



COMUNE DI COLICO

Provincia di Lecco

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e s.m.i.

Adozione degli Atti:

Il Sindaco

D.C.C. n. del/...../.....

Approvazione degli Atti:

Il Segretario comunale

D.C.C. n. del/...../.....



PROTEA ASSOCIATI

Via Matteotti 66, 23824 Dervio (LC)

www.proteaingegneria.it

info@proteaingegneria.it

Dott. Geol. Cristian Adamoli

Elaborato

R.01

RELAZIONE TECNICA

Scala

-

Data

Agosto 2022

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



1	PREMESSA	3
1.1	CONTENUTI DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE	3
1.1.1	DEFINIZIONI	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	5
2.2	NORMATIVA E REGOLAMENTI REGIONALI	5
2.3	DELIBERE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO	6
2.4	APPLICAZIONE DEL REGOLAMENTO	7
2.4.1	TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI EDILIZI	7
2.4.2	INFRASTRUTTURE STRADALI E AUTOSTRADALI	7
2.4.3	PERMEABILITÀ ORIGINARIA DEL SITO	7
2.4.4	SUPERFICIE DI RIFERIMENTO	7
2.4.5	UNITARIETÀ DELL'INTERVENTO	8
2.5	ACQUE DI RIFERIMENTO PER L'APPLICAZIONE DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	8
2.6	SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DELLE ACQUE PLUVIALI	8
2.6.1	3 CRITERI DI PRIORITÀ	8
2.7	PROCEDURA AMMINISTRATIVA DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA	9
2.8	SCARICHI	11
2.8.1	LIMITI AMMISSIBILI	11
2.8.2	RESTRIZIONI AI LIMITI AMMISSIBILI	11
2.8.3	VINCOLO DELLE PORTATE AMMISSIBILI	11
2.8.4	TEMPO DI SVUOTAMENTO DEGLI INVASI	12
2.9	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	12
2.10	CONTENUTI DEL PROGETTO	13
2.11	REQUISITI MINIMI	15
2.12	PIANO DI MANUTENZIONE	16
2.13	MECCANISMI DI INCENTIVAZIONE	16
2.14	MONETIZZAZIONE	17
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	19
3.1	ELEMENTI IDROGRAFICI, IDROLOGICI E IDRAULICI	19
3.1.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROLOGICO DEI TORRENTI MERLA, PERLINO E INGANNA	22
3.2	RETICOLO IDRICO MINORE	27
4	ANALISI CLIMATICA ED EVENTI PLUVIOMETRICI	29
4.1.1	PRECIPITAZIONI ANNUE	29
4.1.2	PRECIPITAZIONI MENSILI	31



4.2	AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL R.R. N.7 23.11.2017 E S.M.I.	33
5	STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE	35
5.1	PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT	35
5.1.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO	35
5.1.2	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	40
5.2	IDENTIFICAZIONE AREE A RISCHIO IDRAULICO	48
6	IDENTIFICAZIONE DEGLI AMBITI DI REGOLAMENTAZIONE ED ESCLUSIONE PER MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA MEDIANTE STRUTTURE DI INFILTRAZIONE	50
6.1	AMBITO POCO ADATTO ALL'INFILTRAZIONE -AREE CON RIDOTTA SOGGIACENZA DELLA FALDA	50
6.2	AMBITI ADATTI ALL'INFILTRAZIONE	51
6.3	AMBITI DA ESCLUDERE L'INFILTRAZIONE ZONE DI RISPETTO DI CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	51
7	MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	52
7.1	MISURE NON STRUTTURALI	53
7.2	MISURE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO	54



1 PREMESSA

Su incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Colico (LC), viene redatto il "Documento semplificato del rischio idraulico comunale" di cui all'art. 14 comma 8 R.r. 23 novembre 2017, n.7, modificato con R.r. n.8 del 19 aprile 2019.

Come stabilito all'art. 14 c. 5 del succitato Regolamento, "Gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel PGT, approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 della L.R. 31/2014. A tal fine, il comune:

- a) inserisce la delimitazione delle aree soggette ad allagamento, di cui al comma 7, lettera a), numero 2, e al comma 8, lettera a), numero 1, nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT;
- b) inserisce le misure strutturali di cui al comma 7, lettera a), numeri 5 e 6, nel piano dei servizi

In considerazione della suddivisione del territorio regionale in ambiti omogenei per tipologia di aree in funzione della criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori (art. 7 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017), il **Comune di Colico è classificato come area C, ovvero a bassa criticità idraulica.**

1.1 CONTENUTI DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

L'articolo 14 comma 8 del R.r. n.7 del 23 novembre 2017 successivamente modificato e integrato dal R.r. n.8 del 29 aprile 2019 – Modalità di integrazione e tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni di piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, prevede che il documento semplificato del rischio idraulico comunale contenga la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata alla vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali.

In particolare:

a) il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a 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. 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 su 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 di 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 a), numero 5, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;
- c) Le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 5, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

1.1.1 Definizioni

Dal R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 sono state estratte 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. 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. 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. 12/2005;
- d) **evento meteorico**: una o più precipitazioni atmosferiche, temporalmente distanziate non più di 6 ore, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichino o che si susseguano a distanza di almeno 48 ore da un analogo evento precedente;
- e) **acque meteoriche di dilavamento**: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- f) **acque di prima pioggia**: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- g) **acque di seconda pioggia**: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- h) **acque pluviali**: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 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 legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;
- i) **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;
- j) **superficie scolante impermeabile**: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;



- k) **superficie scolante impermeabile dell'intervento**: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- l) **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;
- m) **ricettore**: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- n) **titolare**: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e 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.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle principali norme nazionali considerate nel corso della esecuzione di studi di perimetrazione di aree soggette a rischio di inondazione.

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 3 agosto 1998, n. 267: perimetrazione aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale;
- D. Lgs del 3 aprile 2006, n. 152, pubblicato su G.U. n. 88 del 14 aprile 2006: Norme in materia ambientale;
- D. Lgs del 23 febbraio 2010 n. 49, pubblicato su G.U. n. 77 del 2 aprile 2010: Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni;
- DPCM del 27 ottobre 2016, pubblicato su G.U. n. 30 del 6 febbraio 2017: Approvazione del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico Padano.

2.2 NORMATIVA E REGOLAMENTI REGIONALI

- L.R. 11 marzo 2005 n. 12 – Legge per il governo del territorio.
- D.G.R. 30 Novembre 2011 – n. IX/2616 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio”, in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12.
- L.R. 15 marzo 2016 n. 4 - Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua.
- D.G.R. 19 Giugno 2017 – n. X/6738 – Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione dei Piani 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 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po –

- 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'art. 58 bis della Legge 11 marzo 2005, n. 12.
- 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 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 'Legge per il governo del territorio').

2.3 DELIBERE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

- Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 4/2015 del 17 dicembre 2015 – D. Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 e ss.mm.ii., art. 7, comma 8: Adozione del “Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGR)”;
- Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 5/2015 del 17 dicembre 2015 – D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., art. 67 comma 1: Adozione di un “Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) ” e di un “Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione) ” finalizzati al collegamento tra tali Piani e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni (PGR), ai sensi dell'art. 7, comma 3 lett. a del D. Lgs 23 febbraio 2010 n. 49;
- Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 5/2016 del 17 dicembre 2016 – D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., art. 67 comma 1: Adozione di una “Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) ” e di una “Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione) ” finalizzate al coordinamento, in conformità all'art. 7, comma 3 lett. a del D. Lgs 23 febbraio 2010 n. 49 - tra tali Piani e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGR), approvato con Deliberazione C.I. n. 2 del 3 marzo 2016.



2.4 APPLICAZIONE DEL REGOLAMENTO

2.4.1 Tipologia degli interventi edilizi

Nell'ambito degli interventi edilizi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del presente regolamento gli interventi di:

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

Nell'Allegato 1 della presente relazione sono riportati degli schemi esemplificativi degli interventi ai quali applicare le misure Allegato A del R.R. n. 7 del 23.11.2017 - Schemi esemplificativi degli interventi ai quali applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica.

2.4.2 Infrastrutture stradali e autostradali

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

2.4.3 Permeabilità originaria del sito

La riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione. Per degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.

2.4.4 Superficie di riferimento

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto. Per degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.



2.4.5 Unitarietà dell'intervento

Gli interventi soggetti all'applicazione del regolamento di invarianza idraulica e idrologica devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati. Diversamente, più interventi indipendenti, ma tra loro contigui, possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; a tal fine, la classe di intervento di cui alla Tabella 1 considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi.

2.5 ACQUE DI RIFERIMENTO PER L'APPLICAZIONE DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

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

Acque pluviali- le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 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 legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26).

2.6 SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DELLE ACQUE PLUVIALI

Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso. La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense. Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 –

Comune di Colico – 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile di intervento.

2.6.1 3Criteri di priorità

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

- a) mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;



c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017;

d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017.

L'allegato 7 riporta una sintesi delle indicazioni tecniche per la realizzazione dei sistemi di controllo di cui al presente articolo, quali indicazioni di primo orientamento in merito alle strutture, alle caratteristiche e alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti.

Per le progettazioni di dettaglio si applica la letteratura tecnica del settore.

2.7 PROCEDURA AMMINISTRATIVA DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA

La procedura amministrativa si articola come di seguito descritto:

a) per gli interventi soggetti a permesso di costruire, a segnalazione certificata di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o a comunicazione di inizio lavori asseverata.

Nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del RR n. 7 del 23 novembre 2017.

Tale progetto, fatto salvo quanto previsto all'articolo 19 bis della legge 241/1990 e all'articolo 14 della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua), è allegato alla domanda, in caso di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata, unitamente:

- ☐ all'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale;
- ☐ alla richiesta di allacciamento, presentata al gestore, nel caso di scarico in fognatura;
- ☐ all'accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato.

In caso di scarico in rete fognaria, il Comune, nell'ambito della procedura di rilascio del permesso di costruire, può chiedere il parere preventivo del gestore del servizio idrico integrato sull'ammissibilità dello scarico in funzione della capacità idraulica della rete ai sensi dell'articolo 8, comma 2 del RR e sul progetto di invarianza idraulica e idrologica. In caso di variante all'intervento che modifichi i parametri funzionali al calcolo dei volumi di invarianza idraulica o idrologica, il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere adeguato e allegato alla richiesta di variante del permesso di costruire, ovvero alla presentazione della variante nel caso di segnalazione certificata di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o di comunicazione di inizio lavori asseverata, ovvero alla nuova domanda di rilascio di permesso di costruire o alla nuova segnalazione certificata di inizio attività o alla nuova comunicazione di inizio lavori asseverata; qualora la



variante comporti anche una modifica dello scarico, deve essere ripresentata l'istanza, la domanda o accordo di cui ai numeri 1.1 1.2 o 1.3, da allegare alla richiesta di variante. Prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato.

La segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità, di cui all'articolo 24 del d.p.r. 380/2001 è, altresì, corredata:

- 1) da una dichiarazione di conformità delle opere realizzate a firma del direttore dei lavori, ove previsto, oppure del titolare, che documenti la consistenza e congruità delle strutture o anche opere progettate e realizzate, ai fini del rispetto dei limiti ammissibili di portata allo scarico,
- 2) dal certificato di collaudo, qualora previsto, ovvero dal certificato di conformità alla normativa di settore delle opere di invarianza idraulica e idrologica;
- 3) dagli estremi della concessione allo scarico rilasciata, prima dell'inizio dei lavori, dall'autorità idraulica competente, se lo stesso avviene in corpo idrico superficiale;
- 4) dagli estremi del permesso di allacciamento di cui al punto 1.2, nel caso di scarico in fognatura;
- 5) dalla ricevuta di avvenuta consegna del messaggio di posta elettronica certificata con cui è stato inviato a Regione il modulo di cui all'allegato D del RR.

Al fine di garantire il rispetto della portata limite ammissibile, lo scarico nel ricettore è attrezzato con gli equipaggiamenti, descritti all'articolo 11, comma 2, lettera g), inseriti in un pozzetto di ispezione a disposizione per il controllo, nel quale deve essere ispezionabile l'equipaggiamento stesso e devono essere misurabili le dimensioni del condotto di allacciamento alla pubblica rete fognaria o del condotto di scarico nel ricettore; i controlli della conformità quantitativa dello scarico al progetto sono effettuati dal gestore del servizio idrico integrato, se lo scarico è in pubblica fognatura, o dall'autorità idraulica competente, se lo scarico è in corpo idrico superficiale.

b) per interventi rientranti nell'attività edilizia libera, ai sensi dell'articolo 6 del d.p.r. 380/2001:

1. occorre rispettare il presente regolamento per quanto riguarda i limiti e le modalità di calcolo dei volumi, fatta eccezione per gli interventi di cui alla lettera c) del presente comma, per i quali valgono le disposizioni di tale lettera;
2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato;

c) per interventi relativi alle infrastrutture stradali, autostradali, loro pertinenze e i parcheggi:

1. nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017;



2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento, nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato.

d) nel caso di impossibilità a realizzare le opere di invarianza idraulica o idrologica, come previsto all'articolo 16 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017:

1. alla domanda di permesso di costruire, alla presentazione della segnalazione certificata di inizio attività o della comunicazione di inizio lavori asseverata deve essere allegata la dichiarazione motivata di impossibilità a realizzare le misure di invarianza idraulica, firmata dal progettista dell'intervento tenuto al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, unitamente al calcolo della monetizzazione secondo le modalità specificate all'articolo 16 e alla ricevuta di avvenuta consegna del messaggio di posta elettronica certificata con cui è stato inviato a Regione il modulo di cui all'allegato D;

2. la segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità deve essere corredata anche dalla ricevuta di pagamento al comune dell'importo di cui all'articolo 16.

e) per ogni intervento di cui all'art. 3 del RR, il progettista delle opere di invarianza idraulica e idrologica, o il direttore lavori qualora incaricato, è tenuto a compilare il modulo di cui all'allegato D e a trasmetterlo mediante posta elettronica certificata al seguente indirizzo di posta certificata della Regione: invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it. Il modulo di cui all'allegato D è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera.

2.8 SCARICHI

2.8.1 Limiti ammissibili

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 e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili (ulim):

20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (Comune di Colico – Area C)

2.8.2 Restrizioni ai limiti ammissibili

Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi di quelli di cui al comma 10.5.1 del R.R., qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

2.8.3 Vincolo delle portate ammissibili

I limiti alle portate di scarico sono ottenuti mediante l'adozione di sistemi finalizzati prioritariamente a favorire l'attenuazione della generazione dei deflussi meteorici a monte del loro scarico nel ricettore, attraverso misure



locali incentivanti l'evapotraspirazione, il riuso, l'infiltrazione. Nel caso in cui, nonostante il ricorso ai sistemi di cui al precedente periodo, sia comunque necessario realizzare lo scarico delle acque meteoriche nel ricettore, il medesimo carico deve avvenire, nel rispetto dell'ordine di priorità di cui all'articolo 5 del R.R., a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui al comma 1 del R.R.

2.8.4 Tempo di svuotamento degli invasi

Per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, lo svuotamento degli invasi deve avvenire secondo quanto indicato all'articolo 11, comma 2, lettere e) ed f) del R.R. n.7 del 23 novembre 2017, ma non deve comunque superare le 48 ore.

2.9 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi di cui all'articolo 3 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi nelle classi di cui alla Tabella 1, a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera c), numero 7) del RR / del 23.11.2017. Ai fini della definizione della superficie interessata dall'intervento, lo stesso deve essere considerato nella sua unitarietà e non può essere frazionato.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d) Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 1 – Individuazione delle modalità di calcolo per classi di intervento (Il comune di Colico ricade nella Aree C)

Requisiti minimi articolo 12 - comma 1 del RR 7/2017

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 100 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:



- a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10 del R.R.;
- b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7.

Requisiti minimi articolo 12 - comma 2 del RR 7/2017

Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

2.10 CONTENUTI DEL PROGETTO

1. Nei casi di impermeabilizzazione potenziale alta e media, di cui alla tabella 1 dell'articolo 9, ricadenti nelle aree assoggettate ai limiti indicati per gli ambiti territoriali delle aree A e B dell'articolo 7 e quindi nei casi in cui non si applicano i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2, il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere corredato con i calcoli, le valutazioni, i grafici e i disegni effettuati a livello di dettaglio corrispondente ad un progetto almeno definitivo, osservando le procedure e metodologie di cui all'articolo 11 e deve contenere i seguenti elementi:

a) relazione tecnica comprendente:

1. descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
2. calcolo delle precipitazioni di progetto;
3. calcoli del processo di infiltrazione nelle aree e strutture a ciò destinate e relativi dimensionamenti;
4. calcoli del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
5. calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;
6. calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;



7. dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario, nel ricettore, nel rispetto dei requisiti ammissibili del presente regolamento;

b) documentazione progettuale completa di planimetrie e profili in scala adeguata, sezioni, particolari costruttivi;

c) piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intero sistema di opere di invarianza idraulica e idrologica e di recapito nei ricettori, secondo le disposizioni dell'articolo 13;

d) asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento, redatta secondo il modello di cui all'allegato E.

2. Nel caso di impermeabilizzazione potenziale bassa, di cui alla Tabella 1 della classificazione degli interventi nelle aree territoriali C dell'articolo 7 (Comune di Colicoi), nel caso di impermeabilizzazione potenziale media e alta ricadente nell'area territoriale C (Comune di Colico) e quindi nei casi in cui si applicano i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2, il progetto di invarianza idraulica e idrologica può limitarsi a contenere gli elementi di cui al comma 1, lettera a), numeri 1, 5, 6, 7 e alle lettere b), c) e d) dello stesso comma 1.

3. Nel caso di interventi di superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 100 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale ed indipendentemente dal grado di impermeabilizzazione potenziale, ovvero in classe di intervento n. 0 di cui alla Tabella 1 della classificazione degli interventi:

a) se viene adottato il requisito minimo indicato nell'articolo 12, comma 1, lettera b), il progetto di invarianza idraulica e idrologica contiene almeno gli elementi di cui al precedente comma 2;

b) se viene adottato il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 1, lettera a), non è necessaria la redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica.

4. In ogni caso, i contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica devono essere commisurati alla complessità dell'intervento da progettare.



2.11 REQUISITI MINIMI

1. Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 100 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:

- a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10;
- b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7.

2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione: per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 (Comune di Colicoi): 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

3. I volumi di cui al comma 2 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e) del RR, fosse minore.

4. L'eventuale rete di drenaggio a valle degli invasi di laminazione di cui al comma 2 confluisce nello scarico terminale al ricettore, ma sempre con interposizione del pozzetto di ispezione indicato nell'articolo 11, comma 2, lettera g) atto a consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle tubazioni di collegamento con il ricettore.

5. Lo scarico nel ricettore di cui al comma 4 deve comunque rispettare la portata massima ammissibile di cui all'articolo 8.

Pertanto:

- a) nel caso in cui lo scarico avvenga per sollevamento, la portata da sollevare è pari al massimo a quella massima ammissibile di cui all'articolo 8;
- b) nel caso in cui lo scarico avvenga a gravità, il diametro della tubazione di scarico dell'invaso di laminazione è calcolato verificando che in condizioni di invaso massimo la portata scaricata non sia maggiore della portata massima ammissibile di cui all'articolo 8. Nel caso in cui tale diametro risulti eccessivamente ridotto, si può optare per uno scarico per sollevamento.



6. Devono essere evitate disfunzioni dello scarico dell'invaso di laminazione, con conseguente prolungamento del tempo di svuotamento e quindi con la possibilità di stato di pre-riempimento dell'invaso in un evento successivo tale da non rendere disponibile il volume calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera e). – 8

2.12 PIANO DI MANUTENZIONE

1. Il Piano di manutenzione di cui all'articolo 10, comma 1, lettera c) del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 è redatto con un dettaglio conforme alla complessità dell'opera alla quale si riferisce, e contiene:

- a) elencazione e caratteristiche tecniche di tutti le strutture componenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali reposito all'invarianza idraulica e idrologica;
- b) descrizione e periodicità delle corrispondenti operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, con particolare riferimento alle modalità da seguire per il mantenimento o il ripristino periodico dell'efficienza nel tempo di:

- 1. punti di ricezione delle acque meteoriche, quali pluviali, grondaie, caditoie;
- 2. condotti, tubazioni e canali di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale;
- 3. vasche di infiltrazione, del loro sistema di drenaggio nel sottosuolo e dell'apparato vegetale ove previsto;
- 4. vasche di laminazione e dei loro apparati di controllo e di sicurezza;
- 5. eventuale sistema di pompaggio di scarico nel ricettore;
- 6. tubazione di collegamento con lo scarico terminale nel ricettore.

2. I costi di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria ai fini dell'efficienza nel tempo dell'intero sistema ricadono interamente ed esclusivamente sul titolare, il quale deve fare in modo che non si verifichino:

- a) allagamenti provocati da insufficienze dimensionali o da inefficienze manutentive del sistema di invarianza idraulica e idrologica, ivi inclusi eventuali stati di pre-riempimento delle vasche di infiltrazione e laminazione tali da non rendere disponibile il volume calcolato come da articolo 11, comma 2, lettera e), come specificato nell'articolo 11, comma 2, lettere f) ed g);
- b) allagamenti provocati da sovraccarichi e/o rigurgiti del ricettore, essendo previsti nel progetto di invarianza idraulica e idrologica i dispositivi di cui all'articolo 11, comma 2, lettera g).

2.13 MECCANISMI DI INCENTIVAZIONE

1. I Comuni possono promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica per interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione del presente regolamento ai sensi dell'articolo 3. Nel caso di edificio soggetto a trasformazione urbanistica per solo una quota parte della superficie complessiva, ricadono nella fattispecie di cui al presente comma gli interventi di invarianza idraulica e idrologica realizzati sulla quota parte di edificio non soggetto a trasformazione.



2. I Comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, attraverso i seguenti meccanismi:

a) incentivazione urbanistica:

1. il comune può prevedere nel documento di piano gli incentivi di cui all'articolo 11, comma 5, della l.r. 12/2005, che:
 - 1.1. possono essere riconosciuti come diritti edificatori utilizzabili in opportuni ambiti individuati dal PGT, qualora espressamente previsto dal documento di piano;
 - 1.2. possono essere utilizzati sull'edificio dal quale si crea l'incentivo volumetrico, purché l'ampliamento non alteri la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio originale;
2. ulteriori misure di incentivazione o anche semplificazione procedurale possono essere definite dalla Giunta regionale nell'attuazione dei disposti dell'articolo 4, comma 2, della l.r. 31/2014;

b) riduzione degli oneri di urbanizzazione o anche del contributo di costruzione;

c) uso degli introiti derivanti dalla monetizzazione di cui all'articolo 16, fatto salvo quanto previsto agli ultimi due periodi della lettera g) del comma 5 dell'articolo 58 bis della l.r. 12/2005: i comuni, in subordine alla realizzazione degli interventi pubblici necessari per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica inseriti nel piano dei servizi, possono prevedere l'emanazione di bandi per il cofinanziamento, in misura non superiore al 70 per cento, di interventi di invarianza idraulica e idrologica.

3. Ai meccanismi di promozione del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui al presente articolo si applicano, ove necessario, le misure relative agli aiuti di Stato di cui all'articolo 11 bis della legge Regionale 21 novembre 2011, n. 17 (Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione Europea).

2.14 MONETIZZAZIONE

1. La monetizzazione è consentita per i soli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, lettere d) interventi di ristrutturazione edilizia ed e) interventi di nuova costruzione, del D.P.R. 380/2001 e soggetti alle misure di invarianza idraulica e idrologica per i quali sussista l'impossibilità a ottemperare ai disposti del RR 7/2018, in quanto si verificano contemporaneamente le seguenti circostanze:

a) sono caratterizzati da un rapporto tra la superficie occupata dall'edificazione e la superficie totale dell'intervento maggiore o uguale al 90 per cento, e pertanto da una superficie dell'area esterna all'edificazione minore del 10 per cento;

b) è dimostrata l'impossibilità a realizzare nell'area dell'intervento esterna all'edificazione il volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3;



c) è dimostrata l'impossibilità a realizzare il volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3, in altre aree esterne poste nelle vicinanze di quelle dell'intervento, per loro indisponibilità o condizioni di vincolo;

d) la realizzazione del volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3, sulle coperture dell'edificio è impedita in quanto l'intervento edilizio è previsto esclusivamente in demolizione parziale fino al piano terra senza modifiche delle sue strutture portanti;

e) la realizzazione del volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3, nel sottosuolo dello stesso sia impedita in quanto l'intervento edilizio è previsto senza modifiche delle sue strutture di fondazione.

2. La monetizzazione non è consentita per gli interventi di ristrutturazione urbanistica definiti all'articolo 3, lettera f), del d.p.r. 380/2001 e per gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze ed i parcheggi, di cui all'articolo 3, comma 3, del presente regolamento.

3. Ai sensi del comma 5, lettera g), dell'articolo 58 bis della l.r. 12/2005, il valore della monetizzazione è pari al volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3, moltiplicato per il costo unitario parametrico di una vasca di volanizzazione o di trattenimento/disperdimento. Assunto pari a 750 euro per mc di invaso il costo unitario di una di vasca di volanizzazione o di trattenimento/disperdimento, così come dettagliato in allegato M, e considerati i volumi di laminazione minimi di cui all'articolo 12, comma 2, la monetizzazione è calcolata moltiplicando la superficie scolante impermeabile dell'intervento per i seguenti valori:

Per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7 del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 (Comune di Colico): 30 euro per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento.



3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 ELEMENTI IDROGRAFICI, IDROLOGICI E IDRAULICI

Da un punto di vista idrologico, il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di:

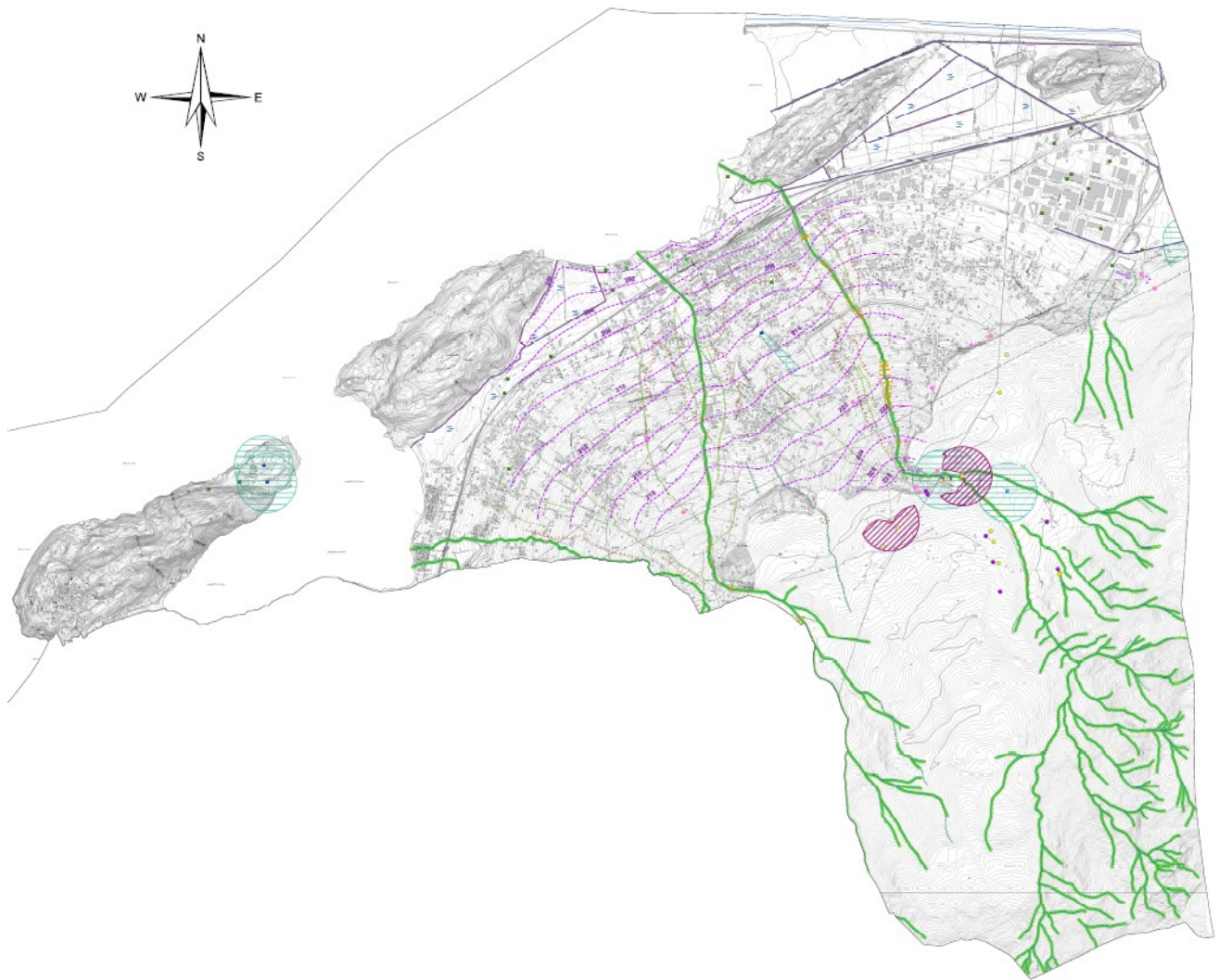
- due corsi d'acqua principali, T.Inganna e T. Perlino, che nascono e scorrono lungo i versanti del Monte Legnone e sfociano nel Lago di Como;
- il Torrente Mela, che nasce in corrispondenza della cresta Legnone – Legnoncino e sfocia nel Laghetto di Piona;
- torrenti affluenti dei corsi d'acqua descritti in precedenza;
- fossi e canali nell'area pianeggiante.

La circolazione idrica delle acque sotterranee è condizionata da vari fattori quali, le caratteristiche fisico-meccaniche del substrato e dei materiali di copertura, la morfologia del territorio, la rete di drenaggio superficiale, l'andamento strutturale delle formazioni, il clima e la qualità di precipitazioni.

L'andamento della circolazione idrica sotterranea è indicata nella tavola T3 – “carta degli elementi idrografici, idraulici, idrologici ed idrogeologici” allegata alla componente geologica a supporto del PGT, sono riportate le curve isopiezometriche che ricostruiscono l'andamento della falda acquifera, le emergenze idriche (sorgente captate e non) e i pozzi adibiti a vari usi (potabile, irriguo, igienico, industriale, anti incendio, ecc.).



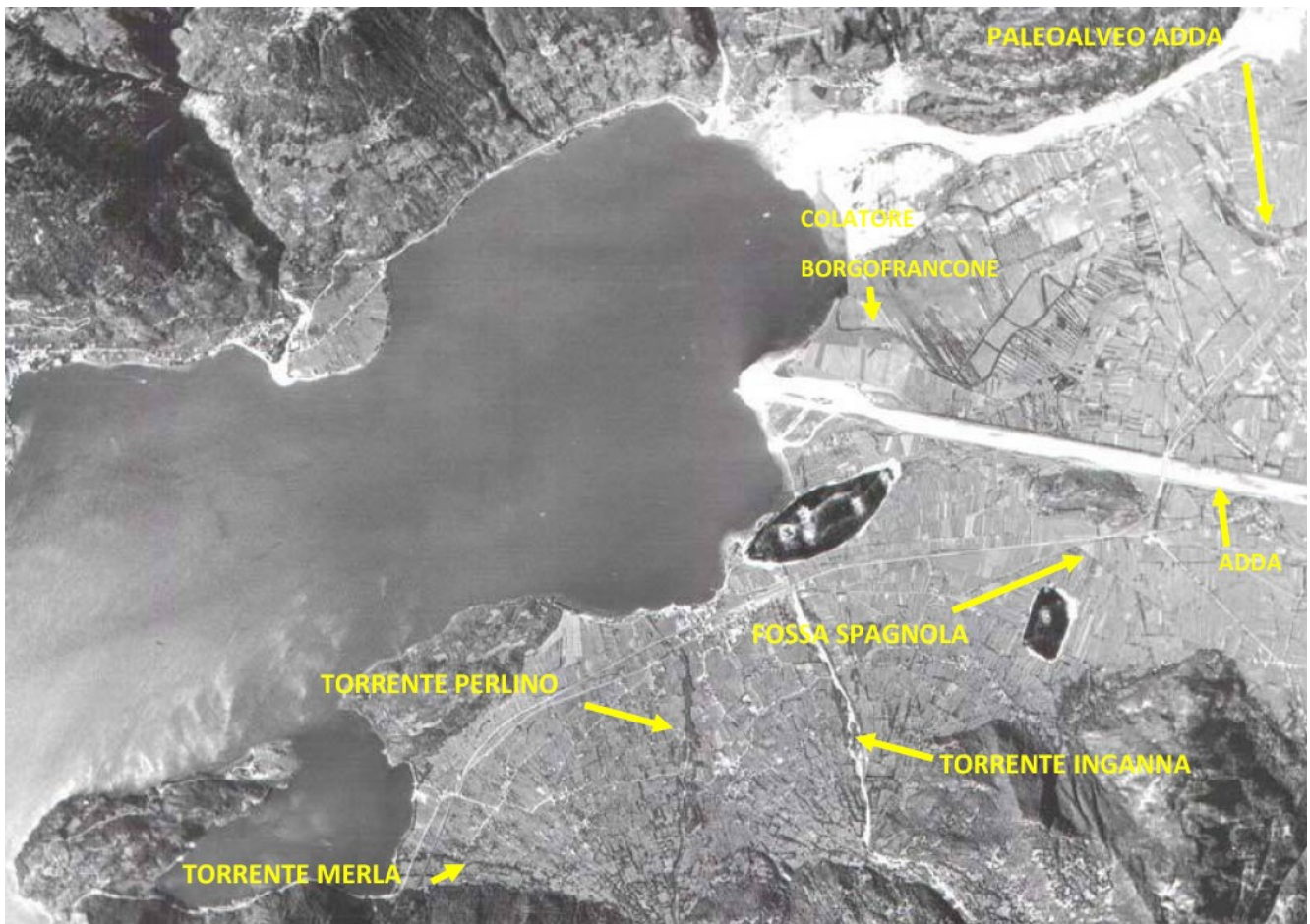
Ortofoto con la localizzazione dei principali corsi d'acqua attraversanti Colico.



Carta degli elementi idrografici, idraulici, idrologici ed idrogeologici.

Nel settore pianeggiante è presente una rete di fossi e canali di raccolta e deflusso della acque che convogliano le acque dei fossi di maggiore dimensioni. Le acque intercettate rappresentano un primo luogo quelle di scorrimento superficiale e secondariamente quelle legate alle oscillazioni della falda e d'infiltrazione che percolano lentamente all'interno dei terreni a granulometria fine e a bassa permeabilità.

L'assetto idrologico della zona del Piano di Colico e del Piano di Spagna è ben caratterizzabile anche mediante l'analisi delle foto aeree di metà secolo (Volo GAI del 1954 a scala 1:30000), in cui è ancora individuabile l'andamento del fitto reticolato dei canali di bonifica tra cui spiccano i canali Borgofrancone e Fossa Spagnola che tuttora costituiscono arterie di drenaggio indispensabile per l'equilibrio idrologico dell'area. La foto seguente mostra l'impronta lasciata dalla disastrosa alluvione del 195 con la divagazione del Fiume Adda e del Torrente Inganna.



Volo GAI del 1954 a scala 1:30000

La piana di Colico è caratterizzata da un livello della falda che può subire notevoli oscillazioni; questa può risultare emergere nelle aree morfologicamente più depresse e dare origine a piccoli ristagni temporanei (canali, stagni, paleoalvei) e meno nei tratti ormai bonificati ai fini artigianali. Le oscillazioni del livello di falda, oltre ad essere un problema per le aree di superficie, rappresentano un'importante incognita del comportamento meccanico delle terre.





3.1.1 Inquadramento geomorfologico e idrologico dei Torrenti Merla, Perlino e Inganna

Il territorio di Colico, è caratterizzato da due conoidi coalescenti in corrispondenza dell'abitato di Villatico. Si presentano arealmente molto sviluppate e distinte sulla base dei caratteri morfologici e litologici.

Di due coni hanno genesi per frana, sia di crollo che di scivolamento, come si deduce anche dalle nicchie ed accumuli di materiale franato osservabili in corrispondenza dei versanti circostanti le conoidi stesse ed inoltre, episodi di frane successive che scaricano nuovi materiali sopra i precedenti, fanno sì che le conoidi di Colico siano riconducibili unicamente al periodo post-glaciale. Il materiale che costituisce i due coni risulta rimaneggiato da successivi eventi alluvionali con trasporto in massa tipo colata detritica, testimoniati sia dalla presenza di numerose contropendenze, sia dall'intensa canalizzazione di paleo alvei, dovuta alle migrazioni dei torrenti Inganna, Perlino e Merla. Questi ultimi solcano le conoidi e la zona pianeggiante interposta tra le conoidi e la riva lacustre. Quest'ultima osservazione indica che tale area pianeggiante era in origine ricoperta dalle acque del lago, poi abbassandosi fino all'attuale livello di 200 m s.l.m., e testimoniato dalla presenza dei paleo alvei che, solcano la piana fino alla riva odierna indicano di essere età successiva al ritiro delle acque lacustri.

Torrente Merla

Il versante in sinistra idrografica del torrente Merla è interessato da un movimento franoso che consiste nella riattivazione di una grande paleo frana la cui scarpata è individuabile a monte dell'alpe Fangaro a quote comprese tra i 975 m e i 1100 m, in prossimità della cresta Legnone-Legnoncino. La testata della paleo frana corrispondente al terrazzo morfologico a quota 1050 m in località Valliscione. In tutta l'area è presente una spessa copertura di depositi quaternari, caratterizzati da diamicton a supporto prevalentemente clastico con blocchi di dimensioni anche di alcuni metri con forma per lo più irregolare.

Tali caratteristiche corrispondono a quelle di un deposito di versante generato movimenti gravitativi in massa che hanno rimobilizzato antichi depositi di origine glaciale. Verso valle aumenta notevolmente la quantità di materiale fine.

L'accumulo della paleo frana è scomponibile in diversi movimenti franosi. Il corpo franoso che presenta maggior rilievo morfologico cotti sponde al grande accumulo posto ad Ovest di Posallo tra le località Acqua Visc, I Noc, e A. Fangaro a quote comprese tra i 425 m s.l.m. e i 675 m s.l.m.. La testata dell'accumulo è individuabile appena ad Est di A.Fangaro. La scarpata è posta a SW di Sorgente Merla a quota 900 m s.l.m. circa. L'intera paleo frana sembra essere confinata in sinistra idrografica della Valle di Suera.

Percorrendo il sentiero che da Sommafiume conduce in località Alpetto in prossimità del crinale roccioso che corrisponde alla scarpata della paleofrana sopra descritta è evidente lo scollamento dei depositi di versante dal substrato roccioso. Con un rigetto che localmente raggiunge i 2 m. Percorrendo il sentiero in direzione Alpetto sono visibili trincee e contropendenze che testimoniano l'instabilità di questo settore di versante.

Le evidenze maggiori di movimento sono in prossimità della Valle Merla dove è presente una grande frana di scivolamento che interessa la copertura detritica. Il piede della frana è posto a quota 950 m s.l.m., in prossimità del T. Merla.

Risalendo il versante sono state osservate una serie di scarpate con rigetto anche di 2 m osservabili sino alla quota di circa 1050 m in corrispondenza della testata della paleofrana. In tutta l'area sono state rilevate grandi venute d'acqua e numerose zone di ristagno. Il deposito risulta essere praticamente saturo.



Dinamica del Torrente Merla

Il Torrente Merla è stato in passato interessato da fenomeni di colata detritica scaturiti da scivolamenti di materiale detritico in alveo contestualmente alla riattivazione di una paleofrana.

Allo stato attuale è difficile prevedere uno scenario di rischio. Permane il rischio che in concomitanza di piogge di una certa intensità si possano verificare altre frane di scivolamento lungo il tratto superiore della Valle Merla al di sopra degli 850 m s.l.m., con la possibile evoluzione di fenomeni di colata detritica che potrebbero raggiungere la parte apicale della conoide.

Opere di regimazione esistenti

In tempi recenti sono state realizzate, nell'area apicale della conoide, opere di protezione spondale e contenimento di eventuale trasporto solido.

Trattasi di opere migliorative in una situazione di elevato pericolo per le aree di apice della conoide.

Torrente Perlino

Il bacino del Torrente Perlino è per gran parte caratterizzato da coperture superficiali; il substrato roccioso affiora con discontinuità in prevalenza alla testata di valle e, a tratti, lungo il corso d'acqua.

Le numerose vallecole laterali all'asta principale del torrente contribuiscono decisamente all'apporto detritico, a causa della presenza anche in tali piccoli bacini di frequenti punti di crollo e di erosione, soprattutto in corrispondenza del versante orografico sinistro nel tratto completamente in territorio comunale di Dorio.

Nel tratto di monte il Torrente Perlino scorre all'interno di un versante mediamente acclive con frequenti fenomeni erosivi e piccoli dissesti superficiali soprattutto nelle aree interessate da un'elevata circolazione sotterranea. Nella parte di fondovalle il torrente scorre in un ampio cono di deiezione con pendenza non elevata. In passato la foce era situata in corrispondenza dell'attuale Hotel Risi.

In seguito agli interventi realizzati negli ultimi anni, il torrente si presenta quasi completamente regimato a partire dalla briglia selettiva a fessura e relativa vasca di accumulo posta in località Navascia a quota 513 m s.l.m. fino alla sua foce. In particolare, lungo questo tratto, si possono trovare 35 tra briglie e soglie, mentre i ponti che attraversano l'asta del Torrente Perlino sono sei.

Dinamica torrentizia

I dati reperibili sono limitati, ma nonostante questo consentono di individuare una discreta evoluzione torrentizia a partire dalla prima metà del XIX sec. Da tale data sino ai nostri giorni l'evoluzione torrentizia del Torrente Perlino è stata decisamente limitata con qualche episodio di seguito riportato:

- 1911: l'area maggiormente colpita fu il settore di pendio prossimo al cimitero di Villatico, con trasporto di massa di materiale detritico. In tale occasione si ebbe la demolizione di una serie di fabbricati;
- Anni '80: una piena ha creato danni alle opere di difesa esistenti;
- 1997: un evento meteorico con un tempo di ritorno T pari a 10 anni ha provocato il sovralluvionamento dell'area portuale di Colico a causa della chiusura della sezione dell'ultimo ponte prima dell'immissione nel lago da parte dei tronchi trasportati. Danneggiamento di un muro a quota 240 m s.l.m. in parte scalzato e deteriorato. Ostruzione con materiale e legname flottante della luce del ponte delle SS 36 del Lago di Como e dello Spluga con conseguente allagamento del collegamento stradale;
- 2008 e 2009: alluvionamento alveo ed opere.



I confronti cartografici hanno permesso di verificare una situazione di generale stallo della posizione morfologica del T. Perlino dal 1830, ad esclusione del tratto distale coincidente con l'immissione dello stesso nel Lago di Como. Il vecchio paleo alveo e di conseguenza il punto d'immissione nel lago avveniva all'incirca in corrispondenza dell'attuale Hotel Risi.

Opere di regimazione esistenti

Per quanto riguarda le opere di regimazione esistenti sul T. Perlino si riporta una cronologia delle opere realizzate:

2004 - "Opere di regimazione idraulica del Torrente Perlino e Inganna nei Comuni di Colico e Dorio"

Sono state realizzate opere in tre distinti settori di intervento:

Intervento 1: costituito dalla briglia selettiva a fessura, ubicata nella parte alta della piccola valle destinata ad ospitare gli interventi, e tutti gli interventi ad essa connessi: vasca di accumulo, argine di sbarramento ed il tratto di strada di servizio realizzata ex novo per accedere in sponda destra alla vasca;

Intervento 2: è costituito dalla briglia selettiva a griglia ubicata allo sbocco della valle, all'apice del conoide di deiezione del Perlino;

Intervento 3: adeguamento della pista carrabile esistente per renderla idonea come strada di servizio per consentire lo svaso e la manutenzione delle opere.

2007 - Opere di stabilizzazione paleofrana e monitoraggio Torrente Perlino e Minori, Loc. Bedolesso in comune di Dorio e Colico (LC)

Gli interventi hanno riguardato l'esecuzione di una serie di opere in grado di drenare le acque presenti all'interno del corpo frana in posizioni facilmente raggiungibili dalla viabilità esistente. Gli interventi in progetto possono essere così riassunti:

- Trincee drenanti
- Canale di gronda realizzato con massi a secco in modo da drenare le acque del versante oltre che realizzazione di tubazioni drenanti suborizzontali con lunghezza di 50 m in modo da captare anche le acque di infiltrazione profonda.
- Captazioni di acque di versante mediante realizzazione di soglie e briglie realizzate con pietrame e cls, scogliere di raccordo e posa di tubazione drenanti sub orizzontali di lunghezza 50 metri. Vasca di raccolta acque in cls e posa di condotta di adduzione dal monte Bedolesso al torrente Perlino.
- Sistema di monitoraggio.

2009 - "Lavori di pronto intervento per regimazione idraulica del torrente Perlino"

Gli interventi sono stati eseguiti ad ampliamento della vasca di accumulo più a monte esistente e a regimazione del tratto in ingresso ad essa, poiché in questa zona il corso d'acqua presentava ancora caratteristiche di tipo torrentizio, con elevate pendenze e andamento dell'alveo irregolare, caratterizzato da accumuli di materiale in alveo e privo di regimazioni spondali. La sistemazione idraulica ha previsto la realizzazione di opere per aumentare il volume di invaso della vasca oltre che un ripristino dell'attraversamento esistente più a monte che era in evidente pericolo di crollo. In sintesi gli interventi realizzati sono stati:



- Vasca: aumento della capacità di accumulo tramite demolizione della briglia esistente in corrispondenza del lato di monte della vasca stessa ed il rifacimento di una briglia, con caratteristiche sostanzialmente analoghe, in posizione arretrata;
- Rivestimento del fondo alveo in selciato realizzato con grossi massi sbozzati.
- Realizzazione di sponde in scogliera in massi ciclopici
- Riprofilatura fondo alveo e rifacimento canale con stabilizzare il fondo mediante formazione di soglie di fondo
- Realizzazione di soglia di fondo a stabilizzazione dell'alveo.

2011 - progetto "Opere di Regimazione idraulica del Torrente Perlino e realizzazione nuova briglia di trattenuta sul Torrente Perlino"

Le opere in oggetto sono inerenti alla sistemazione idraulica del Torrente Perlino, finalizzate ad ampliare la capacità di accumulo dei materiali fluitati in un tratto di alveo posto a monte del centro abitato di Colico, evitando, in tal modo, le possibili problematiche connesse ad eventuali colate idro-solide verso le sottostanti aree antropizzate.

Torrente Inganna

Presenta una superficie di circa 5 kmq ed un dislivello fra la quota più alta (2640 m) e lo sbocco sul conoide (450 m) di 2190 m. Dal punto di vista litologico - strutturale l'area sottesa dal bacino risulta discretamente tettonizzata; le unità scistose del Monte Legnone, sono attraversate da differenti sistemi di frattura che si esplicano in forma di notevoli zone cataclasate.

Dinamica del torrente Inganna

Da un'analisi storica i dati reperiti permettono di definire un'evoluzione torrentizia del Torrente Inganna discreta, perlomeno dalla seconda metà del XV secolo. In particolare:

- 1469: piena del torrente Inganna. Nel giugno del 1469 la piena del torrente provocò gravi danni all'abitato di Colico; seppellì l'allora importante centro di S. Giorgio ed il primitivo nucleo di Colico.
- Secolo XV: periodiche esondazioni. I dati storici individuano una continua dinamica torrentizia con azione distruttiva nella parte alta del conoide. Nella parte distale, l'apporto continuo di materiale fine (ben riscontrato negli scavi e nelle indagini geognostiche), contribuiva a rendere paludoso gran parte dell'antico pascolo. E' in tale periodo (probabilmente) che si annovera una delle travolgenti alluvioni del T. Inganna che distrusse e fece diventare alcuni luoghi un "deserto", da cui la località della frazione di Curcio. In tale sito l'antico cascinale denominato "Deserto" fu costruito nel 1600 e esiste ancora tutt'oggi.
- Secolo XVIII. In tale periodo si ebbe probabilmente un ulteriore evento distruttivo, che interessò l'antica chiesa di S. Giorgio, di cui oggi rimane la piccola cappelletta lungo la via Nazionale;
- Anni '80: una recente piena ha creato danni alle opere di difesa esistenti;
- 1820 Prime Opere di difesa realizzate dall'Ing. Roussellin all'apice del T. Inganna in loc. Robustello, con difese spondali a protezione delle frazioni di Villatico e di Colico.
- 1951. Alluvione e divagazione del torrente Inganna

Opere di regimazione esistenti



Si è provveduto negli anni passati ad effettuare una serie di interventi lungo l'asta torrentizia, sia nel tratto di monte sia nel tratto di conoide, ove gli interventi si rendono necessari per la protezione dei nuclei abitati presenti. Ulteriori opere e manutenzioni hanno portato alla ripermetrazione delle aree ex L. 267/98.

Per quanto attiene l'alveo nella parte montana sono presenti, nel tratto compreso fra la quota 650 e 450, una serie di briglie di contenimento, che contribuiscono alla regolarizzazione del fondo ed al conseguente rallentamento dei detriti trasportati dalla corrente.

Le difese spondali sono pressochè assenti e limitate ad un piccolo tratto in destra idrografica, a quota 500.

Nella parte di conoide sono stati, nei tempi passati, predisposti alcuni progetti di sistemazione dell'alveo, che per gran parte del suo percorso risulta regimato sia con opere trasversali che con interventi longitudinali.

Gli interventi effettuati consistono in una serie di briglie ravvicinate di compensazione del profilo longitudinale dell'asta torrentizia ed arginature in sinistra e destra idrografica.

La sezione è decisamente ampia (media di 30 m) e garantiscono un buon deflusso alle acqua di piena; gli interventi terminano poco prima della statale 36, per poi riprendere immediatamente a valle della stessa, per tutto il restante percorso del torrente.

Una situazione particolare si determina nel tratto centrale del corso d'acqua, ove l'alveo è stato regimato con una serie di opere trasversali; queste, completamente pianeggianti, sono prive di una gaveta centrale e presentano un'altezza che determina, in alcune situazioni, un franco negli argini laterali di poco superiore a 50 cm. In questo tratto, l'alveo è molto ampio ed è in grado di defluire l'onda di piena, ma occasionali accumuli detritici possono produrre deviazioni nella corrente verso il lato destro ove, oltre alla limitata altezza dell'argine nel punto di ammorsamento della briglia, l'alveo risulta notevolmente pensile. Lungo la conoide si individuano sostanzialmente alcuni punti critici in cui il corso d'acqua potrebbe, in caso di eventi meteorologici significativi, creare dei problemi:

- Attraversamento strada comunale Villatico – Chiaro
- Attraversamento strada SS 36
- Il tratto prossimo alla strada provinciale statale, e del tratto di FFSS;
- Il tratto a valle della ferrovia.
- Tratto apicale di Conoide

Nelle Tavole di P.S. 267 la conoide del T. Inganna risulta Zonata e si individuano alcuni settori di rischio; la valutazione effettuata individua dubbi sulla validità dei processi di esondazione all'apice del conoide, ove la sponda destra idrografica risulta decisamente più bassa (almeno 2 m) rispetto a quella sinistra e non presenta (quella destra) opere di difesa.

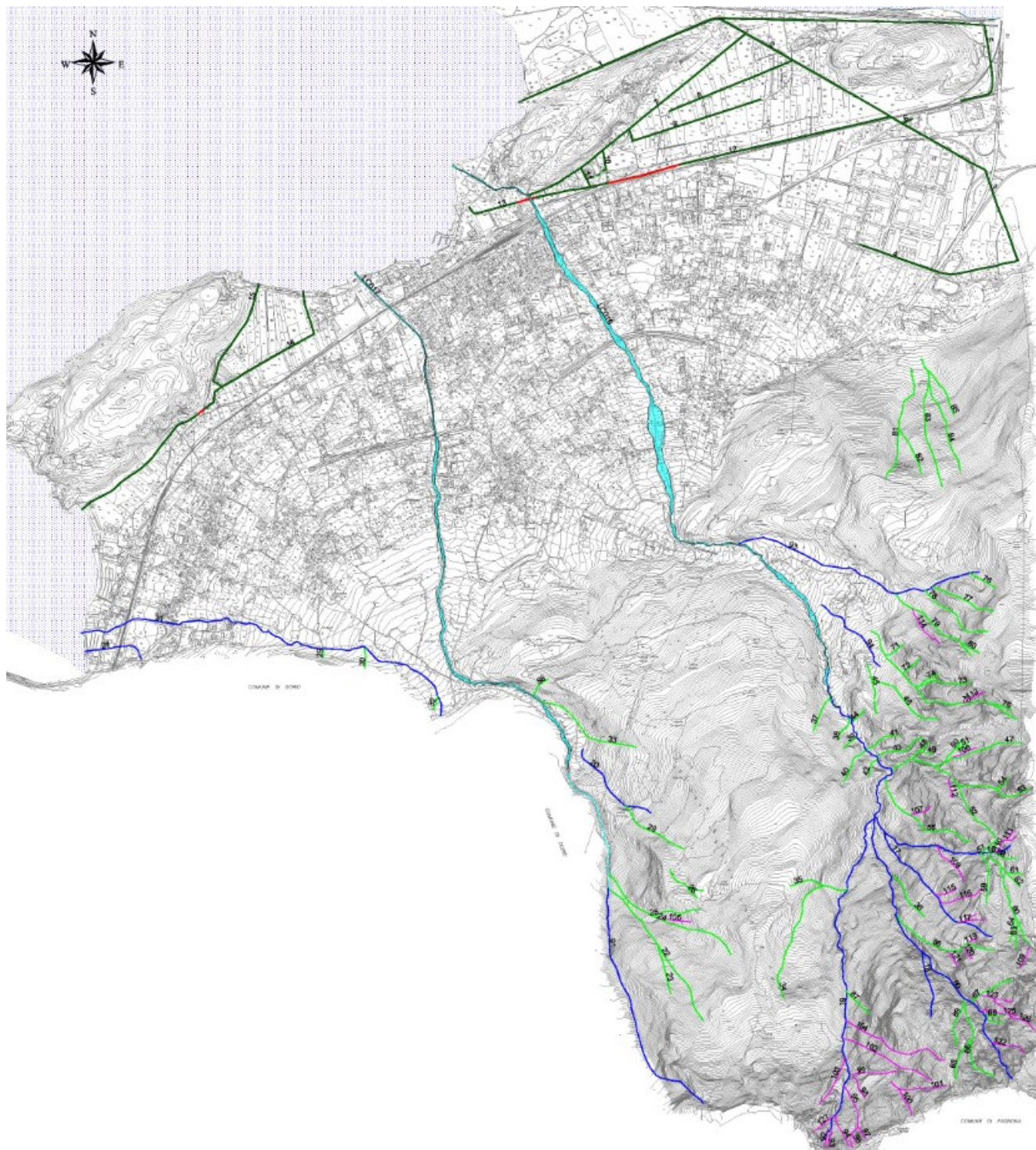
Si ritiene pertanto che possano sussistere elementi tali da ipotizzare, in caso di piena catastrofica e/o trasporto di massa, rischi di esondazione in destra idrografica.

Tale eventualità potrebbe determinare lo scorrimento di acque e/o materiale lungo la strada comunale Chiaro – Robustello, che, come la maggior parte delle strade, percorre quello che anticamente era un paleoalveo.

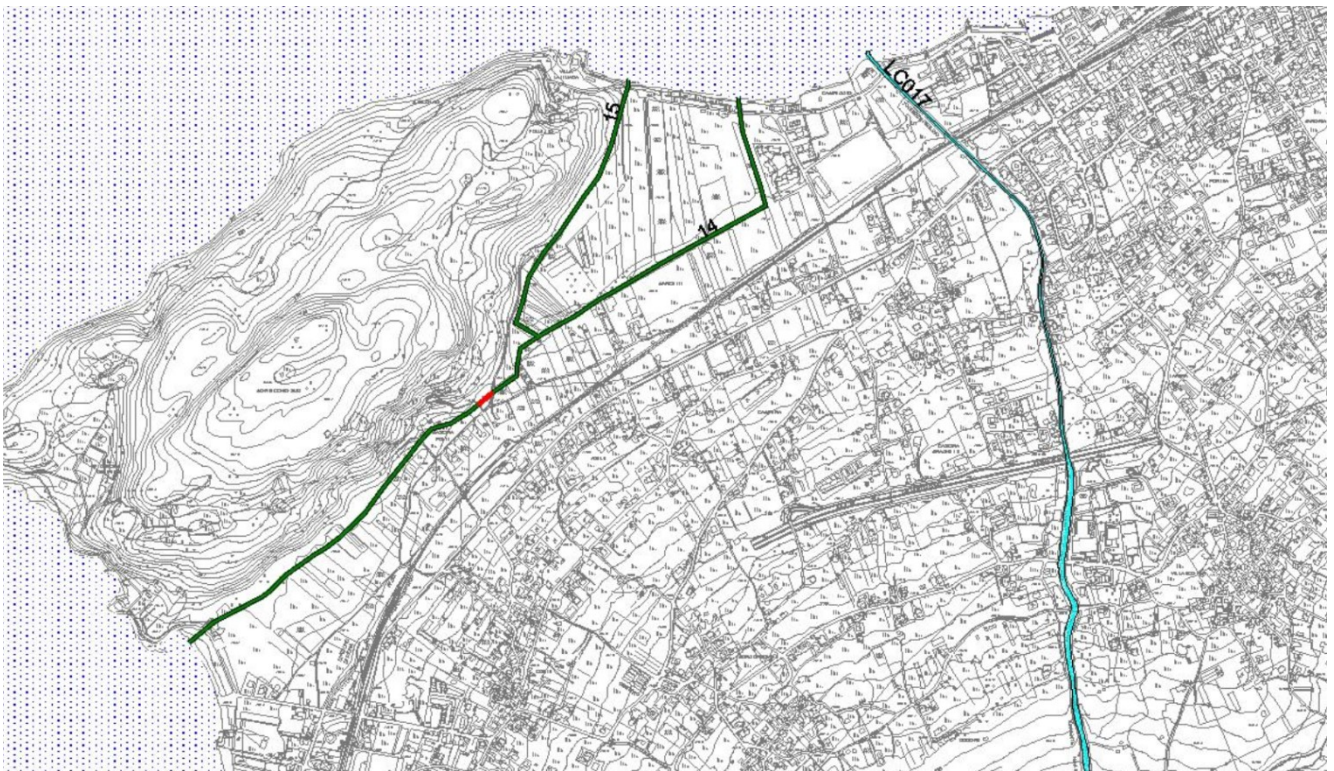
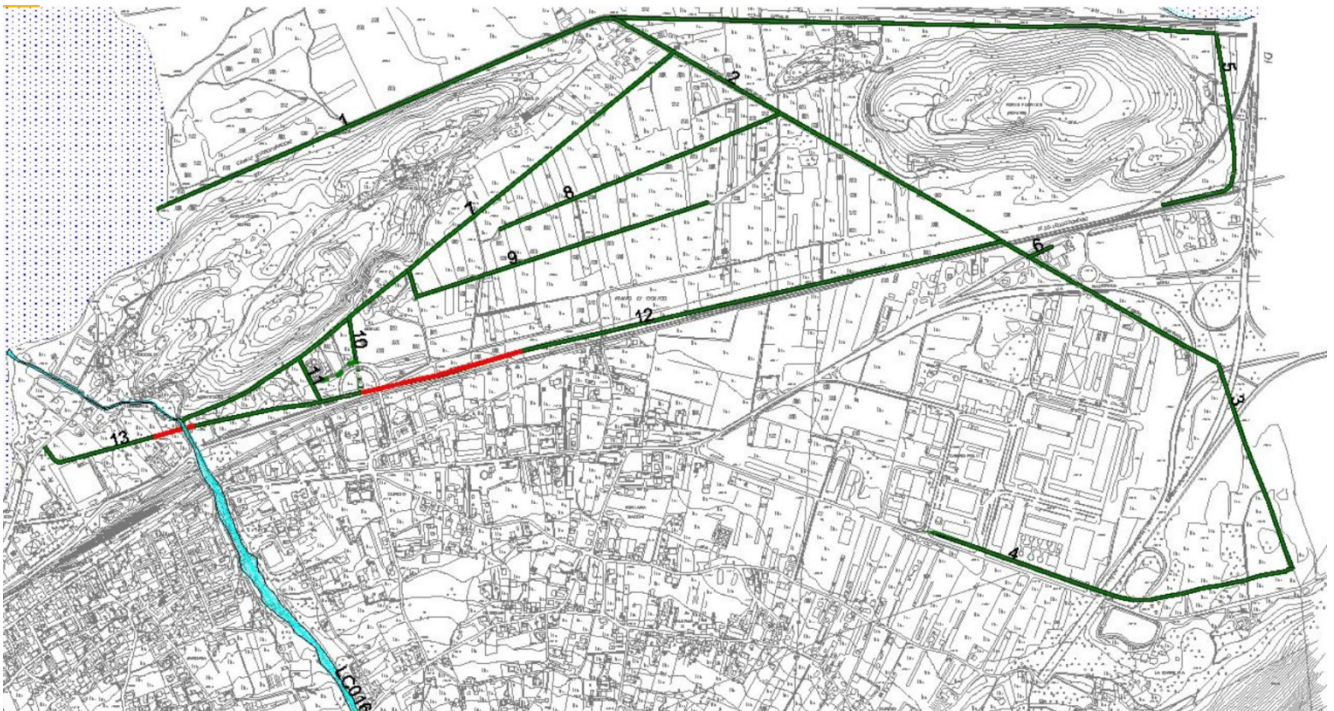


3.2 RETICOLO IDRICO MINORE

Il reticolo idrico minore del comune di Colico è prevalentemente impostato lungo i versanti montuosi. In ambito comunale sono preseti diversi canali derivazione, colatori e rogge nell'area di Piano di Colico e nella zona Marcelli/Campeggi.



Carta del reticolo idrografico.



Estratti delle zone ove sono presenti canali derivatori, colatori e rogge.



4 ANALISI CLIMATICA ED EVENTI PLUVIOMETRICI

L'area di studio è ideologicamente appartenete al bacino dell'Adda lacuale. Per l'analisi del regime pluviometrico dell'area di studio sono stati raccolti i dati disponibili nelle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano, ora Magistrato del Po (Annali sezione di Parma) disponibili per le stazioni di Premana, Casargo, Bellano, Fuente, Premana-Pagnona, Colico, Bellagio, Lecco e Traona.

Sono stati inoltre analizzati i dati delle stazioni del monte Bedolesso, installata con fondi della Comunità Montana, e di Barzio, di gestione privata. I dati pluviometrici coprono nel complesso una finestra temporale di 50 anni dal 1954 al 2003. Per ogni stazione sono stati analizzati i dati di precipitazione giornaliera costruendo curve cumulate estese ai relativi periodi di osservazione. Ove possibile è stata ricavata anche l'intensità oraria di precipitazione in occorrenza dei principali eventi alluvionali (stazioni di Bellano, Barzio e Lecco).

I dati sono riferiti allo studio eseguito dall'Università Milano – Bicocca dal titolo “studio geologico, geotecnico, geomeccanico e di pericolosità del versante fronte lago comprendente i comuni di Colico, Dervio e Bellano”.

4.1.1 Precipitazioni annue

Nella Provincia di Lecco si registrano valori di piovosità media variabili tra 1200 e 2100 mm/anno. Il gradiente di distribuzione, pur tenendo conto dell'aumento di precipitazione con la quota, è abbastanza regolare verso la zona del centro lago in cui è posizionato il picco di piovosità collocato sul Triangolo Lariano.

Dall'analisi dei dati raccolti nella carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del tetti torio alpino lombardo (Ceriani e Carelli, 1999) è evidente una diminuzione graduale della piovosità verso Nord con la presenza di una zona abbastanza livellata sui 1500 mm circa in corrispondenza della zona tra Bellano e Colico. Per l'area di studio stata calcolata per ciascuna delle stazioni pluviometriche la media delle precipitazioni annue riferite ai periodi di rilevazione.

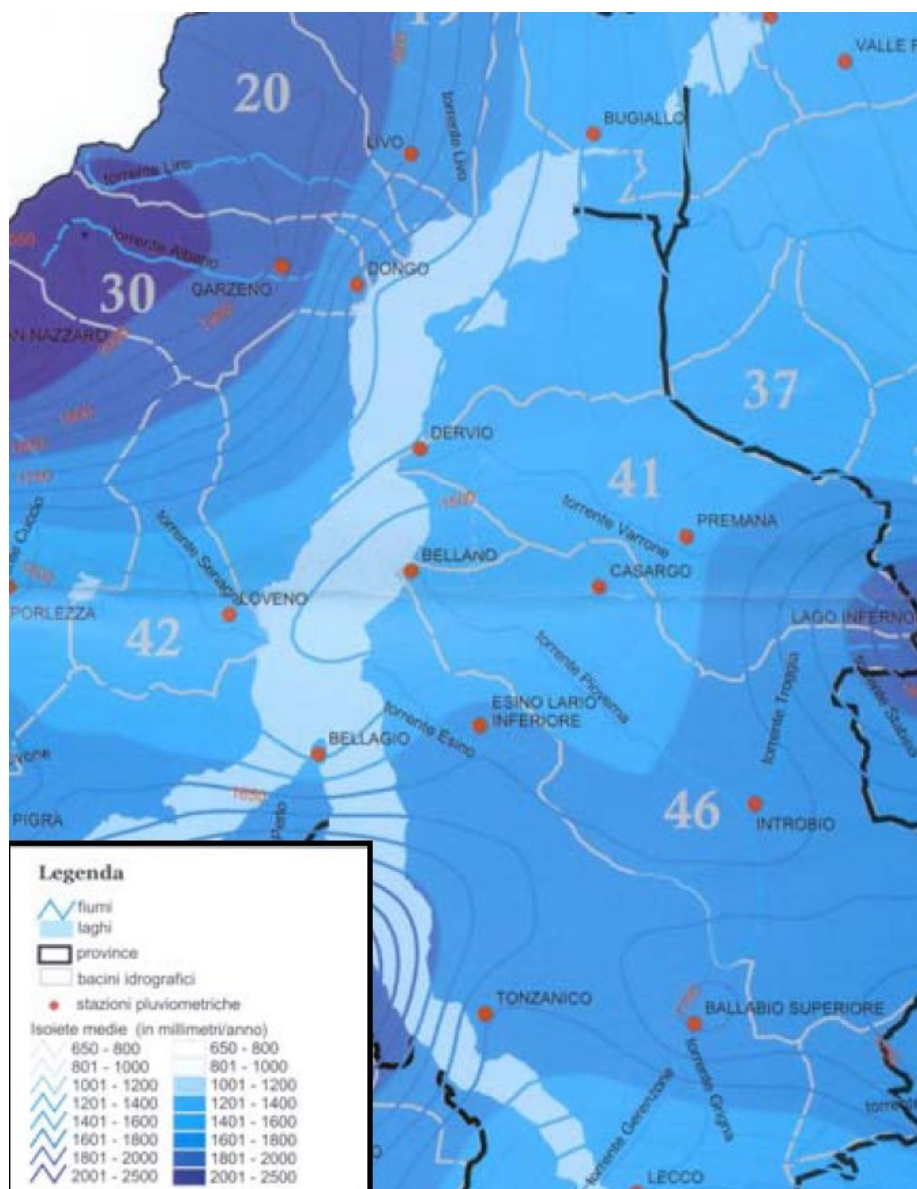
Tabella precipitazioni medie annue.

Stazione	Quota [m sl.m.]	Precipitazione media [mm]	n. anni di misura
Premana	942	1523	81
Villatico	227	1486	38
Barzio	615	1495	33
Bellano	206	1375	69
Lecco centro	212	1489	10
Introbio	600	1821	11
Casargo	825	1550	10
Fuentes	203	1110	11

Dal punto di vista del regime pluviometrico, l'area di studio è divisibile in almeno tre settori:

- L'area a Nord dell'allineamento penisola di Piona – Monte Legnoncino – Monte Legnone;
- La zona fronte lago tra Dorio e Bellano;
- Le zone interne delle Valli del T.Varrone e del T.Pioverna.

La prima area è caratterizzata da una piovosità annua media di 1550 mm, quantitativo nettamente maggiore rispetto alla precipitazione media della zona di Bellano, caratterizzata da una media di circa 1300 mm.

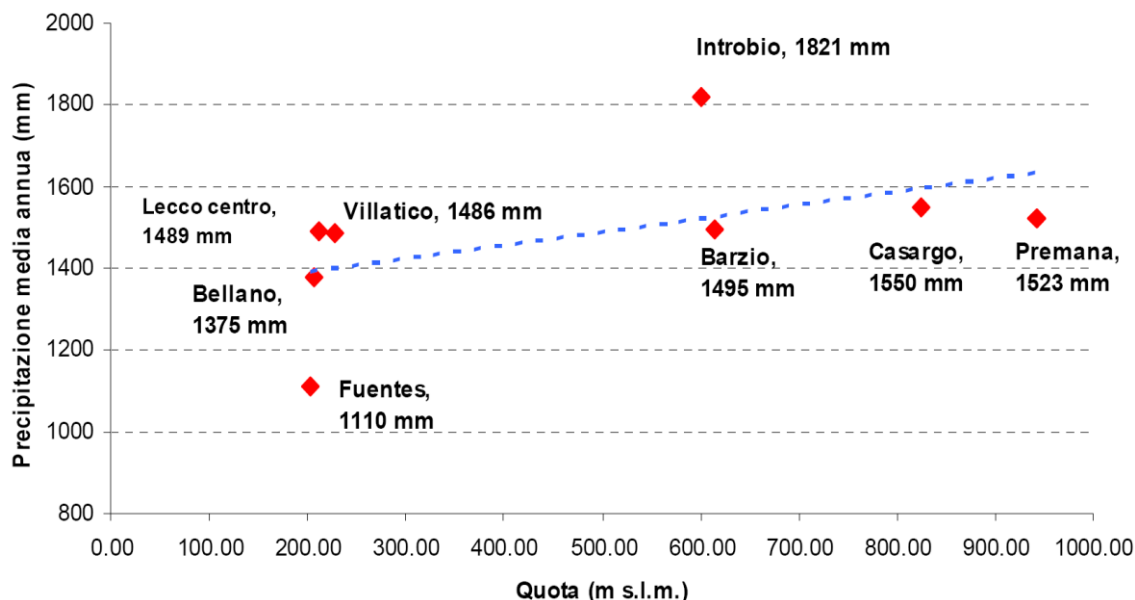


Precipitazioni medie annue.



Proseguendo verso l'interno della Val Varrone e del Pioverna si nota un generale aumento del valore di precipitazione media annua superando anche i 1600 mm all'anno di pioggia.

Nei grafici che seguono sono riportati i valori di precipitazione media annua rapportati alla quota della stazione pluviometrica. Il tasso di aumento di precipitazione annua con la quota per l'area di studio è pari a 300 mm ogni 100 m di quota.



Andamento delle precipitazioni rispetto alla quota.

4.1.2 Precipitazioni mensili

L'andamento delle precipitazioni mensili è analogo per tutte le stazioni considerate. I valori medi, calcolati sul periodo di osservazione di ogni stazione, sono generalmente superiori ai 150 mm per i mesi compresi tra maggio ed ottobre.

Tabella valori medi mensili di precipitazione, registrati per un periodo di osservazione di almeno 30 anni.

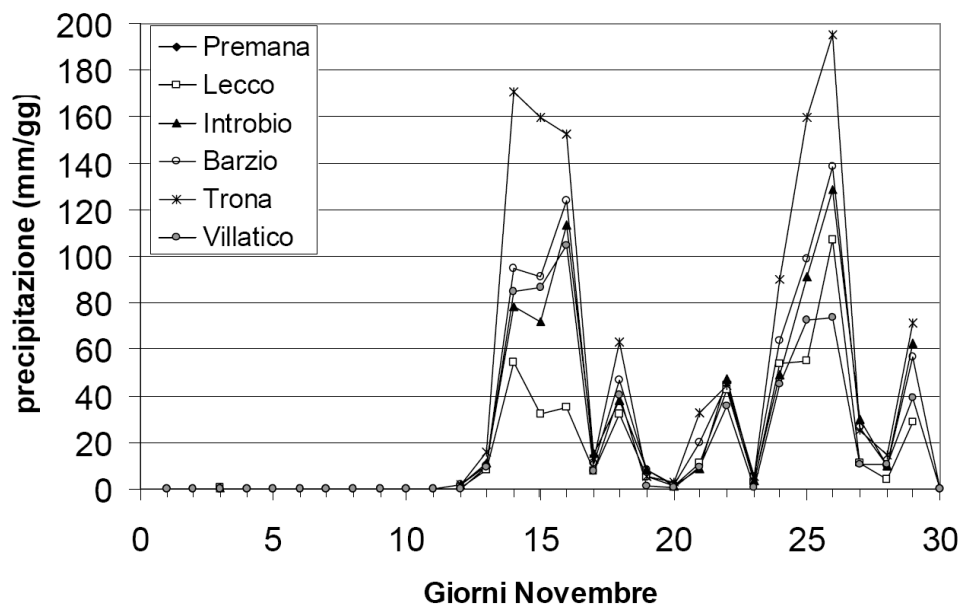
Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Bellano	54.5	53.7	77.9	117.3	161.8	153.4	135.9	150.0	150.7	139.2	120.7	60.4
Villatico	46.6	60.3	76.8	119.4	165.8	152.0	158.9	163.7	131.7	152.7	169.3	65.4
Barzio	70.3	57.6	81.9	143.6	189.8	176.9	137.1	155.3	153.3	159.8	111.5	57.0
Premana	55.8	53.5	79.4	130.1	185.9	170.1	158.7	172.3	147.8	162.1	141.2	66.0

Il mese mediamente più piovoso è maggio (con valori medi compresi tra 160 e 190 mm a seconda della stazione di misura considerata). Novembre, pur presentando una piovosità media non eccezionale, è il mese caratterizzato dalla maggiore variabilità e proprio nel mese di novembre sono stati registrati i massimi valori di precipitazione cumulata.



Tabella valori massimi mensili riferiti sempre al mese di novembre. Il massimo valore cumulato è stato registrato nel Novembre 2002 in tutte le stazioni per le quali fosse disponibile il dato.

Stazione	Mm	Anno
Lecco centro	493	2002
Bellano	528	1926
Villatico	632	2002
Barzio	325	1996
Premana	710	2002
Fuentes	397	2000



Andamento delle precipitazioni registrate ad alcune stazioni di misura nel novembre del 2002.

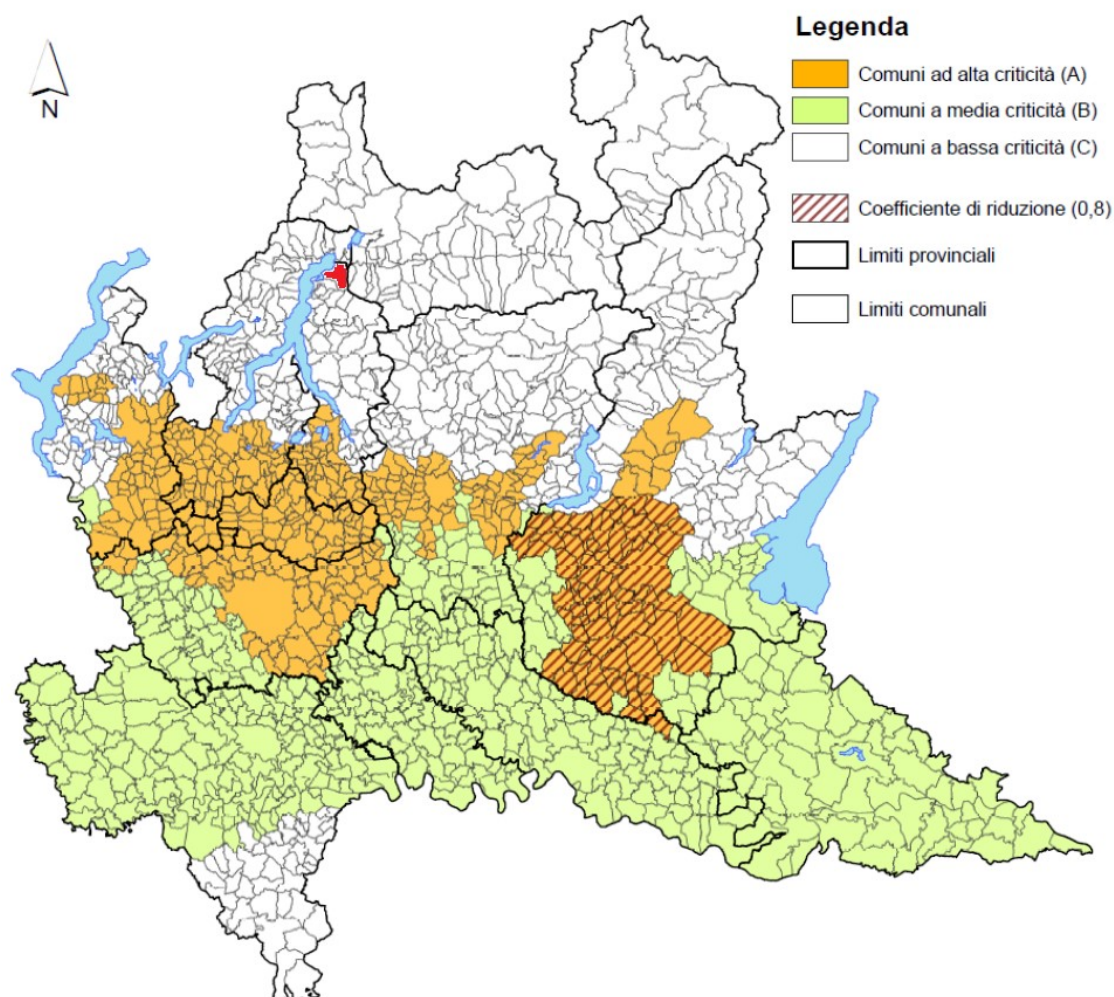


4.2 AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL R.R. N.7 23.11.2017 E S.M.I.

Ai fini della redazione del regolamento, il territorio è stato classificato e suddiviso in 3 categorie in ragione della stima della criticità idraulica cui esso è soggetto. Le 3 categorie così definite sono:

- “A” elevata criticità idraulica: massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 10 l/s 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;
- “C” bassa criticità idraulica: massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Ai sensi del R.r. n.8 del 19 aprile 2019 il Comune di Colico è classificato come ambito territoriale C a bassa criticità idraulica.



Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica: Comune di Colico localizzato da poligono rosso.



Per queste aree a bassa criticità idraulica (C) il Regolamento prevede 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).

Nel caso di interventi ricadenti in area C, il volume minimo d'invaso o complesso degli invasi di laminazione deve essere 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (art. 12 comma 2 R.r. n.7/2017).

Il Comune di Colico ricadendo in area C non è tenuto a redigere lo "studio comunale di gestione del rischio idraulico" di cui all'art. 14 del R.r. 23 novembre 2017 n.7.



5 STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

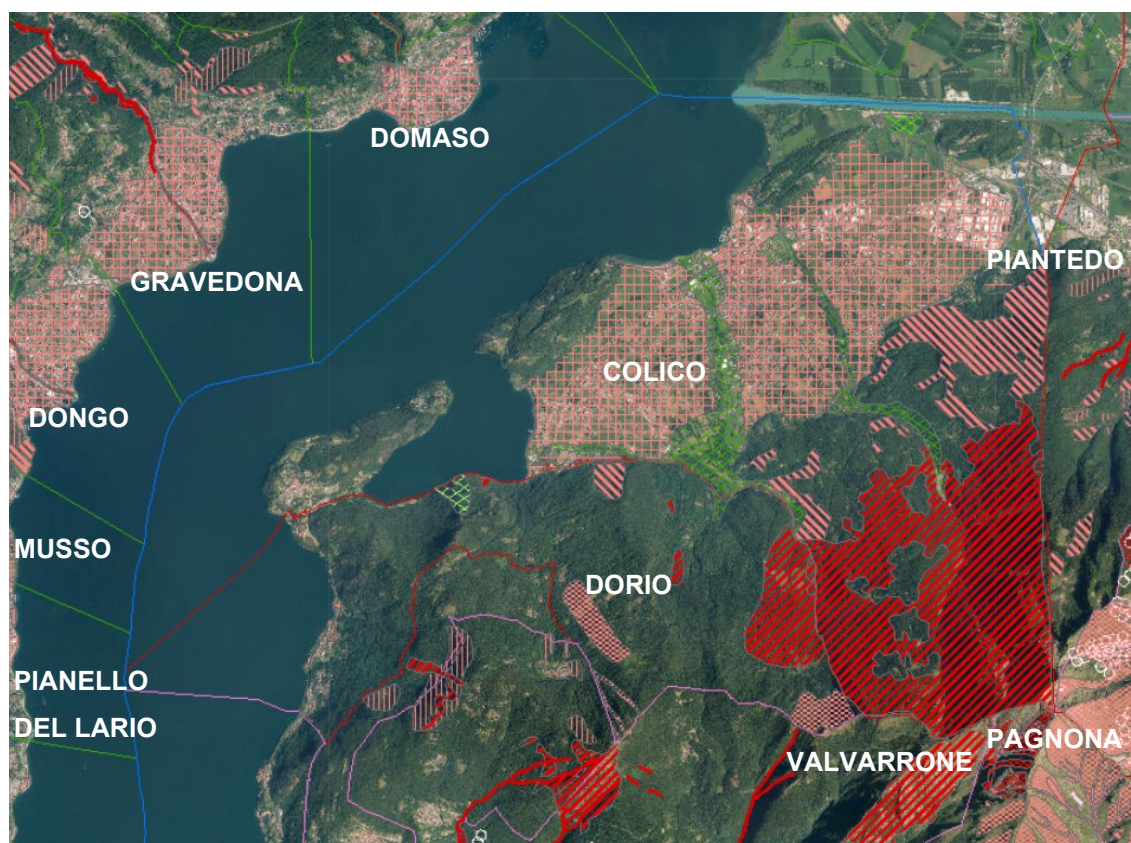
5.1 PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT

5.1.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po

All'interno del territorio comunale di Colico sono riportate le aree interessate da fenomeni di dissesto, regolamentati dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici come segue:

- Frane:
 - o Fa, aree interessate da frane attive – (pericolosità molto elevata);
 - o Fq, aree interessate da frane quiescenti – (pericolosità elevata);
 - o Dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, trasporto di massa);
- Dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, trasporto di massa):
 - o Ee, aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni con pericolosità elevata;
 - o Em, aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni con pericolosità moderata o media.
- Trasporto di massa sui conoidi:
 - o Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte – (pericolosità molto elevata);
 - o Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata);
- Valanghe:
 - o Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata.

Sono inoltre presenti le aree a rischio idrogeologico molto elevato (ambiti di frana classificati come "Zona 1" e "Zona 2" e gli ambiti di esondazione evidenziati come "Zona 1" e "Zona 2"), e le fasce fluviali del Fiume Adda (Fasce A, B, C).



Dissesti lineari

- ESONDAZIONI: Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)/Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità elevata non perimetrata (Eb)/Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)/Modifiche e integrazioni
- VALANGHE: Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)/Modifiche e integrazioni
- VALANGHE: Area a pericolosità media o modesta non perimetrata (Vm)/Modifiche e integrazioni
- Non valutato

Dissesti poligonali

- FRANE: Area di frana attiva (Fa)/Modifiche e integrazioni
- FRANE: Area di frana quiescente (Fq)/Modifiche e integrazioni
- FRANE: Area di frana stabilizzata (Fs)/Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità molto elevata (Ee)/Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità elevata (Eb)/Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità media o moderata (Em)/Modifiche e integrazioni
- CONOIDI: Area di conoide attivo non protetta (Ca)/Modifiche e integrazioni
- CONOIDI: Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)/Modifiche e integrazioni
- CONOIDI: Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)/Modifiche e integrazioni
- VALANGHE: Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)/Modifiche e integrazioni
- VALANGHE: Area a pericolosità media o modesta (Vm)/Modifiche e integrazioni
- Non valutato

Aree RME vigenti

- Frane: Zona 1
- Frane: Zona 2
- Esondazioni: Zona 1
- Esondazioni: Zona 2
- Esondazioni: Zona I
- Esondazioni: Zona B-Pr
- Conoidi: Zona 1
- Conoidi: Zona 2
- Valanghe: Zona 1
- Valanghe: Zona 2

Estratto carta P.A.I. (fonte Geoportale Regione Lombardia).



Il limite settentrionale del territorio comunale corrisponde all'asse del Fiume Adda. In questa zona sono presenti le fasce A, B e C del P.A.I..

La fascia A comprende l'alveo del Fiume Adda. Le fasce B e C coincidono ad eccezione della zona piana ad Est del rilievo denominato "Monteggiolo", ove è presente solamente la fascia C.

Entrambe le fasce comprendono zone destinate principalmente agricola con la presenza di isolati immobili.

La zona settentrionale comprende altresì la conoide alluvionale del Torrente Inganna (in dx orografica).

La zona centrale del Comune di Colico è attraversata dai Torrenti Inganna e Torrente Perlino. Lungo entrambi i corsi d'acqua, per tutta la loro estensione, vige la Zona 1 del P.A.I. (ambito di esondazione), mentre localmente la Zona 2 (ambito di esondazione).

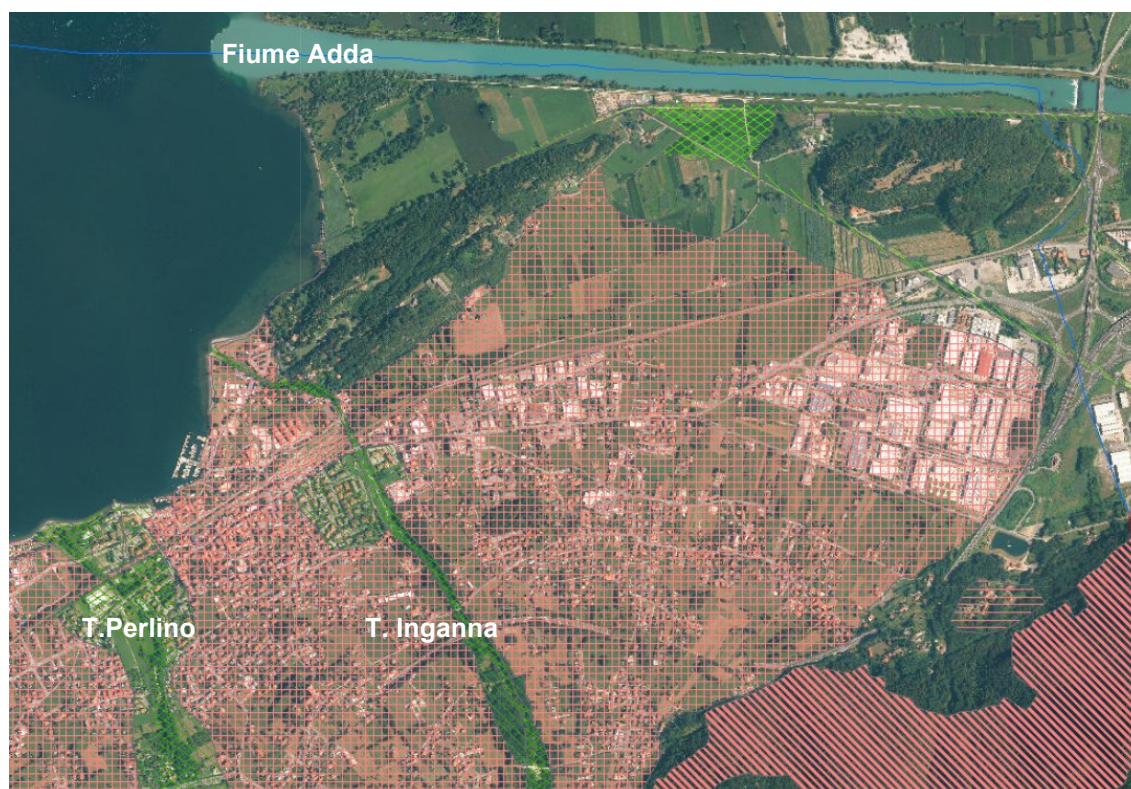
Inoltre tutto questo settore è perimetrato dal P.A.I. come "area di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa".

La zona in sinistra orografica del Torrente Perlino fino alla sponda orientale della "laghetto di Piona" viene classificato dal P.A.I. come "area di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa". Essa corrisponde al settore occidentale dell'abitato di Colico.

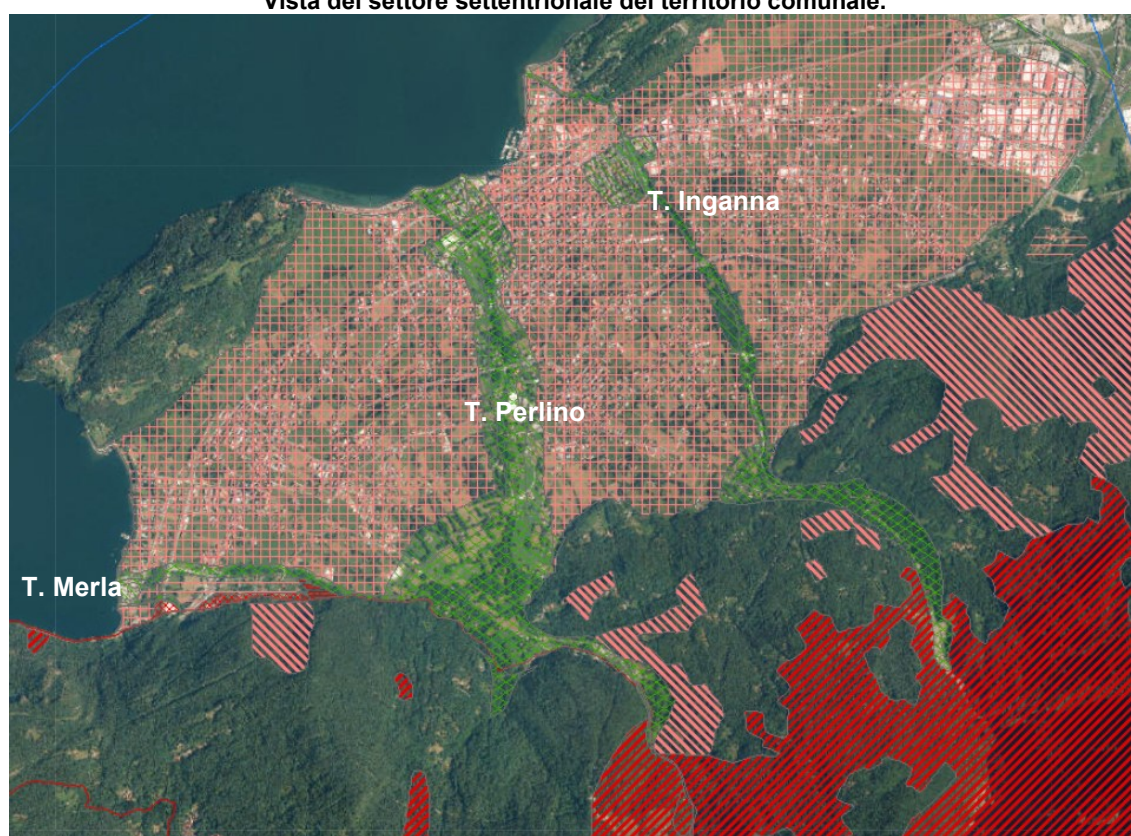
Inoltre è presente il Torrente Merla, lungo il quale vengono individuate dal P.A.I. zone a rischio idrogeologico molto elevato per esondazione, corrispondenti alla Zona 1 e Zona 2.

Per la restante porzione di territorio comunale, corrispondente alla penisola di Piona, non sono presenti aree assoggettate al Piano di Assetto Idrogeologico.

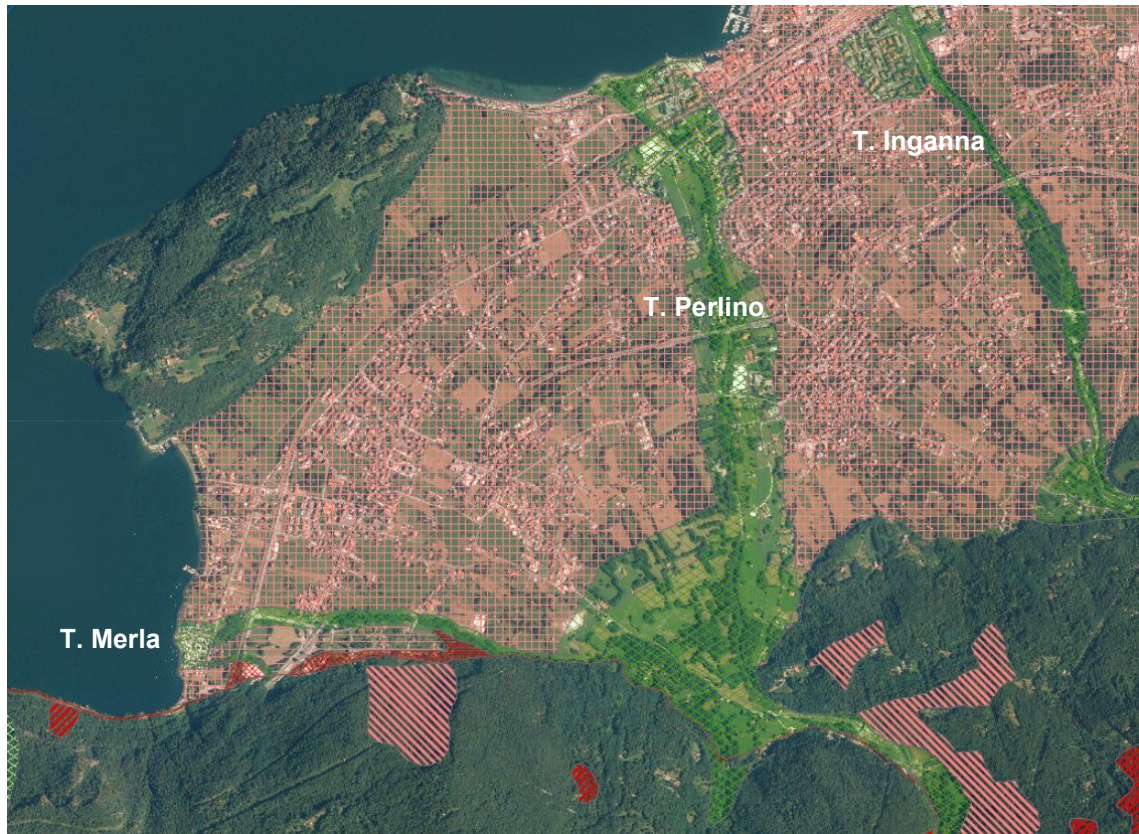
Di seguito si riportano una serie di elaborati cartografici tratti dal Geoportale Regione Lombardia.



Vista del settore settentrionale del territorio comunale.



Vista del settore centrale del territorio comunale.



Vista del settore orientale del territorio comunale.



Penisola di Piona.



5.1.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE per ogni distretto idrografico, nasce con lo scopo di orientare l'azione sulle aree a rischio significativo, definendo gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori.

Le misure del piano si sono concentrate su tre obiettivi principali che sono:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

L'utilizzo di questo strumento si è reso necessario in quanto risulta essere un ottimo aiuto per lo studio dell'interazione tra le principali criticità idrogeologiche censite sul territorio con l'urbanizzato e le principali infrastrutture presenti.

In particolare l'attenzione è ricaduta sulle mappe del rischio che segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) 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).

5.1.2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PGRA

La Direttiva 2007/60/CE o Direttiva Alluvioni in quanto relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni, introduce per gli stati membri l'obbligo di dotarsi di un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e di un Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) per la salvaguardia della vita umana e dei beni esposti e la mitigazione dei danni derivanti dalle alluvioni.

Essa istituisce un quadro omogeneo a livello europeo per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni con la finalità di ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni in tutto il territorio della Comunità.

La Direttiva è stata recepita dal diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, che ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni prevedendo la predisposizione del PGRA nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Il processo di pianificazione è articolato in 3 fasi:

1. Valutazione preliminare del rischio di alluvioni - L'esistenza sul territorio italiano della pianificazione di bacino redatta dalle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ai sensi della Legge 183/89 e, in particolare, la vigenza dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) integrati ai sensi della Legge 267/98 ha portato a decidere a livello nazionale di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni ritenendo il livello delle informazioni contenute nei piani adeguato ai requisiti richiesti e di procedere quindi direttamente alla elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni;
2. predisposizione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni;
3. redazione di un piano di gestione del rischio di alluvioni sulla base degli esiti delle mappe di cui al punto precedente.



5.1.2.2 MAPPATURA DI PERICOLOSITÀ E DI RISCHIO

Le mappe di pericolosità e del rischio alluvioni rappresentano lo strumento di valutazione e di gestione del rischio (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE).

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

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

In particolare le mappe della pericolosità riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) distinti con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento. Esse sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella degli scenari di inondazione.

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale			
Scenario	Tempo di ritorno		RP	RSCM	RSP	ACL
Elevata probabilità di alluvioni (H=high)	20-50 anni (frequente)	P3 Elevata	10-20 anni	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni
Media probabilità di alluvioni (M=medium)	100-200 anni (poco frequente)	P2 Media	100-200 anni	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L=low)	> 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 Bassa	500 anni	Em, Cn	-	Massimo storico registrato

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) 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).

Tali mappature sono il risultato finale dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti raggruppati in classi di danno potenziale omogenee.



Esse rappresentano una sintesi delle informazioni derivate dalle banche dati regionali, che tuttavia sono risultate significativamente eterogenee fra loro, principalmente per asincronia del momento di rilevamenti dei dati, ma anche per il diverso livello di dettaglio con il quale i dati sono stati rilevati.

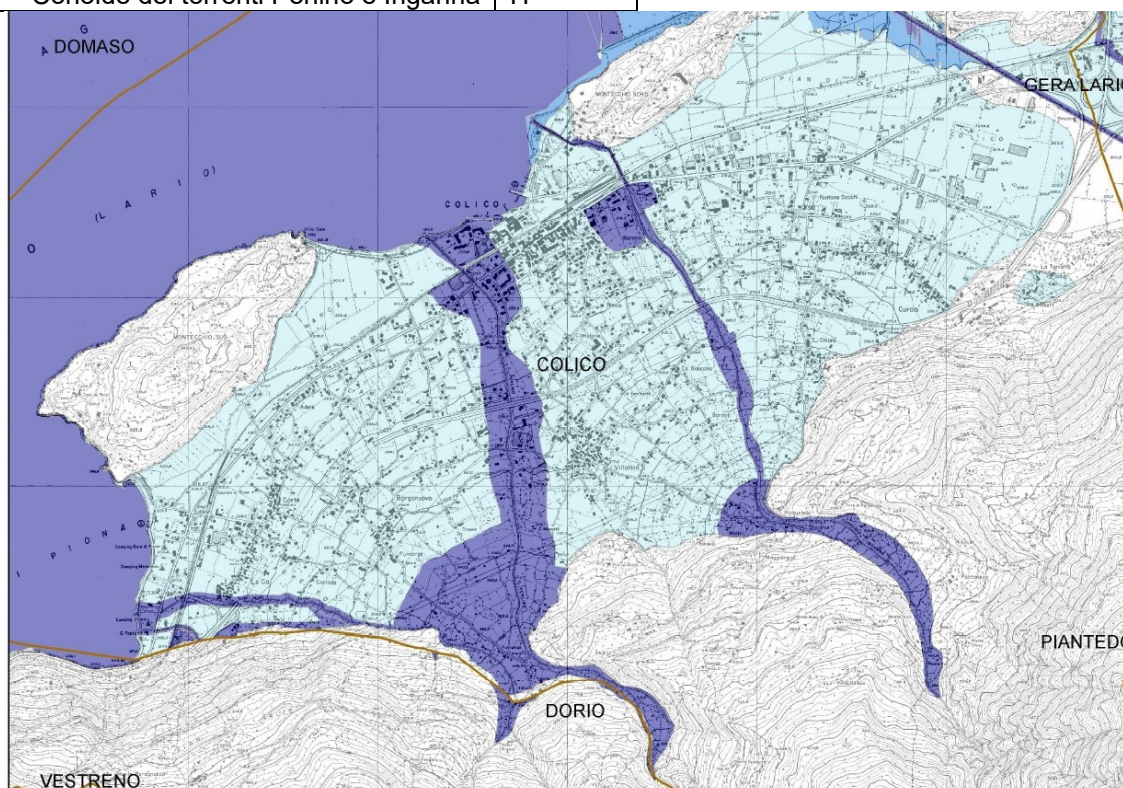
L'Allegato 2 delle "Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Po", così come integrare dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n.5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po" (Deliberazione n. X/6738 seduta del 19.06.2017), il territorio comunale di Colico ricade in "Area a Rischio Significativo RL02 Colico – Torrenti Perlino e Inganna". Inoltre ricade in area ACL e RP.

Codice ARS	Nome ARS	Bacino (Sottobacino)	Comuni coinvolti	Prov.
RL02	Colico – Torrenti Perlino e Inganna	Adda sopralacuale	Colico, Dorio	CO-LC

Entro il bacino idrografico dei Torrenti Perlino e Inganna sono presenti diversi dissesti attivi che generano elevato trasporto solido anche per eventi frequenti. La strada statale costituisce un ostacolo al deflusso delle portate liquide e solide con possibili interessamenti dell'abitato ad uso residenziale, turistico - ricettivo e aree con impianti tecnologici. La conoide è già classificata come area a rischio idrogeologico molto elevato nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po. Il P.G.R.A. classifica il Torrente Merla come ambito RSCM a pericolosità H.

Scenari di pericolosità:

Ambito Territoriale	Scenario
RSCM – Conoide dei torrenti Perlino e Inganna	H

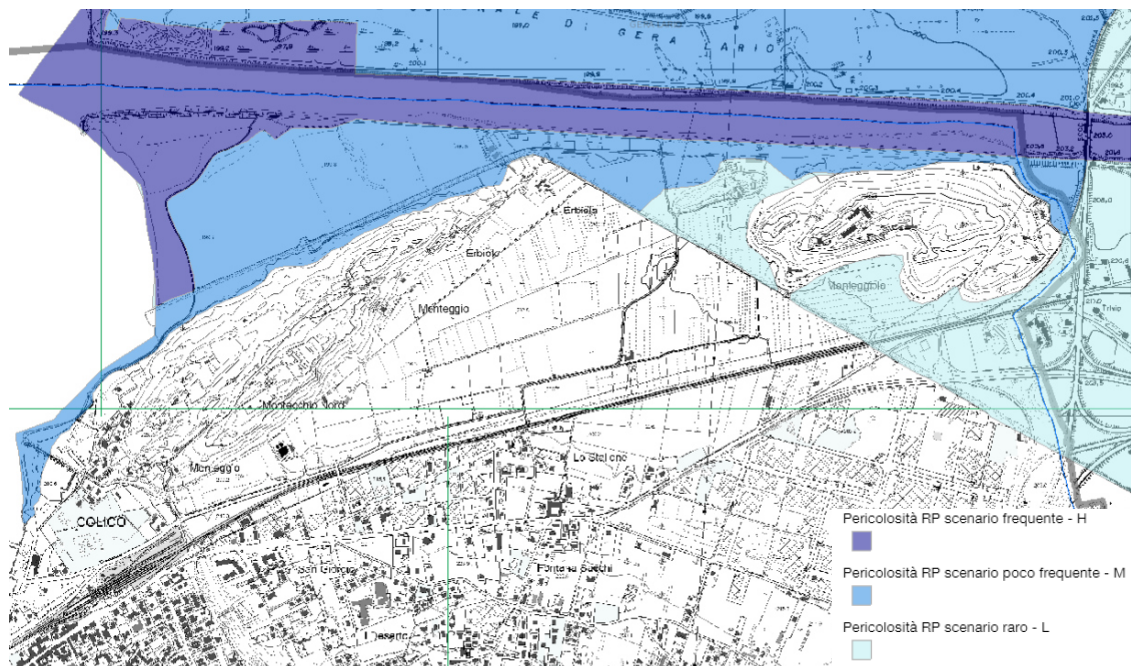


Estratto cartografico della mappa di pericolosità ARS RL02 Colico



Per quel che concerne l'ambito RP, il settore settentrionale del territorio comunale, ricompreso nelle fasce del P.A.I., è stato classificato nei tre gradi di pericolosità (H, M, e L) in relazione all'appetenza della fascia fluviale. In particolare lungo il ventaglio della foce del Fiume Adda, l'area a pericolosità H è più ampia della fascia A, e comprende parte dell'area inserita nella fascia B.

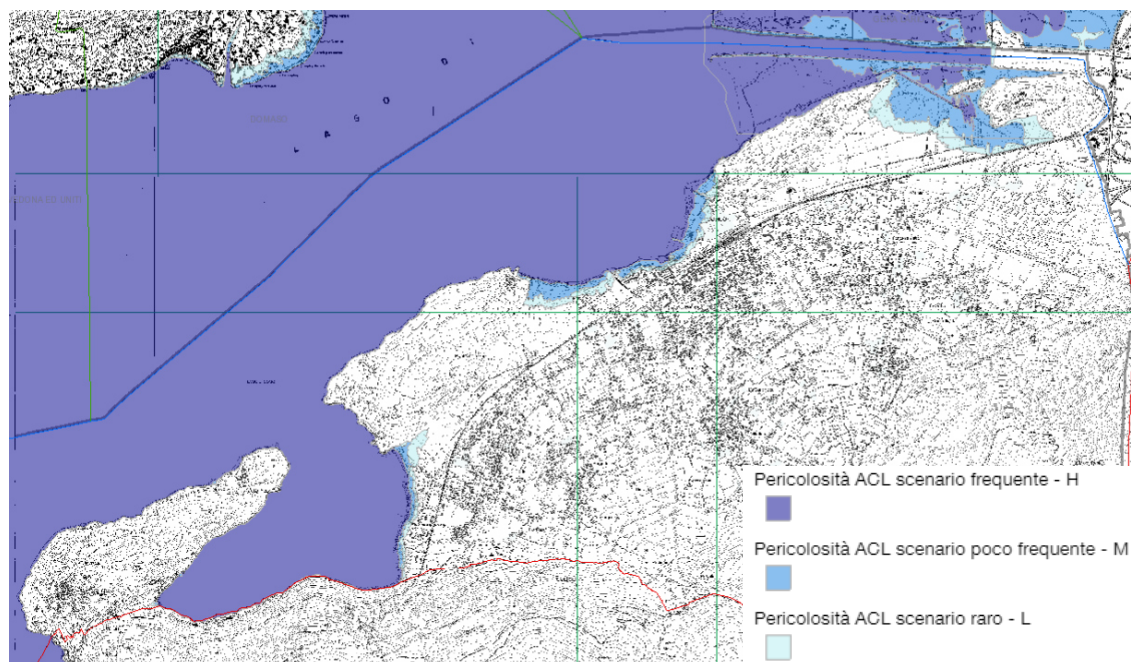
Quest'ultima area è stata classificata dal P.G.R.A. come area a pericolosità media (M). Il territorio appartenente alla fascia C, invece, è stato classificato dalla Direttiva Alluvioni come a pericolosità bassa (L).



Estratto cartografico della mappa della pericolosità, ambito RP.

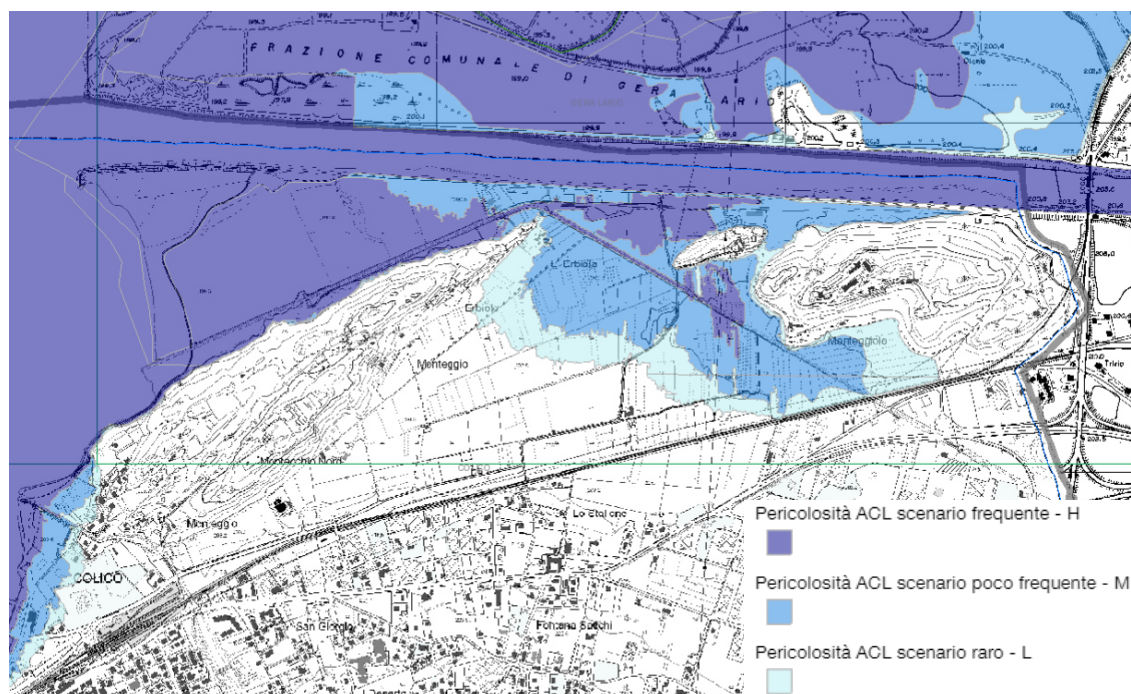


L'ambito ACL comprende le aree lungo la costa del Lago di Como, Laghetto di Piona, il ventaglio della foce del Fiume Adda e le relative località l'Erbiola, Erbiolo e Monteggiolo.



Estratto cartografico della mappa della pericolosità, ambito territoriale ACL.

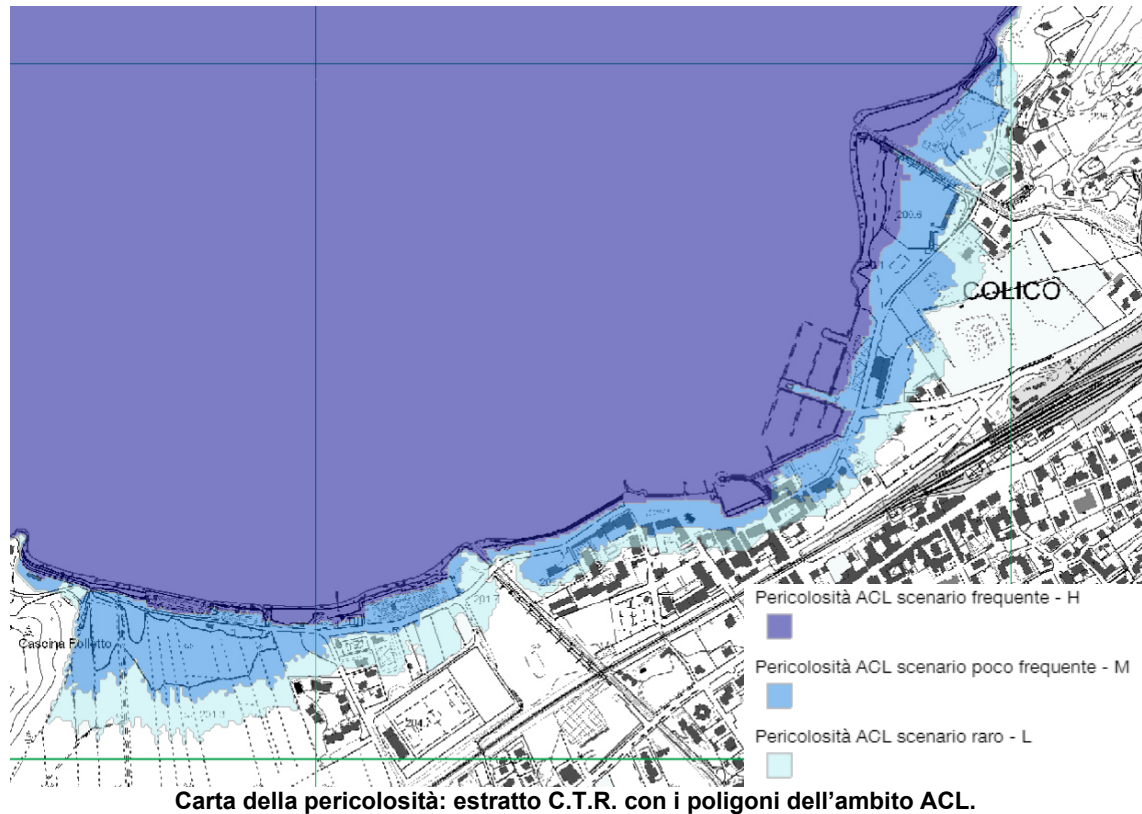
Come si evince dall'immagine seguente, il ventaglio della foce dell'Adda è classificato dal P.G.R.A. con un grado di pericolosità elevato. Il grado di pericolosità H interessa alcune zone poste tra le località L'Erbiola e Monteggiolo. Queste ultime, la Direttiva le ricomprende in aree a pericolosità da media a bassa. La località Erbiolo ricade prevalentemente in area a pericolosità bassa.



Carta della pericolosità: estratto C.T.R. con i poligoni dell'ambito ACL.

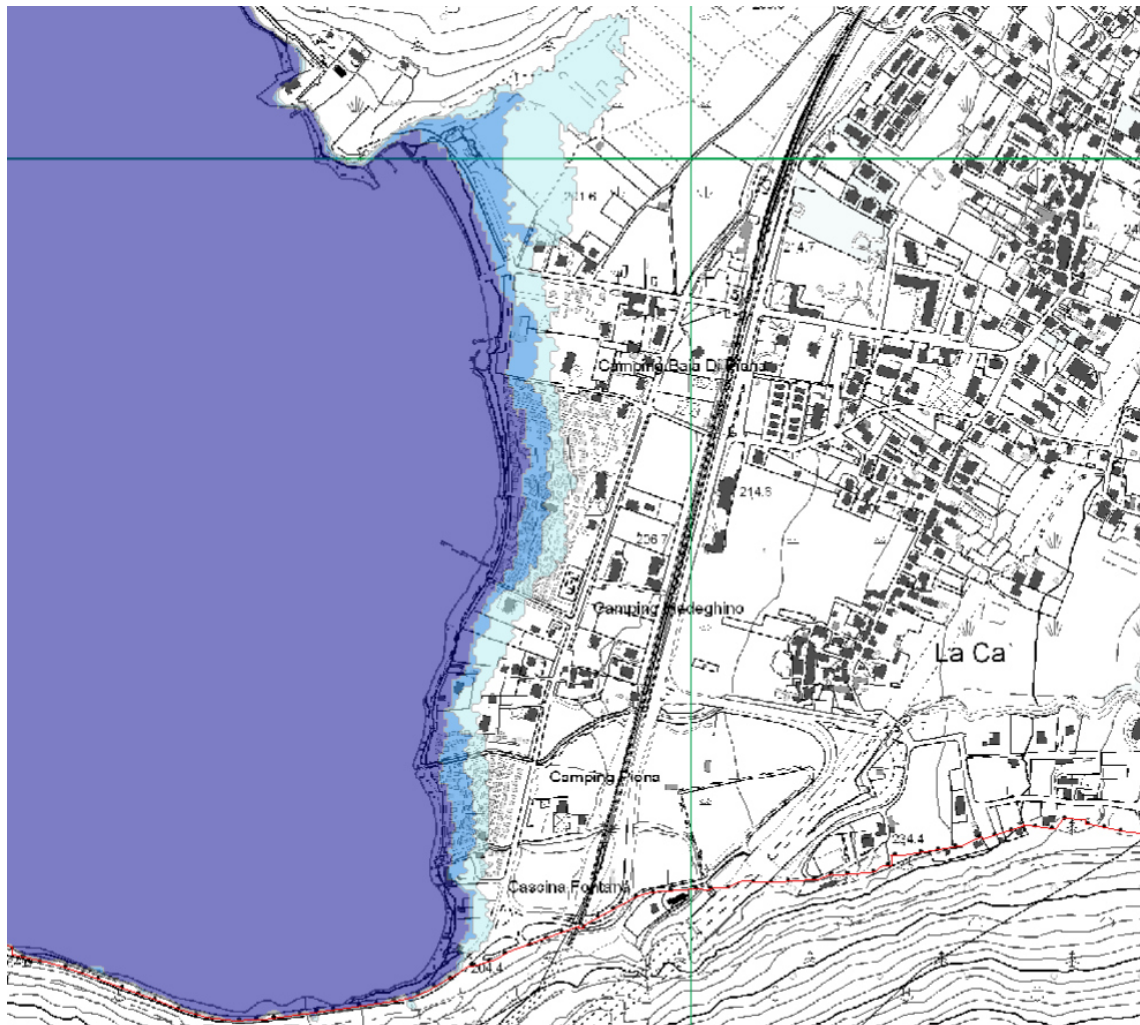


Lungo la linea costa del Lago di Como, a valle della linea ferroviaria Lecco – Colico, comprendente le foci dei Torrenti Inganna e Perlino viene ricompresa dal P.G.R.A. in aree potenzialmente allagabili. In particolare lo scenario di pericolosità H interessa la zona lungo la linea di costa. Gli scenari a pericolosità media e bassa si estendono dalla linea di costa fino a ricomprendere una parte delle aree urbane sempre a valle della linea ferroviaria. Di seguito si riporta uno stralcio della carta della pericolosità.





La costa orientale del Laghetto di Piona è interessata da tutte e tre le classi di pericolosità. In particolare nella classe H ricadono le zone prossime alla linea di costa. Le aree classate come M e L comprendono i primi insediamenti posti a circa 10 m dal lago. Di seguito si riporta un estratto della mappa della pericolosità.



Carta della pericolosità: estratto C.T.R. con i poligoni dell'ambito ACL.

La restante porzione di territorio comunale è prevalentemente interessata dalla classe di pericolosità allevata. Tuttavia essa interessa zone con assenza insediamenti esposti al rischio.



Gli elementi esposti alle classi di rischio R4 e R3, diversificati dalla Direttiva Alluvioni in elementi puntuali, lineari e poligonali, sono elencati nelle seguenti tabelle.

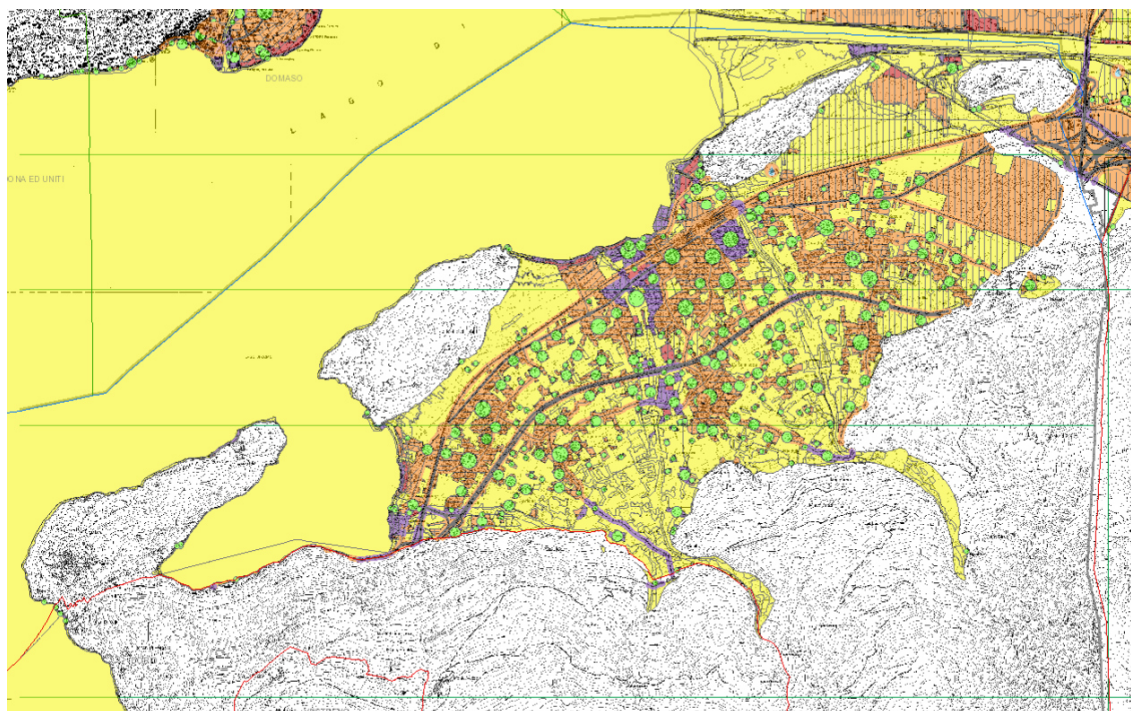
Elementi puntuali	R4 Colico
Stazioni ferroviarie	1

Elementi lineari	R4	R3
Ferrovie	Si	No
Strade principali	Si	No
Strade secondarie	Si	Si

Elementi poligonali (uso del suolo) – kmq	R4	R3
Attività produttive	0.038760	0.019589
Infrastrutture strategiche	0.043747	0.003868
Strutture strategiche e sedi di attività collettive	0.045108	0.035257
Zone urbanizzate	0.289399	0.016362

Classe di rischio	Area [kmq]	Numero Abitanti
R4	0.417010	1133
R3	0.075076	81

La restante superficie territoriale compresa nelle mappe del P.G.R.A. è classificata a rischio medio (R2) e moderato (R1).



Estratto cartografico della mappa del rischio.

Per maggiori dettagli sulla pericolosità idraulica si rimanda alla tavola T1.



5.2 IDENTIFICAZIONE AREE A RISCHIO IDRAULICO

L'identificazione di tale aree è definita dall'esame della documentazione vigente riguardante sia dati da pianificazione geologica comunale (PGT, Reticolo Idrico Minore, componente geologica a supporto del PGT, PUGSS) e da riferimenti relativi al quadro programmatico a scala sovracomunale (PAI, PGR, Piano di Protezione civile).. Per l'identificazione di tali aree si rimanda ai capitoli precedenti ed alla Tavola T1

Oltre alle citate aree a rischio idraulico, sono stati inoltre presi in considerazione elementi derivanti da sopralluoghi specifici su aree ritenute vulnerabili ed osservate in relazione agli eventi pluviometrici intensi e derivanti da cause di criticità idraulica. Gli elementi di criticità riscontrati sono così di seguito sintetizzati

Aree frequentemente allagate in concomitanza di periodi-eventi di intense precipitazioni

Queste aree sono identificabili nella porzione a maggior pendenza della conoide alluvionale dei Torrenti Inganna e Perlino, e nello specifico sono identificate in corrispondenza delle strade comunali ubicate longitudinalmente alla conoide ovvero lungo le direttrici di massima pendenza.

Durante eventi pluviometrici, brevi ed intensi, che sovente accadono, si osserva un'insufficienza idraulica al drenaggio delle acque caratterizzate da tempi di corrivazione molto bassi. Concretamente durante forti temporali lungo queste direttrici preferenziali di scorrimento si concentrano flussi idrici di notevole portata che difficilmente o solo parzialmente vengono intercettati dai sistemi di drenaggio urbano esistenti. Inoltre, l'elevata pendenza di questi tratti, contribuisce ad aumentare il livello energetico in termini di trasporto di sedimenti che conseguentemente e costantemente vanno ad ostruire i sistemi di raccolta e drenaggio delle acque (caditoie, griglie, tombini, ecc cc). Nella planimetria seguente sono indicati tali ambiti e la direzione di flusso.



**Analisi delle problematiche idrauliche e idrologiche del RIM**

Il reticolo idrografico minore del Comune di Colico può essere suddiviso in due sottogruppi ovvero quello facente parte e caratterizzante la porzione del versante Nord del Monte Legnone e quello presente nella piana di origine fluvio-lacustre presente a valle della linea ferroviaria ed in corrispondenza della zona industriale.

L'ambito "Montano" del RIM è caratterizzato da problematiche di carattere torrentizio legate soprattutto al trasporto in massa di materiale detritico.

Le problematiche idrauliche del RIM di "fondovalle" sono sostanzialmente governate dalla bassa soggiacenza della falda che di fatto determina, durante periodi pluviometrici particolarmente intensi l'allagamento degli ambiti più depressi.

Analisi delle problematiche idrauliche della rete fognaria comunale

Non sono state segnalate particolari problematiche legate alla rete fognaria.



6 IDENTIFICAZIONE DEGLI AMBITI DI REGOLAMENTAZIONE ED ESCLUSIONE PER MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA MEDIANTE STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

La progettazione di queste tipologie di strutture di infiltrazione (aree versi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette versi, pavimentazioni permeabili, ecc.) non potrà tuttavia prescindere da un'attenta analisi del contesto sito specifico che potrebbe invece far propendere d escludere o a valutazione con particolare dettaglio la fattibilità di tale tipologia progettuale, alla luce di possibili problematiche di tipo geologico, idrogeologico o a vincoli territoriali già individuati o noti sul territorio comunale.

Nella **tavola n. 2** vengono identificate le aree del territorio comunale entro cui le misure di invarianza idraulica, ossia mediante il ricorso a strutture di infiltrazione nel primo sottosuolo, possono essere escluse oppure possono essere adeguatamente regolamentate.

La delimitazione di tali aree è stata determinata dalle varie cartografie allegate allo studio geologico a supporto del PGT vigente, in parte qui riportato e da verifiche diretto in sito.

Il R.r n.7 del 23/11/2017 incentiva difatti il ricorso all'infiltrazione delle acque meteoriche allo scopo di tendere alla completa restituzione delle stesse ai processi naturali di infiltrazione preesistenti all'intervento di impermeabilizzazione del suolo, qualora esse non provengano da superfici suscettibili di inquinamento.

Nello specifico nell'elaborato cartografico allegato sono state individuate le seguenti aree di regolamentazione:

- 1) AMBITO POCO ADATTO ALL'INFILTRAZIONE corrispondente ad aree a ridotta soggiacenza della falda
- 2) AMBITO ADATTO ALL'INFILTRAZIONE
- 3) AMBITO OVE ESCLUDERE L'INFILTRAZIONE (Zone di rispetto di captazioni ad uso idropotabile);

6.1 AMBITO POCO ADATTO ALL'INFILTRAZIONE -AREE CON RIDOTTA SOGGIACENZA DELLA FALDA

La soggiacenza della falda, oltre ad essere uno dei fattori che concorre a definire la vulnerabilità degli acquiferi, riveste particolare significato in riferimento alla realizzazione di sistemi di invarianza idrologica. Nella cartografia di sintesi proposta sono state individuate le aree in cui la soggiacenza della falda è inferiore , mediamente su 24 mesi a 3,00 m. Durante i mesi caratterizzati da intense precipitazioni il livello della falda subisce importanti innalzamento sino a raggiungere, negli ambiti più depressi il piano campagna ed affiorare in superficie.

In queste aree difficilmente potranno essere realizzate opere disperdenti: pertanto, a fronte di uno studio di dettaglio, le opere d'invarianza potranno essere improntate su sistemi di accumulo e scarico controllato in corpo idrico superficiale o rete fognaria.



Tali aree sono sostanzialmente ubicate lungo la fascia costiera dell'abitato di Colico e nella zona settentrionale del territorio comunale nella zona della foce del Fiume Adda e lungo la piana a Sud del Monteggiolo e Monteggio ed in corrispondenza dell'area industriale.

6.2 AMBITI ADATTI ALL'INFILTRAZIONE

In queste aree è possibile realizzare opere disperdenti, previa verifica di stabilità geologica e idrogeologica dell'area, che attesti che l'opera in progetto non influisce sulla stabilità dei luoghi e dei suoi dintorni a causa della filtrazione concentrata delle acque nel sottosuolo. Si consiglia in ogni caso di richiedere che il dimensionamento delle opere sia sempre supportato dalla determinazione in sito del coefficiente di permeabilità (es. attraverso esecuzione di prove di filtrazione a carico variabile o costante o analisi granulometriche), specie nelle zone ove non disponibili dati bibliografici affidabili. La dove si riscontrassero condizioni litologiche non favorevoli all'infiltrazione (es. ammasso roccioso compatto) potranno essere realizzati sistemi di accumulo e scarico controllato in corpo idrico superficiale o rete fognaria.

6.3 AMBITI DA ESCLUDERE L'INFILTRAZIONE ZONE DI RISPETTO DI CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Entro il territorio comune di Colico, le zone di rispetto dei pozzi e sorgenti ad uso idropotabile sono state delimitate sul territorio comunale in conformità a quanto disposto dal D.lg 152/06, mediante criterio geometrico. In tali ambiti sono previste limitazioni d'uso all'infiltrazione volte e mirate alla protezione della risorsa idrica.

Tra queste limitazioni, in base a quanto previsto all'art. 94 del D.Lgs 152/2006 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano" nelle zone di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività: "
...d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade; <<omissis>>.



7 MISURE STRUTTURALI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Si ricorda che, ai sensi dell'art. 17 dei R.R. n. 7 e n. 8, il comune recepisce nel regolamento edilizio i principi dell'invarianza idraulica e idrologica, assoggettando gli interventi agli obblighi propedeutici al rilascio del titolo o permesso.

Tutto quanto di seguito riportato integra il Regolamento Regionale, che si considera come quadro normativo generale di applicazione del principio dell'invarianza.

Il Regolamento Regionale n. 8 definisce gli ambiti di applicazione e la metodologia di calcolo e dimensionamento delle opere d'invarianza, schematizzati nella Tabella 1.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	$> 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da $> 0,1$ a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi	
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$\leq 0,4$	
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$> 0,4$	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)

Si noti che l'ambito territoriale di riferimento sia quello per le aree C (bassa criticità idraulica), tuttavia si ricorda che, indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure indicati nel regolamento per le aree A, anche le aree inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Il principio dell'invarianza, come inteso nel regolamento, sviluppa modelli di gestione delle acque basati su accumulo, laminazione e dispersione. Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all'art. 58 bis, comma 2 della L.R. 12/2005 sono elencati all'art. 3 del Regolamento.

In linea generale le misure strutturali si indentificano in tutti gli elementi emersi nella gestione del territorio comunale e nelle differenti analisi idrauliche sui principali corsi d'acqua.

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

Le misure strutturali sono articolate in funzione delle caratteristiche del territorio in:

- Vasche di laminazione con e senza disperdimento in falda: stoccaggio volumi eccedenti temporanei



- Opere e sistemi di infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel sottosuolo dimensionate in funzione di
- permeabilità e coefficiente di deflusso dei terreni
- Vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali
- Ampliamento e/o adeguamento delle reti fognaria, prevedendo la separazione fra acque bianche e nere

Attualmente, considerando gli elementi idrologici ed idraulici caratterizzanti il territorio di Colico, si rende necessario realizzare misure di tipo strutturali volti alla regimazione delle acque di scorrimento lungo la viabilità longitudinale alla conoide.

7.1 MISURE NON STRUTTURALI

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 non strutturali sono azioni volte a ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti al rischio idraulico e l'entità dei danni conseguenti ad un evento di piena, che vengono messe in atto senza ricorso ad opere vere e proprie, ma facendo affidamento a provvedimenti normativi di carattere urbanistico/edilizio, regole comportamentali, fino anche a procedure di protezione civile.

La definizione di queste misure può risultare complessa e richiede un coordinamento con la pianificazione comunale di carattere urbanistico e di emergenza.

Si deve intendere infatti che queste misure, da parte dell'amministrazione comunale, possano avere i seguenti contenuti:

- Indicazione di aree nelle quali è richiesta la rigorosa applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica previste nel regolamento regionale, anche con meccanismi per promuovere e incentivare l'applicazione delle suddette misure all'edificato esistente e l'estensione agli interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione;
- Previsioni di inserimento, anche in ambiti di trasformazione di iniziativa privata, di presidi

Indicazioni delle misure non strutturali

- Incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica ed idrologica sul tessuto edilizio esistente
- Proposte di corretta gestione delle aree agricole presenti sul territorio per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno
- Misure di Protezione Civile; aggiornamento del piano di emergenza comunale con inserimento delle aree a rischio di allagamento



- Elaborazione dei nuovi scenari
- Predisposizione delle metodologie di attuazione delle difese passive attivabili in tempo reale secondo procedure contenute nel piano di emergenza comunale (ad ex. trincee in sacchi di sabbia, NOAQ, FlexMac..)

Si ricorda che eventuali nuove misure di protezione dal rischio idraulico, per quanto di specifica competenza, sono da recepire nel piano di emergenza comunale.

7.2 MISURE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO

Il Piano di Emergenza Comunale di Colico , contiene le procedure di valutazione e gestione del rischio idraulico ed è già corredato di una carta che identifica le zone critiche in funzione del fenomeno atteso e i presidi per la protezione civile. Data la peculiarità dei luoghi e le criticità rilevate, non si ritiene che sia necessario, almeno in questa fase, definire ulteriori misure di salvaguardia della sicurezza, oltre a quanto già pianificato.



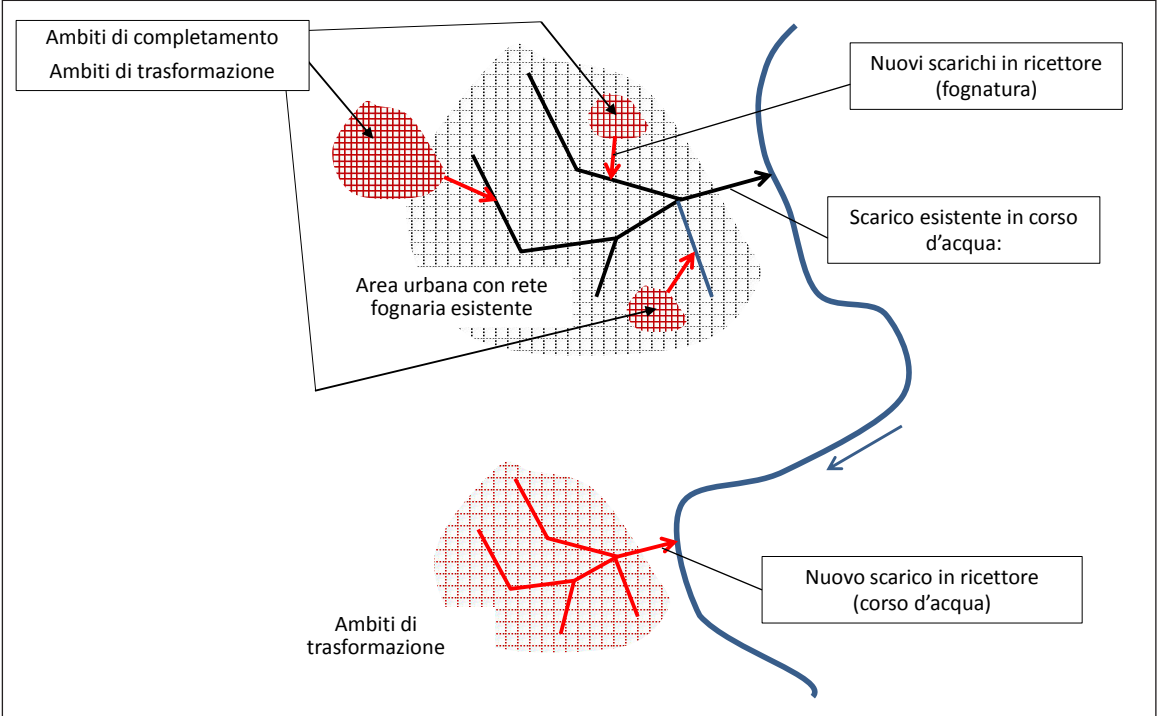
ALLEGATI



ALLEGATO 1

**Allegato A del R.R. n. 7 del 23.11.2017 - Schemi esemplificativi
degli interventi ai quali applicare le misure di invarianza idraulica
e idrologica**

Allegato A - Schemi esemplificativi degli interventi ai quali applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica



1. RISTRUTTURAZIONE PARZIALE SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE INSEDIATA

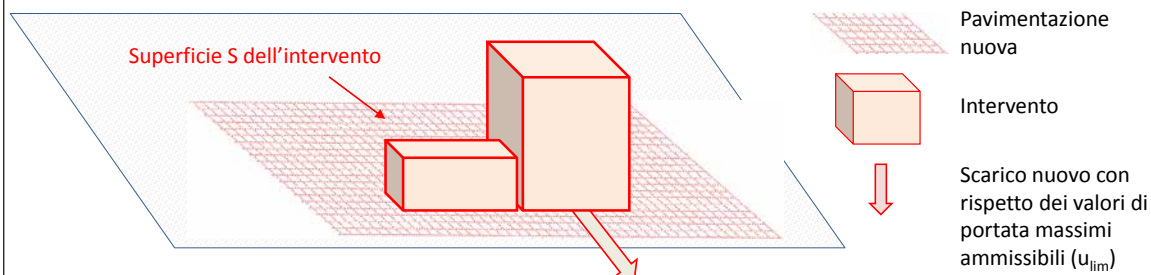
Il diagramma 3D mostra una "Superficie attualmente urbanizzata" (pavimentazione grigia) con edifici esistenti (cubi grigi) e interventi (cubi rossi). Una freccia blu indica lo "Scarico esistente".

Legenda:

- Pavimentazione esistente
- Edificio esistente
- Intervento
- Scarico esistente

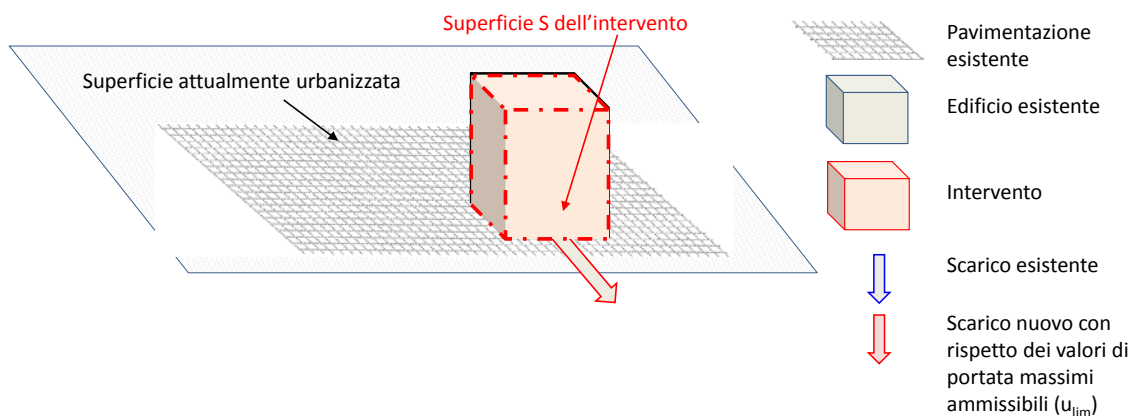
1. Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica
2. La portata di scarico resta quella esistente

2. NUOVA COSTRUZIONE



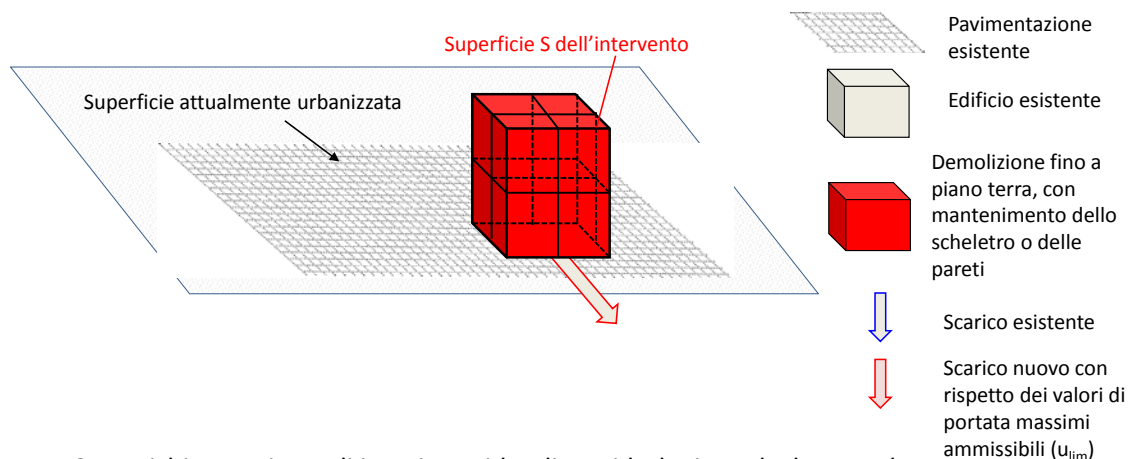
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

3. DEMOLIZIONE TOTALE FINO AL PIANO TERRA E RICOSTRUZIONE SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE



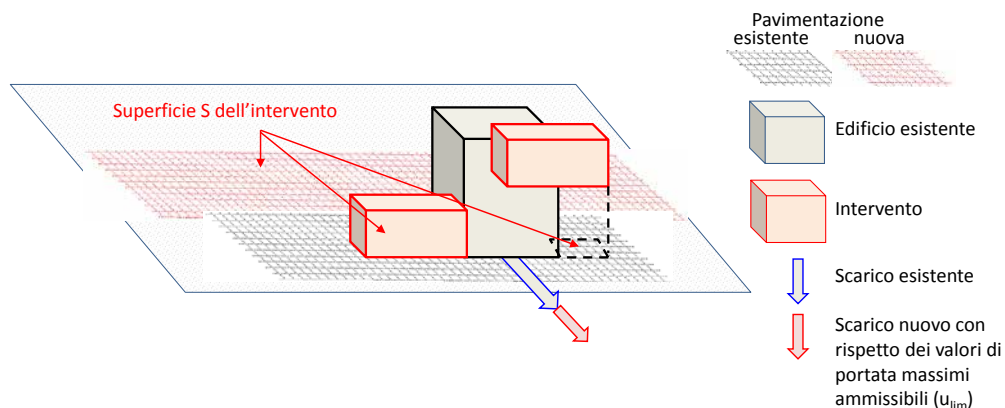
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

3b. DEMOLIZIONE TOTALE FINO AL PIANO TERRA E RICOSTRUZIONE SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE



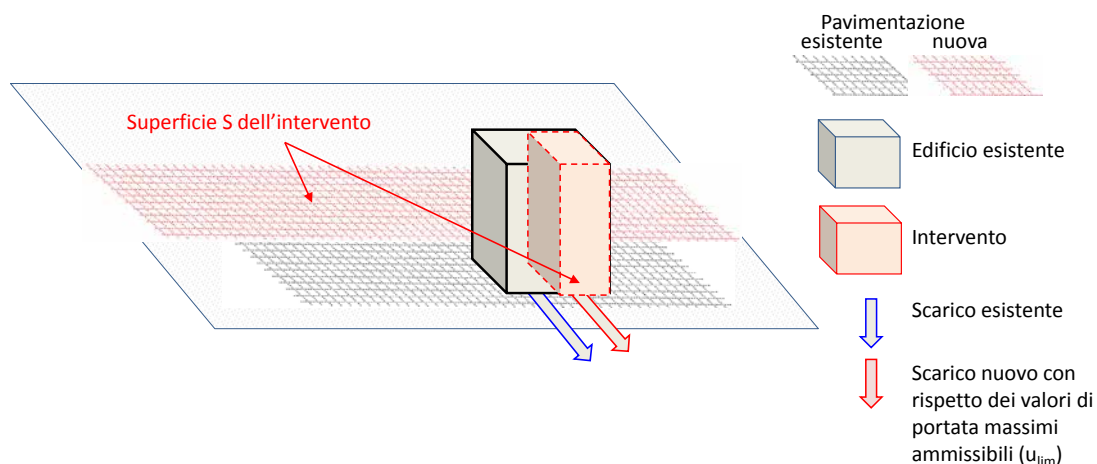
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

4. RISTRUTTURAZIONE PARZIALE CON MODIFICA DELLA SUPERFICIE



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S) (ampliamento dell'edificio, calcolata sulla sua proiezione sul suolo, e della pavimentazione)
2. Alla portata di scarico esistente si aggiunge la portata relativa alla superficie ampliata (superficie S interessata dall'intervento), portata vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

5. DEMOLIZIONE PARZIALE FINO AL PIANO TERRA E RICOSTRUZIONE



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico della nuova ricostruzione è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento



ALLEGATO 2

**Allegato D del R.R. n. 7 del 23.11.2017 - Modulo per il
monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza
idraulica e idrologica**

Allegato D - Modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica

Per ogni intervento di cui all'articolo 3 del regolamento, il progettista delle opere di invarianza idraulica e idrologica è tenuto a compilare il modulo seguente e a trasmetterlo al seguente indirizzo di posta certificata della Regione: invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it

Il modulo è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera.

MODULO PER IL MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELLE DISPOSIZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritta/o
nata/o a il
residente a
in via n.
iscritta/ all' [] Ordine [] Collegio dei della Provincia di
Regione n.
incaricata/o dal/i signor/i in qualità di
[] proprietario, [] utilizzatore [] legale rappresentante del
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
.....
sito in Provincia di Comune di
in via/piazza n.
Foglio n. Mappale n. Estensione del mappale (m²)

In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici

Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

- ☐ che l'intervento ricade nel bacino idrografico del fiume/torrente
- ☐ che il comune di, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

- ☐ A: ad alta criticità idraulica
- ☐ B: a media criticità idraulica
- ☐ C: a bassa criticità idraulica

oppure

- ☐ che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- ☐ che il ricettore è:
 - (Se corso d'acqua): nome
tratto o sezione di riferimento
 - (Se fognatura): nome del Gestore
- ☐ che le coordinate UTM-WGS84-32 del punto di scarico nel ricettore sono:
 - X
 - Y
 - z (m s.l.m.)
- ☐ che l'Ente di riferimento per l'autorizzazione o concessione allo scarico o accordo per lo scarico (rif. art. 4.4.1 del regolamento) è
- ☐ che i dati relativi all'intervento sono:
 - superficie interessata dall'intervento: m^2
 - superficie scolante impermeabile dell'intervento: m^2
 - portata massima di scarico calcolata per $T = 50$ anni a monte delle strutture di invarianza idraulica: m^3/s
 - portata massima di scarico per $T = 50$ anni considerata per il dimensionamento degli interventi: m^3/s
 - volume totale di laminazione necessario: m^3

Nel caso venga realizzato l'intervento di invarianza idraulica o idrologica:

- ☐ che la tipologia della/e opera/e d'invarianza idraulica e idrologica è:
 - area laminazione e infiltrazione di tipo verde
 - vasca laminazione impermeabile e/o coperta
 - trincee
 - tetto verde
 - altro (specificare)
- ☐ che le coordinate UTM-WGS84-32 del baricentro delle opere d'invarianza idraulica e idrologica sono:
 - X
 - Y
 - z (m s.l.m.)
- ☐ che le dimensioni delle opere d'invarianza, suddivise per tipologia (es: area di laminazione, area destinata al riuso delle acque laminate, ecc.), sono:
 - Opera 1: tipologia
estensione
volume
altro (specificare)
 - Opera 2: tipologia

estensione
volume
altro (specificare)

○

☐ che il tempo massimo di svuotamento delle opere realizzate è: ore

☐ che l'intervento può essere così brevemente descritto:

.....

.....

.....

Nel caso di monetizzazione:

☐ che l'intervento presenta tutte le caratteristiche elencate nell'art. 16, comma 1 del regolamento

☐ che l'importo della monetizzazione è: €

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

.....

(luogo e data)

Il Dichiarante

.....

Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.



ALLEGATO 3

Allegato E del R.R. n. 7 del 23.11.2017 - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento

Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA' (Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritta/o
nata/o a il
residente a
in via n.
iscritta/ all' [] Ordine [] Collegio dei della Provincia di
Regione n.
incaricata/o dal/i signor/i in qualità di
[] proprietario, [] utilizzatore [] legale rappresentante del
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
.....
sito in Provincia di Comune di
in via/piazza n.
Foglio n. Mappale n.

In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici

Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

☐ che il comune di, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

- ☐ A: ad alta criticità idraulica
- ☐ B: a media criticità idraulica
- ☐ C: a bassa criticità idraulica

oppure

☐ che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità

- ☐ che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)....., pari a:
- ☐ 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - ☐ 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - ☐ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore
- ☐ che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
- ☐ Classe "0"
 - ☐ Classe "1" Impermeabilizzazione potenziale bassa
 - ☐ Classe "2" Impermeabilizzazione potenziale media
 - ☐ Classe "3" Impermeabilizzazione potenziale alta
- ☐ che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
- ☐ all'articolo 12, comma 1 del regolamento
 - ☐ all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- ☐ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
- ☐ all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
 - ☐ all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)
- ☐ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

- ☐ che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- ☐ che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

.....
(luogo e data)

Il Dichiarante

.....

Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.

_____ • _____



ALLEGATO 4

Allegato F del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione

Allegato F – Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione

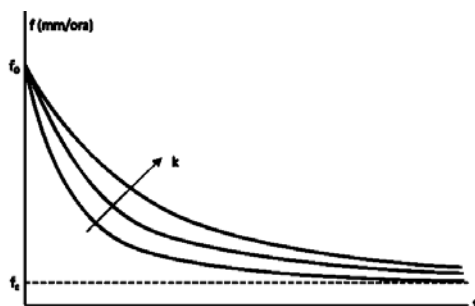
L'infiltrazione $f(t)$ è definita come la portata per unità di superficie che all'istante t si infila nel sottosuolo ed è misurata, generalmente, in mm/ora in analogia all'intensità di pioggia.

Ferma restando la possibilità di adottare i metodi di calcolo indicati nella letteratura tecnica che si ritengono adeguati, una classe di modelli di infiltrazione particolarmente importante è quella dei cosiddetti modelli di Horton che, in base a numerose risultanze sperimentali, individua una legge decrescente di tipo esponenziale per rappresentare l'andamento nel tempo dell'infiltrazione $f(t)$ (Figura 1)¹. Tale legge esponenziale indica che l'infiltrazione decresce da un valore massimo iniziale f_0 , che è legato al tipo di suolo ed al suo stato di imbibizione all'inizio dell'evento, ad un valore minimo asintotico f_c , che eguaglia la conduttività idraulica a saturazione K_s , la quale è legata alle caratteristiche di porosità del terreno, alla stratigrafia del sottosuolo, alla presenza e distanza dalla falda. La rapidità dell'esponenziale, misurata dal parametro k , con cui l'infiltrazione tende al valore asintotico è anch'essa legata al tipo di suolo. L'andamento esponenziale risponde bene all'osservazione sperimentale che mostra come durante il processo di infiltrazione il suolo sia soggetto ad un progressivo fenomeno di saturazione che limita progressivamente il valore dell'infiltrazione.

È da sottolineare che l'infiltrazione segue tale andamento esponenziale quando la superficie di infiltrazione è alimentata da acqua in misura sovrabbondante rispetto all'infiltrazione stessa; in tal caso essa rappresenta propriamente la "capacità di infiltrazione" essendo commisurata al valore massimo a cui può arrivare l'infiltrazione istante per istante. Se, invece, l'adacquamento è minore della capacità di infiltrazione, cioè il suolo presenta nell'istante considerato una capacità di infiltrazione maggiore della portata idrica in arrivo sulla superficie, l'infiltrazione non può che assorbire la portata d'acqua disponibile mantenendosi quindi ad un valore minore della capacità di infiltrazione.

Prudenzialmente, quindi, nei calcoli di dimensionamento delle opere di infiltrazione è opportuno riferirsi al valore minimo asintotico f_c che residua dopo che sia sostanzialmente terminato il processo di saturazione del suolo. Tanto più che l'evento meteorico intenso può avvenire dopo piogge che hanno già contribuito a saturare il suolo.

Figura 1 - Legge di Horton. Andamenti della capacità di infiltrazione in presenza di sovrabbondanza di acqua sulla superficie disperdente



Per quanto riguarda i valori da attribuire ai parametri della legge di Horton, lo statunitense Soil Conservation Service (SCS) [1956], ora Natural Resources Conservation Service, propone le seguenti quattro classi (A, B, C e D) di suoli con copertura erbosa:

Classe A Scarsa potenzialità di deflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

¹ L'idrologia propone anche altri modelli di infiltrazione molto noti ed utilizzati, ad esempio il modello CN del Soil Conservation Service (ora Natural Resources Conservation Service) degli USA. Tuttavia, tenendo conto del carattere indicativo delle presenti note, si ritiene sufficiente il riferimento al modello di Horton.

- Classe B

Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Classe C

Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
- Classe D

Potenzialità di deflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella 1 - Parametri delle curve di Horton proposti dal SCS [1956]

Classe suolo	f_0 [mm/ora]	f_c [mm/ora]	k [ore ⁻¹]
A	250	25.4	2
B	200	12.7	2
C	125	6.3	2
D	76	2.5	2

Come si vede la capacità di infiltrazione a lungo termine f_c varia per i diversi tipi di suolo tra circa 20 mm/ora e circa 2 mm/ora, valori che, cambiando unità di misura (1,0 mm/ora = 2,778 l/(s·ha)), corrispondono rispettivamente a portate di infiltrazione di circa 55 l/(s·ha) e circa 5,5 l/(s·ha).

Se, quindi, sulla base dei dati sopra riportati, si considera che una pioggia intensa di elevato tempo di ritorno può raggiungere durante la fase di picco intensità anche maggiori di 200 mm/ora, si può subito comprendere come l’infiltrazione, a parità di superficie investita dalla pioggia e di infiltrazione, sia atta ad disperdere al più 1/10 della punta di portata di pioggia in arrivo, per i suoli più permeabili di classe A, e al più 1/100 della punta di portata di pioggia in arrivo, per i suoli meno permeabili di classe D.

Pertanto, come ordine di grandezza, data una determinata superficie impermeabile S_{imp} , per disperdere con l’infiltrazione l’intera portata di pioggia di arrivo, occorre convogliare la pioggia raccolta su una superficie disperdente pari al minimo a 10 volte la superficie S_{imp} , per i suoli più permeabili di classe A, e al minimo 100 volte la superficie S_{imp} , per i suoli meno permeabili di classe D.

Da ciò emerge come le prestazioni dei terreni di origine naturale siano, generalmente, inadeguate in termini di capacità di infiltrazione delle punte massime di pioggia. Pertanto, tutti i sistemi di infiltrazione (cunette, aree di laminazione/infiltrazione, pozzi perdenti, ecc.) devono essere adeguatamente e attentamente progettati, in funzione delle caratteristiche proprie dei suoli esistenti (alle diverse profondità di progetto) e secondo le indicazioni di letteratura, in termini di progettazione degli opportuni strati filtranti. Nell’Allegato G vengono fornite alcune indicazioni tecniche a riguardo.

Tutto ciò implica che l’infiltrazione, che, come più volte affermato, è comunque sempre auspicabile in relazione alle finalità di riequilibrio idrologico dei bacini urbanizzati, sempre che non sussistano le prime citate cause di esclusione, debba essere accompagnata nella maggioranza dei casi da opere di laminazione che consentano di accumulare temporaneamente le portate pluviali degli eventi intensi che non riescono ad essere scaricate per infiltrazione.

Naturalmente il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato sui dati effettivi del sito di interesse.

È necessario tener conto che, oltre alla natura del suolo e degli eventuali dreni artificiali, ulteriori fatti possono limitare anche notevolmente, o addirittura azzerare nel tempo, la capacità limite di infiltrazione f_c :

- presenza di una falda o di strati impermeabili a debole profondità;

- progressiva riduzione della capacità di infiltrazione causata dall'occlusione indotta dalle sostanze solide trasportate dalle acque meteoriche e dallo sviluppo di biomasse adese alle particelle del terreno.

La riduzione della capacità di infiltrazione può infatti giungere a limitare o vanificare rapidamente gli effetti favorevoli riscontrati nelle prime fasi di vita delle strutture di infiltrazione. Inoltre il ripristino della primitiva capacità di infiltrazione può risultare molto difficile, soprattutto se le strutture di infiltrazione sono a carico del singolo lotto e quindi molto diffuse, di piccola dimensione e di gestione caratterizzata da scarsa affidabilità.

È inoltre da aggiungere che l'infiltrazione di acque meteoriche contenenti carichi inquinanti è da considerarsi inaccettabile. Infatti l'inquinamento del sottosuolo o di un acquifero sotterraneo può costituire un danno ambientale definitivo o che comunque si ripercuote per molti decenni in futuro, data la grande durata richiesta dai fenomeni idrogeologici di ricambio. Se quindi il territorio oggetto di possibile infiltrazione è caratterizzato da attività in grado di produrre rilasci sulle superfici pavimentate di sostanze tossiche bioaccumulanti, l'infiltrazione non dovrebbe essere adottata, a meno di installare anche sistemi fisici o biochimici di depurazione a monte dell'ingresso nelle strutture di infiltrazione. Ma ciò ovviamente moltiplica i costi di infrastrutturazione e gestione.

È bene osservare che lo strato filtrante della struttura adibita all'infiltrazione, così come anche lo strato superficiale di terreno in caso di aree verdi filtranti, è in grado di trattenere una quantità significativa di inquinanti per adsorbimento. E' quindi importante che da un lato si esalti al massimo questo fenomeno modificando opportunamente le caratteristiche dello strato filtrante, dall'altro si deve rinnovare periodicamente (indicativamente almeno una volta ogni 10 anni) lo strato filtrante per minimizzare il rischio che gli inquinanti trattenuti siano rimobilizzati e quindi rilasciati in falda.

Evidentemente l'analisi economica deve essere condotta caso per caso in funzione delle caratteristiche idrogeologiche e idrauliche locali per valutare sia l'effettivo beneficio conseguibile con l'infiltrazione sia l'affidabilità nel tempo.

Il Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria costituisce lo strumento operativo fondamentale per consentire al titolare di programmare l'esercizio e gestione delle strutture di infiltrazione e della loro durabilità ed efficacia nel tempo.



ALLEGATO 5

Allegato G del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Metodologie di calcolo dei volumi di laminazione

Allegato G – Metodologie di calcolo dei volumi di laminazione

1. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Il sito <http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml> di ARPA Lombardia fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

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

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T , n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

2. CALCOLO DELL'IDROGRAMMA NETTO

La valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione o nell'insieme delle opere di laminazione, può essere effettuata anche in via semplificata adottando i valori standard del coefficiente di deflusso indicati all'art. 11 del regolamento, in luogo del calcolo dell'infiltrazione come da Allegato F.

Il coefficiente pari a 1 viene indicato come di riferimento anche per le solette comunque costituite, tetti verdi compresi. Infatti, anche se è indubbia l'influenza positiva dei tetti verdi nei riguardi della formazione dei deflussi, nel breve transitorio di una pioggia eccezionale il tetto verde non determina perdite idrologiche apprezzabili. Qualora, peraltro, il tetto verde sia costruito con le dovute tecnologie, esso svolge un'azione di ritenzione idrica che può essere tenuta in conto come componente dei necessari volumi di laminazione.

3. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE

3.1. PROCEDURA DETTAGLIATA

3.1.1. RICHIAMI TEORICI

Sono qui esposti alcuni richiami teorici inerenti il processo di laminazione. Per ogni maggior dettaglio si rimanda ai numerosi testi e manuali della letteratura tecnica di costruzioni idrauliche.

Nel caso di "Impermeabilizzazione potenziale alta" in ambiti territoriali a criticità alta o media si deve computare in dettaglio la trasformazione afflussi - deflussi del bacino fino alla sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto, in particolare adottando idonei criteri di scelta:

- dello ietogramma di progetto e della sua durata complessiva a partire dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area in esame;
- della procedura di calcolo dello ietogramma netto in funzione delle perdite idrologiche per accumuli iniziali e per infiltrazione, in relazione alle tipologie del suolo e della urbanizzazione in progetto;

- del modello di trasformazione afflussi netti-deflussi idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell'idrogramma complessivo $Q_e(t)$ in corrispondenza della sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto.

A titolo solo indicativo, si utilizza sovente:

- uno ietogramma di progetto tipo Chicago avente una durata poco superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- la stima del processo di infiltrazione indicato nell'articolo 11, comma 2, lettera c), punti da 1 a 6 del regolamento, o l'adozione dei coefficienti di deflusso indicati nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento;
- il modello di trasformazione aree – tempi (metodo di corrivazione) del bacino afferente all'invaso di laminazione.

Il dimensionamento dell'invaso (o degli invasi) di laminazione avviene poi applicando le equazioni seguenti al fine di computare l'idrogramma uscente $Q_u(t)$ dalla bocca (o dall'insieme delle bocche) di scarico dell'invaso (o degli invasi) e quindi verificare il rispetto del valore della massima portata ammissibile nel caso in esame (articolo 8 del regolamento) e del tempo massimo di svuotamento (articolo 11, comma 2, lettera f)).

I fattori che influiscono sull'effetto di laminazione operato da un invasore di tipo statico sono il volume massimo in esso contenibile, la sua geometria e le caratteristiche delle opere di scarico.

Il processo di laminazione nel tempo t è descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

- equazione differenziale di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt} \quad (1)$$

- legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dall'invaso o in generale allo svuotamento dell'invaso:

$$Q_u = Q_u[H(t)] \quad (2)$$

- curva d'invaso, esprime il legame geometrico tra il volume invasato ed il battente idrico H nell'invaso:

$$W = W[H(t)] \quad (3)$$

dove $Q_e(t)$ rappresenta la portata entrante, $Q_u(t)$ quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso, $W(t)$ il volume invasato, $H(t)$ il battente idrico nell'invaso.

Nota l'onda di piena entrante $Q_e(t)$ e note le funzioni (2) e (3) riferite alle effettive caratteristiche geometriche ed idrauliche della bocca o delle bocche di scarico (eq. 2) ed all'effettiva geometria dell'invaso (eq. 3), l'integrazione del sistema (1) (2) (3) consente di calcolare le tre funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$.

Il calcolo viene riferito ad un evento di piena entrante $Q_e(t)$ selezionato come "evento di progetto" e cercando le soluzioni dimensionali affinché la portata uscente $Q_u(t)$ sia sempre inferiore o al massimo uguale al preassegnato limite massimo $Q_{u\max}$ indicato nell'articolo 8 del regolamento.

Il sistema composto dalle tre equazioni è integrabile in forma chiusa solo quando le relazioni (2) e (3) e l'onda di piena in ingresso all'invaso siano rappresentabili mediante funzioni analitiche. Più frequentemente, la portata in ingresso all'invaso è una funzione non esprimibile analiticamente, come nel caso di un'onda di piena conseguente ad una pioggia reale; oppure il legame volume invasato battente idrico (3) può essere notevolmente complicato a causa della geometria dell'invaso. Infine, anche la legge di efflusso può essere non facilmente rappresentabile, come ad esempio si verifica nel caso in cui si hanno diversi dispositivi in uscita, di caratteristiche differenti e predisposti per entrare in funzione a diverse quote idriche. In tutti questi casi il sistema delle equazioni (1), (2), (3) deve essere integrato numericamente alle

differenze finite.

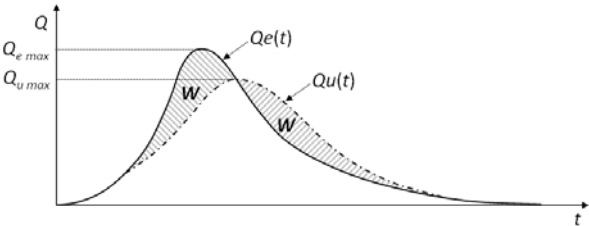
Una volta risolto il sistema di equazioni e quindi calcolate le funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$, se ne possono individuare i rispettivi valori massimi $Q_{u\max}$, $H_{\max}$ e $W_{\max}$, verificando che essi siano compatibili con i vincoli assegnati.

Tali valori massimi si verificano nella fase di decrescita della piena entrante e in particolare nell'istante in cui la portata in uscita Q_u diventa pari alla portata entrante Q_e ; infatti quando tali due portate coincidono, l'equazione di continuità (1) mostra che nello stesso istante vale $dW/dt = 0$, che indica la condizione di massimo $W_{\max}$ della funzione $W(t)$, con conseguente condizione di massimo anche delle funzioni $Q_u(t)$ e $H(t)$ dati i legami biunivoci (2) e (3) che legano tali funzioni al volume di invaso W .

Riportando in un grafico le onde entranti e uscenti da un invaso generico, il massimo volume d'invaso $W_{\max}$ è dato dall'area compresa tra le due curve fino al raggiungimento della portata uscente massima $Q_{u\max}$ (Figura 2).

Si osserva che l'effetto di laminazione consiste sia nella riduzione della portata al colmo uscente $Q_{u\max}$ rispetto alla portata al colmo entrante $Q_{e\max}$, sia nello sfasamento temporale tra i due colmi con un benefico rallentamento complessivo della piena uscente rispetto a quella entrante.

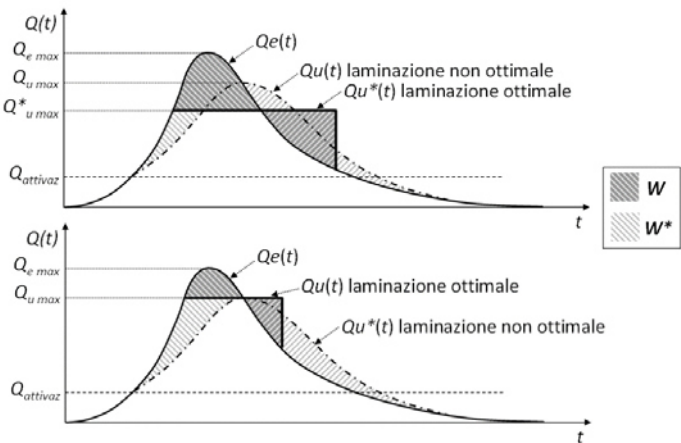
Figura 2 - Rappresentazione schematica del processo di laminazione di un invaso in linea



3.1.2. LAMINAZIONE OTTIMALE

Particolarmente significativo è il caso semplificato di "laminazione ottimale", intesa come la laminazione che si ottiene quando la portata uscente è costante durante la fase di colmo (Figura 3). È immediato osservare che, preassegnato il valore $Q_{u\max}$ e mantenendo costantemente pari ad esso la portata uscente, è minimo il volume di laminazione W_0 necessario; ovvero, a parità di volume di invaso disponibile W_0 , è minimo il conseguente valore di $Q_{u\max}$ ottenendosi così il massimo effetto di laminazione.

Figura 3 - Laminazione ottimale a parità di volume invasato W (sopra) e a parità di portata uscente massima $Q_{u\max}$ (sotto)



Questo schema di regolazione teorica è raggiungibile in modo approssimato quando l'uscita è governata da un impianto di sollevamento avente portata $Q_{u\max}$ o con opportuni automatismi di regolazione degli scarichi, come i regolatori di portata che modificano la luce d'efflusso in funzione del battente in modo da mantenere costante la portata uscente $Q_{u\max}$.

3.2. IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

3.2.1. RICHIAMI TEORICI

Nel caso di "Impermeabilizzazione potenziale media" in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo dettagliata esposta nel paragrafo 3.1 del presente allegato (procedura dettagliata).

Il "Metodo delle sole piogge" si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 1 del presente allegato) espressa nella forma:

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

- l'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,\lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,\lim} = S \cdot u_{\lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{\lim} \cdot D$$

in cui $u_{\lim}$ è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

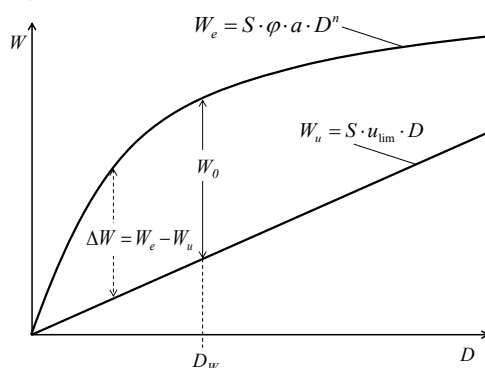
Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento

di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.

Figura 4 – Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invaso.



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0 :

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (4)$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w \quad (5)$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

W_0	in [m ³]
S	in [ha]
a	in [mm/ora ⁿ]
θ	in [ore]
D_w	in [ore]
$Q_{u,lim}$	in [l/s]

le equazioni (4) e (5) diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (4')$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w \quad (5')$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_0 = W_0/S$ (in m³/ha) si ha:

$$D_w = \left(\frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (4'')$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w \quad (5'')$$

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata D_w risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

3.2.2. DIAGRAMMI ESEMPLIFICATIVI

Nei diagrammi seguenti (Figura 5 ÷ Figura 12) sono riportate le funzioni (4'') e (5'') con riferimento a:

- valori del parametro $a = 40, 60, 80, 100$ mm/oraⁿ (salvo ubicazioni particolari, tali valori coprono l'intervallo delle altezze di pioggia orarie per tempi di ritorno fino a 100 anni per una larga parte della Lombardia);
- valori del parametro $n = 0,15 \div 0,5$;
- valori della portata limite specifica uscente $u_{lim} = 10, 20$ l/s per ettaro
- valori del coefficiente di deflusso $\phi = 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0$.

Tali diagrammi, nei quali sono oscurati i campi pluviometricamente inusuali (nei quali si ha contemporaneamente una durata $D_w > 24$ ore e $n > 0,30$ oppure una durata $D_w > 1$ ora e $n > 0,4$), indicano che:

- sia la durata critica D_w che il volume specifico w_o sono crescenti in funzione sia di n sia del coefficiente di deflusso ϕ .
- la durata critica D_w è generalmente maggiore dell'ora;
- il volume specifico di invaso per $\phi = 1$ (aree totalmente impermeabili) raggiunge valori che variano da circa 600 mc/ha a circa 1.800 mc/ha al variare di a da 40 mm/oraⁿ a 100 mm/oraⁿ.

Il professionista può quindi ricavare dalle curve sotto riportate la durata critica D_w (ore) e il volume specifico di invaso di laminazione w_o (m³/ha) caratterizzanti il caso di interesse. Per valori dei parametri intermedi tra quelli dei grafici tali grandezze possono essere dedotte per interpolazione lineare o, meglio, utilizzando direttamente le formule (4'') e (5'').

Figura 5 – Grafici della durata D_w (eq. 4”) e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5”) in funzione di n , per $a=40$ mm/ora e per $u = 10$ l/s per ettaro

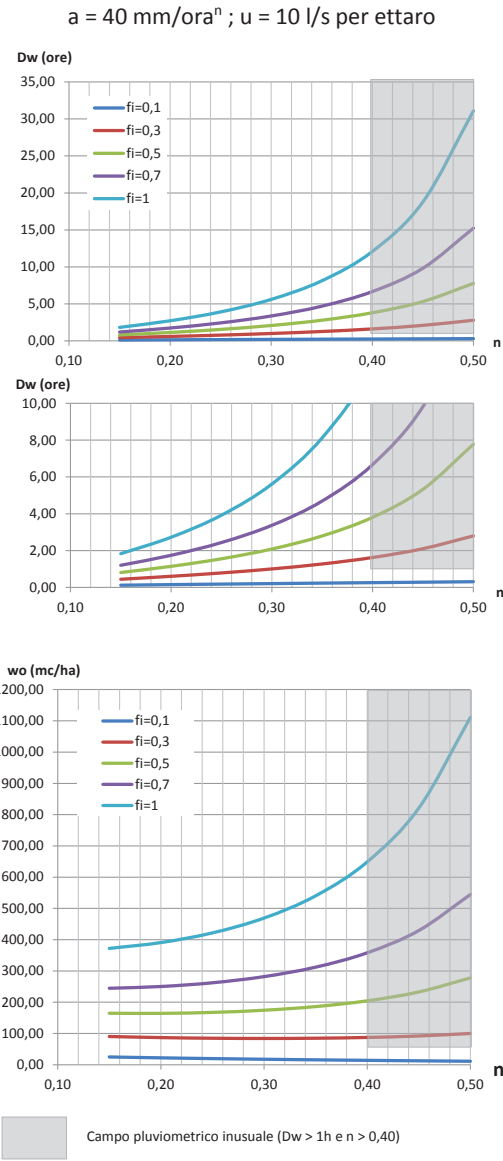


Figura 6 – Grafici della durata D_w (eq. 4'') e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5'') in funzione di n , per $a=60$ mm/ora e per $u = 10$ l/s per ettaro

$a = 60$ mm/oraⁿ ; $u = 10$ l/s per ettaro

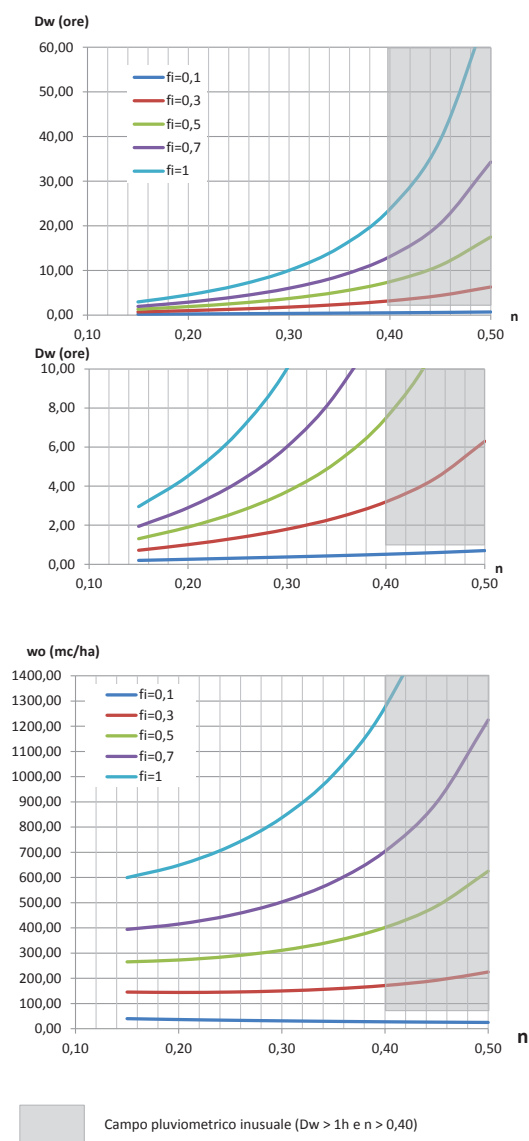


Figura 7 – Grafici della durata D_w (eq. 4”) e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5”) in funzione di n , per $a=80$ mm/ora e per $u = 10$ l/s per ettaro

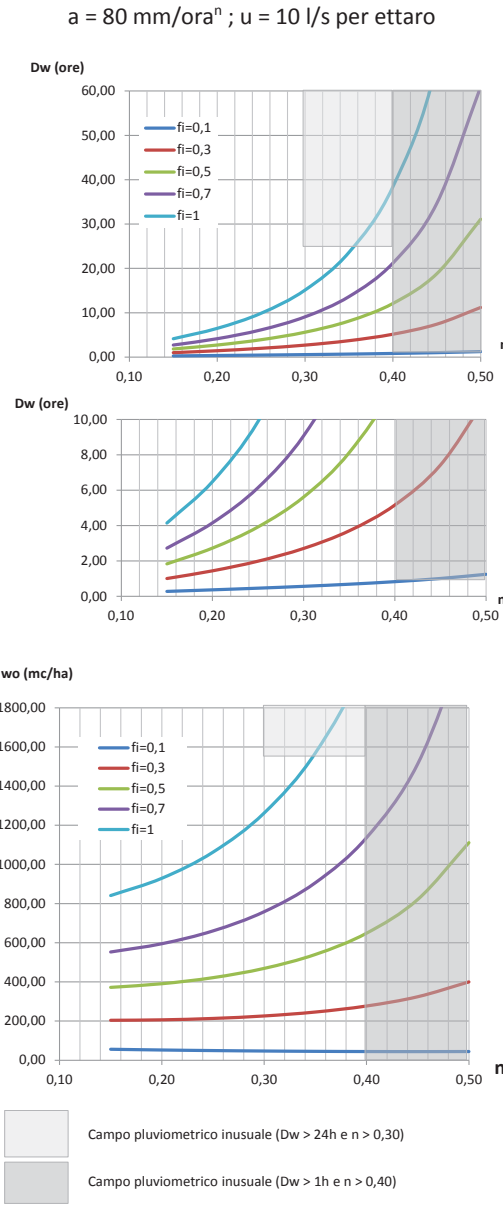


Figura 8 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di n , per $a=100$ mm/ora e per $u = 10$ l/s per ettaro

$a = 100$ mm/oraⁿ ; $u = 10$ l/s per ettaro

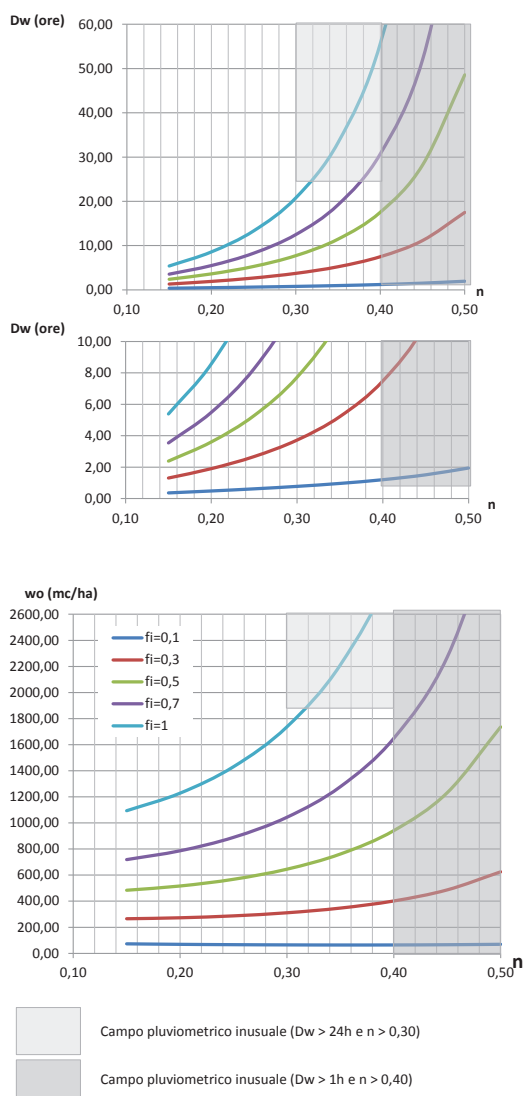


Figura 9 – Grafici della durata D_w (eq. 4”) e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5”) in funzione di n , per $a=40$ mm/ora e per $u = 20$ l/s per ettaro

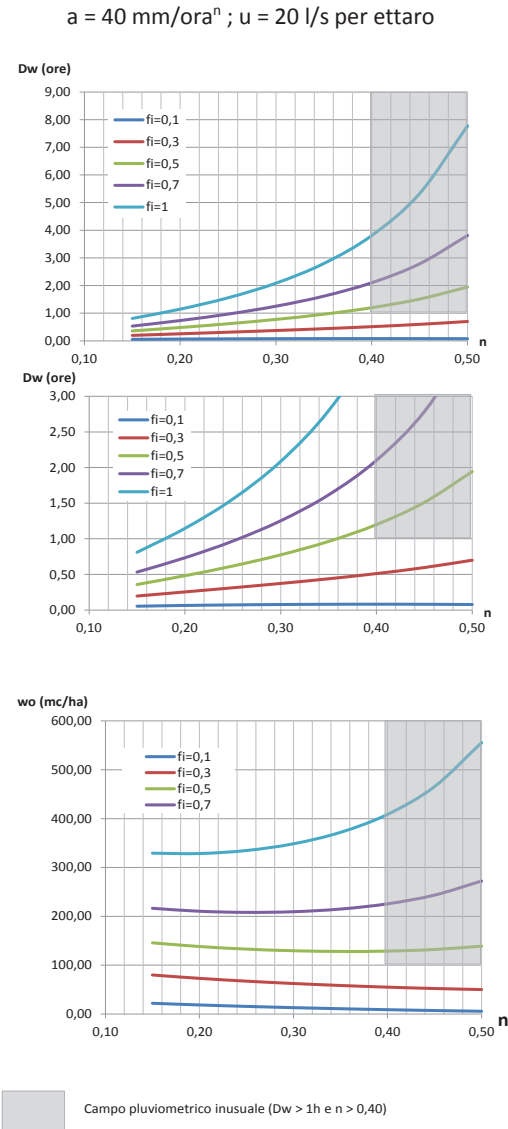


Figura 10 – Grafici della durata D_w (eq. 4'') e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5'') in funzione di n , per $a=60$ mm/ora e per $u = 20$ l/s per ettaro

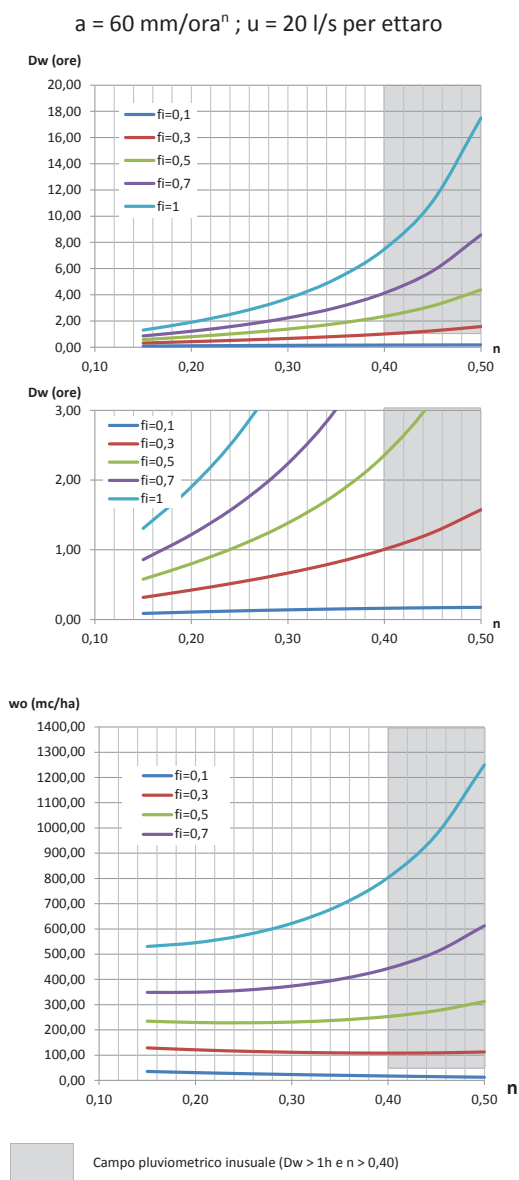


Figura 11 – Grafici della durata D_w (eq. 4”) e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5”) in funzione di n , per $a=80$ mm/ora e per $u = 20$ l/s per ettaro

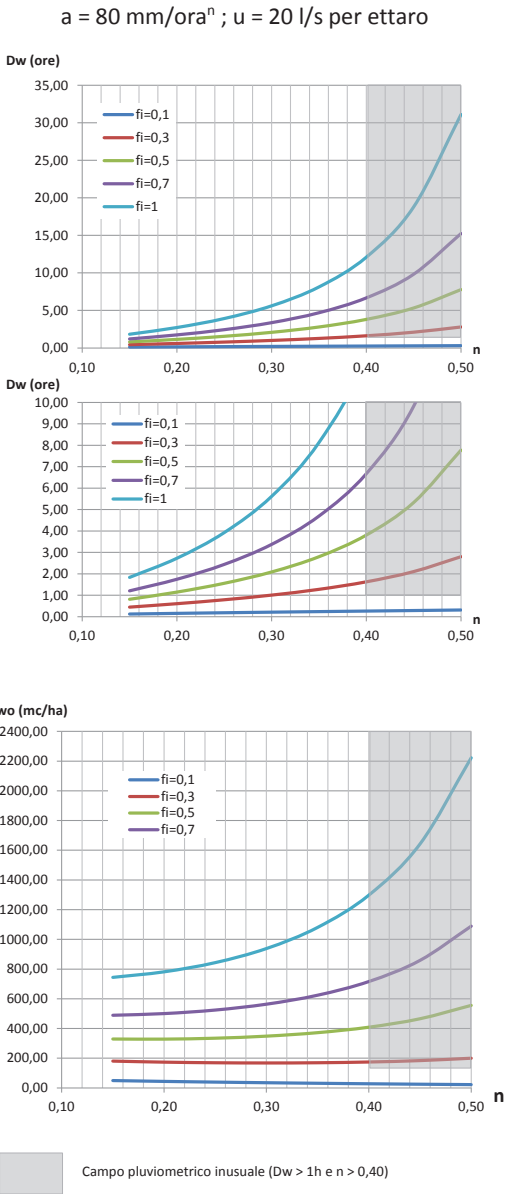
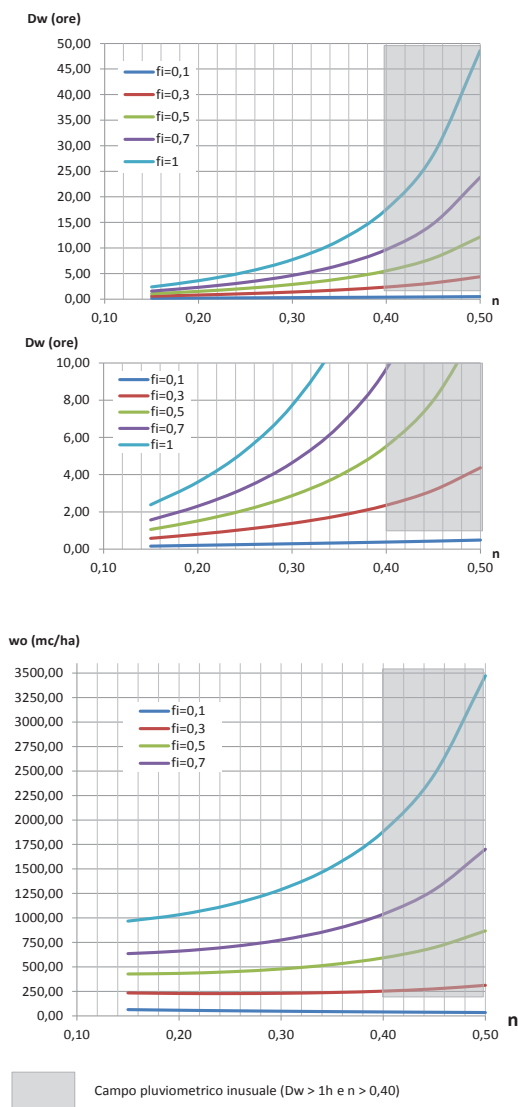


Figura 12 – Grafici della durata D_w (eq. 4'') e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5'') in funzione di n , per $a=100$ mm/ora e per $u = 20$ l/s per ettaro

$a = 100$ mm/oraⁿ ; $u = 20$ l/s per ettaro



4. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

In funzione delle portate uscenti dall'invaso di laminazione Q_u (nel rispetto della portata limite ammissibile di cui all'articolo 8 del regolamento) e Q_{inf} (portata di infiltrazione calcolata con i criteri prima esposti), il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento, a partire dal massimo invaso W_{lam} , è pari a:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$



ALLEGATO 6

Allegato H del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Esempi applicativi delle metodologie di calcolo dei volumi di laminazione e dei processi di infiltrazione

Allegato H - Esempi applicativi delle metodologie di calcolo dei volumi di laminazione e dei processi di infiltrazione.

1. ESEMPI APPLICATIVI DEL METODO DELLE SOLE PIOGGE

L'applicazione delle formule (4') e (5') richiede che il professionista abbia predeterminato, in riferimento allo specifico caso reale, la superficie scolante S afferente all'invaso (superficie interessata dall'intervento) e il suo coefficiente d'afflusso medio ponderale ϕ , i parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 o 100 anni indicati nell'Allegato G, paragrafo 1, ed infine la portata limite di scarico u_{lim} pari (o inferiore, se necessario) al valore limite ammissibile fissato nell'articolo 8 del regolamento per l'area oggetto del calcolo.

ESEMPIO 1

Un nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale di 2,5 ettari di superficie totale integralmente scolante verso un vaso di laminazione è ubicato in area A ad alta criticità ($u_{lim} = 10$ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento).

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 anni è caratterizzata dai parametri:

$$a = 70 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,5 \text{ per durate } D < 1 \text{ ora e } 0,28 \text{ per durate } D \geq 1 \text{ ora.}$$

Il progetto della lottizzazione prevede una superficie interessata dall'intervento di 2000 mq (8 % della superficie totale) per tetti, terrazzi, cortili e pavimentazioni ad uso pedonale e ciclabile, pertanto l'intervento presenta classe di intervento (articolo 9 del regolamento) "Impermeabilizzazione potenziale media" ed è applicabile la procedura di calcolo del metodo delle sole piogge.

Assumendo un coefficiente di deflusso (articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento) pari all'unità per le parti coperte (8 % del totale) e pari a 0,3 per le aree verdi (92 % del totale), il coefficiente di deflusso medio ponderale è pari a 0,356, che per sicurezza si arrotonda a 0,4.

Lo scarico dell'invaso di laminazione è addotto alla rete fognaria pubblica nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo $u_{lim} = 10$ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento è pari a:

$$2,5 \text{ ettari} \times 0,4 \times 10 = 10 \text{ l/s}$$

Applicando le formule (4') e (5') si ottengono i seguenti risultati:

- durata critica $D_w = 10,58$ ore (utilizzando l'esponente $n = 0,28$ valido per $D \geq 1$ ora)
- volume di laminazione $W_o = 974 \text{ m}^3$ (volume specifico di $974/(2,5 \times 0,4) = 974 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$).

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$ per aree di alta criticità ed è quindi adottabile per il progetto della vasca di laminazione.

ESEMPIO 2

Si ripete l'esempio 1 (nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale di 2,5 ettari di superficie totale integralmente scolante verso un vaso di laminazione) ma ipotizzandone l'ubicazione in area B a media criticità ($u_{lim} = 20$ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento) e quindi avendo portata limite ammissibile pari a 20 l/s.

In questo caso le formule (4') e (5') forniscono i seguenti risultati:

$$\text{durata critica } D_w = 4,04 \text{ ore (utilizzando l'esponente } n = 0,28 \text{ valido per } D \geq 1 \text{ ora)}$$

$$\text{volume di laminazione } W_o = 744 \text{ m}^3 \text{ (volume specifico di } 744/(2,5 \times 0,4) = 744 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}\text{).}$$

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $600 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ per aree di media criticità ed è quindi adottabile per il progetto della vasca di laminazione.

ESEMPIO 3

Una ristrutturazione edilizia di una superficie totale di 1 ettaro prevede un ampliamento della superficie interessata dall'intervento di 0,2 ettari (20 % della superficie totale) ed è ubicata in area A ad alta criticità ($u_{\text{lim}} = 10 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento; portata limite ammissibile per lo scarico dell'ampliamento pari a 2 l/s). Poiché l'invarianza idraulica è da commisurare al solo ampliamento di 0,2 ettari, l'intervento presenta classe di intervento (articolo 9 del regolamento) "Impermeabilizzazione potenziale media" ed è quindi adottabile la procedura di calcolo del metodo delle sole piogge da applicare al solo ampliamento.

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 anni è caratterizzata dai parametri:

$$a = 80 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,5 \text{ per durate } D < 1 \text{ ora e } 0,25 \text{ per durate } D \geq 1 \text{ ora.}$$

Ipotizzando che il progetto dell'ampliamento preveda coperture impermeabili comportanti un coefficiente d'afflusso medio ponderale pari a 1, le formule (4') e (5') forniscono i seguenti risultati:

$$\text{durata critica } D_w = 9,29 \text{ ore (utilizzando l'esponente } n = 0,25 \text{ valido per } D \geq 1 \text{ ora)}$$

$$\text{volume di laminazione } W_o = 212 \text{ m}^3 \text{ (volume specifico di } 212/(0,2 \times 1) = 1060 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}).$$

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ per aree di alta criticità ed è quindi adottabile per il progetto della vasca di laminazione.

ESEMPIO 4

Una ristrutturazione edilizia di una lotto avente superficie totale di 1,5 ettari prevede un ampliamento della superficie interessata dall'intervento di 400 mq (2,7 % della superficie totale) ed è ubicata in area B a media criticità ($u_{\text{lim}} = 20 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento; portata limite ammissibile per lo scarico dell'ampliamento pari a $0,80 \text{ l/s}$). Poiché l'invarianza idraulica è da commisurare al solo ampliamento di 400 mq, l'intervento presenta classe di intervento (articolo 9 del regolamento) "Impermeabilizzazione potenziale media" ed è quindi adottabile la procedura di calcolo del metodo delle sole piogge da applicare al solo ampliamento.

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 anni è caratterizzata dai parametri:

$$a = 70 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,5 \text{ per durate } D < 1 \text{ ora e } 0,35 \text{ per durate } D \geq 1 \text{ ora.}$$

Ipotizzando che il progetto della lottizzazione preveda coperture impermeabili comportanti un coefficiente d'afflusso medio ponderale pari a 1, le formule (4') e (5') forniscono i seguenti risultati:

$$\text{durata critica } D_w = 6,62 \text{ ore (utilizzando l'esponente } n = 0,35 \text{ valido per } D \geq 1 \text{ ora)}$$

$$\text{volume di laminazione } W_o = 35,2 \text{ m}^3 \text{ (volume specifico di } 35,2/(0,04 \times 1) = 880 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}).$$

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $600 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ per aree di media criticità ed è quindi adottabile per il progetto della vasca di laminazione.

2. ESEMPIO APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA

Un nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale di 2,5 ettari di superficie totale integralmente scolante verso l'invaso di laminazione è ubicato in area ad alta criticità ($u_{\text{lim}} = 10 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento).

Il progetto della lottizzazione prevede le seguenti percentuali di “copertura” dell’area:

- a) 30 % della superficie totale per tetti e terrazzi con copertura impermeabile non soggetti a presenza di veicoli a motore (superficie $2,5 \times 0,30 = 0,75$ ettari);
- b) 20 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità interna pedonale o ciclabile (superficie $2,5 \times 0,20 = 0,50$ ettari);
- c) 15 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità e parcheggi per autoveicoli (superficie $2,5 \times 0,15 = 0,375$ ettari);
- d) 35 % della superficie totale di aree a verde (superficie $2,5 \times 0,35 = 0,875$ ettari).

I coefficienti di deflusso delle suddette aree valgono (articolo 11, comma 2, lettera d), del regolamento) rispettivamente: $\varphi = 1$ per l’area a); $\varphi = 0,7$ per l’area b); $\varphi = 0,7$ per l’area c); $\varphi = 0,3$ per l’area d). Il coefficiente di deflusso medio ponderale dell’intera area è pertanto pari a 0,65.

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 anni è caratterizzata dai parametri:

$$a = 70 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,5 \text{ per durate } D < 1 \text{ ora e } 0,28 \text{ per durate } D \geq 1 \text{ ora.}$$

Il suolo è di natura sabbioso argillosa assimilabile al tipo C della classificazione SCS (articolo 11, comma 2, lettera c) del regolamento) senza interferenza con la falda freatica.

Il recapito finale delle acque reflue e meteoriche è in pubblica fognatura, salvo la quota parte smaltita per infiltrazione.

Il progetto prevede di separare le acque pluviali relative alle parti a), b) e di addurre le medesime ad un invaso di laminazione e infiltrazione ubicato nell’area verde d). Nei riguardi invece delle acque meteoriche relative alla parte c), soggetta a presenza di autoveicoli, il progetto prevede di colletterle con apposita rete di drenaggio in una separata vasca di laminazione.

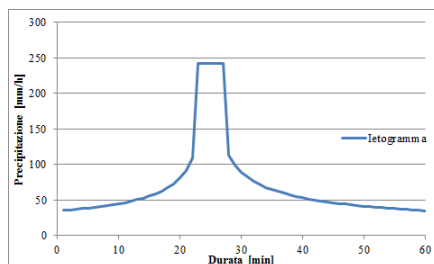
Lo scarico dell’invaso di laminazione asservito alle aree a), b), d), e quello della vasca di laminazione asservita all’area c) sono addotti alla rete fognaria pubblica nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo $u_{lim} = 10 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento, è pari a:

$$2,5 \text{ ettari} \times 0,65 \times 10 = 16,25 \text{ l/s}$$

A. Calcolo dell’invaso di laminazione ubicato nell’area verde e asservito alle aree a), b), d).

A.1. Ietogramma di progetto

In base ai parametri prima citati della curva di possibilità pluviometrica, assumendo lo ietogramma tipo Chicago con posizione del picco 0,4 e durata $D = 1$ ora, sicuramente maggiore del tempo di corrivazione della rete drenante, si ottiene lo ietogramma distribuito nell’arco della durata di 1 ora come da figura:



A.1. Idrogramma di piena recapitato dall’area a) nell’invaso “verde”

Assumendo che l’area a), di superficie pari al 30 % di 2,5 ettari e quindi pari a 0,75 ettari, sia totalmente impermeabile, applicando il modello afflussi - deflussi di corrivazione avendo assunto il tempo di corrivazione di 15 minuti, si ottiene l’idrogramma indicato nella Figura 13.

A.2. Idrogramma di piena recapitato dall'area b) nell'invaso "verde"

Assumendo che l'area b), di superficie pari al 20 % di 2,5 ettari e quindi pari a 0,50 ettari, sia parzialmente impermeabile con coefficiente di deflusso 0,7 (articolo 11, comma 2, lettera d)) del regolamento, applicando il modello afflussi - deflussi di corrivazione avendo assunto il tempo di corrivazione di 10 minuti, si ottiene l'idrogramma indicato nella Figura 13.

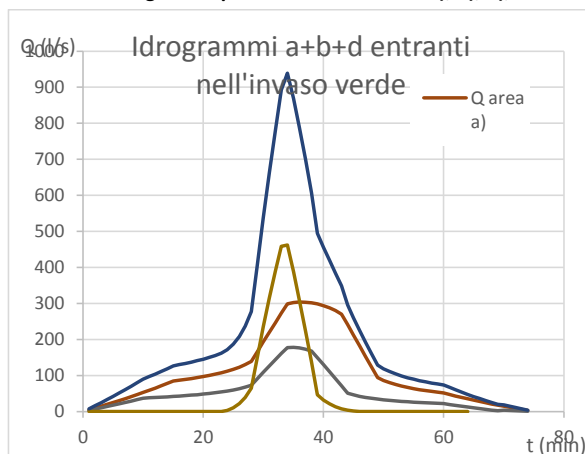
A.3. Idrogramma di piena recapitato dall'area d) nell'invaso "verde"

Assumendo che l'area d), di superficie pari al 35 % di 2,5 ettari e quindi pari a 0,875 ettari, sia permeabile di suolo tipo C (classificazione SCS), applicando il modello di Horton avente parametri $f_0 = 125 \text{ mm/h}$, $f_c = 6,3 \text{ mm/h}$, $k = 2 \text{ ore}^{-1}$, ed essendo lo ietogramma di pioggia direttamente incidente l'area verde senza rete di drenaggio e quindi senza necessità di applicare un modello afflussi - deflussi, si ottiene l'idrogramma indicato nella Figura 13.

A.4. Idrogramma di piena recapitato dalle aree a), b), d) nell'invaso "verde"

Sommando i contributi di portata recapitati dalle aree a), b), d) si ottiene l'idrogramma complessivo $Q_e(t)$ entrante nell'invaso indicato nella seguente Figura 13.

Figura 13 – Esempio di applicazione della metodologia di calcolo dettagliata: idrogrammi afferenti all'invaso di laminazione ubicato nell'area verde: idrogrammi provenienti dalle aree a), b), d), e totale.



Risulta che l'idrogramma complessivo $Q_e(t)$ presenta una portata al colmo pari a 940 l/s circa (quindi assolutamente inaccettabile rispetto alla portata limite ammissibile di 16,25 l/s). Il volume complessivo di tale onda entrante nell'invaso è pari a circa 920 mc.

A.5. Infiltrazione e laminazione dell'invaso verde

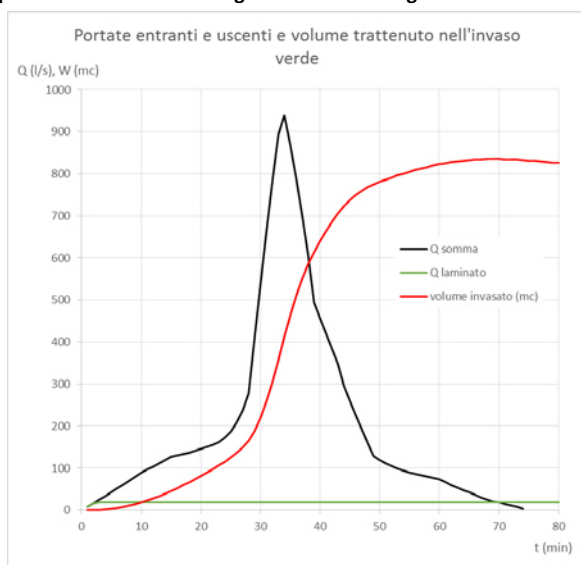
Configurando l'invaso all'interno delle aree verdi con un'area verde ribassata di profondità 1,5 m e di superficie 600 mq, considerando la capacità di infiltrazione del suolo di classe C (classificazione SCS) pari cautelativamente al suo valore asintotico di 6,3 mm/h e quindi pari a 17,5 l/s per ettaro, l'infiltrazione dell'area verde di invaso verso il sottosuolo è pari a $17,5 \times 0,06 = 1,05 \text{ l/s}$. Se quindi fosse solo questa la via di scarico dell'invaso dei 920 mc prima calcolati, il tempo di svuotamento sarebbe troppo lungo rispetto al limite di 48 ore (articolo 11, comma 2, lettera f) del regolamento) essendo pari a circa 10 giorni.

Una seconda alternativa potrebbe consistere nel configurare il fondo dell'invaso con un letto abbondante di ghiaia grossolana disperdente (o anche attrezzato con trincee o pozzi filtranti) in modo da garantire una capacità di infiltrazione almeno dell'ordine di 70-100 mm/h (in media 200 l/s per ettaro) e quindi di $200 \times 0,06 = 12 \text{ l/s}$ circa. Ne deriverebbe un tempo di svuotamento di $920.000/12 = 76.670 \text{ sec} = \text{circa } 21 \text{ ore}$ e quindi pienamente accettabile.

Se invece si ipotizzasse una terza soluzione configurata con un letto di fondo meno disperdente avente una capacità di infiltrazione pari a circa la metà di quella ipotizzata nella seconda alternativa (circa 100 l/s per ettaro, corrispondente a $100 \times 0,06 = 6 \text{ l/s}$), occorrerebbe dotare l'invaso anche di una bocca di scarico verso

la rete pubblica fognaria. Data la portata limite massima ammissibile allo scarico pari a 16,25 l/s, si assume che la bocca di scarico derivi da questa vasca una frazione pari a circa 13 l/s, tenendo conto del contemporaneo scarico dell'altra vasca asservita all'area c) (vedi oltre). Lo scarico dall'invaso è dunque duplice: infiltrazione nel sottosuolo (6 l/s) e bocca di scarico (13 l/s). Calcolando quindi il processo di laminazione con le equazioni (1), (2), (3), in funzione di un idrogramma uscente dall'invaso con portata pari a $13 + 6 = 19$ l/s, si ottiene che nell'istante di massimo invaso il volume raggiunge il valore di 835 mc (Figura 14) con un tirante massimo rispetto all'area dell'invaso di 600 mq di circa 1,40 m, quindi pienamente accettabile. Il tempo di svuotamento dell'invaso è pari a $835.000/19 = 43.947$ sec = circa 12,2 ore, anch'esso accettabile.

Figura 14 – Esempio di applicazione della metodologia di calcolo dettagliata: risultato dei calcoli esemplificativi



B. Calcolo della vasca di laminazione asservita all'area c

B.1. Idrogramma di piena recapitato dall'area c) nella vasca

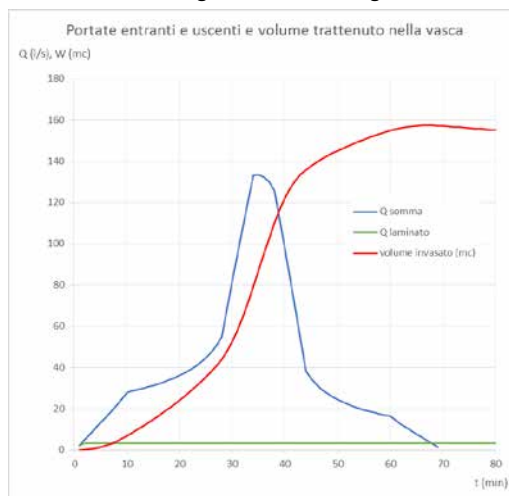
Assumendo per l'area c), di superficie pari al 15 % di 2,5 ettari e quindi pari a 0,375 ettari, il coefficiente di deflusso 0,7 (articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento) e applicando il modello afflussi - deflussi di corrivazione avendo assunto il tempo di corrivazione di 10 minuti, si ottiene l'idrogramma indicato nella Figura 15 che presenta una portata al colmo pari a circa 130 l/s circa ed un volume complessivo pari a circa 170 mc.

B.2. Laminazione nella vasca

Ammettendo che non sia accettabile l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche drenate dall'area pavimentata carrabile c), tali acque devono essere addotte ad una vasca impermeabile di laminazione avente scarico nella rete fognaria compatibile con il prima citato limite massimo ammissibile di 16,25 l/s. Poiché tale portata limite è già impegnata per 13 l/s dallo scarico dell'invaso ubicato nell'area verde, la portata massima compatibile per lo scarico della vasca di cui trattasi è pari a 3,25 l/s.

Calcolando quindi il processo di laminazione della vasca con le equazioni (1), (2), (3), in funzione di un idrogramma uscente dall'invaso con portata pari a 3,25 l/s, si ottiene che nell'istante di massimo invaso il volume raggiunge il valore di 157 mc (Figura 15). Il suo tempo di svuotamento è pari a $157.000/3,25 = 48307$ sec = circa 13,4 ore. Per la tipologia costruttiva della vasca potrebbe essere adottata una delle differenti tipologie indicate nell'Allegato L o similari.

Figura 15 - Esempio di applicazione della metodologia di calcolo dettagliata: risultati



Il volume totale dei due invasi, pari a $835 + 157 = 992$ mc (volume specifico di $992 / (2,5 \times 0,65) = 610 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$), è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ per aree di alta criticità; è quindi necessario adottare per il progetto della vasca di laminazione il valore di:

$800 \times 2,5 \times 0,65 = 1.200$ mc da suddividere tra le due vasche.

3. ESEMPIO APPLICATIVO DEI REQUISITI MINIMI DELL'ARTICOLO 12, COMMA 2 DEL REGOLAMENTO

Una nuova villetta da realizzare in area verde prevede una superficie interessata dall'intervento di 150 mq ed è ubicata in area C a bassa criticità ($u_{\text{lim}} = 20 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento; portata limite ammissibile per lo scarico nel ricettore costituito dalla vicina fognatura pubblica pari a $0,30 \text{ l/s}$).

Poiché l'intervento presenta classe di intervento "Impermeabilizzazione potenziale media" ed è ubicato in area C a bassa criticità, in base all'articolo 9 del regolamento l'invarianza idraulica è da realizzare applicando i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2 del regolamento, che in questo caso prevedono l'adozione di un volume di laminazione di 400 m^3 per ettaro impermeabile.

Si adotta quindi, considerando il sedime della villetta completamente impermeabile (coefficiente di deflusso pari a 1), un invaso di laminazione di volume pari a $400 \times 150 / 10000 = 6 \text{ m}^3$.

Tale volume è realizzato in una porzione dell'area verde adiacente alla villetta di estensione di 40 m^2 ribassata in modo da poter contenere un invaso idrico con tirante medio di $6/40 = 0,15 \text{ m}$ (15 cm).

Ciò posto ai fini della verifica del limite di $0,30 \text{ l/s}$ per l'eventuale scarico superficiale della vasca verso la rete fognaria, si valuta preliminarmente la portata di infiltrazione della vasca realizzata con fondo verde drenate atto a configurare una capacità di infiltrazione asintotica stimata in base alla natura del suolo sottostante in 10 mm/ora , quindi con una portata di infiltrazione di:

$$Q_{\text{inf}} = \frac{40 \cdot 10}{3600 \cdot 1000} = 1,11 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0,11 \text{ l/s}.$$

Con tale portata di infiltrazione lo svuotamento dalla vasca avviene in:

$$t_{\text{svuot}} = \frac{6 \cdot 1000}{0,11} = 54.545 \text{ sec} = 15,1 \text{ ore}$$

quindi minore del limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) del regolamento.

Lo scarico della vasca per infiltrazione è quindi compatibile e non sussiste necessità di dotare la vasca di un condotto di scarico verso la rete fognante pubblica.

_____ • _____



ALLEGATO 7

**Allegato I del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Esempi di configurazioni
del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e lo
scarico nel ricettore**

Allegato I - Esempi di configurazioni del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e lo scarico nel ricettore

Nelle figure seguenti sono riportati alcuni esempi di configurazioni del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e lo scarico nel ricettore, sia per scarichi a gravità che per sollevamento.

Figura 16 – Particolari vasca di laminazione con scarico a gravità, con e senza deposito ad uso irriguo (da: Comune di Trento)

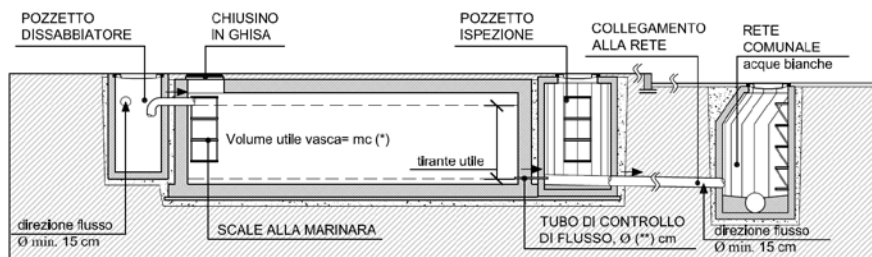
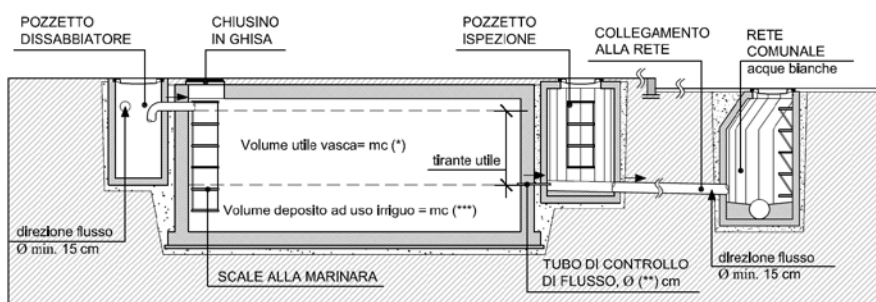
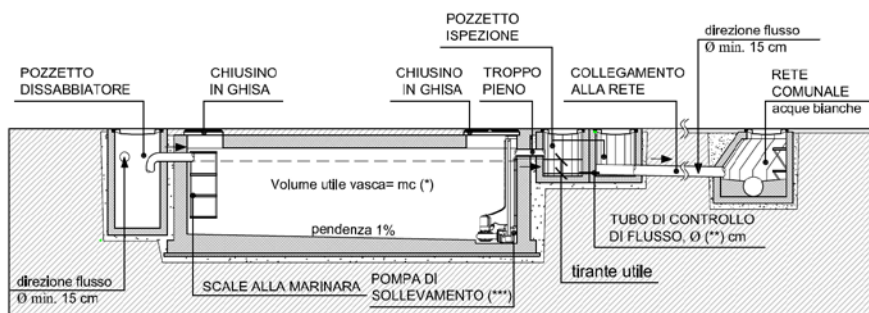


Figura 17 - Particolari vasca di laminazione con scarico mediante pompaggio, senza deposito ad uso irriguo (da: Comune di Trento)





ALLEGATO 8

**Allegato L del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Indicazioni tecniche
costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque
meteoriche in ambito urbano**

Allegato L - Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano

1. GENERALITÀ

Nel presente capitolo sono sinteticamente esposte alcune indicazioni tecniche per la realizzazione delle infrastrutture finalizzate al rispetto degli obiettivi e dei limiti indicati nei precedenti capitoli.

Si tratta di indicazioni di primo orientamento in merito alle strutture, alle caratteristiche e alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti. Per le determinazioni e le progettazioni di dettaglio è necessario riferirsi alla vasta letteratura tecnica dell'ingegneria idraulica del settore.

2. OPERE DI LAMINAZIONE

Generalità

Le strutture di laminazione atte all'abbattimento delle portate pluviali e meteoriche entro determinati limiti rappresentano la famiglia più numerosa di tecniche di mitigazione degli allagamenti. Questi manufatti hanno la funzione di invasare provvisoriamente una parte, anche notevole, dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente alla depurazione o per restituirli al ricettore finale, con portata ridotta e con essi compatibile. Sono classificabili tra le strutture di immagazzinamento anche quelle che non contemplano uno scarico verso valle ma lo svuotamento attraverso l'infiltrazione.

In generale la classificazione delle opere di laminazione viene effettuata sulla base di differenti criteri, di seguito brevemente descritti:

- funzione assolta: DETENZIONE o RITENZIONE
- posizione rispetto alla rete drenante: TRANSITO (in linea) o CATTURA (fuori linea)
- posizione rispetto al piano campagna: SUPERFICIALE o SOTTERRANEA

Detenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono temporaneamente invasati e contemporaneamente rilasciati attraverso gli scarichi nel sistema di drenaggio di valle, con portata limitata nei limiti prescritti al punto 1. In questo caso il volume invasato è trattenuto solo temporaneamente nell'invaso e l'onda laminata uscente da esso si sviluppa nel corso dello stesso evento meteorico.

Ritenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono invasati, generalmente per un lungo periodo, e non vengono rilasciati durante l'evento meteorico nel ricettore in quanto le acque accumulate vengono smaltite mediante infiltrazione, evaporazione o riuso. In questo caso quindi il volume invasato è trattenuto a lungo o permanentemente nell'invaso e l'eventuale scarico si sviluppa dopo l'evento meteorico, senza contribuire alla formazione della piena a valle. Possono venire progettati per mantenere all'interno un certo volume di acque (bacini umidi, wetland) con una vasca permanente che consente lunghi tempi di residenza idraulica, permettendo così di raggiungere elevati rendimenti di rimozione degli inquinanti, oppure possono essere disegnati in maniera da svuotarsi completamente (bacini asciutti).

Invasi di transito (in linea): tutti i deflussi derivanti dall'area scolante entrano direttamente nell'invaso e contemporaneamente escono dallo stesso passando attraverso una o più bocche di scarico limitanti la portata consegnata a valle.

Invasi di cattura (fuori linea): l'invaso è posto in derivazione rispetto al condotto o canale convogliante i deflussi derivanti dall'area scolante e viene interessato solo per portate in arrivo maggiori di un valore di soglia prefissato.

Sotterraneo: serbatoi chiusi costruiti in situ o prefabbricati, al di sotto del piano campagna e non visibili dall'esterno. La funzione da essi assolta è quella di laminazione (detenzione o ritenzione), a volte può essere previsto il trattamento delle acque.

Superficiale: aree aperte già esistenti o adattate o appositamente sbancate per la laminazione, visibili dall'esterno e almeno in parte destinabili ad altre finalità (agricoltura, fruizione pubblica, paesaggio, ecc.) nei periodi di asciutta. Possono essere aree naturali o artificiali o miste e possono anche integrare la funzione idraulica con la depurazione delle acque invase mediante sistemi vegetati (wetlands, cunette vegetate, filter strips). Scarico anche per infiltrazione.

Strutture superficiali di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da aree depresse naturali o appositamente costruite, di estensione e forma tale da garantire un volume di ritenzione pari a quello di progetto. Esse possono essere dotate di scarico di fondo, di scarico di emergenza di superficie, di fondo impermeabile (per particolari condizioni di vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo o per altre particolari esigenze o rischio di inquinamento delle acque di drenaggio) o di fondo drenante.

Figura 18 - Schemi di aree di ritenzione/laminazione proposte nei sistemi LID ecc.

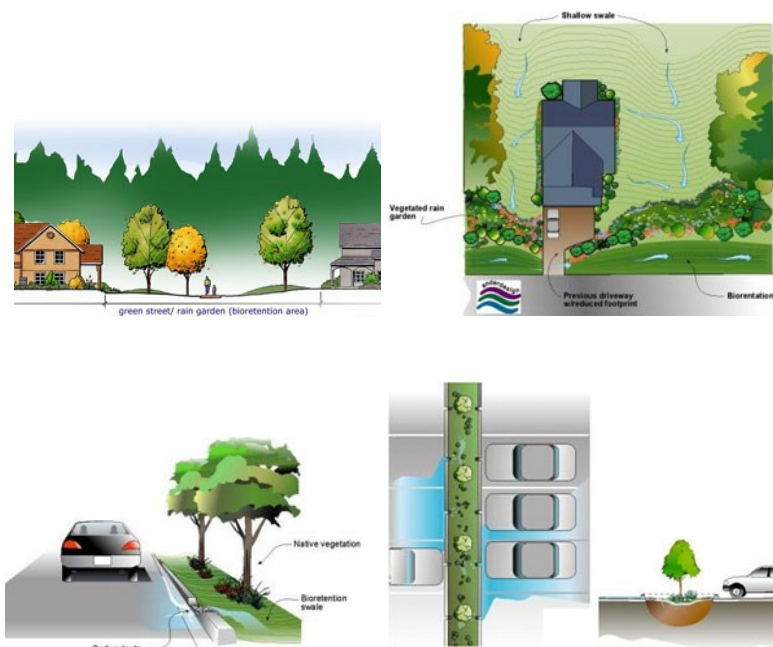
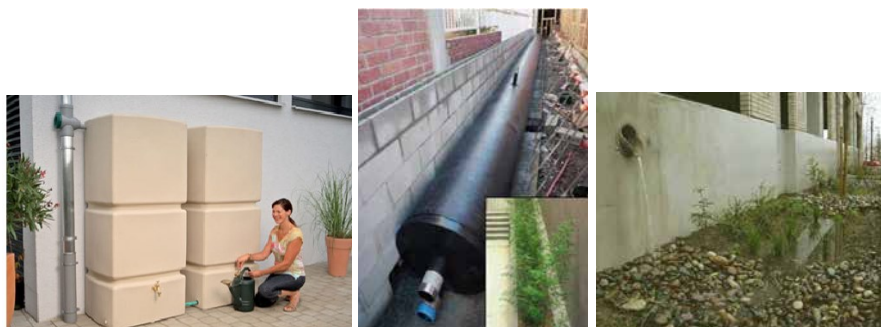


Figura 19 - Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto





Figura 20 – Esempi di strutture di laminazione fuori terra delle acque dei tetti, strutturabili sia per la sola laminazione sia per il riuso



Strutture sotterranee di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da serbatoi o vasche in c.a. o altro materiale, prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti in funzione del volume, del materiale utilizzato, dell'allocazione, del riutilizzo o meno delle acque.

Nel presente capitolo vengono riportati alcuni schemi applicativi e alcuni esempi relativi a strutture sia “compatte”, sia “distribuite” in senso longitudinale. Si configura in questo secondo sistema anche il sovradimensionamento del sistema fognario necessario per il drenaggio di una determinata area, purché fornito da opportuni sistemi per limitare, a valle, la portata scaricata entro i valori massimi imposti.

I componenti di base di una struttura interrata di laminazione sono: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di schermatura per le zanzare e altri animali, un sistema di filtrazione per evitare l'immissione di materiale grossolano (es. foglie o rifiuti), un tubo di troppo pieno (o, comunque, un'uscita controllata), un sistema di gestione delle

emergenze (es. alloggiamento pompe). Le caratteristiche supplementari possono includere un indicatore di livello dell'acqua, una trappola di sedimenti, o la possibilità di estendere modularmente il volume di accumulo.

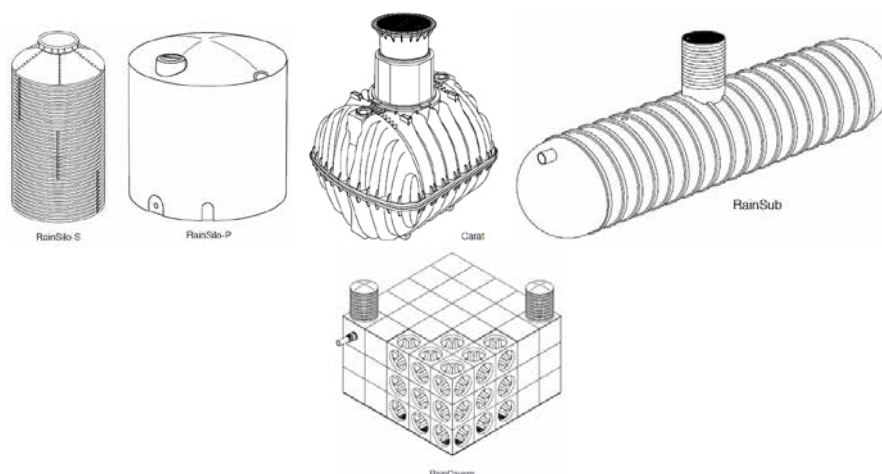
Figura 21 – Esempio di vasca di laminazione sotterranea in c.a.



Figura 22 – Esempi di applicazione di vasche di laminazione sotterranee per piccole e medie estensioni, strutturabili sia per la sola laminazione con scarico in sistema di infiltrazione, sia per il riuso (tratte dal sito <http://www.3ptechnik.it/it/home.html>)



Figura 23 – Schemi di serbatoi interrati per piccole, medie e grandi installazioni (dal sito <http://www.conservationtechnology.com>)



Una possibile installazione di strutture sotterranee di infiltrazione/ detenzione prevede l'utilizzo di tubazioni di grande diametro in c.a. o di serbatoi prefabbricati in polietilene. In questo caso la pavimentazione è di tipo tradizionale (impermeabile) e l'alimentazione avviene attraverso caditoie frequentemente corredate da filtri più o meno complessi. Le strutture serbatoio possono essere filtranti ovvero impermeabili garantendo unicamente la detenzione temporanea dei deflussi.

Figura 24 – Esempio di strutture di laminazione costituite da tubazioni sotterranee e sovradimensionamento del sistema di drenaggio delle superfici impermeabili



Gestione e manutenzione delle opere di laminazione

In generale, è fondamentale per il corretto funzionamento degli invasi e per il mantenimento delle caratteristiche iniziali la corretta manutenzione e gestione delle opere strutturali previste. Esse dipenderanno (in termini di cosa fare e quando farlo) dalle caratteristiche proprie delle opere (interrate, superficiali, con infiltrazione, con pompaggio, ecc.).

Per quanto riguarda, in particolare, i sedimenti, occorrerà prevedere adeguati interventi di rimozione dei materiali dal bacino stesso, con modalità differenti in funzione del rischio di inquinamento degli stessi e delle loro caratteristiche.

In generale gli invasi richiedono almeno un'ispezione annuale che ne valuti le condizioni: solitamente un bacino dovrebbe essere ripulito se la profondità dei depositi è maggiore o uguale a un terzo dell'altezza dal fondo del più basso fra le aperture di afflusso e/o afflusso e i condotti presenti. La pulizia può essere effettuata sia manualmente che per mezzo di apparecchiature apposite.

Nel caso di vasche chiuse in calcestruzzo, diversi studi hanno dimostrato che i sistemi più efficaci e meno costosi per la rimozione dei rifiuti sono quelli che sfruttano il flusso dell'acqua ad alta velocità: esistono, a riguardo, differenti tecnologie basate tutte sulla creazione di un'onda di lavaggio che dilava i sedimenti dal fondo della vasca al termine di ogni episodio di riempimento-svuotamento della vasca, la principale differenza è nella modalità con cui l'acqua necessaria per il lavaggio viene accumulata e poi scaricata bruscamente all'interno della vasca stessa (Figura 21).

3. OPERE DI INFILTRAZIONE

Generalità

Le opere strutturali più diffuse che incentivano lo smaltimento per infiltrazione nel terreno di una parte dei deflussi meteorici sono le seguenti:

- trincee di infiltrazione,
- pozzi drenanti,
- bacini di infiltrazione,
- pavimentazioni permeabili,
- caditoie filtranti

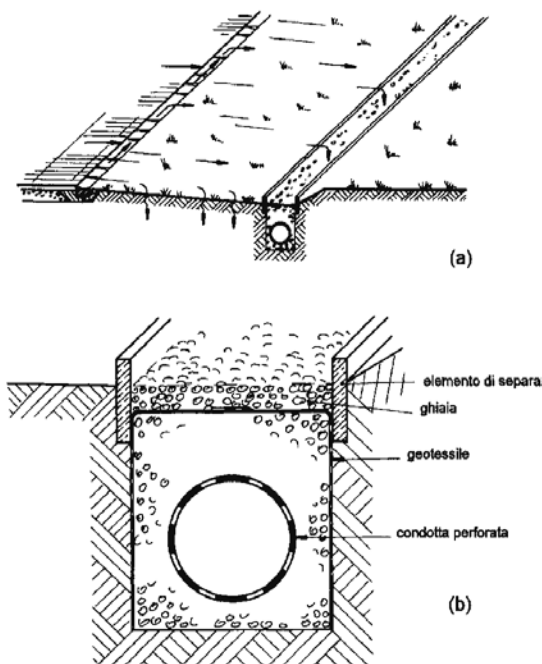
Trincee d'infiltrazione

La trincea d'infiltrazione (Figura 25) 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, ad esempio ghiaia o ghiaietto. 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.

Ogni trincea viene generalmente dotata di una condotta forata centrale, del diametro minimo DN200 mm, che ha la funzione di distribuire omogeneamente le acque lungo tutta la trincea e, ove previsto, di condurre le acque non infiltrate alla rete di scarico. Attraverso tale condotta è pure possibile operare interventi di pulizia o manutenzione straordinaria della trincea stessa.

Per mantenere più a lungo possibile le caratteristiche idrauliche della trincea, è sempre opportuno installare a monte delle trincee dei pre-trattamenti per la rimozione del particolato sottile al fine di evitare problemi di ostruzione della struttura.

Figura 25 – Trincea drenante



Le trincee possono essere allocate in superficie o nel sottosuolo: quelle in superficie ricevono il deflusso superficiale direttamente dalle aree adiacenti mentre quelle nel sottosuolo possono ricevere il deflusso da altre reti drenanti, ma richiedono l'utilizzo di ulteriori pre-trattamenti per impedire che particolato grossolano, terreno e foglie occludano la struttura.

In Figura 26 è possibile osservare una tipica trincea d'infiltrazione. Essa è costituita da uno scavo nel quale sono posti tre strati di terreno:

1. il primo, partendo dall'alto, è uno strato che ha buone qualità relativamente alla crescita della vegetazione. Si evidenzia, a proposito, un aspetto molto importante: la vegetazione, nelle trincee e, generalmente, nelle aree di infiltrazione, è fondamentale non solo per garantire l'aspetto estetico, ma anche per la rimozione dei nutrienti e la fitodepurazione delle acque e, non ultimo, perché migliora la permeabilità del suolo;
2. il secondo (opzionale), sabbioso, ha buone caratteristiche filtranti;
3. il terzo è costituito da ghiaia o materiale naturale di elevata permeabilità per l'accumulo temporaneo d'acqua piovana.

I tre strati prima detti sono caratterizzati inoltre dall'aver conduttività idraulica crescente dall'alto verso il basso. Al contorno dello strato di detenzione è, generalmente, collocato un tessuto permeabile (geotessuto) che ostacola l'ingresso delle particelle fini all'interno del sistema.

In superficie si installa uno scarico di troppo pieno munito di pozzo d'osservazione, utile ad allontanare l'acqua in eccesso che provocherebbe inondazione in superficie.

Infine, nella trincea si colloca una condotta verticale forata, avente un diametro di circa 100÷200mm e munita di coperchio in superficie, allo scopo di osservare in ogni momento il livello idrico nello strato di base.

Per quel che riguarda il materiale di riempimento dello strato di base della struttura, può essere convenzionale (es. granito frantumato) ovvero non convenzionale (es. gabbie modulari in materiale plastico).

che a parità di volume di scavo garantiscono un maggiore volume dei vuoti). Nel primo caso il diametro massimo degli aggregati non deve eccedere i 40÷80 mm, il volume dei vuoti del riempimento deve aggirarsi intorno il 30-40% e l'intero strato di riempimento è circondato da un tessuto filtrante.

La pendenza in superficie della trincea d'infiltrazione deve essere inferiore al 5%, mentre è consigliabile che quella del fondo sia prossima a zero per evitare che il liquido trovi delle traiettorie preferenziali d'infiltrazione.

Tra i vantaggi delle trincee vi sono la possibilità di essere posizionate al di sotto della superficie del terreno (installazione sotto le zone di parcheggio) e la richiesta di spazi ridotti, fatto che le rende idonee alle zone urbane. Tra gli svantaggi vi sono gli elevati costi di costruzione e manutenzione e la possibilità di intasamento.

Figura 26 - Trincea d'infiltrazione (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)

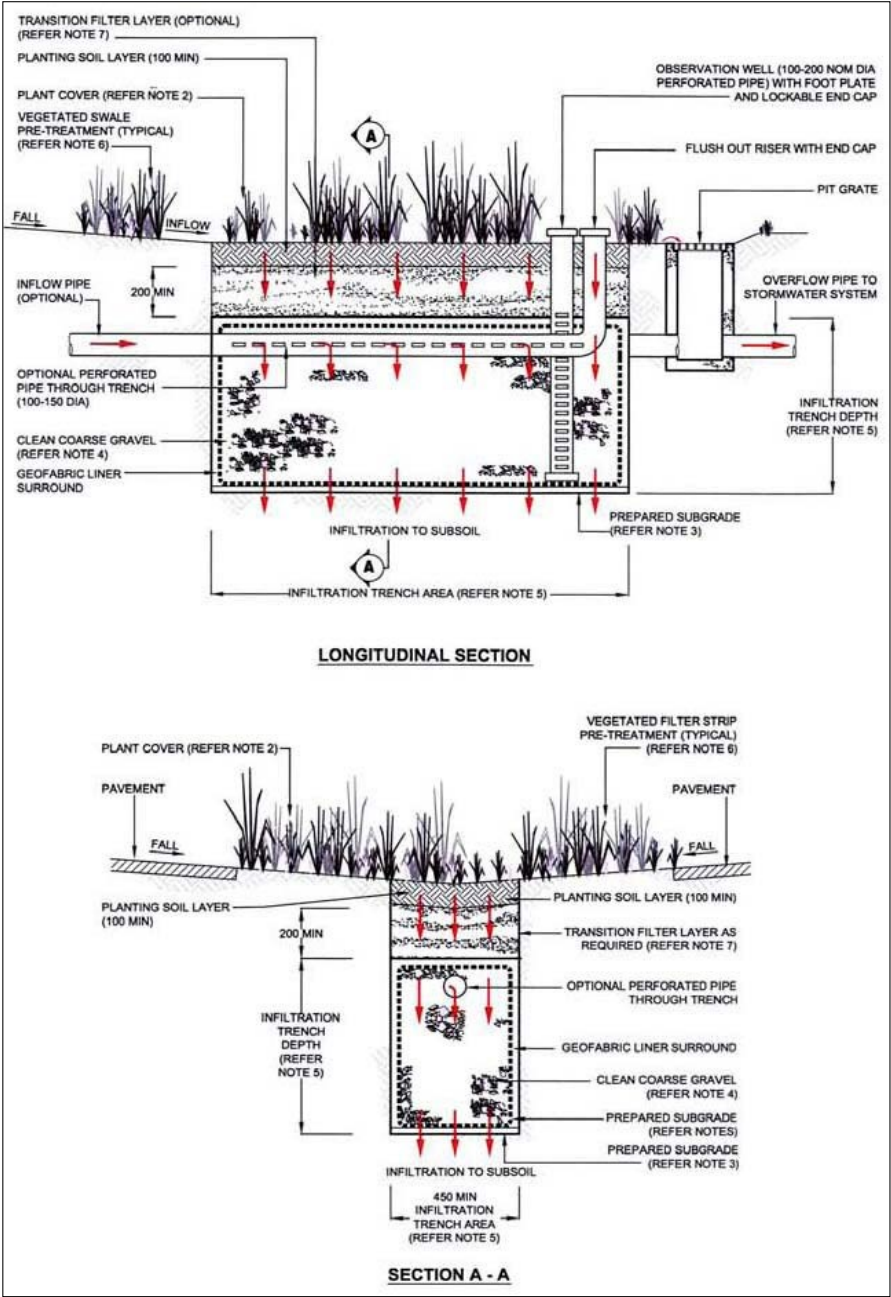


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

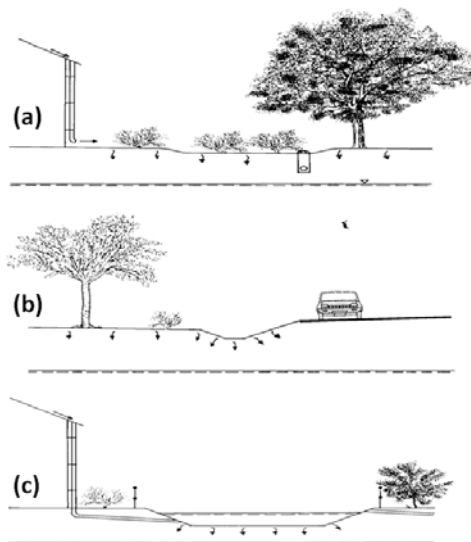


Figura 28 – Esempi di trincee d’infiltrazione

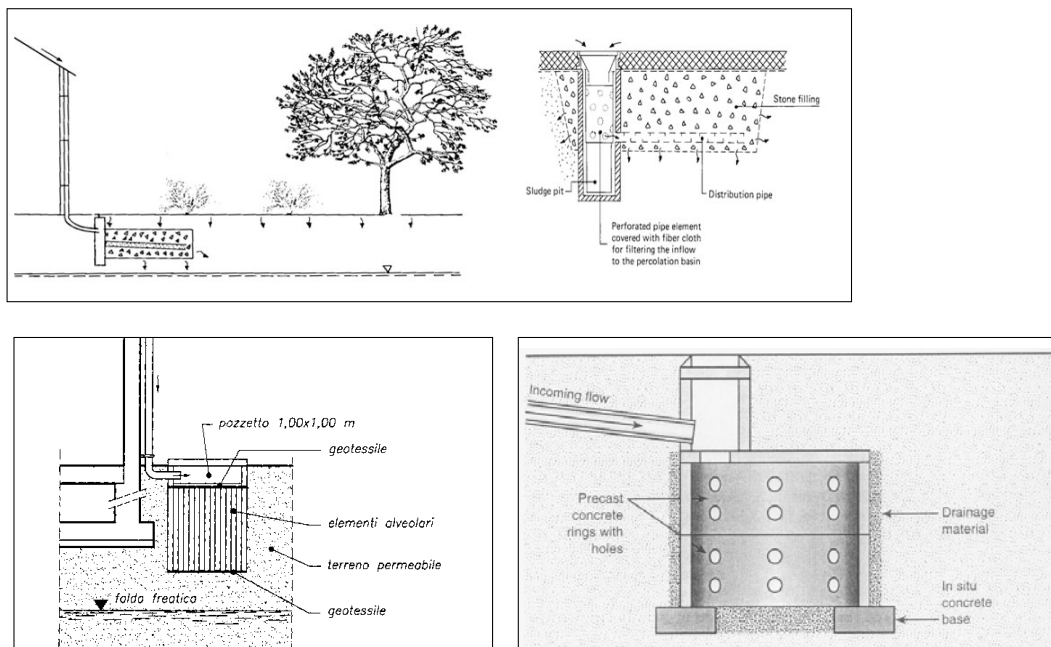


Pozzi d’infiltrazione

I pozzi d’infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali e commerciali e/o dai piazzali (mentre, come visto, le trincee di infiltrazione sono preferibilmente utilizzate nelle strutture lineari).

I pluviali, per esempio, possono essere estesi fino al pozzo (Figura 29), che deve essere posizionato a distanza adeguata (almeno 3 metri) dalle fondamenta degli edifici.

La struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento), mentre l’interno viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti sono preferibilmente dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo.

Figura 29 – Esempi di pozzi d'infiltrazione

Anche per i pozzi d'infiltrazione può essere necessario prevedere l'inserimento di pre-trattamenti per l'intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura. È opportuno inserire nelle grondaie dei filtri al fine di intrappolare particelle, foglie ed altri detriti.

Esistono anche in commercio dei piccoli manufatti che si inseriscono nelle grondaie e consentono il transito dell'acqua e l'espulsione delle foglie (Figura 30).

Figura 30 – Esempi di applicazioni per limitare il rischio di intasamento delle strutture di infiltrazione: filtro autopulente, filtro deviatore in linea, griglia per foglie. (Questi esempi sono tratti, in particolare, dal sito www.3PTechnik.it)



Bacini e vasche d'infiltrazione

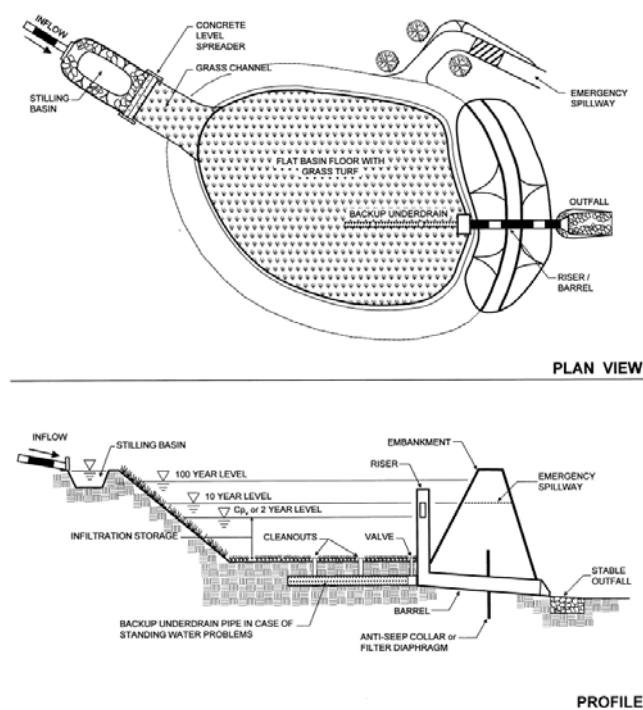
Le vasche e i bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

I primi hanno generalmente i muri di contenimento in calcestruzzo e possono essere strutture anche sotterranee, mentre i secondi sono ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, quindi sempre a cielo aperto.

In entrambi i casi è indispensabile la formazione di una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

Nei bacini d'infiltrazione, in genere le pareti e il fondo del bacino sono ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti. Inoltre, le radici vegetali possono aumentare la capacità di infiltrazione di un terreno poiché creano nello stesso dei condotti preferenziali in cui l'acqua si infiltra. Un esempio schematico di un bacino d'infiltrazione è riportato in Figura 31, mentre nella precedente Figura 19 sono riportate alcune immagini di bacini con funzione di laminazione e infiltrazione.

Figura 31 - Schema di un bacino di infiltrazione (Scheuler, 1992)



La profondità del bacino viene calcolata tenendo conto di un tempo massimo di ritenzione dell'acqua nel bacino stesso, usualmente posto inferiore alle 48 ore.

Uno dei problemi principali e delle critiche mosse a queste strutture è il rischio di inquinamento della falda. Se le acque di pioggia contengono elevate quantità di inquinanti, per esempio acque provenienti da siti industriali o da altre superfici suscettibili di inquinamento, i bacini d'infiltrazione non dovrebbero essere utilizzati, oppure dovrebbero essere preceduti da opportuni pre-trattamenti (come filtri o disoleatori). In ogni caso, è opportuno collocare il fondo del bacino a distanza di sicurezza dal livello massimo della falda. Devono, inoltre, essere rispettati i vincoli di rispetto delle aree di salvaguardia (pozzi, aree di ricarica della falda, ecc.) indicati nella normativa.

Anche con riferimento alle strutture (edifici) esistenti o in progetto, è bene collocare il bacino a distanza di sicurezza (indicativamente almeno pari ad un rapporto pari 1:1 tra la distanza dal piano seminterrato o interrato dell'edificio più vicino e il dislivello tra fondo vasca e quota dello stesso piano), per evitare problemi di infiltrazioni e conseguenti danni ai materiali.

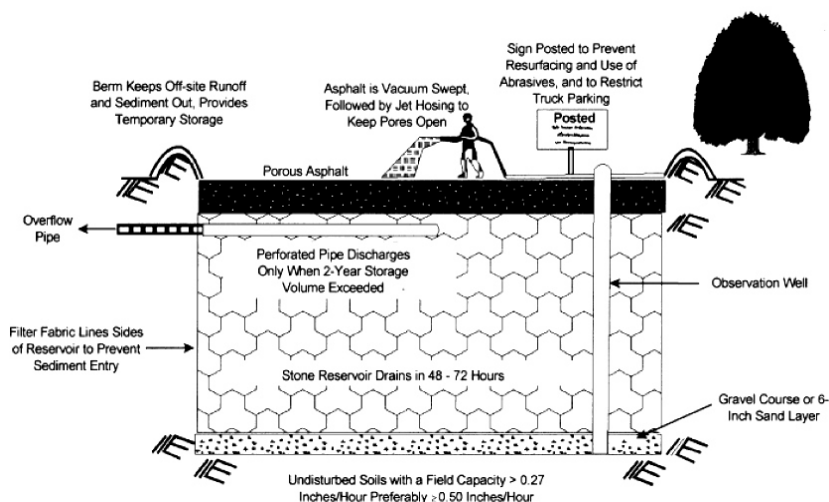
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

Per quanto riguarda la manutenzione, occorre provvedere alla rimozione regolare di foglie e detriti e nel prevedere una frequente potatura delle piante, degli arbusti e della vegetazione in genere. Occorre inoltre prevedere ogni 5÷10 anni di dissodare il terreno, in modo da rinnovarne lo strato superficiale.

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 (Figura 32).

Figura 32 - Schema di una pavimentazione permeabile (US EPA, 1998)



Esistono due tipi di pavimentazioni permeabili: continue e discontinue.

Le pavimentazioni permeabili continue 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 pavimentazioni permeabili discontinue sono invece ottenute accostando elementi prefabbricati in CLS, perforati e autobloccanti (Figura 33). In entrambi i casi al disotto della pavimentazione si realizza un sottofondo filtrante, composto da strati di granulometria crescente. Lo strato filtrante sottostante può anche essere isolato con una guaina impermeabile, trasformandosi in una specie di vasca di laminazione.

Le pavimentazioni permeabili discontinue permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie. Un esempio sono i blocchi di calcestruzzo ed erba che formano una griglia di vuoti circondati da calcestruzzo compresso e offrono uno spazio di circa l'80% della superficie complessiva per far crescere l'erba e far infiltrare l'acqua.

Il vantaggio che le pavimentazioni permeabili discontinue presentano rispetto alle continue è in fase di ricostruzione per perdita di funzionalità. I mattoni o moduli permeabili sono rimossi, puliti e riutilizzati,

riducendo così i costi di ricostruzione, invece l'asfalto è rimosso e non più utilizzabile. Sempre in fase di rifacimento il letto di ghiaia e il tessuto filtrante sono sostituiti, mentre lo strato di base è ripristinato.

Le pavimentazioni permeabili discontinue sono collocate sopra una struttura riempita di ghiaia molto permeabile in modo che i vuoti fungano da bacino di accumulo del deflusso. Un filtro in tessuto è posto sotto il riempimento, in modo da evitare che le sottili particelle di terreno entrino nella struttura provocandone l'ostruzione.

In ogni caso le pavimentazioni permeabili continue e discontinue possono essere sagomate in modo da consentire la raccolta e laminazione anche parziale delle acque, prima dell'immissione nel sistema di drenaggio.

Figura 33 - Elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo per pavimentazioni erbose (ASSOBETON, Associazione Nazionale Industrie Manufatti in Calcestruzzo Sezione Blocchi e Pavimenti)

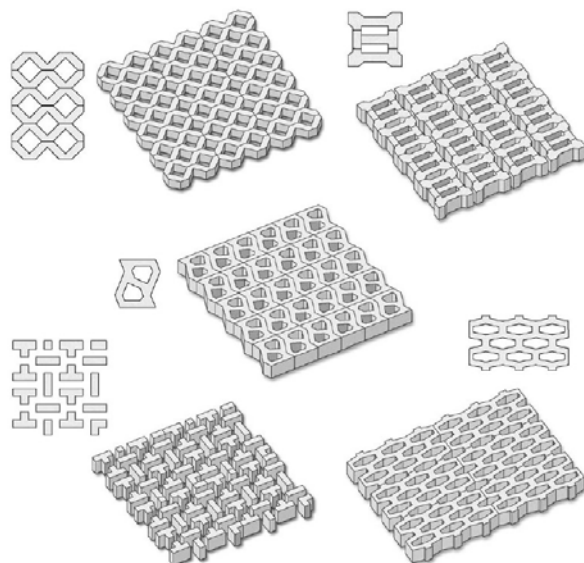


Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili



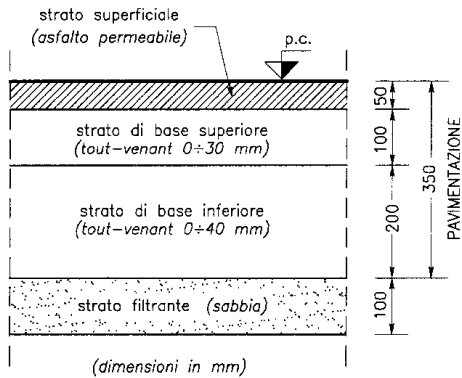
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

L'efficienza di una pavimentazione permeabile dipende, oltre che dalla corretta esecuzione e manutenzione dello strato più superficiale, dalla tipologia adottata per gli strati sottostanti, posti fra quello più superficiale

e il terreno di base. A sua volta, tale tipologia dipende dalla natura del sottosuolo: risulta infatti chiaro che, qualora questo possieda già buone caratteristiche drenanti, tali strati hanno solo la funzione di vettori delle portate infiltrate e di eventuale filtro nei confronti degli inquinanti da queste veicolate; invece, qualora non sussistano le garanzie di permeabilità del sottosuolo, l'intera pavimentazione assume un ruolo di accumulo, anche se temporaneo, delle acque infiltrate, che vengono gradualmente restituite al sistema drenante di cui la pavimentazione deve essere dotata e che è direttamente collegato al ricettore.

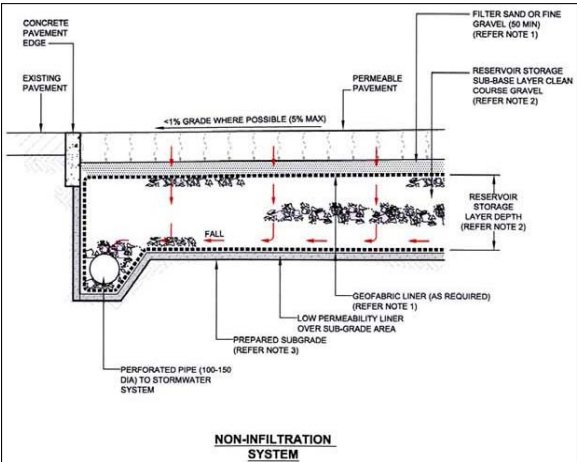
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere il sottosuolo dalla filtrazione di inquinanti, mediante lo strato di sabbia (Watanabe, 1995).

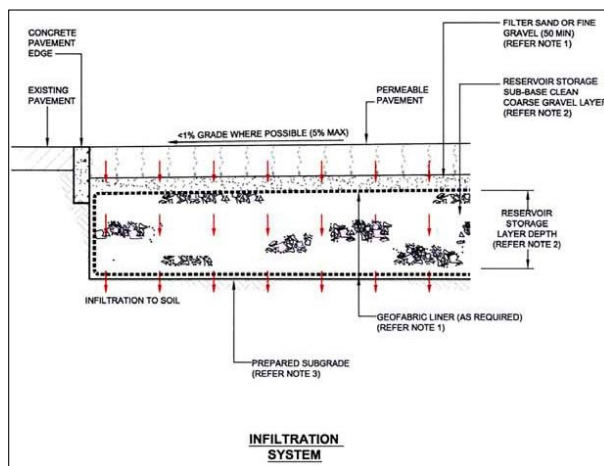
Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa



Invece nella seguente Figura 36 vengono riportati due schemi di pavimentazioni drenanti con due differenti “strutture a serbatoio”, dimensionate al fine di garantire una prefissata capacità di accumulo. la prima struttura prevede uno scarico solamente mediante la rete di drenaggio, la seconda prevede l’infiltrazione. Oltre ai materiali tradizionali (sabbia, ghiaia), possono essere utilizzati anche quelli sintetici, caratterizzati da una percentuale di vuoti superiore al 90%, grazie alla particolare forma a nido d'ape (Balades e altri, 1995).

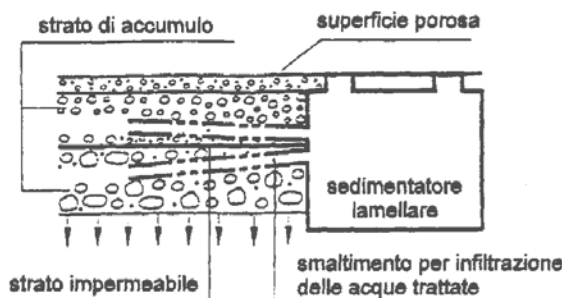
Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)





Nel caso in cui si voglia proteggere il sottosuolo dalla propagazione di inquinanti, e in particolar modo dai pericoli di occlusione prodotta dalla presenza di eccessive concentrazioni di solidi sospesi nelle acque infiltrate, si può ricorrere alla realizzazione di due strutture serbatoio sovrastanti, in comunicazione mediante due sistemi di dreni collegati da un bacino di sedimentazione, attraverso il quale le acque devono obbligatoriamente passare per raggiungere il serbatoio sottostante (Figura 37) (Balades e altri, 1991).

Figura 37 - Esempio di strutture serbatoio con pretrattamento delle acque a monte dell'infiltrazione nel suolo (Balades e altri, 1991)



Indagini su campo eseguite in Florida hanno evidenziato che le pavimentazioni filtranti utilizzate nelle aree di parcheggio, se correttamente installate e controllate, continuano ad infiltrare le acque piovane anche dopo 15 anni.

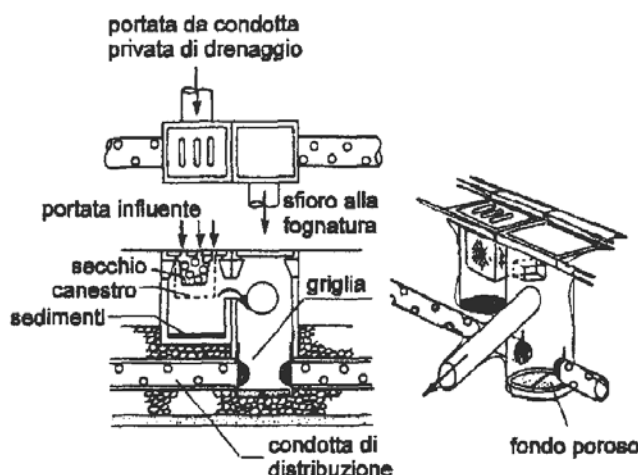
Caditoie filtranti

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 (Figura 38).

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.

Figura 38 - Esempio di caditoia utilizzata per lo smaltimento delle acque provenienti da superfici stradali (Fujita, 1994)



In relazione al dimensionamento delle caditoie si può fare riferimento agli stessi metodi validi per le trincee drenanti.

4. ALTRE OPERE DI INVARIANZA IDROLOGICA: TETTI E PARETI VERDI

Il verde pensile e le pareti verdi si inseriscono a pieno titolo tra gli strumenti di mitigazione e compensazione ambientale, presentando le seguenti utilità:

- riducono gli afflussi ai sistemi di drenaggio mediante la ritenzione e la detenzione delle acque meteoriche;
- permettono di contenere l'aumento delle temperature, attraverso l'evapotraspirazione e l'assorbimento della radiazione solare incidente
- abbattano considerevolmente il ricircolo delle polveri inquinanti, mediante la capacità di assorbimento e trattenuta delle stesse
- preservano la biodiversità grazie alla creazione di nuovi ambienti di vita per animali e piante;
- mitigano l'inquinamento acustico con la riduzione della riflessione del suono all'esterno e della diffusione all'interno;
- attuano i processi del ciclo dell'acqua, tramite la ritenzione (immagazzinamento e dispersione) del volume di pioggia.

Le diverse tecnologie attualmente impiegate per la realizzazione dei tetti verdi e, in generale, del verde pensile, devono riprodurre, in linea di principio, una stratificazione composta da diversi elementi, oltre all'elemento di supporto strutturale (soletta, copertura) e all'elemento di tenuta (impermeabilizzazione) che rappresentano la superficie di posa per il verde pensile. Vengono, infatti, generalmente impiegati i seguenti elementi:

1. strato antiradice (integrato o meno) e strato d'accumulo e protezione meccanica;
2. strato drenante;
3. strato filtrante;
4. substrato di vegetazione;
5. accessori (per il drenaggio e l'irrigazione);
6. vegetazione.

Figura 39 - Tecniche costruttive convenzionali di tetto verde estensivo (tratti dall'articolo Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services, pubblicato sul sito <http://www.bioone.org> dell'American Institute of Biological Sciences). (a) Impianti completi: ogni componente, compresa la membrana del tetto, viene installato come parte integrante del tetto. (b) Impianti modulari: vassoi di vegetazione coltivata ex situ vengono installati al di sopra del sistema di copertura esistente. (c) strati di vegetazione precoltivata: il terreno di coltura, le piante, stuoie di drenaggio, e le barriere vengono srotolate sulla copertura esistente. Grafica: Jeremy Lundholm

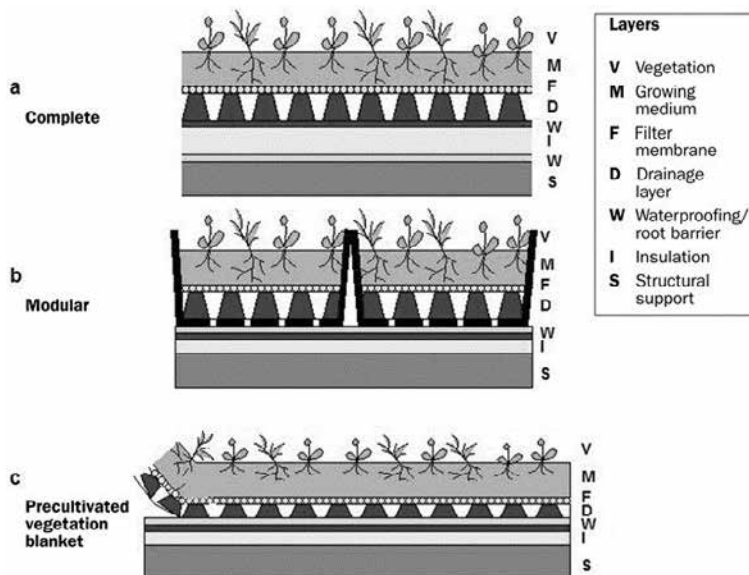


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)

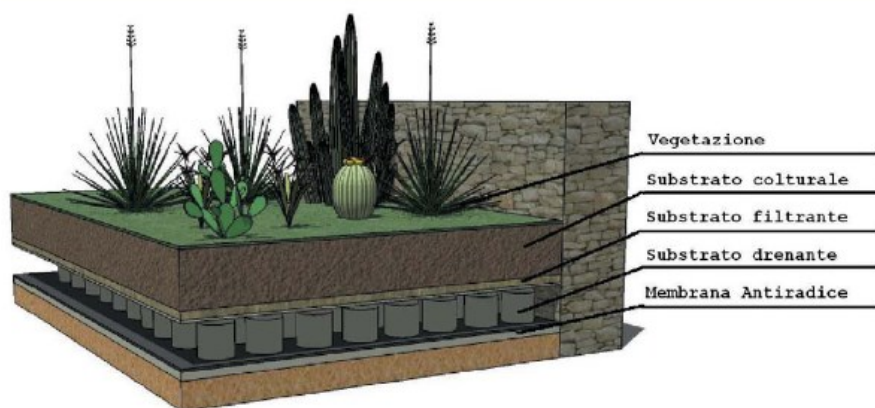


Figura 41 - Esempio pratico di tecnica costruttiva di tetto verde/ verde pensile

Le esperienze effettuate su molteplici siti pilota, ad esempio quelle effettuate presso l'Università di Genova, indicano che le prestazioni idrauliche di una copertura verde sono molto influenzate dalle condizioni meteo climatiche in cui avviene la precipitazione, comportando comunque riduzioni significative sia dei volumi idrici scaricati sia delle portate di picco degli idrogrammi per effetto della volatizzazione esercitata dal volume idrico contenuto nel substrato dell'apparato sia del consumo per evapotraspirazione dell'acqua di imbibizione del medesimo.

Alcune indicazioni tecniche possono essere ricavate dal sito dell'EPA (United States Environmental Protection Agency), agenzia governativa statunitense per la protezione dell'ambiente, il cui sito internet risulta molto esaustivo e utile (www.epa.gov), anche in base alla lunga esperienza in termini di utilizzo di sistemi LID.

Nel sito sono presenti anche utili riferimenti a studi condotti in merito all'efficienza dei tetti. Si riportano qui, in particolare, le conclusioni del seguente studio pubblicato dall'EPA: EPA/600/R-09/026 February, 2009 (Il lavoro è stato svolto dal Penn State Green Roof Center of The Pennsylvania State University at University Park, PA)

Questo progetto ha valutato i tetti verdi come strumento di gestione delle acque piovane, in termini di riduzione del volume scaricato e del controllo degli inquinanti. In particolare, sono stati confrontati: la quantità e la qualità del deflusso dai tetti verdi e asfaltati pianeggianti; l'evapotraspirazione da tetti verdi piantumati e l'evaporazione da tetti spogli. Sono stati studiati l'influenza del tipo e dello spessore del supporto e l'effetto dei periodi asciutti (e secchi) durante l'impianto del sistema verde, sullo sviluppo delle piante e sulla gestione a lungo termine del pH dei supporti. L'obiettivo del progetto era quello di fornire dati di alta qualità che possano essere utilizzati per fornire indicazioni attendibili di volumi di deflusso e di carichi prevedibili dai tetti verdi, oltre a valutare i fattori di impatto sulla crescita e lo sviluppo delle piante. I risultati indicano che i tetti verdi sono in grado di rimuovere il 50% del volume annuale delle precipitazioni da un tetto attraverso la conservazione e l'evapotraspirazione. La rimanente parte di precipitazione deve essere trattenuta mediante una laminazione. Naturalmente ogni precipitazione reale può generare effetti molto variabili in funzione delle sue caratteristiche in termini di durata, intensità, nonché in funzione dello stato del supporto all'inizio del fenomeno. Si sottolinea anche il fatto che il deflusso dal tetto verde contiene concentrazioni non trascurabili di alcune sostanze nutritive e di altri parametri, ma i valori riscontrati sono in linea con altri sistemi piantumati.

Un'altra fonte (Figura 42) mostra di fatto lo stesso ordine di grandezza di efficacia del verde pensile in termini di laminazione delle acque meteoriche.

Figura 42 - Confronto tra la capacità di regimazione idrica di una copertura con zavorrata in ghiaia e una copertura a verde pensile estensivo con spessore del substrato di 10 cm (Germania)

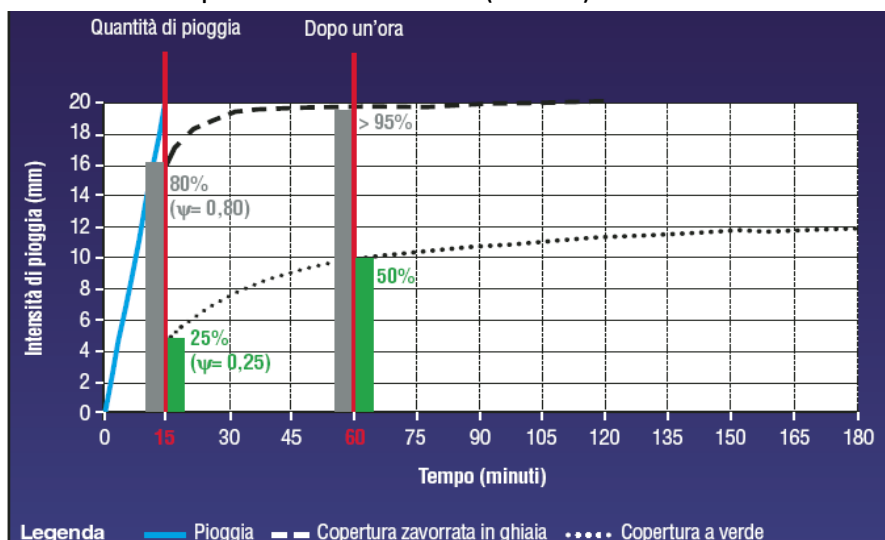


Figura 43 - Esempi di applicazione di verde pensile orizzontale e inclinato



I tetti e le pareti verdi, oltre ai suddetti indubbi vantaggi di tipo idrologico e ambientale, anche per le ottime ricadute in termini di minore esigenza energetica di condizionamento degli ambienti interni, presentano per contro oneri manutentivi (soprattutto le pareti verdi) non indifferenti che devono essere opportunamente considerati in un bilancio costi-benefici complessivo.

5. OPERE DI SCARICO E MANUFATTI DI CONTROLLO

Il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione alla fognatura o al corpo idrico ricevente della portata di acque meteoriche ammessa al recapito dovrà essere costituito da pozzetto a doppia camera, tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore. Gli schemi riportati in Allegato I possono essere un utile riferimento tecnico.

Sarà opportuno, per le installazioni relative a piccole estensioni e per le quali, quindi, risulta più problematico garantire contemporaneamente una ridotta portata di deflusso e la garanzia di non ostruzione della tubazione di scarico, installare, in corrispondenza dello scarico, opportuni sistemi di regolazione di portata a luce variabile (Figura 44) o i regolatori di portata a vortice (Figura 45).

Il loro scopo è quello di mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico. Generalmente sono bocche a battente con paratoie regolabili, con imbocco mobile o deformabile.

Figura 44 - Sistemi di regolazione di portata a luce variabile per la gestione delle portate scaricate dalle opere di laminazione

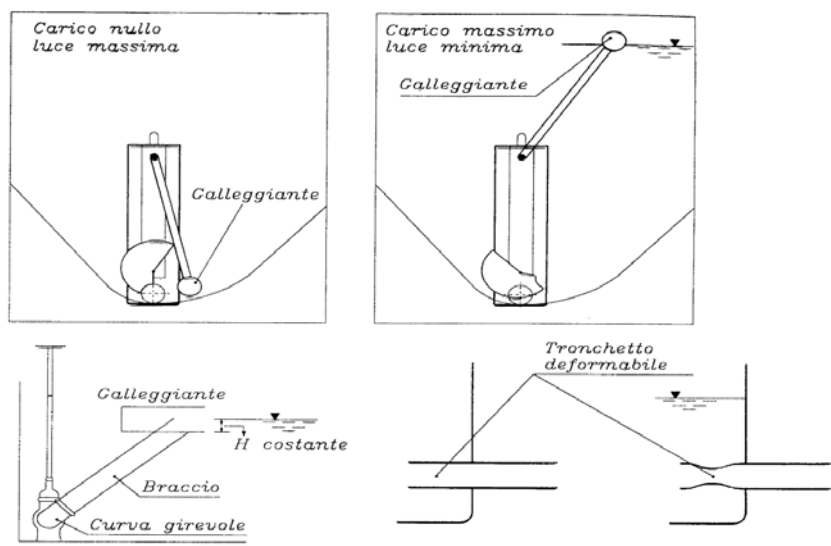
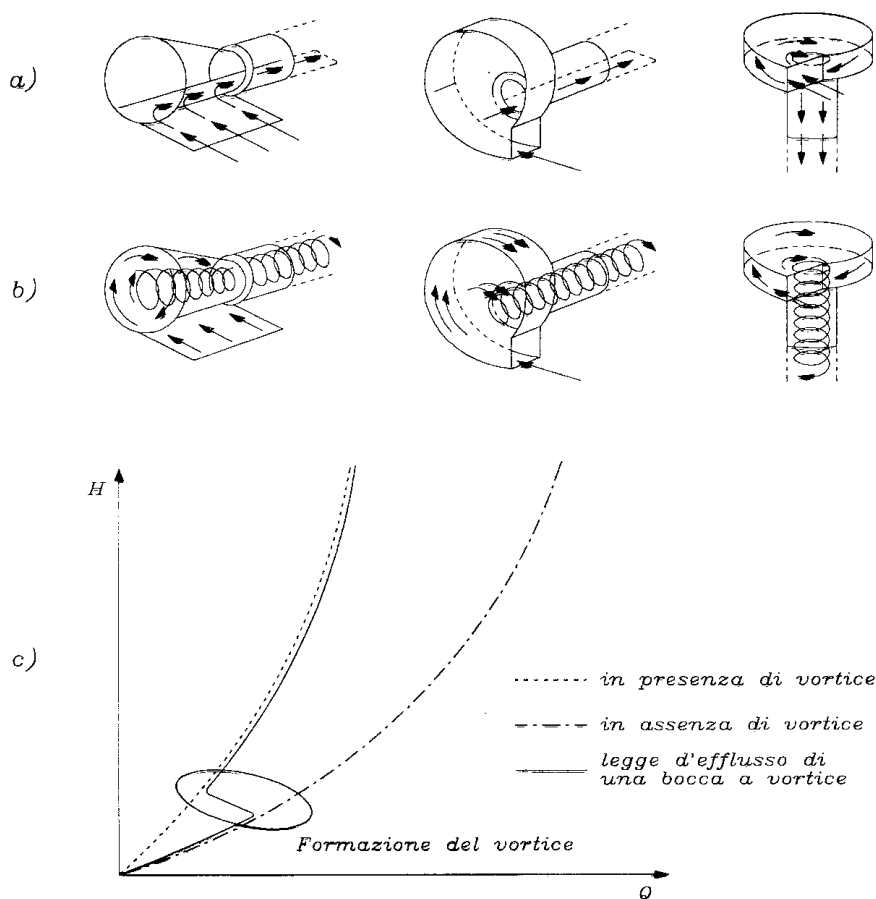


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



Essi vengono chiamati anche hydrobrake o vortex amplifier nella terminologia anglosassone. Possono essere a due o a tre vie. Il moto vorticoso riduce sensibilmente il coefficiente d'efflusso a valori prossimi a $(0.2 \div 0.3)$. La loro installazione consente di mantenere le luci di efflusso più ampie, quindi meno intasabili, e di garantire l'autopulizia dello scarico per effetto del vortice.

Infine, qualora fosse temibile il rigurgito dal ricettore, risulta opportuno installare sull'uscita una valvola di non ritorno o ventilabro, a protezione degli invasi propri, a salvaguardia dalla intromissione di acque parassite per il sistema acque meteoriche.



ALLEGATO 9

Allegato M del R.R. n. 7 del 23.11.2017 – Calcolo del costo unitario parametrico per la monetizzazione

Allegato M – Calcolo del costo unitario parametrico per la monetizzazione

Ai fini dell'applicazione del comma 5, lettera g) dell'articolo 58bis della legge regionale 12/2005, è opportuno premettere che ogni deroga alla realizzazione diretta dell'invarianza idraulica e idrologica all'interno di un intervento soggetto al presente regolamento comporta che il corrispondente deflusso sia immesso tal quale nel ricettore, con ciò penalizzando il principio della riduzione dei deflussi meteorici *a monte* del ricettore stesso. Infatti, il successivo intervento del comune, a compenso del principio di invarianza idraulica, avviene inevitabilmente *a valle* dell'intervento, e precisamente laddove lungo il reticolo del ricettore, anche molto a valle dell'intervento, sia stata prevista la realizzazione della struttura centralizzata di controllo dei deflussi nello Studio comunale di gestione del rischio idraulico o nel Documento semplificato del rischio idraulico comunale di cui all'articolo 14 del regolamento. Ne consegue la necessità di delimitare rigorosamente i casi in cui sia ammissibile l'impossibilità a ottemperare direttamente ai principi di invarianza idraulica e idrologica, delimitazione contenuta nell'art 16, commi 1 e 2 del regolamento.

La suddetta delimitazione dei casi ammissibili è anche necessaria per consentire ai comuni di tenerne conto ai fini di una corretta predisposizione del suddetto Studio comunale di gestione del rischio idraulico o del Documento semplificato del rischio idraulico comunale nel quale sono previsti gli interventi pubblici necessari per soddisfare i principi di invarianza idraulica e idrologica.

Le superfici necessarie per la realizzazione dei volumi di laminazione per l'invarianza idraulica e idrologica risultano contenute in una frazione ridotta della superficie interessata dall'intervento anche nei casi in cui il volume di laminazione raggiunga i valori specifici massimi, ad esempio dell'ordine di 1.000 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, ovvero di 0,1 mc per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Gli invasi di laminazione hanno costo di costruzione molto variabile in funzione della loro tipologia e configurazione adottata dal progetto. In particolare le "infrastrutture verdi", oltre a soddisfare il generale interesse ambientale, urbanistico e paesistico di riqualificazione dei territori urbani, presentano un costo di costruzione e manutenzione molto contenuto rispetto agli invasi realizzati in strutture murarie o in calcestruzzo aperte o chiuse.

Infatti, un invaso realizzato modellando opportunamente un'area verde (Figura 46 a) presenta un costo di costruzione dell'ordine massimo di 50 – 100 euro/mc, ma in molti casi anche sensibilmente inferiore e al limite nullo, qualora esso sia attentamente considerato nell'insieme della progettazione multidisciplinare dell'intervento. Per contro un invaso realizzato con una vasca chiusa in calcestruzzo (Figura 46 b) presenta un costo medio di costruzione dell'ordine di 500 – 800 euro/mc in funzione anche della complessità del suo equipaggiamento elettromeccanico e di controllo.

Figura 46. Invasi di laminazione realizzati con interventi "verdi" (a) o con vasche chiuse in calcestruzzo (b).



a)



b)

In ogni caso il costo di costruzione dei volumi di laminazione è percentualmente modesto, anche nei casi di vasche chiuse, rispetto al costo globale di un intervento edilizio.

Infatti ricordando che i volumi di invaso derivanti dalle modalità di calcolo previste nel presente regolamento possono avere valori da 400 a circa 1.000 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, ovvero di $0,04 \div 0,1$ mc per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento, il loro costo di costruzione è pari a:

- costo vasca = $50 \div 800$ euro/mc $\times 0,04 \div 0,1$ mc/mq = $2 \div 80$ euro per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Per contro il costo medio unitario di costruzione di un intervento edilizio è maggiore del precedente di uno - due ordini di grandezza per edificazioni di un solo piano o di due - tre ordini di grandezza e anche più nel caso di edificazioni che prevedano più piani sovrapposti.

Essendo dunque molto ridotto il peso economico delle misure di invarianza idraulica poste a carico del soggetto attuatore dell'intervento ed essendo per contro usualmente rilevante il costo di costruzione delle infrastrutture pubbliche di laminazione poste a carico dei comuni o dei gestori d'ambito del servizio idrico integrato, è opportuno che la monetizzazione a favore dei comuni per i casi di impossibilità di cui all'articolo 16, comma 1 del regolamento sia commisurata al costo unitario di costruzione delle vasche strutturalmente e tecnologicamente costose.

Occorre inoltre tener conto della capitalizzazione dei costi di esercizio e manutenzione trasferiti al comune che nel lungo arco di vita dell'opera può commisurarsi almeno al 30% del costo di costruzione.

Il costo unitario di costruzione di una vasca di volanizzazione o laminazione o di trattenimento/disperdimento da assumere in caso di monetizzazione è definito a partire da un costo medio alto (570 €/mc, relativo a vasche tecnologicamente avanzate) aumentato del 30% (costi di esercizio e manutenzione), ottenendo un costo pari a 750 euro per mc di invaso.