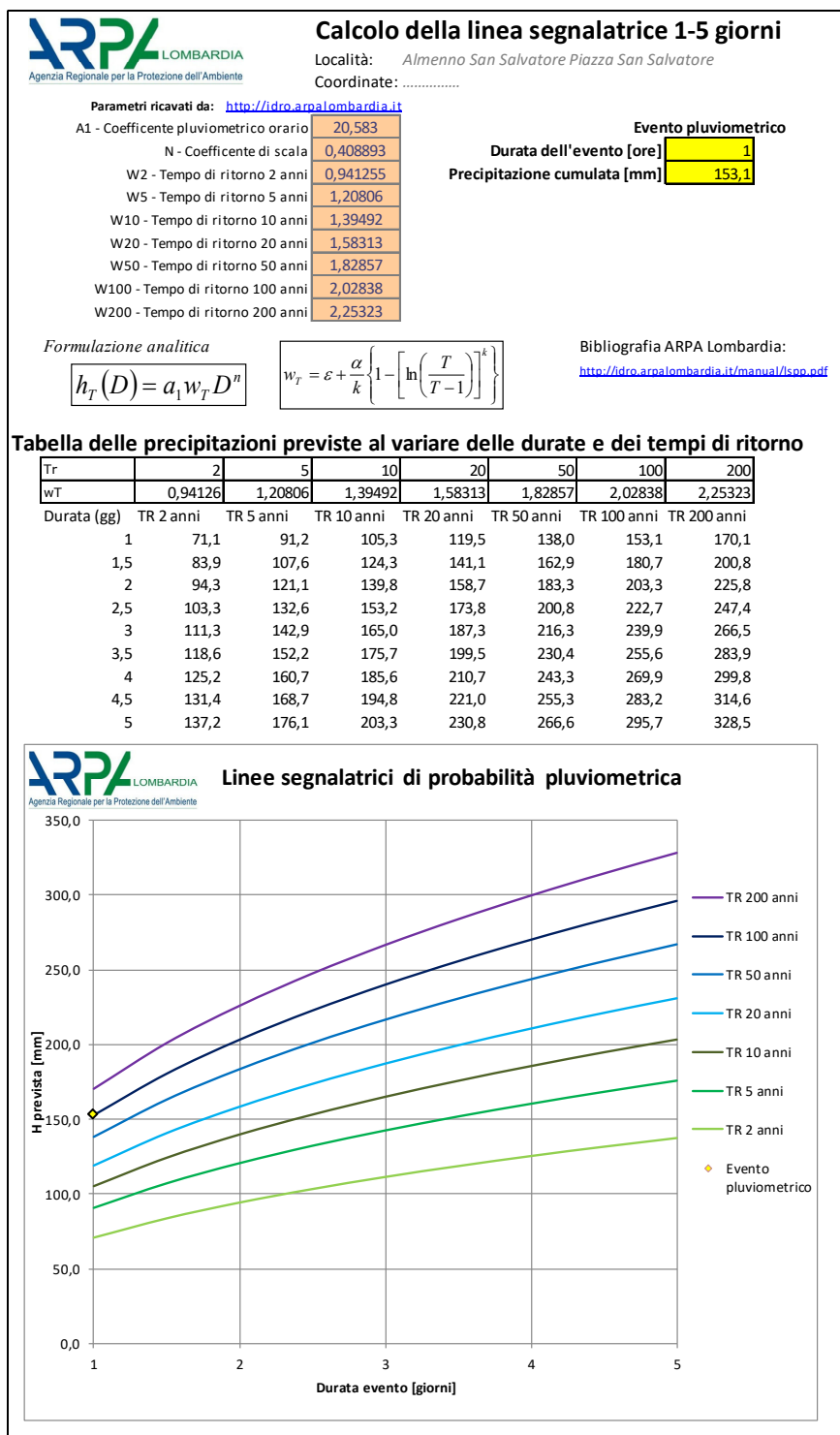


Fig.3 – Calcolo della Linea segnalatrice 1-5 giorni relativa alla zona del Municipio.

8.2 Idoneità dei terreni all'infiltrazione

L'infiltrazione è un fenomeno dinamico che dipende dalle caratteristiche del terreno e dall'andamento delle precipitazioni. Pertanto, in generale, la velocità d'infiltrazione varia nello spazio (per effetto dell'eterogeneità dei suoli e della distribuzione spaziale della pioggia) e nel tempo.

La progettazione di strutture di infiltrazione deve assolutamente riferirsi a specifiche verifiche e prove in sito atte a verificare l'effettiva situazione in corrispondenza di ciascuna opera disperdente. La stessa deve inoltre tenere conto della presenza di eventuali aree allagabili, dal momento che tale condizione costituisce un chiaro impedimento, seppur per un periodo relativamente breve, alla dispersione di acque nel sottosuolo.

In termini generali, nel territorio comunale di Almenno San Salvatore le caratteristiche di permeabilità dei suoli superficiali sono da discrete a buone, mentre quelle dei terreni/rocce sottostanti sono alquanto variabili da zona a zona. In particolare:

- l'area montuosa, costituente gran parte del territorio comunale, è caratterizzata da terreni in genere di modesto spessore che coprono il substrato roccioso. Tale condizione è generalmente poco adatta all'assorbimento idrico, salvo che in aree con più spessi accumuli di depositi superficiali;
- le fasce colluviali e detritiche presenti ai piedi dei versanti e nella parte superiore dei terrazzi (zona Municipio, Via Adamello, Via Regina Teodolinda) sono costituite da terreni limoso argillosi e sabbiosi di modesta permeabilità e spesso notevole spessore, e sono quindi anch'essi nel complesso poco idonei all'infiltrazione;
- il terrazzo alluvionale su cui sorge la parte pianeggiante di Almenno e quello presso Via Regina Teodolinda, sono formati da depositi alluvionali antichi (ghiaie variamente alterate) che presentano permeabilità da media a buona. Essi sono complessivamente idonei all'infiltrazione, previa adeguate verifiche;
- l'area adiacente il Fiume Brembo, formata da depositi alluvionali recenti con elevate caratteristiche di permeabilità è idonea all'infiltrazione, compatibilmente con i livelli della falda di subalveo del fiume.

8.3 Coefficienti di deflusso da adottarsi per opere di laminazione

In accordo all'art.11 punto 2 del Regolamento regionale, la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nelle opere di laminazione può essere effettuata anche in via semplificata adottando i seguenti valori standard del coefficiente di deflusso, in luogo del calcolo dell'infiltrazione come da Allegato F del Regolamento:

- pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente Regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili, di strade, vialetti, parcheggi,
- pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

I coefficienti di deflusso di cui sopra sono adottati per la stima della superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento, valutando il coefficiente di deflusso medio ponderale rispetto alle superfici delle tre suddette categorie.

9. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

L'art.14 comma 7 individua come misure strutturali le “vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, (e /o in) vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali”, e come misure non strutturali quelle necessarie “ai fini dell'attuazione delle politiche di Invarianza Idraulica ed Idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale”.

Le misure non strutturali sono individuate dal Comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

9.1 Caratteristiche delle zone idonee alla presenza di misure strutturali

La definizione delle zone adatte all'applicazione di misure strutturali per il rispetto della Invarianza idraulica è basata sulle caratteristiche del territorio dal punto di vista morfologico, stratigrafico, pedologico, e idrogeologico.

Le zone non completamente idonee alla presenza di misure strutturali sono in genere identificate dalle aree caratterizzate da problematiche quali:

1. Presenza di Frane;
2. Vulnerabilità sismica;
3. Presenza nel sottosuolo di “occhi pollini”, in quanto in grado di formare improvvisi vuoti nel sottosuolo in corrispondenza di flusso sotterraneo dovuto all'infiltrazione (tali aree possono essere fonte di pericolosità per la stabilità dei manufatti);
4. Ridotta permeabilità dello strato superficiale dei terreni. Ridotta soggiacenza della falda, presenza di falde sospese (ad identificare aree non idonee a misure strutturali con infiltrazione nel sottosuolo);
5. Aree vincolate o di pertinenza e di rispetto delle reti di trasporto e servizi;
6. Zone di rispetto o di pertinenza dei corsi d'acqua e dei pozzi acquedottistici.

Per quanto detto in precedenza nel par.8.2, si ritengono complessivamente adatte alla realizzazione di misure strutturali, previa adeguate verifiche:

- il terrazzo alluvionale su cui sorge la parte pianeggiante di Almenno e quello presso Via Regina Teodolinda, formati da depositi alluvionali antichi (ghiaie variamente alterate) che presentano permeabilità da media a buona.
- l'area adiacente il Fiume Brembo, formata da depositi alluvionali recenti con elevate caratteristiche di permeabilità è idonea all'infiltrazione, compatibilmente con i livelli della falda di subalveo del fiume.

Appaiono invece meno adatti all'assorbimento i ripidi versanti a monte dell'abitato, caratterizzati da terreni in genere di modesto spessore che coprono il substrato roccioso, e le fasce colluviali e detritiche presenti ai piedi dei versanti e nella parte superiore dei terrazzi (zona Municipio, Via Adamello, Via Regina Teodolinda), formate per lo più da terreni limoso argillosi e sabbiosi di modesta permeabilità e spesso notevole spessore.

Nelle zone citate è comunque possibile, qualora le condizioni e le distanze lo consentano, la realizzazione di vasche di laminazione con versamento in corsi d'acqua, nel rispetto delle portate previste dal Regolamento Regionale.

9.2 Misure strutturali di Invarianza idraulica ed idrologica

Nel Comune di Almenno San Salvatore, viste le condizioni generalmente buone del Reticolo e della Rete fognaria, non sono previsti particolari interventi di tipo strutturale. In riferimento a quanto riportato nel precedente Cap.8, si

ritiene però consigliabile l'esecuzione, quando possibile, dei seguenti interventi minori, sia sul Reticolo che sulle tubazioni fognarie.

Reticolo idrico

Il Rio di Valle Doga, provenendo da ripido un versante boschivo, è come detto potenzialmente soggetto a rischio sia di un sovraccarico idraulico, che di occlusione, in caso di piena del rio con forte trasporto solido. Per esso si consiglia di realizzare, a monte della tubazione, una briglia selettiva, in grado di trattenere la portata solida del rio e, previa adeguate valutazioni, anche una vasca di laminazione, in grado di limitare le portate in ingresso nella tubazione, in occasione di piene.

Rete fognaria

Per quanto riguarda la rete fognaria, si consiglia di valutare la possibilità di sistemare, quando possibile, i tratti di fognatura da cui occasionalmente fuoriescono acque nere, in occasione di forti afflussi corrispondenti ad eventi di meteorici di rilievo ed in particolare i due siti, citati al par.7.3, sono posti uno all'incrocio fra Via del Crocefisso e Via del Paciuk, ed uno lungo Via Colzera.

Interventi (edifici, strade, parcheggi, ecc.) richiedenti le misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica

I Regolamenti Regionali n.7 e n.8, con gli art.1-4, indicano i casi e gli interventi richiedenti le misure di Invarianza idraulica ed idrologica, e di seguito forniscono norme (art. 5-17) e indicazioni (Allegati A-M) per l'applicazione dei principi d'Invarianza. Ogni nuovo intervento richiedente le misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica deve rispettare le prescrizioni del Regolamento, cui si rimanda.

9.3 Misure non strutturali di Invarianza idraulica ed idrologica

A livello generale di pianificazione urbanistica a medio-lungo termine è necessario prevedere quanto segue:

- inserire nel Piano delle Regole del PGT forme di incentivazione che favoriscano l'adozione di specifiche pratiche di progettazione urbana che tengano conto dei principi dell'Invarianza idraulica ed idrologica;
- individuare dove possibile, nel caso di nuovi interventi pubblici, aree da destinare ad eventuali funzioni di ritenzione, dispersione e depurazione delle acque;
- incentivare, per gli interventi di ristrutturazione, sia il riuso delle acque meteoriche, sia la dispersione delle stesse, dove consentito dalla situazione idrogeologica, attraverso l'impiego di strutture disperdenti (pozzi, trincee, ecc);
- incentivare, per gli interventi di ristrutturazione, le casistiche che tendano a minimizzare la creazione di superfici totalmente impermeabili;
- favorire, dove la configurazione morfologica e la destinazione d'uso lo consenta, la creazione di aree a verde disperdente, con funzioni di assorbimento di parte delle precipitazioni defluenti dalle aree impermeabili limitrofe, contribuendo nel contempo alla laminazione dei contributi verso le reti anche naturali di allontanamento delle acque;
- utilizzare le eventuali somme derivanti da monetizzazioni previste dall'art.16 del Regolamento Regionale per gli scopi previsti dallo stesso Regolamento.

Le criticità individuate nell'ambito del presente lavoro dovranno essere inserite e recepite, oltre che nel PGT, anche nel Piano di Protezione Civile Intercomunale.

Dott. Geologo Augusto Azzoni

Dott. Geologo Gianluigi Nozza – Via Crocefisso n.37/F 24123 Bergamo

Allegato 1

Criticità segnalate dal Gestore della rete Fognaria Uniacque

codice	posizione	via	criticità segnalate ed individuate nell'incontro con il Comune
C1	nord	Cà della Zogna	ingresso in fognatura di acque "parassite" afferenti dal reticolo idrico minore. In occasione di eventi meteorologici intensi si genera sovrappressione nella rete fognaria di valle
C2	nord est	via Adamello	ingresso in fognatura di acque "parassite" afferenti dalla collina vigna per ruscellamento del versante ed affioramenti di acque sorgive.
C3	nord ovest	via Giuseppe Garibaldi	sovrappressione della condotta fognaria ad uso anche di reticolo
C4	nord	via De Gasperi via Manzoni	si segnala ruscellamento delle acque di dilavamento dei terreni con conseguente sversamento su strada a forte pendenza.
C5	nord	via Manzoni	è stata individuata la presenza di una tubazione che raccoglie le acque sorgive affioranti nelle proprietà poste nella zona alta di via Manzoni. Secondo alcune ricostruzioni interpellando i cittadini della zona, in origine era presente una valletta che poi è stata tombinata e l'area è stata ricaricata. Dalle planimetrie del reticolo idrico minore non se ne ha evidenza.
C6	centro	proprietà privata compresa tra viale Giovanni XXIII e via Collodi	La tubazione è caratterizzata da sovraccarico idraulico e da alcune criticità strutturali: nel tratto appena a valle della cameretta 105 è stata realizzata sopra la tubazione il piano di fondazione della scuola media; nel tratto a valle della cameretta 106 si verificano allagamenti ai condomini, dovuti al rigurgito degli allacci non correttamente realizzati; appena a valle la tubazione transita all'interno dell'interrato dell'abitazione, infine in corrispondenza della cameretta 194 sono presenti evidenti ammaloramenti della condotta.
C7	est	via Gaetano Buttinoni	Sovraccarico idraulico delle reti fognarie nelle condizioni di eventi meteorologici intensi. Il fenomeno è aggravato dal ruscellamento delle acque afferenti dal versante e che laminano sulla sede stradale. Si riscontra la presenza frequente di sabbie e limi all'interno delle caditoie stradali, che necessitano di pulizia frequente.
C8	nord-est	via Clanezzo	Ruscellamento delle acque meteoriche lungo la strada e presenza di sabbie e limi nella zona più pianeggiante all'incrocio con via Regina Teodolinda.
C9	sud	manufatto di attraversamento al Fiume Brembo	criticità dovuta all'accumulo delle sabbie e ghiaie trasportate dalla rete fognaria e dai reticoli minori durante gli eventi meteorologici intensi. Sono frequenti gli interventi di pulizia della condotta.

