Anno XLVII – N. 307 – Iscritto nel registro Stampa del Tribunale di Milano (n. 656 del 21 dicembre 2010) – Proprietario: Giunta Regionale della Lombardia – Sede Direzione e redazione: p.zza Città di Lombardia, 1 – 20124 Milano – Direttore resp.: Fabrizio De Vecchi – Redazione: tel. 02/6765 int. 4428 – 5748; e-mail: burl@regione.lombardia.it

Supplemento - Lunedì 27 novembre 2017

Regione Lombardia

REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE

SOMMARIO

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

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)

LA GIUNTA REGIONALE
ha approvato

IL PRESIDENTE DELLA REGIONE
emana

il seguente regolamento regionale:

Indice

Art. 1 (Oggetto e ambito di applicazione)
Art. 2 (Definizioni)
Art. 3 (Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica)
Art. 4 (Acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica)
Art. 5 (Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali)
Art. 6 (Disciplina del principio di invarianza idraulica e idrologica nel regolamento edilizio comunale)
Art. 7 (Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione)
Art. 8 (Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori)
Art. 9 (Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo)
Art. 10 (Contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica)
Art. 11 (Metodologia di calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica per il rispetto dei limiti allo scarico in caso di interventi di impermeabilizzazione potenziale media o alta ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta)
Art. 12 (Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica)
Art. 13 (Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica e responsabilità connesse)
Art. 14 (Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica)
Art. 15 (Meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile)
Art. 16 (Monetizzazione in alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche)
Art. 17 (Norme finali)
Allegato A - Schemi esemplificativi degli interventi ai quali applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica
Allegato B - Elenco dei bacini idrografici o delle porzioni di bacino idrografico ad alta criticità idraulica e cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica
Allegato C - Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento
Allegato D - Modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica
Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento
Allegato F – Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione
Allegato G – Metodologie di calcolo dei volumi di laminazione
Allegato H - Esempi applicativi delle metodologie di calcolo dei volumi di laminazione e dei processi di infiltrazione.
Allegato I - Esempi di configurazioni del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e lo scarico nel ricettore
Allegato L - Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano
1. Generalità
2. Opere di laminazione
3. Opere di infiltrazione
4. Altre opere di invarianza idrologica: tetti e pareti verdi
5. Opere di scarico e manufatti di controllo
Allegato M – Calcolo del costo unitario parametrico per la monetizzazione

---

Art. 1
(Oggetto e ambito di applicazione)

1. Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, il presente regolamento definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, con le specificità di cui all'articolo 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005.

2. Il presente regolamento definisce, altresì:

a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, ai sensi dell'articolo 7;

b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell'articolo 8;

c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), nonché tra le disposizioni del presente regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa l.r. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5, e 14;

d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;

e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'allegato L;

f) meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15;

g) la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

3. Non sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica di cui al presente regolamento gli interventi che comportano la demolizione parziale, esclusa quella fino al piano terra di cui all'articolo 3, comma 2, lettera b), e la ricostruzione o il ri-

pristino o la sostituzione o la modifica o l'inserimento di elementi costitutivi che non comportano una maggiore superficie della proiezione sul suolo del filo esterno dell'edificio.

Art. 2
(Definizioni)

1. Ai fini del presente regolamento, si applicano 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.

Art. 3
(Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica)

1. Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica sono quelli di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, come meglio specificato nei seguenti commi e all'allegato A.

2. 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:

a) nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;

b) demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;

c) ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

3. 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.

4. 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 gli interventi di cui al comma 3, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.

5. 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 gli interventi di cui al comma 3, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.

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

7. Le misure di invarianza idraulica e idrologica sono applicabili anche all'edificato e alle infrastrutture esistenti non vincolati al rispetto delle prescrizioni di cui al presente regolamento. Nei casi di cui al precedente periodo, per l'accesso agli incentivi di cui all'articolo 15, le misure di invarianza idraulica e idrologica devono rispettare le disposizioni di cui al presente regolamento.

Art. 4
(Acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica)

1. 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 di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h).

Art. 5
(Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali)

1. Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso.

2. 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.

3. 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;

d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

4. L'allegato L 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.

Art. 6
(Disciplina del principio di invarianza idraulica e idrologica nel regolamento edilizio comunale)

1. Il regolamento edilizio comunale esplicita e dettaglia i seguenti contenuti:

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:

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 presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10; 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:

1.1. all'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale;

1.2. alla richiesta di allacciamento, presentata al gestore, nel caso di scarico in fognatura;

1.3. all'accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato;

2. 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 e sul progetto di invarianza idraulica e idrologica;

3. 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;

4. 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;

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

5.1. 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;

5.2. dal certificato di collaudo, qualora previsto, ovvero dal certificato di conformità alla normativa di settore delle opere di invarianza idraulica e idrologica;

5.3. dagli estremi della concessione allo scarico rilasciata, prima dell'inizio dei lavori, dall'autorità idraulica competente, se lo stesso avviene in corpo idrico superficiale;

5.4. dagli estremi del permesso di allacciamento di cui al punto 1.2, nel caso di scarico in fognatura;

5.5. 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;

6. 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 presente regolamento e con i contenuti stabiliti all'articolo 10;

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 previsto all'articolo 16:

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, 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.

Art. 7
(Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione)

1. Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano a tutto il territorio regionale, per promuovere la partecipazione di ogni proponente agli oneri connessi all'impatto idrico e ambientale nonché all'incremento del rischio idraulico conseguente agli interventi di cui all'articolo 3, e per tutti i tipi di permeabilità del suolo, seppure con calcoli differenziati in relazione alla natura del suolo e all'importanza degli interventi.

2. I limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche, in considerazione dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina, e della dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

3. In considerazione di quanto disposto al comma 2, il territorio regionale è suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

a) aree A, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;

b) aree B, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;

c) aree C, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

4. La rappresentazione della suddivisione del territorio nelle tre tipologie di aree di cui al comma 3 è riportata nella cartografia a scala regionale di cui all'allegato B.

5. Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

6. La suddivisione del territorio regionale nelle tre tipologie di aree di cui al comma 3 si applica, altresì, ai fini dell'attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), di cui all'articolo 45 della l.r. 26/2003.

Art. 8
(Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori)

1. 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 (u_{lim}):

a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

2. Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi di quelli di cui al comma 1, qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

3. 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 scarico deve avvenire, nel rispetto dell'ordine di priorità di cui all'articolo 5, a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui al comma 1.

4. 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).

5. Al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi di cui all'articolo 1, comma 1, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all'articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenerne l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata.

Art. 9
(Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo)

1. 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 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). Ai fini della definizione della superficie interessata dall'intervento, lo stesso deve essere considerato nella sua unitarietà e non può essere frazionato.

2. La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento, come definita nella tabella 1, dipende dalla classe di intervento indicata nella stessa tabella e dall'ambito territoriale in cui lo stesso ricade, ai sensi dell'articolo 7.

3. Nel caso di impermeabilizzazione potenziale media, di cui alla tabella 1, in ambiti territoriali a criticità alta o media ai sensi dell'articolo 7, deve essere adottato il metodo delle sole piogge, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo dettagliata. Nel caso di impermeabilizzazione potenziale alta, di cui alla tabella 1, in ambiti territoriali a criticità alta o media ai sensi dell'articolo 7, deve essere adottata la procedura di calcolo dettagliata. Per entrambi i metodi indicati al presente comma si rimanda all'allegato G.

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*	*≤ 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*		

Art. 10
(Contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica)

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 dell'articolo 9, ovunque collocata nelle aree territoriali A, B e C dell'articolo 7, e nel caso di impermeabilizzazione potenziale media e alta ricadente nell'area territoriale C, 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 dell'articolo 9:

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.

Art. 11
(Metodologia di calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica per il rispetto dei limiti allo scarico in caso di interventi di impermeabilizzazione potenziale media o alta ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta)

1. Le metodologie di calcolo di cui al presente articolo e all'allegato G si applicano per il rispetto dei limiti di cui all'articolo 8.

2. Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 devono essere rispettati i seguenti elementi:

a) tempi di ritorno di riferimento: considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il presente regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:
   1. T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
   2. T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi;
b) calcolo delle precipitazioni di progetto: i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale; possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità; per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato G;
c) calcolo del processo di infiltrazione:
   1. nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è necessario analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutare la soggiacenza della superfice piezometrica rispetto al piano campagna. Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo. Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;
   2. il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare anche se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:
      2.1. della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;
      2.2. della stabilità dei versanti o del sottosuolo. Il progetto deve accertare che le infiltrazioni non contribuiscano all'instabilità di versanti franosi o alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini;
      2.3. della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti;
   3. l'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune;
   4. nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità che tengano conto della progressiva tendenza all'intasamento dei materassi permeabili e conseguente riduzione dei coefficienti di permeabilità. Per tale coefficiente devono conseguentemente assumersi nel progetto

valori idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine. Il calcolo deve tenere conto:

4.1. dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, in cui occorre determinare cautelativamente la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico;

4.2. della portata possibile di infiltrazione al di fuori dei transitori di pioggia, per valutare il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di infiltrazione, anche con riferimento a quanto indicato alla lettera f);

5. il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato sui dati effettivi del sito di interesse e comprendere anche un piano di gestione e manutenzione, nonché l'indicazione degli interventi atti al mantenimento delle caratteristiche di progetto dell'opera;

6. esempi di metodologie di calcolo dell'infiltrazione sono contenute nell'allegato F al presente regolamento;

d) calcolo dell'idrogramma netto:

1. 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 seguenti valori standard del coefficiente di deflusso, in luogo del calcolo dell'infiltrazione come da Allegato F:

1.1. pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;

1.2. pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;

1.3. pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;

2. i coefficienti di deflusso di cui al numero 1 sono adottati anche per la stima della superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento, valutando il coefficiente di deflusso medio ponderale rispetto alle superfici delle tre suddette categorie;

e) calcolo del volume di invaso per la laminazione delle acque pluviali:

1. il calcolo del volume deve essere riportato per esteso nella relazione del progetto di invarianza idraulica di cui all'articolo 10;

2. i richiami teorici connessi al calcolo del volume sono contenuti nell'allegato G;

3. il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2;

4. esempi di calcolo dei volumi con il metodo delle sole piogge e con la procedura dettagliata sono esposti in allegato H;

f) calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione:

1. il tempo di svuotamento dell'invaso è calcolato secondo quanto indicato nell'allegato G;

2. il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato secondo quanto indicato alla lettera e). Il volume di laminazione calcolato secondo quanto indicato alla lettera e) deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore;

3. per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale preriempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione quanto indicato al punto 2, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa;

g) dimensionamento del sistema di scarico terminale nel ricettore:

1. il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione al ricettore della portata di acque meteoriche ammessa al recapito deve essere costituito da un pozzetto a doppia camera, o comunque tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore. In ogni caso, il sistema di smaltimento delle acque delle opere d'invarianza idraulica deve essere predisposto in modo autonomo rispetto a quello dello scarico eventualmente esistente in modo che ne sia possibile il controllo separato;

2. alcune possibili configurazioni tipo, a gravità o per sollevamento, del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e uno scarico nel ricettore, sono riportate in allegato I;

3. per gli scarichi a gravità, il diametro del tubo di collegamento tra la vasca di laminazione e il pozzetto di ispezione deve essere calcolato in funzione della portata massima ammissibile allo scarico. Poiché tale diametro può risultare ridotto, il pericolo di occlusione deve essere tenuto presente nel piano di manutenzione, secondo le disposizioni dell'articolo 13, che deve prevedere:

3.1. un periodico controllo del tubo di collegamento, oltre che delle altre strutture, con frequenza tanto maggiore quanto minore è il suo diametro;

3.2. la possibilità che il tubo sia occluso, o che si possa anche occludere nel corso dell'evento, impedendo quindi lo scarico della vasca successivo all'evento, restando in ogni caso a carico del titolare il conseguente rischio idraulico residuo e l'onere di garantire lo svuotamento della vasca entro il termine indicato al comma 2, lettera f);

4. gli scarichi a gravità devono essere equipaggiati con dispositivi atti ad impedire che gli eventuali stati di piena o sovraccarico del ricettore possano determinare rigurgiti nella rete di drenaggio e nelle strutture di infiltrazione e laminazione preposte all'invarianza idraulica e idrologica;

5. sia con scarichi a gravità che per sollevamento, si devono evitare disfunzioni dello scarico dell'invaso di laminazione, con conseguente prolungamento dei tempi di svuotamento e quindi con la possibilità di stato di preriempimento dell'invaso in un evento successivo tale da non rendere disponibile il volume calcolato ai sensi del comma 2, lettera e).

Art. 12
(Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica)

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:

a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 600 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 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), 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).

Art. 13
(Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica e responsabilità connesse)

1. Il Piano di manutenzione di cui all'articolo 10, comma 1, lettera c), 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 preposto 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).

Art. 14
(Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica)

1. I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica, di cui all'articolo 7, sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7. Tali comuni, nelle more della redazione di tale studio comunale di gestione del rischio idraulico, redigono il documento semplificato del rischio idraulico comunale, con i contenuti di cui al comma 8. È facoltà dei comuni redigere unicamente lo studio comunale di gestione del rischio idraulico qualora lo stesso sia redatto entro il termine indicato al comma 4 per il documento semplificato.

2. I comuni non ricadenti nelle aree di cui al comma 1 sono tenuti a redigere il documento semplificato del rischio idraulico comunale di cui al comma 8. Tali comuni hanno comunque facoltà di redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7, soprattutto qualora vi sia evidenza di allagamenti all'interno del territorio comunale.

3. Sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale contengono la rappresentazione delle attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e delle conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

4. Il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve essere redatto da tutti i Comuni entro nove mesi dalla data di entrata in vigore del presente regolamento.

5. Gli esiti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e, per i comuni non ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica di cui all'articolo 7, gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 della L.R. 31/2014. 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;

6. I costi di redazione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e del documento semplificato del rischio idraulico comunale sono sostenuti dal Comune. Il gestore del servizio idrico integrato può contribuire in relazione all'attuale perimetro di attività attribuito al gestore stesso dall'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico in tema di acque meteoriche.

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

a) lo studio contiene:

1. la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
2. l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza delle rete fognaria. A tal fine, il comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale che:

3.1. effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1. Per lo sviluppo di tale modello idraulico, il comune può avvalersi del gestore del servizio idrico integrato;

3.2. si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;

3.3. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;

3.4. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;

3.5. individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti;

4. la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;

5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale;

6. l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d'ambito del servizio idrico integrato;

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;

d) gli esiti delle elaborazioni vengono inviati dal comune al gestore del servizio idrico integrato e all'ente di governo d'ambito di cui all'art. 48 della l.r. 26/2003 per le azioni di competenza.

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

a) il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;

2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;

3. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;

b) le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;

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

9. Oltre a quanto stabilito ai commi precedenti relativamente al supporto tecnico dei gestori del servizio idrico integrato, i Comuni, per la redazione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e del documento semplificato del rischio idraulico comunale, possono chiedere il supporto degli Enti di Governo dell'Ambito.

Art. 15
(Meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile)

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 della 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).

Art. 16
(Monetizzazione in alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche)

1. La monetizzazione è consentita per i soli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, lettere d) ed e), del d.p.r. 380/2001 e soggetti alle misure di invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del presente regolamento, per i quali sussista l'impossibilità a ottemperare ai disposti dello stesso regolamento, 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'edificato 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:

a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 60 euro per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 45 euro per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 30 euro per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

4. Il comune utilizza le somme derivanti dalla monetizzazione per la redazione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e del documento semplificato del rischio idraulico comunale, di cui all'articolo 14, in quanto propedeutici all'individuazione e successiva realizzazione di interventi necessari per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica. Redatti tali documenti, il comune utilizza le somme derivanti dalla monetizzazione per:

a) la progettazione, realizzazione e gestione delle misure strutturali di cui all'articolo 14, comma 7, lettera a), numero 5, e comma 8, lettera a), numero 2, per l'attuazione delle quali si può avvalere del gestore del servizio Idrico Integrato;

b) l'attuazione di quanto disposto all'articolo 15, comma 2, lettera c).

Art. 17
(Norme finali)

1. Le modifiche e gli aggiornamenti tecnici delle disposizioni contenute negli allegati, parte integrante e sostanziale del presente regolamento, sono approvati con deliberazione della Giunta regionale.

2. Il valore del costo unitario parametrico di una vasca di volanizzazione o di trattenimento/disperdimento di cui al comma 3 dell'articolo 16 e i correlati valori di cui alle lettere a), b) e c) dello stesso comma 3, sono periodicamente aggiornati con decreto del direttore generale competente in materia di difesa del suolo.

3. Non sono soggetti all'obbligo di applicazione del presente regolamento gli interventi per i quali, alla data di recepimento del presente regolamento nel regolamento edilizio comunale o, in mancanza, alla data corrispondente al decorso dei sei mesi successivi alla pubblicazione sul BURL del presente regolamento, sia già stata presentata l'istanza di permesso di costruire o la segnalazione certificata di inizio attività o la comunicazione di inizio lavori asseverata. Per gli interventi di cui all'articolo 6 del d.p.r. 380/2001 e per quelli di cui all'articolo 3, comma 3, del presente regolamento, il riferimento temporale di cui al precedente periodo corrisponde alla data di inizio lavori, per l'attività edilizia libera, o di avvio del procedimento di approvazione del progetto definitivo, negli altri casi.

4. Al fine della verifica dell'applicazione del presente regolamento e dell'individuazione delle eventuali modifiche o correzioni da apportarvi, il regolamento stesso è sottoposto ad un primo monitoraggio allo scadere dei tre anni dalla sua entrata in vigore. Successivamente, il monitoraggio avviene con cadenza triennale. Il monitoraggio è basato sulle informazioni raccolte ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera e).

5. Al fine della verifica della corretta applicazione del presente Regolamento e del recepimento dello stesso nei regolamenti edilizi comunali nonché nei Piani di Governo del territorio, la Regione può effettuare verifiche e controlli, anche a campione, presso i Comuni, che sono tenuti a rendere disponibili i dati, le informazioni ed i documenti richiesti. In caso di verifica negativa, la Regione diffida il Comune a provvedere con sollecitudine a riguardo, fatto salvo l'eventuale esercizio del potere sostitutivo di cui all'articolo 24 della l.r. 1/2012.

Il presente regolamento regionale è pubblicato nel Bollettino ufficiale della Regione.

E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e farlo osservare come regolamento della Regione Lombardia

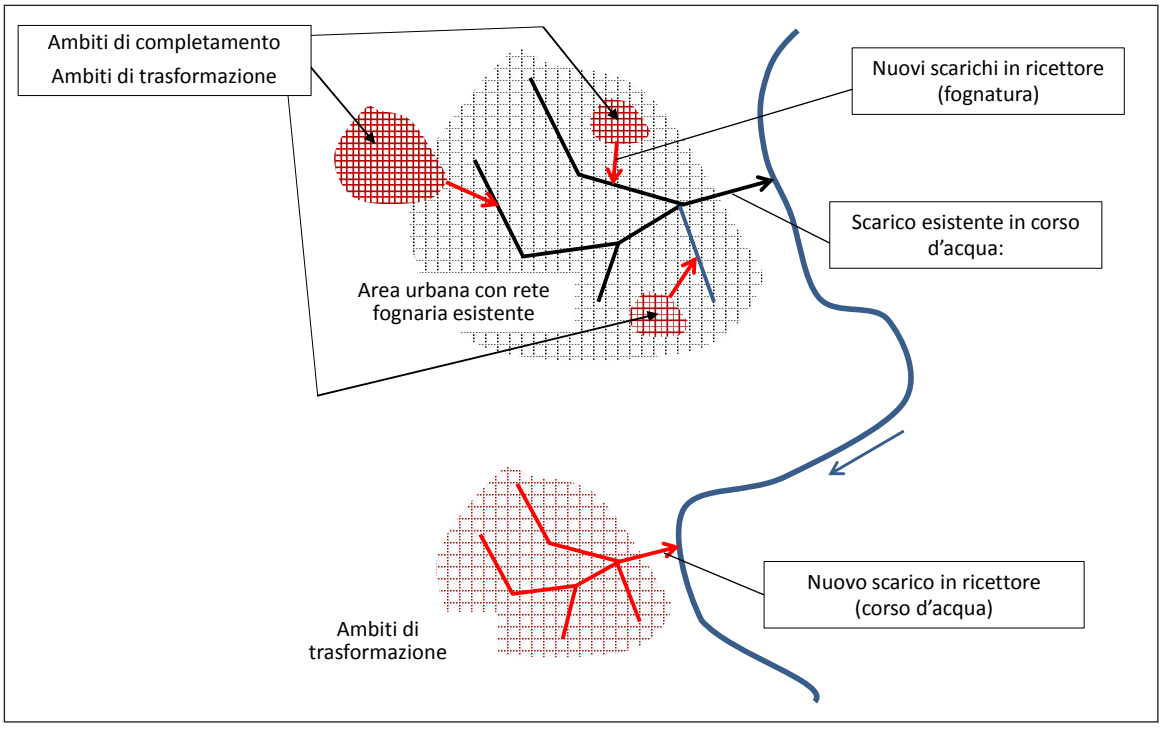
Milano, 23 novembre 2017

Roberto Maroni

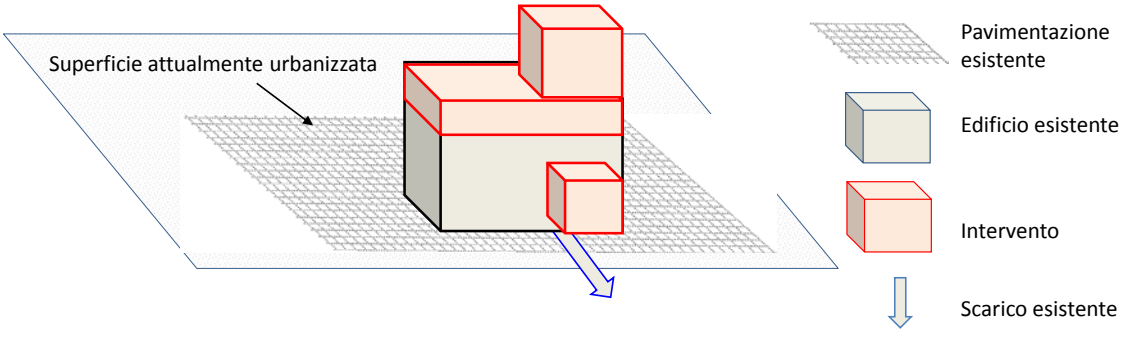
(Acquisito il parere della competente Commissione consiliare nella seduta del 26 ottobre 2017 e approvato con deliberazione della Giunta regionale n. X/7372 del 20 novembre 2017)

——— • ———

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

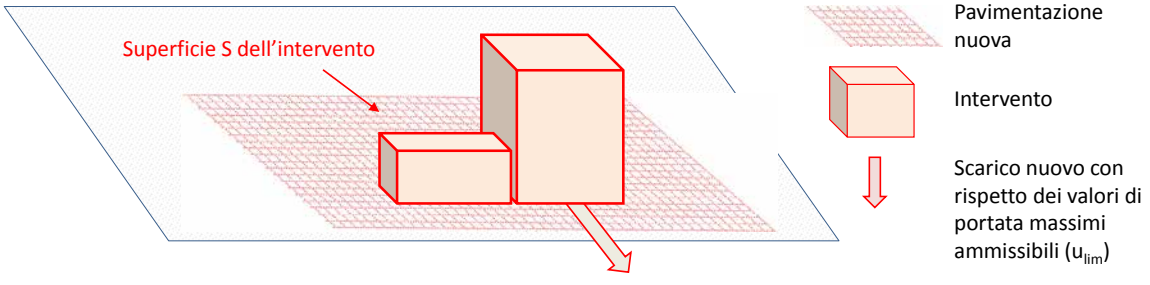


1. RISTRUTTURAZIONE PARZIALE SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE INSEDIATA



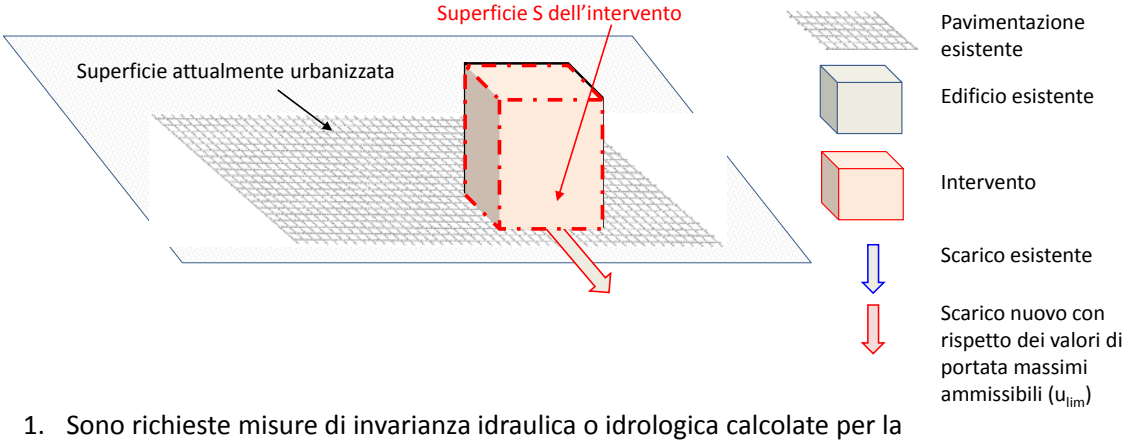
1. Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica
2. La portata di scarico resta quella esistente

2. NUOVA COSTRUZIONE



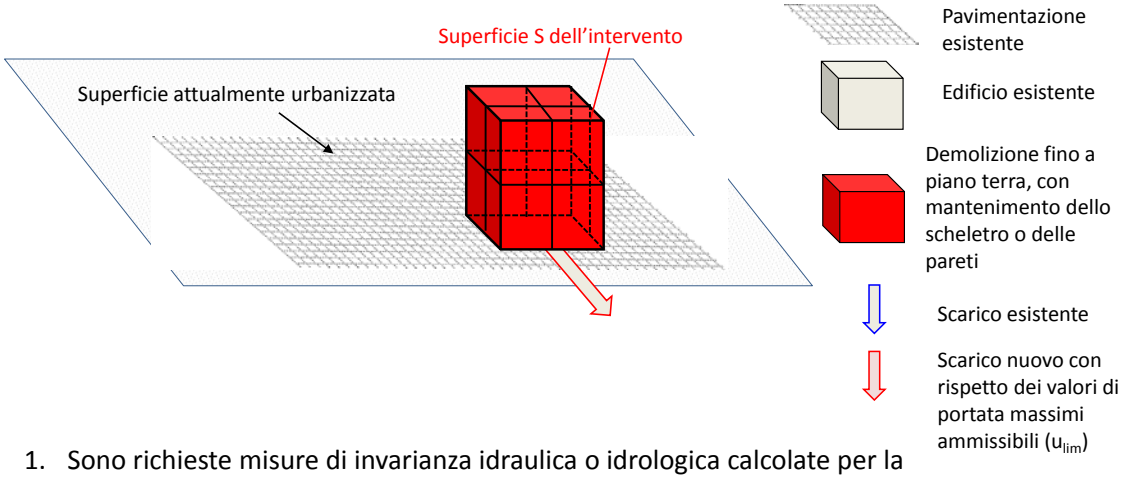
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

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



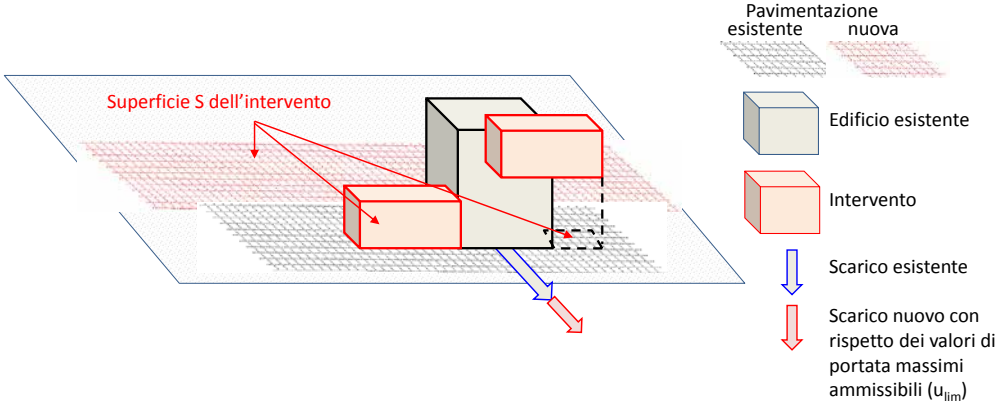
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

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



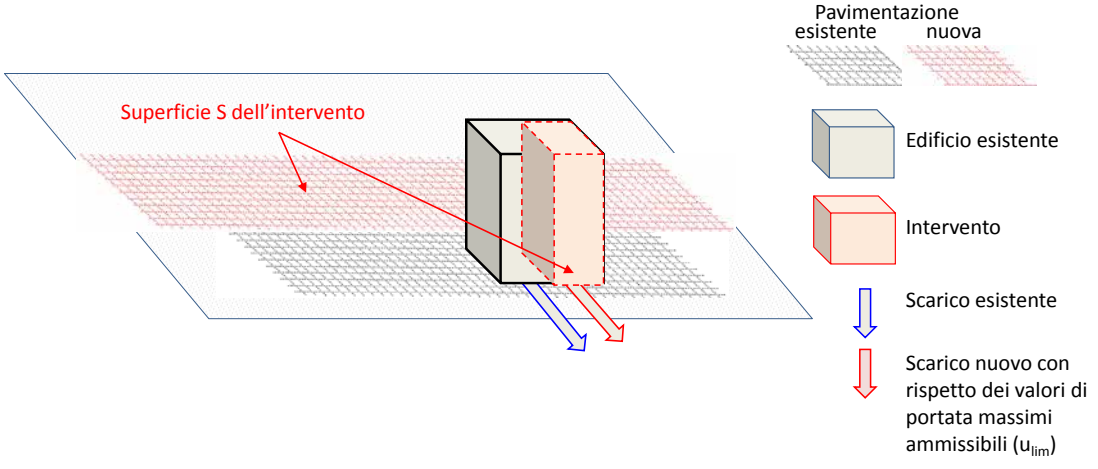
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

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



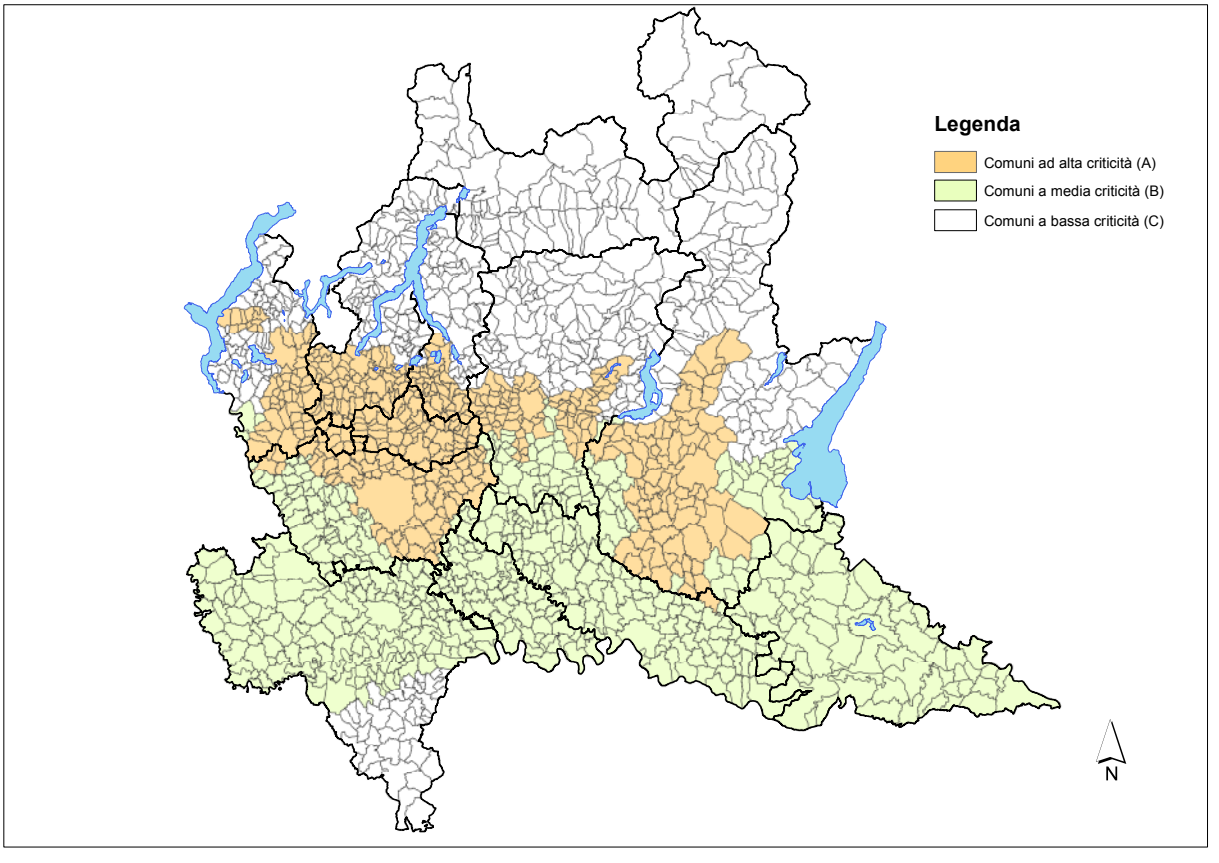
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico della nuova ricostruzione è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

Allegato B - Elenco dei bacini idrografici o delle porzioni di bacino idrografico ad alta criticità idraulica e cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica

Bacini idrografici e porzioni di bacino idrografico ad alta criticità idraulica:

- Arno-Rile-Tenore
- Lambro (escluso il bacino a nord del lago di Pusiano), fino alla sezione ubicata al confine sud del comune di Melegnano
- Seveso, compreso il canale Redefossi fino alla sua confluenza nella Roggia Vettabbia
- Garbogera
- Pudiga
- Nirone
- Guisa
- Lura
- Bozzente
- Fontanile di Tradate
- Gradaluso
- Olona, fino al nodo idraulico di Conca Fallata
- Lambro meridionale, fino alla sezione ubicata al confine sud del comune di Locate Triulzi
- Molgora
- Trobbie
- Lesina
- Mella
- Garza
- Morletta
- Morla
- Zerra
- Longherone
- Miola
- Garzetta
- Rio Torto
- Torrente Toscio
- Lago di Annone
- Fossa Spagnola e Borgofrancone
- Cherio, a partire dal lago di Endine
- Boesio
- Gandaloglio
- Dordo
- Quisa
- Cosia

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:



Allegato C - Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento

Comuni ricadenti nelle aree ad alta (A), media (B) e bassa (C) criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento:

Comune	Provincia	Criticità idraulica
ABBADIA CERRETO	LO	B
ABBADIA LARIANA	LC	C
ABBIATEGRASSO	MI	B
ACQUAFREDDA	BS	B
ACQUANEGRA CREMONESE	CR	B
ACQUANEGRA SUL CHIESE	MN	B
ADRARA SAN MARTINO	BG	C
ADRARA SAN ROCCO	BG	C
ADRO	BS	A
AGNADELLO	CR	B
AGNOSINE	BS	C
AGRA	VA	C
AGRATE BRIANZA	MB	A
AICURZIO	MB	A
AIRUNO	LC	C
ALAGNA	PV	B
ALBAIRATE	MI	B
ALBANO SANT`ALESSANDRO	BG	A
ALBAREDO ARNABOLDI	PV	B
ALBAREDO PER SAN MARCO	SO	C
ALBAVILLA	CO	A
ALBESE CON CASSANO	CO	A
ALBIATE	MB	A
ALBINO	BG	C
ALBIOLO	CO	A
ALBIZZATE	VA	A
ALBONESE	PV	B
ALBOSAGGIA	SO	C
ALBUZZANO	PV	B
ALFIANELLO	BS	B
ALGUA	BG	C
ALME`	BG	A
ALMENNO SAN BARTOLOMEO	BG	A
ALMENNO SAN SALVATORE	BG	C
ALSERIO	CO	A
ALTA VALLE INTELVI	CO	C
ALZANO LOMBARDO	BG	C
ALZATE BRIANZA	CO	A
AMBIVERE	BG	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
ANDALO VALTELLINO	SO	C
ANFO	BS	C
ANGERA	VA	C
ANGOLO TERME	BS	C
ANNICCO	CR	B
ANNONE DI BRIANZA	LC	A
ANTEGNATE	BG	B
ANZANO DEL PARCO	CO	A
APPIANO GENTILE	CO	A
APRICA	SO	C
ARCENE	BG	A
ARCISATE	VA	A
ARCONATE	MI	B
ARCORE	MB	A
ARDENNO	SO	C
ARDESIO	BG	C
ARENA PO	PV	B
ARESE	MI	A
ARGEGNO	CO	C
ARLUNO	MI	B
AROSIO	CO	A
ARSAGO SEPRIO	VA	C
ARTOGNE	BS	C
ARZAGO D`ADDA	BG	B
ASOLA	MN	B
ASSAGO	MI	A
ASSO	CO	C
AVERARA	BG	C
AVIATICO	BG	C
AZZANELLO	CR	B
AZZANO MELLA	BS	A
AZZANO SAN PAOLO	BG	A
AZZATE	VA	C
AZZIO	VA	A
AZZONE	BG	C
BADIA PAVESE	PV	B
BAGNARIA	PV	C
BAGNATICA	BG	A
BAGNOLO CREMASCO	CR	B
BAGNOLO MELLA	BS	A
BAGNOLO SAN VITO	MN	B
BAGOLINO	BS	C
BALLABIO	LC	C
BARANZATE	MI	A
BARASSO	VA	C
BARBARIGA	BS	A
BARBATA	BG	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
BARBIANELLO	PV	B
BARDELLO	VA	C
BAREGGIO	MI	B
BARGHE	BS	C
BARIANO	BG	B
BARLASSINA	MB	A
BARNI	CO	C
BARZAGO	LC	A
BARZANA	BG	A
BARZANO`	LC	A
BARZIO	LC	C
BASCAPE`	PV	B
BASIANO	MI	A
BASIGLIO	MI	B
BASSANO BRESCIANO	BS	A
BASTIDA PANCARANA	PV	B
BATTUDA	PV	B
BEDERO VALCUVIA	VA	C
BEDIZZOLE	BS	B
BEDULITA	BG	C
BELGIOIOSO	PV	B
BELLAGIO	CO	C
BELLANO	LC	C
BELLINZAGO LOMBARDO	MI	A
BELLUSCO	MB	A
BEMA	SO	C
BENE LARIO	CO	C
BERBENNO	BG	C
BERBENNO DI VALTELLINA	SO	C
BEREGAZZO CON FIGLIARO	CO	A
BEREGUARDO	PV	B
BERGAMO	BG	A
BERLINGO	BS	A
BERNAREGGIO	MB	A
BERNATE TICINO	MI	B
BERTONICO	LO	B
BERZO DEMO	BS	C
BERZO INFERIORE	BS	C
BERZO SAN FERMO	BG	A
BESANA IN BRIANZA	MB	A
BESANO	VA	C
BESATE	MI	B
BESNATE	VA	A
BESOZZO	VA	C
BIANDRONNO	VA	C
BIANZANO	BG	A
BIANZONE	SO	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
BIASSONO	MB	A
BIENNO	BS	C
BIGARELLO	MN	B
BINAGO	CO	A
BINASCO	MI	B
BIONE	BS	C
BISUSCHIO	VA	C
BIZZARONE	CO	A
BLELLO	BG	C
BLESSAGNO	CO	C
BLEVIO	CO	C
BODIO LOMNAGO	VA	C
BOFFALORA D`ADDA	LO	B
BOFFALORA SOPRA TICINO	MI	B
BOLGARE	BG	A
BOLLATE	MI	A
BOLTIERE	BG	B
BONATE SOPRA	BG	A
BONATE SOTTO	BG	A
BONEMERSE	CR	B
BORDOLANO	CR	B
BORGARELLO	PV	B
BORGHETTO LODIGIANO	LO	B
BORGO DI TERZO	BG	A
BORGO PRIOLO	PV	C
BORGO SAN GIACOMO	BS	A
BORGO SAN GIOVANNI	LO	B
BORGO SAN SIRO	PV	B
BORGO VIRGILIO	MN	B
BORGOFRANCO SUL PO	MN	B
BORGORATTO MORMOROLO	PV	C
BORGOSATOLLO	BS	A
BORMIO	SO	C
BORNASCO	PV	B
BORNO	BS	C
BOSISIO PARINI	LC	C
BOSNASCO	PV	C
BOSSICO	BG	C
BOTTANUCO	BG	A
BOTTICINO	BS	B
BOVEGNO	BS	A
BOVEZZO	BS	A
BOVISIO MASCIAGO	MB	A
BOZZOLO	MN	B
BRACCA	BG	C
BRALLO DI PREGOLA	PV	C
BRANDICO	BS	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
BRANZI	BG	C
BRAONE	BS	C
BREBBIA	VA	C
BREGANO	VA	C
BREGNANO	CO	A
BREMBATE	BG	B
BREMBATE DI SOPRA	BG	A
BREMBIO	LO	B
BREME	PV	B
BRENNA	CO	A
BRENO	BS	C
BRENTA	VA	A
BRESCIA	BS	A
BRESSANA BOTTARONE	PV	B
BRESSO	MI	A
BREZZO DI BEDERO	VA	C
BRIENNO	CO	C
BRIGNANO GERA D`ADDA	BG	B
BRINZIO	VA	C
BRIONE	BS	A
BRIOSCO	MB	A
BRISSAGO - VALTRAVAGLIA	VA	C
BRIVIO	LC	C
BRONI	PV	B
BRUGHERIO	MB	A
BRUMANO	BG	C
BRUNATE	CO	A
BRUNELLO	VA	A
BRUSAPORTO	BG	A
BRUSIMPIANO	VA	C
BUBBIANO	MI	B
BUCCINASCO	MI	B
BUGLIO IN MONTE	SO	C
BUGUGGIATE	VA	C
BULCIAGO	LC	A
BULGAROGRASSO	CO	A
BURAGO DI MOLGORA	MB	A
BUSCATE	MI	A
BUSNAGO	MB	A
BUSSERO	MI	A
BUSTO ARSIZIO	VA	A
BUSTO GAROLFO	MI	B
CA` D`ANDREA	CR	B
CABIATE	CO	A
CADEGLIANO - VICONAGO	VA	C
CADORAGO	CO	A
CADREZZATE	VA	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
CAGLIO	CO	C
CAGNO	CO	A
CAINO	BS	A
CAIOLO	SO	C
CAIRATE	VA	A
CALCINATE	BG	A
CALCINATO	BS	B
CALCIO	BG	B
CALCO	LC	A
CALOLZIOCORTE	LC	C
CALUSCO D`ADDA	BG	A
CALVAGESE DELLA RIVIERA	BS	B
CALVATONE	CR	B
CALVENZANO	BG	B
CALVIGNANO	PV	C
CALVIGNASCO	MI	B
CALVISANO	BS	A
CAMAIRAGO	LO	B
CAMBIAGO	MI	A
CAMERATA CORNELLO	BG	C
CAMISANO	CR	B
CAMPAGNOLA CREMASCA	CR	B
CAMPARADA	MB	A
CAMPIONE D`ITALIA	CO	C
CAMPODOLCINO	SO	C
CAMPOSPINOSO	PV	B
CANDIA LOMELLINA	PV	B
CANEGRATE	MI	A
CANEVINO	PV	C
CANNETO PAVESE	PV	C
CANNETO SULL`OGLIO	MN	B
CANONICA D`ADDA	BG	B
CANTELLO	VA	A
CANTU`	CO	A
CANZO	CO	C
CAPERGNANICA	CR	B
CAPIAGO INTIMIANO	CO	A
CAPIZZONE	BG	C
CAPO DI PONTE	BS	C
CAPONAGO	MB	A
CAPOVALLE	BS	C
CAPPELLA CANTONE	CR	B
CAPPELLA DE` PICENARDI	CR	B
CAPRALBA	CR	B
CAPRIANO DEL COLLE	BS	A
CAPRIATE SAN GERVASIO	BG	B
CAPRINO BERGAMASCO	BG	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
CAPRIOLO	BS	A
CARATE BRIANZA	MB	A
CARATE URIO	CO	C
CARAVAGGIO	BG	B
CARAVATE	VA	A
CARBONARA AL TICINO	PV	B
CARBONARA DI PO	MN	B
CARBONATE	CO	A
CARDANO AL CAMPO	VA	A
CARENNO	LC	C
CARIMATE	CO	A
CARLAZZO	CO	C
CARNAGO	VA	A
CARNATE	MB	A
CAROBBIO DEGLI ANGELI	BG	A
CARONA	BG	C
CARONNO PERTUSELLA	VA	A
CARONNO VARESINO	VA	A
CARPENEDOLO	BS	B
CARPIANO	MI	A
CARUGATE	MI	A
CARUGO	CO	A
CARVICO	BG	A
CASALBUTTANO ED UNITI	CR	B
CASALE CREMASCO - VIDOLASCO	CR	B
CASALE LITTA	VA	C
CASALETTO CEREDANO	CR	B
CASALETTO DI SOPRA	CR	B
CASALETTO LODIGIANO	LO	B
CASALETTO VAPRIO	CR	B
CASALMAGGIORE	CR	B
CASALMAIOCCO	LO	B
CASALMORANO	CR	B
CASALMORO	MN	B
CASALOLDO	MN	B
CASALPUSTERLENGO	LO	B
CASALROMANO	MN	B
CASALZUIGNO	VA	A
CASANOVA LONATI	PV	B
CASARGO	LC	C
CASARILE	MI	B
CASASCO D`INTELVI	CO	C
CASATENOVO	LC	A
CASATISMA	PV	B
CASAZZA	BG	A
CASCIAGO	VA	C
CASEI GEROLA	PV	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
CASELLE LANDI	LO	B
CASELLE LURANI	LO	B
CASIRATE D`ADDA	BG	B
CASLINO D`ERBA	CO	C
CASNATE CON BERNATE	CO	A
CASNIGO	BG	C
CASORATE PRIMO	PV	B
CASORATE SEMPIONE	VA	B
CASOREZZO	MI	B
CASPOGGIO	SO	C
CASSAGO BRIANZA	LC	A
CASSANO D`ADDA	MI	A
CASSANO MAGNAGO	VA	A
CASSANO VALCUVIA	VA	C
CASSIGLIO	BG	C
CASSINA DE PECCHI	MI	A
CASSINA RIZZARDI	CO	A
CASSINA VALSASSINA	LC	C
CASSINETTA DI LUGAGNANO	MI	B
CASSOLNOVO	PV	B
CASTANA	PV	C
CASTANO PRIMO	MI	A
CASTEGGIO	PV	C
CASTEGNATO	BS	A
CASTEL D`ARIO	MN	B
CASTEL GABBIANO	CR	B
CASTEL GOFFREDO	MN	B
CASTEL MELLA	BS	A
CASTEL ROZZONE	BG	B
CASTELBELFORTE	MN	B
CASTELCOVATI	BS	B
CASTELDIDONE	CR	B
CASTELLANZA	VA	A
CASTELLEONE	CR	B
CASTELLETTO DI BRANDUZZO	PV	B
CASTELLI CALEPIO	BG	B
CASTELLO CABIAGLIO	VA	C
CASTELLO D`AGOGNA	PV	B
CASTELLO DELL`ACQUA	SO	C
CASTELLO DI BRIANZA	LC	A
CASTELLUCCHIO	MN	B
CASTELMARTE	CO	C
CASTELNOVETTO	PV	B
CASTELNUOVO BOCCA D`ADDA	LO	B
CASTELNUOVO BOZZENTE	CO	A
CASTELSEPRIO	VA	A
CASTELVECCANA	VA	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
CASTELVERDE	CR	B
CASTELVISCONTI	CR	B
CASTENEDOLO	BS	A
CASTIGLIONE D`ADDA	LO	B
CASTIGLIONE D`INTELVI	CO	C
CASTIGLIONE DELLE STIVIERE	MN	B
CASTIGLIONE OLONA	VA	A
CASTIONE ANDEVENNO	SO	C
CASTIONE DELLA PRESOLANA	BG	C
CASTIRAGA VIDARDO	LO	B
CASTO	BS	C
CASTREZZATO	BS	B
CASTRO	BG	C
CASTRONNO	VA	A
CAVA MANARA	PV	B
CAVACURTA	LO	B
CAVARGNA	CO	C
CAVARIA CON PREMEZZO	VA	A
CAVENAGO D`ADDA	LO	B
CAVENAGO DI BRIANZA	MB	A
CAVERNAGO	BG	B
CAVRIANA	MN	B
CAZZAGO BRABBIA	VA	C
CAZZAGO SAN MARTINO	BS	A
CAZZANO SANT`ANDREA	BG	C
CECIMA	PV	C
CEDEGOLO	BS	C
CEDRASCO	SO	C
CELLA DATI	CR	B
CELLATICA	BS	A
CENATE SOPRA	BG	A
CENATE SOTTO	BG	A
CENE	BG	C
CERANO INTELVI	CO	C
CERANOVA	PV	B
CERCINO	SO	C
CERESARA	MN	B
CERETE	BG	C
CERETTO LOMELLINA	PV	B
CERGNAGO	PV	B
CERIANO LAGHETTO	MB	A
CERMENATE	CO	A
CERNOBBIO	CO	C
CERNUSCO LOMBARDONE	LC	A
CERNUSCO SUL NAVIGLIO	MI	A
CERRO AL LAMBRO	MI	A
CERRO MAGGIORE	MI	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
CERTOSA DI PAVIA	PV	B
CERVENO	BS	C
CERVESINA	PV	B
CERVIGNANO D`ADDA	LO	B
CESANA BRIANZA	LC	C
CESANO BOSCONE	MI	B
CESANO MADERNO	MB	A
CESATE	MI	A
CETO	BS	C
CEVO	BS	C
CHIARI	BS	B
CHIAVENNA	SO	C
CHIESA IN VALMALENCO	SO	C
CHIEVE	CR	B
CHIGNOLO D`ISOLA	BG	A
CHIGNOLO PO	PV	B
CHIUDUNO	BG	A
CHIURO	SO	C
CICOGNOLO	CR	B
CIGOGNOLA	PV	C
CIGOLE	BS	A
CILAVEGNA	PV	B
CIMBERGO	BS	C
CINGIA DE` BOTTI	CR	B
CINISELLO BALSAMO	MI	A
CINO	SO	C
CIRIMIDO	CO	A
CISANO BERGAMASCO	BG	C
CISERANO	BG	B
CISLAGO	VA	A
CISLIANO	MI	B
CITTIGLIO	VA	A
CIVATE	LC	A
CIVIDATE AL PIANO	BG	B
CIVIDATE CAMUNO	BS	C
CIVO	SO	C
CLAINO CON OSTENO	CO	C
CLIVIO	VA	A
CLUSONE	BG	C
COCCAGLIO	BS	B
COCQUIO - TREVISAGO	VA	C
CODEVILLA	PV	C
CODOGNO	LO	B
COGLIATE	MB	A
COLERE	BG	C
COLICO	LC	C
COLLE BRIANZA	LC	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
COLLEBEATO	BS	A
COLLIO	BS	A
COLOGNE	BS	A
COLOGNO AL SERIO	BG	B
COLOGNO MONZESE	MI	A
COLONNO	CO	C
COLORINA	SO	C
COLTURANO	MI	A
COLVERDE	CO	A
COLZATE	BG	C
COMABBIO	VA	C
COMAZZO	LO	B
COMERIO	VA	C
COMEZZANO - CIZZAGO	BS	B
COMMESSAGGIO	MN	B
COMO	CO	A
COMUN NUOVO	BG	B
CONCESIO	BS	A
CONCOREZZO	MB	A
CONFIENZA	PV	B
COPIANO	PV	B
CORANA	PV	B
CORBETTA	MI	B
CORMANO	MI	A
CORNA IMAGNA	BG	C
CORNALBA	BG	C
CORNALE E BASTIDA	PV	B
CORNAREDO	MI	B
CORNATE D`ADDA	MB	A
CORNEGLIANO LAUDENSE	LO	B
CORNO GIOVINE	LO	B
CORNOVECCHIO	LO	B
CORREZZANA	MB	A
CORRIDO	CO	C
CORSICO	MI	B
CORTE DE` CORTESI CON CIGNONE	CR	B
CORTE DE` FRATI	CR	B
CORTE FRANCA	BS	A
CORTE PALASIO	LO	B
CORTENO GOLGI	BS	C
CORTENOVA	LC	C
CORTENUOVA	BG	B
CORTEOLONA E GENZONE	PV	B
CORVINO SAN QUIRICO	PV	B
CORZANO	BS	A
COSIO VALTELLINO	SO	C
COSTA DE` NOBILI	PV	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
COSTA DI MEZZATE	BG	A
COSTA DI SERINA	BG	C
COSTA MASNAGA	LC	A
COSTA VALLE IMAGNA	BG	C
COSTA VOLPINO	BG	C
COVO	BG	B
COZZO	PV	B
CRANDOLA VALSASSINA	LC	C
CREDARO	BG	C
CREDERA RUBBIANO	CR	B
CREMA	CR	B
CREMELLA	LC	A
CREMENAGA	VA	C
CREMENO	LC	C
CREMIA	CO	C
CREMONA	CR	B
CREMOSANO	CR	B
CRESPIATICA	LO	B
CROSIO DELLA VALLE	VA	C
CROTTA D`ADDA	CR	B
CUASSO AL MONTE	VA	C
CUCCIAGO	CO	A
CUGGIONO	MI	B
CUGLIATE - FABIASCO	VA	C
CUMIGNANO SUL NAVIGLIO	CR	B
CUNARDO	VA	C
CURA CARPIGNANO	PV	B
CURIGLIA CON MONTEVIASCO	VA	C
CURNO	BG	A
CURTATONE	MN	B
CUSAGO	MI	B
CUSANO MILANINO	MI	A
CUSINO	CO	C
CUSIO	BG	C
CUVEGLIO	VA	A
CUVIO	VA	A
DAIRAGO	MI	B
DALMINE	BG	A
DARFO BOARIO TERME	BS	C
DAVERIO	VA	C
DAZIO	SO	C
DELEBIO	SO	C
DELLO	BS	A
DEROVERE	CR	B
DERVIO	LC	C
DESENZANO DEL GARDA	BS	B
DESIO	MB	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
DIZZASCO	CO	C
DOLZAGO	LC	A
DOMASO	CO	C
DONGO	CO	C
DORIO	LC	C
DORNO	PV	B
DOSOLO	MN	B
DOSSENA	BG	C
DOSSO DEL LIRO	CO	C
DOVERA	CR	B
DRESANO	MI	B
DRIZZONA	CR	B
DUBINO	SO	C
DUMENZA	VA	C
DUNO	VA	A
EDOLO	BS	C
ELLO	LC	A
ENDINE GAIANO	BG	A
ENTRATICO	BG	A
ERBA	CO	C
ERBUSCO	BS	A
ERVE	LC	C
ESINE	BS	C
ESINO LARIO	LC	C
EUPILIO	CO	C
FAEDO VALTELLINO	SO	C
FAGGETO LARIO	CO	C
FAGNANO OLONA	VA	A
FALOPPIO	CO	A
FARA GERA D`ADDA	BG	B
FARA OLIVANA CON SOLA	BG	B
FENEGRO`	CO	A
FERNO	VA	A
FERRERA DI VARESE	VA	C
FERRERA ERBOGNONE	PV	B
FIESCO	CR	B
FIESSE	BS	B
FIGINO SERENZA	CO	A
FILAGO	BG	A
FILIGHERA	PV	B
FINO DEL MONTE	BG	C
FINO MORNASCO	CO	A
FIORANO AL SERIO	BG	C
FLERO	BS	A
FOMBIO	LO	B
FONTANELLA	BG	B
FONTENO	BG	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
FOPPOLO	BG	C
FORCOLA	SO	C
FORESTO SPARSO	BG	C
FORMIGARA	CR	B
FORNOVO SAN GIOVANNI	BG	B
FORTUNAGO	PV	C
FRASCAROLO	PV	B
FUIPIANO VALLE IMAGNA	BG	C
FUSINE	SO	C
GABBIONETA BINANUOVA	CR	B
GADESCO PIEVE DELMONA	CR	B
GAGGIANO	MI	B
GALBIATE	LC	A
GALGAGNANO	LO	B
GALLARATE	VA	A
GALLIATE LOMBARDO	VA	C
GALLIAVOLA	PV	B
GAMBARA	BS	B
GAMBARANA	PV	B
GAMBOLO`	PV	B
GANDELLINO	BG	C
GANDINO	BG	C
GANDOSSO	BG	C
GARBAGNATE MILANESE	MI	A
GARBAGNATE MONASTERO	LC	A
GARDONE RIVIERA	BS	C
GARDONE VALTROMPIA	BS	A
GARGNANO	BS	C
GARLASCO	PV	B
GARLATE	LC	C
GARZENO	CO	C
GAVARDO	BS	C
GAVERINA TERME	BG	A
GAVIRATE	VA	C
GAZOLDO DEGLI IPPOLITI	MN	B
GAZZADA SCHIANNO	VA	A
GAZZANIGA	BG	C
GAZZUOLO	MN	B
GEMONIO	VA	A
GENIVOLTA	CR	B
GERA LARIO	CO	C
GERENZAGO	PV	B
GERENZANO	VA	A
GERMIGNAGA	VA	C
GEROLA ALTA	SO	C
GERRE DE`CAPRIOLI	CR	B
GESSATE	MI	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
GHEDI	BS	A
GHISALBA	BG	B
GIANICO	BS	C
GIUSSAGO	PV	B
GIUSSANO	MB	A
GODIASCO SALICE TERME	PV	C
GOITO	MN	B
GOLASECCA	VA	C
GOLFERENZO	PV	C
GOMBITO	CR	B
GONZAGA	MN	B
GORDONA	SO	C
GORGONZOLA	MI	A
GORLA MAGGIORE	VA	A
GORLA MINORE	VA	A
GORLAGO	BG	A
GORLE	BG	B
GORNATE OLONA	VA	A
GORNO	BG	C
GOTTOLENGO	BS	B
GRAFFIGNANA	LO	B
GRANDATE	CO	A
GRANDOLA ED UNITI	CO	C
GRANTOLA	VA	C
GRASSOBBIO	BG	B
GRAVEDONA ED UNITI	CO	C
GRAVELLONA LOMELLINA	PV	B
GREZZAGO	MI	A
GRIANTE	CO	C
GROMO	BG	C
GRONE	BG	A
GRONTARDO	CR	B
GROPELLO CAIROLI	PV	B
GROSIO	SO	C
GROSOTTO	SO	C
GRUMELLO CREMONESE ED UNITI	CR	B
GRUMELLO DEL MONTE	BG	A
GUANZATE	CO	A
GUARDAMIGLIO	LO	B
GUDO VISCONTI	MI	B
GUIDIZZOLO	MN	B
GUSSAGO	BS	A
GUSSOLA	CR	B
IDRO	BS	C
IMBERSAGO	LC	A
INARZO	VA	C
INCUDINE	BS	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
INDUNO OLONA	VA	A
INTROBIO	LC	C
INTROZZO	LC	C
INVERIGO	CO	A
INVERNO E MONTELEONE	PV	B
INVERUNO	MI	B
INZAGO	MI	A
IRMA	BS	A
ISEO	BS	C
ISOLA DI FONDRA	BG	C
ISOLA DOVARESE	CR	B
ISORELLA	BS	B
ISPRA	VA	C
ISSO	BG	B
IZANO	CR	B
JERAGO CON ORAGO	VA	A
LA VALLETTA BRIANZA	LC	A
LACCHIARELLA	MI	B
LAGLIO	CO	C
LAINATE	MI	A
LAINO	CO	C
LALLIO	BG	A
LAMBRUGO	CO	A
LANDRIANO	PV	B
LANGOSCO	PV	B
LANZADA	SO	C
LARDIRAGO	PV	B
LASNIGO	CO	C
LAVENA PONTE TRESA	VA	C
LAVENO - MOMBELLO	VA	A
LAVENONE	BS	C
LAZZATE	MB	A
LECCO	LC	C
LEFFE	BG	C
LEGGIUNO	VA	C
LEGNANO	MI	A
LENNA	BG	C
LENO	BS	A
LENTATE SUL SEVESO	MB	A
LESMO	MB	A
LEVATE	BG	A
LEZZENO	CO	C
LIERNA	LC	C
LIMBIATE	MB	A
LIMIDO COMASCO	CO	A
LIMONE SUL GARDA	BS	C
LINAROLO	PV	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
LIPOMO	CO	A
LIRIO	PV	C
LISCATE	MI	A
LISSONE	MB	A
LIVIGNO	SO	C
LIVO	CO	C
LIVRAGA	LO	B
LOCATE DI TRIULZI	MI	A
LOCATE VARESINO	CO	A
LOCATELLO	BG	C
LODI	LO	B
LODI VECCHIO	LO	B
LODRINO	BS	A
LOGRATO	BS	A
LOMAGNA	LC	A
LOMAZZO	CO	A
LOMELLO	PV	B
LONATE CEPPINO	VA	A
LONATE POZZOLO	VA	A
LONATO DEL GARDA	BS	B
LONGHENA	BS	A
LONGONE AL SEGRINO	CO	C
LOSINE	BS	C
LOVERE	BG	C
LOVERO	SO	C
LOZIO	BS	C
LOZZA	VA	A
LUINO	VA	C
LUISAGO	CO	A
LUMEZZANE	BS	A
LUNGAVILLA	PV	B
LURAGO D`ERBA	CO	A
LURAGO MARINONE	CO	A
LURANO	BG	A
LURATE CACCIVIO	CO	A
LUVINATE	VA	C
LUZZANA	BG	A
MACCAGNO CON PINO E VEDDASCA	VA	C
MACCASTORNA	LO	B
MACHERIO	MB	A
MACLODIO	BS	A
MADESIMO	SO	C
MADIGNANO	CR	B
MADONE	BG	A
MAGASA	BS	C
MAGENTA	MI	B
MAGHERNO	PV	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
MAGNACAVALLO	MN	B
MAGNAGO	MI	A
MAGREGLIO	CO	C
MAIRAGO	LO	B
MAIRANO	BS	A
MALAGNINO	CR	B
MALEGNO	BS	C
MALEO	LO	B
MALGESSO	VA	C
MALGRATE	LC	C
MALNATE	VA	A
MALONNO	BS	C
MANDELLO DEL LARIO	LC	C
MANERBA DEL GARDA	BS	B
MANERBIO	BS	A
MANTELLO	SO	C
MANTOVA	MN	B
MAPELLO	BG	A
MARCALLO CON CASONE	MI	B
MARCARIA	MN	B
MARCHENO	BS	A
MARCHIROLO	VA	C
MARCIGNAGO	PV	B
MARGNO	LC	C
MARIANA MANTOVANA	MN	B
MARIANO COMENSE	CO	A
MARMENTINO	BS	A
MARMIROLO	MN	B
MARNATE	VA	A
MARONE	BS	C
MARTIGNANA DI PO	CR	B
MARTINENGO	BG	B
MARUDO	LO	B
MARZANO	PV	B
MARZIO	VA	C
MASATE	MI	A
MASCIAGO PRIMO	VA	C
MASLIANICO	CO	C
MASSALENGO	LO	B
MAZZANO	BS	B
MAZZO DI VALTELLINA	SO	C
MEDA	MB	A
MEDE	PV	B
MEDIGLIA	MI	A
MEDOLAGO	BG	A
MEDOLE	MN	B
MELEGNANO	MI	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
MELETI	LO	B
MELLO	SO	C
MELZO	MI	A
MENAGGIO	CO	C
MENCONICO	PV	C
MERATE	LC	A
MERCALLO	VA	C
MERLINO	LO	B
MERONE	CO	A
MESE	SO	C
MESENZANA	VA	C
MESERO	MI	B
MEZZAGO	MB	A
MEZZANA BIGLI	PV	B
MEZZANA RABATTONE	PV	B
MEZZANINO	PV	B
MEZZOLDO	BG	C
MILANO	MI	A
MILZANO	BS	A
MIRADOLO TERME	PV	B
MISANO DI GERA D`ADDA	BG	B
MISINTO	MB	A
MISSAGLIA	LC	A
MOGGIO	LC	C
MOGLIA	MN	B
MOIO DE` CALVI	BG	C
MOLTENO	LC	A
MOLTRASIO	CO	C
MONASTEROLO DEL CASTELLO	BG	A
MONGUZZO	CO	A
MONIGA DEL GARDA	BS	B
MONNO	BS	C
MONTAGNA IN VALTELLINA	SO	C
MONTALTO PAVESE	PV	C
MONTANASO LOMBARDO	LO	B
MONTANO LUCINO	CO	A
MONTE CREMASCO	CR	B
MONTE ISOLA	BS	C
MONTE MARENZO	LC	C
MONTEBELLO DELLA BATTAGLIA	PV	B
MONTECALVO VERSIGGIA	PV	C
MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	VA	C
MONTELLO	BG	A
MONTEMEZZO	CO	C
MONTESCANO	PV	C
MONTESEGALE	PV	C
MONTEVECCHIA	LC	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
MONTICELLI BRUSATI	BS	A
MONTICELLI PAVESE	PV	B
MONTICELLO BRIANZA	LC	A
MONTICHIARI	BS	A
MONTIRONE	BS	A
MONTODINE	CR	B
MONTORFANO	CO	A
MONTU` BECCARIA	PV	C
MONVALLE	VA	C
MONZA	MB	A
MONZAMBANO	MN	B
MORAZZONE	VA	A
MORBEGNO	SO	C
MORENGO	BG	B
MORIMONDO	MI	B
MORNAGO	VA	C
MORNICO AL SERIO	BG	A
MORNICO LOSANA	PV	C
MORTARA	PV	B
MORTERONE	LC	C
MOSCAZZANO	CR	B
MOTTA BALUFFI	CR	B
MOTTA VISCONTI	MI	B
MOTTEGGIANA	MN	B
MOZZANICA	BG	B
MOZZATE	CO	A
MOZZO	BG	A
MUGGIO`	MB	A
MULAZZANO	LO	B
MURA	BS	C
MUSCOLINE	BS	B
MUSSO	CO	C
NAVE	BS	A
NEMBRO	BG	C
NERVIANO	MI	A
NESSO	CO	C
NIARDO	BS	C
NIBIONNO	LC	A
NICORVO	PV	B
NOSATE	MI	B
NOVA MILANESE	MB	A
NOVATE MEZZOLA	SO	C
NOVATE MILANESE	MI	A
NOVEDRATE	CO	A
NOVIGLIO	MI	B
NUVOLENTO	BS	B
NUVOLERA	BS	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
ODOLO	BS	C
OFFANENGO	CR	B
OFFLAGA	BS	A
OGGIONA CON SANTO STEFANO	VA	A
OGGIONO	LC	A
OLEVANO DI LOMELLINA	PV	B
OLGIATE COMASCO	CO	A
OLGIATE MOLGORA	LC	A
OLGIATE OLONA	VA	A
OLGINATE	LC	C
OLIVA GESSI	PV	C
OLIVETO LARIO	LC	C
OLMENETA	CR	B
OLMO AL BREMBO	BG	C
OLTRE IL COLLE	BG	C
OLTRESSENDA ALTA	BG	C
OLTRONA DI SAN MAMETTE	CO	A
OME	BS	A
ONETA	BG	C
ONO SAN PIETRO	BS	C
ONORE	BG	C
OPERA	MI	A
ORIGGIO	VA	A
ORINO	VA	A
ORIO AL SERIO	BG	A
ORIO LITTA	LO	B
ORNAGO	MB	A
ORNICA	BG	C
ORSENIGO	CO	A
ORZINUOVI	BS	B
ORZIVECCHI	BS	B
OSIO SOPRA	BG	B
OSIO SOTTO	BG	B
OSMATE	VA	C
OSNAGO	LC	A
OSPEDALETTO LODIGIANO	LO	B
OSPITALETTO	BS	A
OSSAGO LODIGIANO	LO	B
OSSIMO	BS	C
OSSONA	MI	B
OSTIANO	CR	A
OSTIGLIA	MN	B
OTTOBIANO	PV	B
OZZERO	MI	B
PADENGHE SUL GARDA	BS	B
PADERNO D`ADDA	LC	A
PADERNO DUGNANO	MI	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
PADERNO FRANCIACORTA	BS	A
PADERNO PONCHIELLI	CR	B
PAGAZZANO	BG	B
PAGNONA	LC	C
PAISCO LOVENO	BS	C
PAITONE	BS	C
PALADINA	BG	A
PALAZZAGO	BG	A
PALAZZO PIGNANO	CR	B
PALAZZOLO SULL`OGLIO	BS	A
PALESTRO	PV	B
PALOSCO	BG	A
PANCARANA	PV	B
PANDINO	CR	B
PANTIGLIATE	MI	A
PARABIAGO	MI	A
PARATICO	BS	B
PARLASCO	LC	C
PARONA	PV	B
PARRE	BG	C
PARZANICA	BG	C
PASPARDO	BS	C
PASSIRANO	BS	A
PASTURO	LC	C
PAULLO	MI	B
PAVIA	PV	B
PAVONE DEL MELLA	BS	A
PEDESINA	SO	C
PEDRENGO	BG	A
PEGLIO	CO	C
PEGOGNAGA	MN	B
PEIA	BG	C
PERLEDO	LC	C
PERO	MI	A
PERSICO DOSIMO	CR	B
PERTICA ALTA	BS	C
PERTICA BASSA	BS	C
PESCAROLO ED UNITI	CR	B
PESCATE	LC	C
PESCHIERA BORROMEO	MI	A
PESSANO CON BORNAGO	MI	A
PESSINA CREMONESE	CR	B
PEZZAZE	BS	A
PIADENA	CR	B
PIAN CAMUNO	BS	C
PIANCOGNO	BS	C
PIANELLO DEL LARIO	CO	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
PIANENGO	CR	B
PIANICO	BG	C
PIANTEDO	SO	C
PIARIO	BG	C
PIATEDA	SO	C
PIAZZA BREMBANA	BG	C
PIAZZATORRE	BG	C
PIAZZOLO	BG	C
PIERANICA	CR	B
PIETRA DE` GIORGI	PV	C
PIEVE ALBIGNOLA	PV	B
PIEVE D`OLMI	CR	B
PIEVE DEL CAIRO	PV	B
PIEVE DI CORIANO	MN	B
PIEVE EMANUELE	MI	A
PIEVE FISSIRAGA	LO	B
PIEVE PORTO MORONE	PV	B
PIEVE SAN GIACOMO	CR	B
PIGRA	CO	C
PINAROLO PO	PV	B
PIOLTELLO	MI	A
PISOGNE	BS	C
PIUBEGA	MN	B
PIURO	SO	C
PIZZALE	PV	B
PIZZIGHETTONE	CR	B
PLESIO	CO	C
POGGIO RUSCO	MN	B
POGGIRIDENTI	SO	C
POGLIANO MILANESE	MI	A
POGNANA LARIO	CO	C
POGNANO	BG	A
POLAVENO	BS	A
POLPENAZZE DEL GARDA	BS	B
POMPIANO	BS	B
POMPONESCO	MN	B
PONCARALE	BS	A
PONNA	CO	C
PONTE DI LEGNO	BS	C
PONTE IN VALTELLINA	SO	C
PONTE LAMBRO	CO	C
PONTE NIZZA	PV	C
PONTE NOSSA	BG	C
PONTE SAN PIETRO	BG	A
PONTERANICA	BG	A
PONTEVICO	BS	A
PONTI SUL MINCIO	MN	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
PONTIDA	BG	A
PONTIROLO NUOVO	BG	B
PONTOGLIO	BS	B
PORLEZZA	CO	C
PORTALBERA	PV	B
PORTO CERESIO	VA	C
PORTO MANTOVANO	MN	B
PORTO VALTRAVAGLIA	VA	C
POSTALESIO	SO	C
POZZAGLIO ED UNITI	CR	B
POZZO D`ADDA	MI	A
POZZOLENGO	BS	B
POZZUOLO MARTESANA	MI	A
PRADALUNGA	BG	C
PRALBOINO	BS	A
PRATA CAMPORTACCIO	SO	C
PREDORE	BG	C
PREGNANA MILANESE	MI	A
PREMANA	LC	C
PREMOLO	BG	C
PRESEGLIE	BS	C
PRESEZZO	BG	A
PREVALLE	BS	B
PRIMALUNA	LC	C
PROSERPIO	CO	C
PROVAGLIO D`ISEO	BS	A
PROVAGLIO VAL SABBIA	BS	C
PUEGNAGO SUL GARDA	BS	B
PUMENENGO	BG	B
PUSIANO	CO	C
QUINGENTOLE	MN	B
QUINTANO	CR	B
QUINZANO D`OGLIO	BS	A
QUISTELLO	MN	B
RANCIO VALCUVIA	VA	C
RANCO	VA	C
RANICA	BG	C
RANZANICO	BG	A
RASURA	SO	C
REA	PV	B
REDAVALLE	PV	B
REDONDESCO	MN	B
REMEDELLO	BS	B
RENATE	MB	A
RESCALDINA	MI	A
RETORBIDO	PV	C
REVERE	MN	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
REZZAGO	CO	C
REZZATO	BS	B
RHO	MI	A
RICENGO	CR	B
RIPALTA ARPINA	CR	B
RIPALTA CREMASCA	CR	B
RIPALTA GUERINA	CR	B
RIVA DI SOLTO	BG	C
RIVANAZZANO TERME	PV	C
RIVAROLO DEL RE ED UNITI	CR	B
RIVAROLO MANTOVANO	MN	B
RIVOLTA D`ADDA	CR	B
ROBBIATE	LC	A
ROBBIO	PV	B
ROBECCHETTO CON INDUNO	MI	B
ROBECCO D`OGLIO	CR	B
ROBECCO PAVESE	PV	B
ROBECCO SUL NAVIGLIO	MI	B
ROCCA DE` GIORGI	PV	C
ROCCA SUSELLA	PV	C
ROCCAFRANCA	BS	B
RODANO	MI	A
RODENGO - SAIANO	BS	A
RODERO	CO	A
RODIGO	MN	B
ROE` VOLCIANO	BS	C
ROGENO	LC	A
ROGNANO	PV	B
ROGNO	BG	C
ROGOLO	SO	C
ROMAGNESE	PV	C
ROMANENGO	CR	B
ROMANO DI LOMBARDIA	BG	B
RONAGO	CO	C
RONCADELLE	BS	A
RONCARO	PV	B
RONCELLO	MB	A
RONCO BRIANTINO	MB	A
RONCOBELLO	BG	C
RONCOFERRARO	MN	B
RONCOLA	BG	C
ROSASCO	PV	B
ROSATE	MI	B
ROTA D`IMAGNA	BG	C
ROVATO	BS	A
ROVELLASCA	CO	A
ROVELLO PORRO	CO	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
ROVERBELLA	MN	B
ROVESCALA	PV	C
ROVETTA	BG	C
ROZZANO	MI	A
RUDIANO	BS	B
RUINO	PV	C
SABBIO CHIESE	BS	C
SABBIONETA	MN	B
SALA COMACINA	CO	C
SALE MARASINO	BS	C
SALERANO SUL LAMBRO	LO	B
SALO`	BS	C
SALTRIO	VA	A
SALVIROLA	CR	B
SAMARATE	VA	A
SAMOLACO	SO	C
SAN BARTOLOMEO VAL CAVARGNA	CO	C
SAN BASSANO	CR	B
SAN BENEDETTO PO	MN	B
SAN CIPRIANO PO	PV	B
SAN COLOMBANO AL LAMBRO	MI	B
SAN DAMIANO AL COLLE	PV	C
SAN DANIELE PO	CR	B
SAN DONATO MILANESE	MI	A
SAN FEDELE INTELVI	CO	C
SAN FELICE DEL BENACO	BS	B
SAN FERMO DELLA BATTAGLIA	CO	A
SAN FIORANO	LO	B
SAN GENESIO ED UNITI	PV	B
SAN GERVASIO BRESCIANO	BS	A
SAN GIACOMO DELLE SEGNATE	MN	B
SAN GIACOMO FILIPPO	SO	C
SAN GIORGIO DI LOMELLINA	PV	B
SAN GIORGIO DI MANTOVA	MN	B
SAN GIORGIO SU LEGNANO	MI	B
SAN GIOVANNI BIANCO	BG	C
SAN GIOVANNI DEL DOSSO	MN	B
SAN GIOVANNI IN CROCE	CR	B
SAN GIULIANO MILANESE	MI	A
SAN MARTINO DALL`ARGINE	MN	B
SAN MARTINO DEL LAGO	CR	B
SAN MARTINO IN STRADA	LO	B
SAN MARTINO SICCOMARIO	PV	B
SAN NAZZARO VAL CAVARGNA	CO	C
SAN PAOLO	BS	A
SAN PAOLO D`ARGON	BG	A
SAN PELLEGRINO TERME	BG	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
SAN ROCCO AL PORTO	LO	B
SAN SIRO	CO	C
SAN VITTORE OLONA	MI	A
SAN ZENO NAVIGLIO	BS	A
SAN ZENONE AL LAMBRO	MI	B
SAN ZENONE AL PO	PV	B
SANGIANO	VA	C
SANNAZZARO DE` BURGONDI	PV	B
SANT`ALESSIO CON VIALONE	PV	B
SANT`ANGELO LODIGIANO	LO	B
SANT`ANGELO LOMELLINA	PV	B
SANT`OMOBONO TERME	BG	C
SANTA BRIGIDA	BG	C
SANTA CRISTINA E BISSONE	PV	B
SANTA GIULETTA	PV	B
SANTA MARGHERITA DI STAFFORA	PV	C
SANTA MARIA DELLA VERSA	PV	C
SANTA MARIA HOE`	LC	A
SANTO STEFANO LODIGIANO	LO	B
SANTO STEFANO TICINO	MI	B
SAREZZO	BS	A
SARNICO	BG	C
SARONNO	VA	A
SARTIRANA LOMELLINA	PV	B
SAVIORE DELL`ADAMELLO	BS	C
SCALDASOLE	PV	B
SCANDOLARA RAVARA	CR	B
SCANDOLARA RIPA D`OGLIO	CR	B
SCANZOROSCIATE	BG	A
SCHIGNANO	CO	C
SCHILPARIO	BG	C
SCHIVENOGLIA	MN	B
SECUGNAGO	LO	B
SEDRIANO	MI	B
SEDRINA	BG	C
SEGRATE	MI	A
SELLERO	BS	C
SELVINO	BG	C
SEMIANA	PV	B
SENAGO	MI	A
SENIGA	BS	A
SENNA COMASCO	CO	A
SENNA LODIGIANA	LO	B
SEREGNO	MB	A
SERGNANO	CR	B
SERIATE	BG	B
SERINA	BG	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
SERLE	BS	C
SERMIDE E FELONICA	MN	B
SERNIO	SO	C
SERRAVALLE A PO	MN	B
SESTO CALENDE	VA	C
SESTO ED UNITI	CR	B
SESTO SAN GIOVANNI	MI	A
SETTALA	MI	A
SETTIMO MILANESE	MI	B
SEVESO	MB	A
SILVANO PIETRA	PV	B
SIRMIONE	BS	B
SIRONE	LC	A
SIRTORI	LC	A
SIZIANO	PV	B
SOIANO DEL LAGO	BS	B
SOLARO	MI	A
SOLAROLO RAINERIO	CR	B
SOLBIATE	CO	A
SOLBIATE ARNO	VA	A
SOLBIATE OLONA	VA	A
SOLFERINO	MN	B
SOLTO COLLINA	BG	C
SOLZA	BG	A
SOMAGLIA	LO	B
SOMMA LOMBARDO	VA	B
SOMMO	PV	B
SONCINO	CR	B
SONDALO	SO	C
SONDRIO	SO	C
SONGAVAZZO	BG	C
SONICO	BS	C
SORDIO	LO	B
SORESINA	CR	B
SORICO	CO	C
SORISOLE	BG	A
SORMANO	CO	C
SOSPIRO	CR	B
SOTTO IL MONTE GIOVANNI XXIII	BG	A
SOVERE	BG	C
SOVICO	MB	A
SPESSA	PV	B
SPINADESCO	CR	B
SPINEDA	CR	B
SPINO D`ADDA	CR	B
SPINONE AL LAGO	BG	A
SPIRANO	BG	B

Comune	Provincia	Criticità idraulica
SPRIANA	SO	C
STAGNO LOMBARDO	CR	B
STAZZONA	CO	C
STEZZANO	BG	A
STRADELLA	PV	B
STROZZA	BG	C
SUARDI	PV	B
SUEGLIO	LC	C
SUELLO	LC	A
SUISIO	BG	A
SULBIATE	MB	A
SULZANO	BS	C
SUMIRAGO	VA	A
SUSTINENTE	MN	B
SUZZARA	MN	B
TACENO	LC	C
TAINO	VA	C
TALAMONA	SO	C
TALEGGIO	BG	C
TARTANO	SO	C
TAVAZZANO CON VILLAVESCO	LO	B
TAVERNERIO	CO	A
TAVERNOLA BERGAMASCA	BG	C
TAVERNOLE SUL MELLA	BS	A
TEGLIO	SO	C
TELGATE	BG	A
TEMU`	BS	C
TERNATE	VA	C
TERNO D`ISOLA	BG	A
TERRANUOVA DEI PASSERINI	LO	B
TICENGO	CR	B
TIGNALE	BS	C
TIRANO	SO	C
TORBOLE CASAGLIA	BS	A
TORLINO VIMERCATI	CR	B
TORNATA	CR	B
TORNO	CO	C
TORRAZZA COSTE	PV	C
TORRE BERETTI E CASTELLARO	PV	B
TORRE BOLDONE	BG	A
TORRE D`ARESE	PV	B
TORRE D`ISOLA	PV	B
TORRE DE` BUSI	LC	C
TORRE DE` NEGRI	PV	B
TORRE DE` PICENARDI	CR	B
TORRE DE` ROVERI	BG	A
TORRE DI SANTA MARIA	SO	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
TORRE PALLAVICINA	BG	B
TORREVECCHIA PIA	PV	B
TORRICELLA DEL PIZZO	CR	B
TORRICELLA VERZATE	PV	B
TOSCOLANO MADERNO	BS	C
TOVO DI SANT`AGATA	SO	C
TRADATE	VA	A
TRAONA	SO	C
TRAVACO` SICCOMARIO	PV	B
TRAVAGLIATO	BS	A
TRAVEDONA - MONATE	VA	C
TREMENICO	LC	C
TREMEZZINA	CO	C
TREMOSINE SUL GARDA	BS	C
TRENZANO	BS	A
TRESCORE BALNEARIO	BG	A
TRESCORE CREMASCO	CR	B
TRESIVIO	SO	C
TREVIGLIO	BG	B
TREVIOLO	BG	A
TREVISO BRESCIANO	BS	C
TREZZANO ROSA	MI	A
TREZZANO SUL NAVIGLIO	MI	B
TREZZO SULL`ADDA	MI	B
TREZZONE	CO	C
TRIBIANO	MI	A
TRIGOLO	CR	B
TRIUGGIO	MB	A
TRIVOLZIO	PV	B
TROMELLO	PV	B
TRONZANO LAGO MAGGIORE	VA	C
TROVO	PV	B
TRUCCAZZANO	MI	A
TURANO LODIGIANO	LO	B
TURATE	CO	A
TURBIGO	MI	B
UBIALE CLANEZZO	BG	C
UBOLDO	VA	A
UGGIATE - TREVANO	CO	A
URAGO D`OGLIO	BS	B
URGNANO	BG	B
USMATE VELATE	MB	A
VAIANO CREMASCO	CR	B
VAILATE	CR	B
VAL BREMBILLA	BG	C
VAL DI NIZZA	PV	C
VAL MASINO	SO	C

Comune	Provincia	Criticità idraulica
VAL REZZO	CO	C
VALBONDIONE	BG	C
VALBREMBO	BG	A
VALBRONA	CO	C
VALDIDENTRO	SO	C
VALDISOTTO	SO	C
VALEGGIO	PV	B
VALERA FRATTA	LO	B
VALFURVA	SO	C
VALGANNA	VA	C
VALGOGLIO	BG	C
VALGREGHENTINO	LC	C
VALLE LOMELLINA	PV	B
VALLE SALIMBENE	PV	B
VALLEVE	BG	C
VALLIO TERME	BS	C
VALMADRERA	LC	A
VALMOREA	CO	A
VALNEGRA	BG	C
VALSOLDA	CO	C
VALTORTA	BG	C
VALVERDE	PV	C
VALVESTINO	BS	C
VANZAGHELLO	MI	A
VANZAGO	MI	A
VAPRIO D`ADDA	MI	B
VARANO BORGHI	VA	C
VAREDO	MB	A
VARENNA	LC	C
VARESE	VA	A
VARZI	PV	C
VEDANO AL LAMBRO	MB	A
VEDANO OLONA	VA	A
VEDESETA	BG	C
VEDUGGIO CON COLZANO	MB	A
VELESO	CO	C
VELEZZO LOMELLINA	PV	B
VELLEZZO BELLINI	PV	B
VENDROGNO	LC	C
VENEGONO INFERIORE	VA	A
VENEGONO SUPERIORE	VA	A
VENIANO	CO	A
VERANO BRIANZA	MB	A
VERCANA	CO	C
VERCEIA	SO	C
VERCURAGO	LC	C
VERDELLINO	BG	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
VERDELLO	BG	A
VERDERIO	LC	A
VERGIATE	VA	C
VERMEZZO	MI	B
VERNATE	MI	B
VEROLANUOVA	BS	A
VEROLAVECCHIA	BS	A
VERRETTO	PV	B
VERRUA PO	PV	B
VERTEMATE CON MINOPRIO	CO	A
VERTOVA	BG	C
VERVIO	SO	C
VESCOVATO	CR	B
VESTONE	BS	C
VESTRENO	LC	C
VEZZA D`OGLIO	BS	C
VIADANA	MN	B
VIADANICA	BG	C
VIDIGULFO	PV	B
VIGANO SAN MARTINO	BG	A
VIGANO`	LC	A
VIGEVANO	PV	B
VIGGIU`	VA	A
VIGNATE	MI	A
VIGOLO	BG	C
VILLA BISCOSSI	PV	B
VILLA CARCINA	BS	A
VILLA CORTESE	MI	B
VILLA D`ADDA	BG	A
VILLA D`ALME`	BG	A
VILLA D`OGNA	BG	C
VILLA DI CHIAVENNA	SO	C
VILLA DI SERIO	BG	C
VILLA DI TIRANO	SO	C
VILLA GUARDIA	CO	A
VILLA POMA	MN	B
VILLACHIARA	BS	B
VILLANOVA D`ARDENGHI	PV	B
VILLANOVA DEL SILLARO	LO	B
VILLANTERIO	PV	B
VILLANUOVA SUL CLISI	BS	C
VILLASANTA	MB	A
VILLIMPENTA	MN	B
VILLONGO	BG	C
VILMINORE DI SCALVE	BG	C
VIMERCATE	MB	A
VIMODRONE	MI	A

Comune	Provincia	Criticità idraulica
VIONE	BS	C
VISANO	BS	B
VISTARINO	PV	B
VITTUONE	MI	B
VIZZOLA TICINO	VA	B
VIZZOLO PREDABISSI	MI	A
VOBARNO	BS	C
VOGHERA	PV	B
VOLONGO	CR	B
VOLPARA	PV	C
VOLTA MANTOVANA	MN	B
VOLTIDO	CR	B
ZANDOBBIO	BG	A
ZANICA	BG	A
ZAVATTARELLO	PV	C
ZECCONE	PV	B
ZELBIO	CO	C
ZELO BUON PERSICO	LO	B
ZELO SURRIGONE	MI	B
ZEME	PV	B
ZENEVREDO	PV	C
ZERBO	PV	B
ZERBOLO`	PV	B
ZIBIDO SAN GIACOMO	MI	B
ZINASCO	PV	B
ZOGNO	BG	C
ZONE	BS	C

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 (m^2) .....

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 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 F – Metodologie di calcolo dei processi di infiltrazione

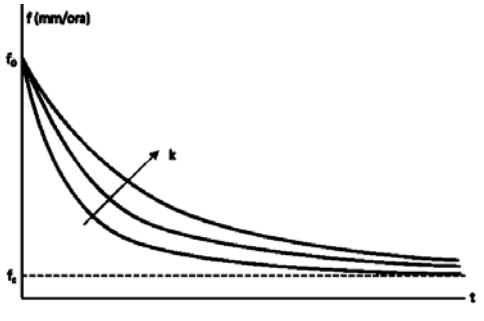
L'infiltrazione *f(t)* è definita come la portata per unità di superficie che all'istante *t* si infiltra nel sottosuolo ed è misurata, generalmente, in mm/ora in analogia all'intensità di pioggia.

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 *Ks*, 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 colloidi, 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 *fc* 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 Simp, 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 Simp, per i suoli più permeabili di classe A, e al minimo 100 volte la superficie Simp, 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 prima 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 *fc*:

- 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 istallare 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 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 Qe(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 Qu(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 invaso 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:

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

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

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

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

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

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.

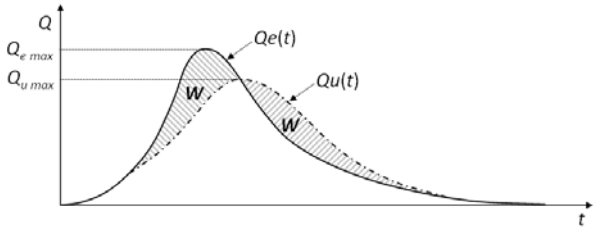
Una volta risolto il sistema di equazioni e quindi calcolate le funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$, se ne possono individuare i rispettivi valori massimi $Q_{u\,max}$, H_{max} e W_{max}, verificando che essi siano compatibili con i vincoli assegnati.

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.

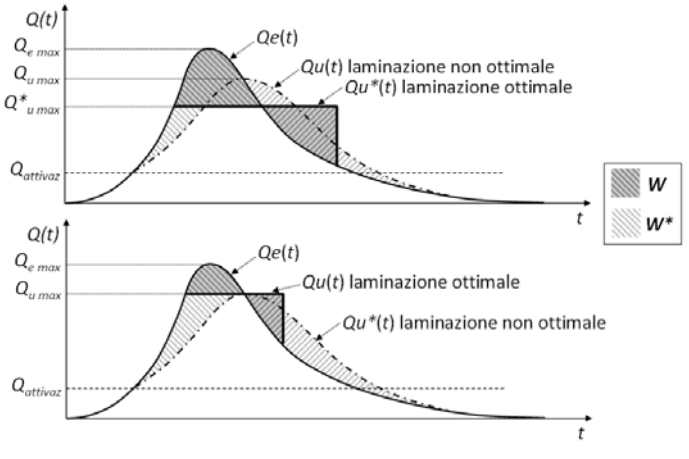
Figura 2 - Rappresentazione schematica del processo di laminazione di un invaso in linea



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). É 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 $S \cdot \phi$ 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 $Qu(t)$ 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.

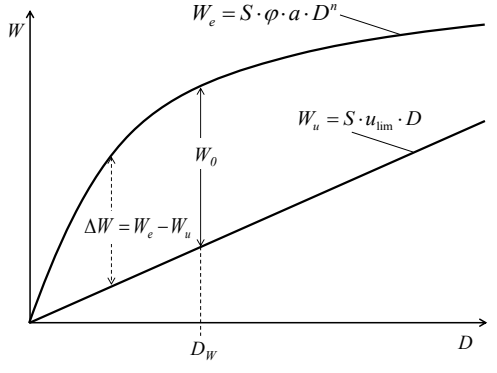
Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento

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 *We(D),* concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta *Wu(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 invasato.



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_o	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 $w_o = W_o/S$ (in m^3/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/ora^n (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 ÷ 0,5;
- valori della portata limite specifica uscente u_{lim} = 10, 20 l/s per ettaro
- valori del coefficiente di deflusso ϕ = 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 ϕ = 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/ora^n a 100 mm/ora^n.

Il professionista può quindi ricavare dalle curve sotto riportate la durata critica *Dw* (ore) e il volume specifico di invaso di laminazione w_o (m^3/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

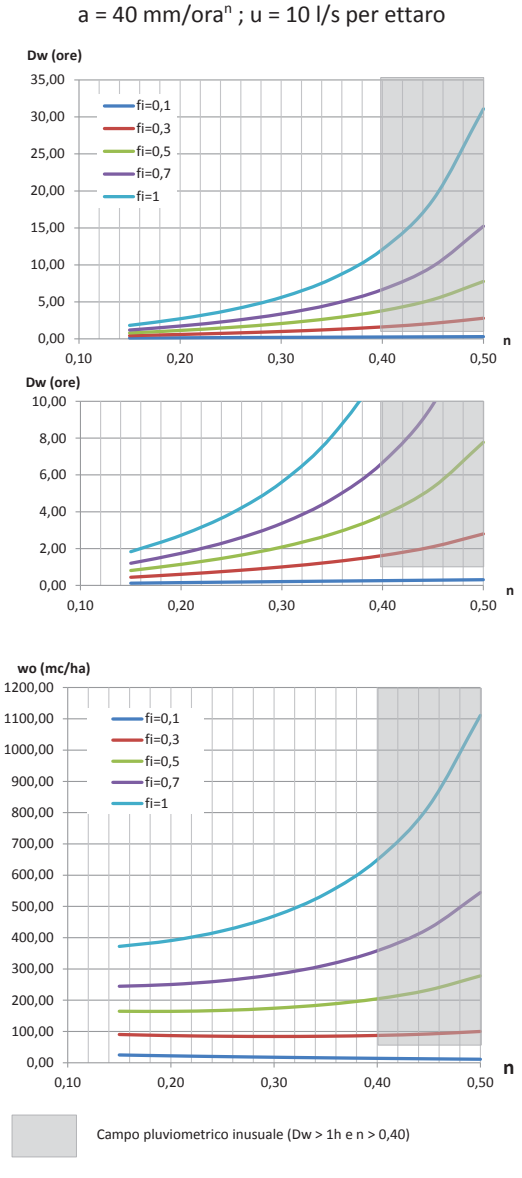


Figura 6 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=60 mm/ora e per *u* = 10 l/s per ettaro

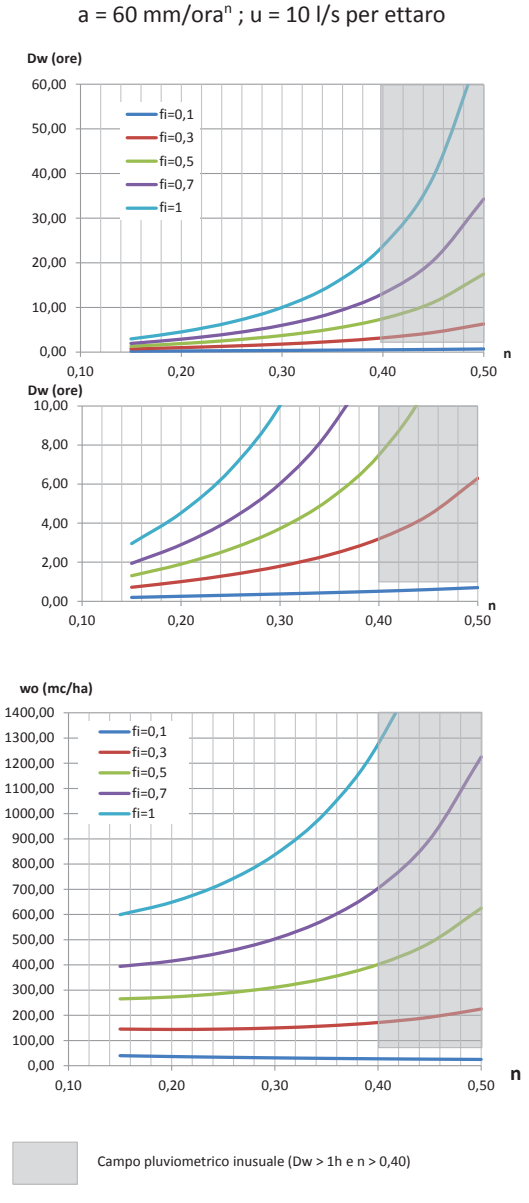


Figura 7 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=80 mm/ora e per *u* = 10 l/s per ettaro

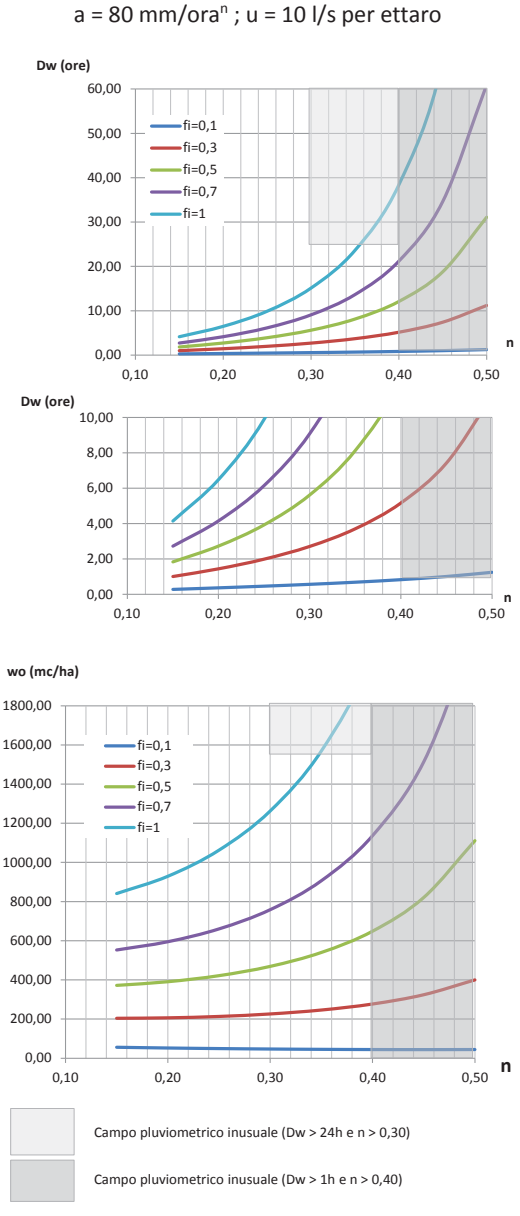


Figura 8 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=100 mm/ora e per *u* = 10 l/s per ettaro

a = 100 mm/ora^n ; u = 10 l/s per ettaro

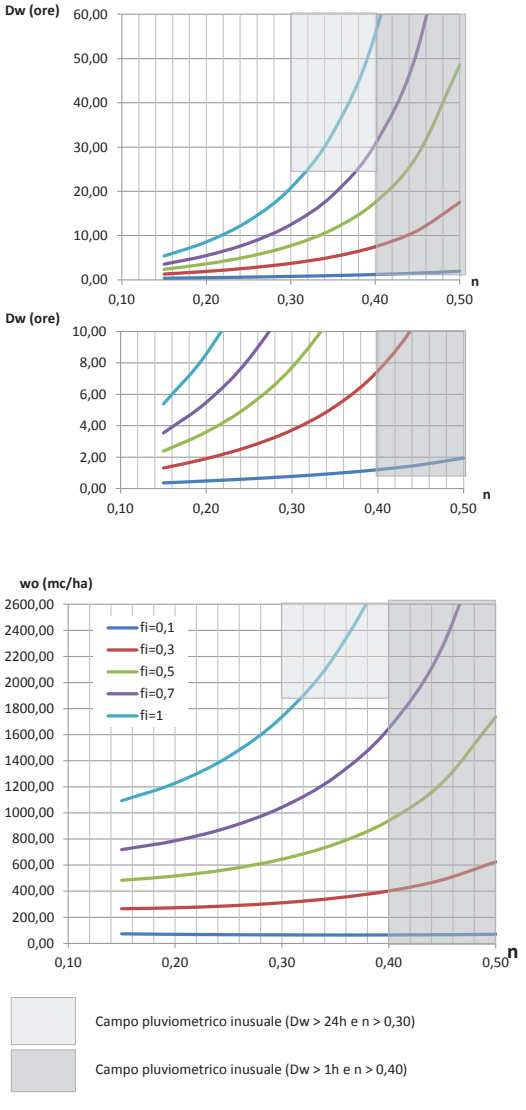


Figura 9 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=40 mm/ora e per *u* = 20 l/s per ettaro

a = 40 mm/ora^n ; u = 20 l/s per ettaro

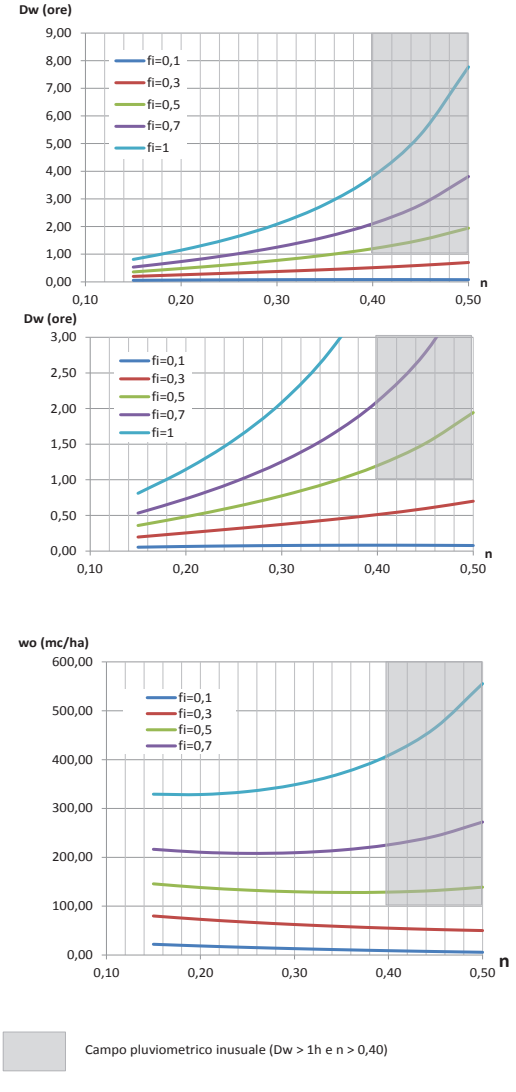


Figura 10 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=60 mm/ora e per *u* = 20 l/s per ettaro

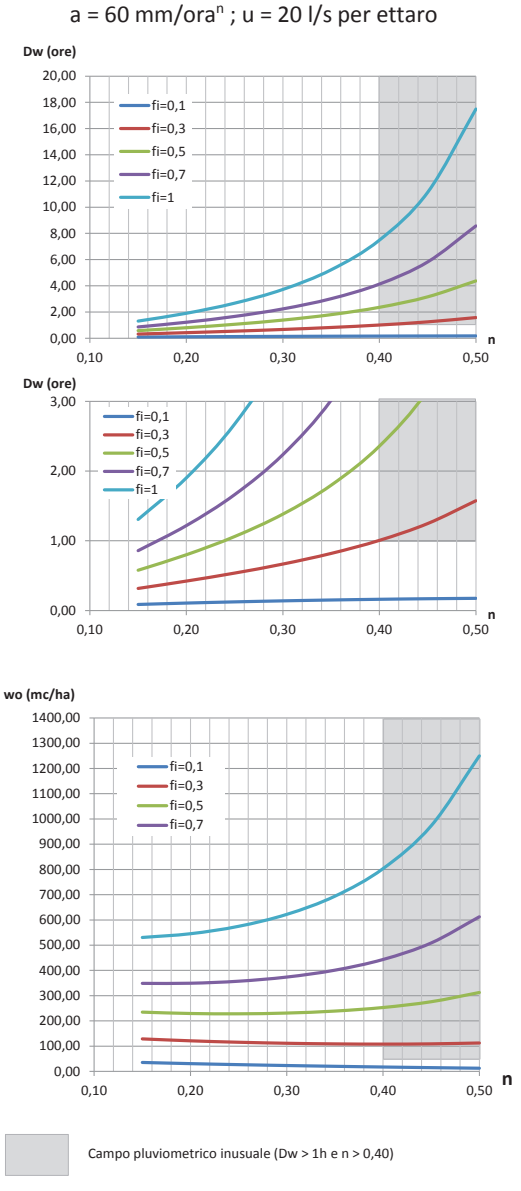


Figura 11 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=80 mm/ora e per *u* = 20 l/s per ettaro

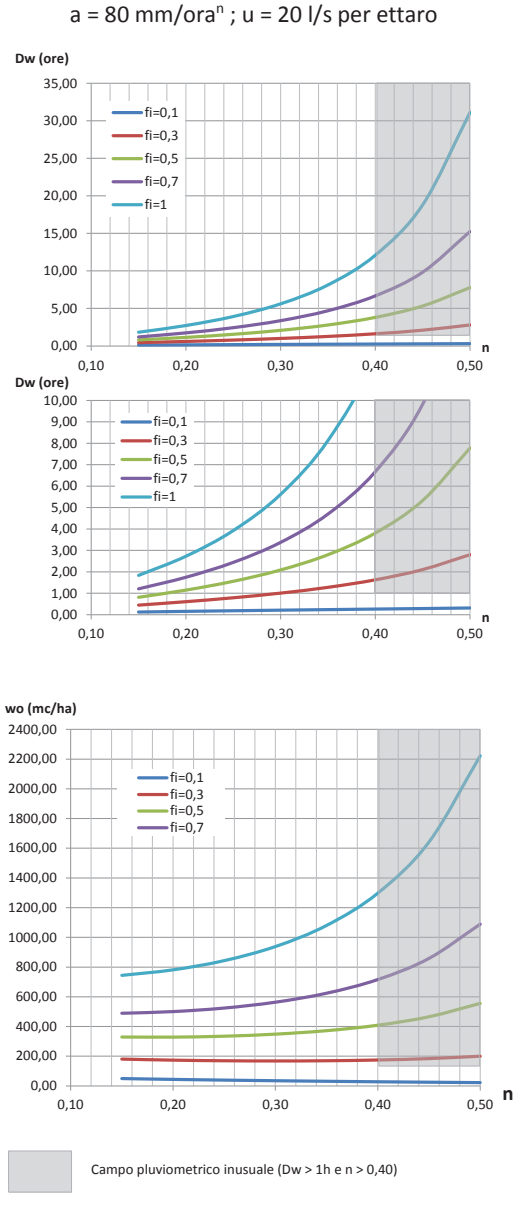
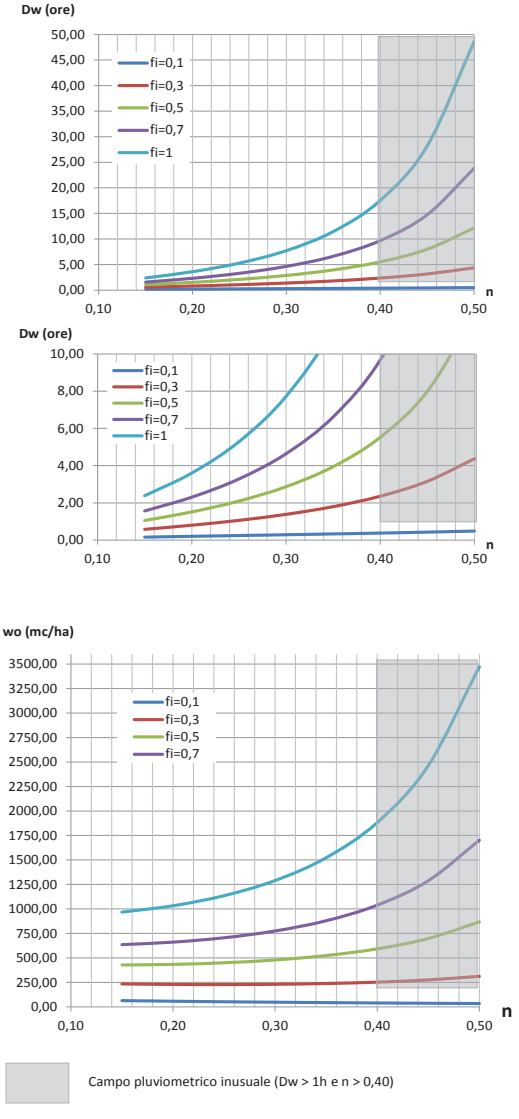


Figura 12 – Grafici della durata D_w (eq. 4") e del volume specifico critico di invaso w_o (eq. 5") in funzione di *n*, per *a*=100 mm/ora e per *u* = 20 l/s per ettaro

a = 100 mm/ora^n ; 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 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 invaso 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 mm/ora^n

n = 0,5 per durate D < 1 ora e 0,28 per durate D ≥ 1 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 solo 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 ettari x 0,4 x 10 = 10 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 ≥ 1 ora)
- volume di laminazione W_o = 974 m^3 (volume specifico di 974/(2,5 x 0,4) = 974 m^3/ha$_{imp}$).

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 800 m^3/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 invaso 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:

durata critica D_w = 4,04 ore (utilizzando l'esponente n = 0,28 valido per D ≥ 1 ora)

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

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 600 m^3/ha_{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_{lim} = 10 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 solo 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 mm/ora^n

n = 0,5 per durate D < 1 ora e 0,25 per durate D ≥ 1 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:

durata critica D_w = 9,29 ore (utilizzando l'esponente n = 0,25 valido per D ≥ 1 ora)

volume di laminazione W_o = 212 m^3 (volume specifico di 212/(0,2 x 1) = 1060 m^3/ha_{imp}).

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 800 m^3/ha_{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_{lim} = 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento; portata limite ammissibile per lo scarico dell'ampliamento pari a 0,80 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 solo 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 mm/ora^n

n = 0,5 per durate D < 1 ora e 0,35 per durate D ≥ 1 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:

durata critica D_w = 6,62 ore (utilizzando l'esponente n = 0,35 valido per D ≥ 1 ora)

volume di laminazione W_o = 35,2 m^3 (volume specifico di 35,2/(0,04 x 1) = 880 m^3/ha_{imp}).

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 600 m^3/ha_{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_{lim} = 10 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 x 0,30 = 0,75 ettari);
b) 20 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità interna pedonale o ciclabile (superficie 2,5 x 0,20 = 0,50 ettari);
c) 15 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità e parcheggi per autoveicoli (superficie 2,5 x 0,15 = 0,375 ettari);
d) 35 % della superficie totale di aree a verde (superficie 2,5 x 0,35 = 0,875 ettari).

I coefficienti di deflusso delle suddette aree valgono (articolo 11, comma 2, lettera d), del regolamento) rispettivamente: φ = 1 per l'area a); φ = 0,7 per l'area b); φ = 0,7 per l'area c); φ = 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:

$a = 70$ mm/ora^n

$n = 0,5$ per durate $D < 1$ ora e 0,28 per durate $D \geq 1$ 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 collettarle con apposita rete di drenaggio in una separata vasca di laminazione.

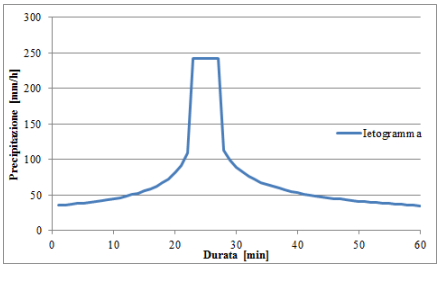
Lo scarico dell'invaso di laminazione asservito alle aree a), b), d), e quello della vasca di laminazione asservita all'area c) sono addotti alla rete fognaria pubblica nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo $u_{lim} = 10$ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile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

2,5 ettari x 0,65 x 10 = 16,25 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.

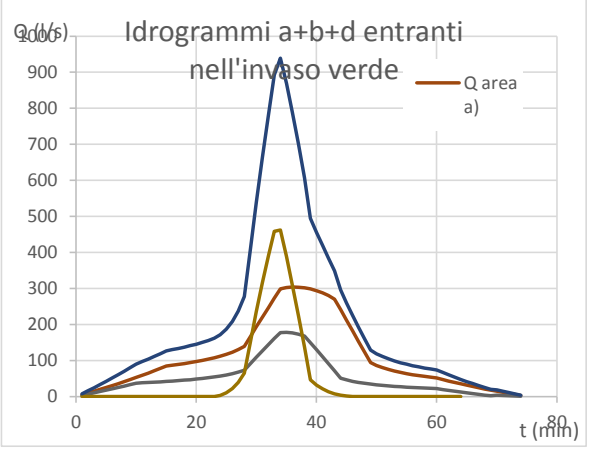
A.3. Idrogramma di piena recapitato dall'area d) nell'invaso "verde"

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 fo = 125 mm/h, fc = 6,3 mm/h, k = 2 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 Qe(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

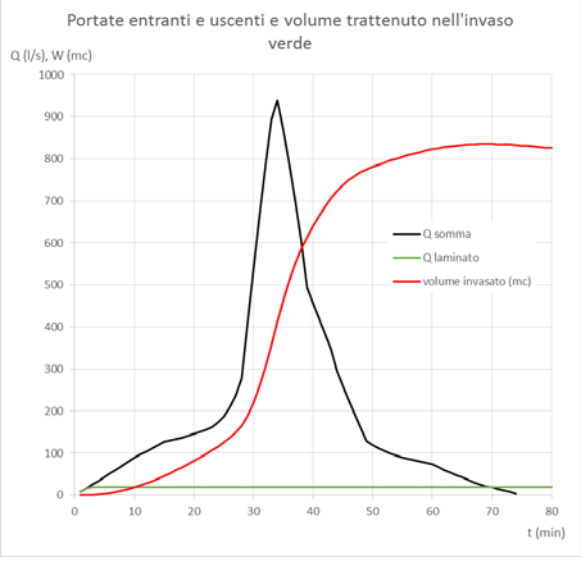
Configurando l'invaso all'interno delle aree verdi con un'area verde ribassata di profondità 1,5 m e di superficie 600 mq, considerando la capacità di infiltrazione del suolo di classe C (classificazione SCS) pari cautelativamente al suo valore asintotico di 6,3 mm/h e quindi pari a 17,5 l/s per ettaro, l'infiltrazione dell'area verde di invaso verso il sottosuolo è pari a 17,5 x 0,06 = 1,05 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 x 0,06 = 12 l/s circa. Ne deriverebbe un tempo di svuotamento di 920.000/12 = 76.670 sec = circa 21 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 x 0,06 = 6 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

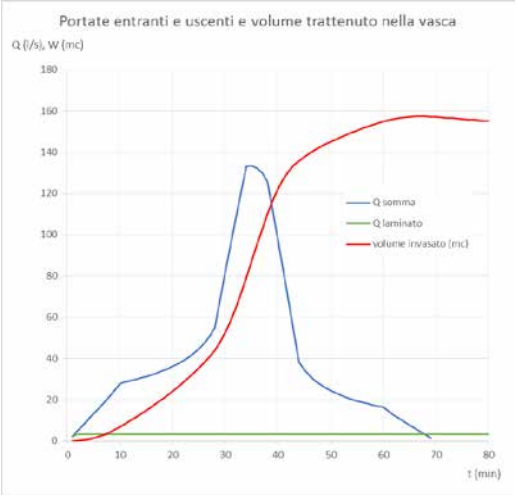
Assumendo per l'area c), di superficie pari al 15 % di 2,5 ettari e quindi pari a 0,375 ettari, il coefficiente di deflusso 0,7 (articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento) e applicando il modello afflussi - deflussi di corrivazione avendo assunto il tempo di corrivazione di 10 minuti, si ottiene 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 x 0,65) = 610 m^3/ha_{imp}), è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 800 m^3/ha_{imp} per aree di alta criticità; è quindi necessario adottare per il progetto della vasca di laminazione il valore di:

800 x 2,5 x 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_{lim} = 20 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 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 400x150/10000=6 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 m (15 cm).

Ciò posto ai fini della verifica del limite di 0,30 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:

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

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

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

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 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)

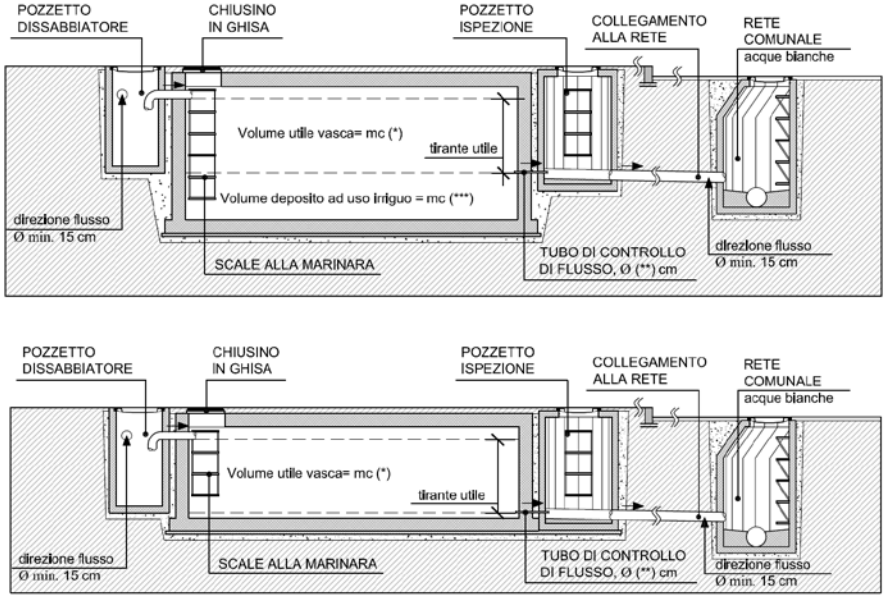
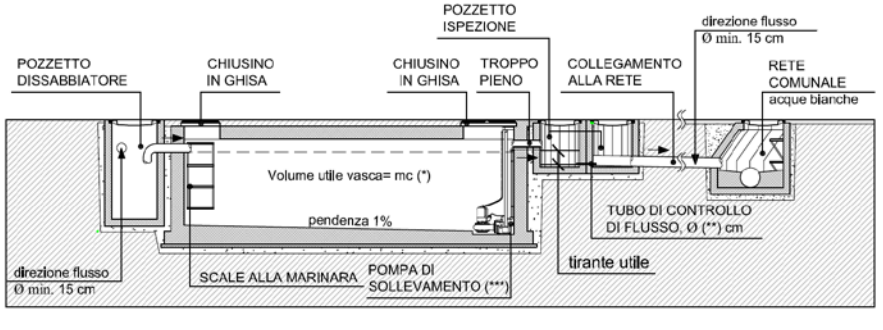


Figura 17 - Particolari vasca di laminazione con scarico mediante pompaggio, senza deposito ad uso irriguo (da: Comune di Trento)



Allegato 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 invasate 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.

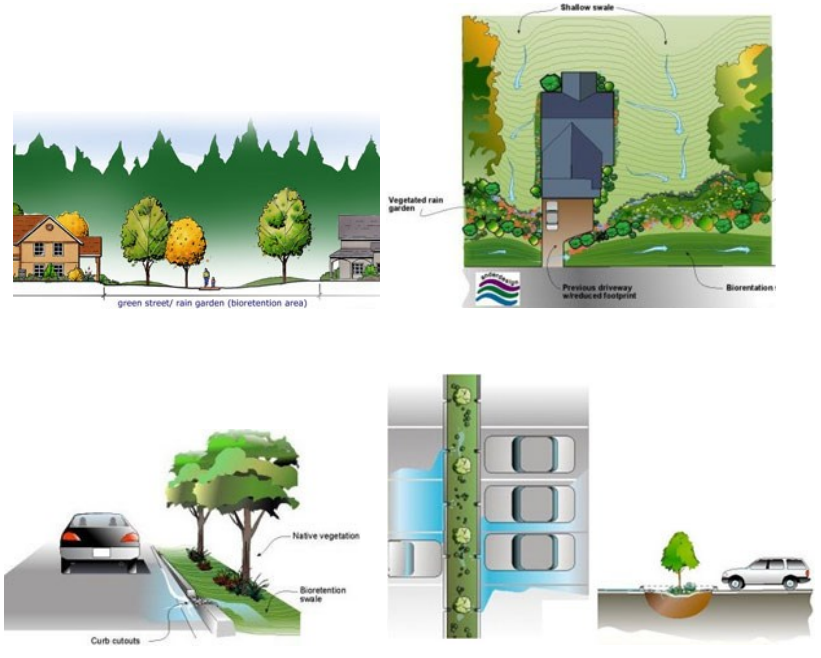
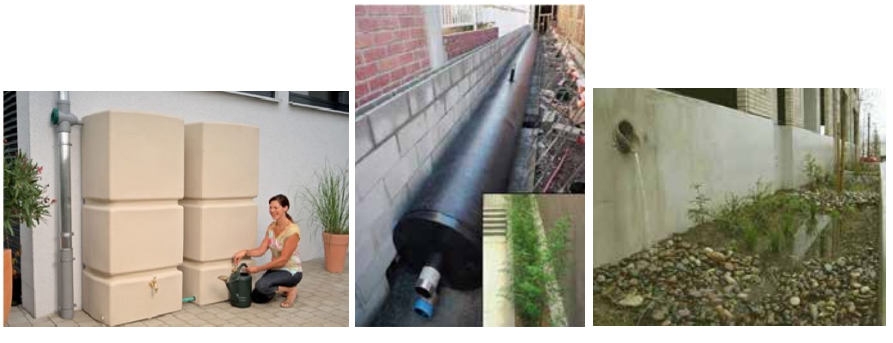


Figura 19 – Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto

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.

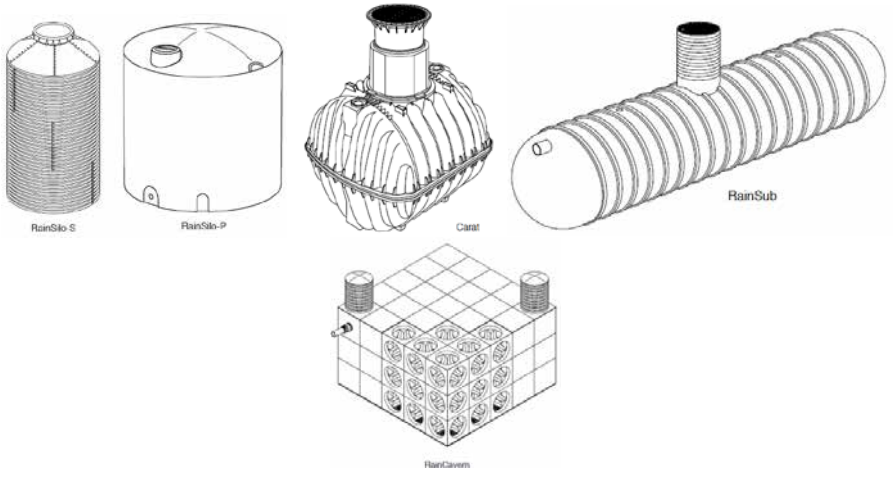
I componenti di base di una struttura interrata di laminazione sono: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di schermatura per le zanzare e altri animali, un sistema di filtrazione per evitare l'immissione di 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

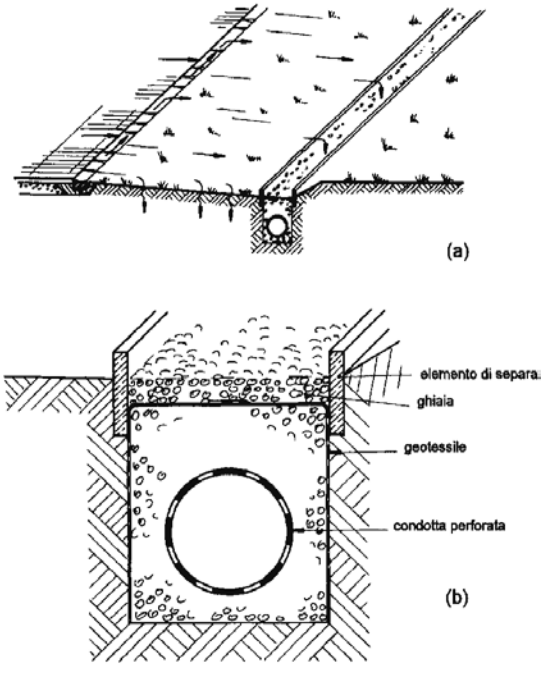
Trincee d'infiltrazione

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 dei 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'avere 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 istalla 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 (istallazione 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)

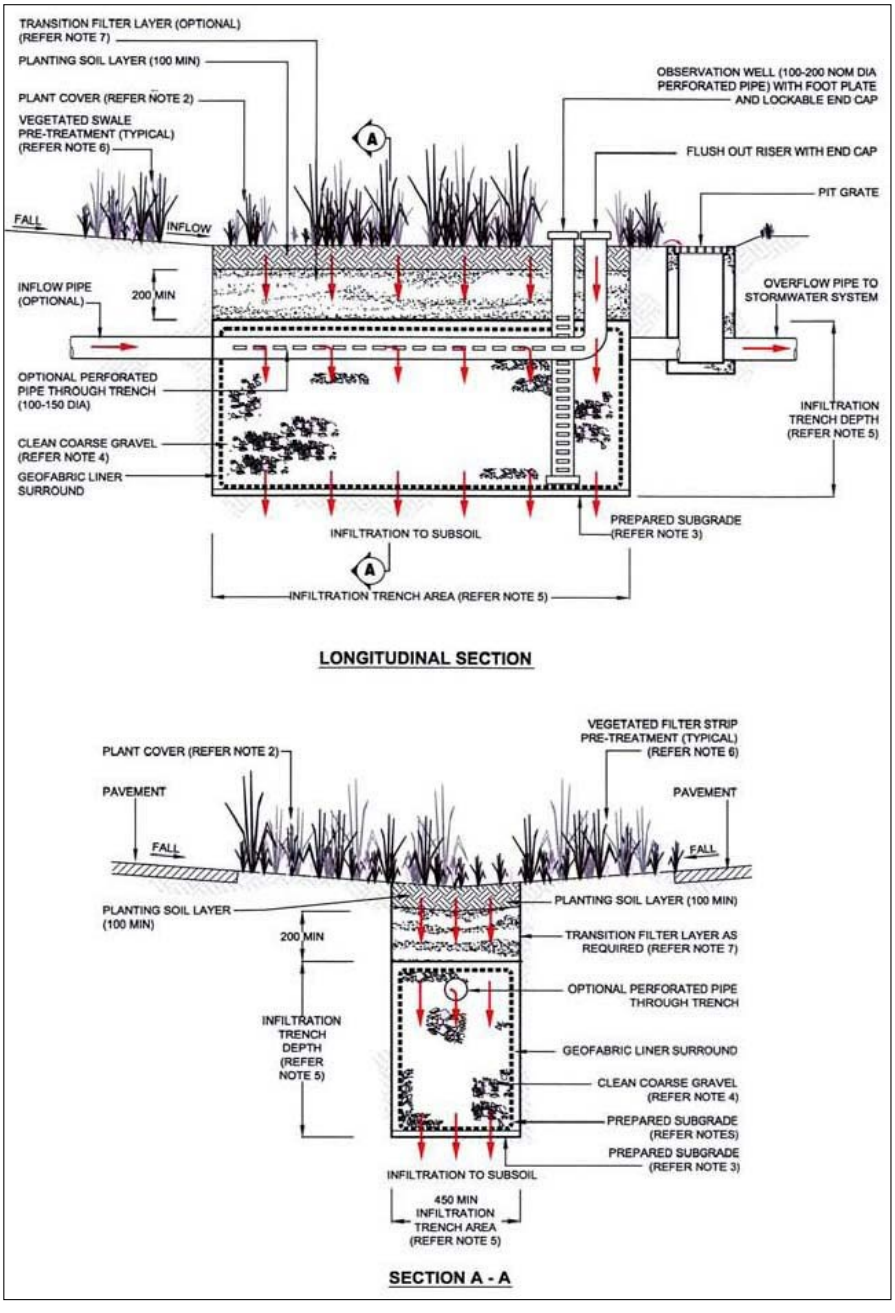


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

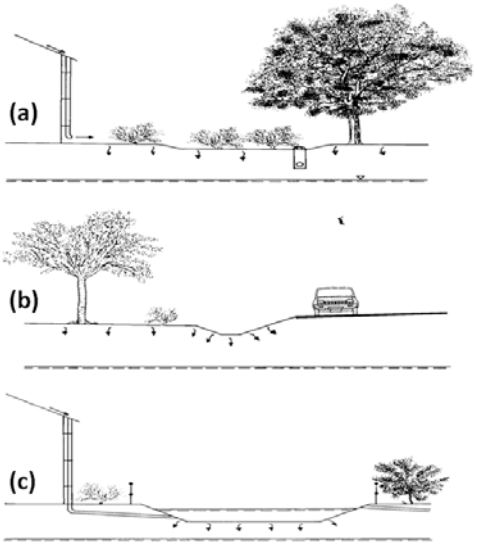


Figura 28 – Esempi di trincee d'infiltrazione

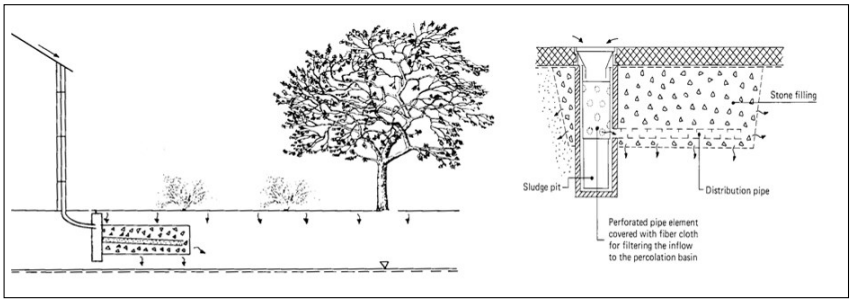
Pozzi d'infiltrazione

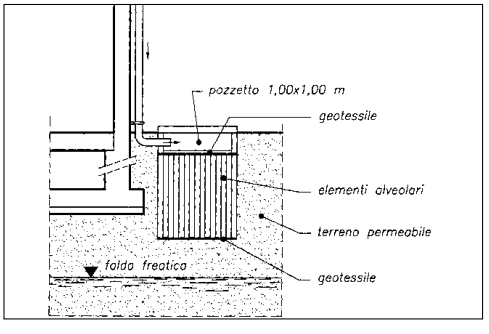
I pozzi d'infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali e commerciali e/o dai piazzali (mentre, come visto, le trincee di infiltrazione sono preferibilmente utilizzate nelle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

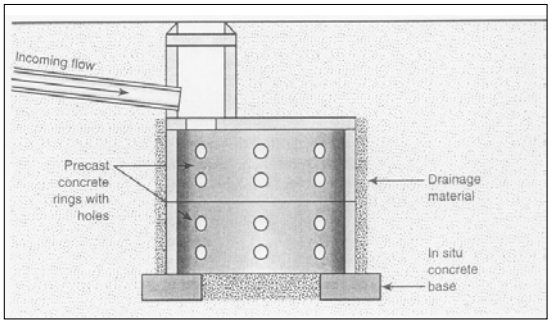
I pluviali, per esempio, possono essere estesi fino al pozzo (Figura 29), che deve essere posizionato a distanza adeguata (almeno 3 metri) dalle fondamenta degli edifici.

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 fogliame. (Questi esempi sono tratti, in particolare, dal sito www.3PTechnik.it)

Bacini e vasche d'infiltrazione

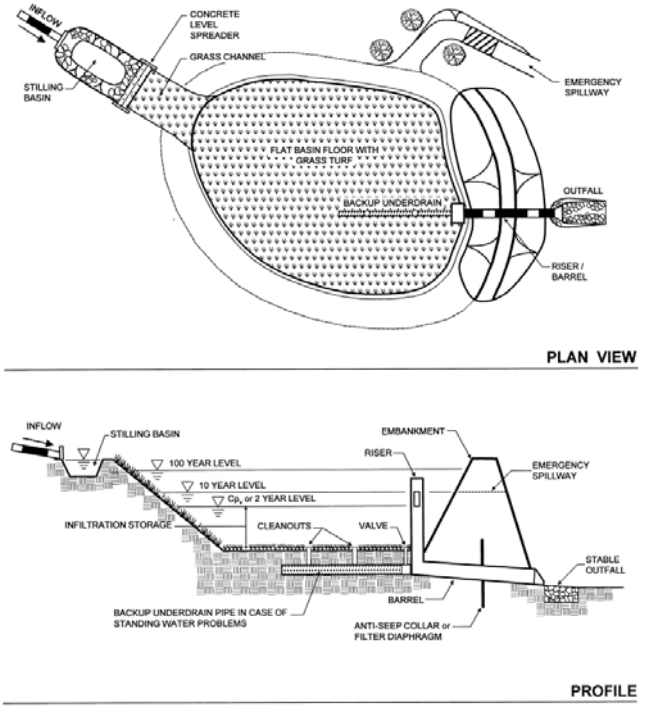
Le vasche e i bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

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.

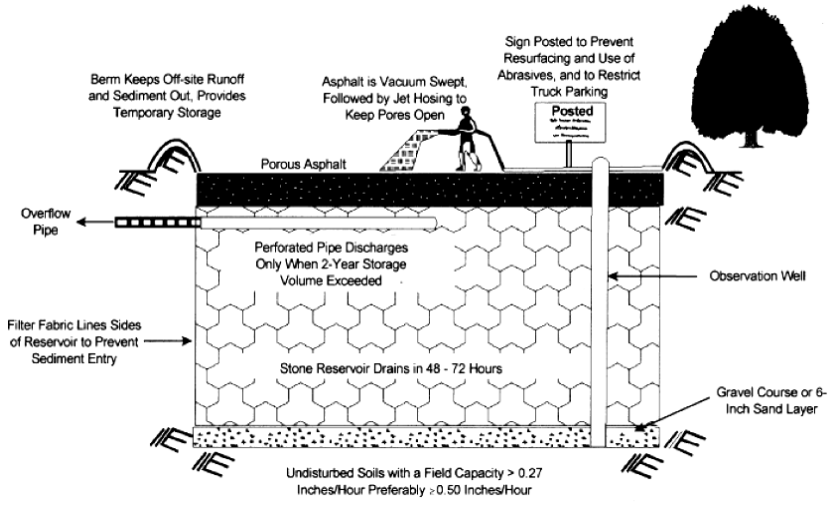
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

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)

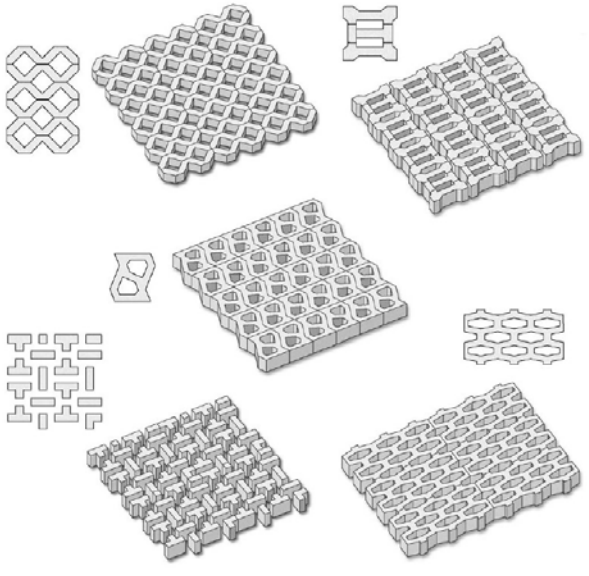


Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili

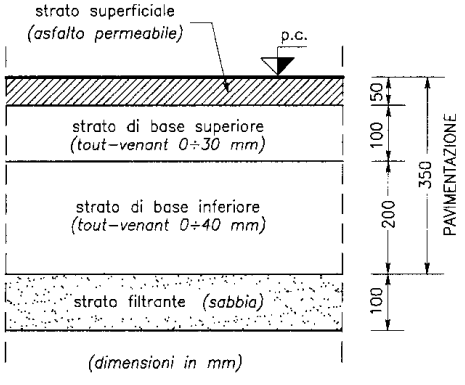
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

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.

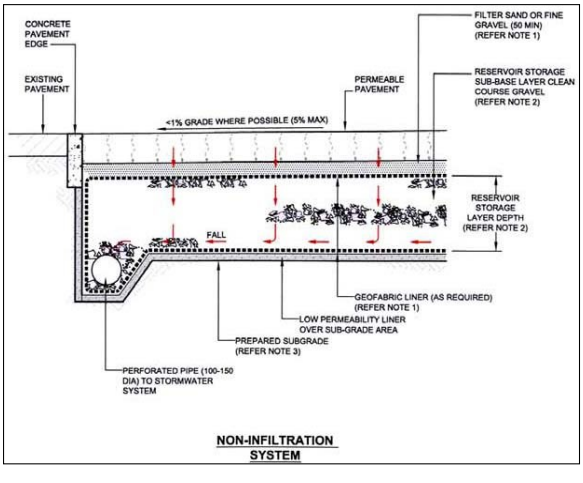
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere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

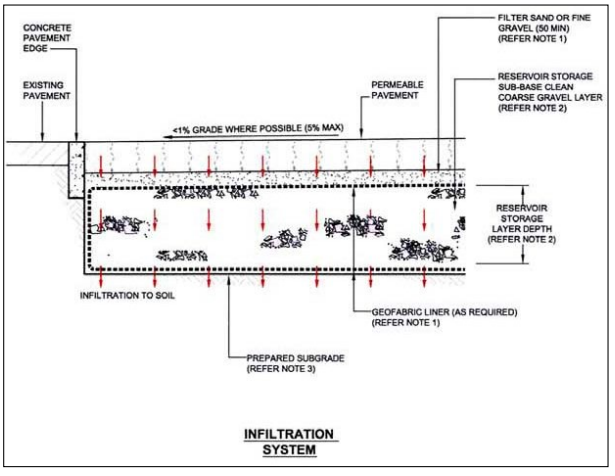
Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa



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).

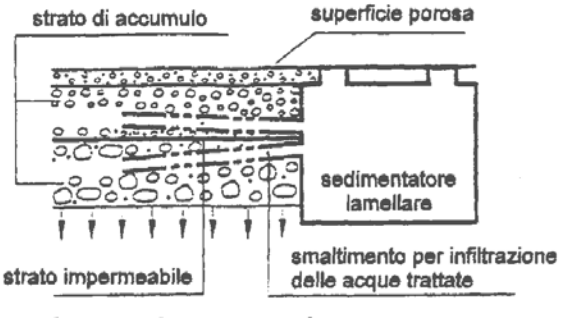
Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Gudelines for Western Sydney 2004)





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.

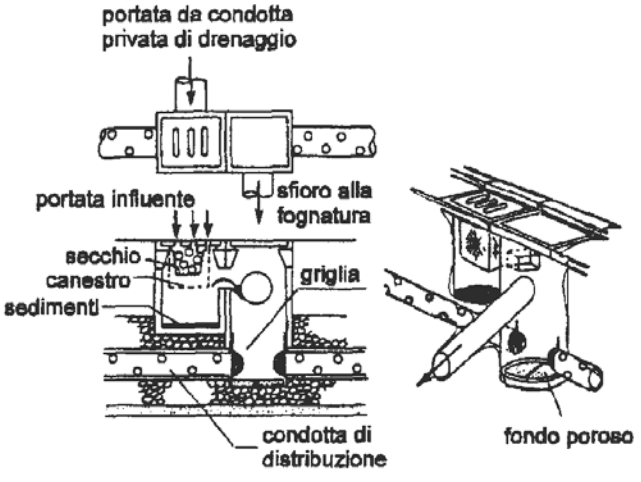
Caditoie filtranti

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
- abbattono 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

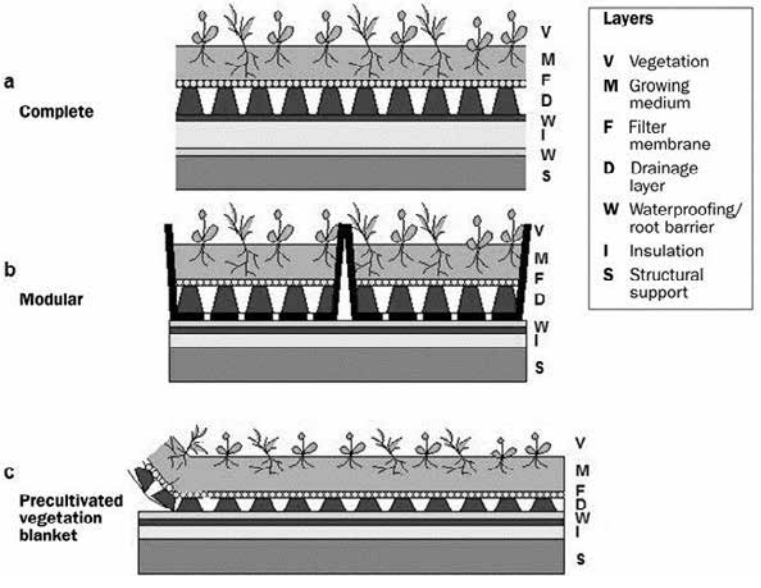


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)

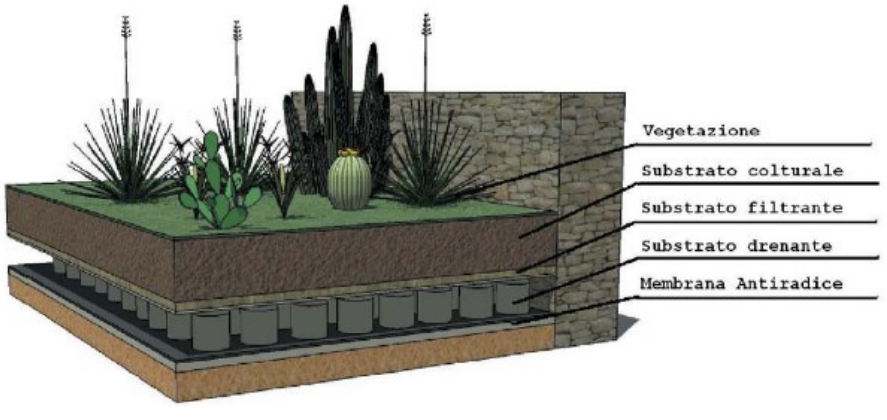


Figura 41 - Esempio pratico di tecnica costruttiva di tetto verde/ verde pensile

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 avvien 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 zavorratura in ghiaia e una copertura a verde pensile estensivo con spessore del substrato di 10 cm (Germania)

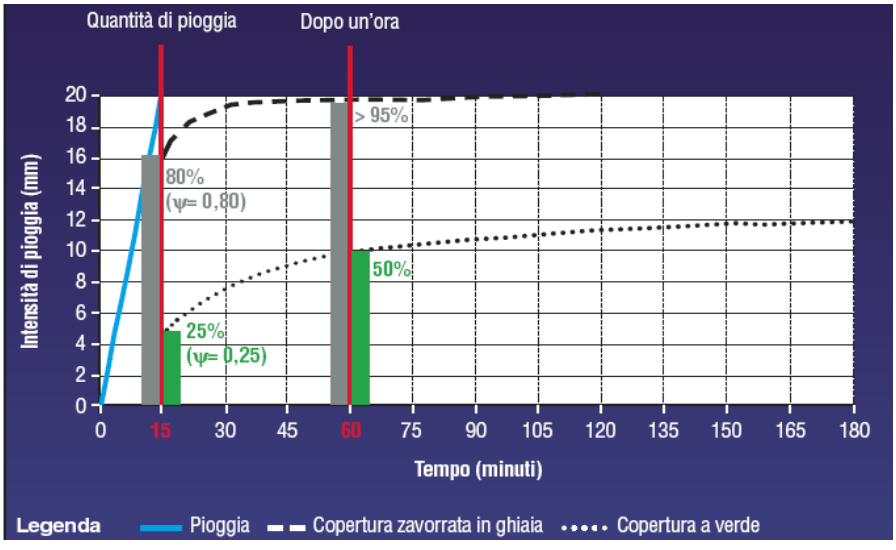


Figura 43 - Esempi di applicazione di verde pensile orizzontale e inclinato

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

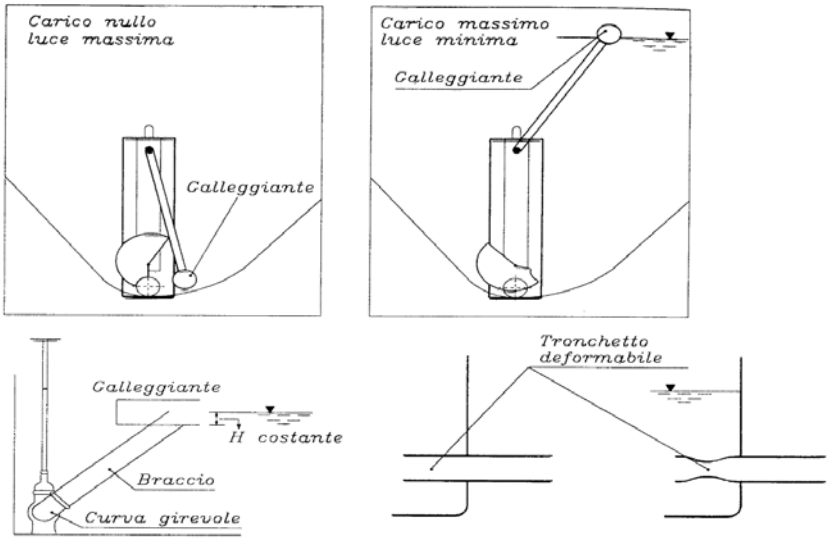
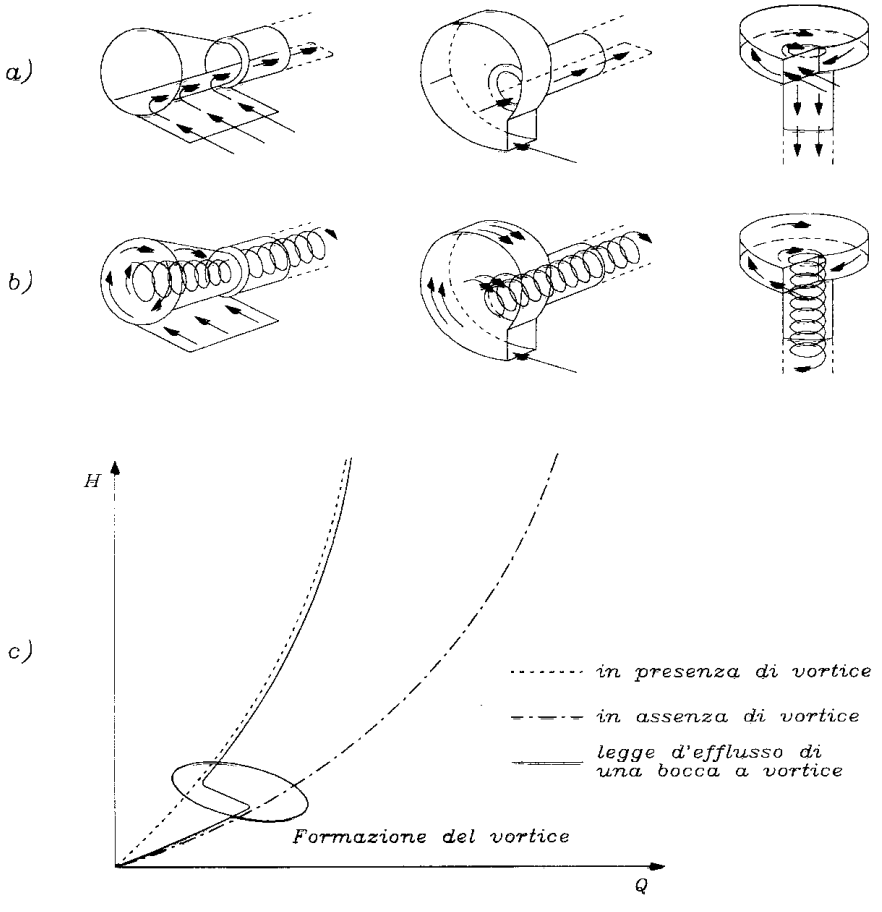


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



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÷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 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.

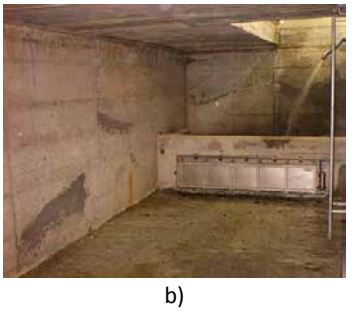
La suddetta delimitazione dei casi ammissibili è anche necessaria per consentire ai comuni di tenerne conto ai fini di una corretta predisposizione del suddetto Studio comunale di gestione del rischio idraulico o del Documento semplificato del rischio idraulico comunale nel quale sono previsti gli interventi 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 ÷ 0,1 mc per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento, il loro costo di costruzione è pari a:

- costo vasca = 50 ÷ 800 euro/mc x 0,04 ÷ 0,1 mc/mq = 2 ÷ 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.