

# REGOLAMENTO REGIONALE 7/2017: IL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA – IDROLOGICA, IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO E LO STUDIO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

2 dicembre 2019



**GEO.LOGO**  
*Studio di Geologia*  
Dott. Marco Cinotti

Geol. Marco Cinotti  
GEO.LOGO Studio di Geologia

Ing. Giacomo Galimberti  
STUDIO MAJONE INGEGNERI  
ASSOCIATI  
WISE SRL Società benefit

**STUDIO MAJONE**  
INGEGNERI ASSOCIATI

**WISE**



## Riepilogo dei concetti di drenaggio urbano e invarianza idraulica e idrologica

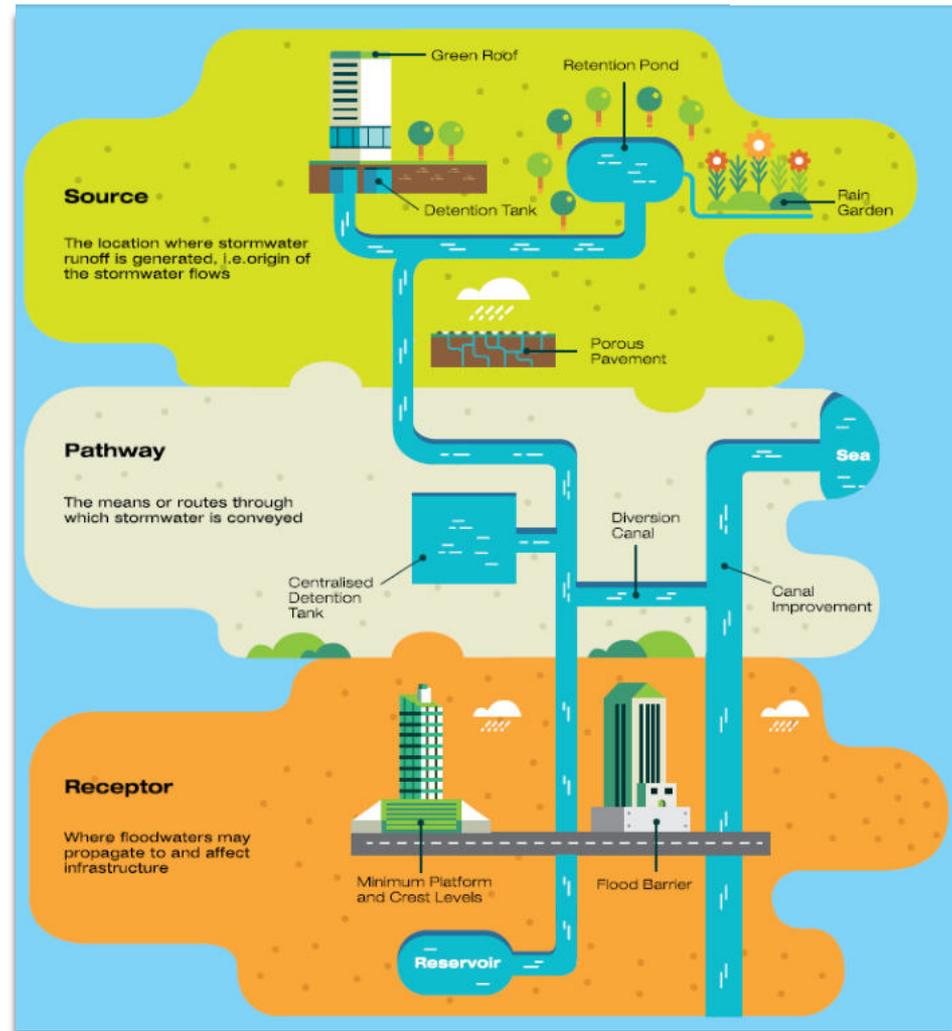
### ASPETTI AUTORIZZATIVI: IL PROGETTO DI INVARIANZA

- Il progetto di invarianza secondo il RR 7/2017 e il RR 8/2019
- Documenti ed Elaborati da produrre
- Destinatari e interfacce
- Figure professionali coinvolte
- Modulistica ed asseverazione
- Tipologie di intervento
- Esempi e casi reali: come redigere il progetto di invarianza

### ASPETTI URBANISTICI: IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO E LO STUDIO DEL RISCHIO IDRAULICO

- Integrazione tra pianificazione urbanistica comunale, piano d'ambito e documenti di invarianza
- Tipologie di interventi edilizi
- Casi reali: come redigere il Documento semplificato (DOSRI)

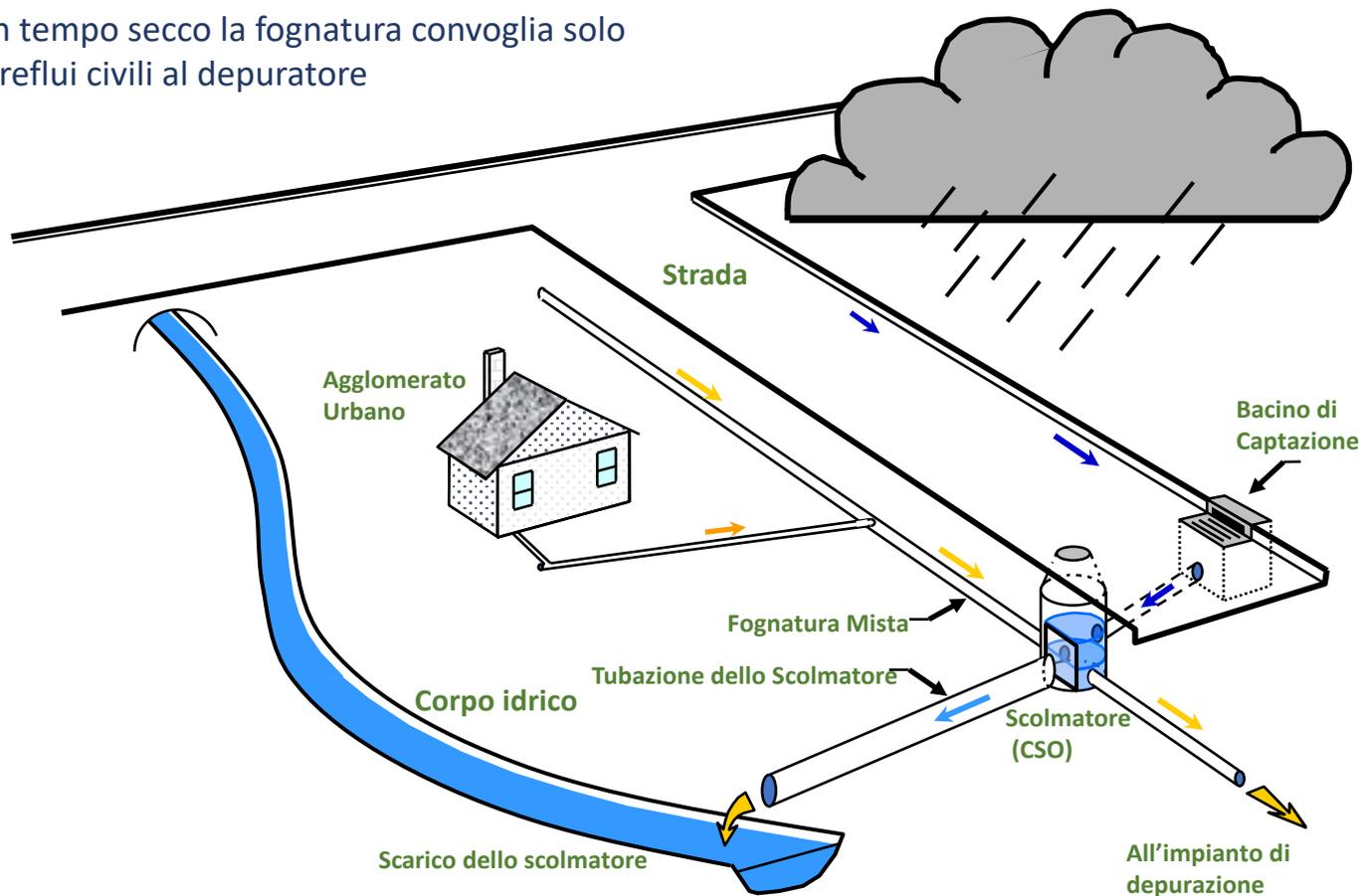
## Riepilogo dei concetti di drenaggio urbano e invarianza idraulica e idrologica



Fonte immagine: **Managing stormwater for our future** (Singapore's National Agency)

# LO SCHEMA GENERALE DEL DRENAGGIO URBANO

In tempo secco la fognatura convoglia solo i reflui civili al depuratore



Negli eventi di pioggia la fognatura porta sia i reflui civili e industriali che le acque meteoriche all'impianto di depurazione. Ma in eventi di pioggia consistenti si eccede la massima capacità di carico del depuratore e quindi una porzione degli scarichi fognari viene scolmata direttamente nel riceettore finale.

## Insufficienza della capacità della rete fognaria

1. **Progressiva impermeabilizzazione delle aree urbane drenate**
2. Non adeguata considerazione in fase di dimensionamento delle interconnessioni tra rete fognaria e reticolo superficiale
3. Apporti da bacini extraurbani non considerati nel dimensionamento delle reti
4. **Eccessivi apporti di acque meteoriche «pulite» in reti miste**

## Apporti da bacini extraurbani o reticolo superficiale in reti fognarie urbane

Acque provenienti da bacini extraurbani che a causa delle pendenze del terreno non vengono drenate da corsi d'acqua superficiali ma arrivano lungo strade o pendii direttamente alla rete fognaria urbana e tramite caditoie vengono immesse in fognatura. Apporti da fossi e corsi d'acqua superficiali che si immettono in fognatura e viceversa.

## Malfunzionamento degli scolmatori

Gli sfioratori spesso si attivano troppo presto (scarico di acque inquinate in corsi d'acqua) o drenano acque fluviali in condizioni di piena dei fiumi creando allagamenti urbani.

## Scarsa diffusione di presidi quali-quantitativi

**Scarsa applicazione** del R.R. 3/2006 (ora RR 6/2019) in materia di gestione delle acque di prima pioggia e delle indicazioni del PTUA **di volanizzazione degli scarichi** (20 l/s ha<sub>imp</sub> in aree di espansione e 40 l/s ha<sub>imp</sub> in aree già dotate di fognatura)

CRITICITÀ	SOLUZIONI
Insufficienza della capacità della rete fognaria	Sistemi di gestione e smaltimento delle acque meteoriche urbane a monte dell'accesso in rete
Malfunzionamento degli scolmatori	Adeguamento piccoli scolmatori e studio idraulico dello sfioratore che tenga conto dei livelli del ricettore
Apporti da bacini extraurbani a reti fognarie urbane e Interconnessione tra reticolo superficiale e rete fognaria bianca\mista	Sistemi di raccolta e convogliamento a recapito senza immissione in rete e separazione del corso d'acqua naturale dalla rete fognaria
Controllo quali/quantitativo delle acque di scarico	Trattamento acque di prima pioggia e laminazione per scolmatori con elevato impatto quali/quantitativo sul recettore

Le soluzioni per ridurre le criticità passano necessariamente attraverso la **riduzione degli apporti in rete di acque meteoriche 'pulite'** e attraverso la **laminazione anche diffusa**, delle acque meteoriche. È necessario che le nuove urbanizzazioni non provochino aumento di portate e volumi in ingresso alla rete rispetto a quelli preesistenti all'urbanizzazione



**PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

I processi di urbanizzazione degli ultimi decenni hanno modificano profondamente il ciclo naturale dell'acqua a causa dell'aumento delle superfici impermeabili, diminuendo i fenomeni evapotrasporativi, l'infiltrazione superficiale e profonda e la ricarica delle falde acquifere e aumentando i volumi delle così dette acque di runoff, cioè le acque di dilavamento superficiale che non vengono infiltrate nel terreno e che contribuiscono ad aumentare i fenomeni di piena nei corsi d'acqua.



**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**

## IL PROBLEMA GENERALE DEL DRENAGGIO URBANO: L'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI



L'impermeabilizzazione dei suoli è uno degli effetti dell'urbanizzazione che più incidono sull'aumento di vulnerabilità dei sistemi ambientali e sul ciclo idrologico.

Gli schemi evidenziano come l'aumento dell'impermeabilizzazione comporti una riduzione progressiva dell'infiltrazione e l'aumento del run-off.

L'impermeabilizzazione dei suoli tende infatti a:

- **ridurre i tempi di corrivazione** delle acque meteoriche intensificando i fenomeni alluvionali,
- **riduce le quantità d'acqua di infiltrazione a ricarica delle falde e delle acque sotterranee,**
- **aumenta lo scorrimento superficiale** (run-off), con conseguente aumento dell'erosione del suolo, del trasporto solido e dell'inquinamento delle acque,
- **richiede la realizzazione di reti di collettamento** che, per essere sostenibili, necessitano di un alto livello di complessità, spesso contrastante con la facilità di gestione e i costi della stessa,
- **riduce i servizi ecosistemici e paesaggistici** erogati dal suolo libero.

Fonte: Manuale di Drenaggio urbano (G. Gibelli et al. 2015)

# COME SI ADATTA IL DRENAGGIO URBANO ALLA MODIFICA DELL'URBANIZZAZIONE

1954



**IERI**



**10% di sup. urbanizzata**



sistemi di drenaggio urbano tradizionali, infiltrazione in aree inedificate (verde urbano, aree agricole)

2012



**OGGI**



**30%-40% di sup. urbanizzata**



sistemi di drenaggio urbano tradizionali, allagamenti di porzioni di città, infiltrazione in aree inedificate sempre meno estese

2054



**DO**



**(40%-50%)? di sup. urbanizzata**

**MANI**



sistemi di drenaggio urbano diffusi su tutta la città e il territorio (rain garden, fosse drenanti, stagni di ritenuta, tetti verdi, cisterne, ecc.)

Elaborazioni su dati Regione Lombardia

Fonte: Manuale di Drenaggio urbano (G. Gibelli et al. 2015)

- introduce l'art.58 bis nella l.r. 12/2005
- Introduce le seguenti definizioni:

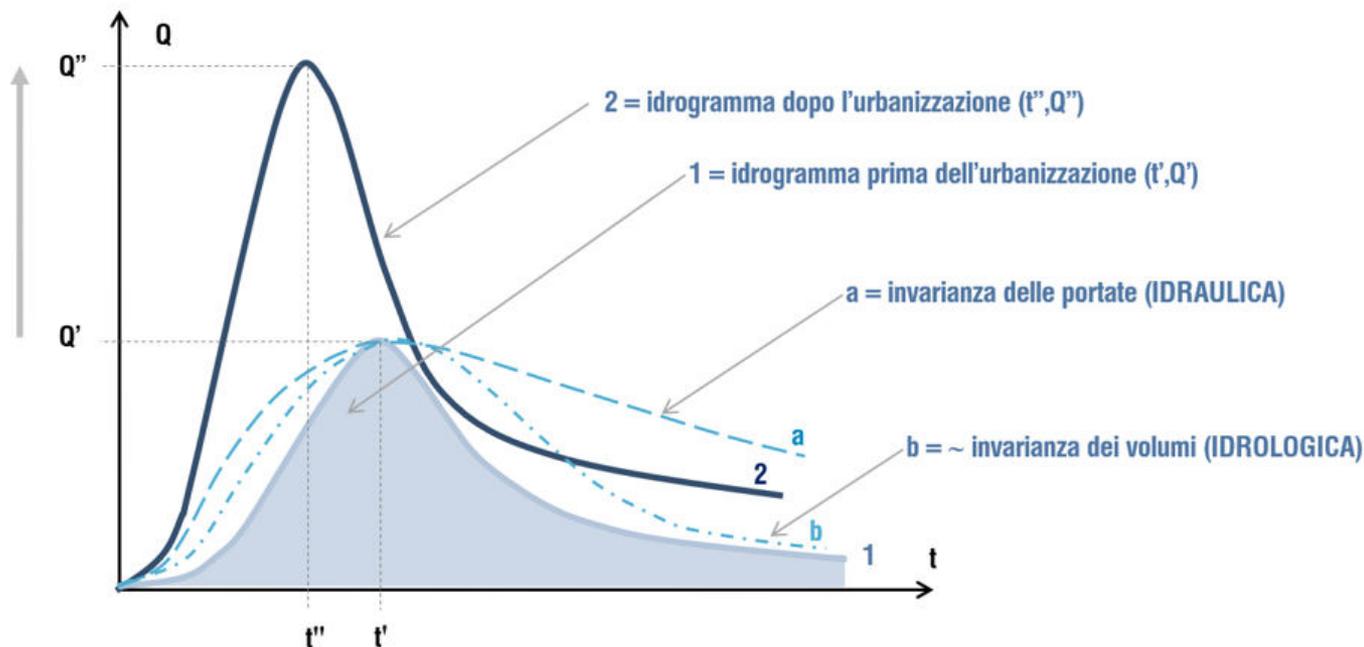
**INVARIANZA IDRAULICA:** le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione

**INVARIANZA IDROLOGICA:** sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione



**DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE:** sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

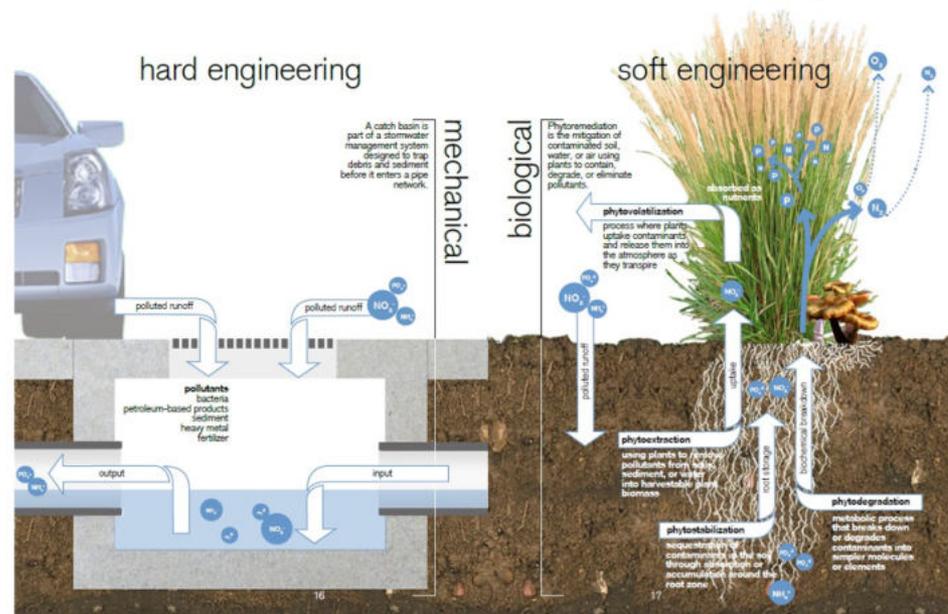
# COME SI ADATTA IL DRENAGGIO URBANO ALLA MODIFICA DELL'URBANIZZAZIONE



L'impermeabilizzazione dei suoli produce pertanto solitamente i seguenti effetti:

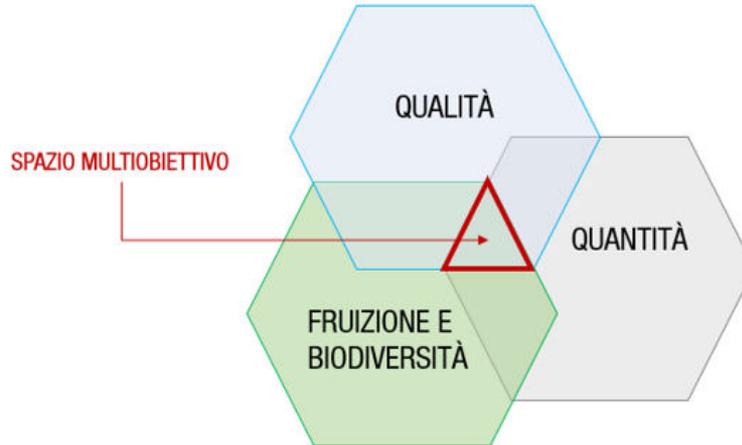
- incremento del valore della portata di piena;
- aumento della frequenza delle piene;
- diminuzione del tempo di formazione dell'onda;
- concentrazione dei deflussi in pochi punti associati ai punti di scarico della rete di drenaggio;
- diminuzione delle portate di magra o morbida per effetto della minore ricarica della falda.

Nel passato la gestione del drenaggio urbano è stata affrontata solo da un punto di vista strettamente idraulico, con un approccio cosiddetto “hard engineering”. Tale approccio ha come fine quello di drenare e raccogliere le acque di pioggia dalla superficie impermeabilizzata e convogliarle lontano dalle aree urbanizzate il più velocemente possibile. A livello tecnico, l'hard engineering si è tradotta nella raccolta di tutti i deflussi dalle superfici impermeabili, indipendentemente dal loro grado di inquinamento, e la loro immissione in fognature miste o separate, per poi essere scaricate in corpi idrici superficiali (fiumi, laghi, mari). La comunità scientifica ha però evidenziato come una gestione del drenaggio urbano che segua l'hard engineering possa alla lunga comportare le criticità indicate nella tabella seguente, anche alla luce degli effetti prevedibili e parzialmente già in atto del cambiamento climatico con un aumento della frequenza e dell'intensità delle piogge estreme.

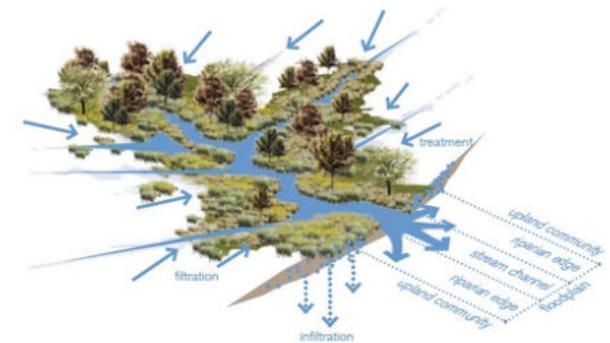
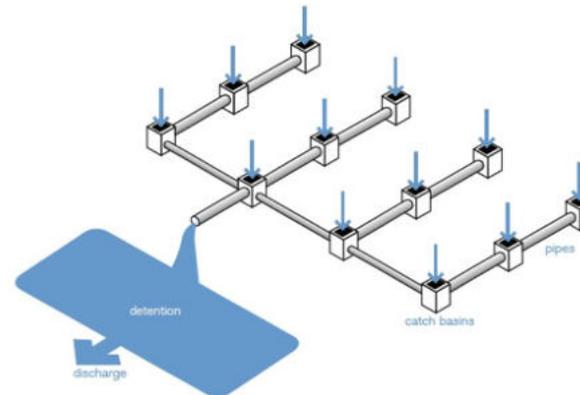


CRITICITA'	DESCRIZIONE
Allagamento superficiale	Le acque di runoff, se non drenate in modo efficace, possono comportare allagamenti di aree urbane anche per eventi di pioggia modesti
Allagamento dalle fognature	Se le acque drenate dalla fognatura eccedono la sua capacità di deflusso, le fognature risultano sovraccaricate e, andando in pressione, possono causare allagamenti superficiali
Allagamento aree fluviali	Il drenaggio artificiale dell'area urbana comporta un aumento dei picchi di piena nei corsi d'acqua dovuti agli scarichi di acque di runoff, facilitando l'allagamento di aree fluviali a valle
Erosione del suolo	Le acque scaricate dalla fognatura nei corpi idrici fluviali hanno velocità molto elevate che possono causare erosione, cambiando la configurazione morfologica del corso d'acqua con effetto diretto sugli habitat acquatici del fiume
Inquinamento delle acque	Le acque drenate dalle reti fognarie veicolano il carico inquinante accumulato nel periodo secco sulla superficie impermeabile e lo scaricano non trattato nei corpi idrici contribuendo alla riduzione della qualità delle acque degli stessi. L'effetto risulta ancora maggiore nel caso di fognature miste, per via dello scarico di acque reflue miste non trattate per mezzo degli scolmatori di piena

*Tabella con elenco e descrizione delle principali criticità dell'approccio "hard engineering"*



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



*Confronto tra Hard Engineering e Soft Engineering in termini approccio. Hard engineering (a sinistra): drenaggio-ritenzione-scarico. Soft engineering (a destra): rallentamento-diffusione-trattamento in situ. di processi per la riduzione dei carichi inquinanti generati. [Fonte: Huber, J., 2010]*

SERVIZIO	HARD ENGINEERING	SOFT ENGINEERING
Costi di realizzazione	Possono ritenersi sostanzialmente equivalenti, ma fortemente dipendenti dalla tipologia e obiettivi degli interventi; in molti casi in realtà con le BMPs si riesce a ridurre l'adozione di grossi diametri nelle fognature di raccolta, con risparmi che possono essere impiegati per migliorare il tessuto urbano	
Controllo degli allagamenti su scala locale	Sì	Sì
Controllo dell'erosione e delle piene di valle	No	Sì
Possibilità di riuso dell'acqua	No	Sì
Rimozione degli inquinanti	Bassa	Elevata
Miglioramento del tessuto urbano	No	Sì

**Figura 7:** Tabella con confronto tra hard engineering e soft engineering in termini di servizi forniti

**La soluzione di progetto nella maggioranza dei casi è costituita dal giusto mix tra gli approcci di soft e hard engineering in funzione degli obiettivi, importanza e estensione dell'intervento, vincoli di budget, conformazione morfologica e geometrica e disponibilità di spazio.**

Il Regolamento Regionale sull'invarianza idraulica e idrologica contiene :

- Interventi soggetti al regolamento
- Ambiti territoriali di applicazione
- Limiti allo scarico e criteri di dimensionamento delle opere necessarie per il raggiungimento di tali limiti (con esempi applicativi)
- Contenuti dei progetti di invarianza idrologica e idraulica
- Integrazione del regolamento nella pianificazione urbanistica comunale
- Meccanismi di incentivazione degli interventi di invarianza
- Definizione dei possibili casi di monetizzazione in alternativa all'intervento di invarianza e quantificazione
- Esempi applicativi
- Modulistica da adottare

- Il Regolamento Regionale sull'invarianza ha già avuto importanti modifiche:
  - **RR 7/2017:** pubblicazione del Regolamento Regionale sull'invarianza previsto dall'art. 58bis della LR 12/2005, sul BURL Supplemento n. 48 - Lunedì 27 novembre 2017;
  - **RR 7/2018:** differimento dei termini di applicazione per gli ampliamenti ed altri casi previsti, pubblicato sul BURL Supplemento n. 27 - Martedì 03 luglio 2018;
  - **RR 8/2019:** modifiche al regolamento con differimento casistica al 31/12/2019 e revisione complessiva, pubblicato sul BURL supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019, al fine di:
    - ✓ correggere alcuni errori materiali ed aggiornare alcuni allegati (allegati da A ad H);
    - ✓ recepire le proposte di miglioramento terminologico del testo in alcuni punti, finalizzate a rendere più chiaro ed intellegibile il testo stesso;
    - ✓ specificare meglio alcune norme in esso contenute, con particolare riferimento alla tipologia edilizia degli interventi rientranti nelle lettere d), e) ed f) dell'art. 3, comma 1, del D.P.R. n. 380/2001;
    - ✓ calibrare meglio i parametri numerici di superficie cui applicare il regolamento relativamente ad alcune tipologie di intervento nonché il parametro di superficie massimo per gli interventi che possono applicare il regolamento in modo semplificato;
    - ✓ avere a disposizione un più ampio intervallo di tempo per promuovere un'azione informativa e formativa a favore dei tecnici comunali e dei professionisti che dovranno applicarlo.

- **Distinzione più precisa della casistica degli interventi** (ristrutturazione edilizia con demolizione parziale o totale, nuova costruzione derivante da demolizione parziale o totale, ampliamenti, sopraelevazioni con aumento della superficie coperta, manutenzione ordinaria, ecc);
- **Sono soggetti** a progetti di invarianza anche: la realizzazione di parcheggi di estensione superiore a 150m<sup>2</sup> o minore di 150m<sup>2</sup> ma con i requisiti delle lettere a), b), c) del c.2 art.3; le aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite;
- **Non sono soggetti** a progetti di invarianza gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque; le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero quali bacini, piscine, vasche di raccolta reflui, ecc
- Nel caso di interventi di superficie interessata dall'intervento minore o uguale a **300 mq** (~~100 mq~~), ovunque ubicati nel territorio regionale ed indipendentemente dal grado di impermeabilizzazione potenziale... [c. 3 art. 10];
- Il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discernere da un **progetto idraulico dettagliato e specifico** basato su parametri idrogeologici specifici del sito che, in funzione dell'importanza dell'intervento, **possono essere calcolati e ricavati da adeguate indagini idrogeologiche e prove di dettaglio.**
- Coefficiente di deflusso per i **tetti verdi, giardini pensili, le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite** da 1 a 0,7;
- Coefficiente di deflusso per le **aree verdi non munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque** da 0,3 a 0,0;
- **Valori parametrici** per il calcolo del **volume minimo dell'invaso di laminazione**:
- ❖ per le **aree A** ad alta criticità idraulica di cui all'art.7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento **moltiplicato per il 'coefficiente P'**;
- ❖ per le **aree B** a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: **500 mc** (~~600 mc~~) per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (art.3)

Nell'ambito degli interventi edilizi di cui al DPR 380/2001 sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del presente regolamento gli **INTERVENTI (RR 8/2019)**:

## Comma 2

- a) di **ristrutturazione edilizia**, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito;
- b) di **nuova costruzione**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- c) di **ristrutturazione urbanistica**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001;
- d) relativi a **opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni**, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono: 1. di estensione maggiore di 150 mq e/o 2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3;
- e) **pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono: 1. di estensione maggiore di 150 mq e/o 2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma.

## INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (art.3)

Nell'ambito degli interventi edilizi di cui al DPR 380/2001 sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del presente regolamento gli **INTERVENTI (RR 8/2019)**:

### Comma 2 bis

- a) Sono inoltre soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi relativi alla realizzazione di: a) **parcheggi, aree di sosta e piazze**, con una delle caratteristiche che seguono: 1. estensione maggiore di 150 mq e/o 2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2;
- b) **aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 o alla lettera a) del presente comma.

### Comma 3

Nell'ambito degli interventi relativi alle **infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi**, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, **sono esclusi** dall'applicazione del presente regolamento:

- a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- b) gli interventi di ammodernamento, ai sensi dell'art. 2 del RR n. 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione di nuove rotonde di diametro esterno >50 m su strade diverse da quelle tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'art. 2 del DLgs 285/1992 (Nuovo codice della strada);
- c) gli interventi di potenziamento stradale, ai sensi dell'art. 2 del RR 7/2006, per strade tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale";
- d) la realizzazione di nuove strade di tipo "F-bis – itinerario ciclopedonale"

## INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (art.3)

### Comma 4

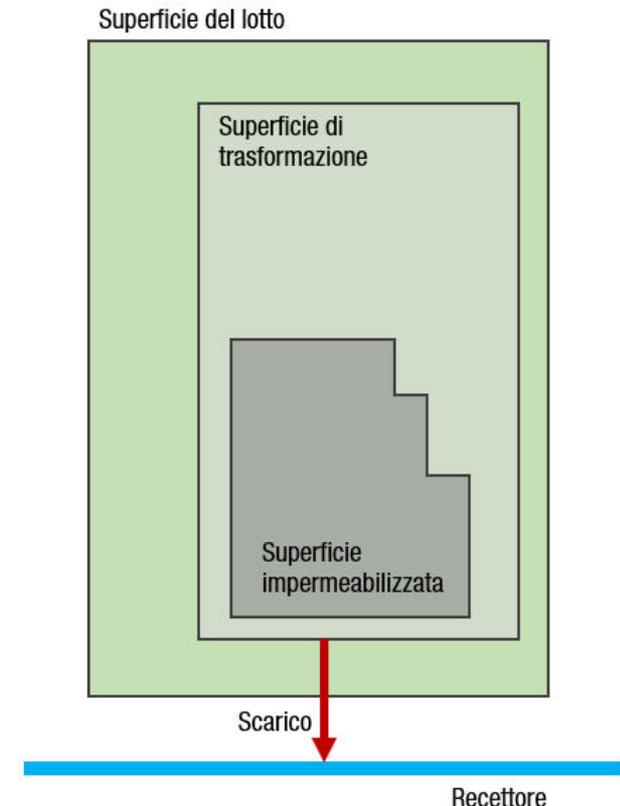
... il presente regolamento si applica sia in caso di intervento su suolo libero, sia in caso di intervento su suolo già trasformato.

### Comma 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 comparto.

### Comma 6

... Ai fini della definizione della classe di intervento di cui all'articolo 9, gli interventi che vengono realizzati per lotti funzionali devono essere considerati nella loro unitarietà, pertanto la superficie interessata dall'intervento è la superficie complessiva data dalla somma delle superfici degli interventi dei singoli lotti. Diversamente, più interventi indipendenti possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; anche in questo caso, 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. Per l'opera di cui al precedente periodo deve essere individuato un unico soggetto gestore,



## INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (art.3)

### Comma 7 bis

**Non** sono soggetti all'applicazione del presente regolamento, in particolare:

- a) gli interventi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere a), b) e c), del d.p.r. 380/2001 (*manutenzione ordinaria, straordinaria, risanamento conservativo*);
- b) gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti di immobili sottoposti a vincoli ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), solo se tali interventi di ricostruzione e ripristino non aumentano la superficie coperta dell'edificio crollato o demolito;
- c) gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, anche se facenti parte di un intervento di cui ai commi 2, 2 bis lettera a), e 3;
- d) le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua, fontane, ad esclusione delle opere realizzate ai fini del presente regolamento.

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (art.3)

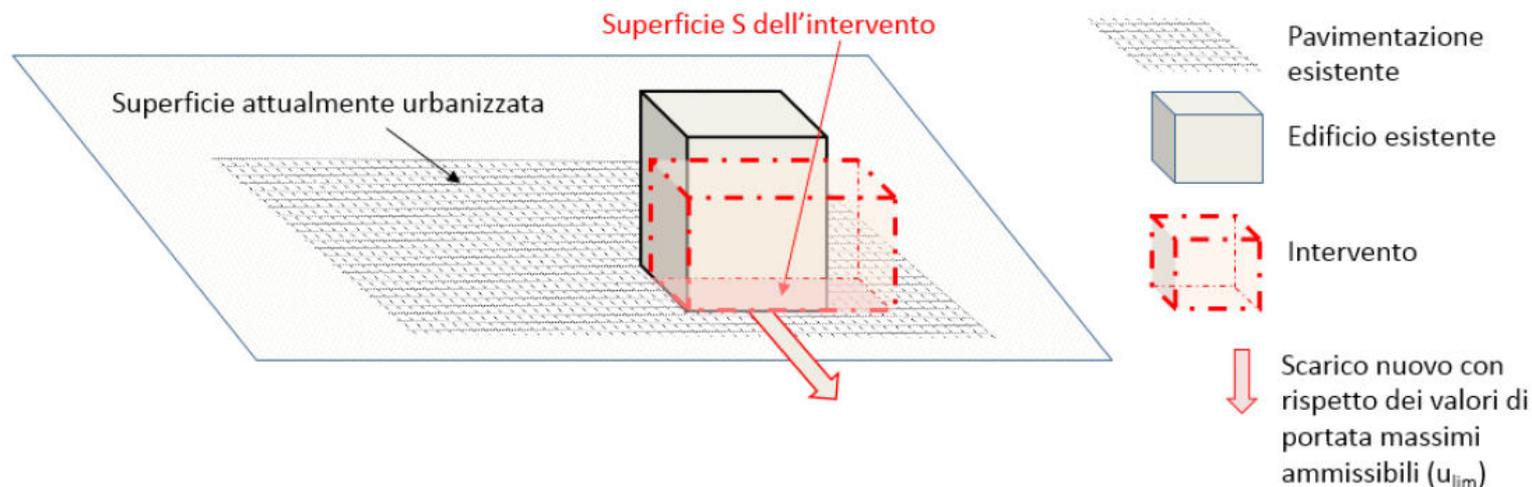
## Articolo 3 DPR 380/2001 «Definizione degli interventi edilizi»: ai fini del presente TU si intendono:

- a) "interventi di manutenzione ordinaria", gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;
- b) "interventi di manutenzione straordinaria", le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino modifiche delle destinazioni di uso.
- c) "interventi di restauro e di risanamento conservativo", gli interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano anche il mutamento delle destinazioni d'uso purché con tali elementi compatibili, nonché conformi a quelle previste dallo strumento urbanistico generale e dai relativi piani attuativi. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;
- d) "interventi di ristrutturazione edilizia", gli interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica nonché quelli volti al ripristino di edifici, o parti di essi, eventualmente crollati o demoliti, attraverso la loro ricostruzione, purché sia possibile accertarne la preesistente consistenza. Rimane fermo che, con riferimento agli immobili sottoposti a vincoli ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modificazioni, gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti costituiscono interventi di ristrutturazione edilizia soltanto ove sia rispettata la medesima sagoma dell'edificio preesistente;
- e) "interventi di nuova costruzione", quelli di trasformazione edilizia e urbanistica del territorio non rientranti nelle categorie definite alle lettere precedenti. Sono comunque da considerarsi tali:
  - e.1) la costruzione di manufatti edilizi fuori terra o interrati, ovvero l'ampliamento di quelli esistenti all'esterno della sagoma esistente, fermo restando, per gli interventi pertinenziali, quanto previsto alla lettera e.6);
  - e.2) gli interventi di urbanizzazione primaria e secondaria realizzati da soggetti diversi dal Comune;
  - e.3) la realizzazione di infrastrutture e di impianti, anche per pubblici servizi, che comporti la trasformazione in via permanente di suolo ineditato;
  - e.4) l'installazione di torri e tralicci per impianti radio-ricetrasmittenti e di ripetitori per i servizi di telecomunicazione;  
(punto da ritenersi abrogato implicitamente dagli artt. 87 e segg. del d.lgs. n. 259 del 2003)
  - e.5) l'installazione di manufatti leggeri, anche prefabbricati, e di strutture di qualsiasi genere, quali roulotte, campers, case mobili, imbarcazioni, che siano utilizzati come abitazioni, ambienti di lavoro, oppure come depositi, magazzini e simili, ad eccezione di quelli che siano diretti a soddisfare esigenze meramente temporanee o siano ricompresi in strutture ricettive all'aperto per la sosta e il soggiorno dei turisti, previamente autorizzate sotto il profilo urbanistico, edilizio e, ove previsto, paesaggistico, in conformità alle normative regionali di settore;  
(punto modificato dall'art. 52, comma 2, legge n. 221 del 2015)
  - e.6) gli interventi pertinenziali che le norme tecniche degli strumenti urbanistici, in relazione alla zonizzazione e al pregio ambientale e paesaggistico delle aree, qualificano come interventi di nuova costruzione, ovvero che comportino la realizzazione di un volume superiore al 20% del volume dell'edificio principale;
  - e.7) la realizzazione di depositi di merci o di materiali, la realizzazione di impianti per attività produttive all'aperto ove comportino l'esecuzione di lavori cui consegua la trasformazione permanente del suolo ineditato;
- f) gli "interventi di ristrutturazione urbanistica", quelli rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico-edilizio con altro diverso, mediante un insieme sistematico di interventi edilizi, anche con la modificazione del disegno dei lotti, degli isolati e della rete stradale.

## INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

Rivisti nel RR 8/2019 per tener conto delle definizioni di intervento contenute nel DPR 380/2001

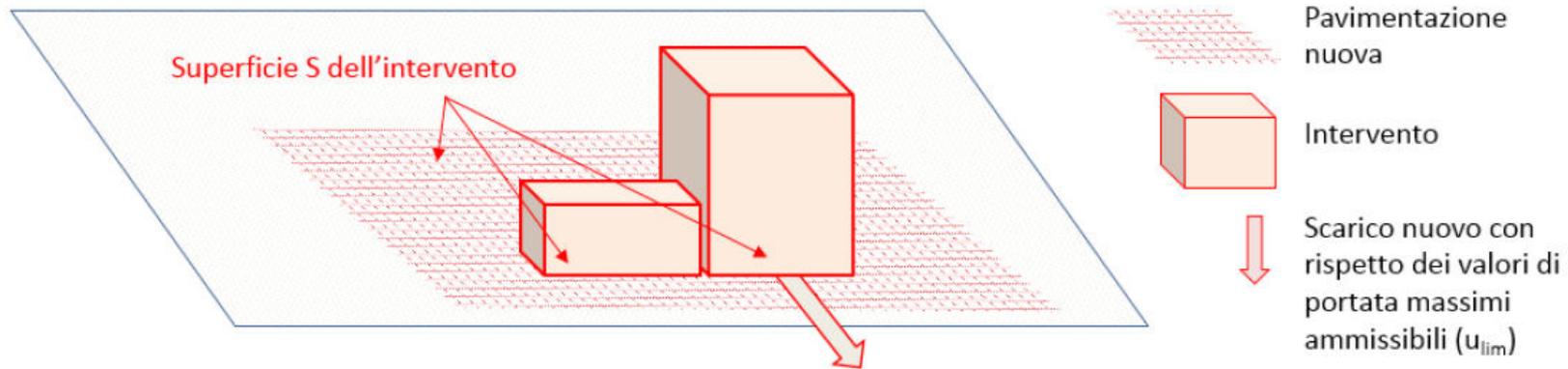
1. Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

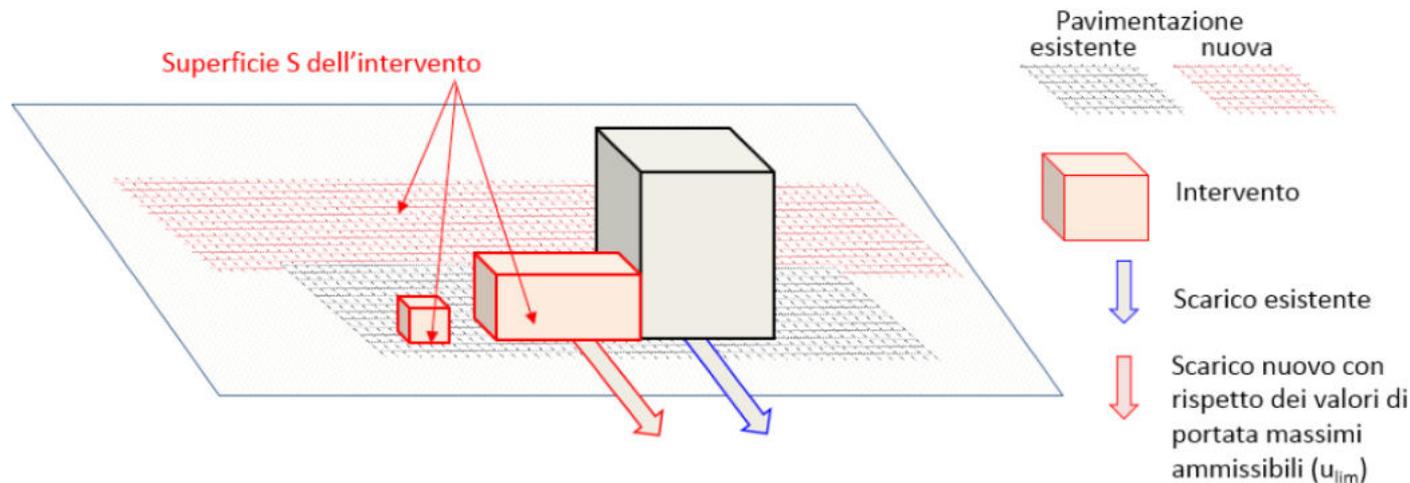
## 2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

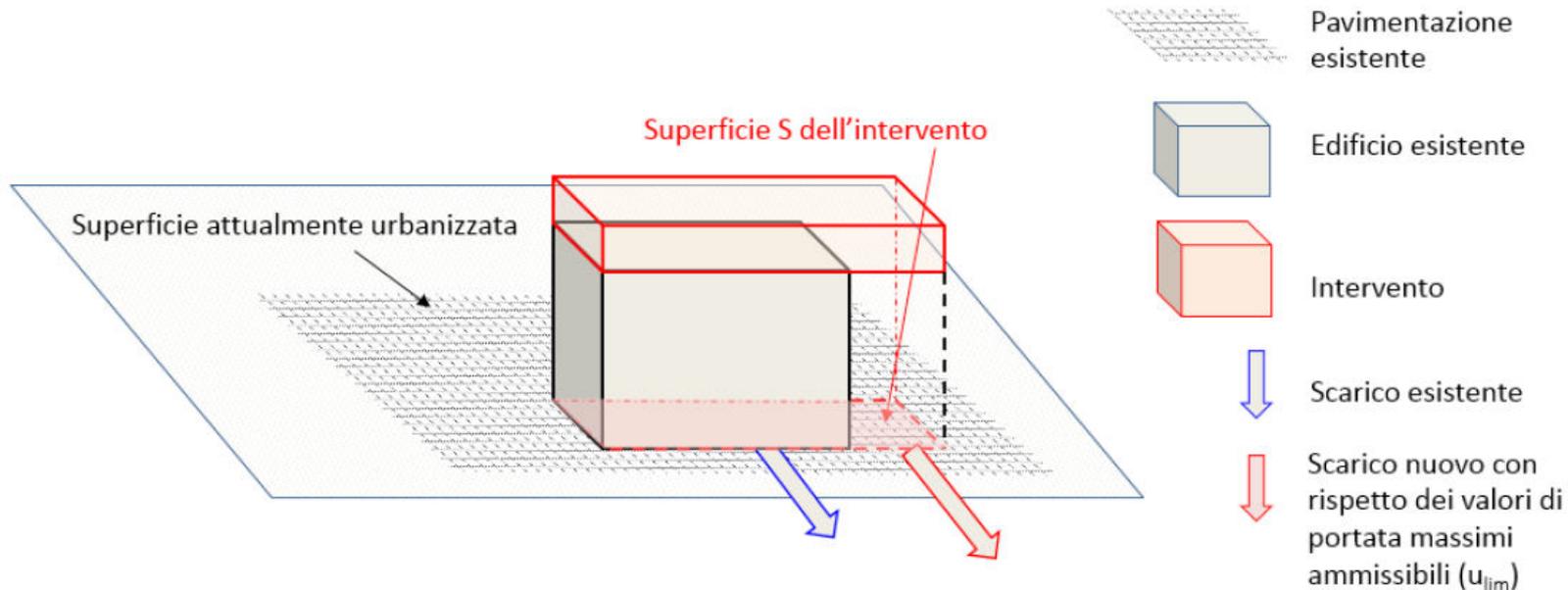
3. - Interventi di **nuova costruzione** consistenti in **ampliamenti** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]
- **Pavimentazioni, finitura di spazi esterni** [articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001]
  - **Parcheggi, aree di sosta, piazze**
  - **Aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**
  - **Interventi pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

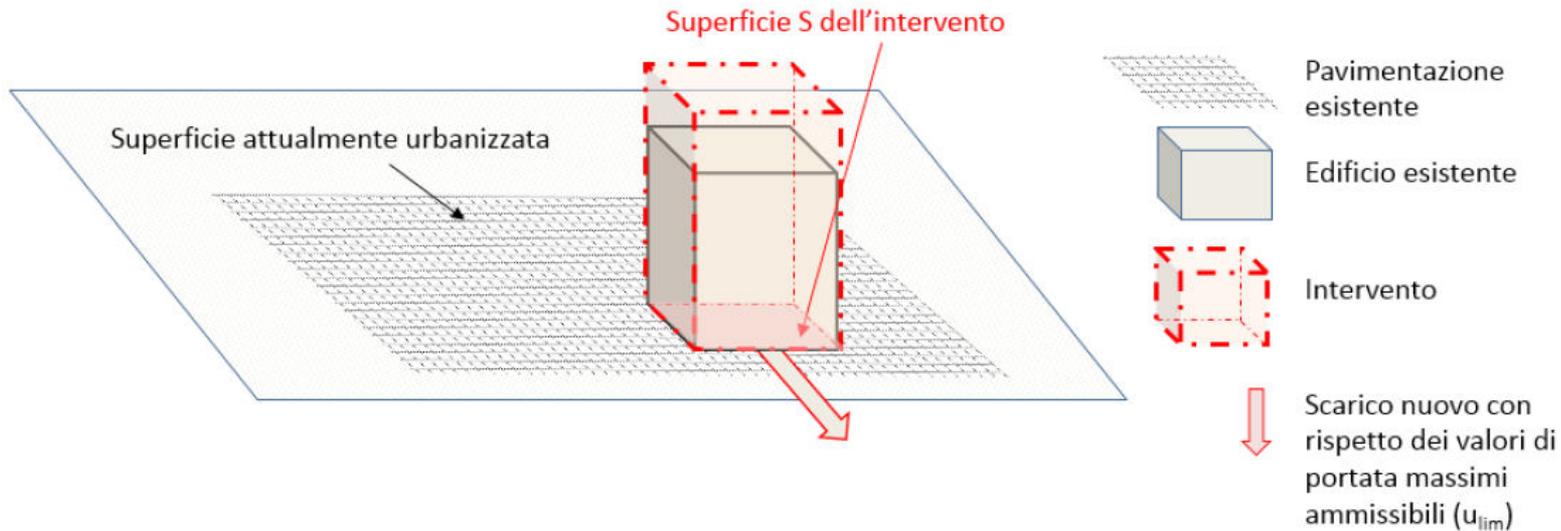
## 4. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in **sopraelevazioni che aumentano la superficie coperta dell'edificio**



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

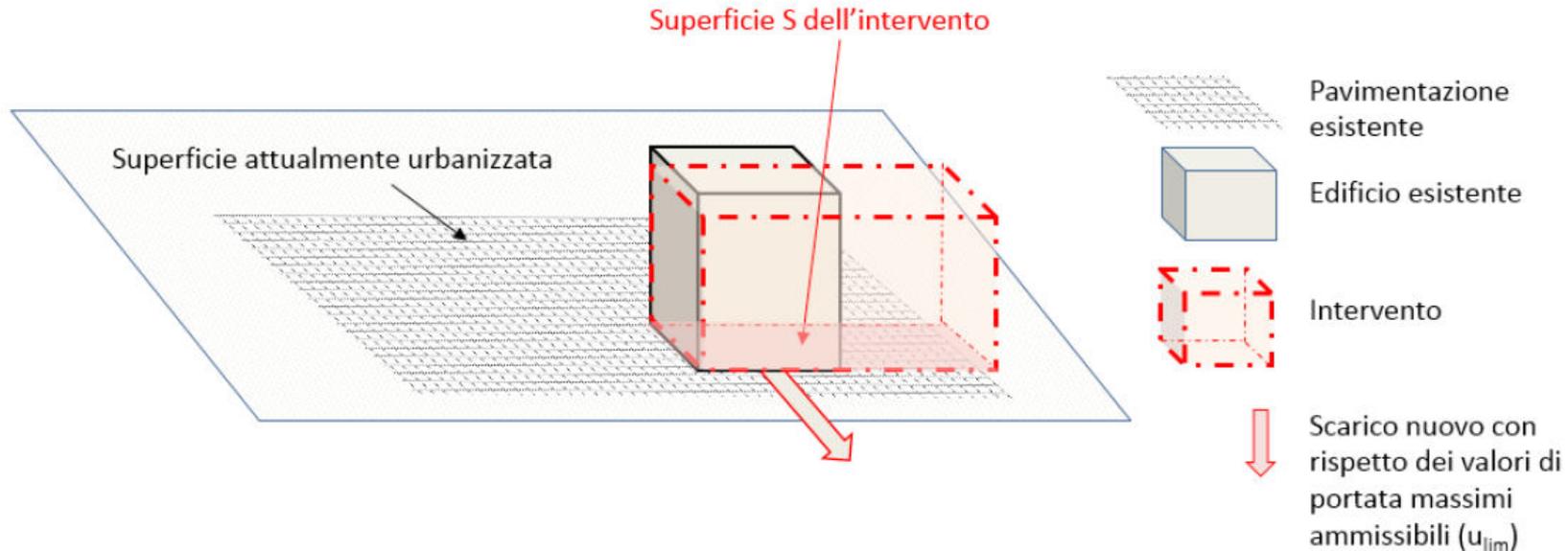
5. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

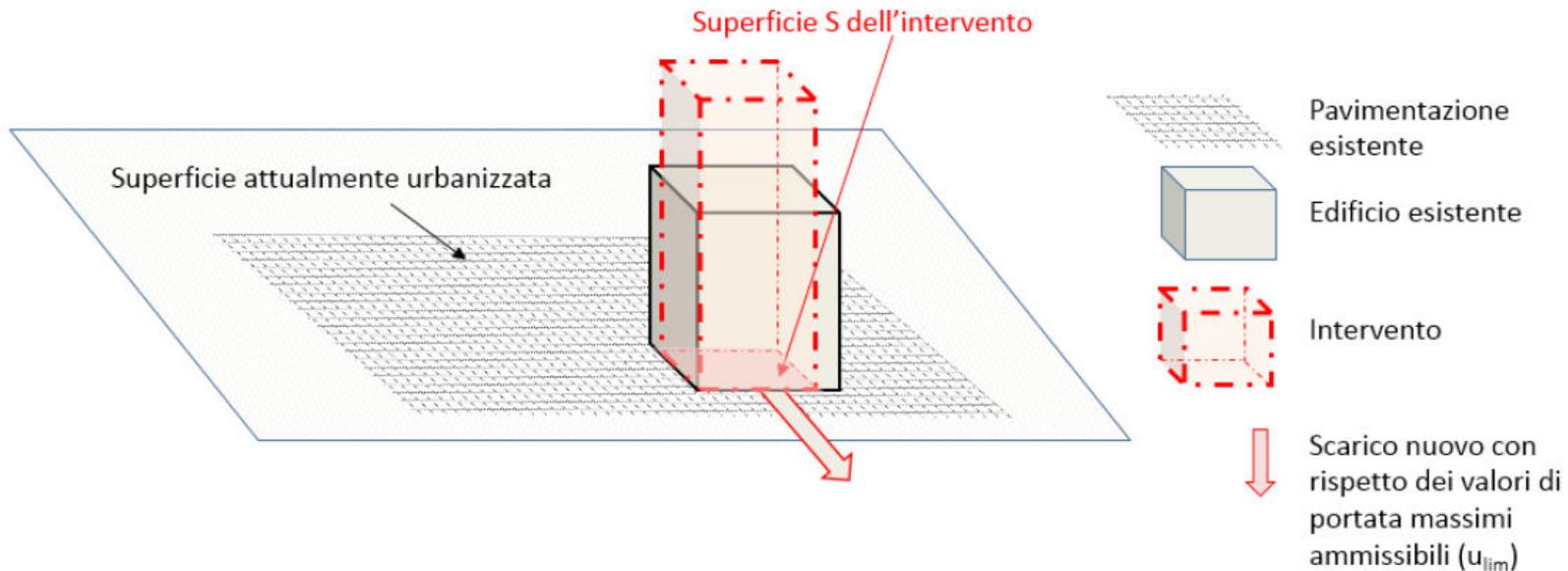
6. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

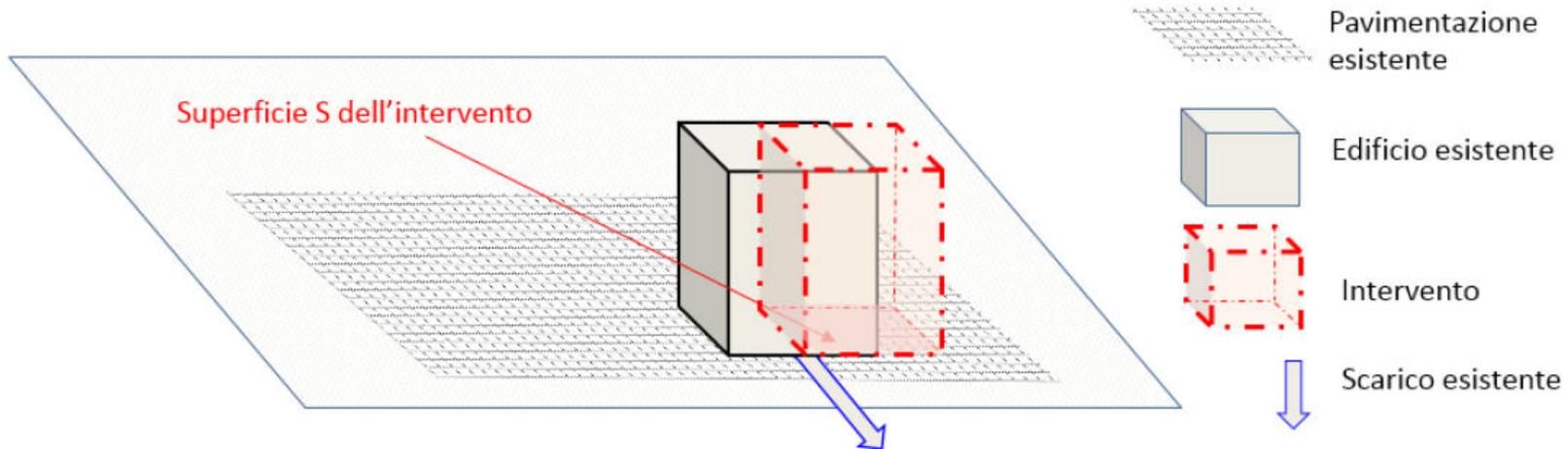
**7. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume**



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

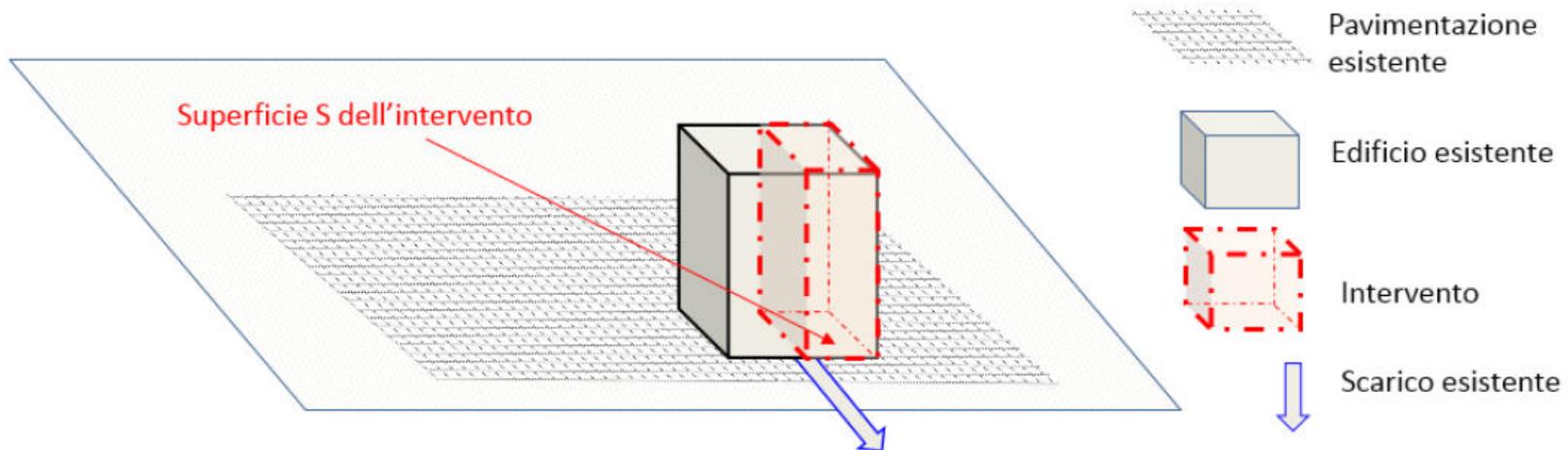
## 8. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella **demolizione parziale e ricostruzione con aumento di volume**



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

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

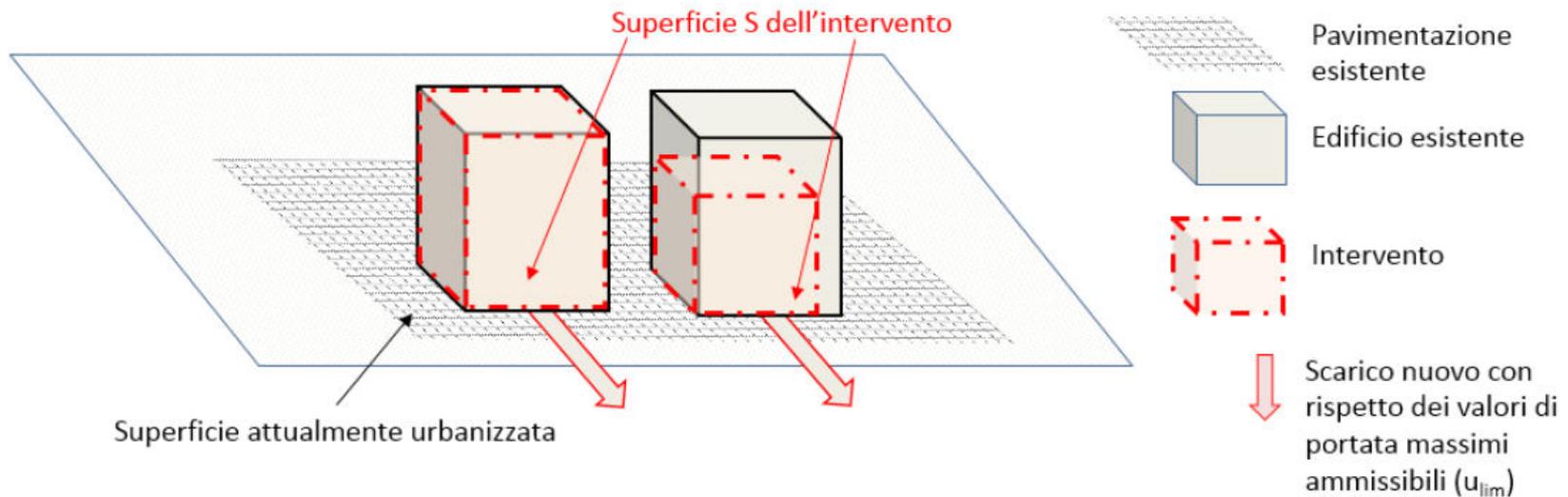
## 9. Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella **demolizione parziale e ricostruzione senza aumento del volume**



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

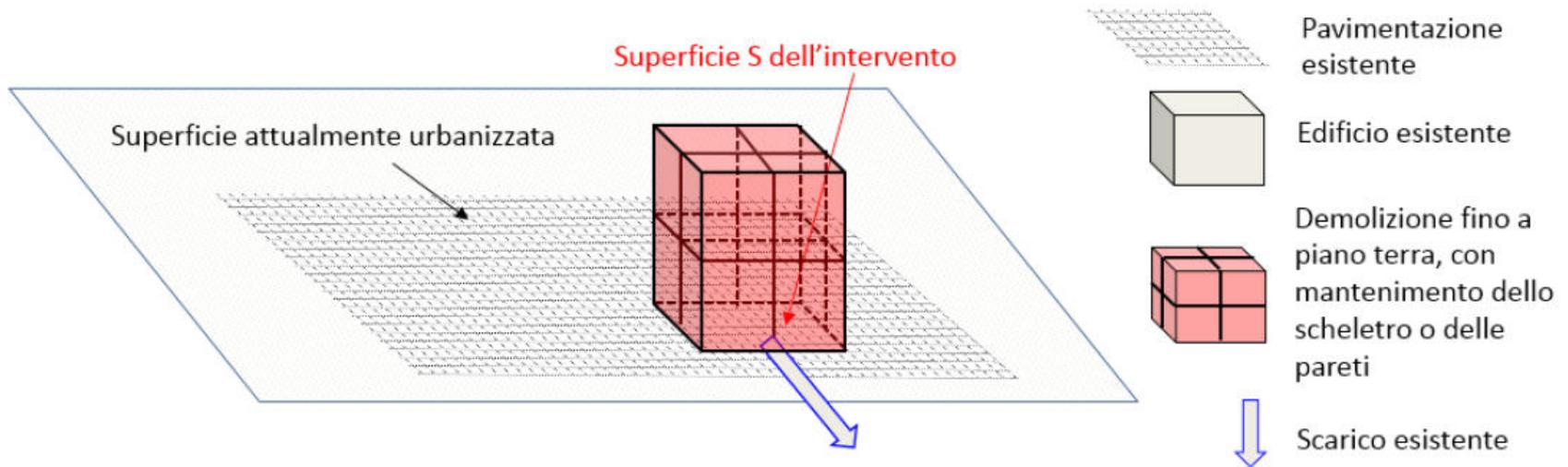
**10.** Interventi di ***ristrutturazione edilizia*** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], che consistono nella demolizione totale e ricostruzione senza aumento di volume e senza aumento della superficie coperta dell'edificio demolito



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

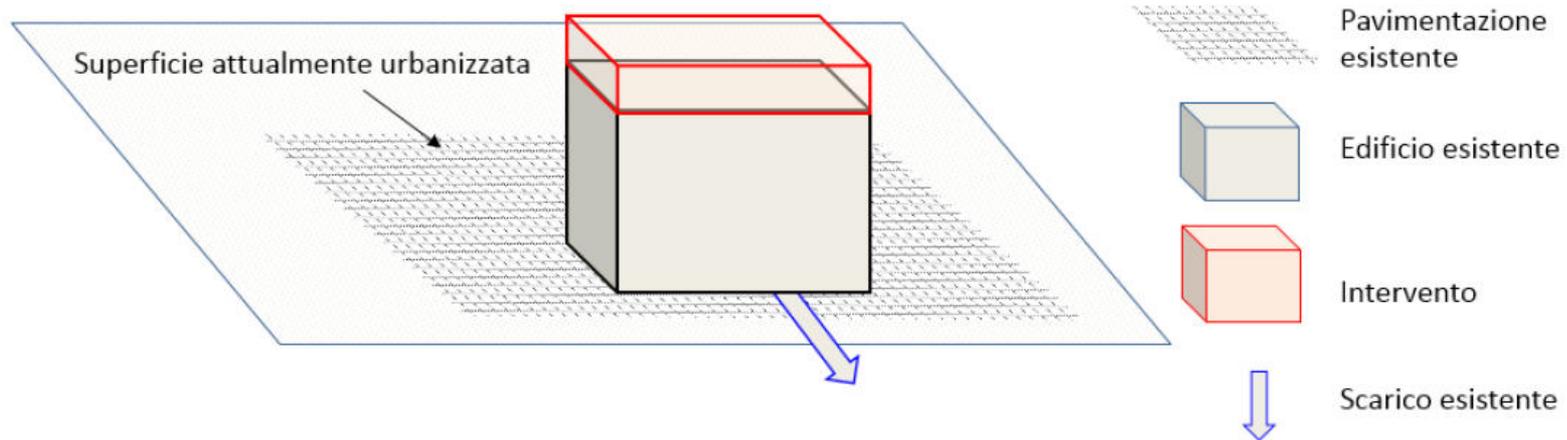
**11.** Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella demolizione con mantenimento dello scheletro o delle pareti e ricostruzione



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

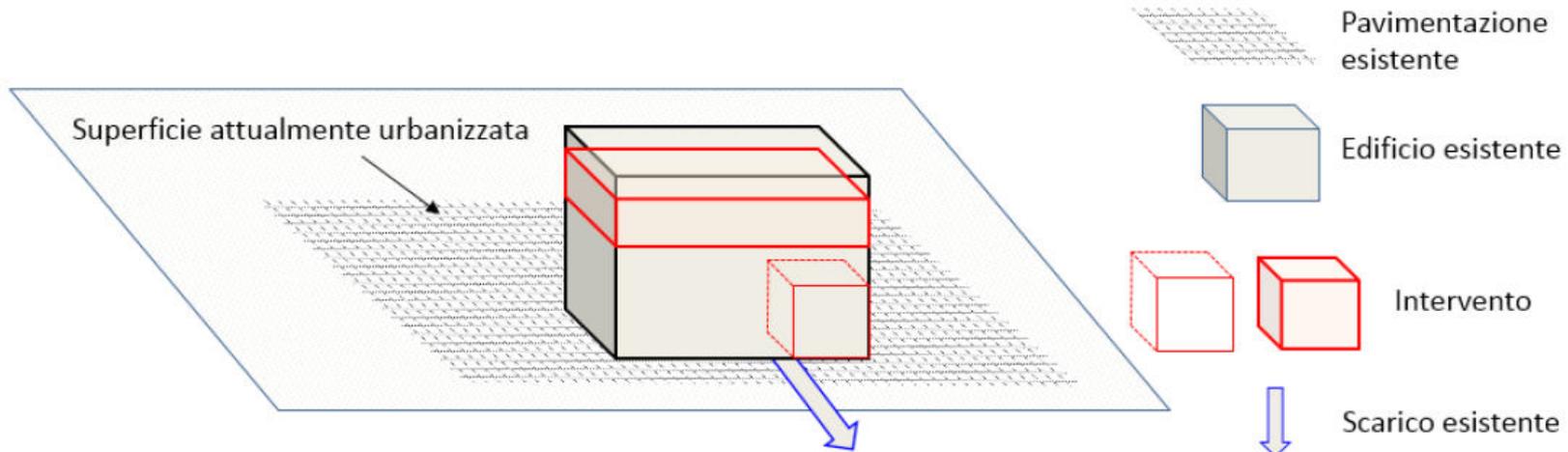
**12.** Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in *sopraelevazioni che non alterano la superficie coperta dell'edificio*



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

# INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA - SCHEMI ESEMPLIFICATIVI (ALL. A)

## 13. Interventi di **manutenzione ordinaria, straordinaria e risanamento conservativo** [art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del d.p.r. 380/2001]



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

### POSSIBILE SOLO NEI CASI DI IMPOSSIBILITÀ A REALIZZARE INTERVENTI DI INVARIANZA

#### Interventi di cui articolo 3 comma 2 lett. da b) a e)

Consentita solo per gli interventi edilizi e se si verificano **contemporaneamente** le seguenti condizioni:

- a) rapporto tra superficie occupata da edificazione e superficie totale dell'intervento  $\geq 90\%$   
(superficie area esterna  $<10\%$ )
- b) dimostrata impossibilità a realizzare i volumi minimi di laminazione nell'area esterna all'edificazione
- c) dimostrata impossibilità a realizzare i volumi minimi di laminazione in altre aree esterne nelle vicinanze
- d) impossibilità, a causa della tipologia di intervento edilizio realizzato, del reperimento dei volumi minimi di laminazione sulle coperture dell'edificato
- e) impedita la realizzazione dei volumi di laminazione nel sottosuolo poiché non vi è modifica delle fondazioni

#### Interventi di cui articolo 3 comma 2 lett. a)

- Prime due condizioni a) e b) e una delle seguenti da c) a e)

Non è possibile monetizzare nei seguenti casi:

- per gli interventi relativi a infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi

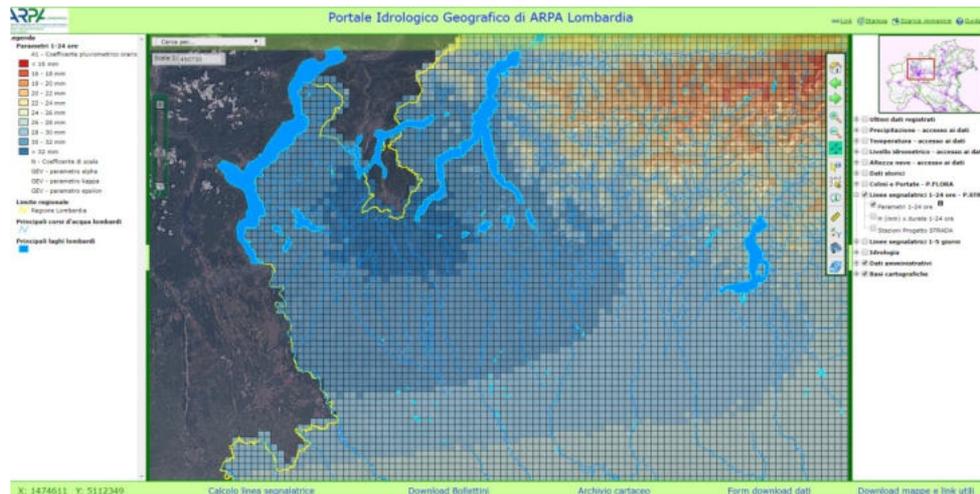
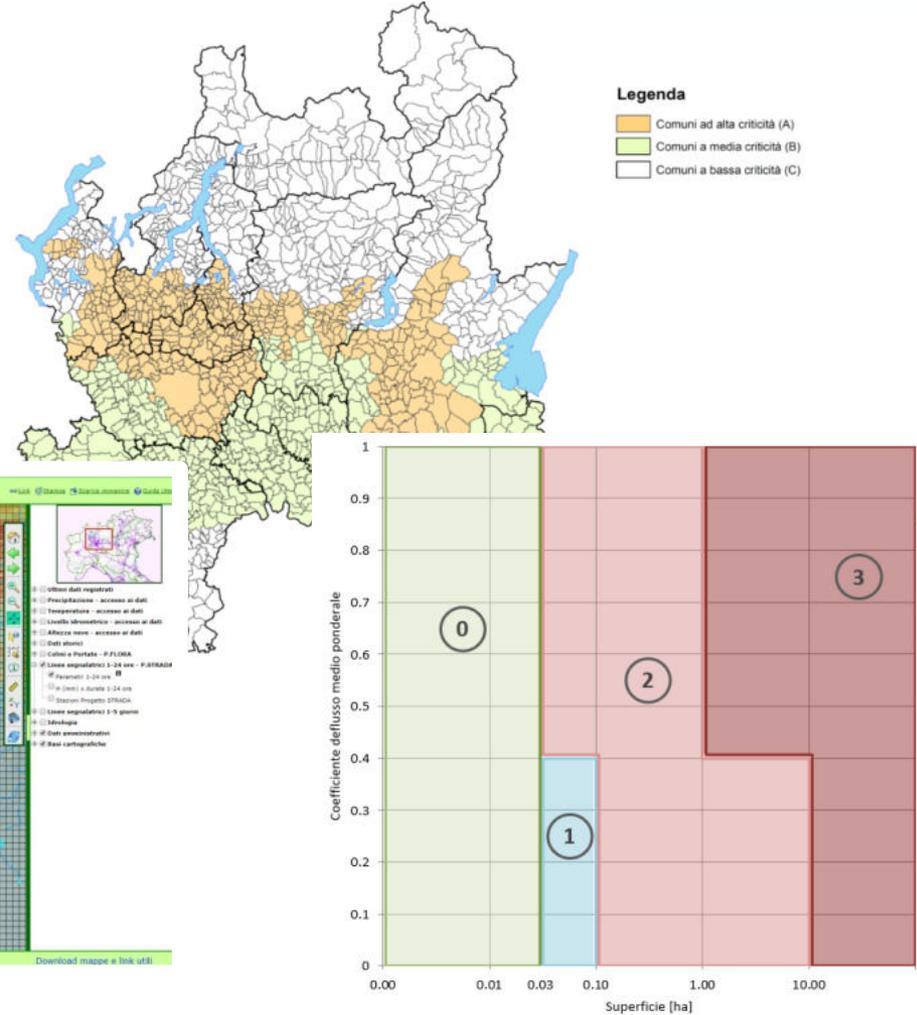
- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: **60 euro** per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: **37,5 euro** per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento (RR 8/2019);
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: **30 euro** per mq di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

### **COSTO UNITARIO PARAMETRICO DI UNA VASCA DI VOLANIZZAZIONE, TRATTENIMENTO O DISPERDIMENTO E' POSTO PARI A 750 €/mc**

I comuni usano le somme derivanti dalla monetizzazione, in ordine di priorità:

1. per la redazione del Documento semplificato del rischio idraulico comunale e per lo Studio di gestione del rischio idraulico comunale
2. per la realizzazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica
3. per il cofinanziamento di interventi di invarianza idraulica e idrologica che non ricadono negli obblighi di applicazione del presente regolamento

# Criteri progettuali per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica, esempi e casi reali



## **CRITERI PROGETTUALI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA – Art. 6 RR 7/2017**

Per gli interventi soggetti a Permesso di costruire, segnalazione certificata di inizio attività SCIA o a comunicazione di inizio lavori asseverata CILA:

Nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario anche redigere un

### **PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA**

firmato da un

**TECNICO ABILITATO, QUALIFICATO E DI ESPERIENZA NELL'ESECUZIONE  
DI STIME IDROLOGICHE E CALCOLI IDRAULICI**

# CONTENUTI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (Art.10)

**Progetto di Invarianza idraulica e idrologica a firma di «un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici»**

**Impermeabilizzazione media o alta e Aree a criticità A o B**, è necessario il redatto al dettaglio di un progetto definitivo contenente:

- **Relazione tecnica** (descrizione soluzione, piogge di progetto, processo di infiltrazione, dimensionamenti delle laminazioni, tempi di svuotamento invasi, dimensionamento di tutte le componenti dalla captazione allo scarico terminale)
- **Elaborati grafici** (planimetrie, profili, sezioni, particolari costruttivi)
- **Piano di manutenzione** ordinaria e straordinaria delle opere costituenti il sistema di opere di invarianza
- **Asseverazione** di conformità del progetto al regolamento da parte del professionista

**Impermeabilizzazione bassa in aree A, B o C e Impermeabilizzazione media o alta in aree a criticità C**, la relazione tecnica non deve contenere le piogge di progetto il processo di infiltrazione e i dimensionamenti delle laminazioni.

Progetto non necessario per interventi con **superficie interessata  $\leq 300$  mq** se sistema di scarico a suolo o strati superficiali del sottosuolo o nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, purché il progettista dichiari con specifico atto che è stata applicata la casistica dell'art. 12 comma 1 lett a)

# CONTENUTI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

(Art.10)

## Relazione tecnica – indice

### INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO EDILIZIO .....	4
4. ANALISI IDROLOGICA .....	6
4.1 LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA .....	6
5. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO E DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI LAMINAZIONE E INFILTRAZIONE.....	8
5.1.1 Il metodo delle sole piogge .....	9
5.1.2 Infiltrazione .....	10
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO LAMINAZIONE E SCARICO .....	12
7. VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DELLA RETE DI DRENAGGIO.....	15
7.1 PREMESSA .....	15
7.2 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	15
7.3 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE .....	16
7.3.1 Pluviali: bocche di presa .....	16
7.3.2 Pluviali: elementi discendenti .....	17
7.3.3 Condotte .....	17
8. ALLEGATI: MODULISTICA ASSEVERAZIONE RR 7/2017 .....	19

## Relazione tecnica – elenco allegati

### ELENCO ELABORATI

#### ELABORATI DESCRITTIVI

1. RELAZIONE GENERALE E TECNICA	MAZ 0.01
2. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA	MAZ 0.02

Rev 00	Rev 01	Rev 02	Rev 03

#### ELABORATI GRAFICI

	Scala:	Tavola:
1. PLANIMETRIA DI PROGETTO	1:200	MAZ 0001
2. PARTICOLARI VASCA DI LAMINAZIONE	1:50	MAZ 0002
3. SEZIONI TIPOLOGICHE DI POSA	1:25	MAZ 0003
4. PROFILI LONGITUDINALI E SEZIONI TRASVERSALI	indicata	MAZ 0004

Rev 00	Rev 01	Rev 02	Rev 03

R.R. 7/2017

Serve quindi

**UN PROGETTO**  
e non una semplice relazione

Il progetto sarà differente in ragione di **3 diversi fattori**:

**1) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO**

**2) SUPERFICIE DELL'INTERVENTO**

**3) COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE**

- Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano a tutto il territorio regionale
- I limiti allo scarico sono diversificati per ambiti territoriali in considerazione dei differenti effetti che l'apporto del nuovo scarico o dell'incremento di scarico esistente, può avere sul ricettore e sulla rete di valle.

## 3 LIVELLI DI CRITICITÀ IDRAULICA

- ❑ **aree A ad alta criticità idraulica** → bacini idrografici critici
- ❑ **aree B a media criticità idraulica** → bacini idrografici ricadenti anche parzialmente in comprensori di bonifica e irrigazione
- ❑ **aree C a bassa criticità idraulica** → aree non rientranti nelle aree A e B

Ambiti di trasformazione e ai piani attuativi previsti nel piano delle regole su tutto il territorio Regionale, inseriti nei PGT Comunali.

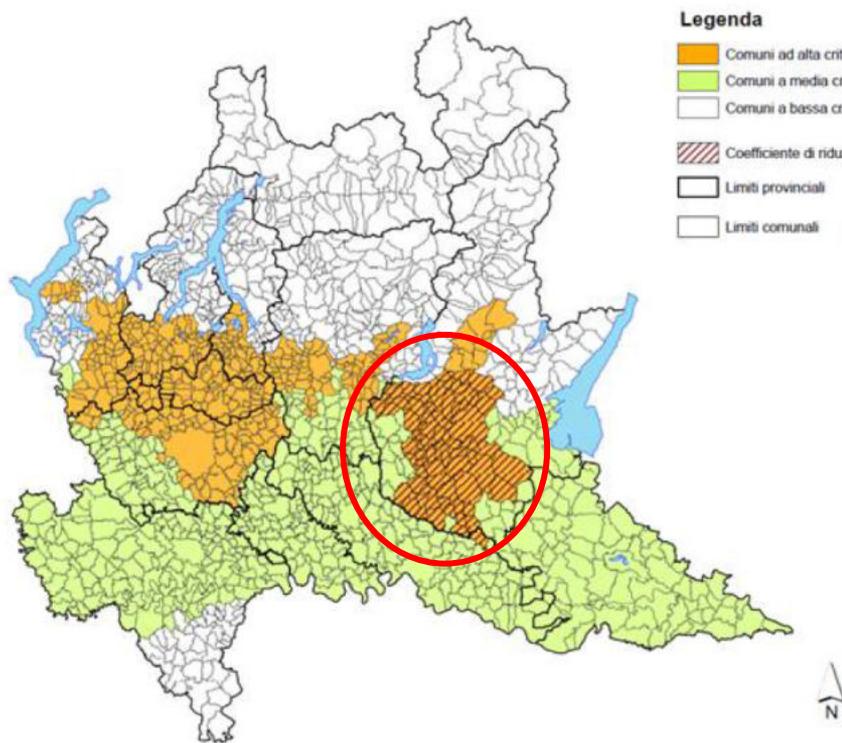


Applicazione limiti delle **aree A**

# INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI DI APPLICAZIONE RR 8/2019

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

Coefficiente di riduzione  $P=0.8$

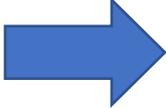


Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
CASTANA	PV	C	
CASTANO PRIMO	MI	A	1
CASTEGGIO	PV	C	
CASTEGNATO	BS	A	0,8
CASTEL D'ARIO	MN	B	
CASTEL GABBIANO	CR	B	
CASTEL GOFFREDO	MN	B	
CASTEL MELLA	BS	A	0,8
CASTEL ROZZONE	BG	B	
CASTELBELFORTE	MN	B	
CASTELCOVATI	BS	B	
CASTELDIDONE	CR	B	
CASTELLANZA	VA	A	1
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	1

# VALORI MASSIMI AMMISSIBILI DELLA PORTATA METEORICA SCARICABILE NEI RICETTORI (Art. 8)

La massima portata meteorica scaricabile nei ricettori:

- **deve essere compatibile con la capacità idraulica del ricettore** quindi il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi dei massimi stabiliti dal regolamento e qui riportati:

aree <b>A</b> ad alta criticità idraulica		<b>10 l/s per ettaro</b> di sup. scolante imp. dell'intervento
aree <b>B</b> a media criticità idraulica		<b>20 l/s per ettaro</b> di sup. scolante imp. dell'intervento
aree <b>C</b> a bassa criticità idraulica		<b>20 l/s per ettaro</b> di sup. scolante imp. dell'intervento

**$Q_{max} = 40 \text{ l/s/ha}$  di superficie scolante impermeabile per 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, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie (come previsto da PTUA) e dall'art. 10 del RR 6/2019**

Limite non necessario per scarichi in aree C e direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata.

# CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (Art.9)

Interventi suddivisi in quattro classi di intervento in funzione di:

- Ambito territoriale di applicazione (A, B, C)
- Superficie interessata dall'intervento
- Coefficiente di deflusso medio ponderale

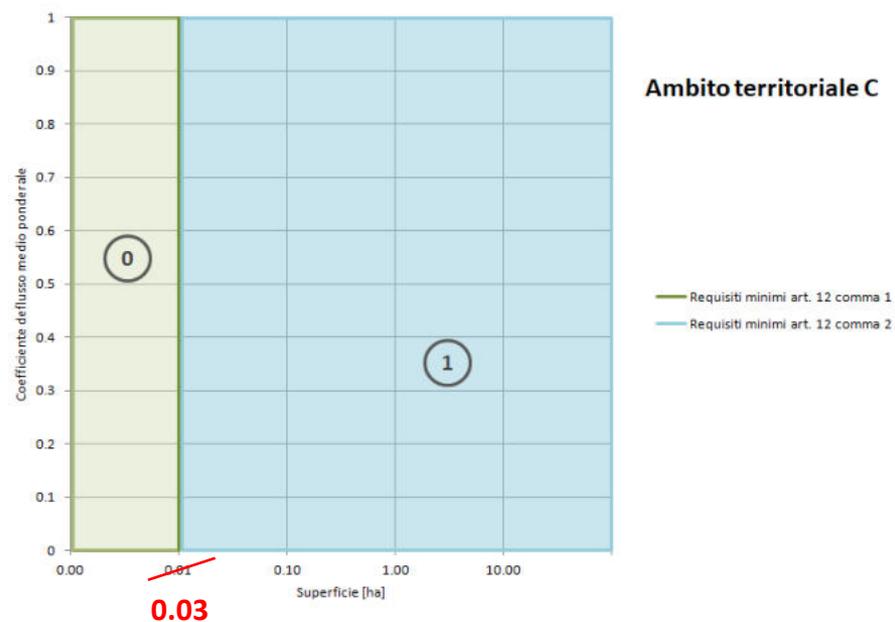
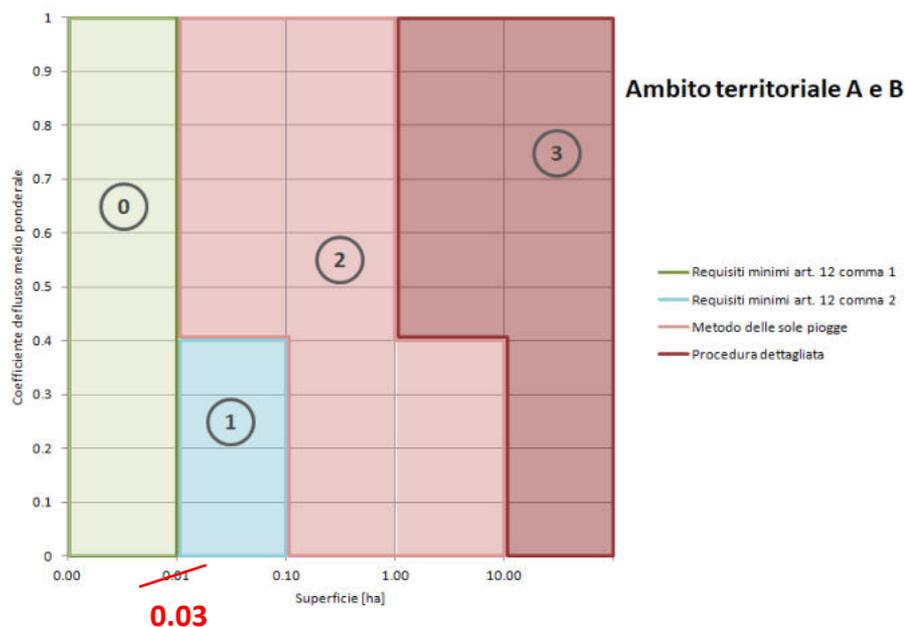
**Tabella 1**

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	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 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

# CLASSI DI INTERVENTO

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 (tabella 1 del regolamento), a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11).

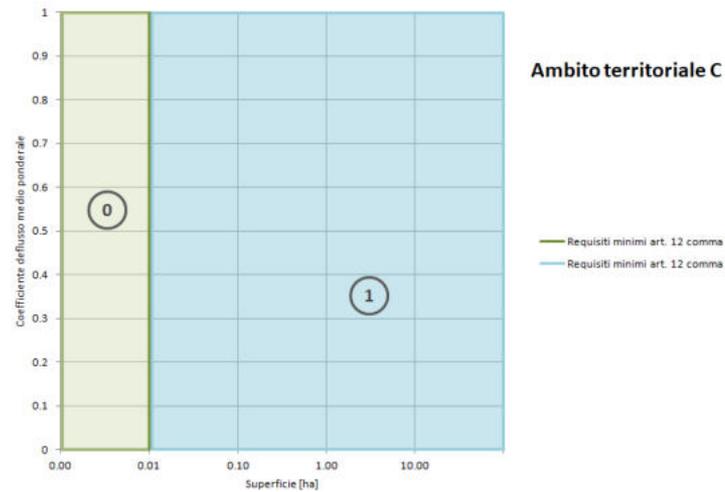
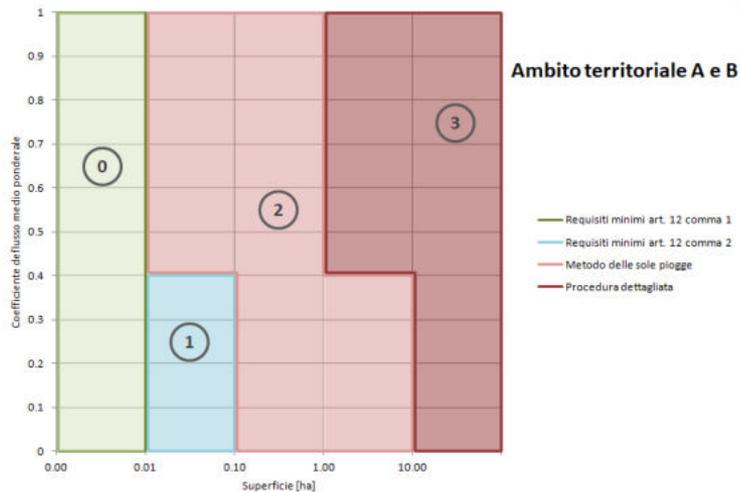
I grafici seguenti individuano, in funzione dell'ambito territoriale, le diverse **classi di intervento** e le relative modalità di calcolo.



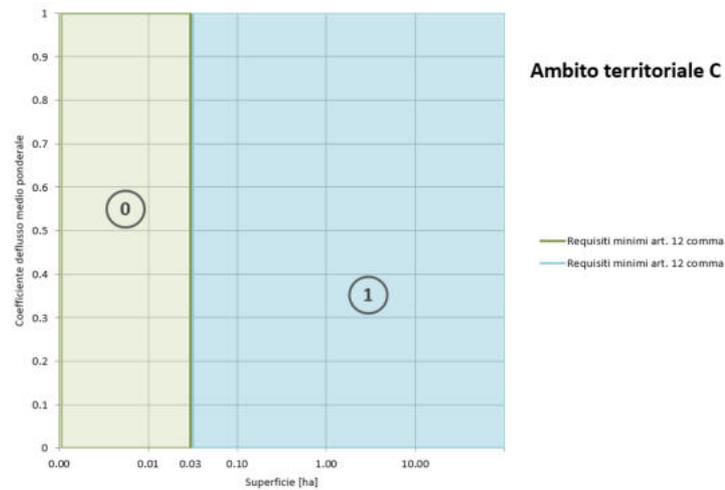
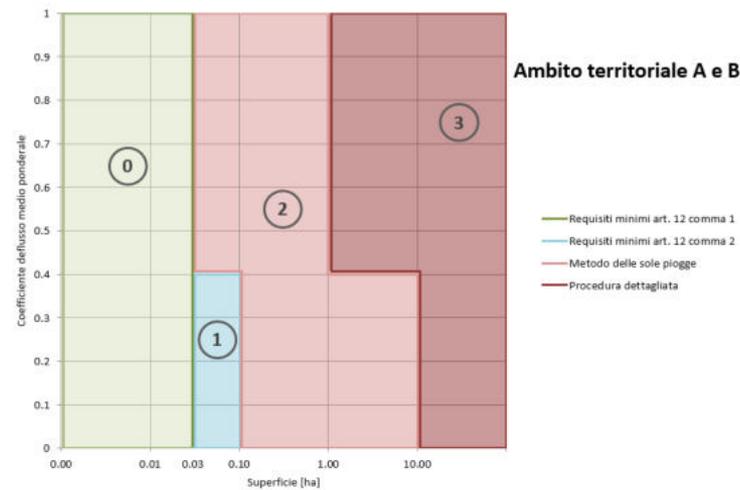
# CLASSI DI INTERVENTO

I grafici seguenti individuano, in funzione dell'ambito territoriale, il confronto tra le diverse **classi di intervento** e le relative modalità di calcolo per il RR 7/2017 e l'aggiornamento RR 8/2019.

**RR 7/2017**



**RR 8/2019**



# CLASSI DI INTERVENTO

La tabella seguente riassume i casi possibili e quindi i **limiti allo scarico**, il **volume minimo** di invaso da considerare, la **tipologia di progetto** (semplificato o completo) delle opere di invarianza ed i **metodi di calcolo** utilizzabili.

La casistica va poi ulteriormente differenziata per tenere conto delle modifiche introdotte dal RR 8/2019:

- Parametro P;
- Riduzione del 30% per sola infiltrazione previa effettuazione di prove specifiche

CLASSE DI INTERVENTO	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA $u_{lim}$ [l/s/ha <sub>IMP</sub> ] *	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc/ha <sub>IMP</sub> ]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400	Progetto semplificato, non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio. Requisiti minimi art. 12 comma 1.
	B	20	400	Progetto semplificato, non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio. Requisiti minimi art. 12 comma 1.
	C	20	400	Progetto semplificato, non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio. Requisiti minimi art. 12 comma 1.
1	A	10	800	Progetto semplificato. Requisiti minimi art. 12 comma 2.
	B	20	<del>600</del> 500	Progetto semplificato. Requisiti minimi art. 12 comma 2.
	C	20	400	Progetto semplificato. Requisiti minimi art. 12 comma 2.
2	A	10	max( $V_{calc}$ : 800)	Progetto completo. Metodo delle sole piogge.
	B	20	max( $V_{calc}$ : <del>600</del> 500)	Progetto completo. Metodo delle sole piogge.
3	A	10	max( $V_{calc}$ : 800)	Progetto completo. Procedura dettagliata.
	B	20	max( $V_{calc}$ : <del>600</del> 500)	Progetto completo. Procedura dettagliata.

\* Nota: nei casi 1 e 2 la portata limite unitaria viene utilizzata per il solo dimensionamento dello scarico e non per il calcolo del volume

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

- a) **riuso dei volumi stoccati** (innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto)
  
- b) **infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo**, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo (verificate in funzione dell'importanza dell'intervento con indagini geologiche e idrogeologiche sito specifiche), 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**
  
- d) **scarico in fognatura**

# CRITERI DI CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (Art.11)

## **Tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento:**

- T=50 anni per il dimensionamento
- T=100 anni per la verifica dei franchi **del grado di sicurezza** e per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure anche non strutturali di protezione idraulica. **Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determini esondazioni che arrechino danni a persone o cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.**

**Precipitazioni di riferimento:** Dati ARPA Lombardia (o dati ufficiali più specifici per l'area di intervento)

**Calcolo del processo di infiltrazione:** il dimensionamento deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato su parametri sito specifici, che in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere calcolati e ricavati da adeguate indagini idrogeologiche sito specifiche e prove di dettaglio. Il progetto deve valutare anche se l'infiltrazione è possibile o invece da escludere in funzione della presenza di aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione, quali aree caratterizzate da falda sub-affiorante, aree con terreni a bassa permeabilità.

**Possibilità → Necessità di prove in situ in funzione dell'importanza dell'intervento**

## CRITERI DI CALCOLO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (Art.11)

**Calcolo dell'idrogramma netto:** coefficiente di deflusso 1 per aree impermeabili (tetti, coperture e pavimentazioni continue), 0.7 per **tetti verdi**, pavimentazioni discontinue o drenanti , **aree destinate all'infiltrazione** ai sensi del RR e 0.3 per aree permeabili comprese aree a verde **munite di sistemi di raccolta e collettamento** (escluse aree incolte e agricole)

**Calcolo del volume di invaso:** il volume di laminazione da adottare è il **maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, c. 2**. Se si prevedano sole strutture di infiltrazione, senza scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, c. 2, è **ridotto del 30%**, purché i calcoli siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti dell'Allegato F. La riduzione non si applica nel caso in cui si adotti il requisito minimo di cui all'articolo 12, c. 2, senza pertanto applicare procedura sole piogge o dettagliata;

**Tempi di svuotamento degli invasi:** max 48 ore. Se non possibile rispettare tale limite temporale va sovradimensionato l'opera per garantire un volume disponibile dopo 48 ore pari almeno a quello richiesto dalla norma. Se riutilizzo della risorsa occorre aumentare il volume per rendere disponibile il volume di calcolo entro 48 ore

### **Manufatto di regolazione e scarico terminale:**

deve essere costituito da:

- Pozzetto a doppia camera ispezionabile e che consenta la misura delle portate scaricate
- Tubazione terminale commisurata alla Q da scaricare (rischio occlusione per diametri piccoli da considerare nel piano di manutenzione) o sollevamento
- Organi necessari a evitare il rigurgito del ricettore nel sistema di invarianza (valvole di non ritorno, paratoie, ecc...)

- È richiesta la redazione del piano di manutenzione all'interno del progetto contenente:
  - Elenco e caratteristiche delle componenti di sistema
  - Modalità e frequenza di operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle componenti del sistema
- 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 verificano:
  - 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).

## Indice

### INDICE

1. Premessa.....	2
2. Caratteristiche tecniche delle strutture .....	3
3. Il manuale di manutenzione.....	5
4. Periodicità delle operazioni di manutenzione .....	9
4.1. Il sottoprogramma delle prestazioni.....	9
4.2. Il sottoprogramma degli interventi di controllo e verifica .....	9
4.3. Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione .....	10

## Caratteristiche tecniche delle strutture e modalità d'uso corretto

	ELEMENTO MANUTENIBILE	A) COLLOCAZIONE	c) DESCRIZIONE	d) MODALITÀ D'USO CORRETTO
OPERE CIVILI	Tubazioni in materiale plastico	Perimetro edificio	Tubazioni in PEAD aventi classe di rigidità anulare SN = 13 kN/m <sup>2</sup> , DN 630 e DN 800. Tubazioni in PVC-U a parete strutturata aventi classe di rigidità anulare SN = 16 kN/m <sup>2</sup> , DN 250. Sistema di giunzione a bicchiere con anello in gomma.	
	Pozzetti di ispezione	Area esterna all'edificio	Pozzetti prefabbricati carrabili in c.a., chiusino in ghisa sferoidale classe D400	Mantenere sempre in posizione di chiusura i chiusini per evitare cadute di personale della manutenzione e rischi per gli aerei.
	Vasche di laminazione prefabbricate	Area esterna all'edificio	Vasca in c.a. prefabbricata, composta da tre compartimenti, volume complessivo invaso 416 mc.	Mantenere sempre in posizione di chiusura i chiusini per evitare cadute di personale della manutenzione.
	Tubazioni pluviali	Edificio	Tubazioni in polivinilcloruro (PVC-U) DN 200.	
	Bocche di presa	Copertura edificio	Elementi di presa sulla copertura del terminal	Mantenere le bocche di presa libere da occlusioni

	ELEMENTO MANUTENIBILE	A) COLLOCAZIONE	c) DESCRIZIONE	d) MODALITÀ D'USO CORRETTO
IMPIANTI	Elettropompe	Area esterna all'edificio	Elettropompe sommergibili telecomandate per svuotamento vasca di laminazione	Funzionamento automatico/manuale Gestione da quadro elettrico Vedere il manuale d'uso delle singole apparecchiature
	Impianto elettrico e quadri	Area esterna all'edificio	Quadri elettrici e di comando e protezione ad azionamento automatico di elettropompe e paratoie motorizzate.	Mantenere chiuso per evitare manomissioni e deterioramenti
	Impianto di messa a terra	Area esterna all'edificio	Impianto di messa a terra	Mantenere chiuso per evitare manomissioni e deterioramenti
	Valvole di non ritorno	Area esterna all'edificio	Valvole di non ritorno a palla installate su condotte di mandata	Funzionamento automatico
	Saracinesche	Area esterna all'edificio	Saracinesche di chiusura manuale installate su condotte di mandata	Normalmente aperte, chiuse per interventi di manutenzione
	Regolatore di portata e valvola clapet	Area esterna all'edificio	Regolatore di portata a galleggiante e valvola clapet	Normalmente chiuse, da azionare solo in caso di sversamenti accidentali

## Manuale di manutenzione

Elemento manutenibile	a) Collocazione	c) Risorse necessarie per l'intervento manutentivo	d) Livello minimo delle prestazioni	e) Anomalie riscontrabili	f) Manutenzione eseguibile da personale del committente	g) Manutenzione eseguibile da personale specializzato	
Opere civili	Tubazioni in materiale plastico	Perimetro edificio	Operai con DPI, attrezzi comuni, autocarro, cisterna idrica, manichetta, bocche di aspirazione dei sedimenti rimossi Sistemi di videoispezione	Garantire il deflusso della portata di progetto	Ammaloramento Difetti ai raccordi e alle connessioni Intasamento tubazione Intasamento fessure Sedimentazione Penetrazione di radici Rottura tubazioni e giunti	Pulizia	Riparazione o sostituzione di tronchi di condotte Videoispezione
	Pozzetti di ispezione	Area esterna all'edificio	Operai con DPI, attrezzi comuni, autocarro, cisterna idrica, manichetta, bocche di aspirazione dei sedimenti rimossi	Garantire l'ispezionabilità delle condotte ed il regolare deflusso delle portate	Ammaloramento Difetti ai raccordi e alle connessioni Intasamento Sedimentazione Penetrazione di radici Difetti delle scale di accesso	Pulizia Risanamento conservativo	Rimozione/sostituzione delle parti ammalorate
	Vasche di laminazione prefabbricate	Area esterna all'edificio	Operai con DPI, attrezzi comuni, autocarro, cisterna idrica, manichetta, bocche di aspirazione dei sedimenti rimossi	Stoccaggio e invio in fognatura	Ammaloramento Difetti ai raccordi e alle connessioni Intasamento Sedimentazione	Pulizia Risanamento conservativo	Rimozione/sostituzione delle parti ammalorate
	Tubazioni pluviali	Edificio	Operai con DPI, attrezzi comuni, scale e trabattelli	Garantire il deflusso della portata di progetto	Ammaloramento Difetti ai raccordi e alle connessioni Intasamento Rottura tubazioni e giunti	Pulizia	Riparazione o sostituzione di tronchi di condotte Videoispezione

## Periodicità delle manutenzioni

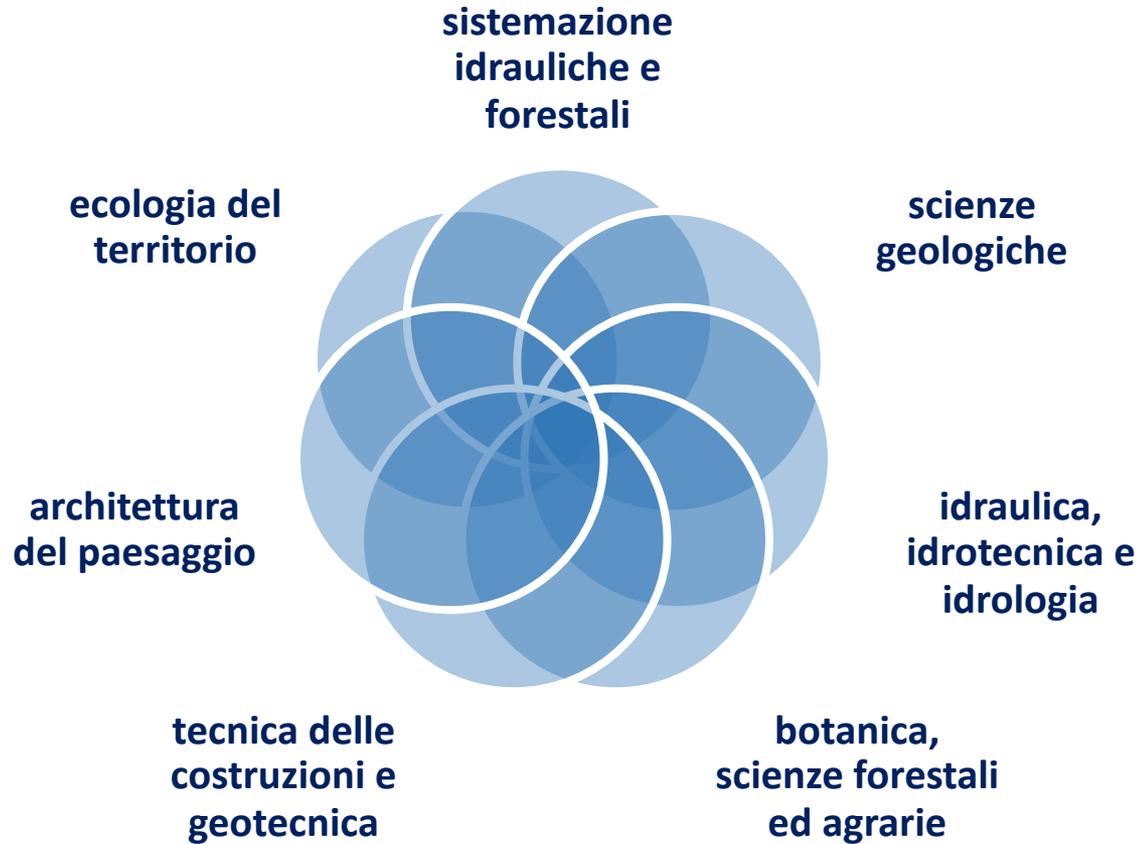
Elemento manutenibile	Intervento	Frequenza
Pozzetti di ispezione	Pulizia	All'occorrenza, in caso di evidenti irregolarità di drenaggio.
Vasca di laminazione in c.a.	Pulizia	Ogni 12 mesi
Tubazioni pluviali	Pulizia	All'occorrenza
Bocche di presa	Pulizia	All'occorrenza

### IMPIANTI

Elemento manutenibile	Intervento	Frequenza
Elettropompe	Pulizia	All'occorrenza
Impianto elettrico e quadri	Verifica del serraggio delle viterie	Ogni 2 mesi
Impianto di messa a terra	Verifica dello stato di conservazione e dell'efficienza degli impianti mediante misurazione a norma di legge	Ogni 2 anni
Valvole di non ritorno	Pulizia	All'occorrenza
Saracinesche	Pulizia	All'occorrenza
Regolatore di portata e valvola clapet	Lubrificazione ed ingrassaggio	Ogni 6 mesi

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## PROFESSIONALITA' COINVOLTE



# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## PROFESSIONALITA' COINVOLTE

### PROGETTO DELL'INTERVENTO

#### PROGETTO INVARIANZA

- ✓ un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici: **ingegnere idraulico**
- ✓ **Geologo** per gli aspetti di carattere idrogeologico

Se la complessità del progetto lo richiede:

- ✓ **Architetto paesaggista**
- ✓ **Agronomo**

- ✓ Progettista delle opere principali: architetto, geometra
- ✓ Progettista strutture
- ✓ Progettista impianti

Soggetti per autorizzazioni e dati di input

Gestore del Servizio Idrico Integrato

Comune

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## ASSEVERAZIONI – ALLEGATO D

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 o il direttore lavori, qualora incaricato, 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](mailto: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* / di *dirigere i lavori 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<sup>2</sup>) .....

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 alcuna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non verificata (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## ASSEVERAZIONI – ALLEGATO D

### DICHIARA

- che l'intervento ricade nel bacino idrografico del fiume/torrente .....
- che l'intervento è sito nel comune di ....., che ricade all'interno dell'area:
  - A: ad alta criticità idraulica
  - B: a media criticità idraulica
  - C: a bassa criticità idraulica
- 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 la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo o in un lago o in nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che il recapito delle acque pluviali è:
  - un corpo idrico naturale o artificiale:
    - nome .....
    - tratto o sezione di riferimento .....
  - una rete di fognatura: nome del Gestore .....
  - il suolo / gli strati superficiali del sottosuolo
- che le coordinate UTM-WGS84-32 del punto di scarico nel recapito sono:
  - X .....
  - Y .....
  - z (m s.l.m.) .....
- che:
  - in caso di scarico in reticolo idrico principale:
    - l'Ente di riferimento per la concessione è: .....
    - il codice della concessione è: .....
  - in caso di scarico in reticolo idrico minore:
    - l'Ente di riferimento per la concessione allo scarico è: .....
    - il codice della concessione è: .....
  - in caso di permesso di allacciamento in fognatura, l'Ente di riferimento è: .....
  - in caso di accordo per lo scarico in reticolo privato: il soggetto con cui è stato sottoscritto l'accordo è: .....
- che i dati relativi all'intervento sono:
  - superficie interessata dall'intervento: m<sup>2</sup> .....
  - superficie scolante impermeabile dell'intervento: m<sup>2</sup> .....
  - portata massima di scarico calcolata per T = 50 anni a monte delle strutture di invarianza idraulica: m<sup>3</sup>/s .....
  - portata massima di scarico per T = 50 anni considerata per il dimensionamento degli interventi (portata in uscita dal sistema verso un recapito): m<sup>3</sup>/s .....
  - volume totale di laminazione necessario: m<sup>3</sup> .....

### 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

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## ASSEVERAZIONI – ALLEGATO D

- 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.

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## ASSEVERAZIONI – ALLEGATO E

ALLEGATO E

### ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO

#### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ (Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritto/a .....  
nata/o a ..... il .....  
residente a .....  
in via ..... n. ....  
iscritta/ all' [ ] Ordine [ ] Collegio del ..... 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 la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, 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 (art. 12, comma 1, lettera a)
- 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 .....

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

## ASSEVERAZIONI – ALLEGATO E

- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s ..... , che equivale ad una portata infiltrata pari a ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- 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;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

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  
.....

Al 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.

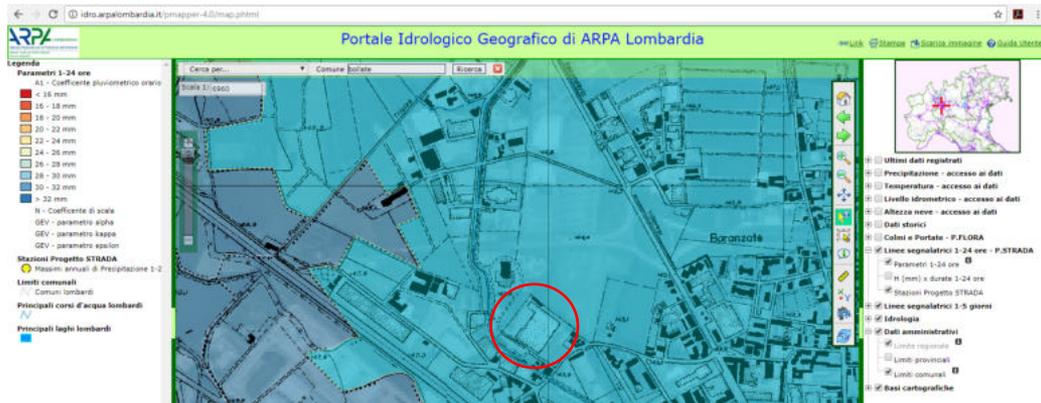
La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.

**CONSIDERAZIONI GENERALI:** 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 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.**

Si assumono pertanto i seguenti valori del tempo di ritorno:

**T = 50 anni:** tempo di ritorno da adottare per il **dimensionamento** delle opere di invarianza idraulica e idrologica

**T = 100 anni:** tempo di ritorno da adottare per la **verifica** del grado di sicurezza delle opere ed 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.



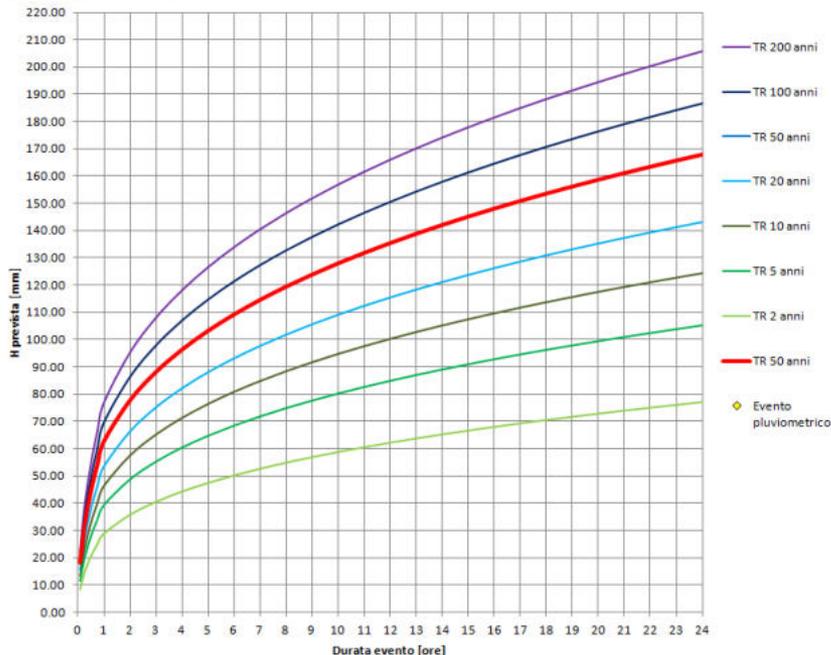
I parametri caratteristici delle **curve di possibilità pluviometrica** per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da **ARPA Lombardia** per tutte le località del territorio regionale.

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.

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>



Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

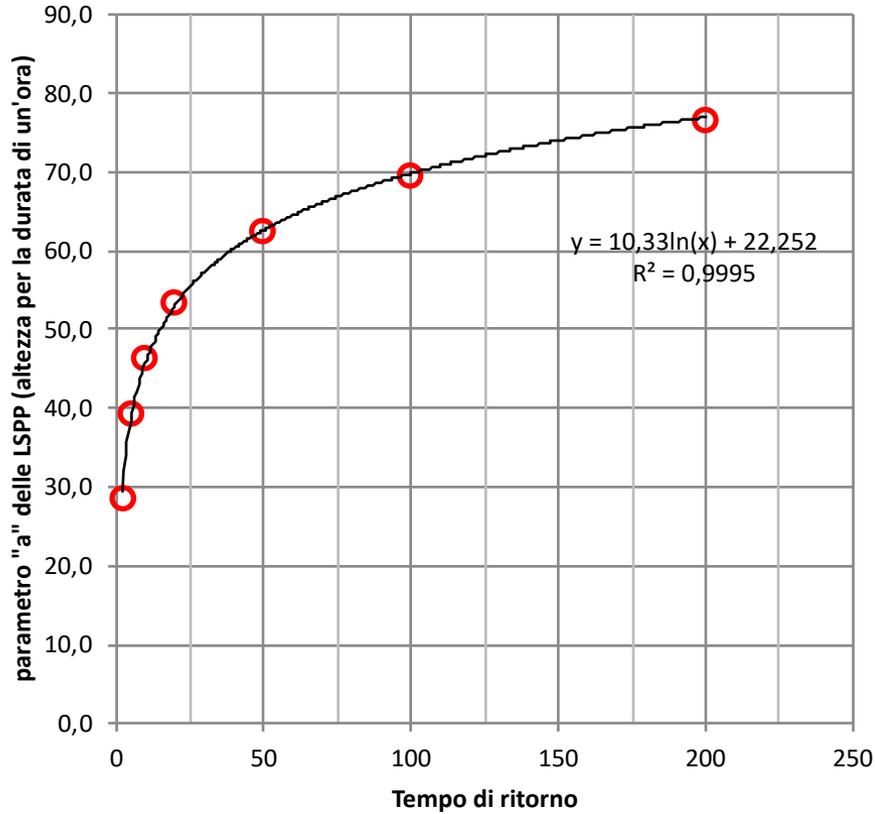


$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

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

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,  $\alpha$ ,  $\varepsilon$ ,  $k$  sono i parametri della distribuzione GEV adottata.

Per le durate inferiori all'ora occorre adottare  $n=0,5$



Incremento da 2 a 50 anni: **217% circa**  
 Incremento da 10 a 50 anni: **135% circa**  
 Incremento da 50 a 100 anni: **111% circa**



## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Baranzate (MI)*  
 Coordinate: X: 1508262, Y: 5041569

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>  
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario: 30,860001  
**N - Coefficiente di scala 0.31030**  
 GEV - parametro alpha: 0,2958  
 GEV - parametro kappa: -0,0231  
 GEV - parametro epsilon: 0,82190001

**Linea segnatrice**  
 Tempo di ritorno (anni) di progetto: **50**  
**Evento pluviometrico**  
 Durata dell'evento (ore):   
 Precipitazione cumulata (mm):

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:  
<http://idro.arpalombardia.it/manualisp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.p](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.p)

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.93077	1.27336	1.50516	1.73133	2.02971	2.25755	2.48825	2.02970865
Durata (ore) TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni	
0	8.29	11.34	13.41	15.42	18.08	20.11	22.17	18.0816898
0.3	14.36	19.65	23.22	26.71	31.32	34.83	38.39	31.3184054
0.5	20.31	27.79	32.84	37.78	44.29	49.26	54.30	44.2909137
0.8	24.88	34.03	40.23	46.27	54.25	60.33	66.50	54.2450694
1.0	28.7	39.3	46.4	53.4	62.6	69.7	76.8	62.6368108
2	35.6	48.7	57.6	66.2	77.7	86.4	95.2	77.667485
3	40.4	55.3	65.3	75.1	88.1	98.0	108.0	88.080619
4	44.2	60.4	71.4	82.1	96.3	107.1	118.1	96.3050025
5	47.3	64.7	76.5	88.0	103.2	114.8	126.5	103.209583
6	50.1	68.5	81.0	93.2	109.2	121.5	133.9	109.216929
7	52.5	71.9	85.0	97.7	114.6	127.4	140.5	114.568058
8	54.8	74.9	88.6	101.9	119.4	132.8	146.4	119.414881
9	56.8	77.7	91.9	105.7	123.9	137.8	151.8	123.860001
10	58.7	80.3	94.9	109.2	128.0	142.3	156.9	127.976323
11	60.4	82.7	97.8	112.4	131.8	146.6	161.6	131.817714
12	62.1	85.0	100.4	115.5	135.4	150.6	166.0	135.425225
13	63.7	87.1	103.0	118.4	138.8	154.4	170.2	138.830935
14	65.1	89.1	105.3	121.2	142.1	158.0	174.2	142.06044
15	66.6	91.1	107.6	123.8	145.1	161.4	177.9	145.134528
16	67.9	92.9	109.8	126.3	148.1	164.7	181.5	148.070334
17	69.2	94.7	111.9	128.7	150.9	167.8	185.0	150.882171
18	70.4	96.4	113.9	131.0	153.6	170.8	188.3	153.582129
19	71.6	98.0	115.8	133.2	156.2	173.7	191.5	156.180521
20	72.8	99.6	117.7	135.4	158.7	176.5	194.5	158.686226
21	73.9	101.1	119.5	137.4	161.1	179.2	197.5	161.106948
22	75.0	102.5	121.2	139.4	163.4	181.8	200.4	163.449419
23	76.0	104.0	122.9	141.4	165.7	184.3	203.2	165.71956
24	77.0	105.3	124.5	143.2	167.9	186.8	205.9	167.922609

coeff a h > 1 ora

A partire dalle piogge di progetto (**afflussi**) occorre arrivare alle portate (**deflussi**) circolanti in rete e quindi all'idrogramma di progetto con il relativo volume.

Occorre adottare **idonei criteri** di scelta:

- dello **ietogramma di progetto** e della sua **durata complessiva** a partire dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area in esame;
- della procedura di calcolo dello **ietogramma netto** in funzione delle perdite idrologiche per accumuli iniziali e per infiltrazione, in relazione alle tipologie del suolo e della urbanizzazione in progetto;
- del **modello di trasformazione afflussi netti-deflussi** idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell'idrogramma complessivo  $Q_e(t)$  in corrispondenza della sezione di ingresso nell'invaso di laminazione in progetto.

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 o l'adozione dei **coefficienti di deflusso** fissati, indicati nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento;
- il modello di trasformazione aree – tempi (**metodo di corrivazione**) del bacino

Il **metodo della corrivazione** tiene conto soltanto del fenomeno del ritardo, inteso come il tempo necessario al trasferimento dei volumi di acqua che cadono nei vari punti dell'area colante fino alla sezione di chiusura del collettore.

Esso si basa sulle seguenti ipotesi:

- La formazione della piena è dovuta **solo al trasferimento** di volumi d'acqua;
- Ogni goccia di pioggia che cade sulla superficie segue un **percorso invariabile nel tempo** e che dipende solo dal punto in cui essa è caduta;
- La velocità con cui la goccia si muove lungo la superficie non è influenzata dalla presenza di altre gocce;
- Il tempo di ritorno della portata è uguale al tempo di ritorno della pioggia da cui deriva.

Le suddette ipotesi equivalgono ad assumere la linearità del modello.

$$Q = \phi A i(t_d)$$

dove **A** è la superficie interessata

$\phi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale per la valutazione delle perdite idrologiche

$i(t_d)$  è l'intensità di pioggia associata al tempo di corrivazione

Il tempo  $t_c$  impiegato da una goccia a raggiungere, dal punto in cui cade, la sezione di chiusura viene detto **tempo di corrivazione**.

Si definisce **tempo di corrivazione** dell'area colante  $t_c$  il massimo tra i tempi di corrivazione di tutti i punti dell'area colante.

Ai fini dell'applicazione del modello della corrivazione per il progetto e la verifica delle reti di drenaggio urbano, di solito il tempo di corrivazione del bacino colante si considera somma di un **tempo di ingresso in rete** (o di ruscellamento)  $t_r$  e di un **tempo di percorrenza**  $t_p$ .

$$t_c = t_r + t_p$$

Il tempo di ingresso in rete, che dipende dall'estensione dell'area colante, dalla sua pendenza, dalla densità di opere di drenaggio secondarie (caditoie stradali, pluviali ecc..), si assume di solito compreso tra i **5** e i **15 minuti**.

A questo si aggiunge il tempo impiegato dall'acqua a percorrere la rete di drenaggio sino al punto di calcolo, che può essere valutato in funzione della lunghezza massima della rete  $L$  e della velocità presunta del moto dell'acqua nel collettore  $V$  (che può essere stimata con il moto uniforme o con valori di letteratura, variabili generalmente tra 0,5 e 1,5 m/s)

$$T_p = L/V$$

## Valori standard dei coefficienti di deflusso



$\phi$  = 1 per **superfici impermeabili** (tetti, coperture, pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi)

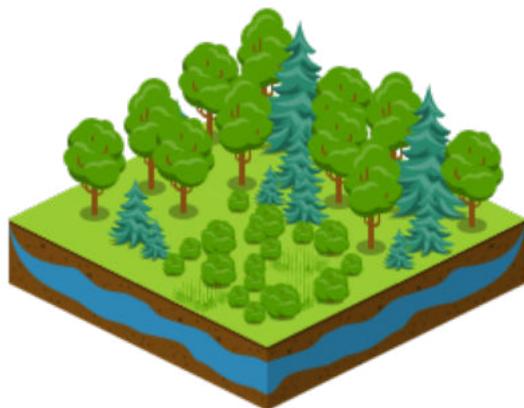


$\phi$  = 0,7 per **pavimentazioni drenanti** o semipermeabili, tetti verdi su solette, aree destinate ad infiltrazione delle acque

## Valori standard dei coefficienti di deflusso



$\phi = 0,3$  per **aree permeabili** di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistema di raccolta e collettamento delle acque, escludendo dal computo superfici incolte e quelle di uso agricolo



$\phi = 0$  per **superfici incolte** o di **uso agricolo**



Il **dimensionamento dell'invaso di laminazione** (allegato G) avviene applicando le equazioni seguenti al fine di computare l'idrogramma uscente  $Q_u(t)$  dalla bocca (o dall'insieme delle bocche) di scarico dell'invaso 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 vaso 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:

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

- **equazione differenziale di continuità:**

- **legge di efflusso** che governa le opere p  $Q_u = Q_u[H(t)]$  scarico dall'invaso o in generale allo svuotamento dell'invaso: (2)

- **curva d'invaso**, esprime il legame ge  $W = W[H(t)]$  a il volume invasato ed il battente idrico  $H$  nell'invaso: (3)

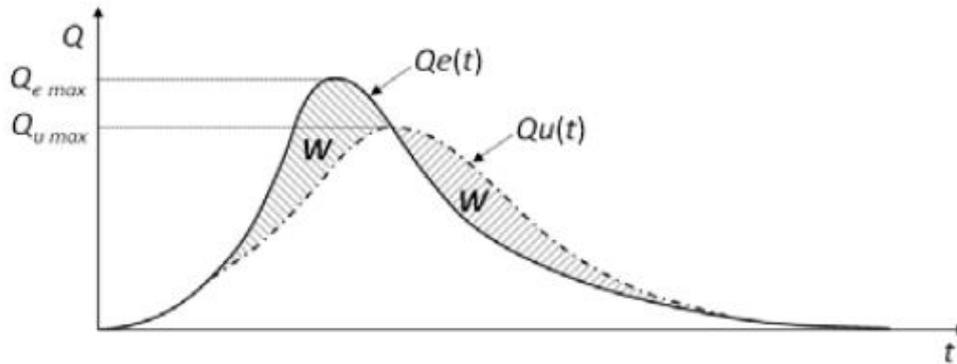
$Q_e(t)$  rappresenta la portata entrante,  $Q_u(t)$  quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso,  $W(t)$  il volume invasato,  $H(t)$  il battente idrico nell'invaso.

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.

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.

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  $Q_{u,max}$



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.

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.

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

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

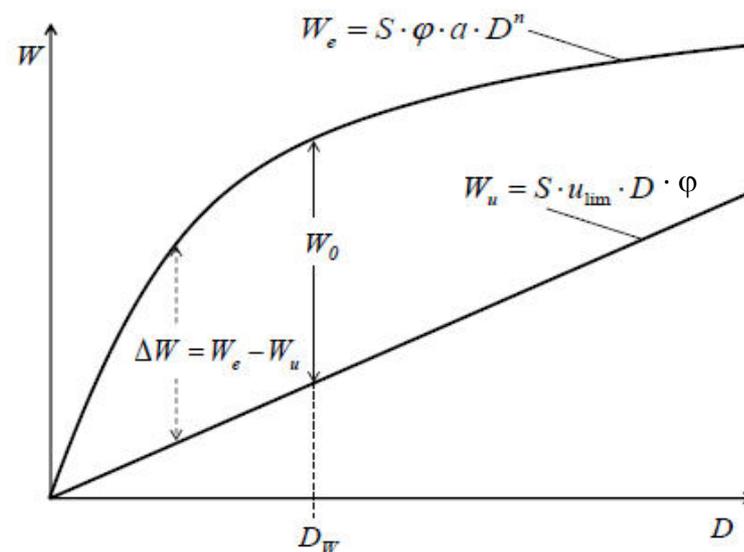
- l’onda uscente  $Q_u(t)$  è anch’essa un’onda rettangolare caratterizzata da una portata costante  $Q_{u,lim}$  (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all’articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente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

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

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.



Individuazione con il metodo delle sole piogge dell’evento critico  $\Delta W$  e del corrispondente volume critico  $W_0$  di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

# CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO

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  $\Delta W$  che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento

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

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

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

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

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

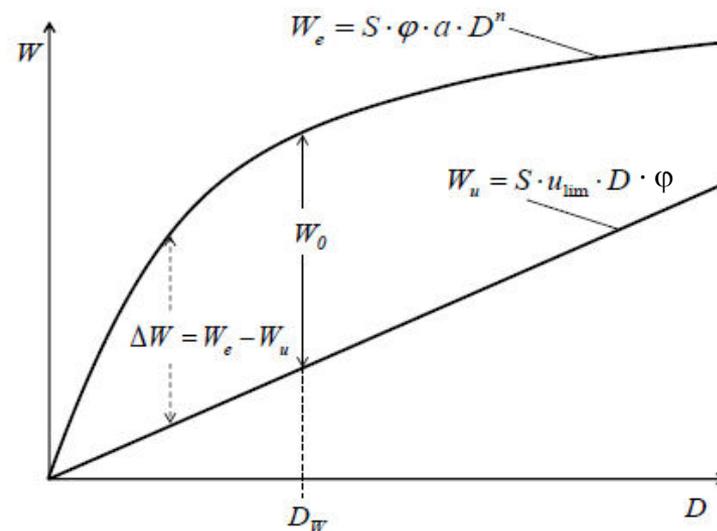
Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

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

le equazioni (4) e (5) diventano:

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

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



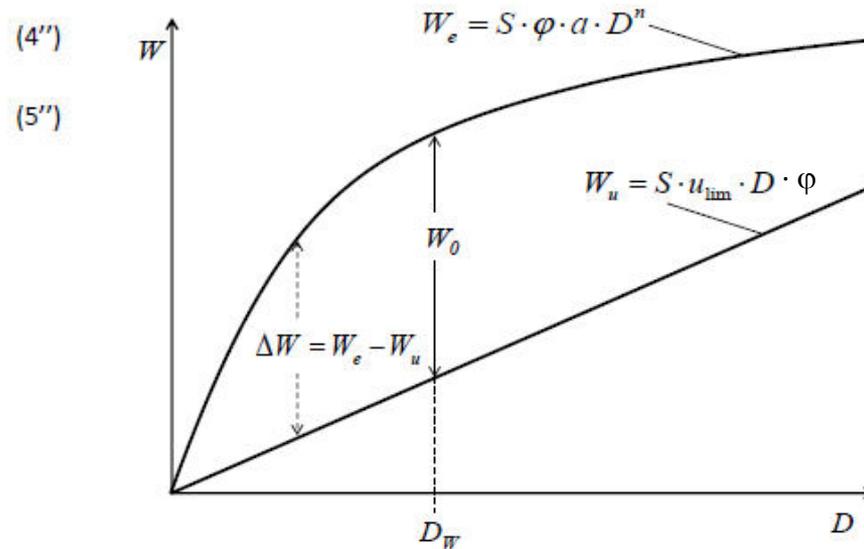
# CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO

Introducendo in esse la portata specifica di scarico  $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$  (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso  $w_0 = W_0/S$  (in m<sup>3</sup>/ha) si ha:

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

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

Nota: al termine verificare che il parametro  $n$  della LSPP sia coerente con la durata  $D_w$  risultante dal calcolo ( $n=0,5$  per le durate inferiori all'ora)



Occorre infine confrontare il volume di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (800 mc per ettaro impermeabile nelle aree A, 600 mc per aree B e 400 mc per aree C)

## Tipologie costruttive delle opere di gestione del drenaggio urbano



### SISTEMI NATURALI SOSTENIBILI PER ACQUE DI DILAVAMENTO URBANO (SUDS)



Area di ritenzione vegetata, porto di Seattle, WA, USA



Piccolo stagno e zona umida, Malmö, Svezia



Raccolta acque meteoriche e giochi d'acqua Postdammer Platz – Berlino, Germania



Wetland e stagno in area industriale



SUDS per un parcheggio, Portland, Oregon, USA



Trincea filtrante – Western Harbour, Malmö



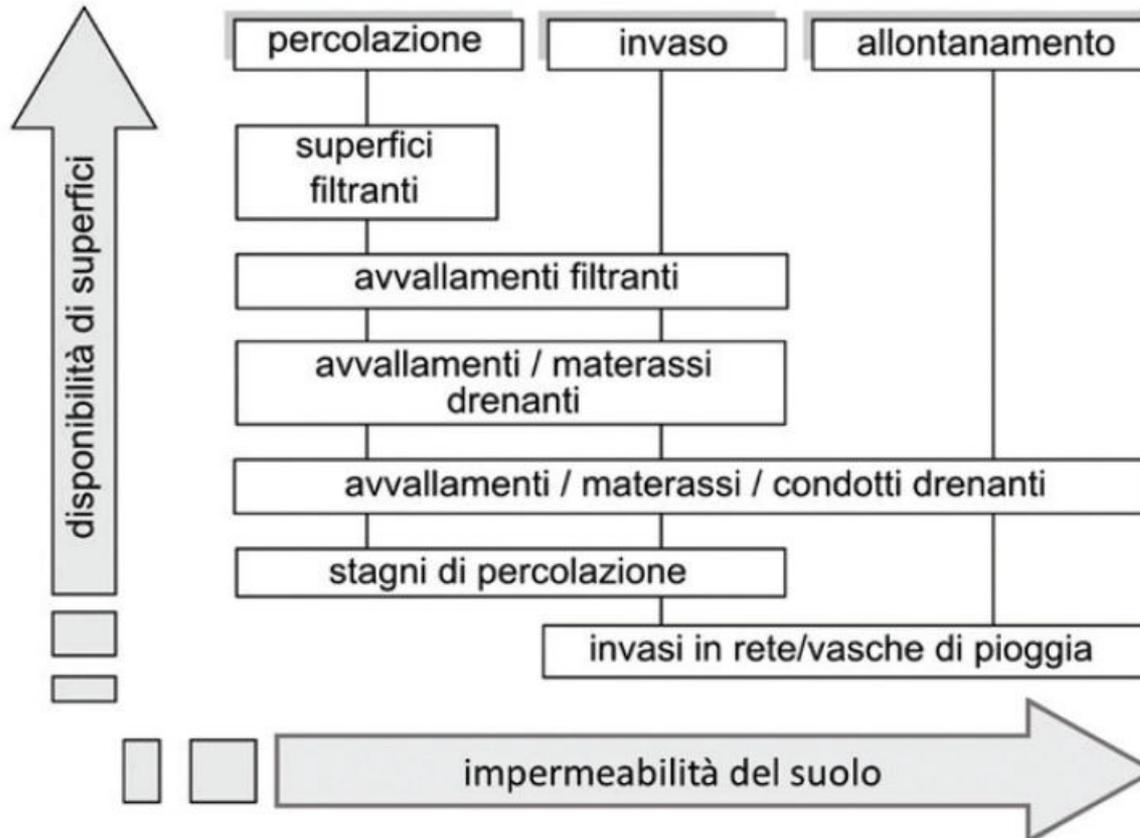
Rain garden – Portland, Oregon, USA



Canale vegetato in area urbana, Zurigo, Svizzera

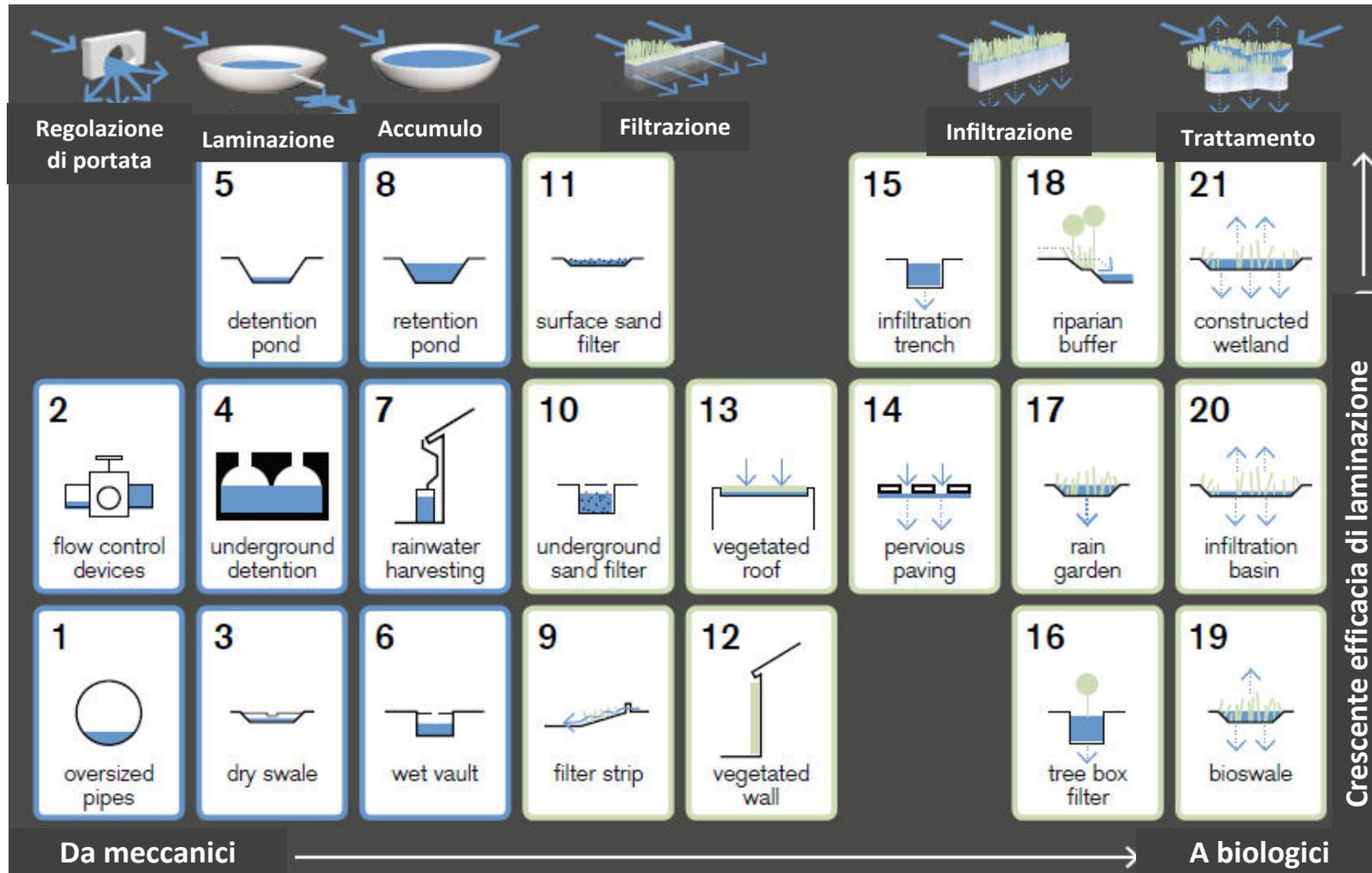


# Tipologie costruttive delle opere di gestione del drenaggio urbano: caratteristiche del territorio e scelte progettuali



*Associazione tra vari sistemi tecnici di gestione decentralizzata delle acque pluviali, correlati alla permeabilità del suolo ed alla disponibilità di superfici (Tratto da Di Fidio e Bischetti 2012)*

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

1

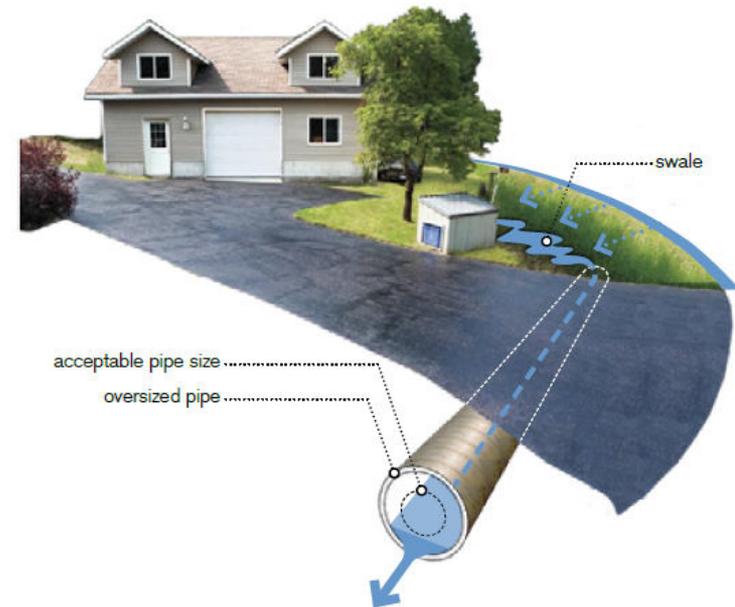


oversized pipes

SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE

Condotte sovradimensionate

- Funzione di laminazione delle portate
- Utilizzabile nei casi in cui non è possibile ricorrere alla sola infiltrazione
- Richiede periodiche operazioni di pulizia del materiale accumulato



**Fonte:** LID Low Impact Development -a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

2

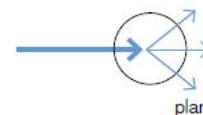


flow control devices

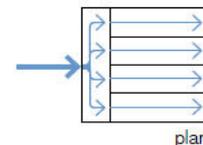
## SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE

### Manufatti di regolazione dello scarico

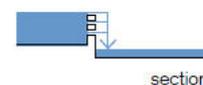
- Funzione di limitazione della portata scaricata
- Vanno accuratamente scelti in base alla portata che si vuole far defluire verso valle (per portate basse è necessario valutare l'ipotesi del sollevamento)
- Richiede frequenti operazioni di pulizia del materiale accumulato



**flow splitter**  
 self-activating flow control device in either a manhole or catch basin for restricting or redistributing site runoff to meet the pre-development rate



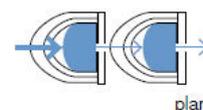
**level spreader and rock swale**  
 level spreaders and rock swales convert concentrated runoff, typically from stormwater pipe outlets, into sheet flow



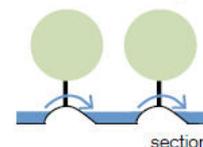
**permeable weir**  
 typically constructed from treated lumber, with spaces between each timber to provide slow passage of stormwater through long, narrow openings



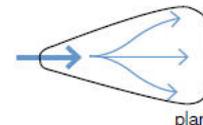
**curb**  
 street curbs typically line street edges; however, they can be cut and shaped to allow for water passage into a LID facility *Curb Alternatives* pp. 96-97



**check dam**  
 small dams constructed across a ditch or swale to slow and temporarily hold water during larger storm events



**tree mound**  
 trees planted on mounds within a swale, bioswale, or ditch can act as natural check dams, attenuating stormwater flow



**splash block and riprap**  
 splash blocks and riprap absorb the energy from concentrated runoff caused by rain leaders and pipes

Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

3

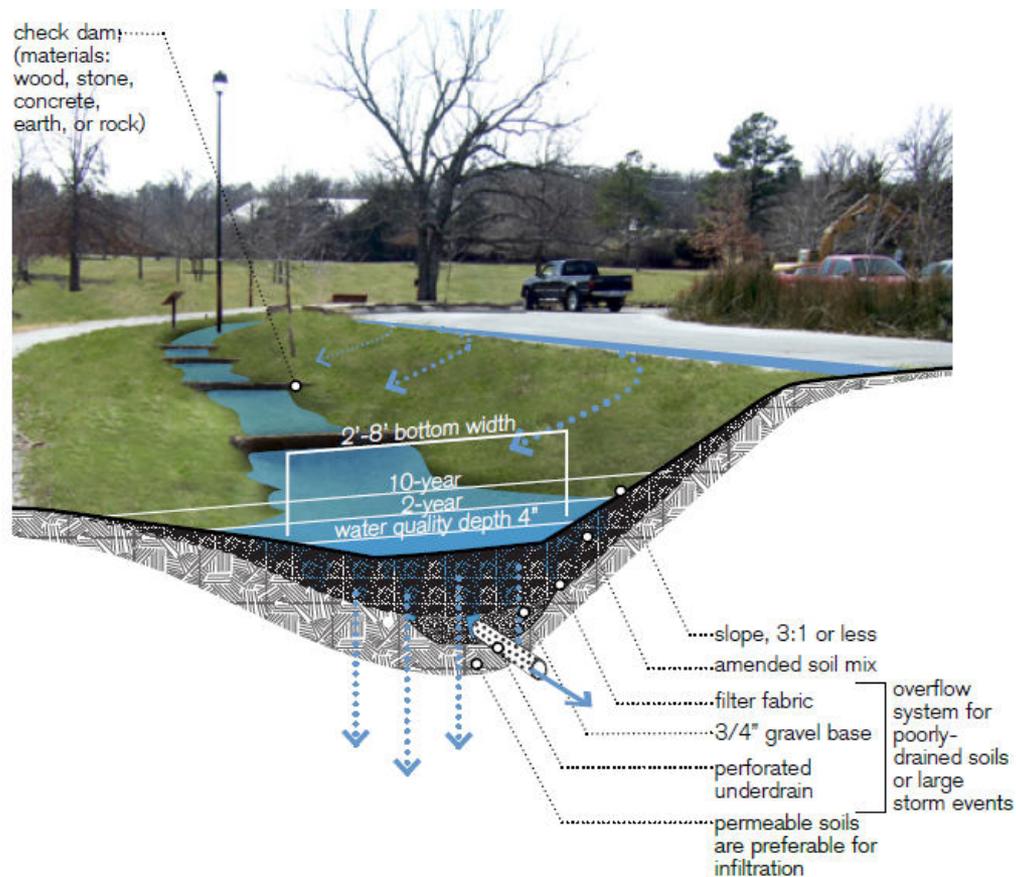


dry swale

SISTEMI DI LAMINAZIONE

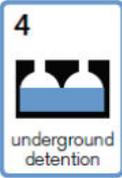
Fossi disperdenti

- Funzione di laminazione e infiltrazione
- Funzione di miglioramento della qualità delle acque
- Consente laminazione di volumi generalmente modesti
- Favorisce la creazione di ecosistemi
- Richiede manutenzione del verde e verifica di eventuale erosione delle sponde



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato

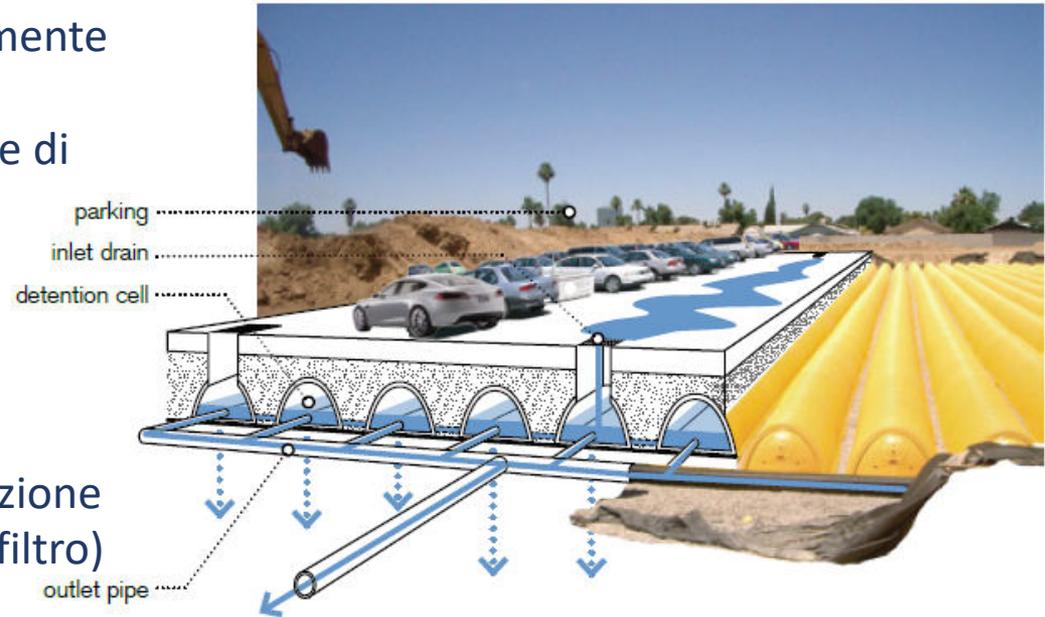
# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



SISTEMI DI LAMINAZIONE

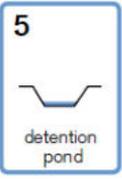
VASCHE PREFABBRICATE DISPERSENTI

- Funzione di laminazione e eventualmente di infiltrazione
- Ampio utilizzo per laminazione acque di parcheggi
- Consente laminazione di volumi significativi
- Favorisce la sedimentazione di solidi sospesi
- Richiede pulizia del fondo (manutenzione ridotta se a monte è posizionato un filtro)



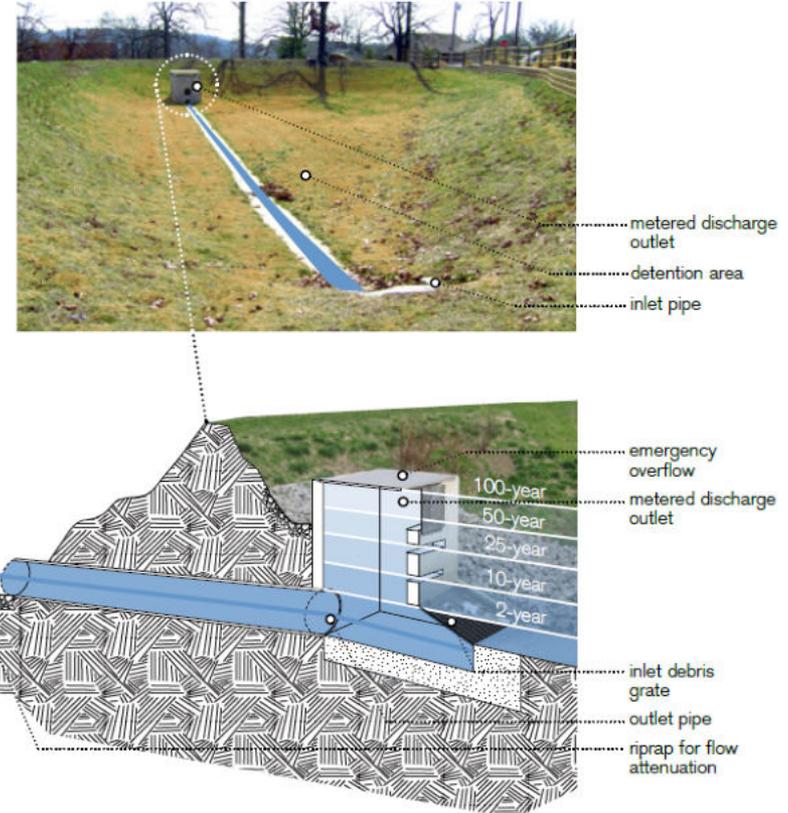
**Fonte:** LID Low Impact Development -a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



SISTEMI DI LAMINAZIONE  
Bacino di laminazione

- Funzione di laminazione e eventualmente di infiltrazione
- Consente laminazione di volumi significativi
- Favorisce la sedimentazione di solidi sospesi
- Richiede periodica pulizia del fondo



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

6

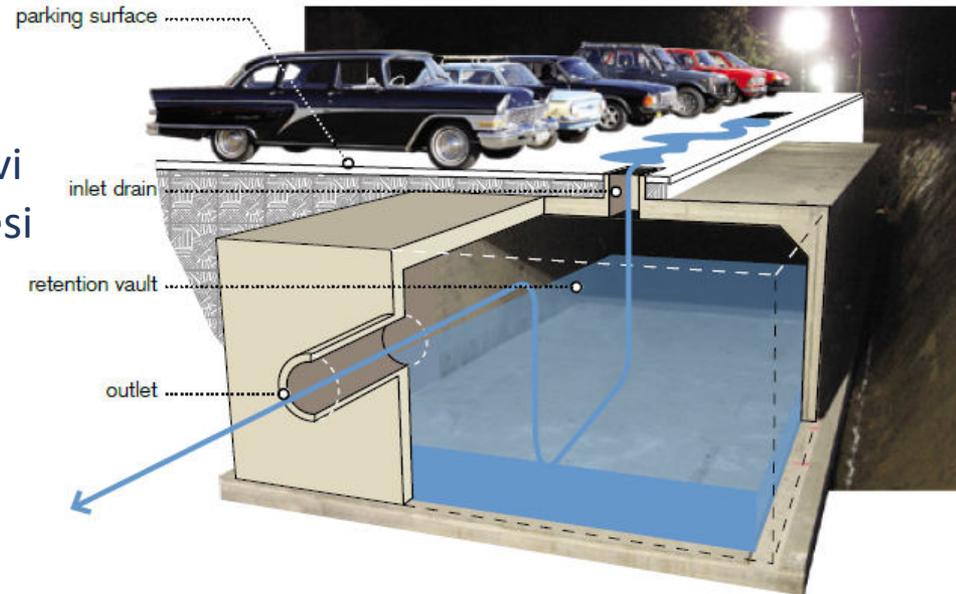


wet vault

SISTEMI DI LAMINAZIONE

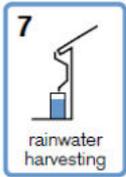
Vasca volano interrata

- Funzione di laminazione
- Consente laminazione di volumi significativi
- Favorisce la sedimentazione di solidi sospesi
- Richiede periodica pulizia del fondo ed è auspicabile l'installazione di un sistema di lavaggio



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



## SISTEMI DI ACCUMULO

### Serbatoi di accumulo di acque piovane

- Funzione prevalente di accumulo per riutilizzo
- Generalmente usato per tetti o coperture (modesti volumi)
- Intercetta le acque meteoriche direttamente alla fonte



**rain barrel**  
typically a 50-gallon barrel that can be utilized at each downspout of a building



**slim tank**  
a slim tank provides smaller storage facilities that can be distributed around the building



**plastic, fiberglass, metal, or wood cistern**  
most common means of rainwater storage and typically used in above grade applications



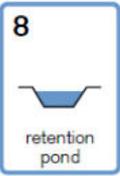
**precast ferrocement septic tank**  
cement septic tank used instead for rainwater harvesting and can be installed below grade or above the ground



**bladder tank**  
bladders do not require structure and can be placed in any location, thus are an affordable and attractive alternative to other fixed tank systems

**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



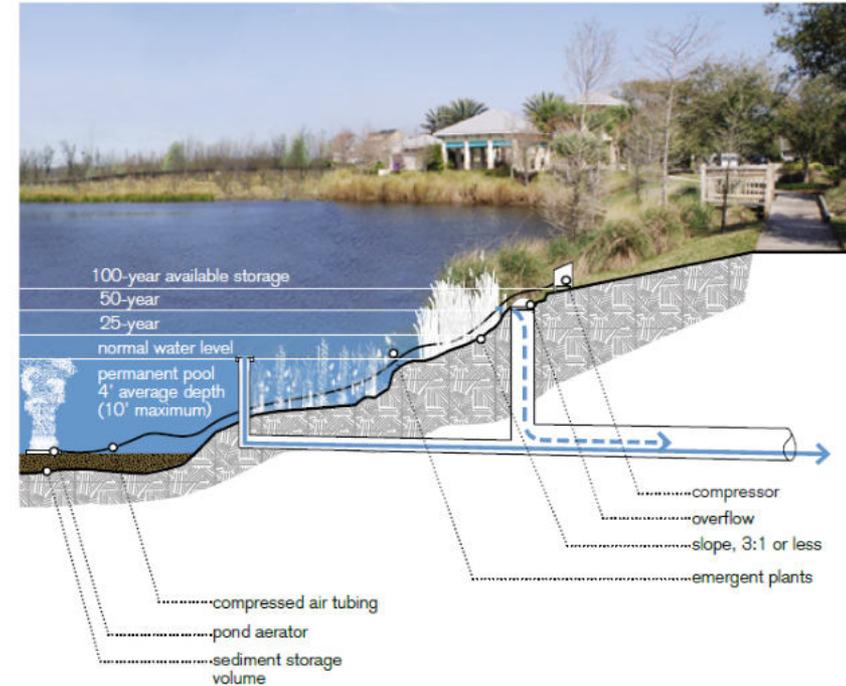
## SISTEMI DI ACCUMULO

### Bacini di accumulo

- Funzione prevalente di accumulo per riutilizzo. Per avere anche funzione di laminazione deve essere sovradimensionato in modo da avere sempre un volume libero pari ad almeno il volume richiesto per la riduzione delle portate al picco



Bacino di accumulo con funzione di vasca volano di Gorla Maggiore (progetto IRIDRA S.r.l. – Studio Majone Ing. Ass.)



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

9

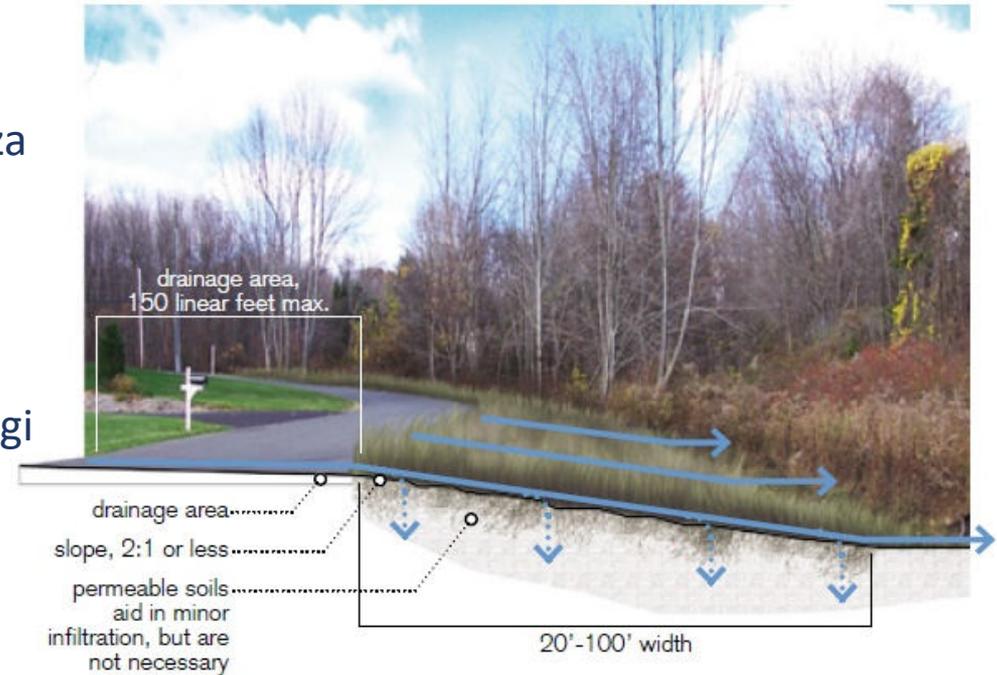


filter strip

SISTEMI DI FILTRAZIONE

Fascia filtro

- Fascia inerbita o vegetata con pendenza modesta che convoglia le acque di drenaggio verso fossi attenuando l'energia del deflusso e trattenendo i sedimenti
- Spesso usato a bordo strada e parcheggi



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

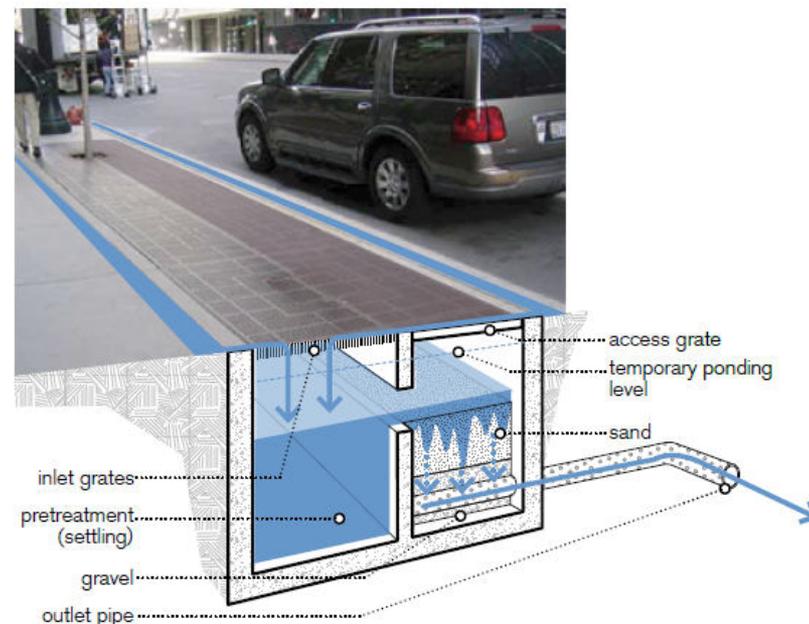
10



SISTEMI DI FILTRAZIONE

Filtro a sabbia interrato

- Filtro a sabbia con funzione di filtrazione e accumulo di acque di prima pioggia
- Rimozione di inquinanti e sedimenti



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

11

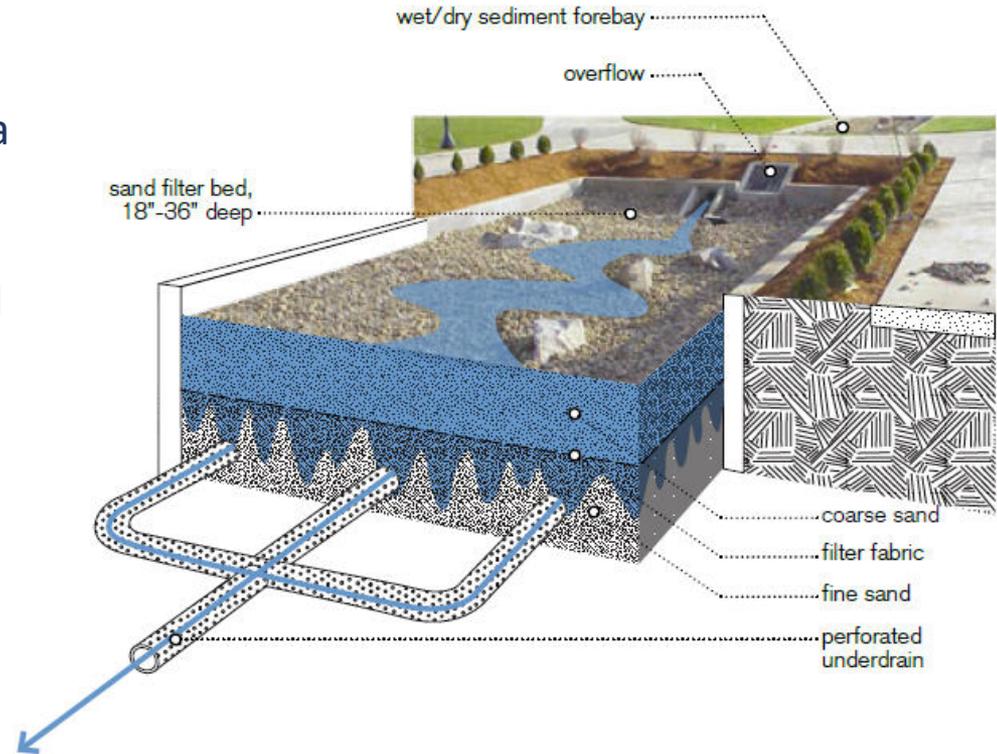


surface sand filter

SISTEMI DI FILTRAZIONE

Filtro a sabbia a cielo aperto

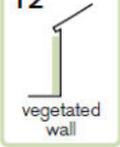
- Filtro a sabbia con funzione di filtrazione e accumulo di acque di prima pioggia
- Rimozione di inquinanti e sedimenti
- Richiede corretto dimensionamento del filtro per evitare fenomeni di clogging



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

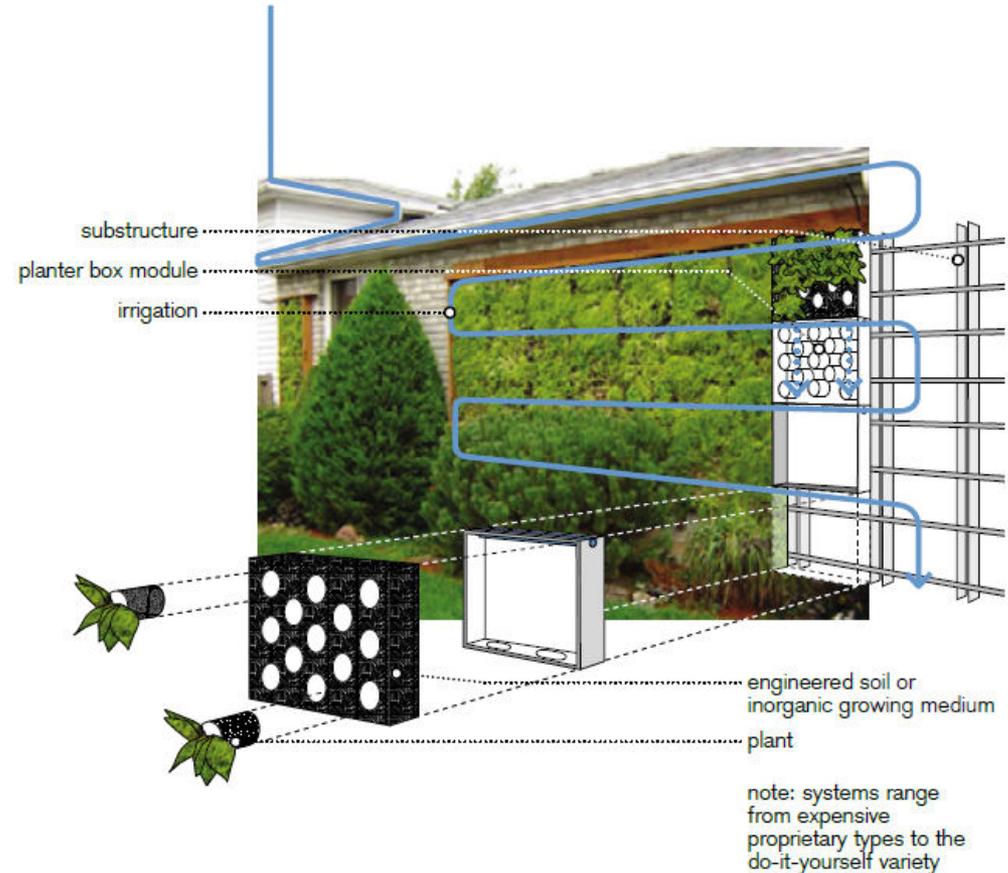
12



SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE

Pareti vegetate

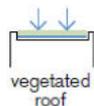
- Effetti prevalenti sulla regolazione di temperatura dell'edificio e di scarsa rilevanza sulla gestione delle acque meteoriche



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

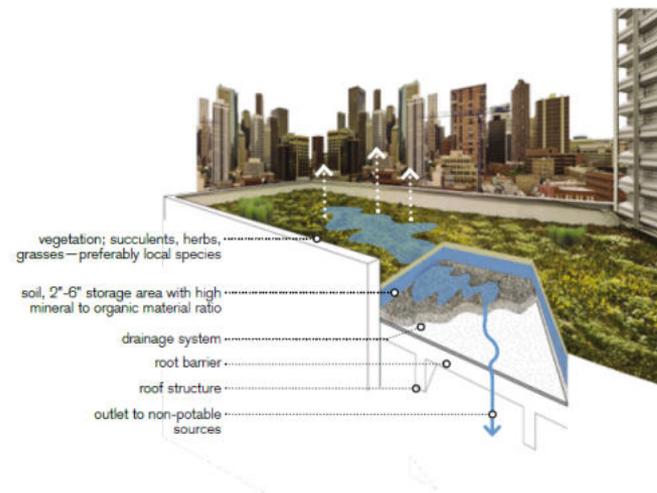
13



SISTEMI DI FILTRAZIONE

Tetti verdi

- funzione di filtrazione e accumulo di acque
- Funzione di termo regolazione
- Consente il trattenimento di sedimenti e inquinanti

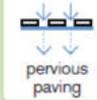


Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center) modificato



# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

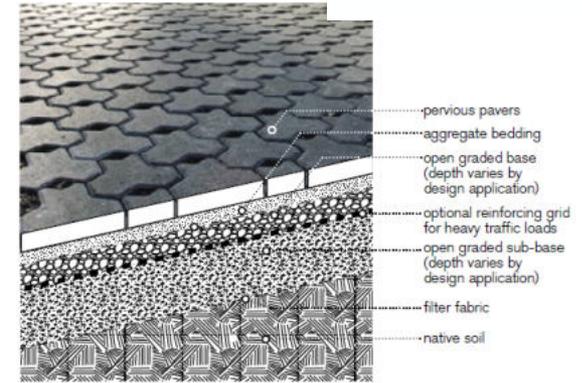
14



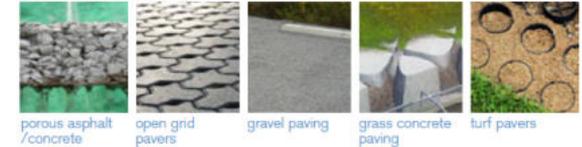
## SISTEMI DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE

### Parcheggi drenanti

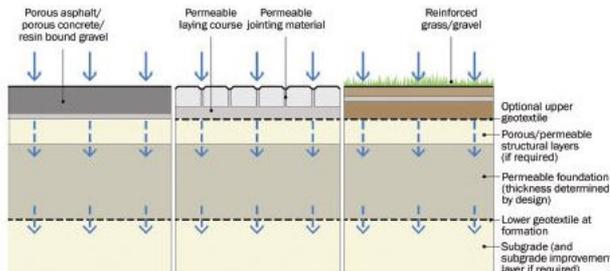
- funzione di infiltrazione filtrazione e accumulo di acque
- Particolarmente indicato per i parcheggi
- Necessaria manutenzione per ridurre i rischi di fenomeno di clogging
- Attenzione nelle operazioni di manutenzione stradale per non danneggiare il sistema
- Il substrato può essere sia filtrante che impermeabilizzato



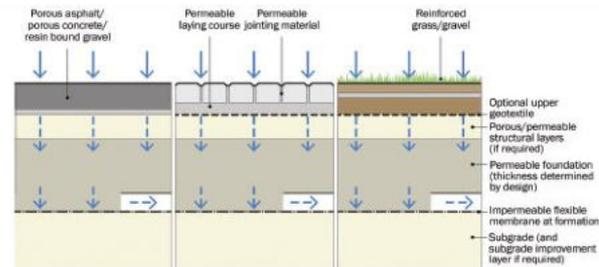
pervious surface materials



Infiltrazione totale

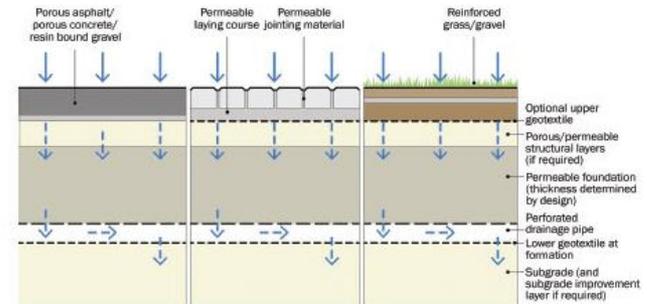


Assenza di infiltrazione



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center); The SuDS Manual C753 - Ciria

Infiltrazione parziale



# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

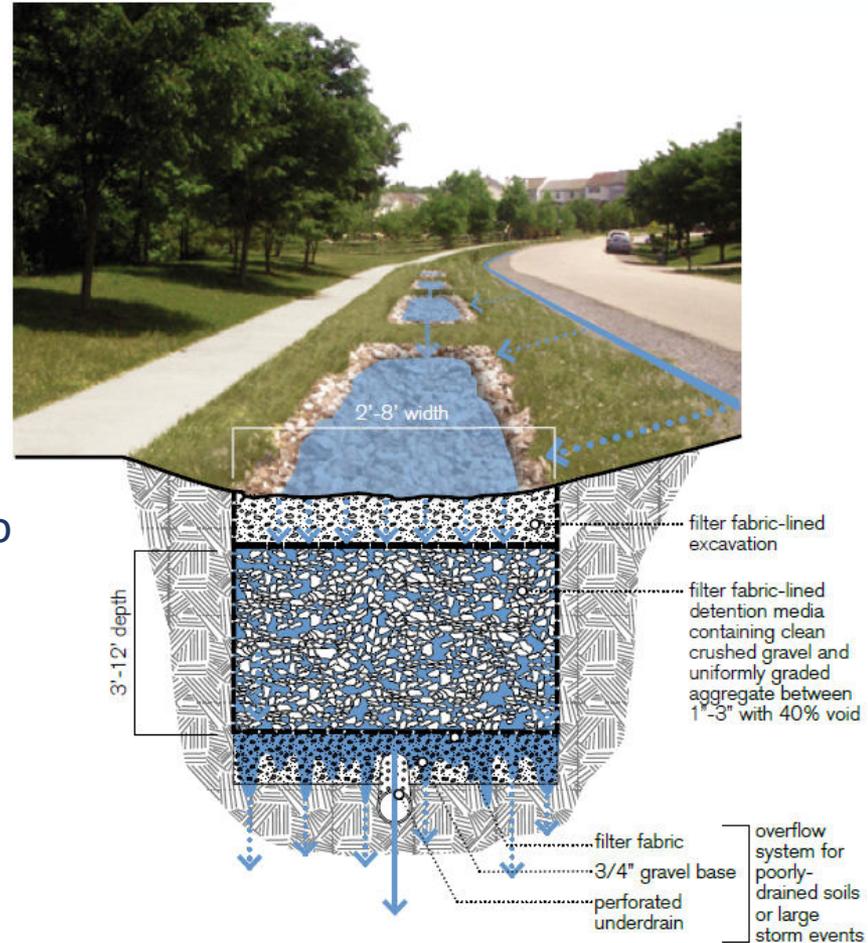
15



SISTEMI DI INFILTRAZIONE

Trincee infiltranti

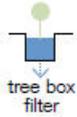
- Funzione di laminazione e infiltrazione
- Funzione di miglioramento della qualità delle acque
- Consente laminazione di volumi generalmente modesti
- Richiede meno manutenzione se accoppiate a strutture di pretrattamento a monte



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas  
(University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

16

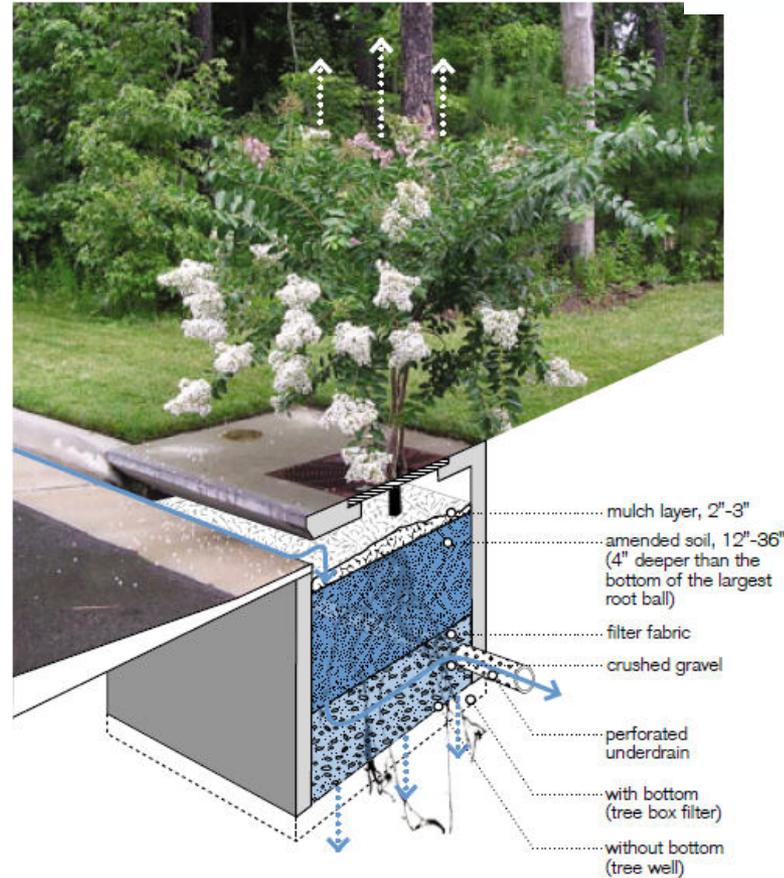


tree box filter

SISTEMI DI INFILTRAZIONE

Tree box filter

- Funzione di infiltrazione
- Funzione di miglioramento della qualità delle acque
- Richiedono manutenzione (vita della pianta =5/10 anni)



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

17

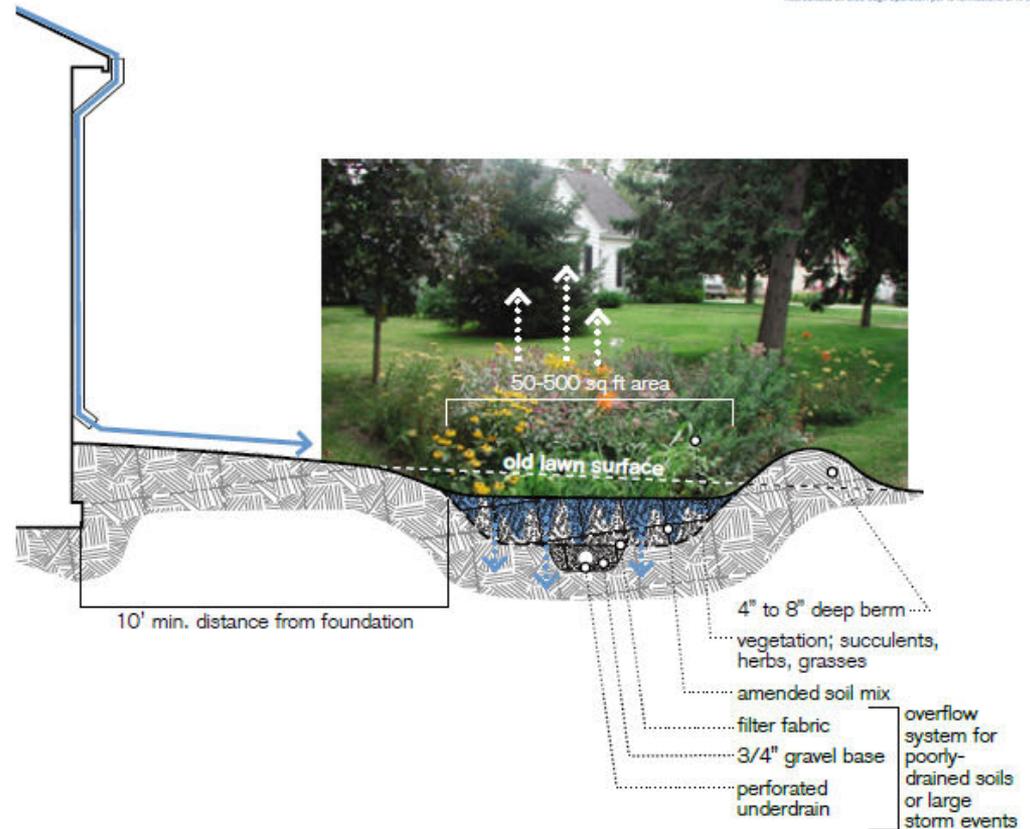


## SISTEMI DI INFILTRAZIONE

### Rain garden

- Funzione di infiltrazione
- Funzione di miglioramento della qualità delle acque
- Da realizzare a una distanza minima di 3 m da edifici per prevenire infiltrazioni vicino alle fondazioni e lontano da grandi alberi per favorire l'esposizione alla luce solare

## URBANO



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

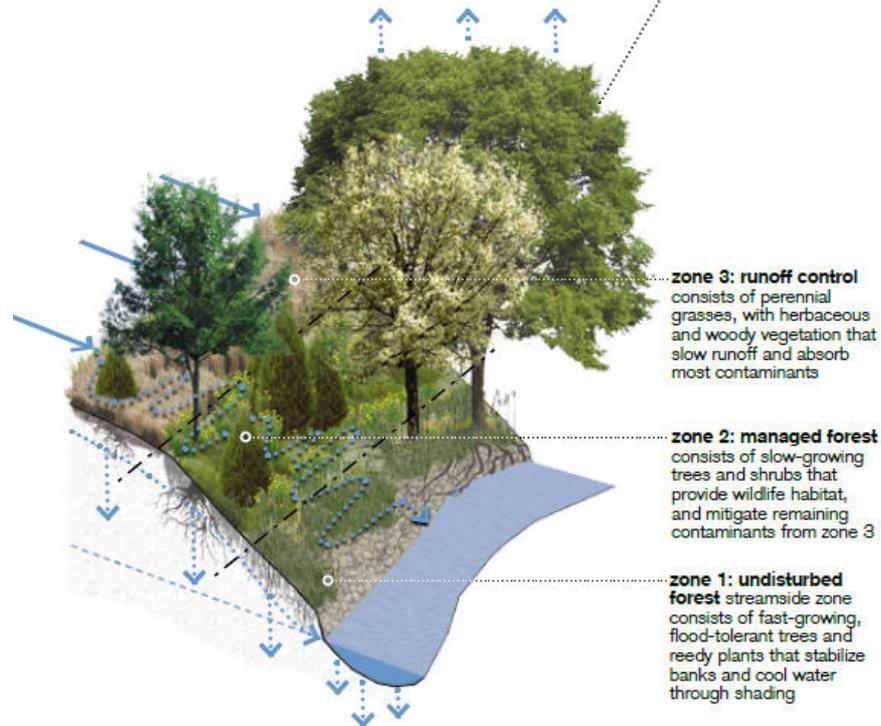
# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO



## SISTEMI DI INFILTRAZIONE

### Fascia di vegetazione riparia

- Funzione di infiltrazione
- Funzione di miglioramento della qualità delle acque
- Stabilizzano le sponde del corso d'acqua, prevenendo erosioni
- Favoriscono la vita acquatica
- Richiedono manutenzione se in prossimità di aree urbane



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

19

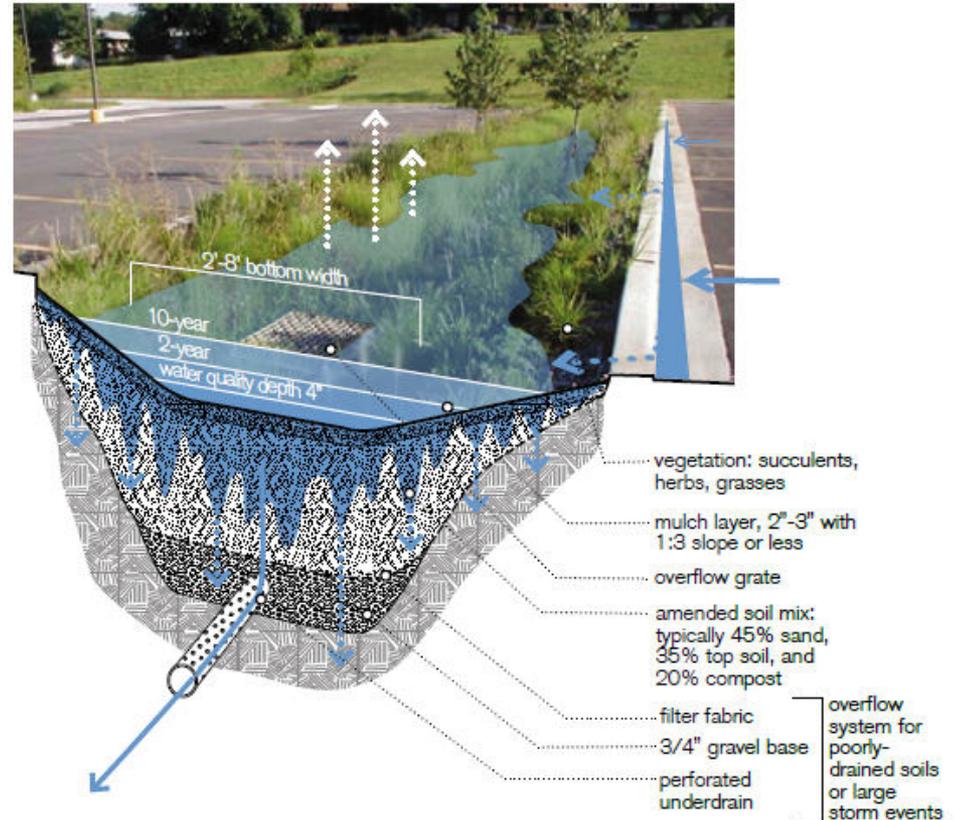


bioswale

SISTEMI DI TRATTAMENTO

Bioswale

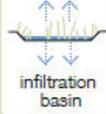
- Funzione di trattamento e trasporto
- Riducono i costi relativi alla realizzazione delle tradizionali infrastrutture di trasporto
- Posizionati lungo strade e parcheggi
- Possono necessitare di un filtro drenante per aumentarne la permeabilità



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

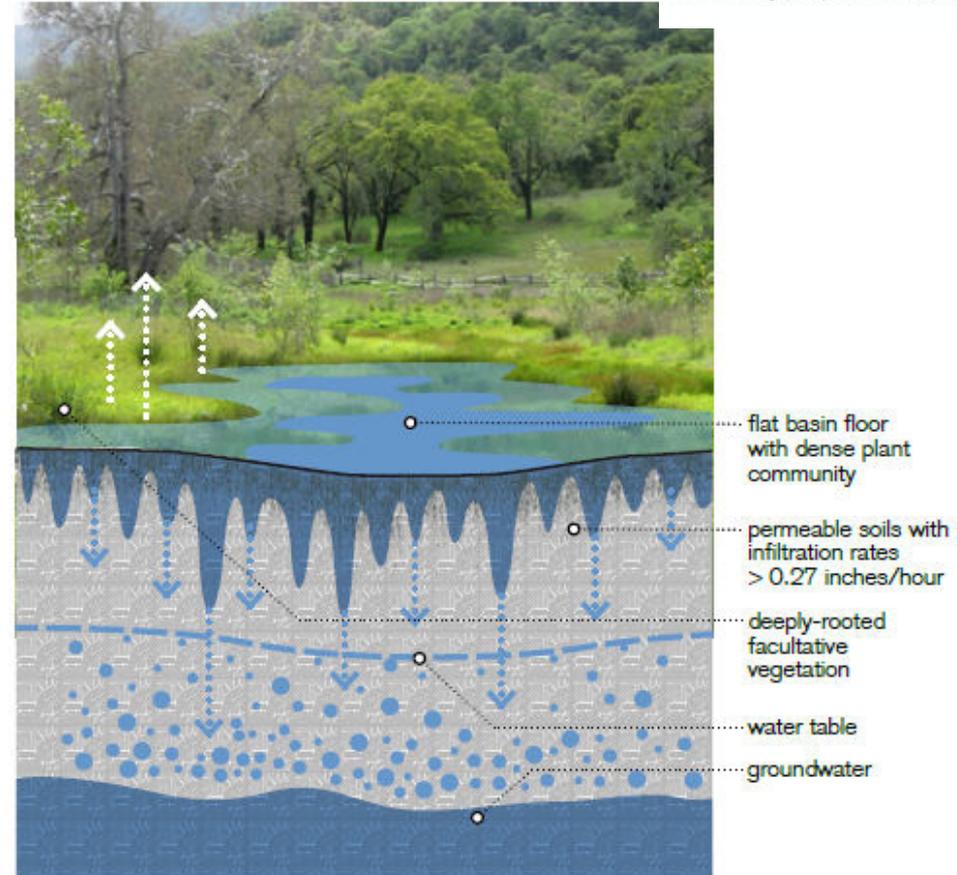
20



SISTEMI DI TRATTAMENTO

Bacini di infiltrazione

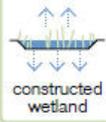
- Funzione di trattamento e infiltrazione
- Possono essere accoppiati a vegetazione per favorire il trattamento delle acque
- A servizio di ampie aree
- Realizzabili in aree con terreni permeabili
- Necessitano di manutenzione e/o sistemi di pretrattamento a monte che evitino il deposito di sedimenti sul fondo
- Richiedono meno manutenzione col crescere della vegetazione



Fonte: LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI GESTIONE DEL DRENAGGIO URBANO

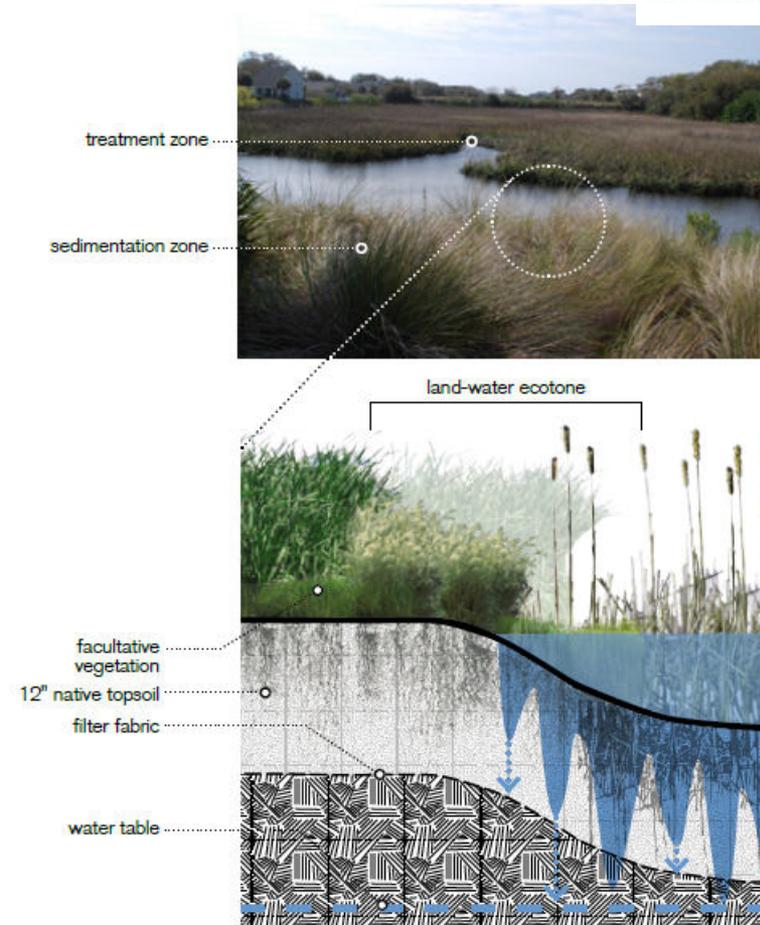
21



SISTEMI DI TRATTAMENTO

Zone umide

- Funzione di trattamento
- Favoriscono la crescita di ecosistemi
- Richiedono ampi spazi per permettere profondità basse
- Necessitano di manutenzione e/o sistemi di pretrattamento a monte che evitino il deposito di sedimenti sul fondo



**Fonte:** LID Low Impact Development - a design manual for urban areas (University of Arkansas Community Design Center)

# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

## Key

- 1 Filter strip and retention pond within residential square
- 2 Permeable paving within residential streets/mews
- 3 Roadside bio-retention tree pits
- 4 Gravel/permeable surfaces within residential square
- 5 Green roofs
- 6 Roof gardens
- 7 Rainwater collection from roofs to treat rain gardens/water butts

- 1 Urban square with permeable paving
- 2 Retention pond with integrated seating
- 3 Rill within pedestrianised shopping street
- 4 Brown roofs within town centre
- 5 Planted road-side bio-retention strips
- 6 Detention basin/infiltration trench
- 7 Green roofs
- 8 Segmented micro-wetland within courtyard
- 9 Filter strip and retention pond within residential square
- 10 Permeable paving within residential street/mews
- 11 Road-side bio-retention tree pits
- 12 Large, naturalised swale within green space
- 13 Wetland areas
- 14 Natural waterway
- 15 Rainwater butt



Figure 4.7  
SuDS in a medium density development setting

- ✓ Progettazione dei Suds integrata con la pianificazione edilizia
- ✓ Integrazione dei vari sistemi per il raggiungimento dell'obiettivo complessivo

*Integration of SuDS into a development*

## SISTEMI NATURALI SOSTENIBILI PER ACQUE DI DILAVAMENTO URBANO (SUDS)



Area di ritenzione vegetata, porto di Seattle, WA, USA



Piccolo stagno e zona umida, Malmö, Svezia



Raccolta acque meteoriche e giochi d'acqua Postdammer Platz – Berlino, Germania



Wetland e stagno in area industriale



SUDS per un parcheggio, Portland, Oregon, USA



Rain garden – Portland, Oregon, USA

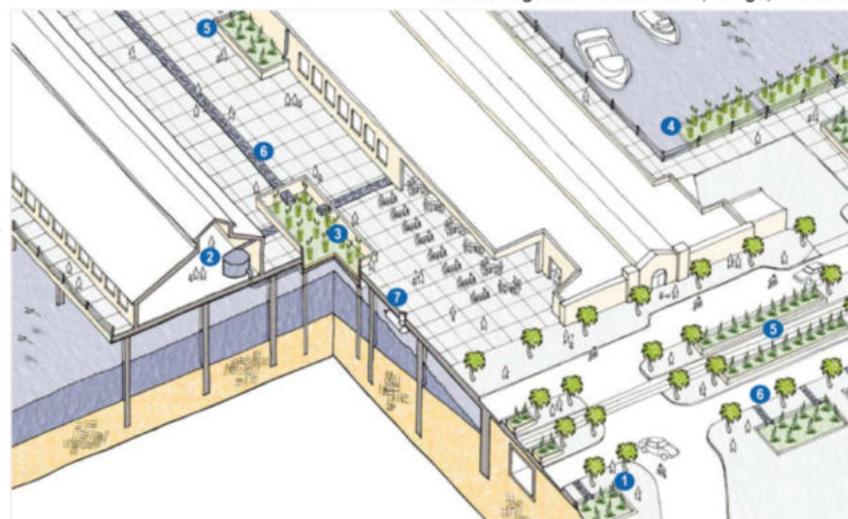


Trincea filtrante – Western Harbour, Malmö

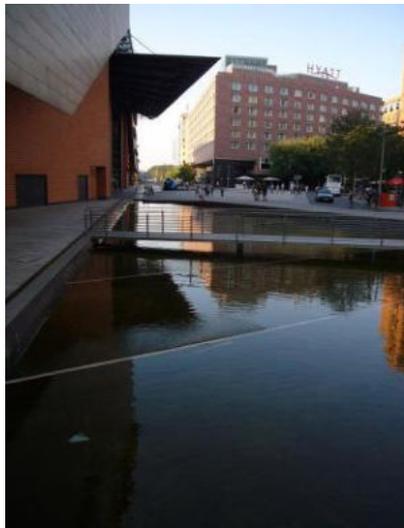


Canale vegetato in area urbana, Zurigo, Svizzera

- 1 Rain garden
- 2 Cisterna per recupero acque dei tetti
- 3 Stagno di ritenzione
- 4 Bio-isole vegetate
- 5 Fascie tampone
- 6 Trincee filtranti
- 7 Moduli filtranti



# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO



Berlino – Postdamer Platz – Vasca di accumulo e volano per acque di pioggia

# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

Trincee e canali



“pond”



“rigolen”



# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

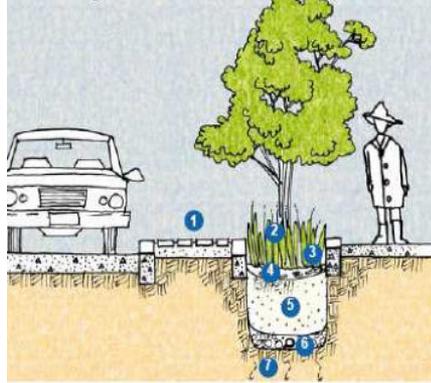


**Trincee filtranti applicate a strade e parcheggi**

# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO



- Ingresso acque meteoriche 1
- Vegetazione 2
- Zona di ristagno 3
- Terreno vegetale 4
- Medium di riempimento 5
- Drenaggio (se non si infiltra) 6
- Infiltrazione 7

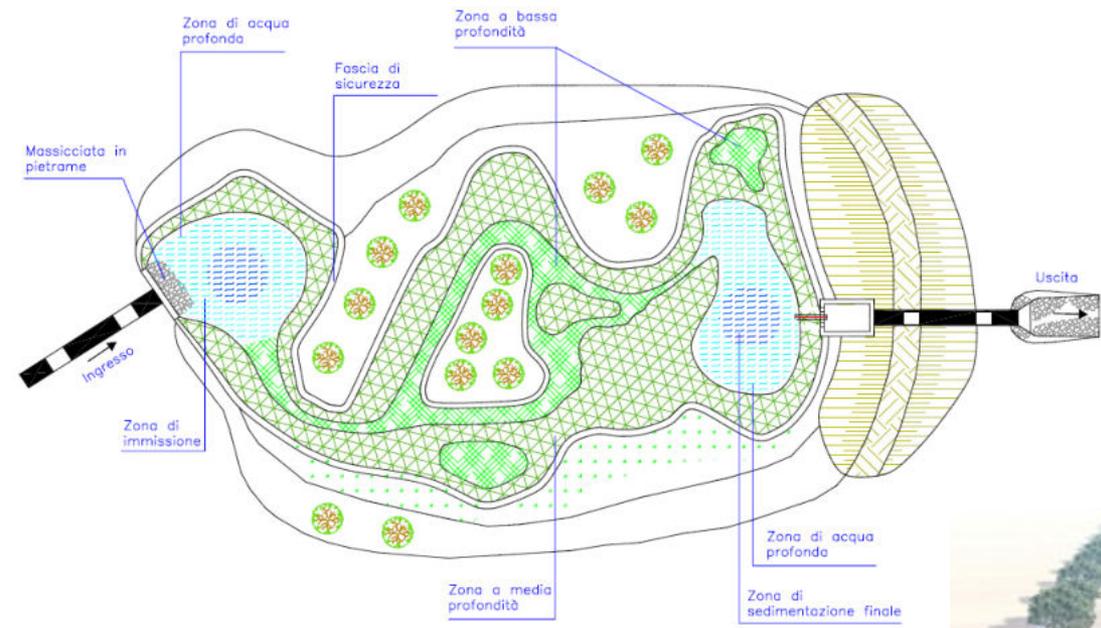


## Aree di ritenzione vegetate



## Stagni

# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO



Los Angeles Wetland Park

# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

Vasca volano fitodepurazione per trattamento acque di sfioro da fognatura mista con creazione di un nuovo parco (Parco dell'Acqua) *Progetto IRIDRA e Studio Majone Ing. Ass.*



# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

**WATER SQUARE BANTHEMPLEIN** [Rotterdam, NL]: The *water square* combine water storage with the improvement of the quality of urban public space.

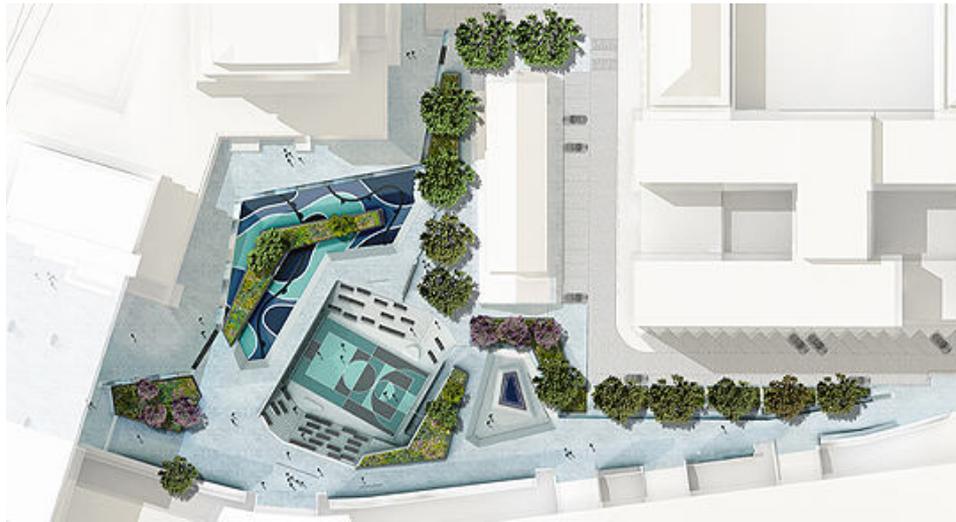


photo palleash + azarfane

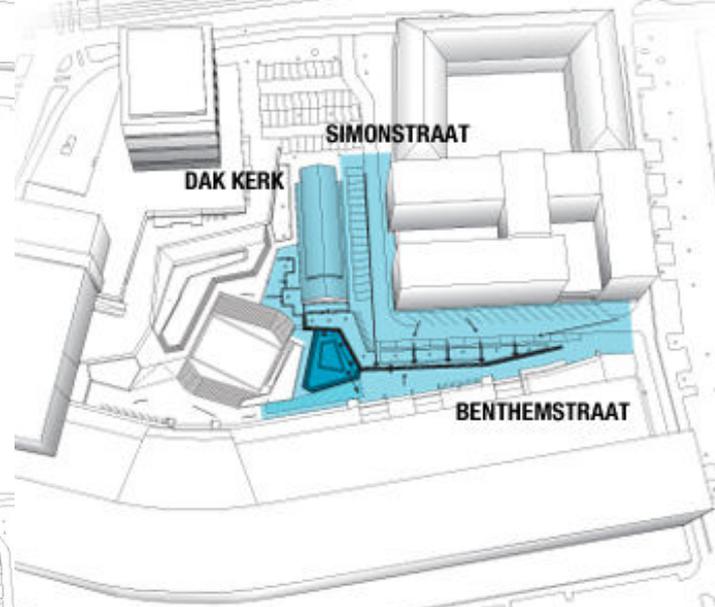
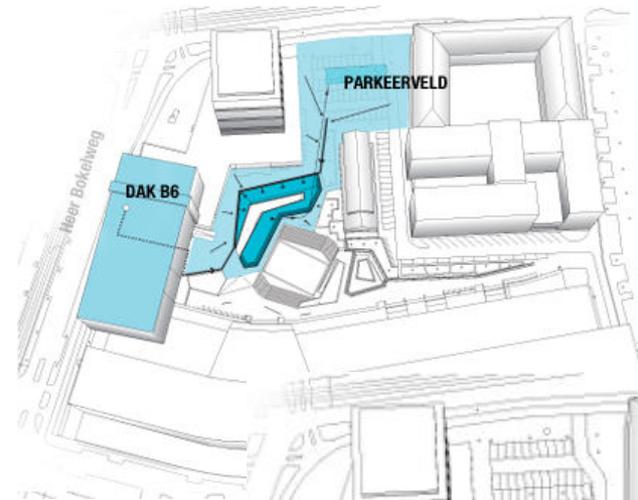
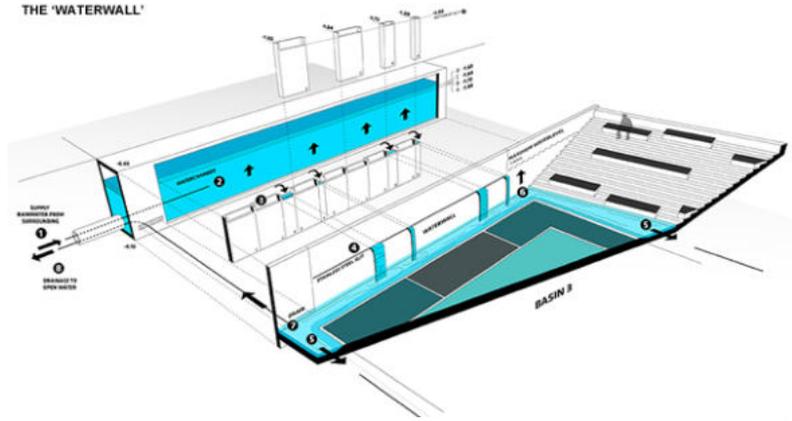


# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

## WATER SQUARE BANTHEMPLEIN

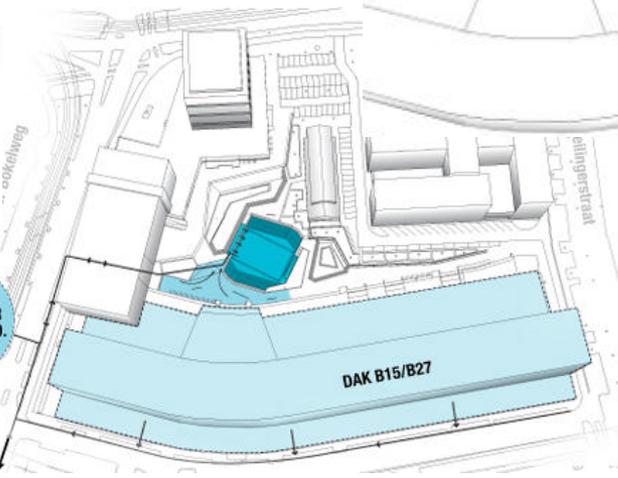


THE 'WATERWALL'



REGENWATER HOFBOGEN E.O.

NOORDSINGEL

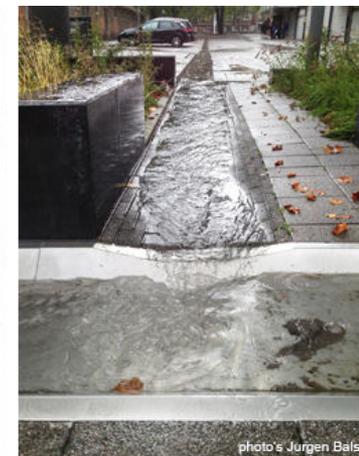


# ESEMPI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO

## WATER SQUARE BANTHEMPLEIN



photo Jurgen Bals



photo's Jurgen Bals

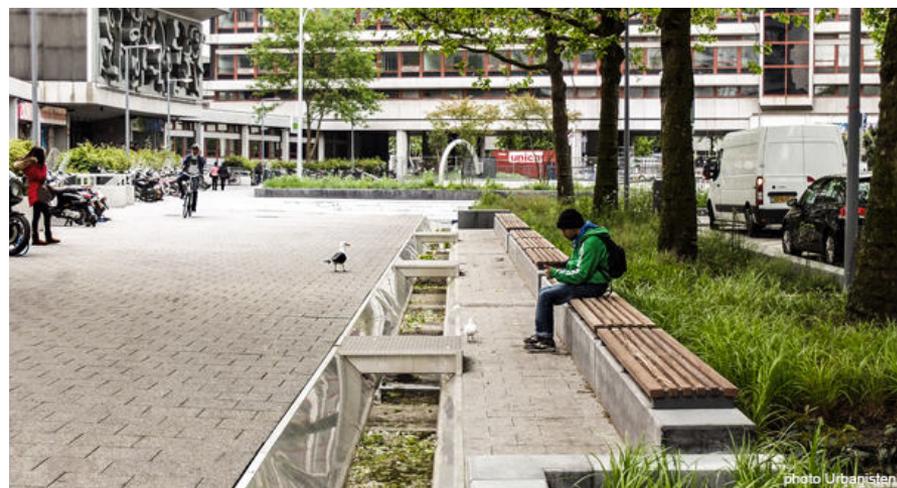


photo Urbanisten



photo Urbanisten



photo palleash + azarfane

## Esempi applicativi del R.R 8/2019 da Allegato H

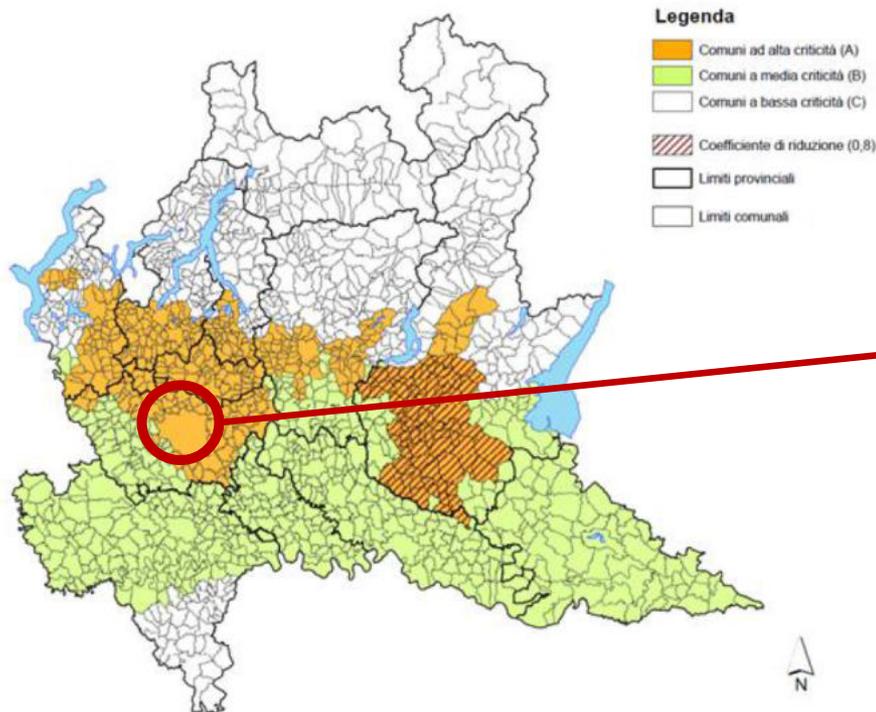


# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## Dati di input:

- Superficie totale: 2,5 ha
- Ambito territoriale: Area A
- Superficie interessata dall'intervento: 2000 m<sup>2</sup>
- Scarico in rete fognaria pubblica

## STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione



area A ad alta criticità idraulica



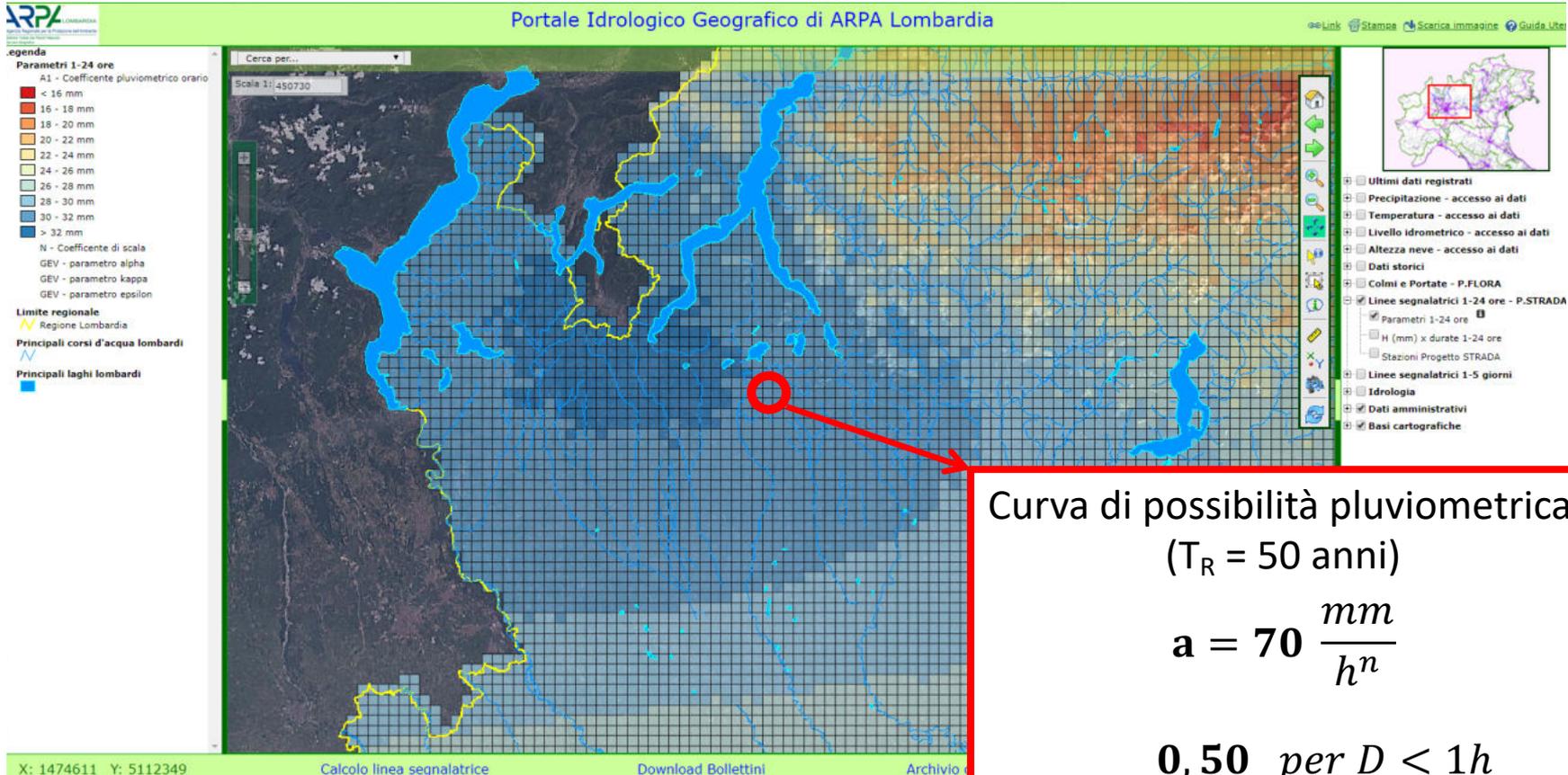
$$U_{lim} = 10 \text{ l/s}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento

# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>



Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

$$a = 70 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,28 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 3: superficie interessata dall'intervento



**Superficie totale: 2,5 ha**

# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 4:** calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

**Superficie impermeabile:**

0,2 ha (8%)

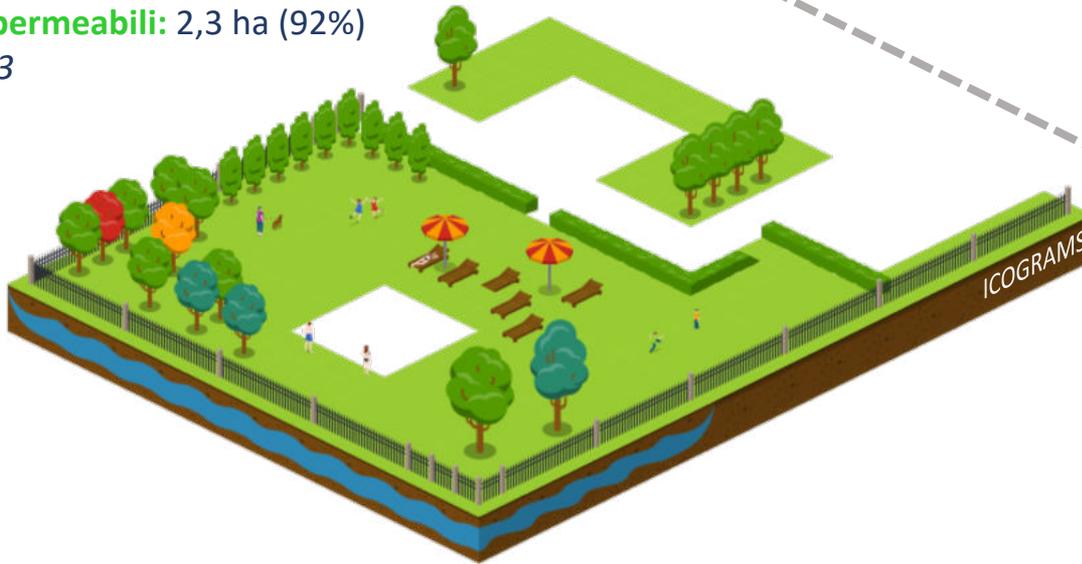
$\varphi = 1$

**Piscine, bacini:**

$\varphi = 0$

**Aree permeabili:** 2,3 ha (92%)

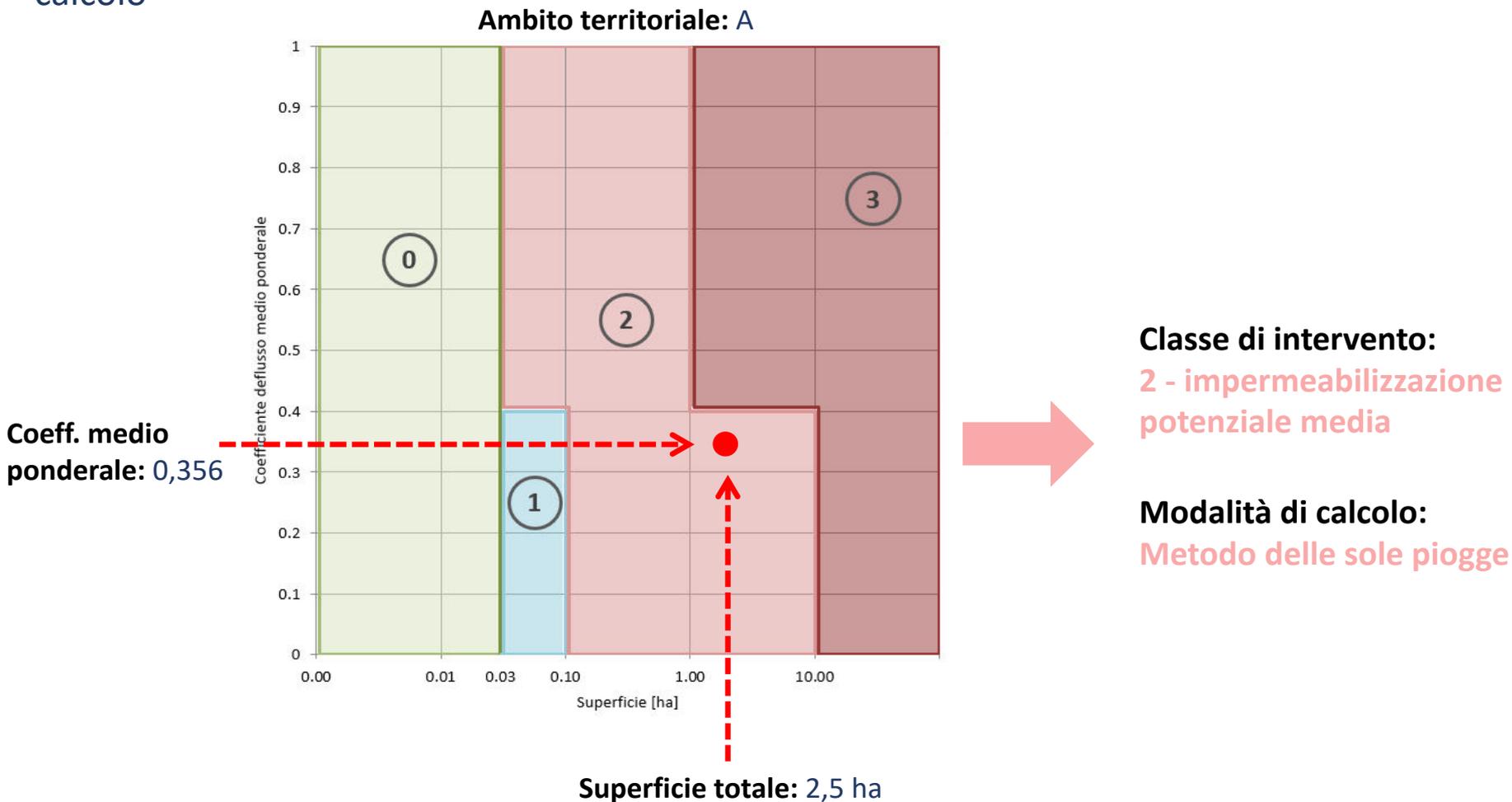
$\varphi = 0,3$



**Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  $\varphi = \frac{0,2 \cdot 1 + 2,3 \cdot 0,3}{2,5} = 0,356 \approx 0,4$

# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo



# ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 2,5 \text{ ha} \quad a = 70 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,28 \quad \varphi \approx 0,4 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$


$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} = 2,5 \cdot 0,4 \cdot 10 = 10 \text{ l/s}$$


$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 10,58 \text{ h} \quad D_w = \text{Durata critica}$$


$$\text{Volume invaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 974 \text{ mc}$$

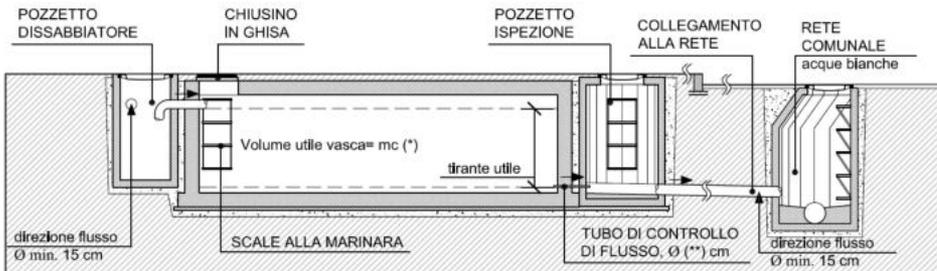
### Verifica del requisito minimo:

Requisito minimo per l'ambito territoriale  $A = 800 \text{ mc/ha}_{imp}$

$$\text{Volume specifico per il caso in esame } w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi} = \frac{974}{2,5 \cdot 0,4} = 974 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}} > 800$$

## ESEMPIO 1: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica del sistema con  $T_R = 100$  anni

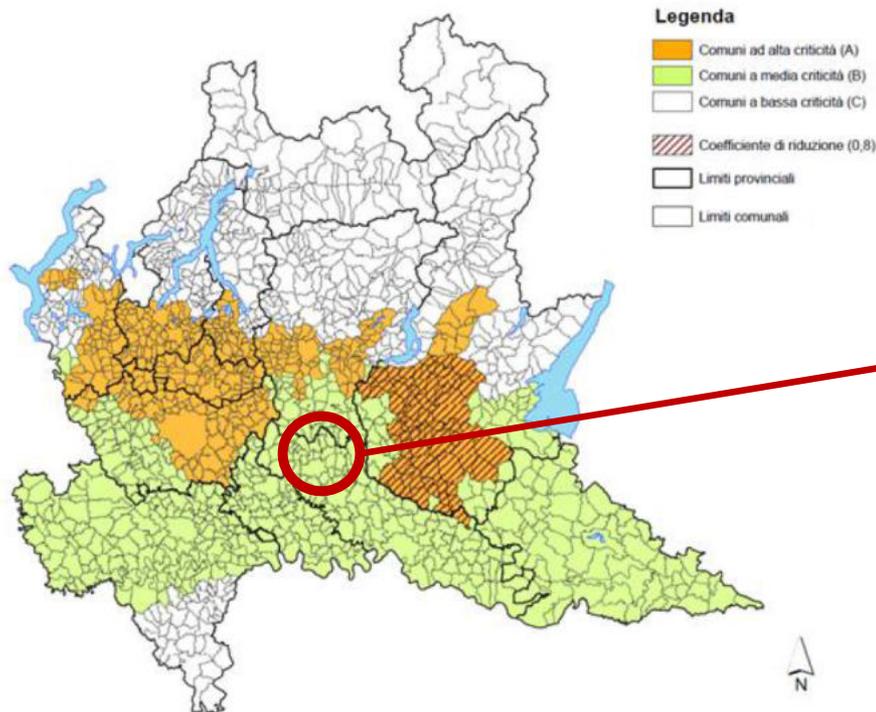
È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

### Dati di input:

- Superficie totale: 2,5 ha
- Ambito territoriale: Area B
- Superficie interessata dall'intervento: 2000 m<sup>2</sup>
- Scarico in rete fognaria pubblica

### STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione



area B a media criticità idraulica



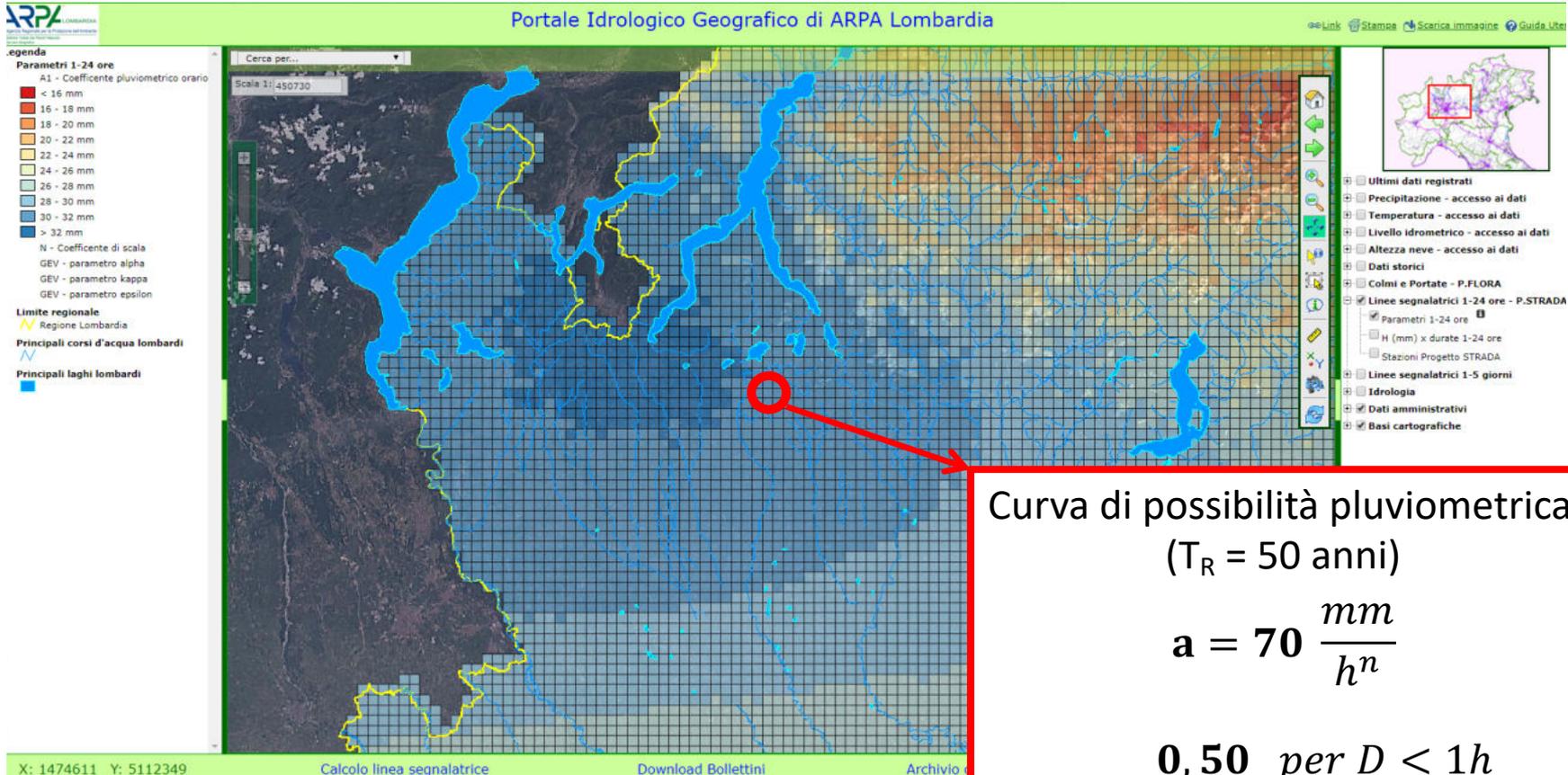
$$U_{lim} = 20 \text{ l/s}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento

# ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>



Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

$$a = 70 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,28 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

### STEP 3: superficie interessata dall'intervento



**Superficie totale: 2,5 ha**

## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 4:** calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

**Superficie impermeabile:**

0,2 ha (8%)

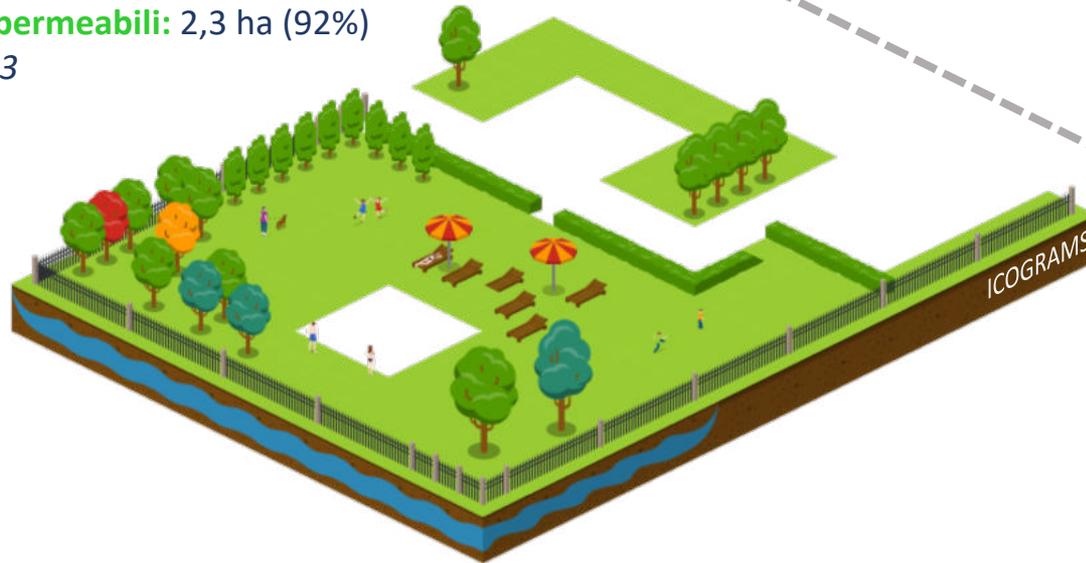
$\varphi = 1$

**Piscine, bacini:**

$\varphi = 0$

**Aree permeabili:** 2,3 ha (92%)

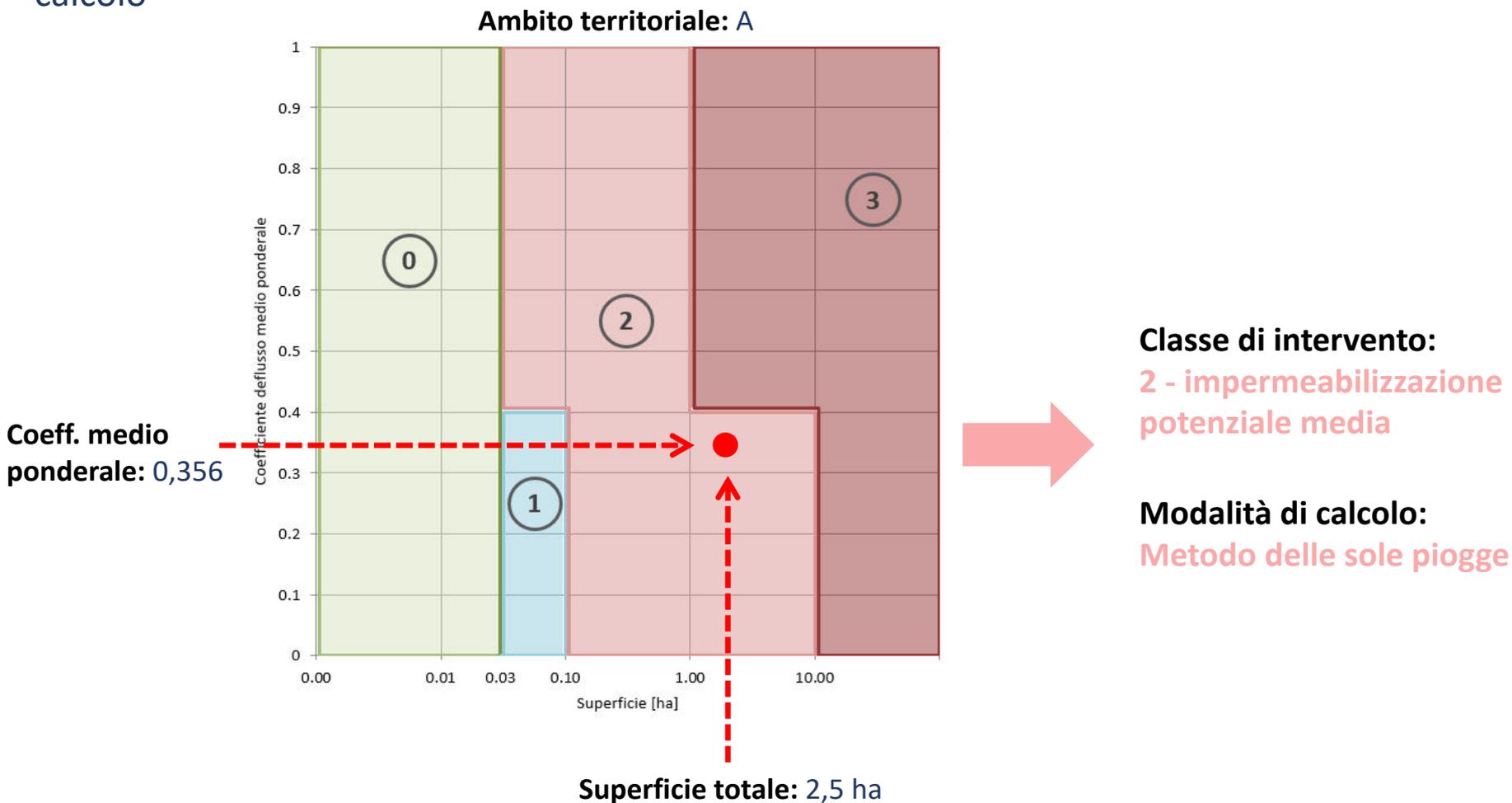
$\varphi = 0,3$



**Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  $\varphi = \frac{0,2 \cdot 1 + 2,3 \cdot 0,3}{2,5} = 0,356 \approx 0,4$

## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo



## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

### STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 2,5 \text{ ha} \quad a = 70 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,28 \quad \varphi \approx 0,4 \quad u_{lim} = 20 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$


$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} = 2,5 \cdot 0,4 \cdot 10 = 20 \text{ l/s}$$


$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 4,04 \text{ h} \quad D_w = \text{Durata critica}$$


$$\text{Volume invaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 744 \text{ mc}$$

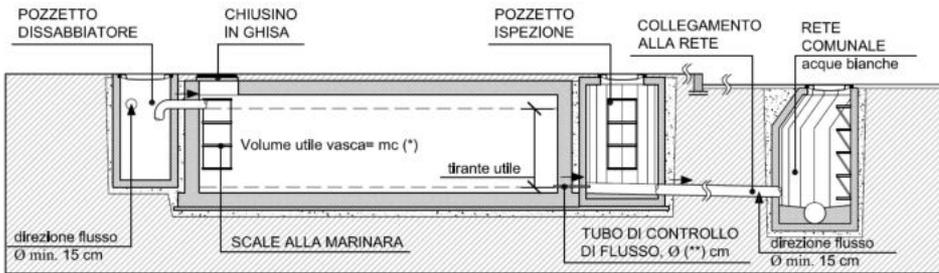
### Verifica del requisito minimo:

Requisito minimo per l'ambito territoriale B = 500 mc/ha<sub>imp</sub>

$$\text{Volume specifico per il caso in esame } w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi} = \frac{744}{2,5 \cdot 0,4} = 744 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}} > 500$$

## ESEMPIO 2: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

### Dati di input:

- Superficie ampliamento: 0,20 ha
- Ambito territoriale: Area A
- Superficie esistente: 1,00 ha

### STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione

area A ad alta criticità idraulica



$$U_{lim} = 10 \text{ l/s/haIMP}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento



$$U_{lim, ampl} = 2 \text{ l/s}$$

portata limite  
ammissibile per lo scarico  
dell'ampliamento

### STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

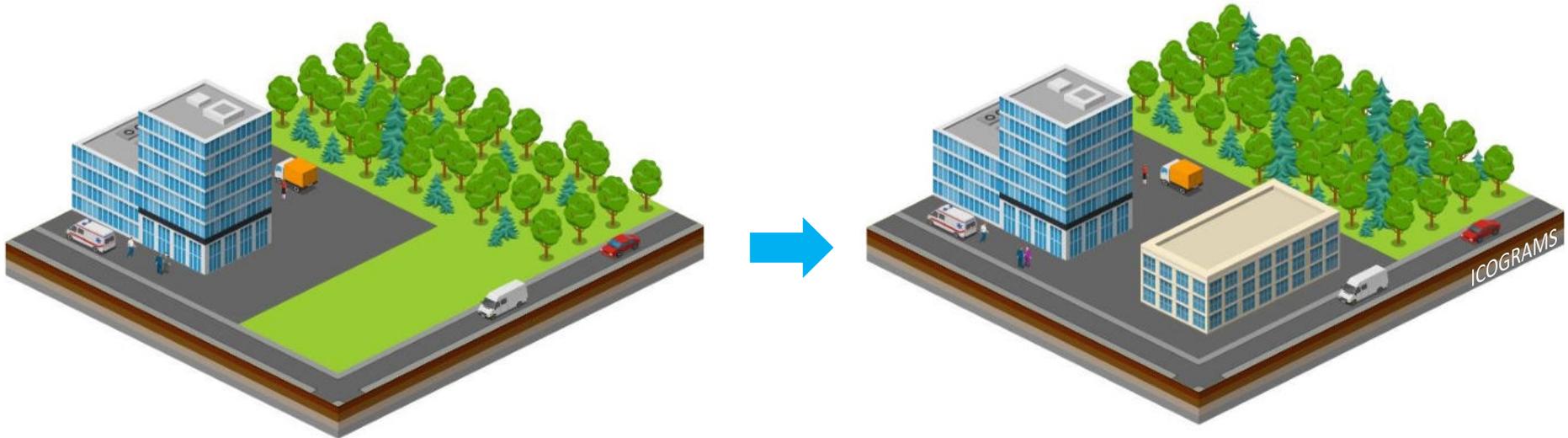
$$a = 80 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,25 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

### STEP 3: superficie interessata dall'intervento

Superficie totale: 1,0 ha

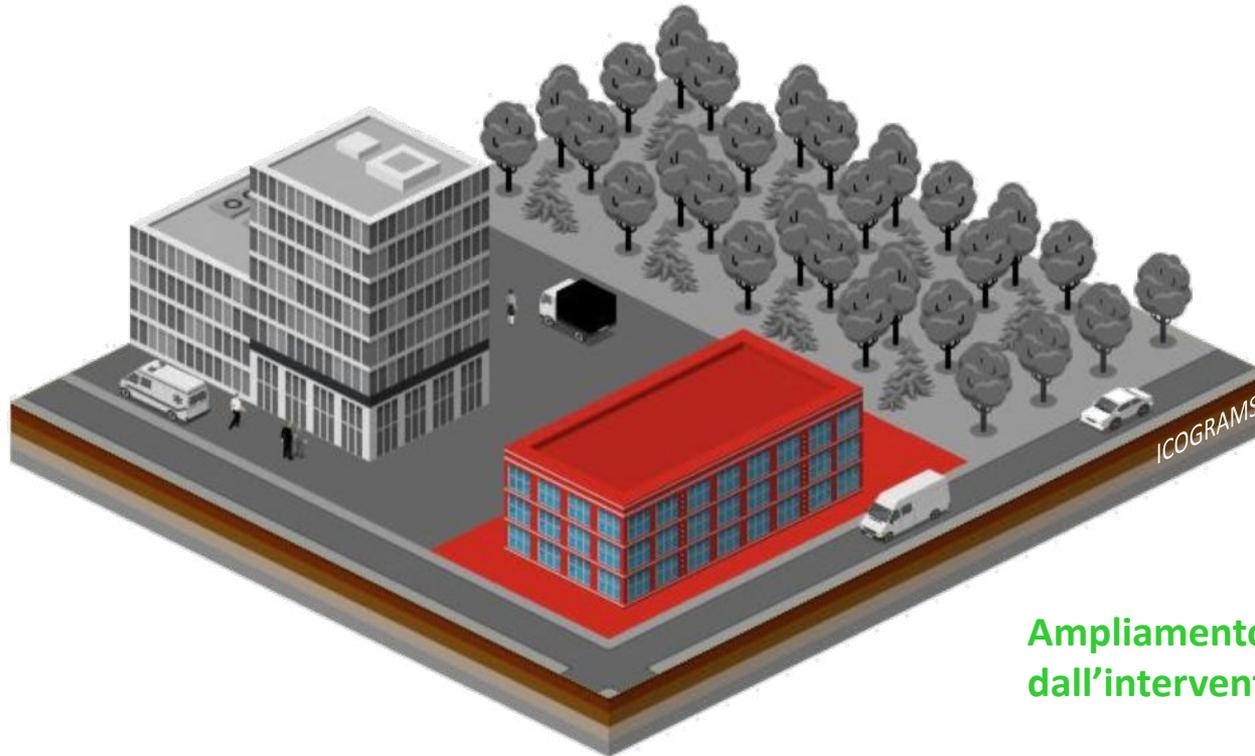


**Ampliamento della superficie interessata dall'intervento: 0,20 ha**  
(20 % della superficie totale)

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

### STEP 3: calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

**L'invarianza idraulica è da commisurare al solo ampliamento**



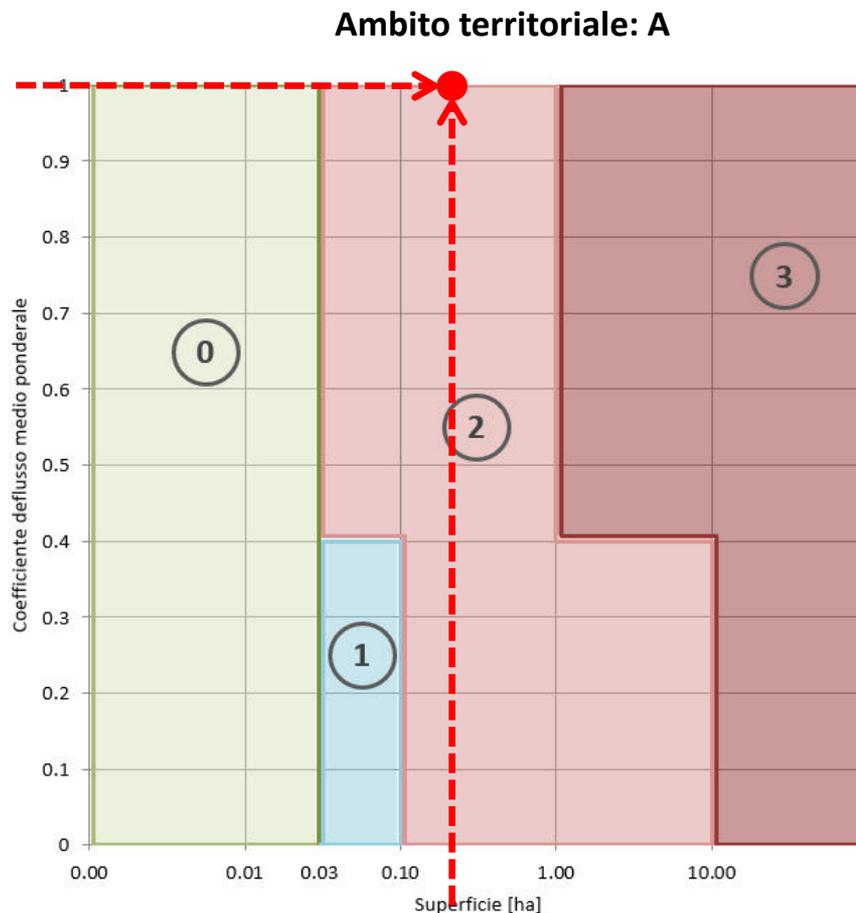
**Ampliamento della superficie interessata  
dall'intervento: 0,20 ha**

**Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  
 $\varphi = 1$

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

Coeff. medio ponderale: 1



Superficie ampliamento: 0,20 ha

**Classe di intervento:**  
2 - impermeabilizzazione  
potenziale media

**Modalità di calcolo:**  
Metodo delle sole piogge

Poiché l'invarianza idraulica è da commisurare al solo ampliamento di 0,2 ettari, l'intervento presenta classe di intervento (articolo 9 del regolamento) «Impermeabilizzazione potenziale media» ed è quindi adottabile la procedura di calcolo del **metodo delle sole piogge da applicare al solo ampliamento.**

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

### STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 0,20 \text{ ha} \quad a = 80 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,25 \quad \varphi = 1 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \text{ (limite per Area A)}$$



$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} = 20 \text{ l/s}$$



$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 9,89 \text{ h}$$



$$\text{Volume invaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 212 \text{ mc}$$

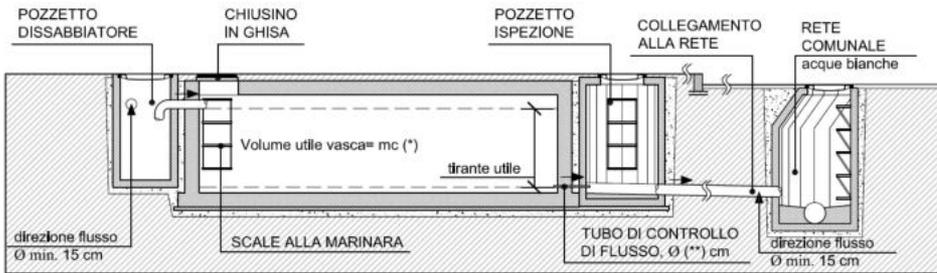
### Verifica del requisito minimo:

Requisito minimo per l'ambito territoriale A =  $800 \text{ mc/ha}_{imp}$

$$\text{Volume specifico per il caso in esame } w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi} = 1060 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}} > 800 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}}$$

## ESEMPIO 3: intervento di ampliamento

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica dei franchi di sicurezza del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

### Dati di input:

- Superficie ampliamento: 250 m<sup>2</sup>
- Ambito territoriale: Area B
- Superficie esistente: 1,50 ha

### STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione

area B a media criticità idraulica



$$U_{lim} = 20 \text{ l/s/haIMP}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento



$$U_{lim,ampl} = 0,8 \text{ l/s}$$

portata limite ammissibile  
per lo scarico  
dell'ampliamento

### STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

Curva di possibilità pluviometrica  
(T<sub>R</sub> = 50 anni)

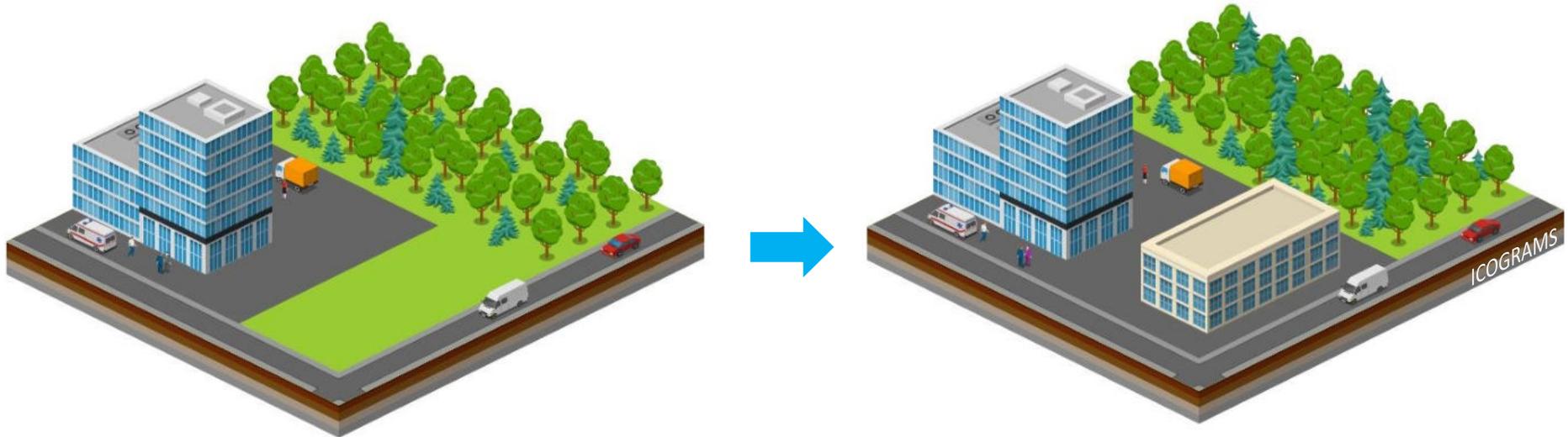
$$a = 70 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,35 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

### STEP 3: superficie interessata dall'intervento

Superficie totale: 1,5 ha



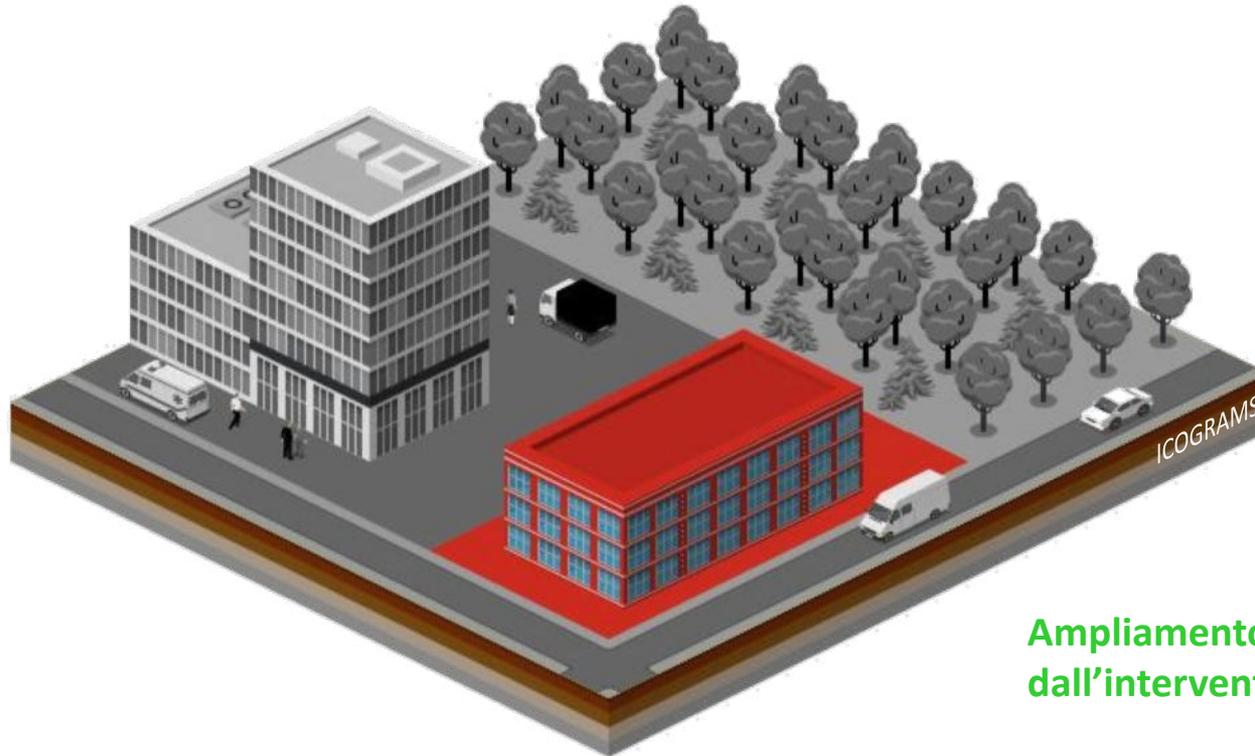
**Ampliamento della superficie interessata dall'intervento:** 0,025 ha  
(1,7 % della superficie totale)

Si prevedono coperture impermeabili per l'intervento di ampliamento, con un coefficiente d'afflusso medio ponderale pari a 1

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

### STEP 3: calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

**L'invarianza idraulica è da commisurare al solo ampliamento**



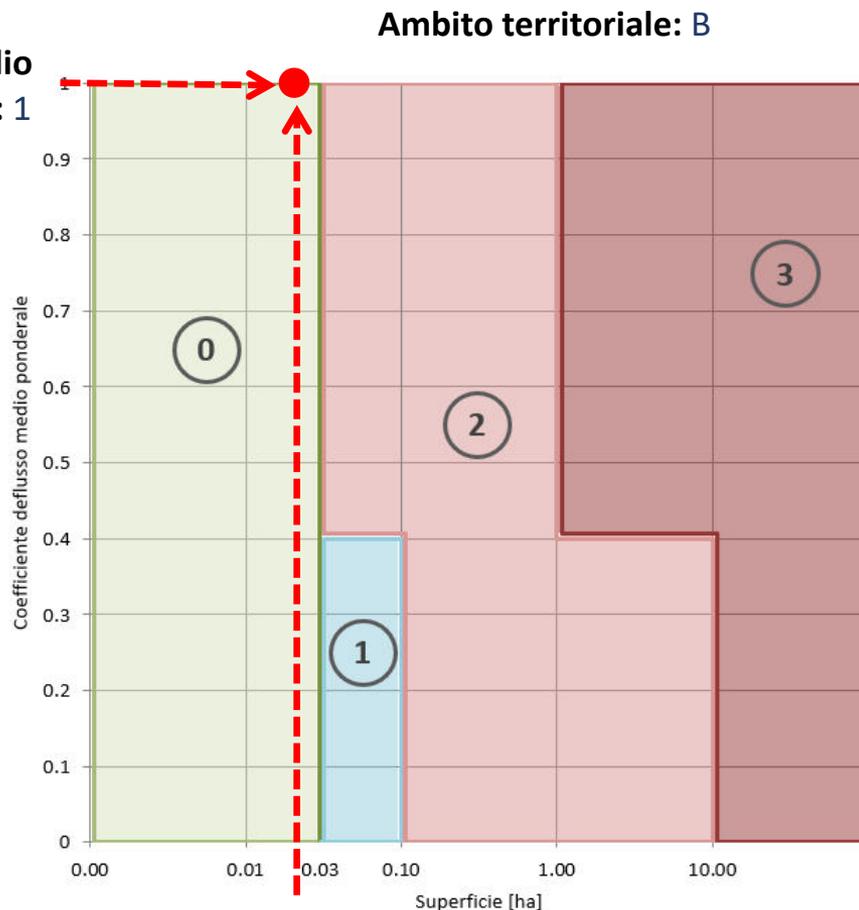
**Ampliamento della superficie interessata  
dall'intervento: 0,025 ha**

**Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  
 $\varphi = 1$

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

Coeff. medio ponderale: 1



Superficie ampliamento: 0,025 ha

Classe di intervento:  
**0 - impermeabilizzazione  
potenziale qualsiasi**

Modalità di calcolo:  
**Modalità semplificata**  
(qualora non siano previsti collegamenti a scarichi in recapiti superficiali)

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

### STEP 6: due possibili soluzioni per tale trasformazione

#### Prima possibilità:

Prevedere uno scarico verso un ricettore che dovrà rispettare la portata massima allo scarico di cui all'art. 8 ( $u_{lim} = 20$  l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento; portata limite ammissibile per lo scarico dell'ampliamento pari a 0,80 l/s).

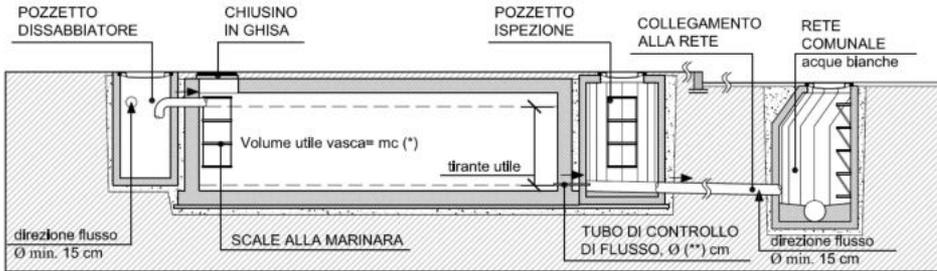
In questo caso dovrà comunque essere realizzato **un volume almeno pari al requisito minimo** (pari a  $500 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$  per aree di media criticità:  $0,025 * 500 = 12,5 \text{ m}^3$ )

#### Seconda possibilità:

Non prevedere alcuno scarico verso un ricettore (a meno che il ricettore non sia uno di quelli elencati all'art. 12, comma 1, lettera a) ma **la gestione interna al lotto con scarico su suolo o nei primi strati del sottosuolo**; conseguentemente, per l'intervento non è richiesto il rispetto di valori di riferimento delle portate né dei volumi. È comunque consigliabile prevedere misure di gestione e controllo delle proprie acque pluviali onde cautelarsi rispetto al rischio idraulico per i tempi di ritorno elevati. Allo scopo, è possibile prevedere sistemi di laminazione e infiltrazione adeguatamente attrezzati per il loro svuotamento.

## ESEMPIO 4: intervento di ampliamento

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica dei franchi di sicurezza del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Dati di input:

- Superficie ampliamento: 1400 m<sup>2</sup>:
  - Giardino non collettato dell'ampliamento: 300 m<sup>2</sup>
  - Pavimentazione semipermeabile: 500 m<sup>2</sup>
  - Tetti e marciapiedi impermeabili: 600 m<sup>2</sup>
- Ambito territoriale: Area A
- Coefficiente P = 0,80
- Superficie esistente: 1,50 ha

### STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione

area A ad alta criticità idraulica  
**P = 0.80**



**U<sub>lim</sub> = 10**  
**l/s/haIMP**

per ettaro di superficie  
 scolante impermeabile  
 dell'intervento

### STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

Curva di possibilità pluviometrica  
 (T<sub>R</sub> = 50 anni)

$$a = 55,52 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,28 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### STEP 3: superficie interessata dall'intervento

**Superficie totale:**  $1400 \text{ m}^2 = 0,14 \text{ ha}$

- a)  $300 \text{ m}^2$  destinati a giardino non collettato
- b)  $500 \text{ m}^2$  destinati a pavimentazioni semipermeabili
- c)  $600 \text{ m}^2$  destinati a tetti e marciapiedi entrambi impermeabili



## ESEMPIO 5: nuova costruzione

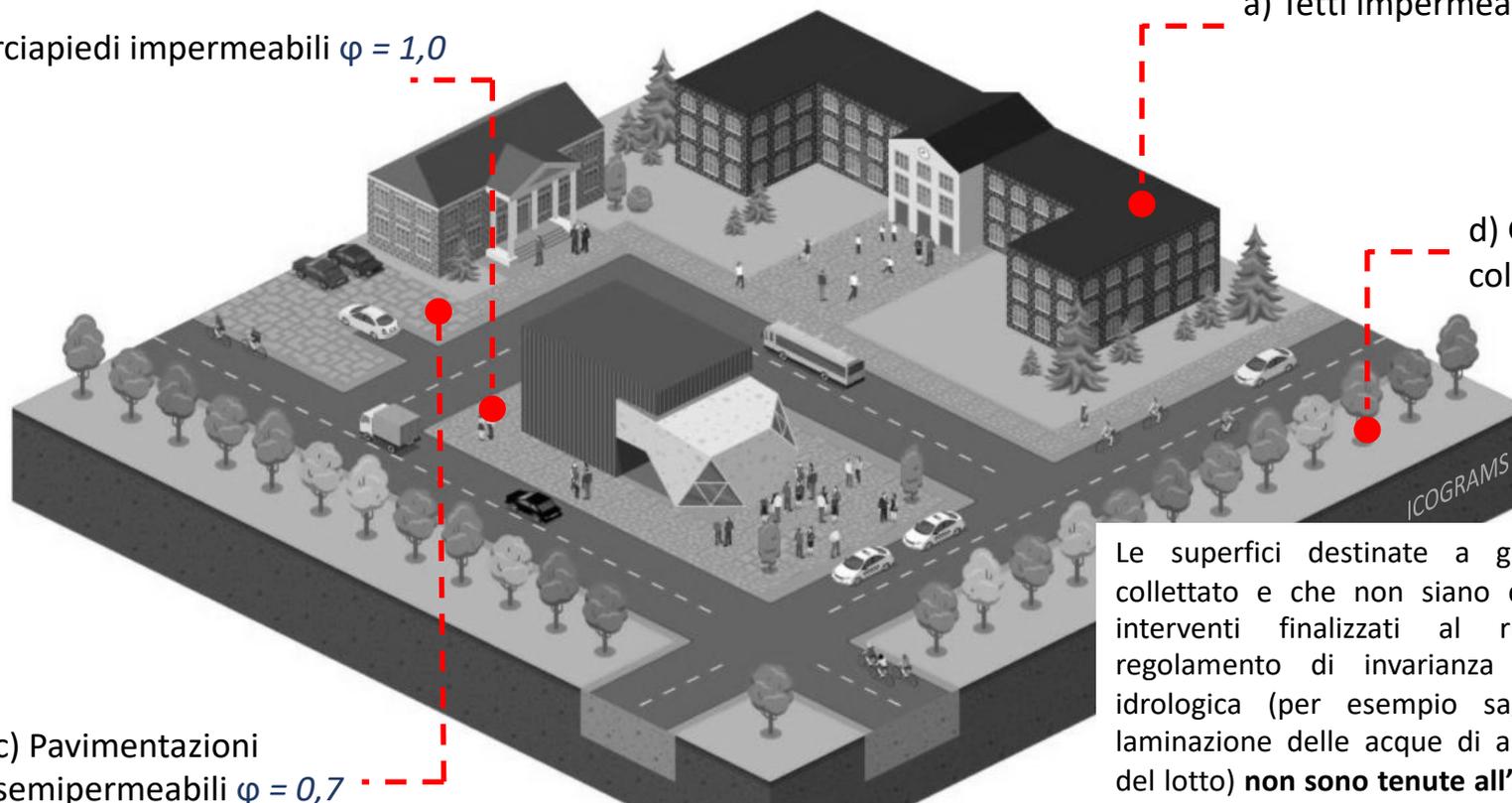
### STEP 4: calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

b) Marciapiedi impermeabili  $\varphi = 1,0$

a) Tetti impermeabili  $\varphi = 1$

d) Giardino non  
collettato  $\varphi = 0$

c) Pavimentazioni  
semipermeabili  $\varphi = 0,7$



Le superfici destinate a giardino non collettato e che non siano destinate ad interventi finalizzati al rispetto del regolamento di invarianza idraulica e idrologica (per esempio sagomatura e laminazione delle acque di altri comparti del lotto) **non sono tenute all'applicazione del regolamento.**

**Coefficiente di deflusso medio ponderale:**  $\varphi = \frac{0,05 \cdot 0,7 + 0,06 \cdot 1,0}{0,11} = 0,863$

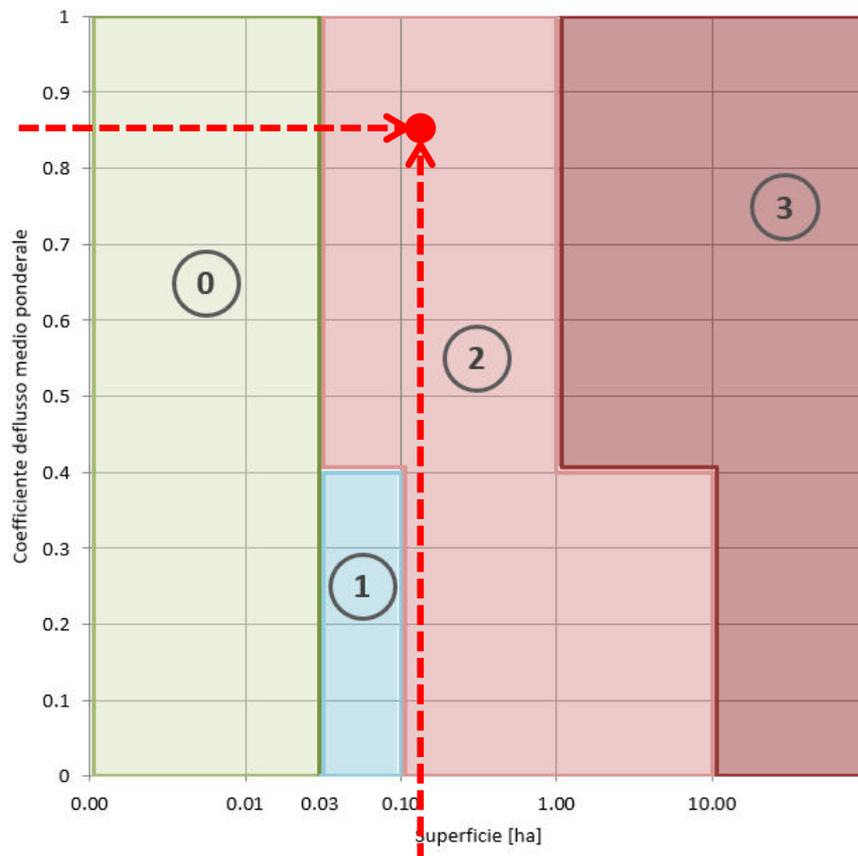
**Superficie scolante impermeabile:**  $\varphi \cdot 0,11 \text{ ha} = 0,095 \text{ ha}$

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

Ambito territoriale: A

Coeff. medio ponderale: 0,863



**Classe di intervento:**  
2 - impermeabilizzazione  
potenziale media

**Modalità di calcolo:**  
Metodo delle sole piogge

**Superficie totale: 0,11 ha** [poiché l'invarianza idraulica è da commisurare alle aree trasformate (quindi 500 m<sup>2</sup> + 600 m<sup>2</sup>)]

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 0,11 \text{ ha} \quad a = 55,52 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,28 \quad \varphi = 0,863 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha (limite per Area A)}$$



$$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} = 0,95 \text{ l/s}$$



$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 7,67 \text{ h}$$



$$\text{Volume invaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 67,08 \text{ mc}$$

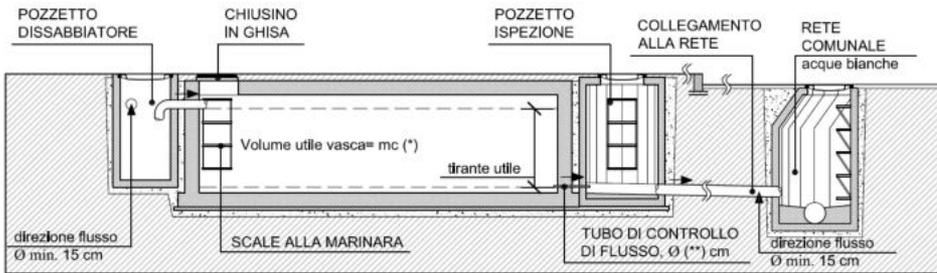
### Verifica del requisito minimo:

$$\text{Requisito minimo per l'ambito territoriale A} = 800 \text{ mc/ha}_{imp} \cdot P \quad P=0.8$$

$$\text{Volume specifico per il caso in esame } w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi} = 706,10 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}} > 800 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}} \cdot 0.8 = 640 \frac{\text{mc}}{\text{ha}_{imp}}$$

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica dei franchi di sicurezza del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Possibili soluzioni per la realizzazione del volume calcolato

#### CASO 1

Si prevede di realizzare il volume sopra calcolato con una serie di volumi distribuiti all'interno delle aree di cui è già prevista la trasformazione a superficie impermeabile (quindi all'interno dei 600 m<sup>2</sup>), attraverso, ad esempio: serbatoi/accumuli fuori terra [per esempio serbatoi in corrispondenza delle tubazioni di scarico dei tetti, invasi lineari o concentrati lungo i marciapiedi (sopra o interrati), pozzi o trincee drenanti, sovradimensionamento del sistema di drenaggio delle acque pluviali lungo le pavimentazioni già impermeabili, ecc..].

Dovrà, quindi, essere documentato come la serie dei volumi distribuiti raggiunga il volume complessivo calcolato.



## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Possibili soluzioni per la realizzazione del volume calcolato

#### CASO 2

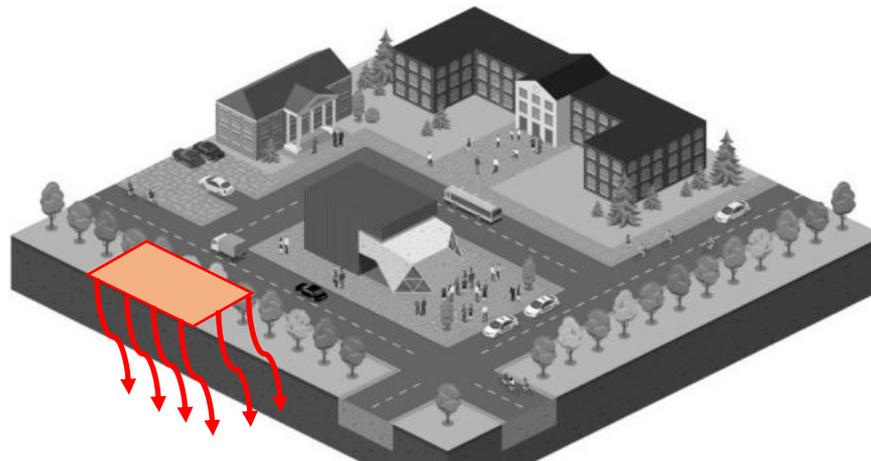
Si prevede di realizzare il volume sopra calcolato destinando ad area di laminazione e infiltrazione una parte della superficie inizialmente destinata a giardino non collettato, equipaggiata con uno scarico in ricettore superficiale che rispetti il limite di normativa, e con svuotamento per infiltrazione.

Si considera, per esempio, di occupare con la laminazione 150 m<sup>2</sup> dell'area giardino.

Occorre rifare i calcoli precedenti, inserendo i nuovi valori delle superfici trasformate, considerando che le aree verdi utilizzate come laminazione devono essere considerate con coefficiente di deflusso pari a 0,7.

Pertanto, la superficie scolante impermeabile dell'intervento è pari a:

$$(500*0,7 + 600*1 + 150*0,7) = 1055 \text{ m}^2.$$



## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Possibili soluzioni per la realizzazione del volume calcolato

#### CASO 2

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

- $a = 55,52 \text{ mm/ora}^n$
- $n = 0,28$  valido per  $D \geq 1$  ora

Utilizzando il metodo delle sole piogge:

- durata critica  $D_w = 7,67$  ore (utilizzando l'esponente  $n = 0,28$  valido per  $D \geq 1$  ora)
- volume di laminazione  $W_o = 74,49 \text{ m}^3$  (volume specifico di  $74,49/0,1055 = 706,07 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ ).

Utilizzando il metodo delle sole piogge:

- durata critica  $D_w = 7,67$  ore (utilizzando l'esponente  $n = 0,28$  valido per  $D \geq 1$  ora)
- volume di laminazione  $W_o = 74,49 \text{ m}^3$  (volume specifico di  $74,49/0,1055 = 706,07 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ ).

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 0,8$  (coeff. P) =  $640 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$  per aree di alta criticità.

Per il progetto della vasca di laminazione si adotta il maggiore tra i due volumi: il volume da realizzare nell'area giardino è quindi pari a  $74,49 \text{ m}^3$ .

## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Possibili soluzioni per la realizzazione del volume calcolato

#### CASO 3

Si prevede di realizzare il volume sopra calcolato destinando ad area di laminazione e infiltrazione una parte della superficie inizialmente destinata a giardino non collettato, senza scarico in ricettore ma con la sola infiltrazione utilizzando le caratteristiche di permeabilità del suolo, verificate (conformemente a quanto richiesto nel Regolamento) con le prove previste nell'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3 che consentono l'applicazione della riduzione del volume minimo.

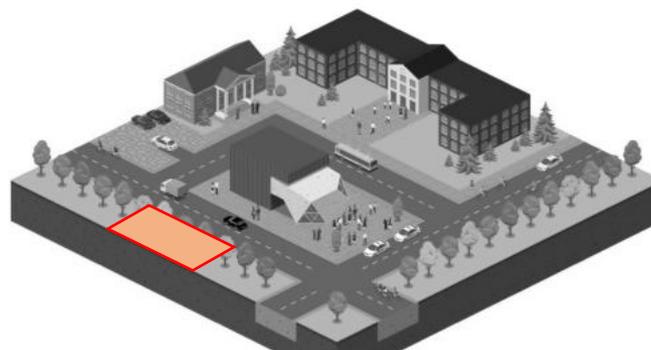
Si considera, per esempio, di occupare con la laminazione 150 m<sup>2</sup> dell'area giardino. Occorre rifare i calcoli precedenti, inserendo i nuovi valori delle superfici trasformate, tenendo conto che le aree verdi utilizzate come laminazione devono essere considerate con coefficiente di deflusso pari a 0,7.

Pertanto, la superficie scolante impermeabile dell'intervento è pari quindi a:

$$(500 \cdot 0,7 + 600 \cdot 1 + 150 \cdot 0,7) = 1055 \text{ m}^2.$$

La portata scaricata per infiltrazione dovrà essere definita dalle prove certificate citate.

Si considera, per esempio, una condizione di suolo che garantisce di infiltrare una portata pari a  $Q_u = 40 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{imp}}$



## ESEMPIO 5: nuova costruzione

### Possibili soluzioni per la realizzazione del volume calcolato

#### CASO 3

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

- $a = 55,52$  mm/oran
- $n = 0,28$  valido per  $D \geq 1$  ora

Utilizzando il metodo delle sole piogge:

- durata critica  $D_w = 1,12$  ore (utilizzando l'esponente  $n = 0,28$  valido per  $D \geq 1$  ora)
- volume di laminazione  $W_o = 43,45$  m<sup>3</sup> (volume specifico di  $43,45/0,1055 = 411,85$  m<sup>3</sup>/ha<sub>imp</sub>).

Il volume così calcolato è minore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento ridotto del coefficiente di cui all' nell'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3, pari a:

$$800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 0,8 \text{ (coeff. P)} * (1 - 30\%) = 448 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$$

Per il progetto della vasca di laminazione si adotta il maggiore tra i due volumi: pertanto occorre adottare il valore del requisito minimo come sopra calcolato.

Il volume da realizzare nell'area giardino è quindi pari a:

$$448,00 \text{ m}^3/\text{h}_{\text{aimp}} * 0,1055 \text{ ha}_{\text{aimp}} = 47,26 \text{ m}^3.$$

# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA: nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## Dati di input:

- Superficie interessata: 2,50 ha
  - Tetti e terrazzi impermeabili: 0,75 ha
  - Pavimentazioni semipermeabili di viabilità interna: 0,50 ha
  - Pavimentazioni semipermeabili di viabilità e parcheggi: 0,375 ha
  - Area verde collettata: 0,875 ha
- Ambito territoriale: Area A
- Suolo di natura argillosa
- Scarico in rete fognaria pubblica

## STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione

area A ad alta criticità idraulica



$$U_{lim} = 10 \text{ l/s/haIMP}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento

## STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

$$a = 70 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,28 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

### STEP 3: superficie interessata dall'intervento

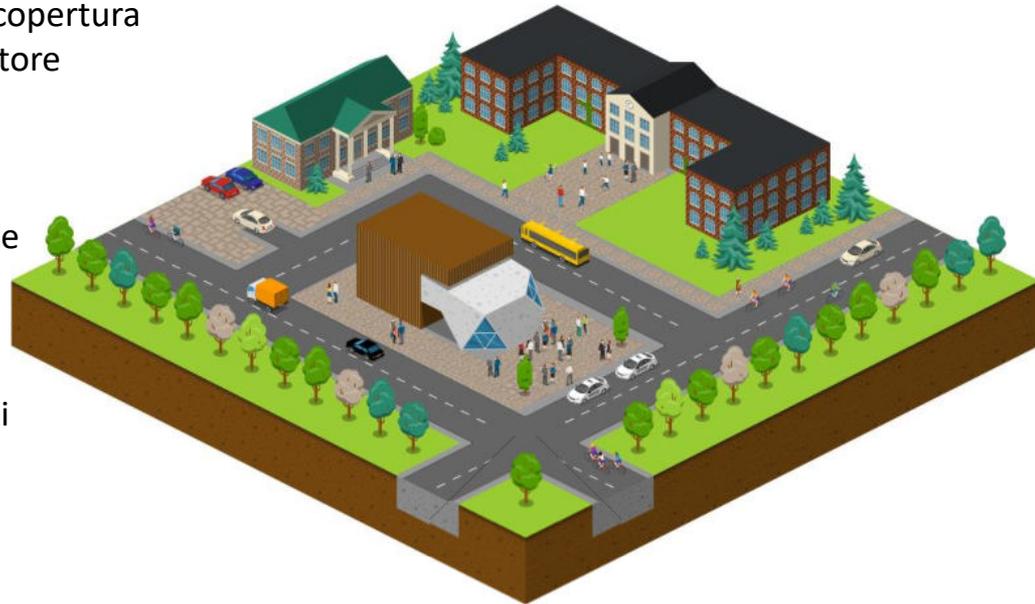
#### Superficie totale: 2,5 ha

a) 30 % della superficie totale per tetti e terrazzi con copertura impermeabile non soggetti a presenza di veicoli a motore (superficie  $2,5 \times 0,30 = 0,75$  ettari)

b) 20 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità interna pedonale o ciclabile (superficie  $2,5 \times 0,20 = 0,50$  ettari)

c) 15 % della superficie totale per pavimentazioni semipermeabili di viabilità e parcheggi per autoveicoli (superficie  $2,5 \times 0,15 = 0,375$  ettari)

d) 35 % della superficie totale di aree a verde (superficie  $2,5 \times 0,35 = 0,875$  ettari)



# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

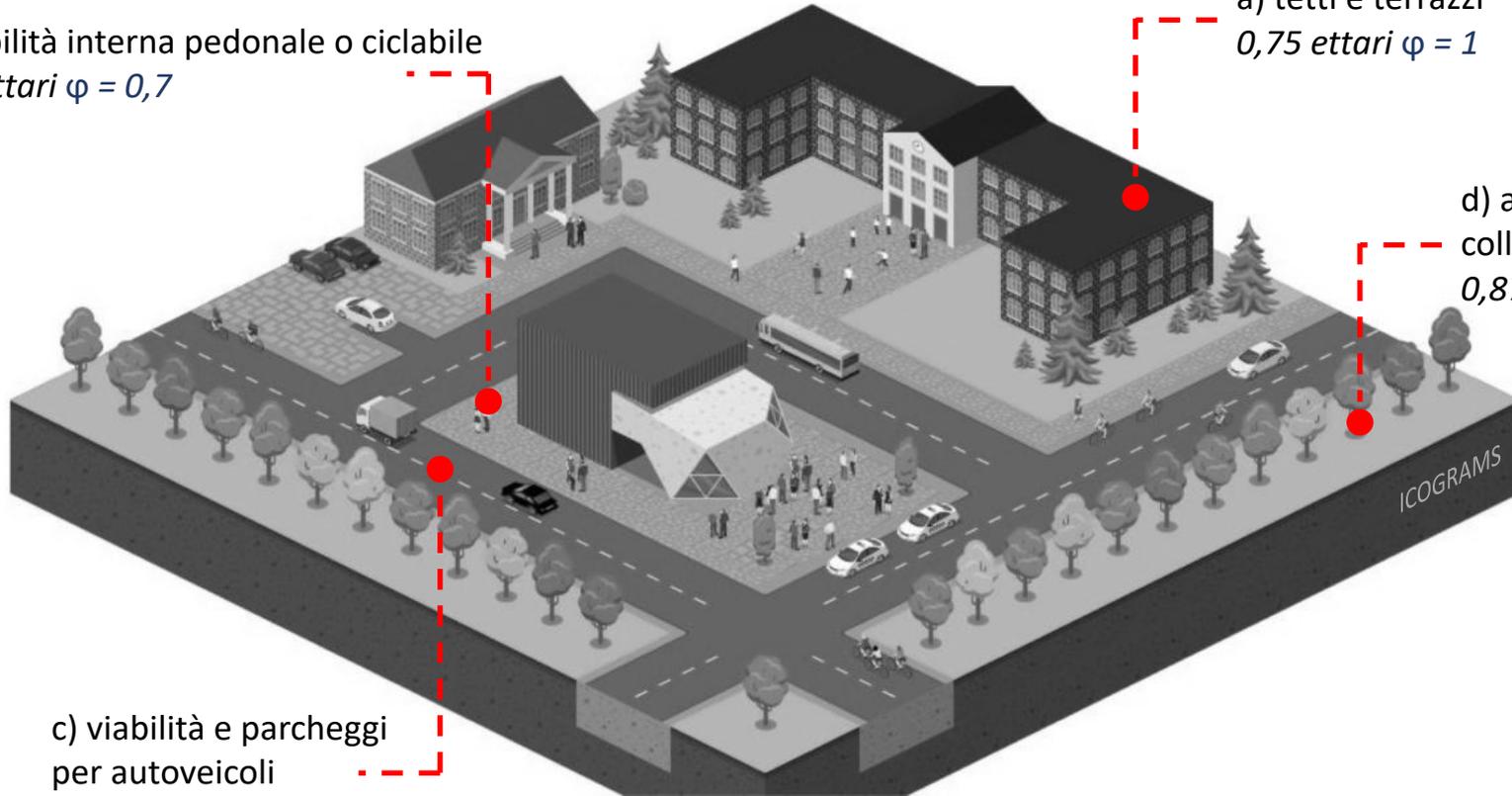
## STEP 4: calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

b) viabilità interna pedonale o ciclabile  
0,50 ettari  $\varphi = 0,7$

a) tetti e terrazzi  
0,75 ettari  $\varphi = 1$

d) aree a verde  
colletta  
0,875 ettari  $\varphi = 0,3$

c) viabilità e parcheggi  
per autoveicoli  
0,375 ettari  $\varphi = 0,7$

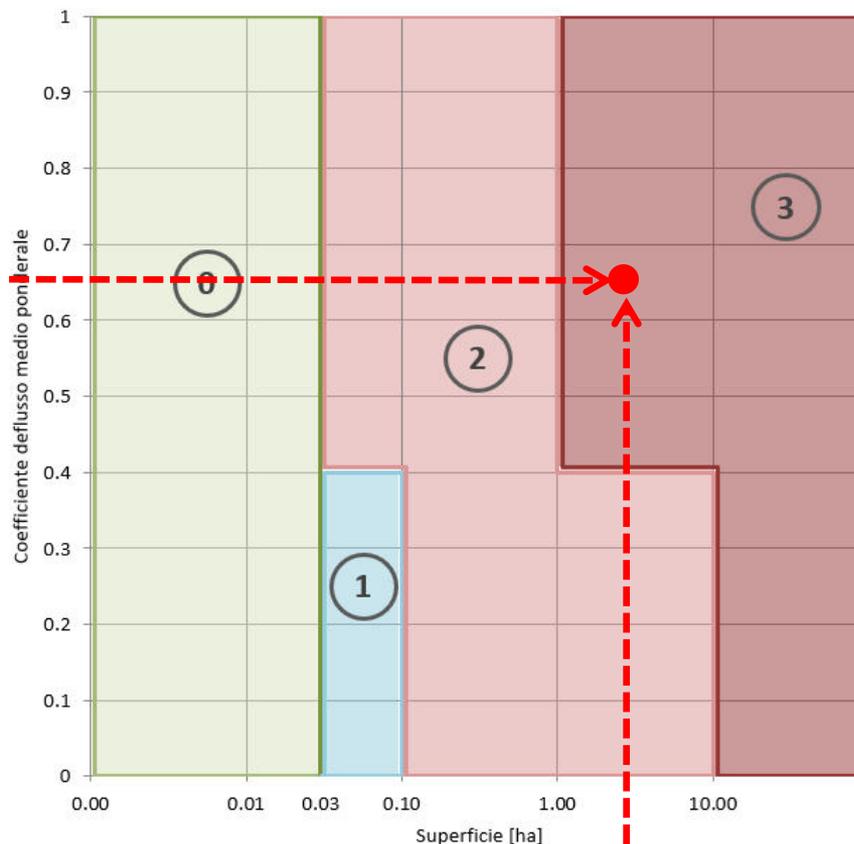


**Coefficiente di deflusso medio ponderale:** 
$$\varphi = \frac{0,75 \cdot 1 + (0,5 + 0,375) \cdot 0,7 + 0,875 \cdot 0,3}{2,5} = 0,65$$

# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 5: determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

Ambito territoriale: A



Coeff. medio ponderale: 0,65



**Classe di intervento:**  
3 - impermeabilizzazione potenziale alta

**Modalità di calcolo:**  
Procedura dettagliata

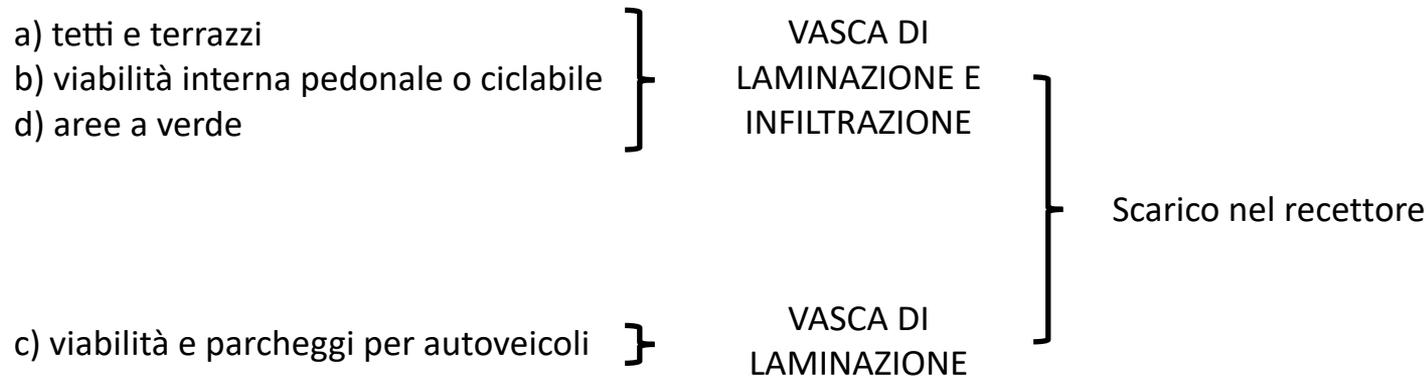
Superficie totale: 2,5 ha

# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

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

Lo scarico dell'invaso di laminazione asservito alle aree a), b), d), e quello della vasca di laminazione asservita all'area c) sono adottati alla rete fognaria pubblica nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva



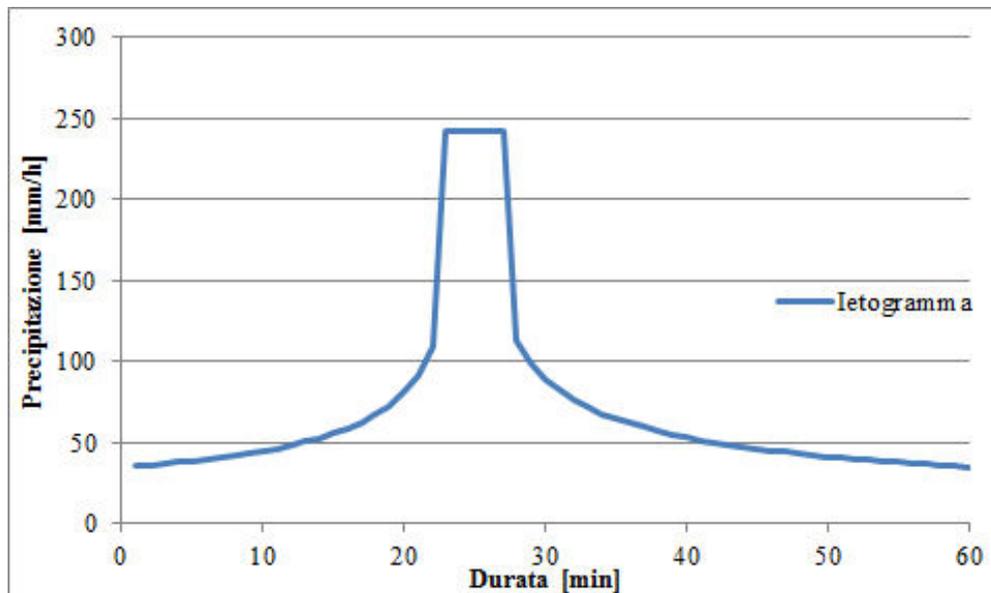
# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

### A.1. Ietogramma di progetto

*Dati in ingresso:* parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica per tempo di ritorno 50 anni

In base ai parametri della curva di possibilità pluviometrica, assumendo lo ietogramma tipo Chicago con posizione del picco 0,4 e durata  $D = 1$  ora, si ottiene lo ietogramma distribuito nell'arco della durata di 1 ora



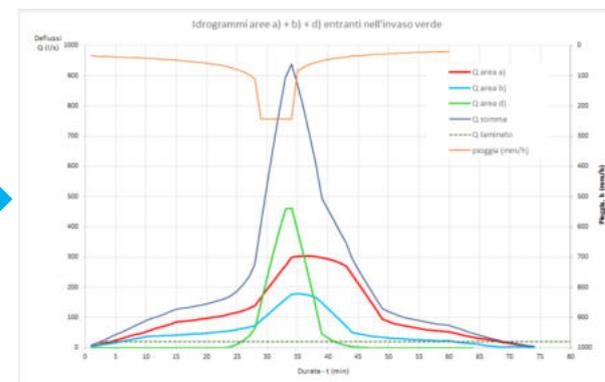
# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

### A.2. Idrogrammi di piena

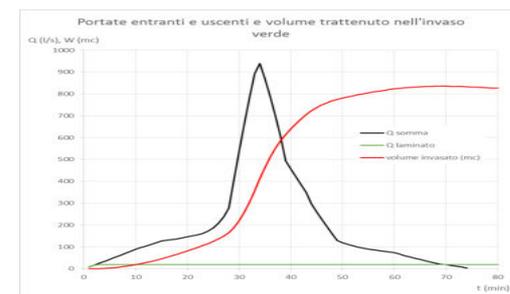
*Dati in ingresso:* superficie  $S$ , coefficiente di deflusso  $\varphi$ , tempo di corrivazione  $t_c$ , tipo di suolo (se superficie filtrante), letogramma

Per i sottobacini *a) tetti e terrazzi* e *b) viabilità interna pedonale o ciclabile* e *c) viabilità e parcheggi per autoveicoli* gli idrogrammi vengono calcolati per ogni sottobacino tramite trasformazione afflussi-deflussi, in funzione del tempo di corrivazione assegnato ai rami, e del coefficiente di deflusso



Per il sottobacino *d) aree a verde collettata* si applica il modello di Horton:

tipo di suolo:	C (classificazione SCS)
$f_0$ :	125 mm/h
$f_c$ :	6,3 mm/h
$k$ :	$2 \text{ h}^{-1}$



Attenzione: parametri sito specifici!

Relazione di Horton:  $f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$

# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

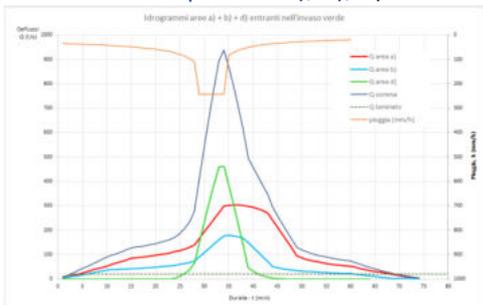
## STEP 6: calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

### A.3. Risoluzione delle equazioni di continuità

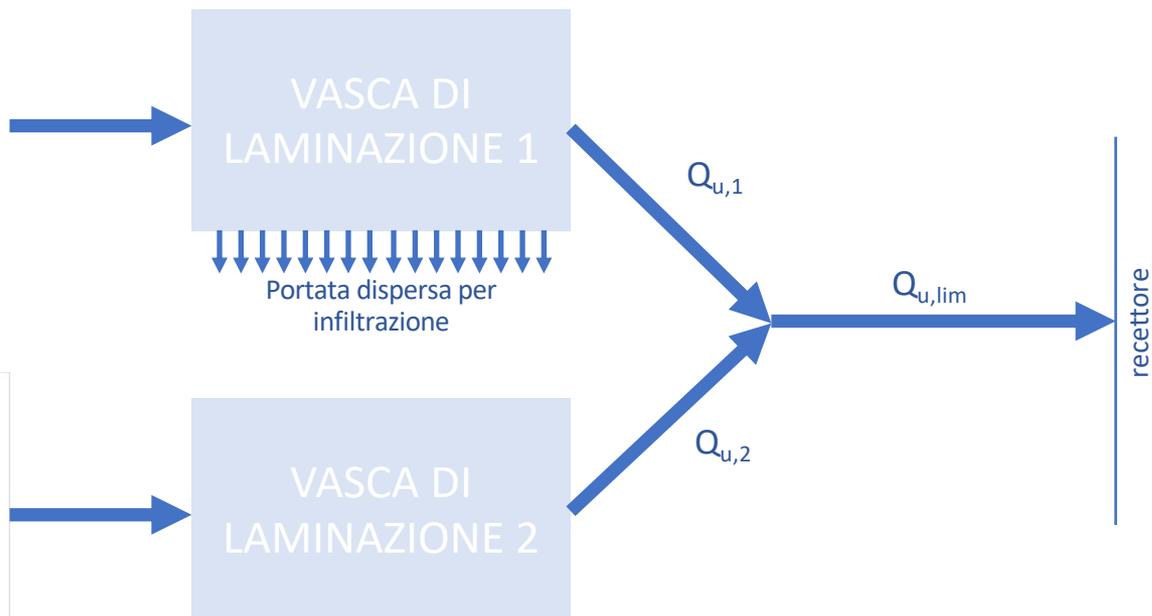
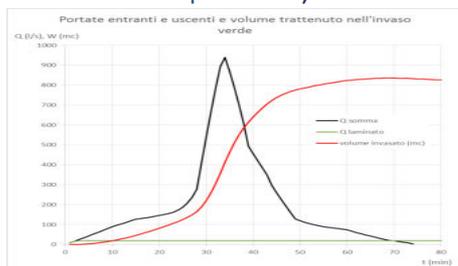
*Dati in ingresso:* idrogrammi in ingresso, portata limite di scarico  $Q_{u,lim}$ , tipo di suolo e permeabilità (per le superfici disperdenti)

Risoluzione delle equazioni di continuità per il calcolo del volume di laminazione  $W$  necessario, ricorrendo eventualmente all'utilizzo di **MODELLI DI CALCOLO IDROLOGICI E IDRAULICI**

Superficie a), b), d)



Superficie c)

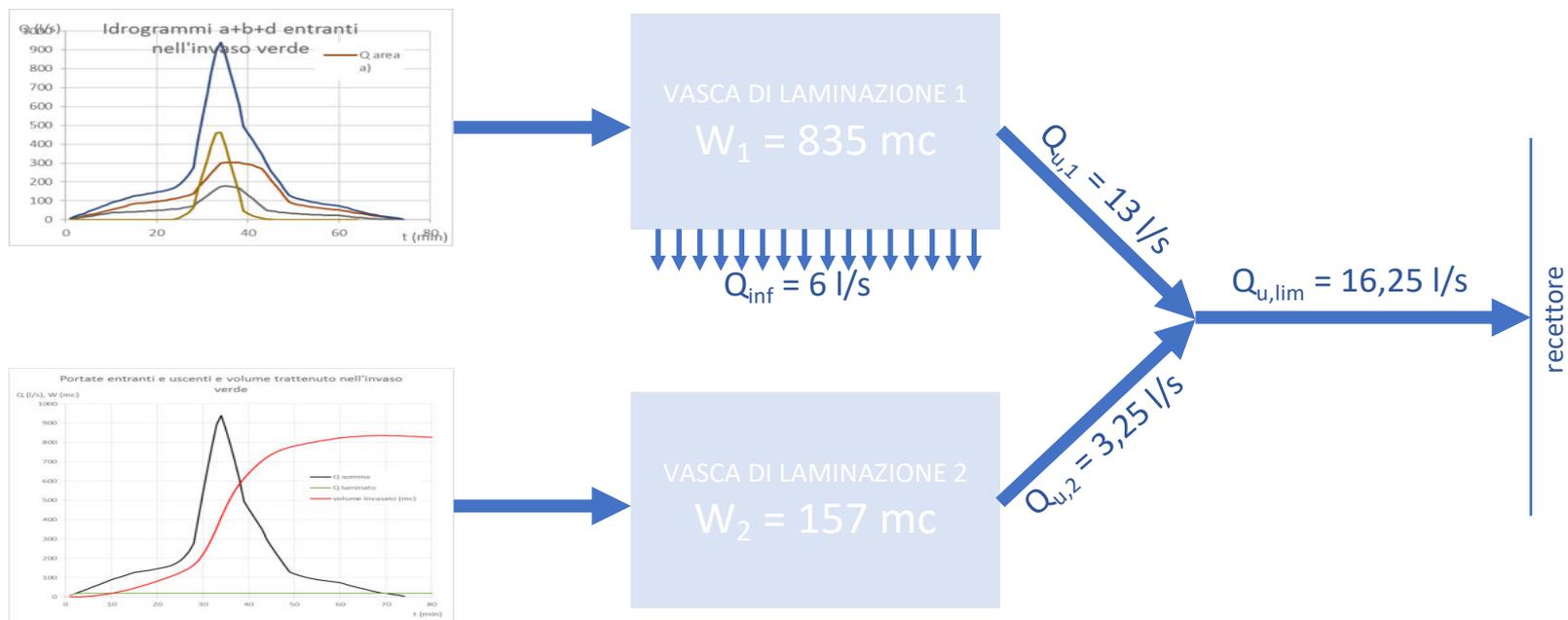


# ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

### A.4. Risultati del calcolo

#### MODELLO DI CALCOLO IDROLOGICO E IDRAULICO



Il volume complessivo di tale onda entrante nell'invaso è pari a circa  $920 \text{ m}^3$  che corrisponde ad un volume specifico pari a:

$$920,00 / (2,5 * 0,65) = 920,00 / 1,625 = 566 \text{ m}^3 / \text{ha}_{imp}$$

Il volume così calcolato è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a  $800 \text{ m}^3 / \text{ha}_{imp}$  per aree di alta criticità; è quindi necessario adottare per il progetto della vasca di laminazione il valore di:

$$800 \times 2,5 \times 0,65 = 1200 \text{ m}^3$$

## ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 6:** calcolo del volume di laminazione con la procedura dettagliata

### A.5 Verifica del requisito minimo:

Requisito minimo per l'ambito territoriale A = 800 mc/ha<sub>imp</sub>

Volume specifico per il caso in esame

$$w_0 = \frac{W_1 + W_2}{S \cdot \varphi} = \frac{835 + 157}{2,5 \cdot 0,65} = 610 \frac{mc}{ha_{imp}} < 800$$

**Il requisito minimo non è soddisfatto.**

È quindi necessario adottare per il progetto della vasca di laminazione il valore di:

$$W_1 + W_2 = 800 \cdot 2,5 \cdot 0,65 = 1200 mc$$

da suddividere tra le due vasche.

## ESEMPIO 6 - APPLICATIVO DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DETTAGLIATA : nuovo comprensorio di lottizzazione residenziale

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione

**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

$$t_s = \frac{W_0}{Q_{u,lim} + Q_{inf}} = \frac{1200 \text{ mc}}{(16,25 + 6) \text{ l/s}} = 20,5 \text{ h} < 48$$

**STEP 9:** verifica del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

## ESEMPIO

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## Descrizione dell'intervento

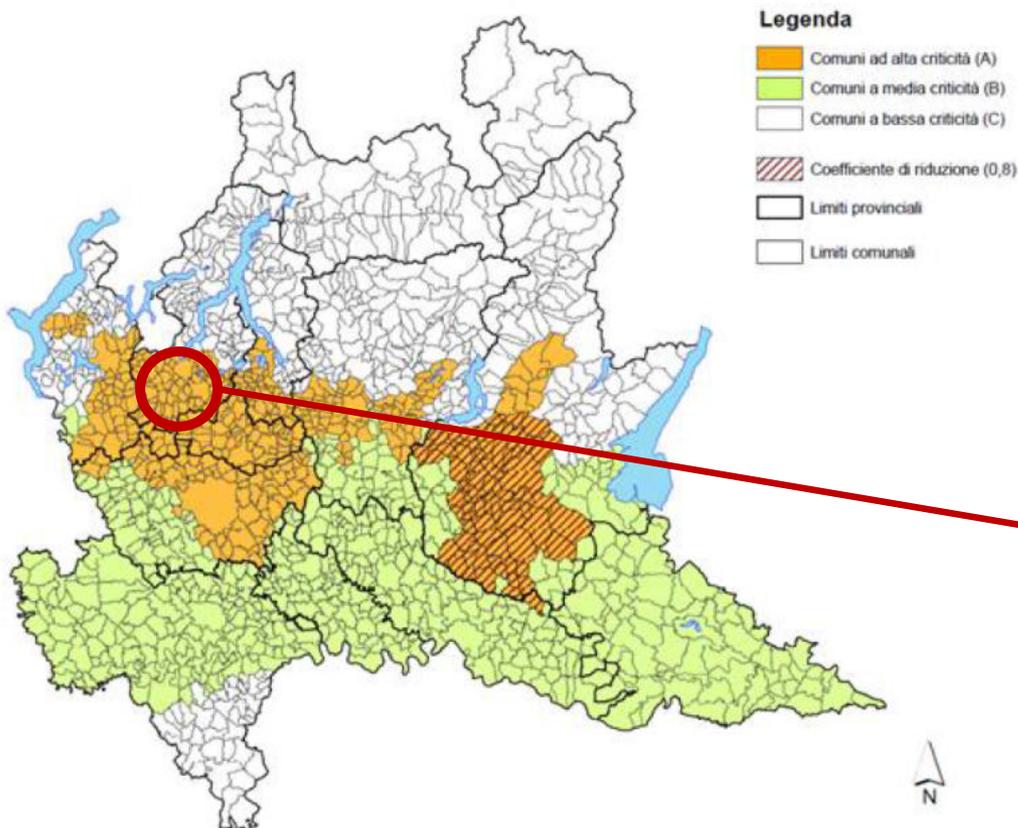
L'intervento consiste nella costruzione di un nuovo fabbricato ad uso industriale, a seguito di demolizione già avvenuta dei manufatti esistenti oggetto di precedenti pratiche autorizzative. L'edificio in progetto è rappresentato da una struttura in c.a. di forma grossomodo rettangolare che si sviluppa su di una superficie di c.ca 5'169 m<sup>2</sup> (dimensioni massime di c.ca m 100 x 55). L'area dell'intervento è collocata nel comune ad alta criticità idraulica (Ambito A).



Trattandosi di nuova costruzione, la progettazione è soggetta ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, secondo il Regolamento Regionale 7 /2017 e successivi aggiornamenti.

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione



area A ad alta criticità idraulica



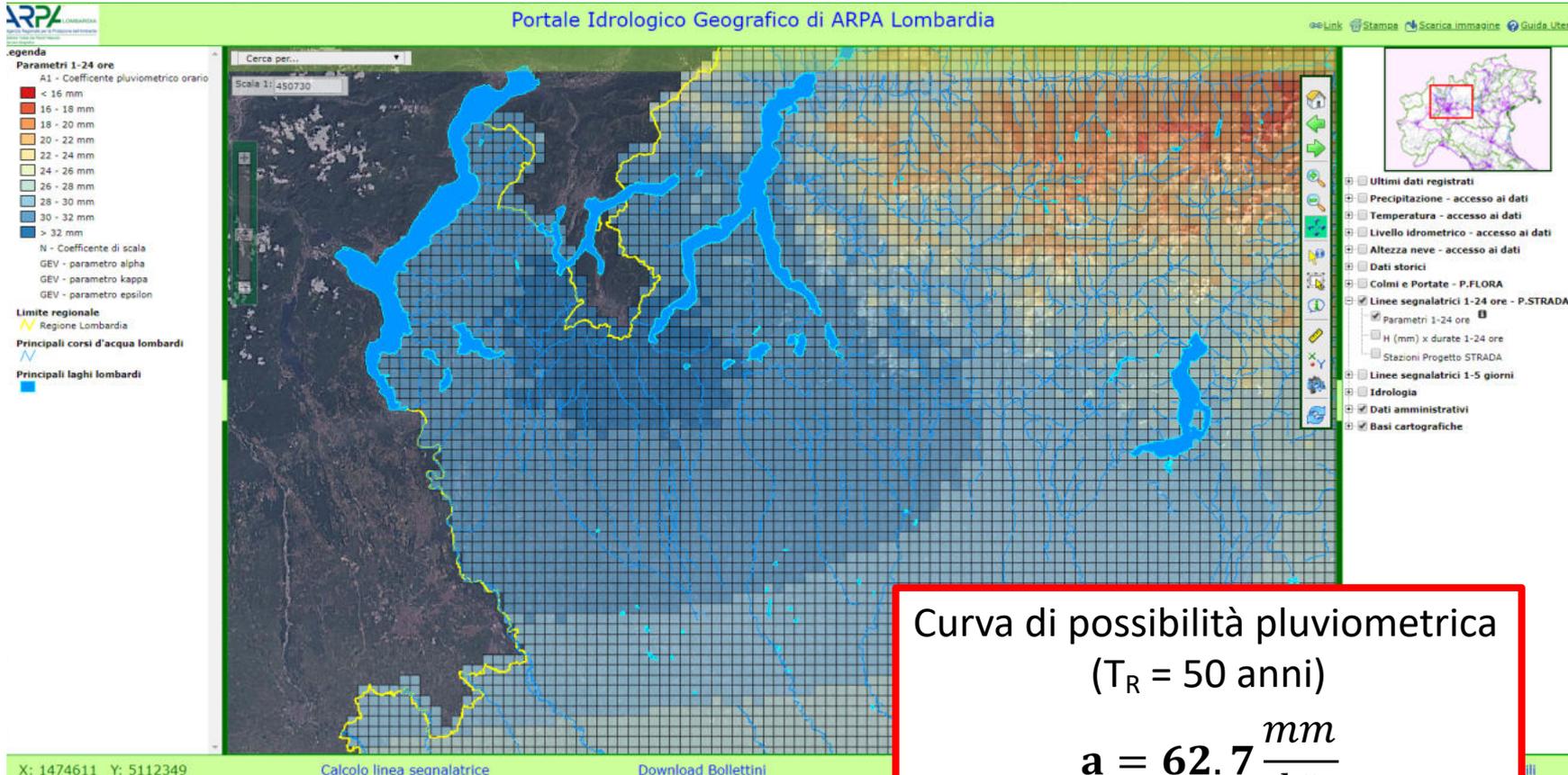
$$U_{lim} = 10 \text{ l/s}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>



Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

$$a = 62.7 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,35 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

**STEP 3:** superficie interessata dall'intervento =  $5169 \text{ m}^2 = 0,52 \text{ ha}$

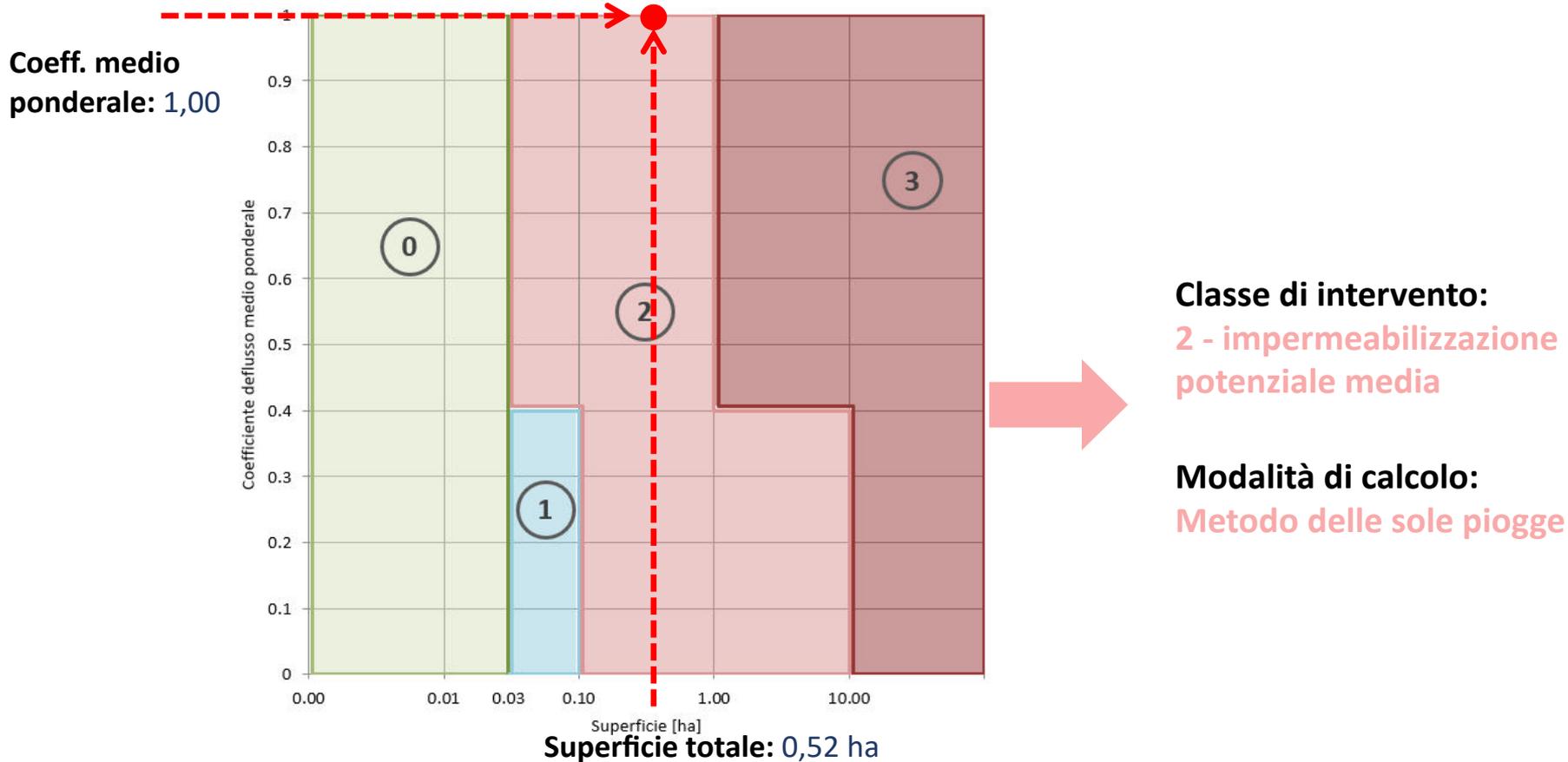
**STEP 4:** calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale = 1,00.

Superficie scolante complessiva =  $5169 \text{ m}^2 = 0,52 \text{ ha}$

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

**STEP 5:** determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

**Ambito territoriale: A**



# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 0,52 \text{ ha} \quad a = 62.70 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,35 \quad \varphi \approx 1,00 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$$



$$\text{Volume in vaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 218 \text{ mc}$$

### Verifica del requisito minimo:

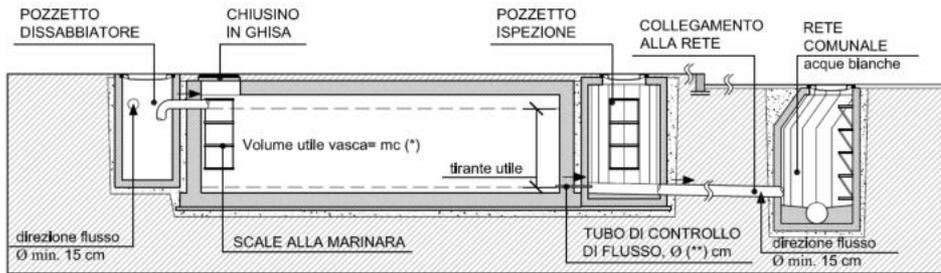
$$\text{Requisito minimo per l'ambito territoriale } A = 800 \text{ mc/ha}_{imp} \cdot P \quad P = 1.00$$

$$\text{Volume minimo per il caso in esame } w_{min,0} = S \cdot 800 = 416 \text{ mc} > 218 \text{ mc}$$

$$\text{Volume dell'invaso} = 416 \text{ m}^3$$

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica del sistema con  $T_R = 100$  anni

È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 10: calcolo dell'infiltrazione e dimensionamenti

Per la determinazione della portata filtrata nel terreno, si utilizza la formula:

$$Q_{fil} = k \cdot i \cdot A$$

in cui:

- $k$  è il coefficiente di permeabilità assunto pari a  $10^{-4}$ ;
- $i$  è il gradiente idraulico assunto, cautelativamente, pari ad 1;
- $A$  è l'area della sezione trasversale della trincea drenante  $250 \text{ m}^2$ .

La massima portata scaricabile per infiltrazione nel suolo è pari a  $25.00 \text{ l/s}$ . Ne consegue che la massima portata in uscita dal sistema è  $30.20 \text{ l/s}$  (dei quali  $25 \text{ l/s}$  per infiltrazione nel suolo e  $5.20 \text{ l/s}$  in fognatura mediante scarico a gravità o sollevamento).

L'infiltrazione avverrà a quota non inferiore a  $1.50$  metri rispetto al piano campagna. Poiché il massimo livello di falda misurato è pari a  $3.00 \text{ m}$  rispetto al piano campagna, il franco garantito tra la quota di infiltrazione e la massima escursione della falda è pari a  $1.50$  metri in linea con il D. lgs 152/1999 per garantire la compatibilità dello scaric.

## STEP 10: dimensionamenti bocche di presa, pluviali discendenti e condotte

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 11: dimensionamenti bocche di presa, pluviali discendenti e condotte

*Pluviali: bocche di presa*

Per i pluviali è stato definito un diametro di 200 mm.

Le bocche di presa dei pluviali possono essere assimilate a luci sottobattente, il cui funzionamento è descritto dalla legge

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

in cui:

- $C_q = 0.6$ ;
- $A$  = area della tubazione verticale;
- $h$  = carico sulla soglia

<i>Carico sulla soglia (m)</i>	<i>DN [mm]</i>	<i>D<sub>eff</sub> [mm]</i>	<i>Q<sub>max</sub> [l/s]</i>
0.1	200	190	23.8

Le verifiche vengono eseguite confrontando la capacità di deflusso nelle bocche di presa con la portata al colmo gravanti su ogni singola bocca di presa (per T50 e T100):

<i>Q<sub>max</sub> [l/s]</i>	<i>Q<sub>50</sub> [l/s]</i>	<i>Q<sub>100</sub> [l/s]</i>
23.8	9.6	10.9
	verificata	verificata

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## STEP 11: dimensionamenti bocche di presa, pluviali discendenti e condotte

*Pluviali: elementi discendenti*

Per la verifica dei tratti verticali si fa riferimento alla norma UNI EN 12056-3. Secondo la norma i pluviali sono da assimilare a verticali quando l'inclinazione rispetto all'orizzontale è superiore ai 10°. In questa configurazione la capacità massima di deflusso si calcola con la formula di Wyly-Eaton:

$$Q = 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0.167} \cdot d_i^{2.667} \cdot f^{1.667}$$

dove:

- $k_b$  è la scabrezza del pluviale posta pari a 0.25 mm
- $d_i$  è il diametro interno del pluviale in mm
- $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale, posto, secondo la norma, pari a 0.33.

<i>DN [mm]</i>	<i>Q<sub>max</sub> [l/s]</i>	<i>Q<sub>50</sub> [l/s]</i>	<i>Q<sub>100</sub> [l/s]</i>
200	68.03	9.57	10.87
		verificata	verificata

*Condotte*

Per il dimensionamento delle condotte inserite all'interno della trincea drenate si ipotizza, in via cautelativa, che non vi sia dispersione di portata. Le verifiche idrauliche per il dimensionamento delle condotte a pelo libero sono effettuate in condizioni di moto uniforme, utilizzando la ben nota formula di Chezy:

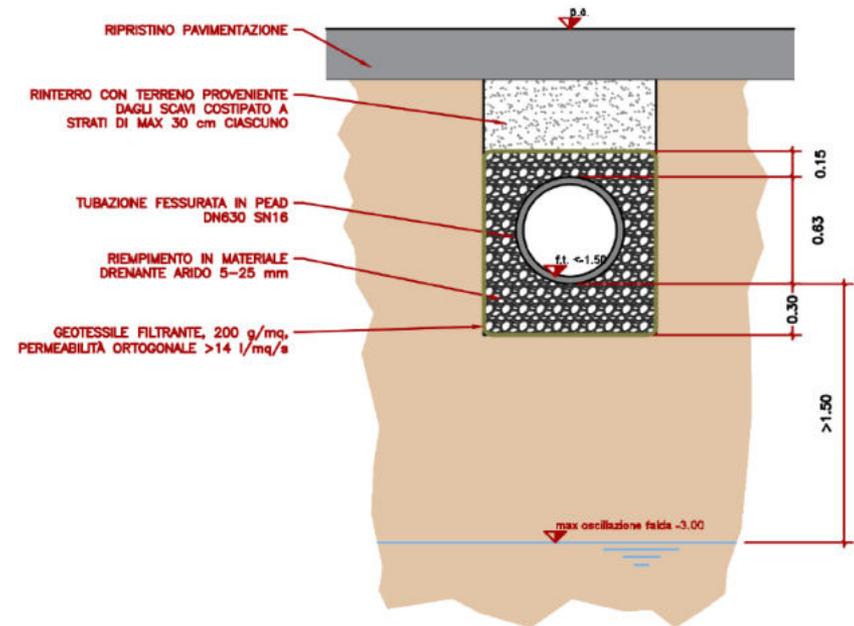
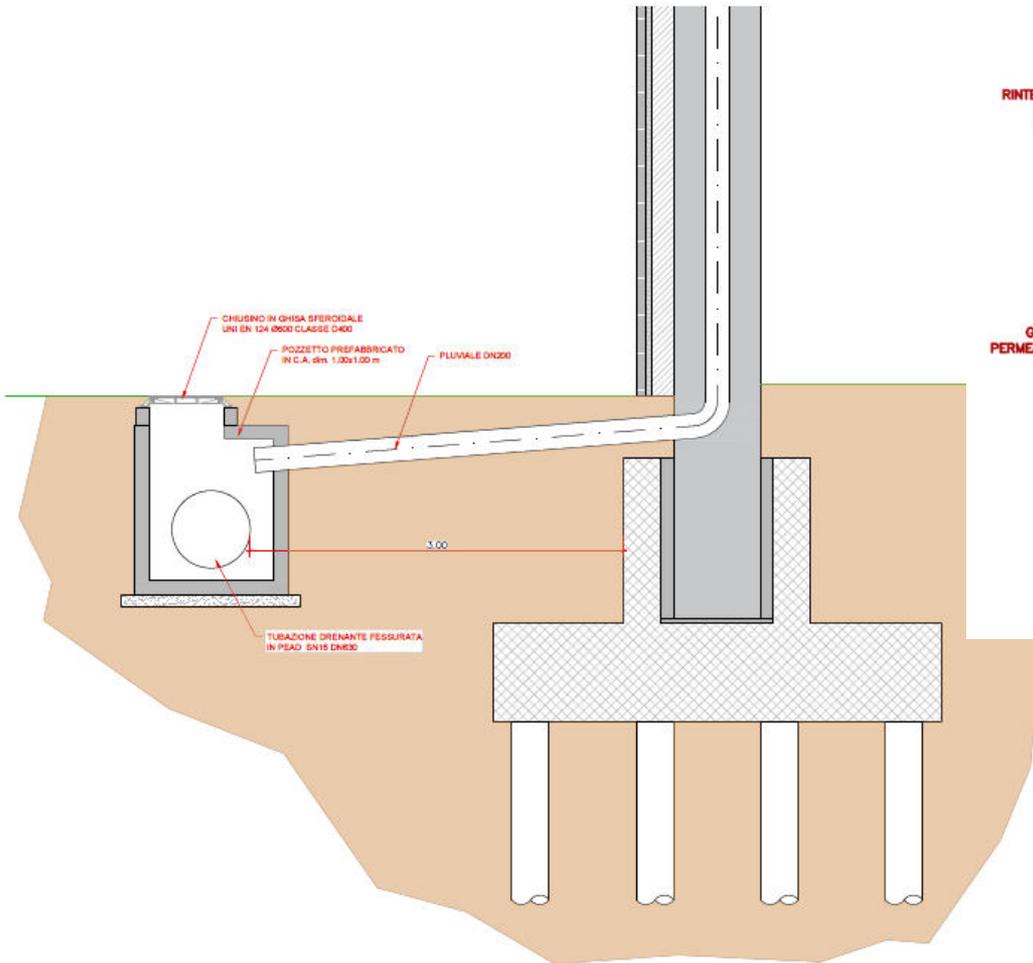
$$Q = k_z \cdot R^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{i \cdot R}$$

<i>DN [mm]</i>	<i>DI [mm]</i>	<i>h [m]</i>	<i>Area bagnata [m<sup>2</sup>]</i>	<i>Contorno bagnato [m]</i>	<i>R [-]</i>	<i>Q [l/s]</i>
250	230.8	0.16	0.03	0.46	0.07	21.05
630	533	0.37	0.17	1.06	0.16	196.15
800	691	0.48	0.28	1.37	0.20	391.98



## Sezioni tipologiche di posa

ALLACCIO PLUVIALI

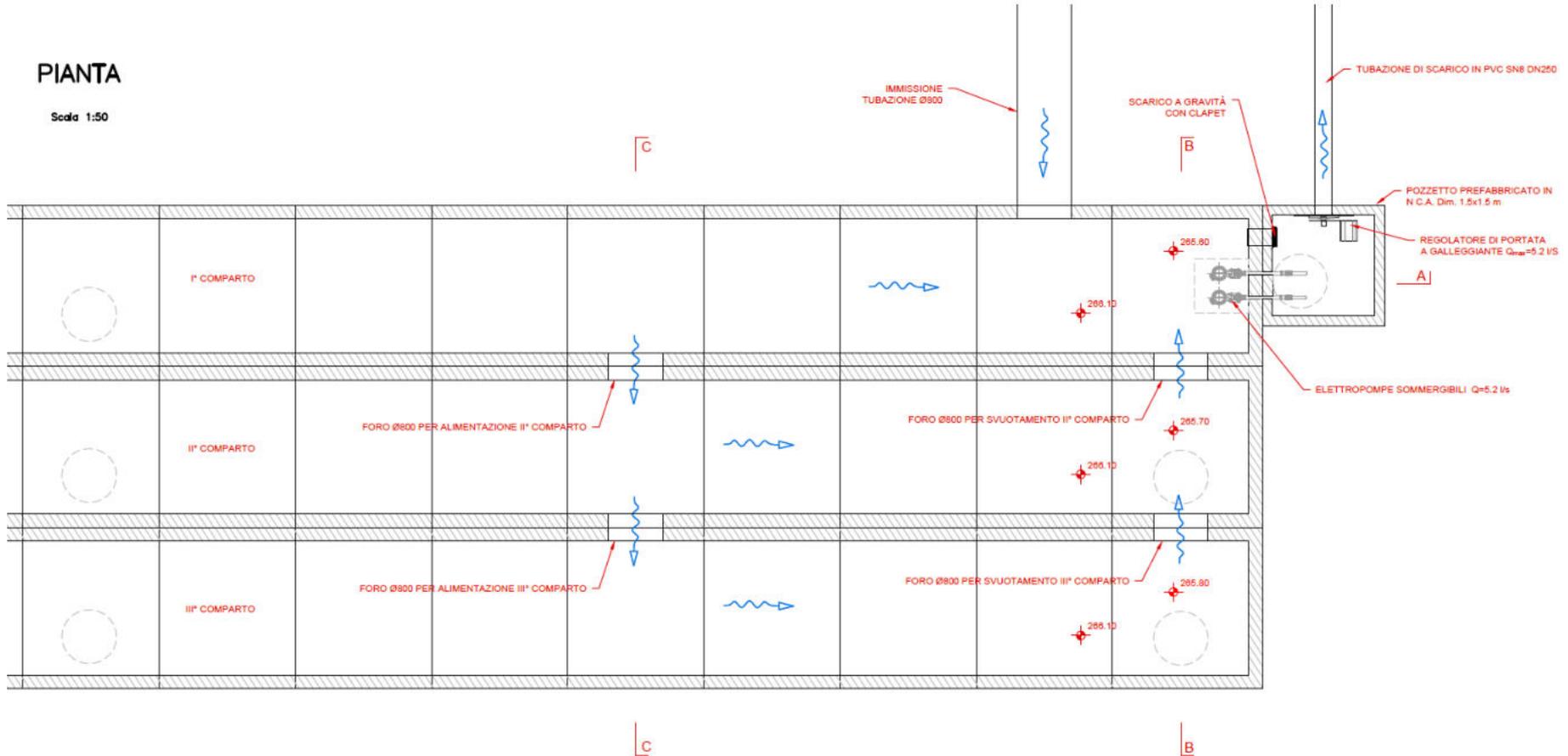


# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## Pianta vasca di laminazione

PIANTA

Scala 1:50

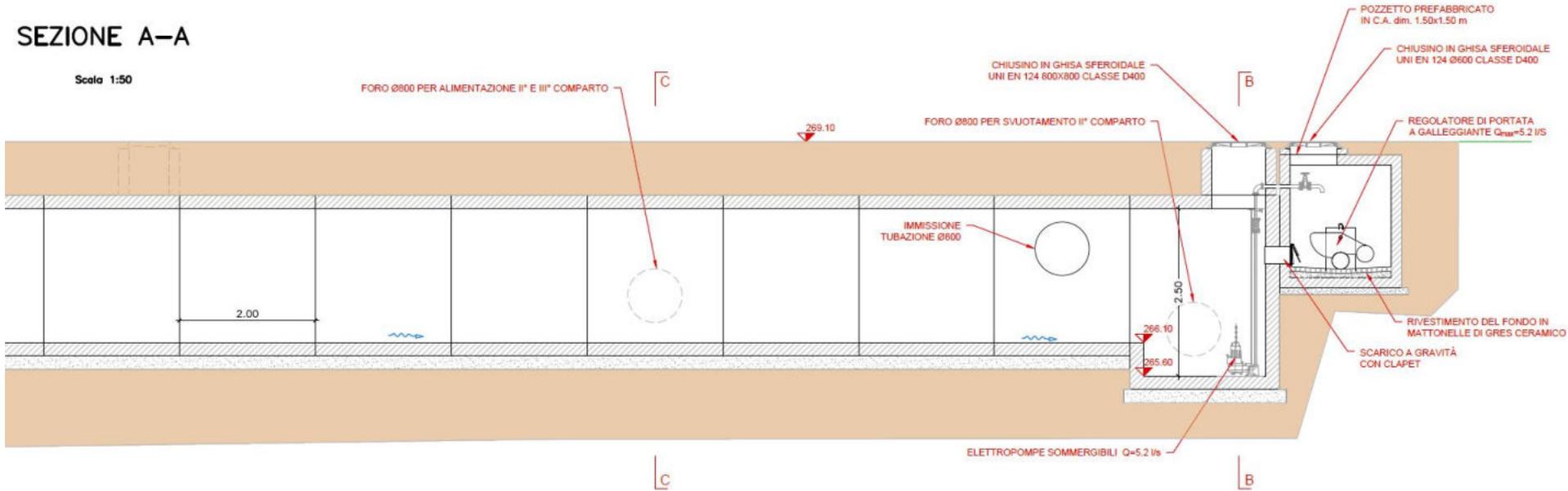


# Progetto di invarianza per capannone industriale con ridotta disponibilità di spazio

## Sezioni vasca di laminazione

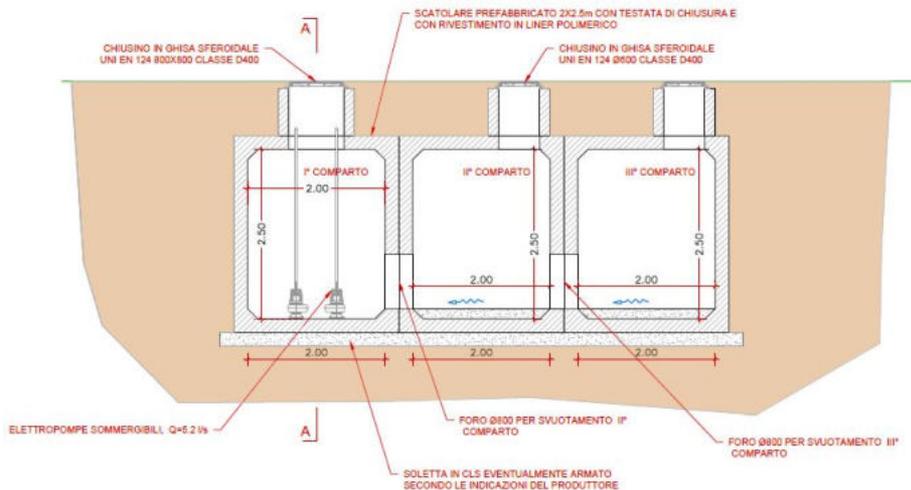
### SEZIONE A-A

Scala 1:50



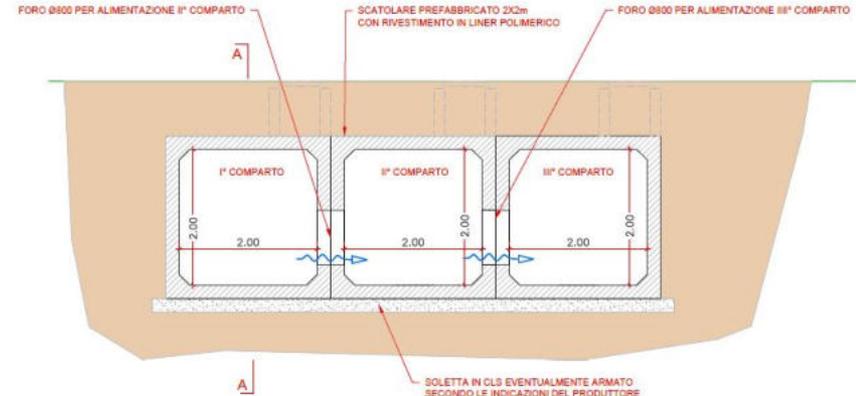
### SEZIONE B-B

Scala 1:50



### SEZIONE C-C

Scala 1:50



## ESEMPIO

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## Descrizione dell'intervento

L'area prescelta per la realizzazione dell'intervento è collocata in un comune di alta criticità idraulica (Ambito A).

Trattandosi di nuova costruzione, la progettazione è soggetta ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, secondo il Regolamento Regionale 7 /2017 e successivi aggiornamenti.

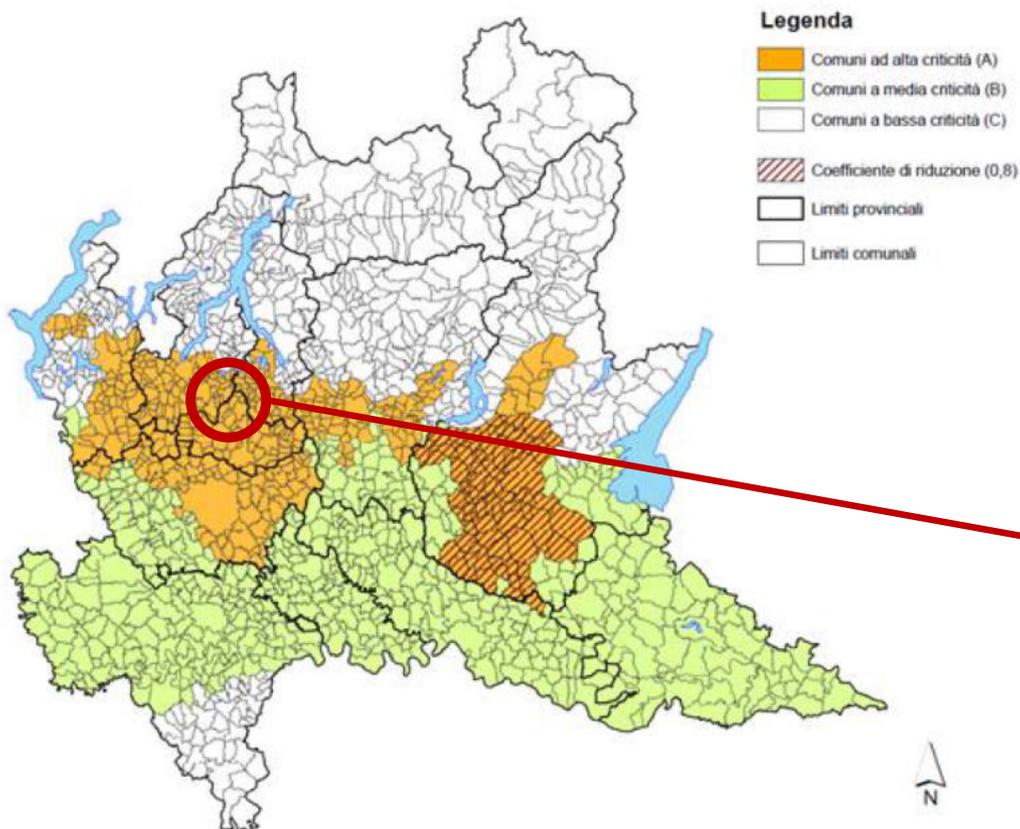
La superficie complessiva dell'area oggetto di intervento è pari a 0.81 ha, di cui:

- 0.48 ha di superficie impermeabile (di cui 0.29 ha di superficie coperta del fabbricato e 0.19 ha di superficie impermeabile esterna al fabbricato, quali strade e piazzali impermeabili);
- 0.04 ha di parcheggi in pavimentazione drenante;
- 0.28 ha di superficie verde.



# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## STEP 1: individuazione dell'ambito territoriale di applicazione



area A ad alta criticità idraulica



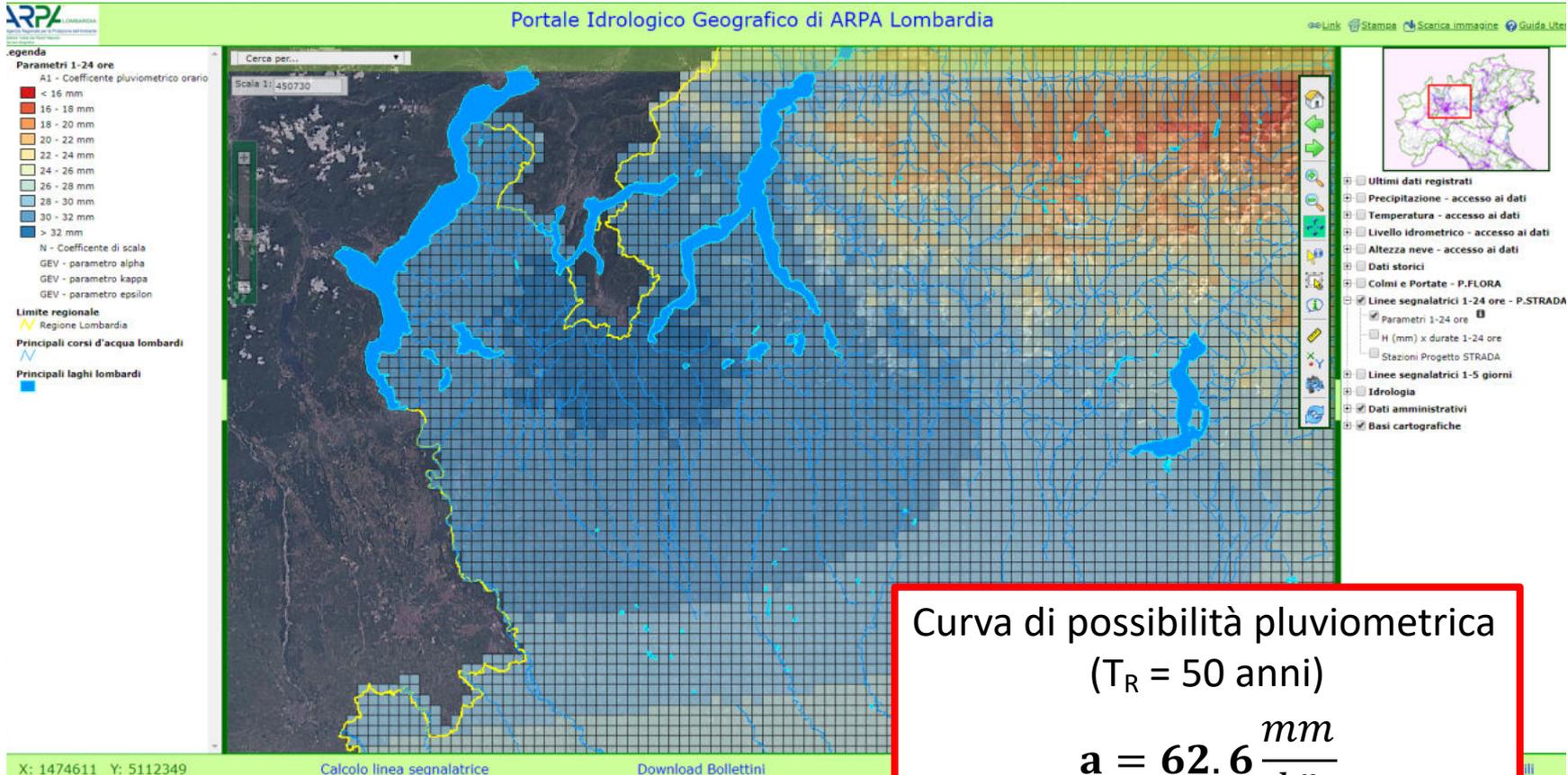
$$U_{lim} = 10 \text{ l/s}$$

per ettaro di superficie  
scolante impermeabile  
dell'intervento

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## STEP 2: definizione delle curve di possibilità pluviometrica

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>



Curva di possibilità pluviometrica  
( $T_R = 50$  anni)

$$a = 62.6 \frac{mm}{h^n}$$

$$n = \begin{cases} 0,50 & \text{per } D < 1h \\ 0,31 & \text{per } D \geq 1h \end{cases}$$

## Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

**STEP 3:** superficie interessata dall'intervento =  $8062 \text{ m}^2 = 0,81 \text{ ha}$

**STEP 4:** calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

Per il calcolo della superficie scolante impermeabile complessiva si è fatto riferimento ai coefficienti di deflusso indicati nel Regolamento regionale n° 7/2017, art. 11, comma 6: pari a 1 per le aree di copertura e pavimentazioni continue, a 0.7 per le pavimentazioni drenanti ed a 0.3 per le aree verdi.

Applicando questi coefficienti alle diverse tipologie di superficie individuate si ottiene una superficie scolante impermeabile complessiva di 0.60 ha e quindi un **coefficiente di deflusso medio ponderale di 0.74**.

Infine, l'area da considerare per il calcolo dei volumi di prima pioggia corrisponde all'area impermeabile di strade e piazzali, escludendo quindi la copertura del fabbricato, ed è quindi pari a 0.19 ha.

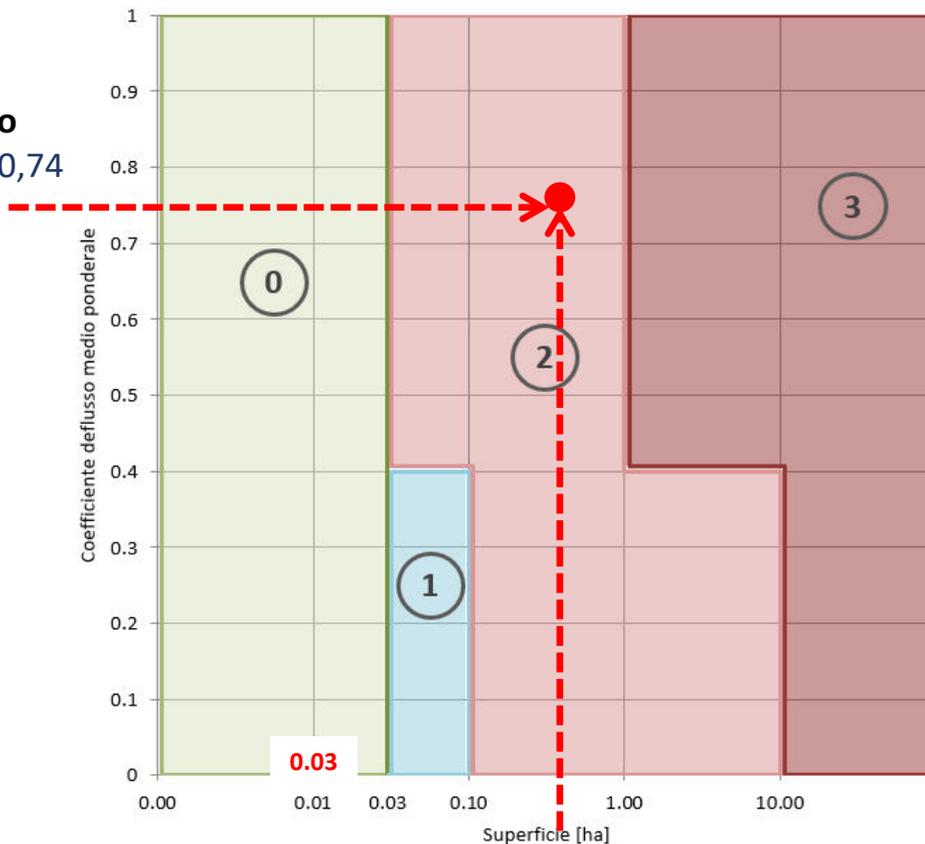
Superficie scolante complessiva =  $8062 \text{ m}^2 \cdot 0.74 = 5969 \text{ m}^2 = 0,60 \text{ ha}$

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## STEP 5: determinazione della classe di intervento e della metodologia di calcolo

### Ambito territoriale: A

Coeff. medio ponderale: 0,74



Superficie totale: 0,60 ha

**Classe di intervento:**  
2 - impermeabilizzazione potenziale media

**Modalità di calcolo:**  
Metodo delle sole piogge

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## STEP 6: calcolo del volume di laminazione

Calcolo del volume  $W_0$ : metodo delle sole piogge

$$S = 0,60 \text{ ha} \quad a = 62.60 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,31 \quad \varphi \approx 0,74 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$$



$$\text{Volume invaso } W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 551 \text{ mc}$$

### Verifica del requisito minimo:

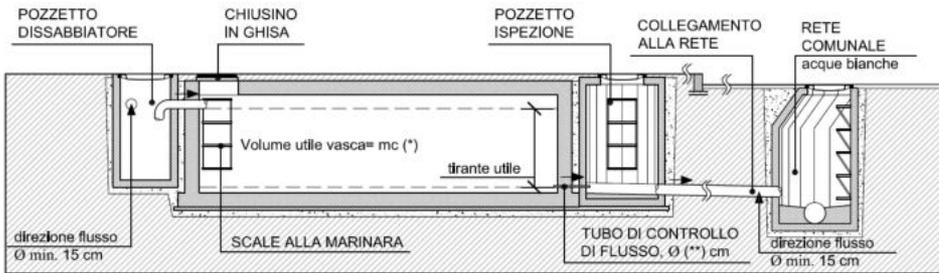
$$\text{Requisito minimo per l'ambito territoriale } A = 800 \text{ mc/ha}_{imp} \cdot P \quad P = 1.00$$

$$\text{Volume minimo per il caso in esame } w_{min,0} = S \cdot 800 = 480 \text{ mc} < 551 \text{ mc}$$

$$\text{Volume dell'invaso} = 551 \text{ m}^3$$

# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

**STEP 7:** definizione della tipologia di vaso di laminazione e di organo di regolazione



**STEP 8:** calcolo del tempo di svuotamento (non deve superare le 48 ore)

**STEP 9:** verifica del sistema con  $T_R = 100$  anni

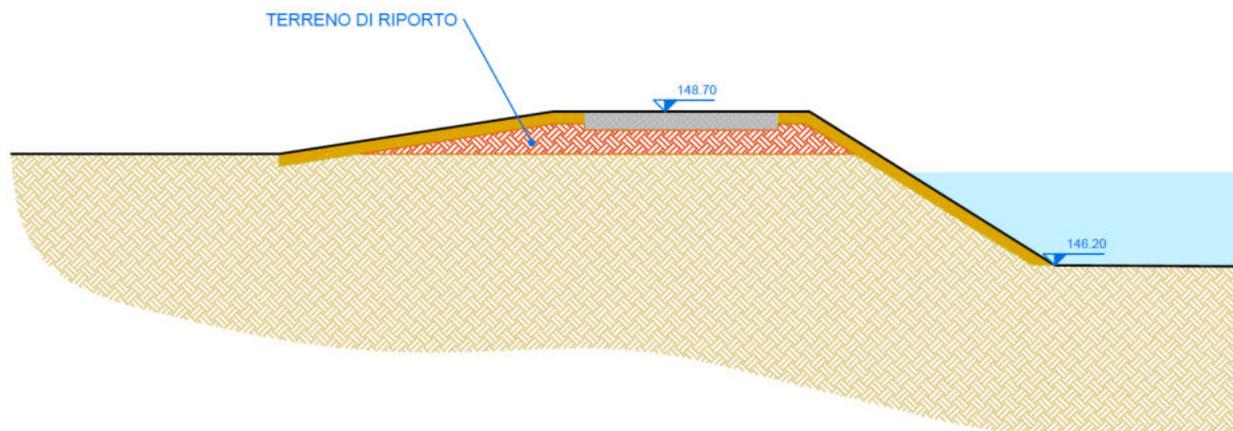
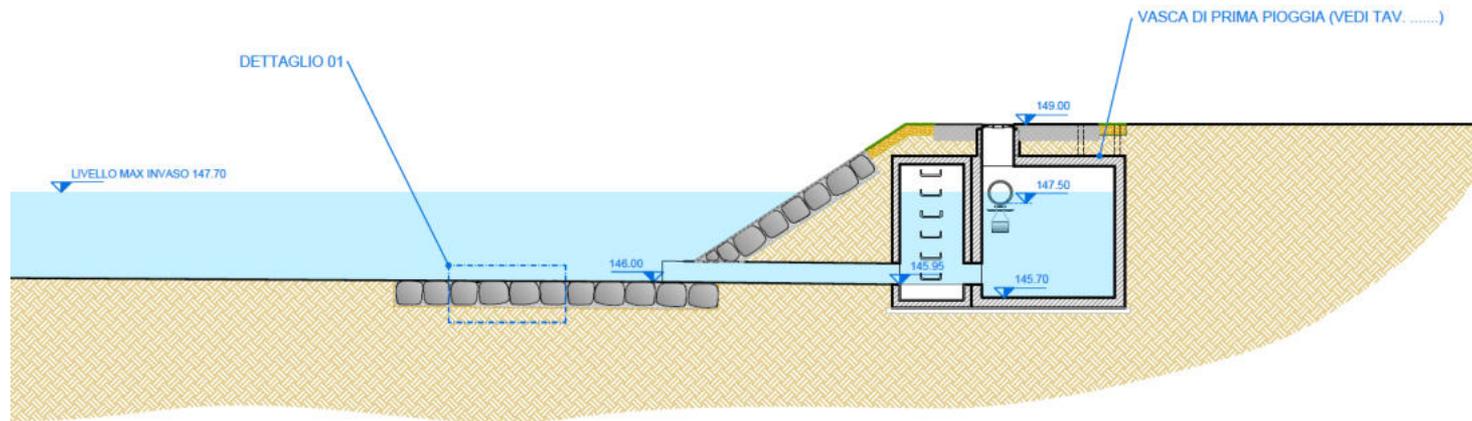
È opportuno che il volume effettivo di laminazione sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni, verificandone anche la modalità e il tempo di svuotamento, nel rispetto delle indicazioni di normativa.



# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

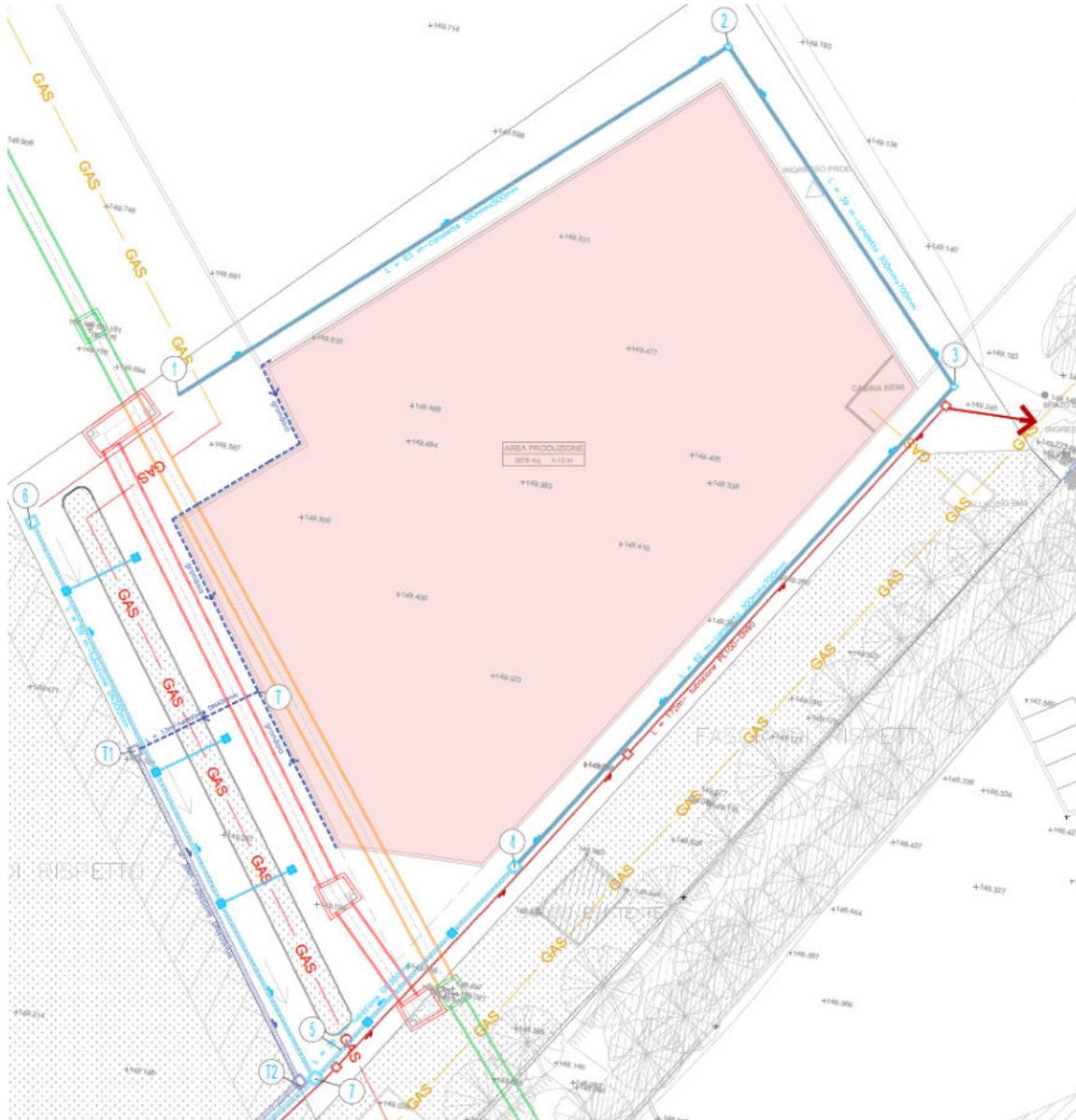
## Sezioni vasca di laminazione

SEZIONE A - A  
Scala 1:100



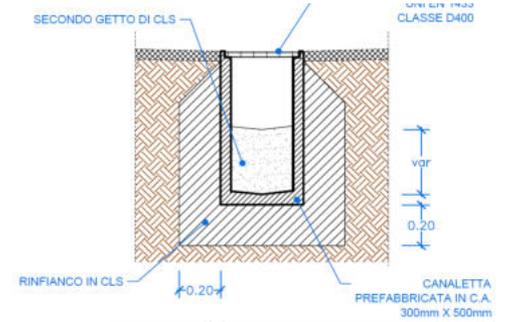
# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## Planimetria rete di drenaggio



### CANALETTA 300

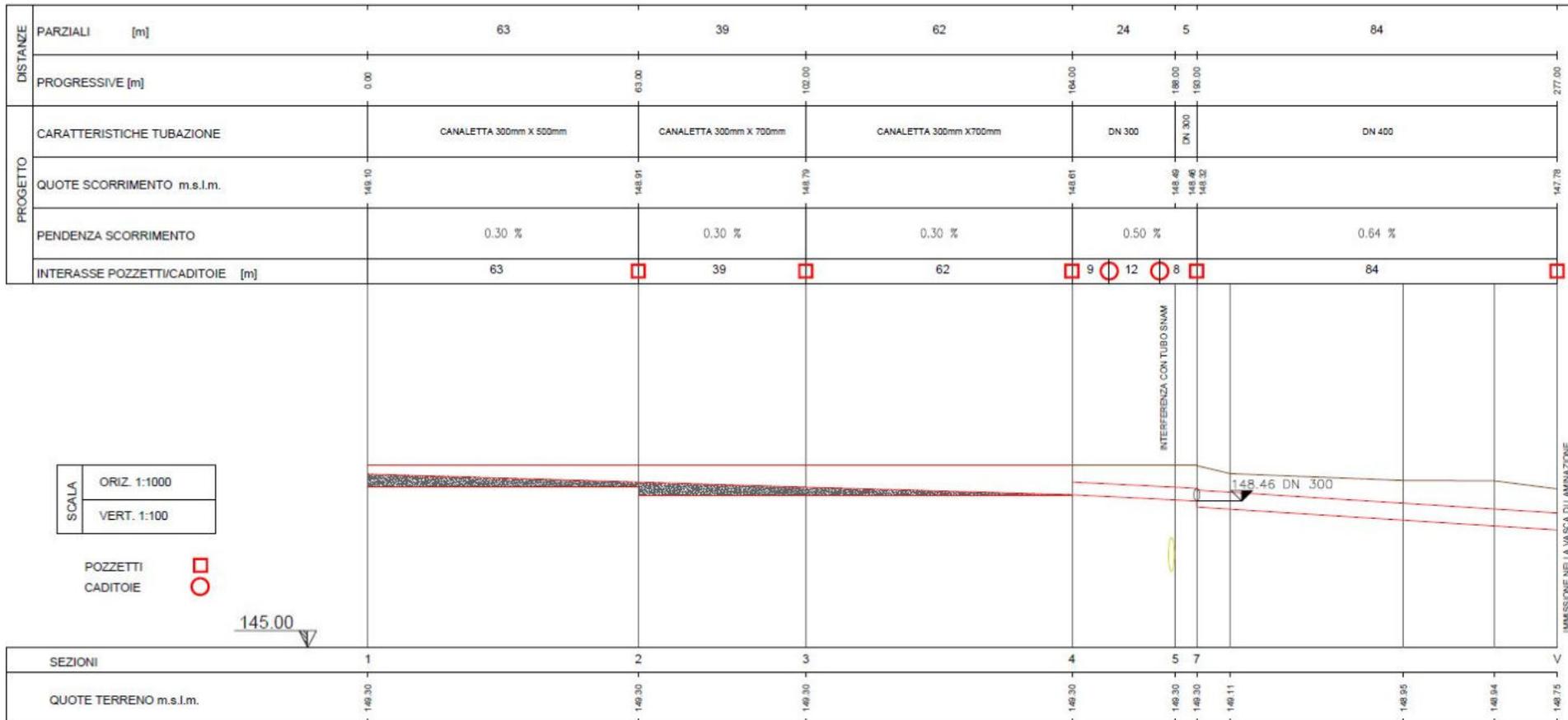
Reg. Persona Giuridica n° 431 Trib. Varese  
 Certificato Qualità ISO 9001:2015 n. IT-91387  
 Accreditato all'albo degli operatori per la formazione al n. 975/2014



# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## Profili del sistema di drenaggio

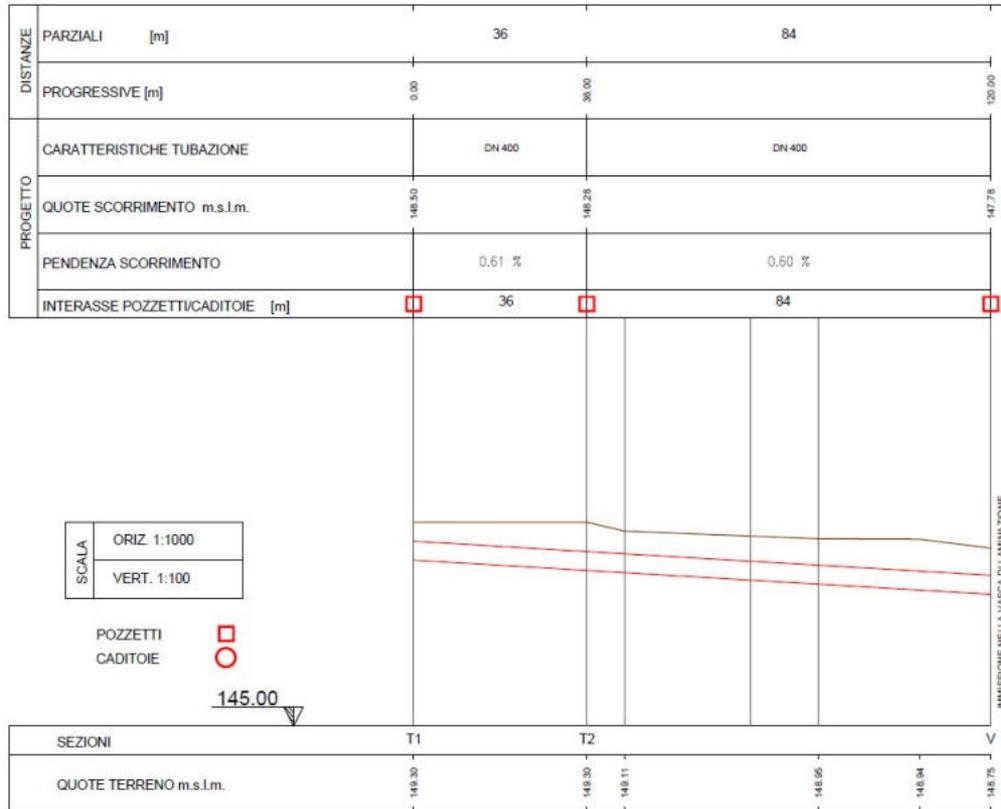
TRATTO 1 - V



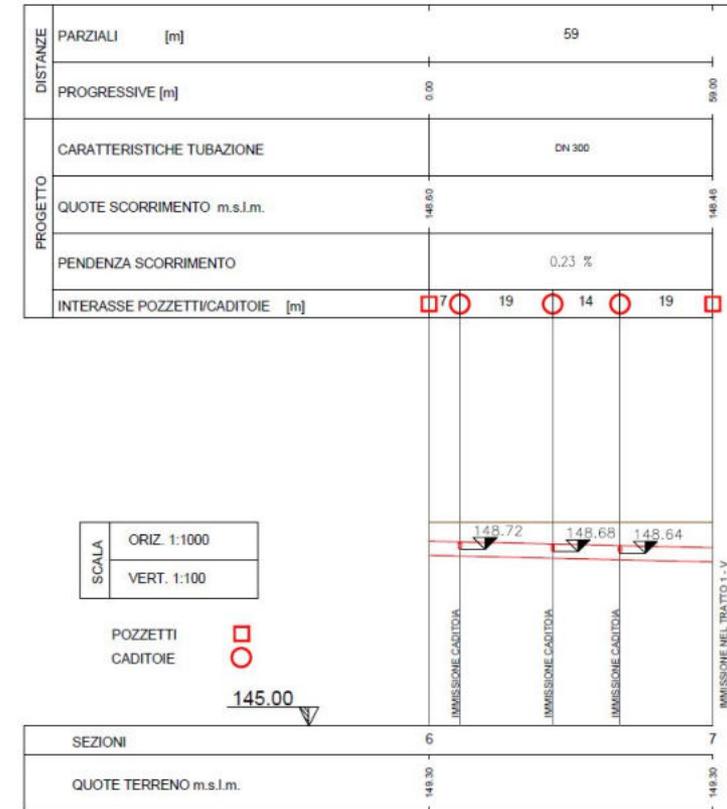
# Progetto di invarianza per capannone industriale con ampia disponibilità di spazio

## Profili del sistema di drenaggio

TRATTO T1 - V



TRATTO 6 - 7





## Il regolamento attuativo R.R 7/2017: Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito

## MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

Cosa devono fare i comuni? Entro quando?

### COMUNI RICADENTI NEGLI AMBITI A E B

#### STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO



secondo tempistica  
della LR 31/2014

DOCUMENTO SEMPLIFICATO (facoltativo)

### COMUNI RICADENTI IN AMBITO C

#### DOCUMENTO SEMPLIFICATO



entro 9 MESI  
**(28 agosto 2018)**

**Adeguare il Regolamento Edilizio Comunale** entro 6 mesi (**28 maggio 2018**) al Regolamento Regionale (art. 6), decorsi i quali i Comuni sono comunque tenuti ad applicare il Regolamento Regionale. Non sono soggetti all'obbligo di applicazione del regolamento regionale gli interventi per i quali sia già stata presentata l'istanza di permesso di costruire o la SCIA o la CILA alla data di recepimento del r.r. nel r.e. o, in mancanza, alla data corrispondente al decorso dei 6 mesi successivi alla pubblicazione sul BURL del r.r. Tali termini sono riferiti alla data di inizio lavori per l'attività edilizia libera, e alla data di avvio del procedimento di approvazione del progetto definitivo per gli interventi relativi a infrastrutture stradali, autostradali e loro pertinenze e parcheggi (art. 17, c. 3)

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

Gli esiti degli studi devono essere recepiti nel PGT, **secondo i tempi della LR 31/2014:**

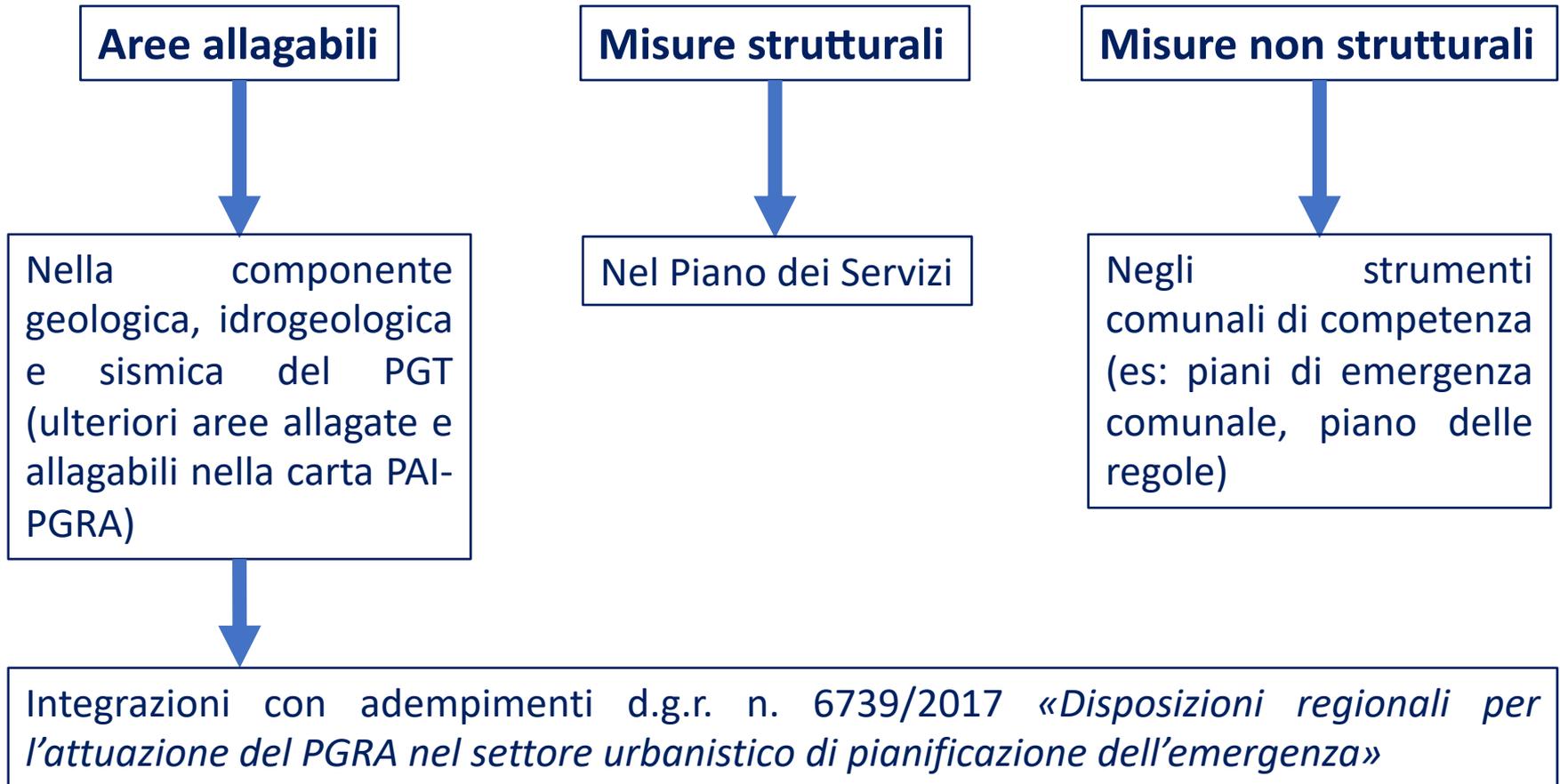
- Inserendo le **aree di allagamento nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT**
- Inserendo le **misure strutturali nel piano dei servizi**

È inoltre importante sapere che qualora non venisse recepito per tempo nel Regolamento Edilizio, trascorsi 6 mesi dalla pubblicazione (28 maggio 2017), il Regolamento Regionale sull'invarianza troverà comunque applicazione nella formulazione pubblicata.

**FONDAMENTALE LA COLLABORAZIONE TRA COMUNE E GESTORE DEL SII**

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

Sia lo **Studio Comunale di Gestione del rischio idraulico** che il **Documento semplificato del rischio idraulico comunale** comportano un adeguamento del PGT quali studi di supporto.



**L'invarianza idraulica ed idrologica è una misura del PGRA**

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)



## REGIONE LOMBARDIA

DG AMBIENTE, ENERGIA E SVILUPPO SOSTENIBILE  
Viviane Iacone, Mario Clerici, Mila Campanini



## ERSAF - Segreteria tecnica Contratti di Fiume

Enrico Calvo, Dario Kian

### Consulenti ERSAF

Alessandro Ali, Maddalena Leanza (UBISTUDIO S.r.l.)  
Filomena Pomilio (Officina11)

con la collaborazione di Alessandra Gelmini e Gioia Gibelli (Officina11)



# PAESAGGIO URBANO

## cosa si può fare nelle aree edificate del bacino idrografico?

Le indicazioni seguenti sono rivolte ad incrementare la capacità di drenaggio e a promuovere una buona gestione delle acque piovane nelle aree urbanizzate attraverso gli interventi sugli edifici e gli spazi aperti al fine di ridurre o rallentare la quantità di acqua che arriva nelle reti fognarie e, quindi, al ricettore finale. In considerazione della estensione e della densità di usi, le aree urbanizzate, se ben pianificate e gestite, possono svolgere un ruolo fondamentale nel raggiungimento degli obiettivi di sicurezza idraulica dei territori, riqualificazione dei corpi idrici, affinamento della qualità e risparmio e ottimizzazione d'uso delle risorse idriche, sia nel consumo residenziale che nei cicli produttivi.

## *A Regola d'acqua*

Guida per la gestione delle acque nella pianificazione e regolamentazione comunale

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## Migliorare il drenaggio delle acque in ambito urbano

Negli interventi di ristrutturazione e nuova edificazione prevedere incentivi (quali ad es. la riduzione degli oneri di urbanizzazione) per la realizzazione di "tetti verdi" o giardini pensili, finalizzati alla diminuzione e al rallentamento del deflusso delle acque meteoriche.

Realizzare, ove possibile, la separazione delle acque reflue da quelle meteoriche attraverso reti duali. Nei nuovi interventi e in presenza di reti duali prevedere il divieto di convogliare nella rete fognaria le acque meteoriche, ad esclusione di quelle di prima pioggia, nonché le acque provenienti dal troppo pieno dei pozzi perdenti.

Inserire nell'elenco delle opere rientranti nelle urbanizzazioni primarie quelle finalizzate alla corretta gestione delle acque meteoriche per la limitazione dell'aggravio della rete fognaria e del sistema di depurazione (ad esempio, fossi drenanti, trincee, ecc.).

Dotare i regolamenti di schemi esemplificativi coerenti con le specifiche del contesto territoriale per la realizzazione di superfici e manufatti idonei al trattamento, riuso e smaltimento della risorsa acqua (tetti verdi, superfici drenanti per parcheggio, pozzi perdenti, cisterne interrato, fossi di deflusso e ritenzione vegetata delle acque meteoriche stradali - rain garden, impianti vegetazionali per il pretrattamento delle acque meteoriche prima dell'immissione nel ricettore, ecc.).

Negli interventi di ristrutturazione edilizia con cambio d'uso di edifici produttivi, artigianali e commerciali prevedere interventi di de-impermeabilizzazione di piazzali esistenti qualora non più funzionali ai nuovi usi.

PR

RE

PS

RE

RE

Favorire ed incrementare ove possibile l'infiltrazione locale delle acque meteoriche, promuovendo tutte quelle soluzioni che incrementano il drenaggio sostenibile (SUDS), migliorando la condizione di permeabilità superficiale e incentivando la raccolta separata evitandone il collettamento nelle reti fognarie già sottodimensionate (fatte salve le acque di prima pioggia che devono in ogni caso essere inviate alla rete fognaria).

PR

Attraverso parametri urbanistici (superficie minima a verde pertinenziale, superfici minime permeabili, ecc.), garantire all'interno dei diversi ambiti urbanizzati, compatibilmente con le caratteristiche geopedologiche, opportuni livelli di permeabilità superficiale concretamente applicabili, in rapporto agli usi e alle tipologie degli insediamenti ammessi.

PR

Prevedere una casistica esemplificativa di materiali di pavimentazione e sistemazioni superficiali differenti per capacità di drenaggio.

RE

All'interno di nuove lottizzazioni o in interventi di ristrutturazione urbanistica, sostenere la realizzazione di strade residenziali caratterizzate da superfici con fossi drenanti di deflusso delle acque meteoriche. Nelle strade private di nuova formazione, il piano di calpestio può essere realizzato in modo da facilitare il deflusso delle acque meteoriche e l'infiltrazione locale, promuovendo soluzioni con sistemi di drenaggio al fine di limitare il più possibile il collettamento nelle reti fognarie (es: cunette, fossi drenanti vegetati).

DP

Nelle aree di pertinenza degli edifici sostenere il più possibile l'intercettazione e il riuso delle acque meteoriche mediante: adeguate superfici drenanti (l'intercettazione delle acque meteoriche dovrà essere per lo più assorbita da sistemazioni arboree o arbustive); l'utilizzo per l'irrigazione, la pulizia delle superfici pavimentate, l'alimentazione di eventuali impianti antincendio all'interno di aree ad uso produttivo.

RE

Per i nuovi percorsi ciclopedonali, o per il rifacimento di quelli esistenti, privilegiare e/o rendere obbligatorio, compatibilmente con le prestazioni da osservare, l'utilizzo di materiali parzialmente o totalmente drenanti (ad es. il calcestruzzo, nel caso di itinerari ciclabili, ovvero soluzioni con manti sintetici o bituminosi filtranti).

RE

Nella progettazione delle aree per l'infiltrazione delle acque di seconda pioggia, tenere conto della permeabilità del primo sottosuolo in ambiti che presentano condizioni idrogeologiche critiche (presenza di inquinanti, suoli interessati da fenomeni di dissesto idrogeologico, con soggiacenza ridotta della falda).

PS

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## Favorire la riduzione dei consumi

Prevedere, per differenti usi e tipologie d'ambito urbanistico, il recupero delle acque meteoriche da utilizzare per la manutenzione delle aree verdi pubbliche e private, per l'alimentazione integrativa dei sistemi antincendio e degli impianti di raffrescamento centralizzati, per la pulizia delle superfici pavimentate.

Definire le tipologie di intervento sugli edifici esistenti (ad es. manutenzione straordinaria, ristrutturazione edilizia, nuova edificazione) in cui ricorre l'obbligo di realizzare l'adeguamento impiantistico al fine di gestire correttamente la risorsa idrica e non gravare ove non necessario sulla rete fognaria (stoccaggio e riuso delle acque piovane, contabilizzazione dei consumi dell'acqua potabile, ecc.).

RE

RE

## Migliorare la relazione con il paesaggio fluviale

Definire specifiche discipline per gli ambiti edificati che gravitano lungo i corpi idrici superficiali finalizzate a garantire particolari prestazioni idrauliche, in ragione del miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica e la riqualificazione del paesaggio fluviale (definizione di specifici parametri urbanistici, meccanismi di spostamento volumetrico, acquisizione di spazi aperti, individuazione di interventi di de-impermeabilizzazione).

PR

Perseguire il più possibile la riapertura e la rinaturalizzazione di tratti di rogge tombinate al fine di tutelare e riqualificare la risorsa idrica, aumentarne la visibilità nell'ambito urbano e la sensibilizzazione degli abitanti. Questo intervento può essere inserito tra gli obiettivi da assicurare nell'attuazione di interventi di trasformazione urbanistica che interessano rogge con caratteristiche simili.

DP

Negli ambiti di trasformazione comportanti consumo di suolo definire una disciplina specifica relativa all'attuazione della compensazione ecologica. Tale compensazione consiste nel reperimento di suolo libero destinato alla agricoltura integrata o alla tutela e riqualificazione di sistemi naturalistici, garantendone la fruizione ecologico-ambientale attraverso forme di gestione concordate con l'amministrazione comunale.

DP

Favorire interventi di demolizione di edifici esistenti all'interno di ambiti interessati da rischio idraulico.

PR

Favorire la realizzazione di spazi funzionali al ripristino delle condizioni di connessione ecologica e la demolizione di recinzioni e di manufatti precari a contatto con l'ambito fluviale, allo scopo di restituire spazio e continuità al fiume.

PR

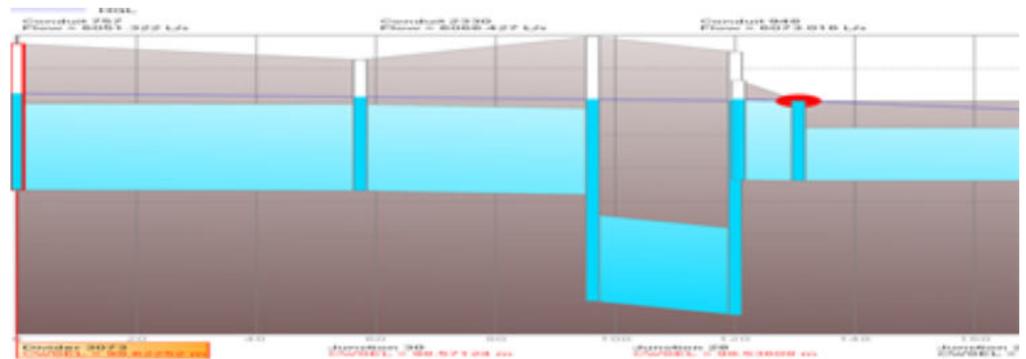
# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## COMUNI RICADENTI IN AREA A e B

Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico (art. 14, comma 7) 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

Contenuti:

- la definizione dell'evento meteorico di riferimento (T=10, 50 e 100 anni);
- l'individuazione dei ricettori, indicando i rispettivi gestori;
- la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) sia per effetto della conformazione morfologica del territorio che per insufficienza della rete fognaria;
- studio idraulico attraverso **modellazione idrodinamica** del territorio comunale su base DB topografico comunale o Lidar;



# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## COMUNI RICADENTI IN AREA A e B

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

Contenuti:

- valutazione della capacità di smaltimento dei reticoli fognari e dei ricettori
- la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica);
- l'indicazione delle misure strutturali e non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale;
- l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica;
- l'individuazione delle porzioni del territorio comunale poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo

Gli esiti dello Studio devono essere inviati dal Comune al Gestore SII e all'Autorità d'Ambito per le azioni di competenza

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## COMUNI RICADENTI IN AREA C

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale (art. 14 comma 8) 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

Contenuti:

- delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;
- l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
- l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale (incentivazione applicazione invarianza anche sul tessuto urbano consolidato , misure di protezione civile, ecc.);
- l'individuazione delle porzioni del territorio comunale poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli stati superficiali del sottosuolo.

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

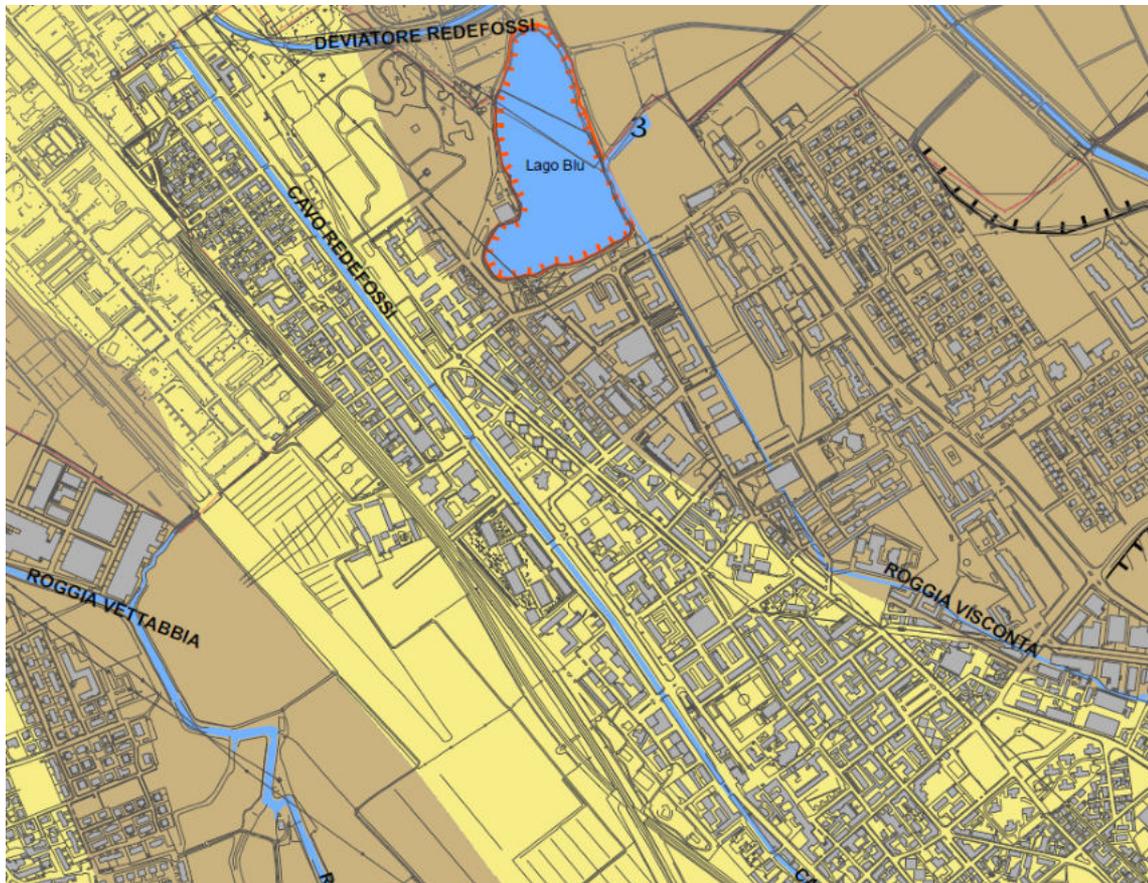
### Basi di partenza:

- **PGT: Piano di Governo del Territorio**
  - **Componente Geologica:** Relazione della componente geologica, idrogeologica e sismica, Carta di fattibilità geologica, Carta Geologica e Geomorfologica, Carta Idrogeologica, Carta Litotecnica, Carta Pedologica, Carta dei vincoli, Carta di Vulnerabilità dell'acquifero superficiale, Soggiacenza ed escursioni della falda, Carta del grado di permeabilità del terreno
- **Contratti di Fiume**
- **Conoscenze del Servizio Idrico Integrato:** descrizione della rete fognaria esistente, WebGIS della rete di fognatura, individuazione dei bacini scolanti, criticità monitorate, segnalazioni di pronto intervento
- **Conoscenze locali (Comuni):** indicazione delle criticità idrauliche frequentemente accorse sul territorio comunale

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

La prima parte del documento semplificato del rischio idraulico comunale riguarda lo **stato attuale del rischio idraulico e idrologico**, con il supporto della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, delle mappe del piano di gestione del rischio di alluvione e delle conoscenze storiche.



### UNITA' GEOLOGICHE

-  Diluvium recente - Pleistocene superiore: ghiaie sabbiose e sabbie (prevalenti a sud) con strato superficiale di alterazione limitato a 40-60 cm, generalmente brunastro, costituenti il livello fondamentale della pianura.
-  Alluvium antico - Olocene: alluvioni ghiaioso-sabbiose terrazzate
-  Alluvium recente e attuali: alluvioni ghiaioso-sabbiose dagli alvei abbandonati e attivi.

### ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

-  orli di terrazzo
-  orlo di cava: elemento geomorfologico di natura antropica

### ELEMENTI IDRICI

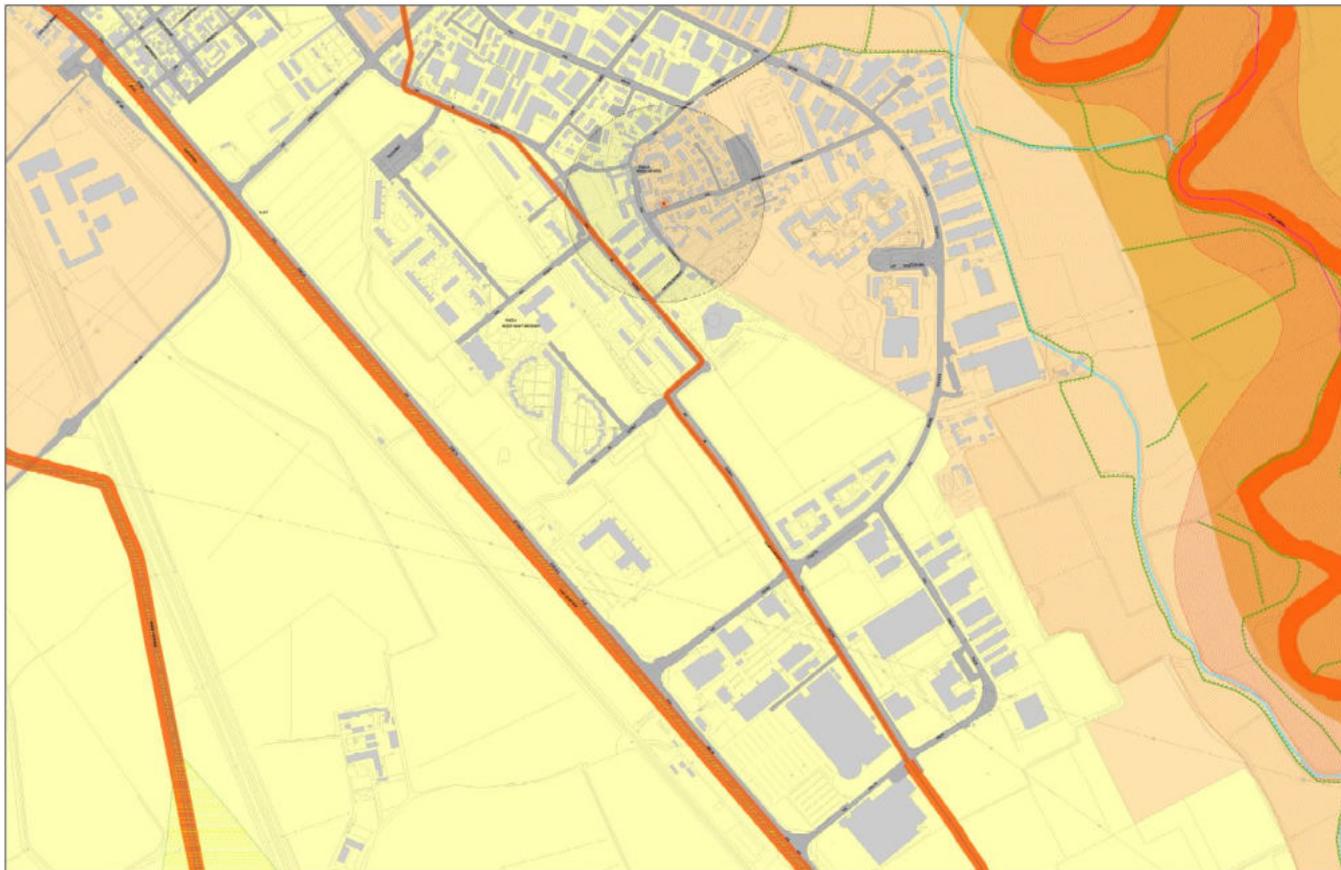
-  testa di fontanile
-  principali corsi acqua
-  area di esondazione
-  lago di cava
-  limite comunale

Carta di fattibilità geo-morfologica (stralcio)

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

La prima parte del documento semplificato del rischio idraulico comunale riguarda lo **stato attuale del rischio idraulico e idrologico**, con il supporto della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, delle mappe del piano di gestione del rischio di alluvione e delle conoscenze storiche.



### FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

#### Aree di fattibilità di Classe 2

##### DESCRIZIONE

Aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero moderata: falda freatica presente a profondità di oltre 6 metri da p.c.

vulnerabilità dell'acquifero moderata

### FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

#### Aree di fattibilità di Classe 3a

##### DESCRIZIONE

Aree corrispondenti alla fascia B del PAI (la fascia C corrisponde alla fascia B)

FASCIA B Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

#### Aree di fattibilità di Classe 3b

##### DESCRIZIONE

Aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero elevata: falda freatica compresa tra -2 m e -6 m da p.c.

vulnerabilità dell'acquifero elevata

### FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

#### Aree di fattibilità di Classe 4a

##### DESCRIZIONE

Aree corrispondenti alla fascia A del PAI

FASCIA A Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

Carta di fattibilità geologica (stralcio)

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

La **fattibilità geologica**, all'interno delle normative di pianificazione territoriale, introduce norme che precisano, in funzione delle tipologie di fenomeno in atto, gli interventi ammissibili, le precauzioni da adottare ed indicazioni per eventuali studi di approfondimento.

La normativa regionale adotta **quattro classi di fattibilità**:

- **Classe 1** - Fattibilità senza particolari limitazioni;
- **Classe 2** – Fattibilità con modeste limitazioni;
- **Classe 3** – Fattibilità con consistenti limitazioni;
- **Classe 4** – Fattibilità con gravi limitazioni.

A sua volta queste classi si suddividono in sottoclassi che regolano particolareggiatamente gli usi e le precauzioni da adottare per i terreni corrispondenti.

Esempi:

**Sottoclasse 3c:** comprende aree comprese entro le fasce dei pozzi pubblici che captano esclusivamente dall'acquifero superficiale non protetto. All'interno delle zone di rispetto è vietato lo svolgimento delle seguenti attività:

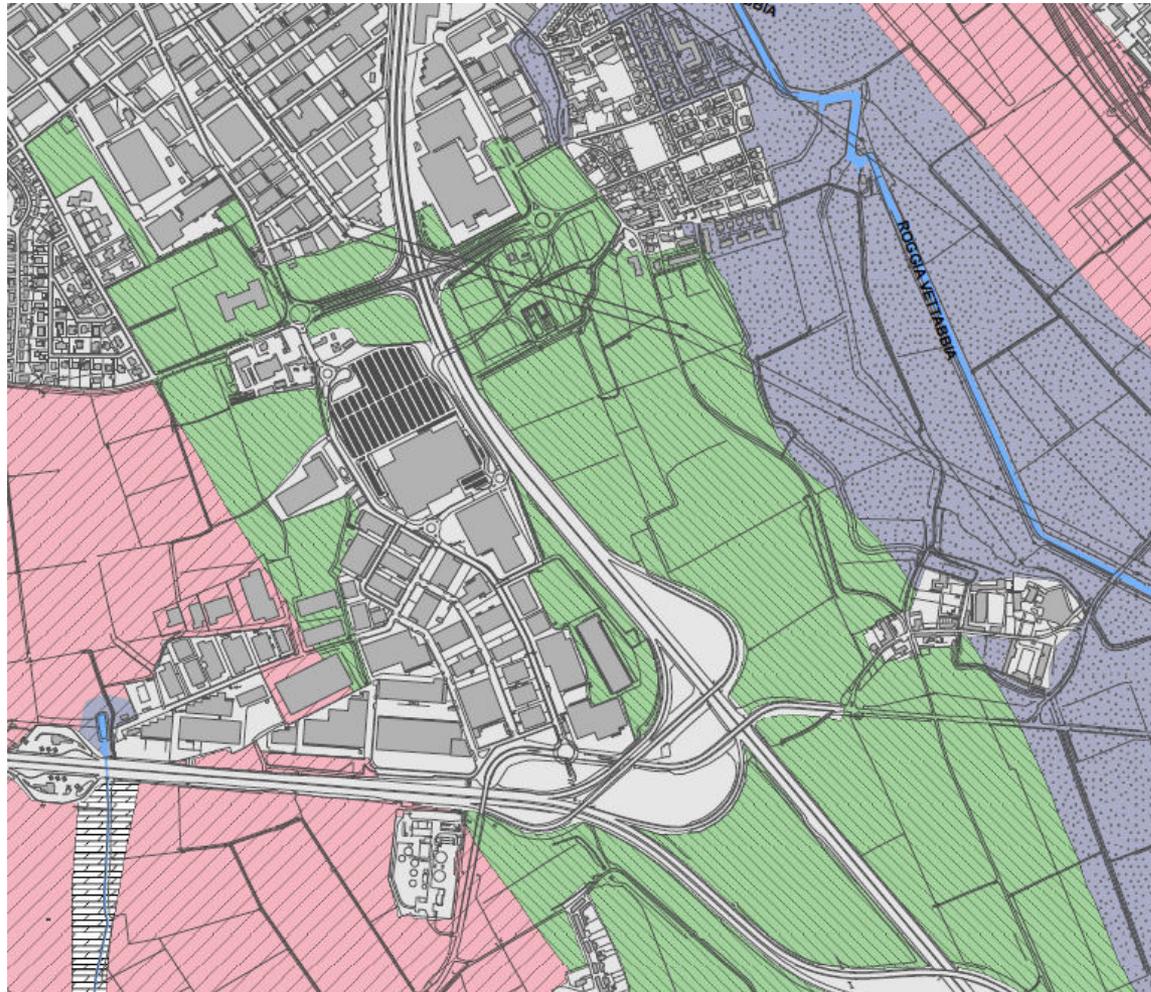
- Dispersioni di acque reflue, anche se depurate;
- Pozzi perdenti;
- ecc...

**Sottoclasse 4a:** Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Per qualsiasi ambito di trasformazione territoriale va eseguito uno studio idraulico di approfondimento al fine di definire caso per caso le misure di mitigazione da adottare per un eventuale rischio idraulico.

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE



### UNITA' PEDOLOGICHE ERSAF (1999)

	BRV1
	CES1/CIC1
	CNS1
	DRM1
	FIN1
	GAI1/GRD1
	LGO1
	LUN1
	MNT1
	MTT1
	NOI1/MEG1
	NUO1
	TOP1
	VET1
	ZIV1

### UNITA' LITOLOGICHE

	Ghiaie ben gradate con sabbia
	Ghiaie poco gradate
	Ghiaie poco gradate con argilla e sabbia, Ghiaie ben gradate con limo e sabbia
	Ghiaie poco gradate con sabbia
	Ghiaie poco gradate, Sabbie poco gradate con ghiaia
	Limi con sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie limose con ghiaia, Ghiaie poco gradate
	Sabbie poco gradate con ghiaia, Ghiaie poco gradate
	Sabbie poco gradate con limo e ghiaia
	Sabbie poco gradate con limo e ghiaia, Ghiaie ben gradate con sabbia
	no soil

Carta di inquadramento geo-pedologica – stralcio  
(ove presente)

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Risulta molto utile consultare le **carte geomorfologiche e pedologiche** del territorio comunale per avere sempre più informazioni sulla possibilità dei terreni di infiltrare o sulle criticità che possono palesarsi in corrispondenza di terreni poco permeabili.

La carta di inquadramento geo-pedologica rappresenta la distribuzione dei suoli all'interno del territorio, suddivisi nelle diverse unità pedologiche di appartenenza, distinti dalle aree urbanizzate e dal verde pubblico. Attraverso queste informazioni è possibile classificare i terreni attraverso la *Land Capability Classification (L.C.C.)* in modo da determinare la capacità d'uso dei medesimi e le limitazioni che possono avere.

Le diverse limitazioni presenti all'interno dei suoli vengono individuate mediante l'aggiunta di suffissi alla classe di appartenenza, quali:

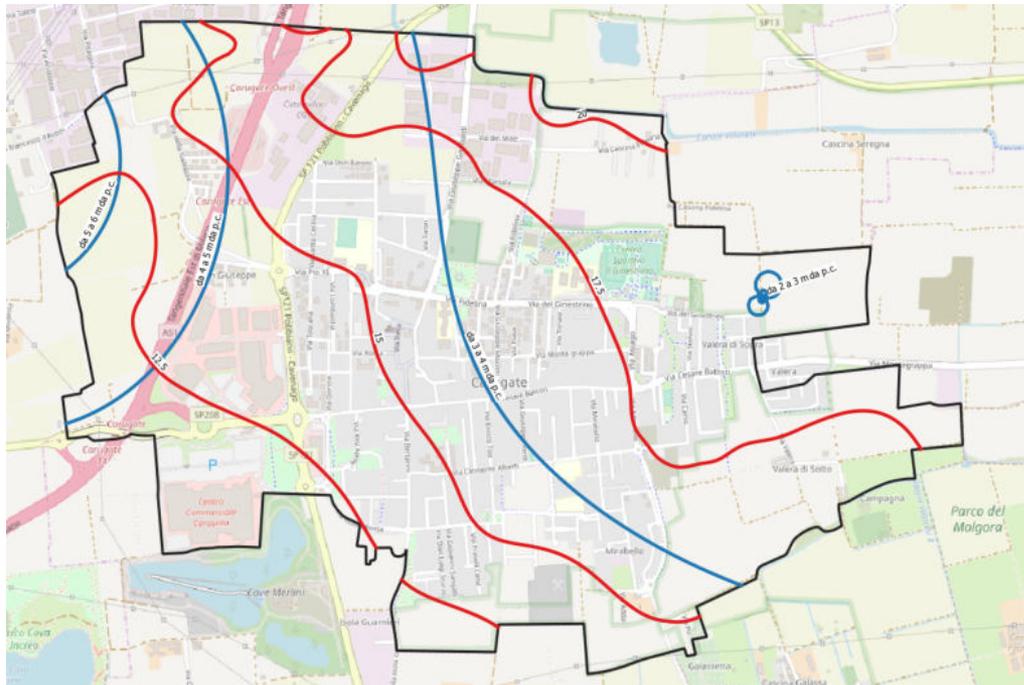
- w: ristagno idrico nel profilo causato da drenaggio difficoltoso;
- s: pietrosità elevata;
- c: sfavorevoli condizioni climatiche;
- e: rischio di erosione

Unità cartografica	Classe di capacità d'uso
VET1	IIw
FIN1	IIws
CES1/CLC1	IVs
GAL1/GRD1	IIIw/IIws
LUN1	IIs
TOP1	IIIw
ZIV1	IIs
CNS1	IIIs
BRV1	I
MTT1	IIIw
LGO1	IIws
MNT1	IIIws

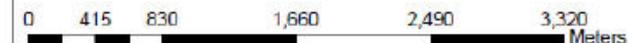
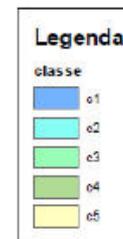
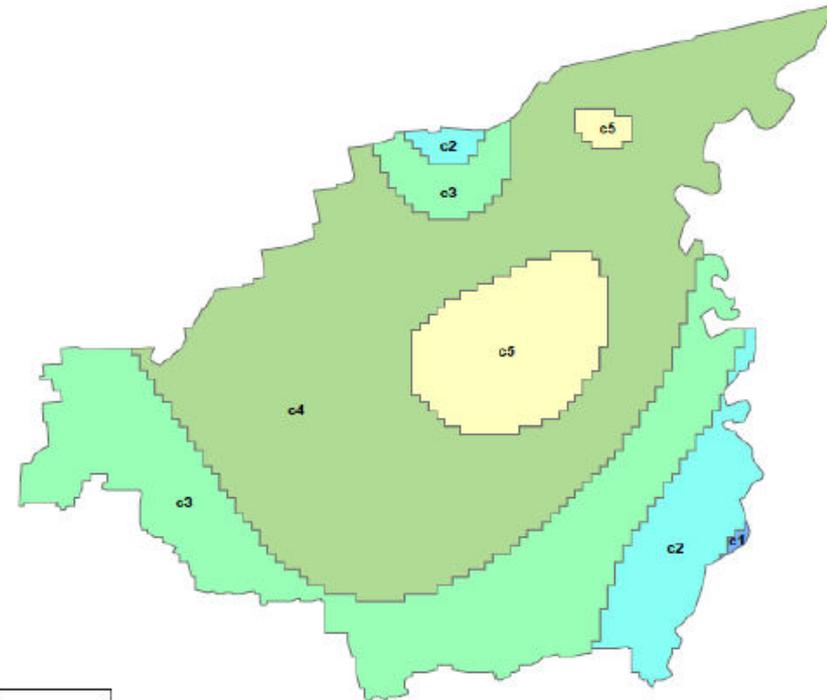
# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Informazioni molto importanti possono risultare da valutazioni sulle carte tematiche riguardanti il **grado di permeabilità del terreno, l'oscillazione e soggiacenza della falda**, soprattutto riguardo la possibilità di ipotizzare degli interventi finalizzati all'infiltrazione delle acque meteoriche.



Soggiacenza e livelli di oscillazione della falda



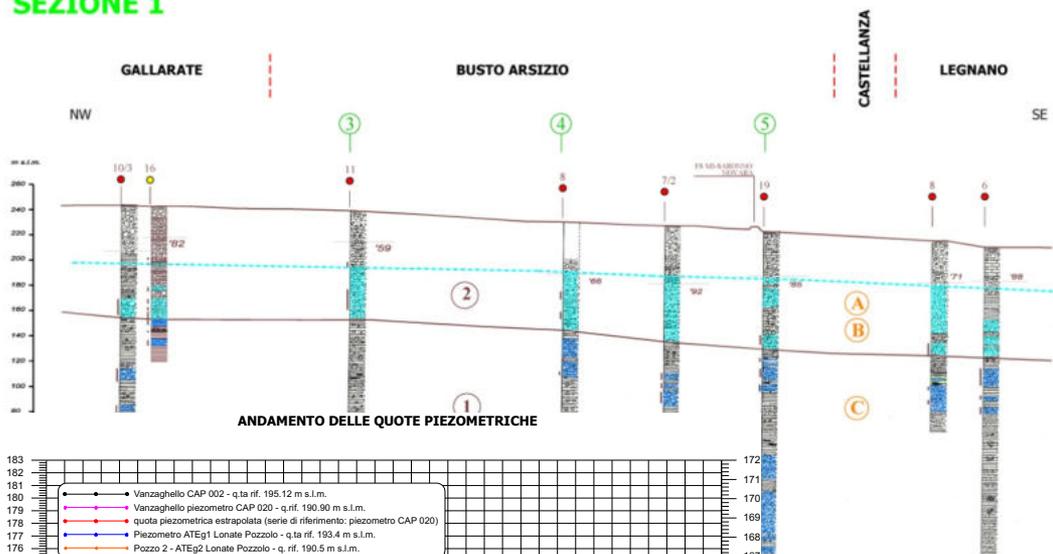
Grado di permeabilità del territorio

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

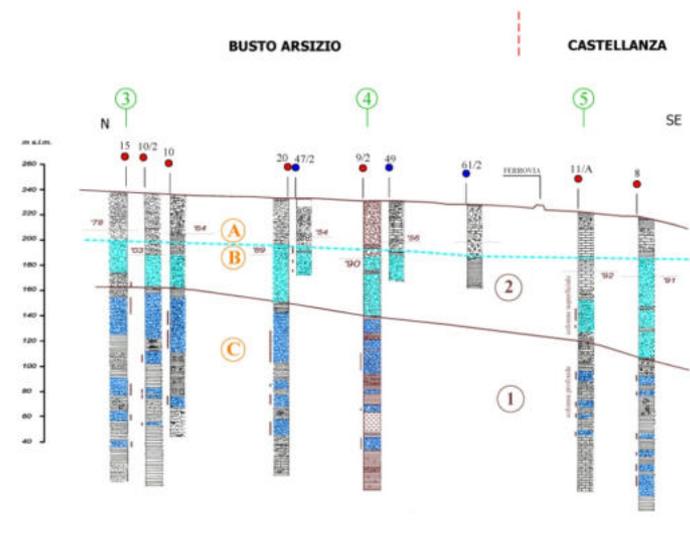
## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Informazioni molto importanti possono risultare da valutazioni sulle carte tematiche riguardanti il **grado di permeabilità del terreno, l'oscillazione e soggiacenza della falda**, soprattutto riguardo la possibilità di ipotizzare degli interventi finalizzati all'infiltrazione delle acque meteoriche.

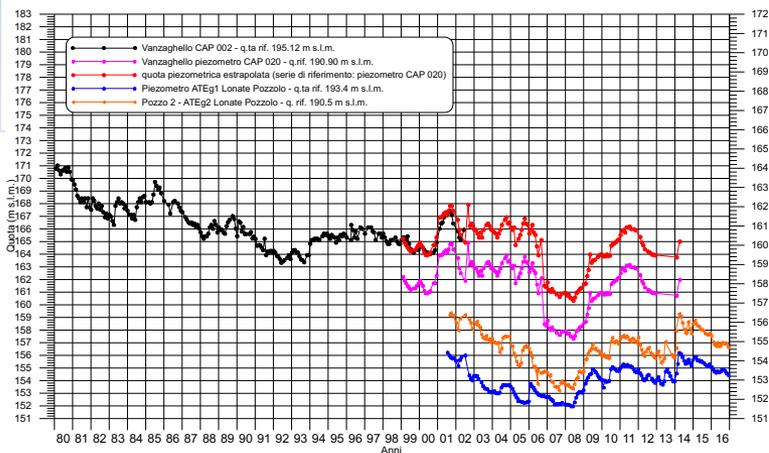
### SEZIONE 1



### SEZIONE 2



Sezioni idrogeologiche



Andamento delle quote piezometriche

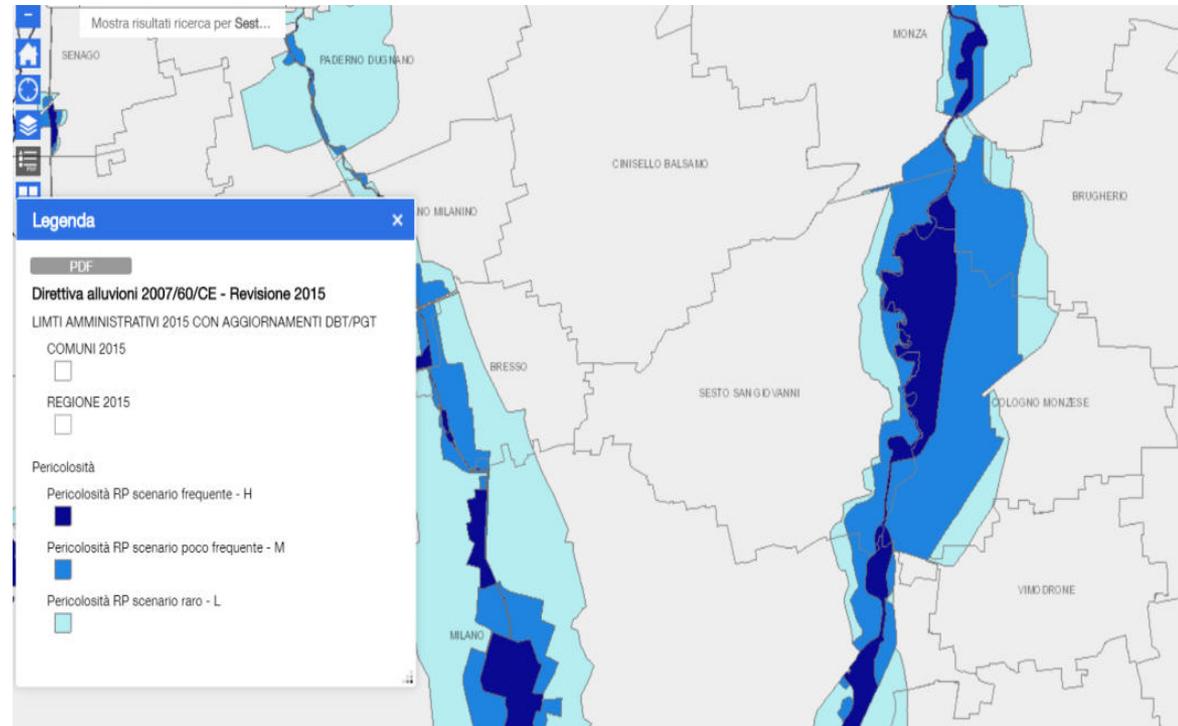
# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Per una completa valutazione della pericolosità idraulica sul territorio comunale al fine di indicare possibili interventi strutturali e non strutturali è fondamentale consultare il **PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni)**. Esso è uno strumento operativo utile per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni.

Esso contiene:

- la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni classificate in base alla pericolosità (Rari T=500 anni; Poco Frequenti T=100-200 anni; Frequenti T=20-50 anni);
- Il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di alluvioni;
- Le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi.

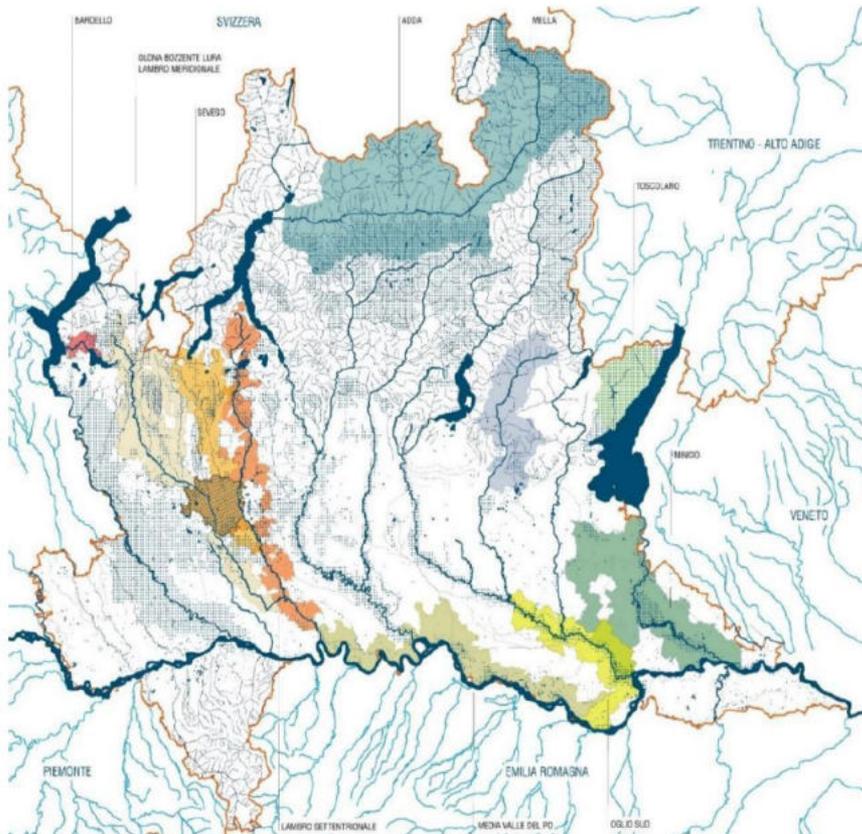


Carta della pericolosità idraulica PGRA

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

In ottica pianificazione del territorio e tutela ambientale è importante valutare se il comune oggetto di studio è sottoscrittore di un **Contratto di Fiume**. Si tratta di uno *“strumento volontario di programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale”*.



Contratti di Fiume attivati in Regione Lombardia

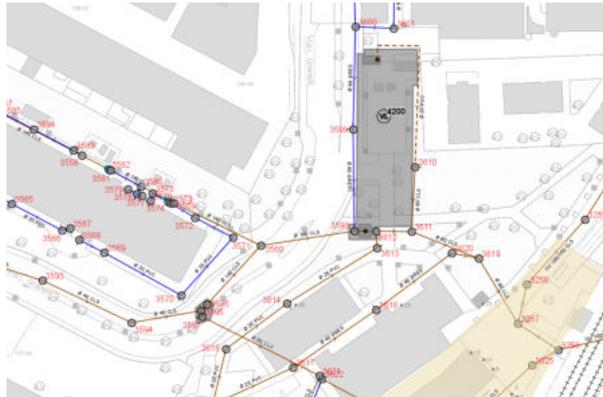
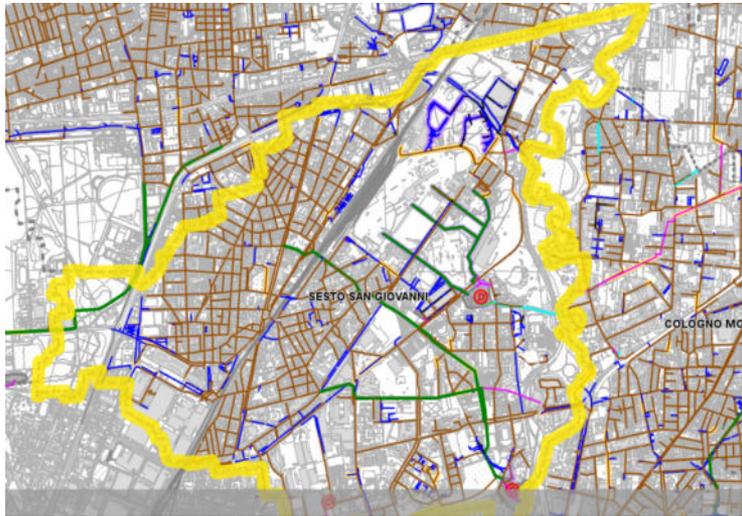
I **Contratti di Fiume** possono, ad esempio, prevedere di:

- Ridurre l'inquinamento delle acque;
- Ridurre il rischio idraulico;
- Riquilibrare il sistema ambientale e paesistico;
- Riquilibrare i sistemi insediativi all'interno del territorio del bacino;
- Migliorare la fruibilità delle aree perfluviali al fine di ridare al fiume centralità nelle politiche di sviluppo;
- Il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di alluvioni;
- Condividere le conoscenze sul fiume e delle informazioni sulle azioni in corso o in progetto, lo sviluppo di attività di comunicazione, formazione ed educazione ambientale adeguate al raggiungimento degli obiettivi condivisi

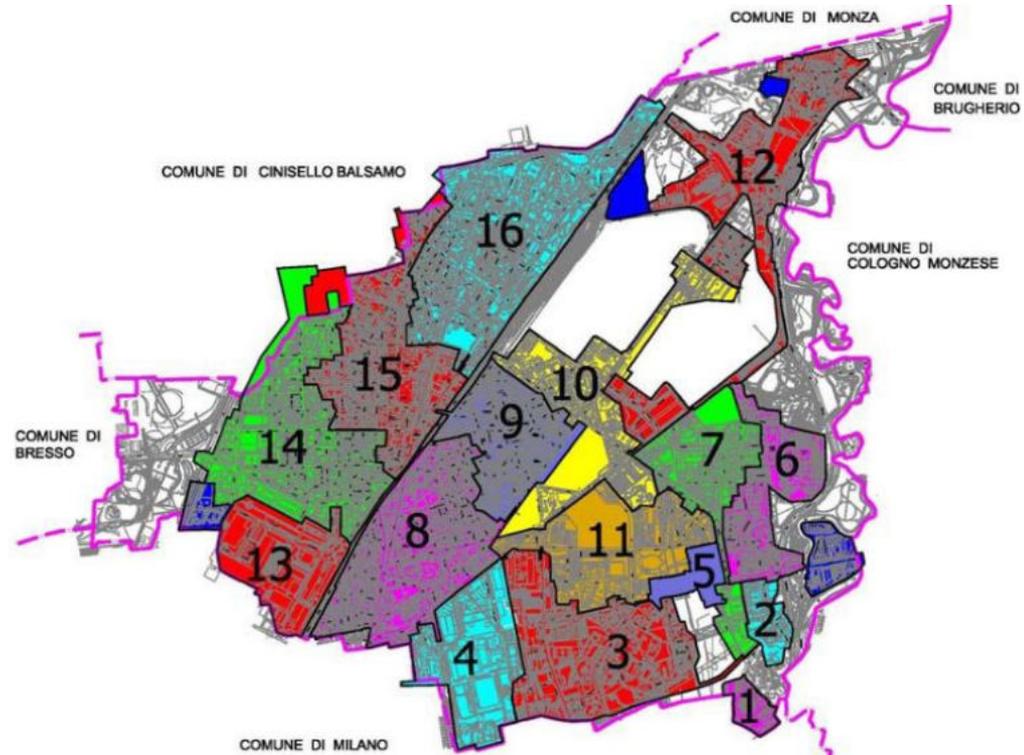
# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale contiene anche **una descrizione della rete fognaria esistente** con particolare attenzione sui **collettori principali** che attraversano il territorio, i **bacini di raccolta** delle acque, la **tipologia di rete** (mista, separata), i **punti di sfioro e scarico** (all'impianti di depurazione, in reticolo idrico superficiale, in opere di infiltrazione), **le opere idrauliche rilevanti** (impianti di sollevamento, vasche di laminazione).



*Schema della rete fognaria e stralcio di dettaglio (WebGIS Acque di Lombardia)*



*Bacini scolanti (fonte gestore del Servizio Idrico Integrato)*

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Una prima valutazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale definibili deve essere fatta attraverso le **conoscenze del gestore del servizio idrico integrato**. Esso infatti raccoglie nel corso degli anni le criticità segnalate al pronto intervento e di quelle di cui programma piani di manutenzione ordinaria (sfioratori, sifoni, tratti di rete frequentemente esposti ad occlusione).

ID	Via	Tipo di criticità	Cameretta iniziale	Cameretta finale	Note
13		Sfioratore	3952	/	No criticità particolari, da verificare una volta all'anno
14		Sfioratore	3953	/	No criticità particolari, da verificare una volta all'anno
13		Sifone	1613	4035 innesto	
14		Rete	3074	3075	Ritorno in p.p. con forti piogge
15		Rete	3211	3199	intasamenti
16		Rete	3178	3197	contropendenza (OGGETTO DI RIFACIMENTO IN STRAORDINARIA 2018)
17		Rete	1156-1157	1158	Fondo pozzetti di ispezione sotto quota con effetto decantazione
18		Rete	1378-1377	1376-1375	intasamenti

Elenco delle criticità soggette a monitoraggio e manutenzione da parte del SII

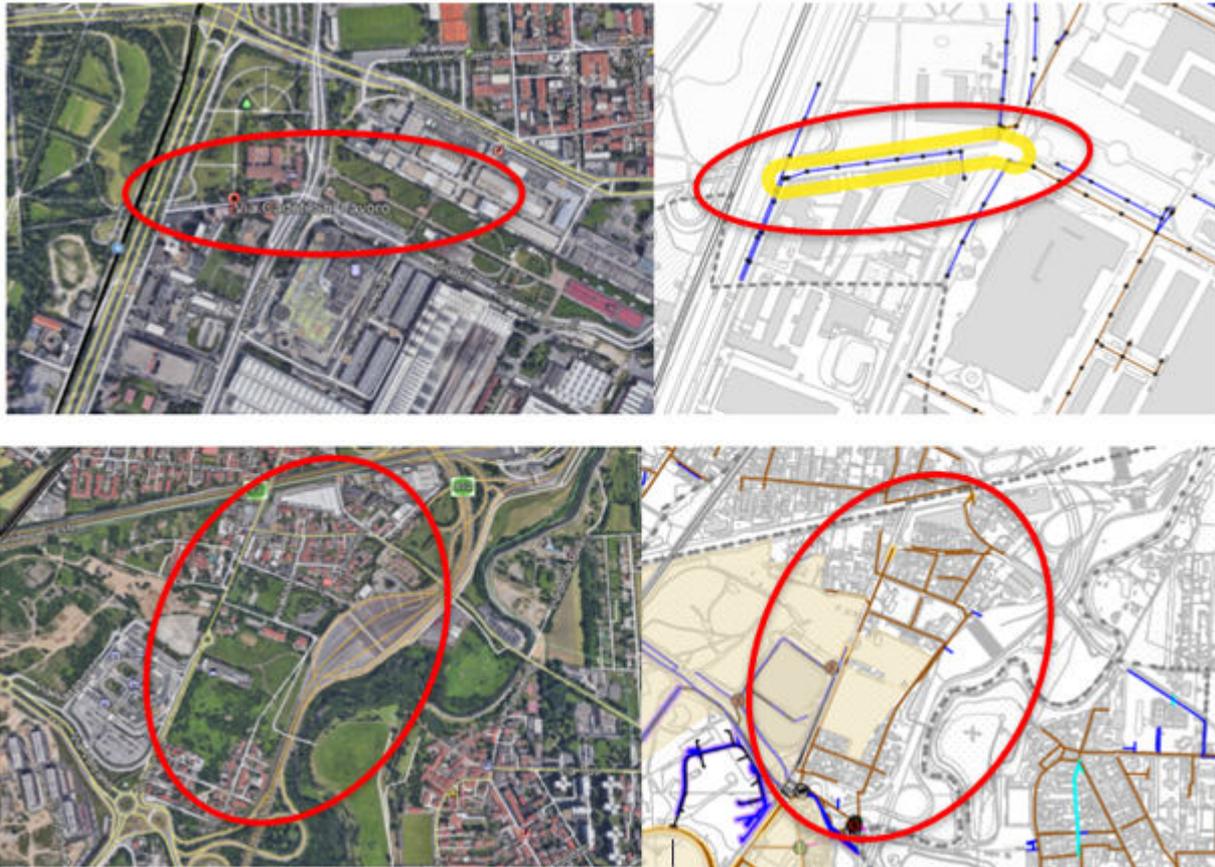
Tipologia di segnalazione effettiva	Indirizzo	Civico	Tipo urgenza	Data Richiesta	Tipologia guasto
Pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito	Via costa <u>andrea</u>	7		19/01/2017	Sopralluogo / pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito / utenza
Pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito	Via <u>manzoni</u>	Nd		25/01/2017	Sopralluogo / pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito / utenza
Pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito	Via della pace	Nd		27/01/2017	Sopralluogo / pronto intervento - intasamento fognatura/rigurgito / utenza
Pronto intervento - sopralluogo - sfioro attivo	Via rossa <u>guido</u>	Snc		05/02/2017	Sopralluogo / pronto intervento (sopralluogo-sfioro attivo) - fognatura / <u>utenz</u>

Elenco delle criticità segnalate al pronto intervento

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale deve contenere la **delimitazione delle aree a rischio idraulico definite sulla base delle conoscenze locali**.



Allagamenti e criticità segnalati dai tecnici comunali in base alle conoscenze e memorie storiche del territorio

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale indica **le misure strutturali di invarianza idraulica ed idrologica** applicabili sul territorio per la mitigazione delle criticità riscontrate, fornendo anche una definizione delle dimensioni di massima e della loro ubicazione.

Il Regolamento Regionale espone sinteticamente, nell'allegato M, alcune indicazioni di orientamento per la scelta delle **misure strutturali di invarianza** per la gestione delle acque meteoriche in ambito urbano. Sulla scorta anche dell'ampia letteratura scientifica è possibile individuare i seguenti sistemi principali:

- 1. Opere di laminazione:** strutture superficiali; strutture sotterranee
- 2. Opere di infiltrazione:** trincee, fossi disperdenti; pozzi drenanti; bacini di infiltrazione; caditoie filtranti; pavimentazioni permeabili
- 3. Opere per il trasporto ed il controllo delle portate:** tubazioni; supertubi; manufatti di regolazione delle portate; sfioratori; sifoni; stazioni di sollevamento
- 4. Altre opere:** tetti verdi; pareti verdi; fitodepurazione

I sistemi possono ovviamente essere combinati tra loro in funzione delle caratteristiche del sito, sino a giungere a configurazioni più complesse, per perseguire più obiettivi contemporanei: controllo della quantità e qualità delle acque, fruizione, valore estetico ed ecologico.

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Sulla scorta anche dell'ampia letteratura scientifica è possibile individuare i seguenti sistemi principali

### L Opere di laminazione

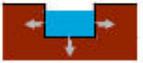


L1 - Strutture superficiali



L2 - Strutture sotterranee

### I Opere di infiltrazione



I1 - Trincee, pozzi drenanti e bacini di infiltrazione



I2 - Caditoie filtranti

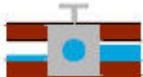


I3 - Pavimentazioni permeabili

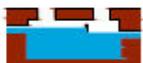
### C Opere per il trasporto ed il controllo delle portate



C1 - Supertubi / tubazioni



C2 - Manufatti di regolazione delle portate



C3 - Disoleatore

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

### L Opere di laminazione



L1 - Strutture superficiali



L2 - Strutture sotterranee



Strutture superficiali



Strutture sotterranee

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

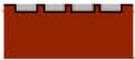
### Opere di infiltrazione



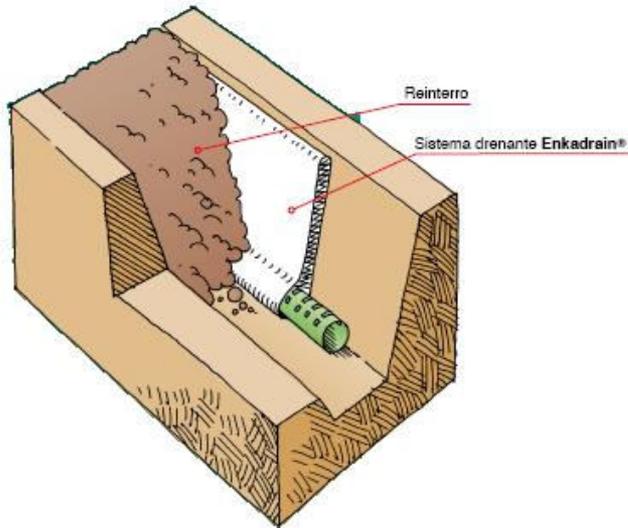
I1 - Trincee, pozzi drenanti e bacini di infiltrazione



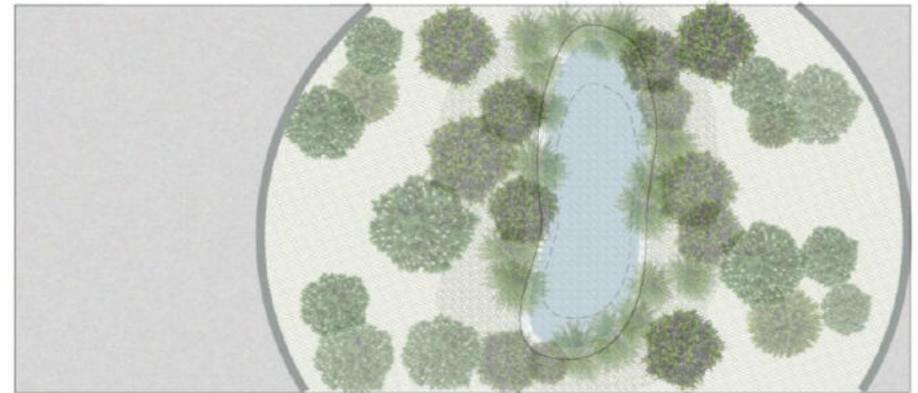
I2 - Caditoie filtranti



I3 - Pavimentazioni permeabili



Trincee drenanti



Bacini di infiltrazione



Pavimentazioni filtranti

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

**ALTRE OPERE:** tetti verdi; pareti verdi; fitodepurazione



*Fioriere per raccolta delle acque dalla copertura, tetti verdi*



*Pareti verdi*



*Fitodepurazione urbana*

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale indica **le misure non strutturali** ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica ed idrologica a scala comunale.

Principali tipologie di **interventi non strutturali**:

1. **Ispezione, monitoraggio e gestione dei manufatti**
2. **Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione**
3. **Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science**
4. **Sistemi di monitoraggio ed allerte**
5. **Piani e studi di approfondimento**
6. **Indicazioni e prescrizioni da inserire nel PGT o nel Regolamento Edilizio**
7. **Difese temporanee: barriere temporanee, dispositivi di chiusura, valvole anti-riflusso, sistemi di pompaggio**
8. **Segnaletica e pannelli a messaggio variabile**

### N Opere non strutturali



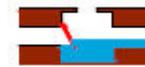
N1 - Barriere temporanee



N2 - Segnaletica



N3 - Dry Floodproofing



N4 - Valvole di non ritorno



N5 - Ispezioni monitoraggi e pulizia





# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## MISURE NON STRUTTURALI

Per coinvolgere i cittadini, possono essere implementati progetti di **Citizen Science** applicati agli ambiti di interesse: riqualificazione fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico.

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

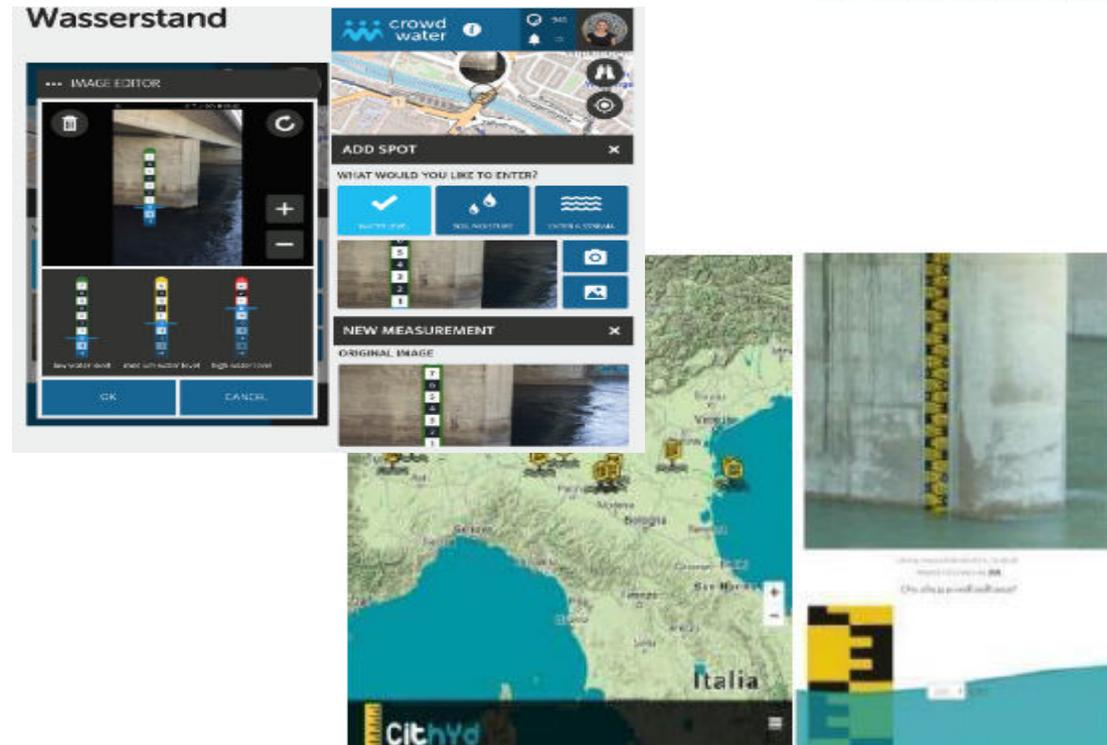


Figura 28 - Alcune schermate della web App Cithyd [da [www.cithyd.com](http://www.cithyd.com)]

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

- Crowd Water (<http://www.crowdwater.ch>)
- Cithyd (Citizen Hydrology <http://cithyd.com>)

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## MISURE NON STRUTTURALI – DIFESE TEMPORANEE



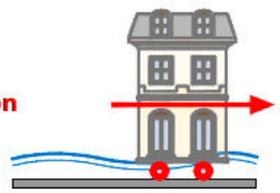
# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## DRY FLOODPROOFING

### MISURE DI FLOOD-PROOFING (ANTI INONDAZIONE)



**Relocation**

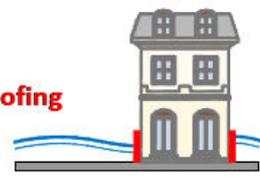


**Ri-allocazione:**  
l'edificio viene spostato al di fuori della zona inondabile

**De-localizzazione:**  
demolizione e ricostruzione in altro luogo



**Dry Floodproofing**



**Impermeabilizzazione esterna:**  
l'edificio viene protetto tramite impermeabilizzazione del perimetro esterno, comprese le fondazioni



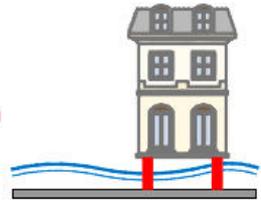
**Wet Floodproofing**



**Impermeabilizzazione interna:**  
l'intero l'edificio viene protetto in modo da rendere minimi i danni dovuti al passaggio delle acque



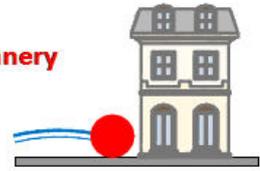
**Elevation**



**Sopraelevazione:**  
l'edificio viene rialzato al di sopra del livello di massima piena



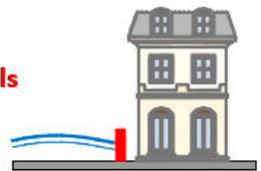
**Temporary barriers**



**Tubi gonfiabili:**  
l'edificio viene protetto tramite tubi riempiti con acqua nell'imminenza dell'evento



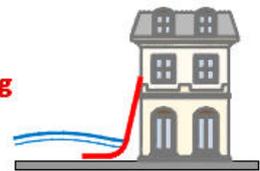
**Floodwalls**



**Cinturazione:**  
l'edificio viene protetto da muri e argini di difesa dalle acque



**Wrapping**



**Copertura dell'edificio:**  
l'edificio viene coperto tramite appositi teli plastici nell'imminenza dell'evento

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## MISURE NON STRUTTURALI – Elenco riepilogativo

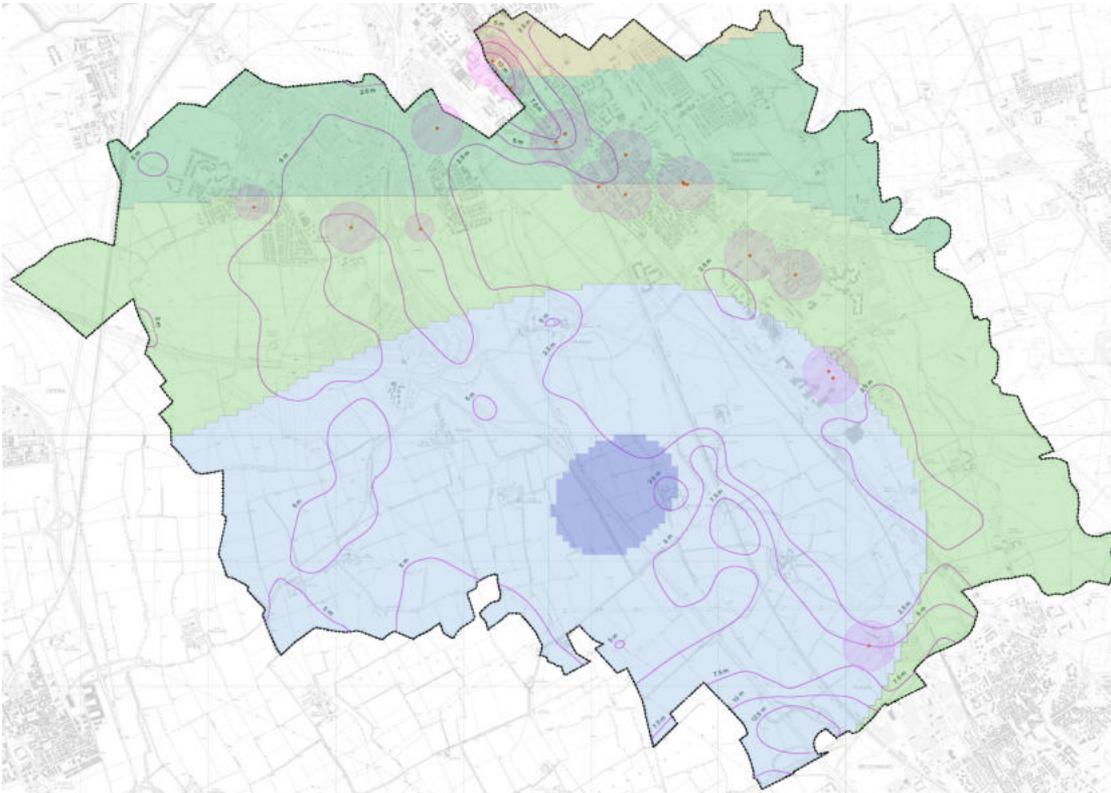
Misura non strutturale	Applicabilità nel territorio comunale
1. Ispezione, monitoraggio, gestione	X
2. Comunicazione del rischio ai cittadini e educazione sulle pratiche di autoprotezione	X
3. Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science	X
4. Sistemi di monitoraggio ed allerte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

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## ESEMPIO DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

### Elenco degli allegati al Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale:

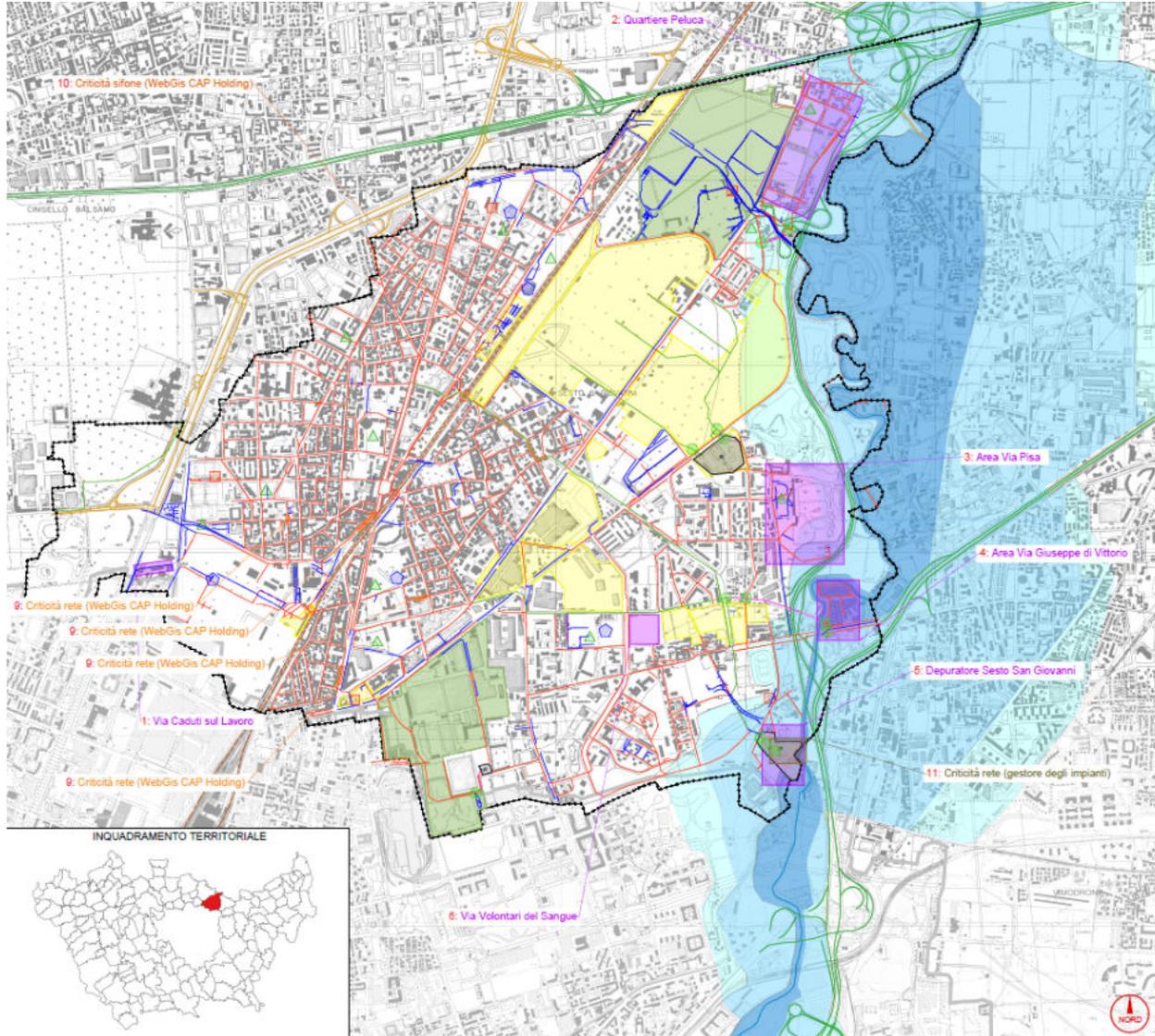
- Relazione tecnico-descrittiva
- Tavola 1: Carta di sintesi delle caratteristiche idrogeologiche ai fini della fattibilità delle opere di invarianza idraulica
- Tavola 2: Carta delle problematiche
- Tavola 3: Carta degli interventi



**Tav. 1:** Carta di sintesi delle caratteristiche idrogeologiche

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

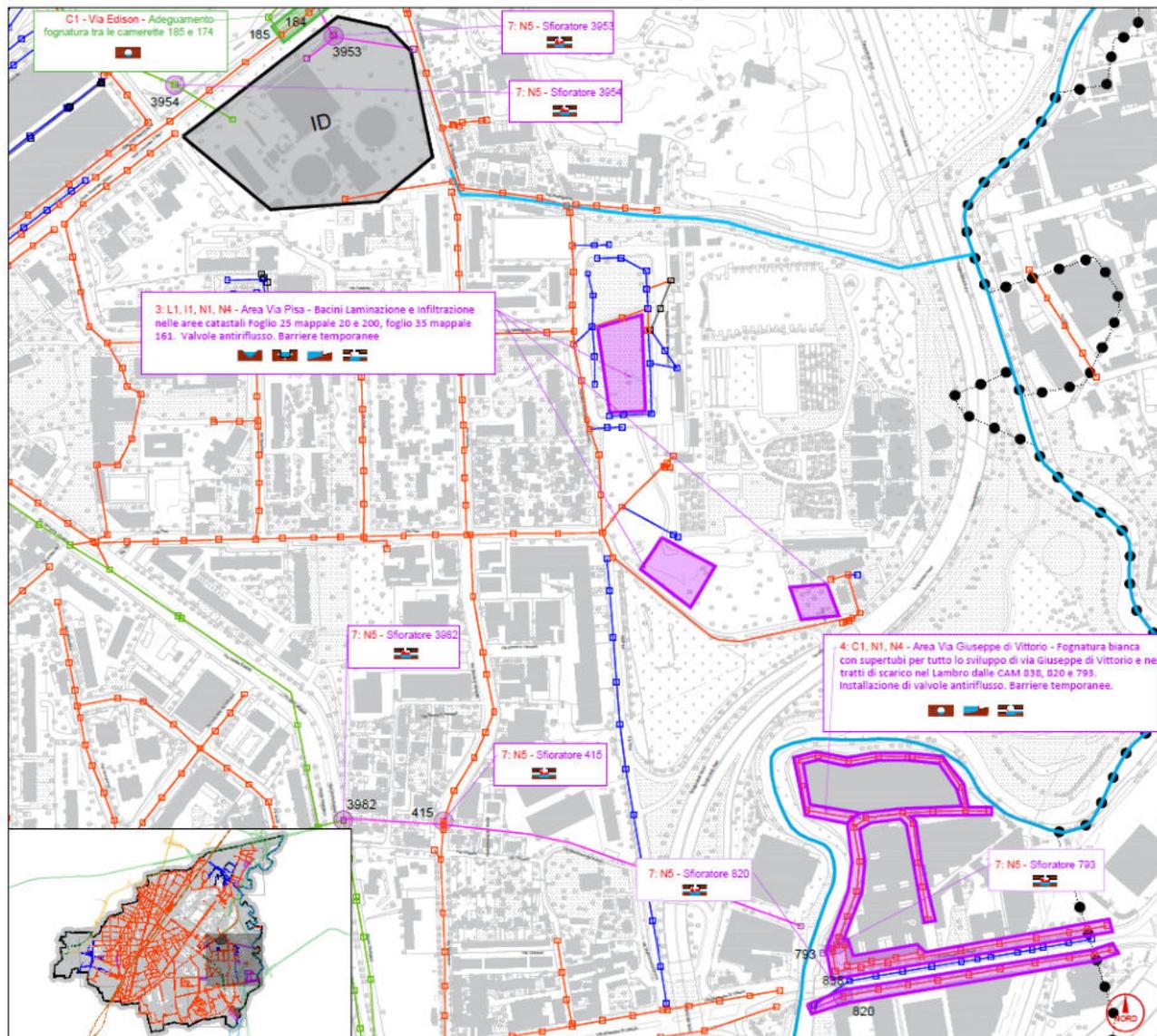
## ESEMPIO DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE



**Tav. 2:** Carta delle problematiche

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## ESEMPIO DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE



Tav. 3: Carta degli interventi

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## ESEMPIO DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

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

In questa fase la valutazione dei volumi di laminazione può ritenersi soltanto di prima approssimazione, dato che ci si basa su delle ipotesi semplificative e non su dati certi, di cui non sempre si è a disposizione.

### Possibile modalità semplificata di calcolo del volume minimo di laminazione per i piani attuativi.

Sulla base delle Schede delle Aree di Trasformazione presenti nei Documenti di Piano del PGT dei comuni è possibile ricavare i parametri urbanistici necessari per il calcolo del volume minimo di laminazione per l'intervento.

I parametri urbanistici di interesse sono:

- **Sf (Superficie fondiaria)** = superficie costituente l'area di pertinenza del fabbricato e destinata all'edificazione a norma del Documento di Piano (D.d.P.), Piano dei Servizi (P.d.S). e Piano delle Regole (P.d.R) e di eventuali piani attuativi;
- **Rc (Rapporto di copertura)** = esprime il rapporto percentuale massimo consentito tra la superficie coperta ( $S_c$ ) e la superficie fondiaria ( $S_f$ )
- **Vf (Percentuale di Verde Filtrante)** = è la porzione della Superficie fondiaria libera da edificazione entro e fuori terra, calcolata detraendo dalla superficie fondiaria la superficie coperta, tutti gli elementi non filtranti (pavimentazioni, asfaltature, rampe di accesso, locali tecnici).

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## ESEMPIO DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Quindi il calcolo della superficie impermeabile scolante, secondo l'Art.11, comma 2, lettera d), si può far riferimento a differenti valori dei coefficienti di deflusso  $\phi$ ,

Il calcolo della **superficie impermeabile scolante Sis** è espresso come:

$$Sis = Rc [\%] \times Sf \times 1.00 + Vf [\%] \times Sf \times 0.30 + Sf \times (100\% - (Rc [\%] + Vf [\%])) \times 0.7$$

da cui un **volume di laminazione minimo** pari a:

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

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

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

# MODALITÀ DI INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO (art. 14)

## MODALITA' DI APPROVAZIONE

I comuni ricadenti nelle **aree ad ALTA e MEDIA criticità idraulica** sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico ed approvarlo con atto del consiglio comunale e ad adeguare il PGT ai sensi dell'articolo 5 comma 3 e 4 della L.R. 31/2014.

I comuni ricadenti nelle aree a **BASSA** criticità idraulica sono tenuti a redigere il documento semplificato del rischio idraulico comunale ed approvarlo con atto del consiglio comunale e ad adeguare il PGT ai sensi dell'articolo 5 comma 3 e 4 della L.R. 31/2014.

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

# MECCANISMI PER LA PROMOZIONE DELL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA O IDROLOGICA (Art. 15)

I comuni possono promuovere l'applicazione dei principi del regolamento su interventi che non ricadono tra quelli da assoggettare, attraverso:

- Incentivazione urbanistica (diritti edificatori in altri ambiti individuati nel PGT, ampliamento volumetrico in loco senza alterare la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio)
- Ulteriori incentivi (riduzione oneri urbanizzazione, cofinanziamento di interventi con i soldi provenienti dalle monetizzazioni)
- Eventuali aiuti di stato

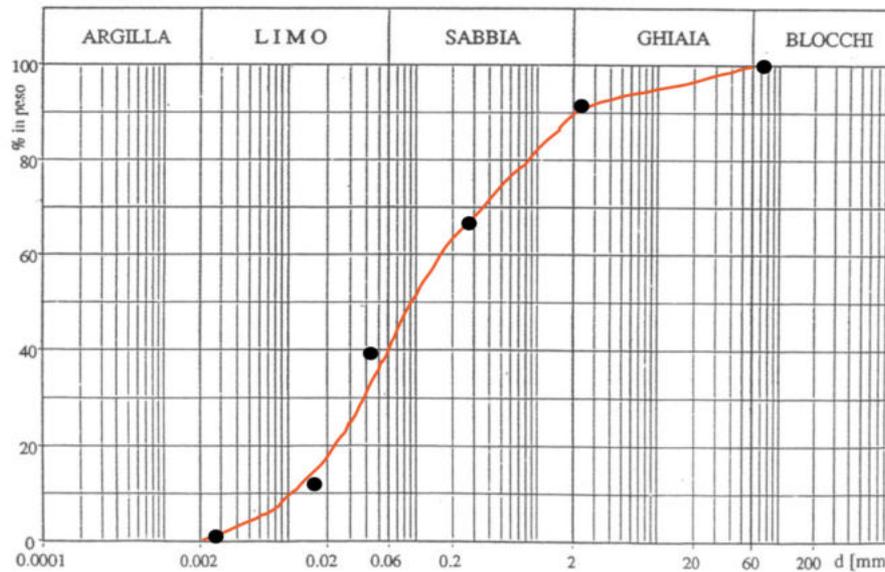
## Istruttoria pratica

- Classificazione di un terreno

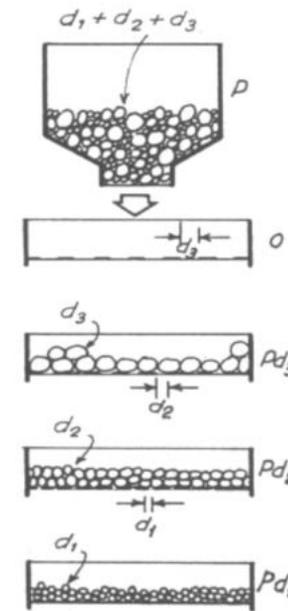
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Peso specifico dei grani <math>\gamma_s</math>:</b> si definisce come il rapporto tra il peso della sola sostanza solida e il volume della stessa sostanza solida. E' indipendente dallo stato di saturazione e addensamento di un terreno. Si misura in laboratorio con il volumenometro o il picnometro. Ha valori variabili con la mineralogia e indicativamente variabili tra 25 e 29 kN/m<sup>3</sup> e più comunemente tra 26.5 e 27.5 kN/m<sup>3</sup>,</li> </ul>	$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$										
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Massa specifica relativa <math>G_s</math>:</b> si definisce come il rapporto tra il peso specifico dei grani e il peso specifico dell' acqua.</li> </ul>	$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$										
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Dimensioni:</b> variabili tra il micron (0.001mm) e i decimetri.</li> </ul>	<table border="0"> <tr> <td><b>d &gt; 60mm</b></td> <td><b>Blocchi</b></td> </tr> <tr> <td><b>2mm &lt; d ≤ 60mm</b></td> <td><b>Ghiaia</b></td> </tr> <tr> <td><b>0,06mm &lt; d ≤ 2mm</b></td> <td><b>Sabbia</b></td> </tr> <tr> <td><b>0.002mm &lt; d ≤ 0.06mm</b></td> <td><b>Limo</b></td> </tr> <tr> <td><b>d ≤ 0.002mm</b></td> <td><b>Argilla</b></td> </tr> </table>	<b>d &gt; 60mm</b>	<b>Blocchi</b>	<b>2mm &lt; d ≤ 60mm</b>	<b>Ghiaia</b>	<b>0,06mm &lt; d ≤ 2mm</b>	<b>Sabbia</b>	<b>0.002mm &lt; d ≤ 0.06mm</b>	<b>Limo</b>	<b>d ≤ 0.002mm</b>	<b>Argilla</b>
<b>d &gt; 60mm</b>	<b>Blocchi</b>										
<b>2mm &lt; d ≤ 60mm</b>	<b>Ghiaia</b>										
<b>0,06mm &lt; d ≤ 2mm</b>	<b>Sabbia</b>										
<b>0.002mm &lt; d ≤ 0.06mm</b>	<b>Limo</b>										
<b>d ≤ 0.002mm</b>	<b>Argilla</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Composizione Mineralogica:</b> Natura organica (terreni torbosi, terreni ricchi di humus o filamenti e radici) Natura Inorganica: composizione chimica (carbonati, fosfati, ossidi...)</li> </ul>											
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Forma dei grani:</b> Viene definita mediante la massima distanza tra due qualsiasi punti del grano, lunghezza a, la larghezza b e lo spessore c. I risultati si rappresentano su un diagramma (c/b; b/a)</li> </ul>											
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Grado di arrotondamento:</b> Si definisce qualitativamente dall'osservazione degli spigoli e degli angoli.</li> </ul>											

- Classificazione di un terreno

**Analisi Granulometrica:** operazione di scomposizione di un campione di terreno in una serie di classi, in ciascuna delle quali ricadono grani con dimensioni comprese in determinati intervalli. Serve a determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle che compongono un dato terreno. Si rappresenta a scala semilogaritmica per consentire una rappresentazione sufficientemente accurata anche per piccoli valori di  $d$ .



Ogni punto della curva ha come ascissa il generico diametro  $d_i$  e come ordinata  $p_i$  la percentuale in peso del materiale costituito dal sottoinsieme di particelle aventi diametro minore di  $d_i$ .  $P_i$  è la percentuale di passante in peso.

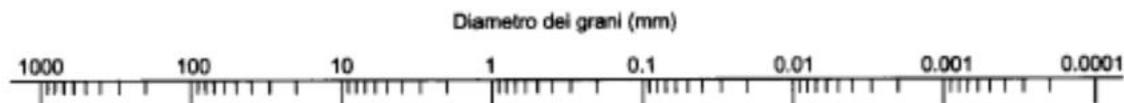


$$p_{d_i} = \frac{P_{d_i}}{P} \times 100 ;$$

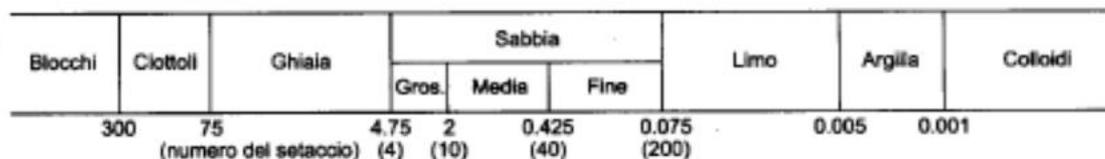
- Classificazione di un terreno



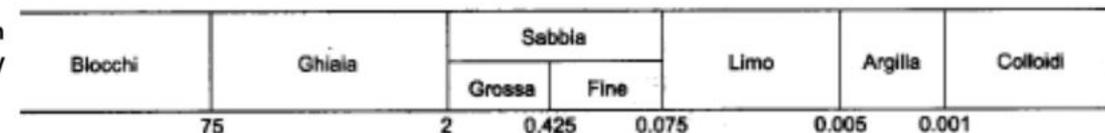
- Classificazione di un terreno



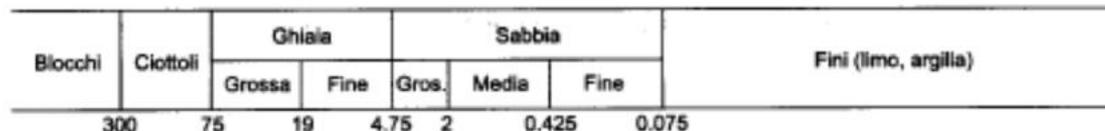
**ASTM : American Society  
Standard Material**



**ASSTHO : American  
Association of State Highway  
and Transportation Officials**

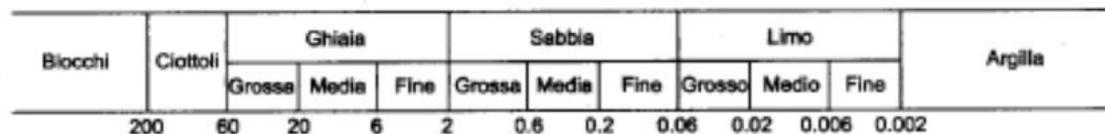


**USCS : Unified Soil  
Classification System**



**BS: British Standard**

**MIT: Massachusetts  
Institute of Technology**

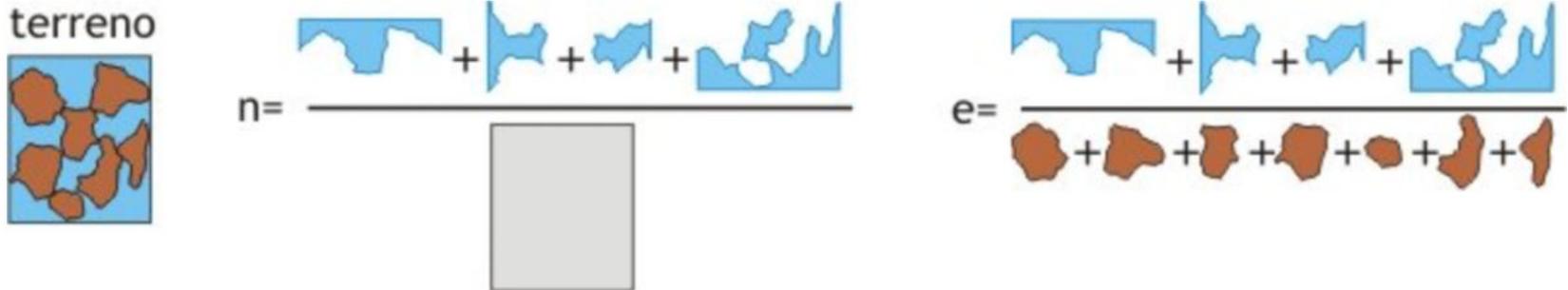


- Porosità

La porosità è uno dei parametri fondamentali dell'idrogeologia in quanto definisce il volume degli spazi vuoti presenti in una roccia o in un terreno.

Facendo riferimento alla figura sottostante, e considerando che in colore marrone siano indicate le particelle solide del terreno e in colore azzurro i vuoti presenti fra le varie particelle, si definisce porosità il rapporto fra il volume  $V_{vuoti}$  e il volume

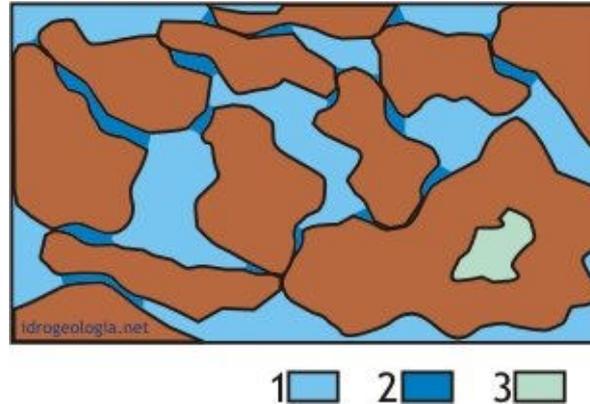
$V_{totale\ terreno}$ .



- Porosità

Gli spazi vuoti presenti in un terreno possono essere suddivisi in tre categorie:

- 1 . spazi vuoti intercomunicanti e di dimensioni sufficientemente grandi da consentire la circolazione dell'acqua;
2. spazi vuoti intercomunicanti ma di dimensioni così piccole da non poter di fatto essere attraversati dall'acqua;
3. spazi vuoti non intercomunicanti.



- Porosità

Risulta importante quantificare la frazione dei pori nei quali l'acqua può circolare e la frazione dei pori nei quali l'acqua non può di fatto circolare (**porosità efficace**).

Questa equivale al rapporto fra il volume dei vuoti intercomunicanti nei quali l'acqua può liberamente circolare e il volume totale del terreno.

Più precisamente la porosità efficace  $n_e$ , è il rapporto fra il volume d'acqua rilasciato per gravità da un campione di terreno o di roccia perfettamente saturo e il volume totale del campione.

## Porosità totale

rocce sciolte		rocce compatte	
tipo di roccia	porosità totale (%)	tipo di roccia	porosità totale (%)
Ghiaie	25 ÷ 40	calcari	3 ÷ 20
sabbie e ghiaie	25 ÷ 30	calcari oolitici	5 ÷ 20
sabbie	25,95 ÷ 47,64	<i>craie</i>	15 ÷ 45
depositi alluvionali recenti	5 ÷ 15	basalti	0,1 ÷ 3
argille	45 ÷ 50	arenarie	5 ÷ 25
marne	45 ÷ 50	dolomie	2 ÷ 10
fanghi freschi	80 ÷ 90	graniti	0,02 ÷ 1,5
limi	35 ÷ 50	gessi	2 ÷ 8

## Porosità efficace

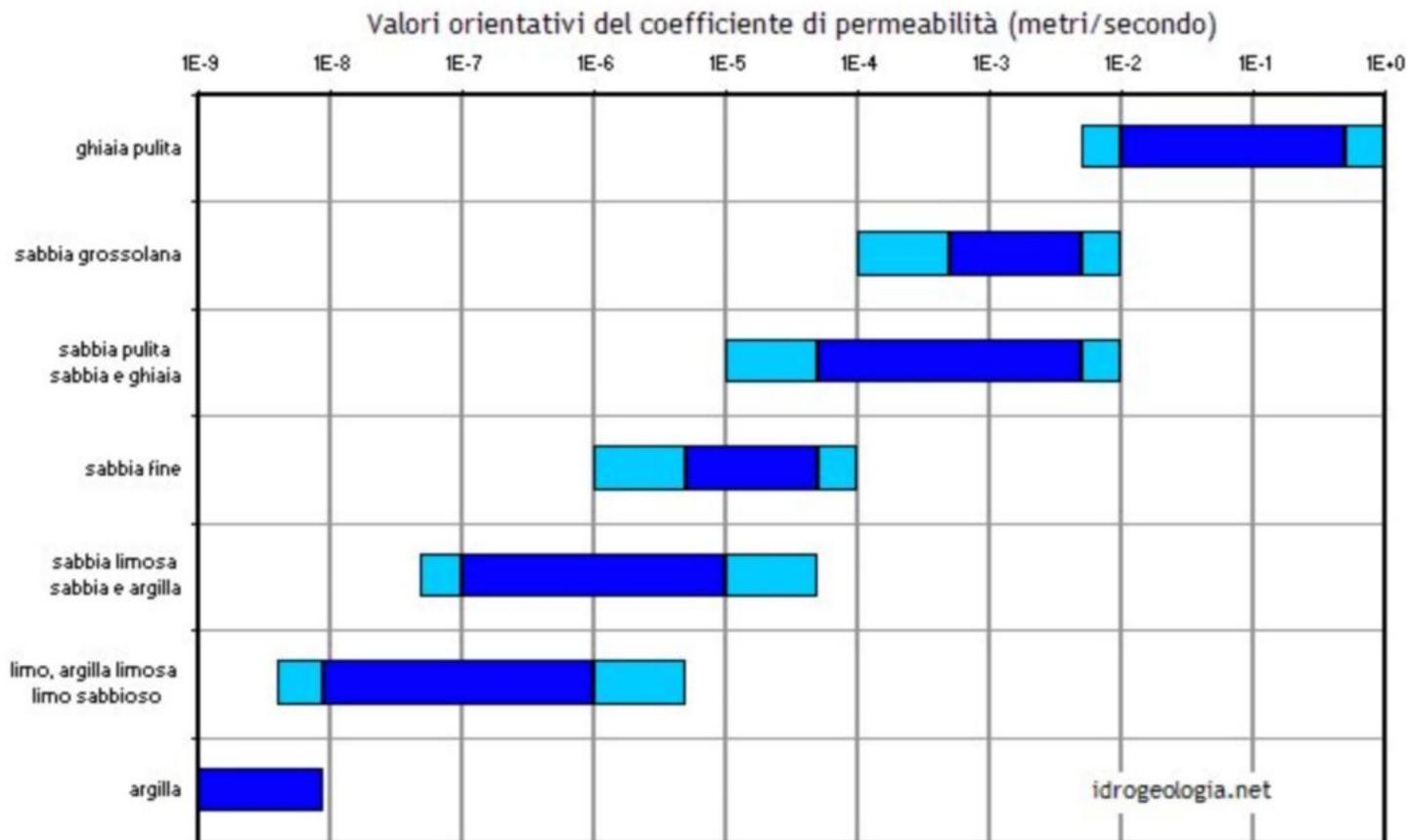
tipo di roccia	porosità efficace (%)	tipo di roccia	porosità efficace (%)
ghiaie	20 ÷ 30	dolomie	2 ÷ 5
sabbie e ghiaie	15 ÷ 25	calcari	2 ÷ 10
sabbie	5 ÷ 20	<i>craie</i>	2 ÷ 5
limi	1 ÷ 5	rocce intrusive e metamorfiche	0,1 ÷ 2
depositi alluvionali recenti	8 ÷ 10	lave	8 ÷ 10
sabbie argillose	5 ÷ 10	calcari marnosi	1 ÷ 3

- Permeabilità

Attitudine del terreno a lasciarsi attraversare dall'acqua.

Permeabilità (cm/s)			
> 1	$1 - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-9}$
ciottoli, ghiaie senza elementi fini	sabbie, sabbie e ghiaie	sabbie fini, limi, argille con limi e sabbie	argille omogenee
permeabilità elevata	buona	cattiva	impermeabili

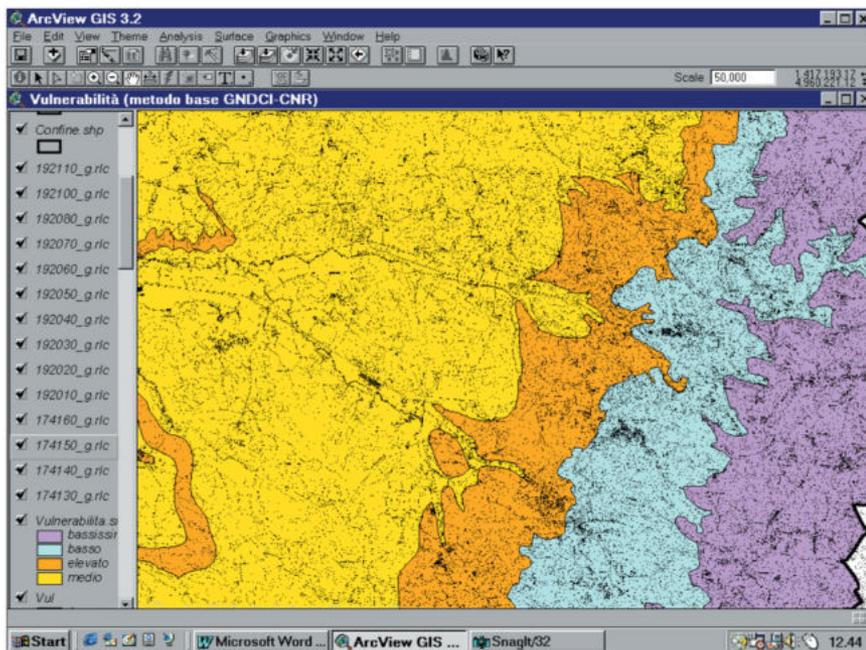
## Permeabilità



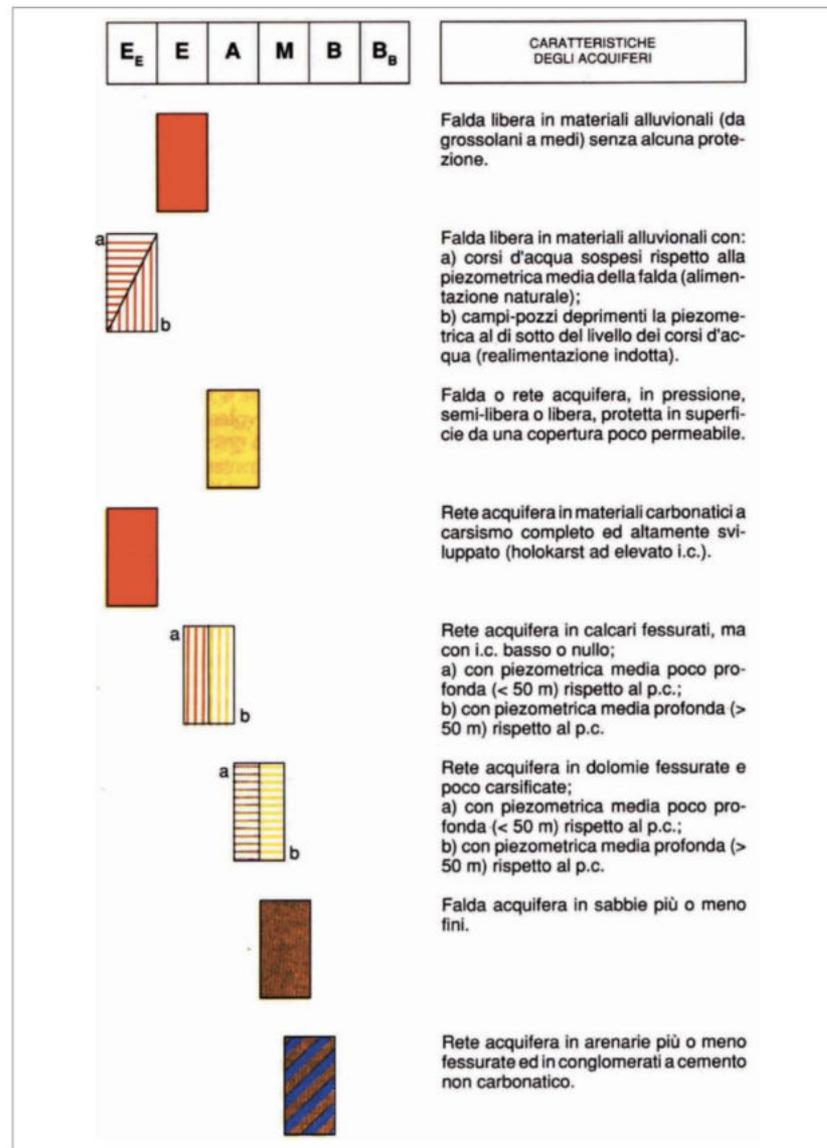
- Vulnerabilità

La *vulnerabilità intrinseca o naturale* degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

- Vulnerabilità



(EE = Estremamente elevata; E = Elevata;  
A = Alta; M = Media; B = Bassa;  
BB = Bassissima)



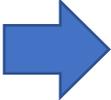
<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGIA DI LAVORO.....</b>	<b>4</b>
2.1 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE	4
2.2 ESAME BIBLIOGRAFICO	5
2.3 ANALISI FOTO – INTERPRETATIVA	6
2.4 RILIEVI DI SUPERFICIE	6
<b>3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>8</b>
3.1 GENERALITA'	8
3.2 CARTOGRAFIA	8
<b>PARTE I – FASE DI ANALISI.....</b>	<b>10</b>
<b>4. ASSETTO GEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>10</b>
4.1 CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
4.1.1 Cenni di geologia s.s.....	10
4.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA'	12
<b>5. ANALISI GEOMORFOLOGICA.....</b>	<b>16</b>
5.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	16
5.1.1 Cenni metodologici.....	19
5.2 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI PROCESSI CARTOGRAFATI	20
5.3 CONSIDERAZIONI GENERALI	30
<b>6. ANALISI IDROGEOLOGICA.....</b>	<b>33</b>
6.1 CENNI DI METEOROLOGIA E PLUVIOMETRIA	33
6.1.1 Curva di possibilità pluviometrica.....	37
6.2 CENNI DI IDROGEOLOGIA	38
6.3 SEZIONI IDROGEOLOGICHE - SUDDIVISIONE IN LITOZONE	39
6.4 CARTA IDROGEOLOGICA	41
6.4.1 Generalità.....	41
6.4.2 Descrizione della carta idrogeologica.....	41
6.4.3 Valutazione di permeabilità, soggiacenza e vulnerabilità dell'acquifero.....	42
6.4.4 Descrizione dei complessi idrogeologici.....	44



3



6.5	CONSIDERAZIONI GENERALI	46
6.6	VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO UTILIZZATO A SCOPO IDROPOTABILE	47
6.7	DESCRIZIONE DELL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE	48
6.7.1	Corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale	49
6.7.2	Corsi d'acqua computati quale Reticolo Idrico Minore	52
7	ANALISI GEOLOGICO-TECNICA	54
7.1	CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI	55
7.2	CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA SPEDITIVA: DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO TECNICHE	56
7.3	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE	62
8.	ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO.....	64
8.1	PREMESSA	64
8.2	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E METODI DI APPROFONDIMENTO	65
8.3	APPROFONDIMENTO DI 1° LIVELLO – ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE	66
8.4	REDAZIONE DELLA CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE	67
8.5	DESCRIZIONE DEGLI SCENARI	69
8.6	EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE	72
8.7	INDICAZIONI SULLE MODALITA' DI APPROFONDIMENTO	75
8.7.1	Il 2° ed il 3° livello di approfondimento	75
8.7.2	Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni litologiche: scenari z4-a, z4-b, z4-c	76
8.7.3	Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche: scenario z3-a	79
8.7.4	Procedura approfondita di 3° livello per instabilità: scenario z1-c	82
8.7.5	Procedura approfondita di 3° livello per cedimenti e/o liquefazioni: scenario z2	83
	<b>PARTE II – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE</b>	<b>84</b>
9.	CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI	84
9.1	VINCOLI DERIVANTI DALLA PLANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/1989	84

4		9.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	87
		9.3 SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI IDROPOTABILI	87
		<b>10. CARTA DI SINTESI.....</b>	<b>91</b>
		10.1 PERICOLOSITÀ DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI	
		91	
		10.2 VULNERABILITÀ DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO	93
		10.3 VULNERABILITÀ DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	93
		10.4 AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	
		95	
		10.5 INTERVENTI IN AREE DI DISSESTO O DI PREVENZIONE IN AREE DI DISSESTO POTENZIALE	95
		<b>PARTE III – FASE DI PROPOSTA .....</b>	<b>96</b>
		<b>11. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....</b>	<b>96</b>
		11.1 INTRODUZIONE	96
		11.2 CRITERI UTILIZZATI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA	98
		11.3 SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DI FATTIBILITÀ	
		98	
		11.4 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA	100
		11.4.1 Classe I.....	101
		11.4.2 Classe II.....	101
		11.4.3 Classe III.....	103
		11.4.4 Classe IV.....	109
		11.5 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER RISCHIO IDRAULICO	111
		11.5.1 Normativa di riferimento per la Carta di fattibilità geologica per Rischio Idraulico	115
5			

La **componente geologica, idrogeologica e sismica** del **Piano di Governo del Territorio** è rappresentata da uno studio redatto in conformità ai criteri formulati con d.g.r. n. 2616 del 2011 "*Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*".

La componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. si compone (in generale) dei seguenti elaborati:

**relazione geologica generale;**

**norme geologiche di piano;**

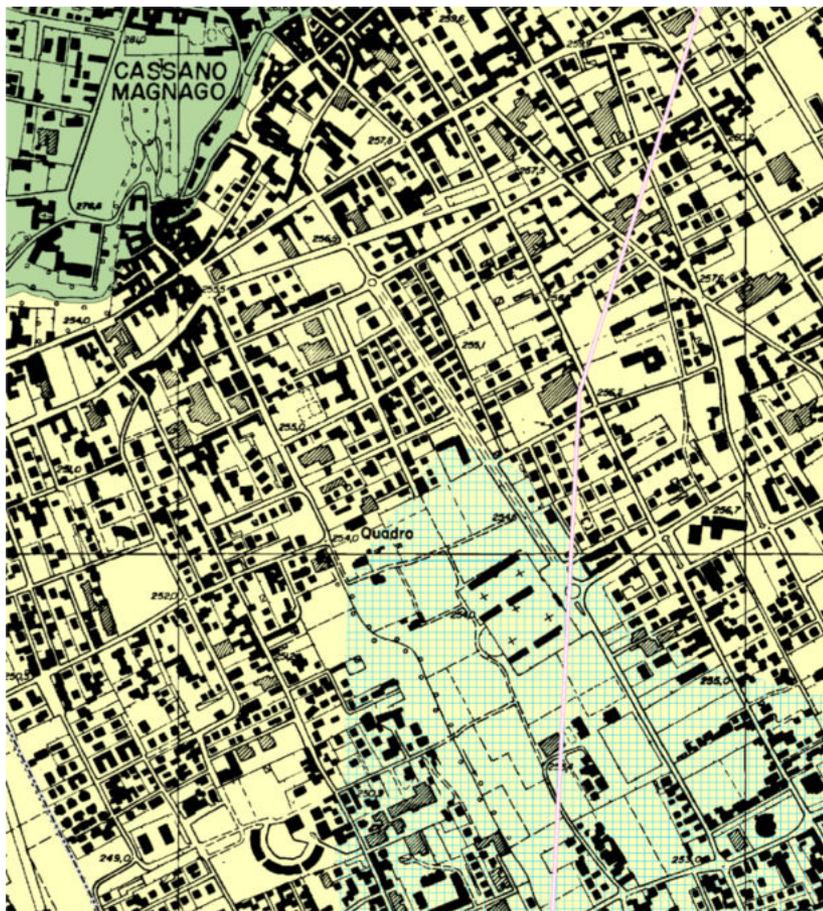
**cartografia di inquadramento** (carta geologica, geomorfologica, idrogeologica, idraulica etc. );

**carta della pericolosità sismica locale;**

**cartografia di sintesi/valutazione** (carta di sintesi, carta dei vincoli);

**elaborati di proposta** (carta di fattibilità geologica con sovrapposte aree di pericolosità sismica locale, carta dei dissesti con legenda PAI);

## CARTA GEOLOGICA



### Legenda

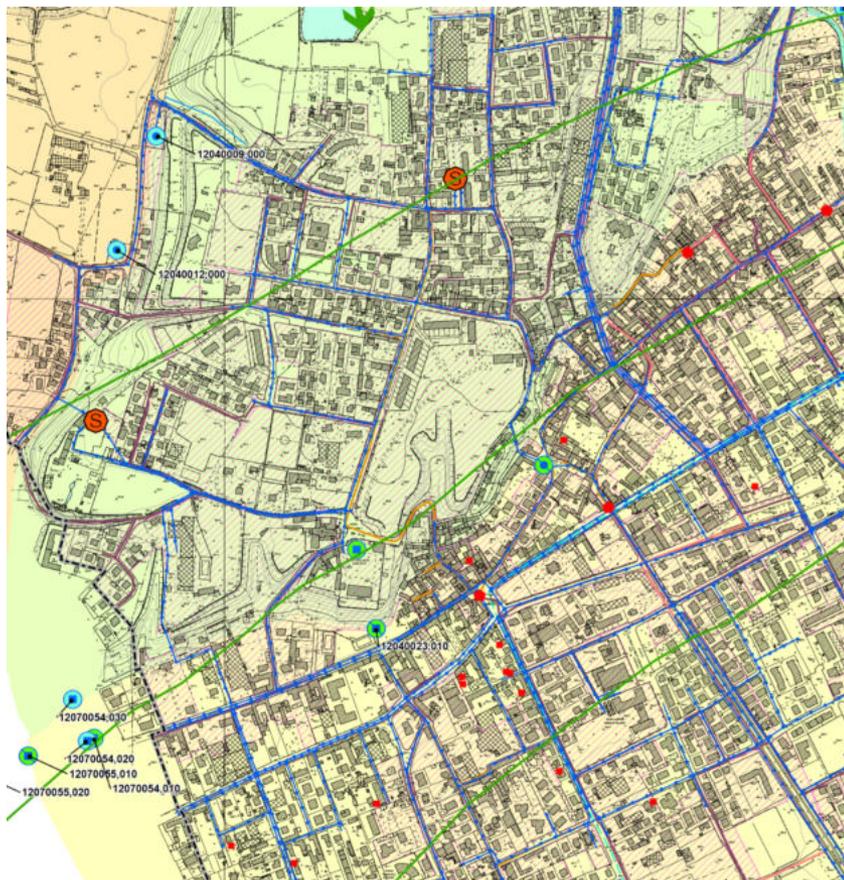
#### 1 - Geologia

-  Unità post-glaciale: depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)  
Sabbie e ghiaie localmente grossolane relative alla deposizione delle alluvioni recenti ed attuali del Torrente Arno
-  Unità post-glaciale: depositi alluvionali antichi (Olocene)  
Sabbie fini e limi superficiali relativi alla deposizione delle antiche alluvioni dei Torrenti Rile e Tenore nelle relative aree di spagliamento
-  Allogruppo di Besnate – Unità di Sumirago (Pleistocene Superiore-Wurm Auct.)  
Depositati fluvioglaciali wurmiani costituiti da sabbie localmente ghiaiose, ghiaie con livelletti sabbiosi grossolani a composizione eterogenea
-  Allogruppo di Morazzone – Unità di Carnago (Pleistocene medio-superiore eq. Mindel-Riss Auct.)  
Depositati fluvioglaciali, glaciali e di contatto glaciale costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice limosa o sabbioso-argillosa con clasti poligenici prevalentemente alterati fino ad argillificati. Caratteristico orizzonte di alterazione superficiale costituito da limo rossastro ('Ferretto' Auct.)

#### 2 - Geomorfologia

-  Cordoni morenici relitti principali
-  Cordoni morenici relitti secondari
-  Traccia di sezione
-  Limite comunale (rif. CTR)

## CARTA IDROGEOLOGICA



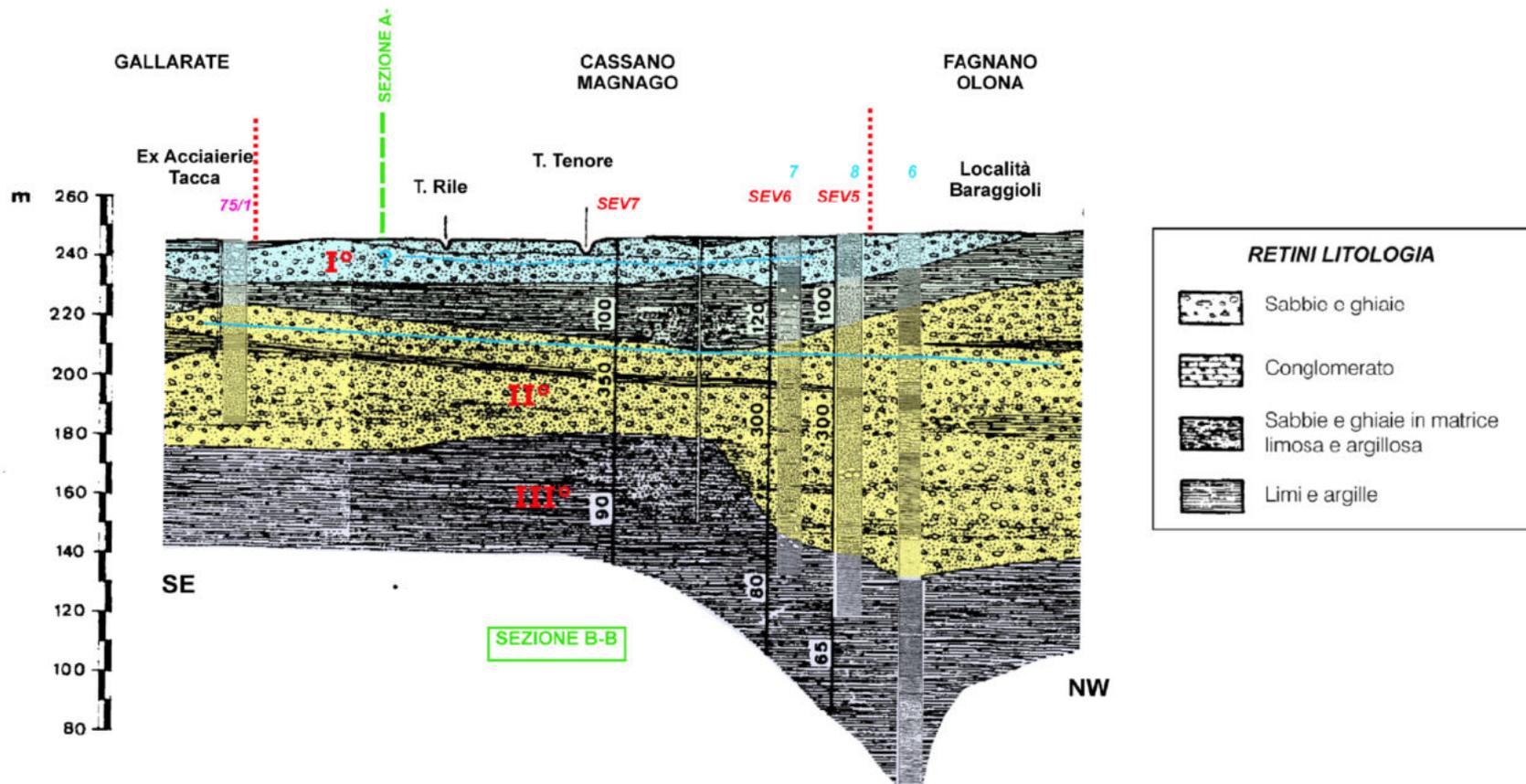
### ELEMENTI ANTROPICI

-  Rete acquedotto
-  Rete fognatura acque bianche
-  Rete fognatura acque nere
-  Rete fognatura mista
-  Rete fognatura: tratto in previsione di realizzazione
-  Punti di scarico nel sottosuolo
-  Scolmatori
-  Zone servite da fognatura

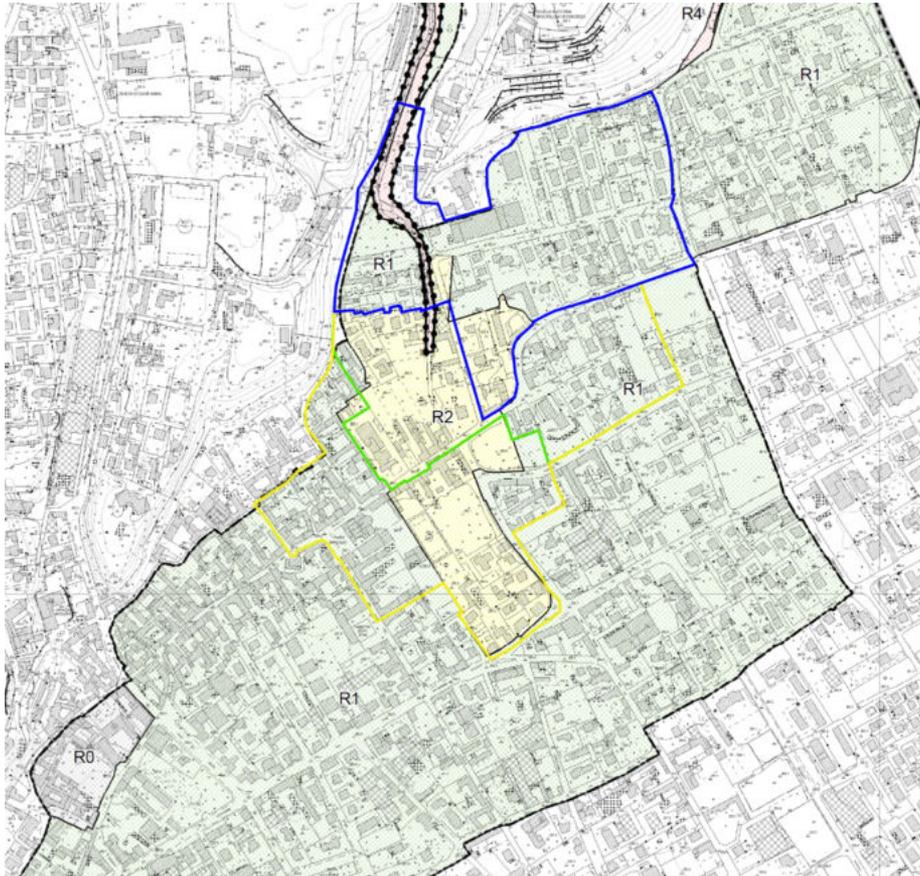
### COMPLESSI IDROGEOLOGICI E GRADO DI VULNERABILITA'

-  **Complesso 1 - Piana fluvioglaciale del T. Arno con soggiacenza media**  
Litologia di superficie: ghiaie e ciottoli prevalenti con sabbia da media a grossolana in proporzioni variabili  
Permeabilità subsuperficiale: elevata  
Soggiacenza primo livello acquifero: < 20 m  
Grado di vulnerabilità primo livello acquifero: medio
-  **Complesso 2 - Piana fluvioglaciale wurmiana dei T. Rile-Tenore con soggiacenza medio-alta**  
Litologia di superficie: ghiaie e ciottoli prevalenti con sabbia da media a grossolana in proporzioni variabili; localmente sabbie fini e limi (aree di spagliamento Rile e Tenore)  
Permeabilità subsuperficiale: da elevata a media  
Soggiacenza primo livello acquifero: > 20 m  
Grado di vulnerabilità primo livello acquifero: medio-basso
-  **Complesso 3 - Colline glaciali e fluvioglaciali mindeliane e rissiane**  
Litologia di superficie: sabbie argillose con limo e ciottoli; argille sabbiose o limose con ciottoli  
Permeabilità subsuperficiale: da molto bassa a media  
Soggiacenza primo livello acquifero: > 20 m  
Grado di vulnerabilità primo livello acquifero: basso

## SEZIONE IDROGEOLOGICA



## RISCHIO IDRAULICO



### CLASSI DI RISCHIO

-  Rischio R0: assenza di rischio per esondazione da corsi d'acqua.
-  Rischio moderato R1: sono possibili danni sociali ed economici marginali.
-  Rischio medio R2: sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche.
-  Rischio elevato R3: sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale.
-  Rischio molto elevato R4: sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

## CARTA DI SINTESI



### UNITA' DI SINTESI 1

Piana fluvio-glaciale wurmiana

Fattori limitanti

- condizioni di drenaggio variabili;
- possibili interventi di scavo e/o riporto storicamente non conosciuti con occorrenza di materiali con caratteristiche tecniche potenzialmente scadenti;
- in contesti densamente urbanizzati interazione dei fronti di scavo per nuove edificazioni con le strutture adiacenti;
- interferenze con acque di corrivazione e/o ruscellamento in relazione alla prossimità ad aree moderatamente acclivi a monte;
- prossimità ad aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.

### UNITA' DI SINTESI 2

Pianalto ferrettizzato (fluvio-glaciale e morenico Mindel-Riss) subpianeggiante o debolmente ondulato a bassa conducibilità idraulica associata a potenziali situazioni di drenaggio lento o difficoltoso e/o ristagni prolungati.

Fattori limitanti

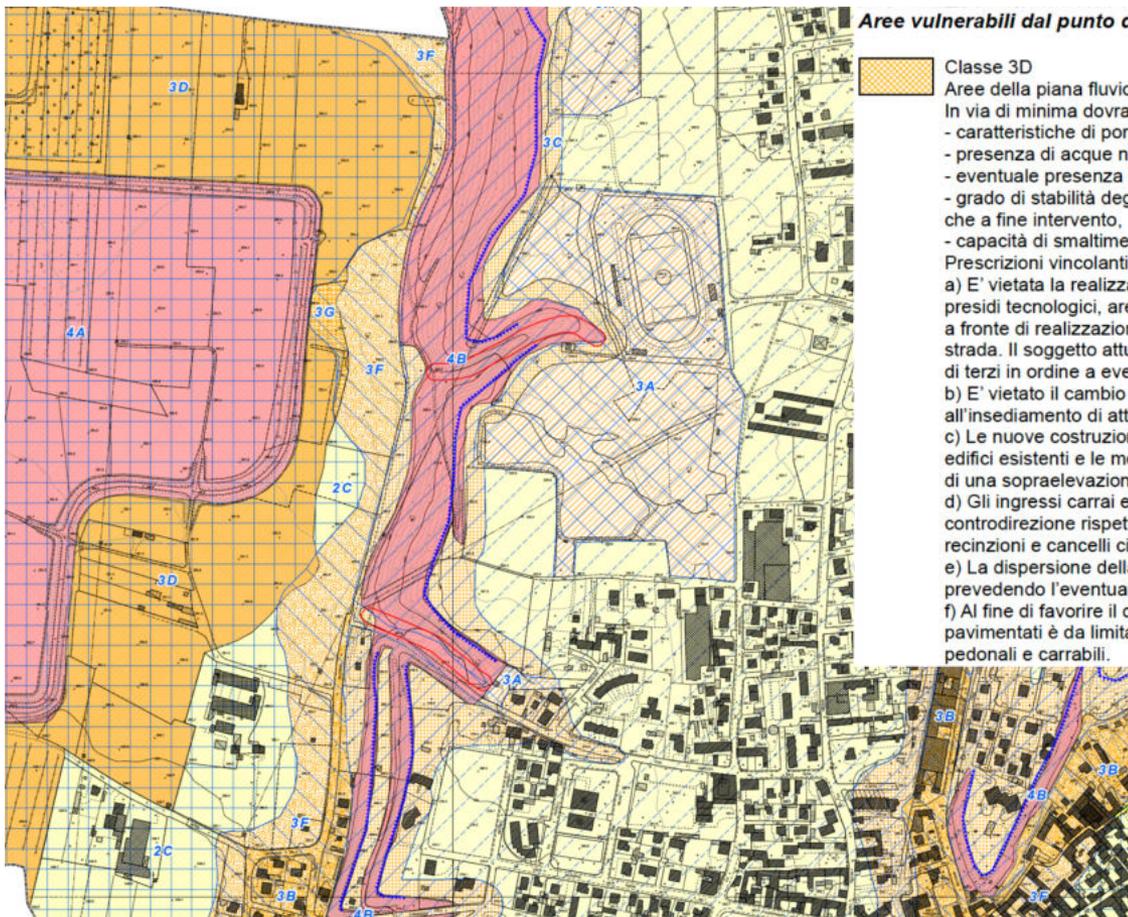
- bassa conducibilità idraulica dei depositi associata a potenziali situazioni di drenaggio lento o difficoltoso e/o ristagni prolungati;
- abbondanza di frazione argillosa secondaria rigonfiante per profonda alterazione dei depositi;
- acclività variabile, generalmente bassa, con possibilità di anomale concentrazioni di acque nelle porzioni depresse con fenomeni di ristagno prolungato;
- modesta predisposizione a processi di ruscellamento concentrato;
- possibile occorrenza di plaghe superficiali e/o di intercalazioni con caratteristiche tecniche scadenti;
- possibile occorrenza di falde idriche sospese sub-superficiali a carattere locale;
- possibile presenza di interventi di rimaneggiamento antropico;
- presenza di aree edificate e possibile interazione di scavi per nuove edificazioni con strutture adiacenti;
- prossimità ad orli di scarpata e versanti con pendenze elevate in evoluzione morfologica.

### UNITA' DI SINTESI 3

Piana fluvio-glaciale wurmiana vulnerabile dal punto di vista idraulico (grado di rischio basso-R1)

L'unità presenta i medesimi fattori limitanti dell'unità 1, ai quali si aggiunge la vulnerabilità per fenomeni di esondazione del Torrenti Arno, Rile e Tenore (grado di rischio basso).

## CARTA DI FATTIBILITA'



### Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

#### Classe 3D

Aree della piana fluvio-glaciale wurmiana a grado di rischio idraulico medio (R2).

In via di minima dovranno essere verificate:

- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione;
- presenza di acque nel sottosuolo e possibili interferenze con le opere di progetto,
- eventuale presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi,
- grado di stabilità degli scavi con riguardo anche alle costruzioni adiacenti sia in corso d'opera che a fine intervento,
- capacità di smaltimento delle acque di pioggia nel sottosuolo.

Prescrizioni vincolanti:

- a) E' vietata la realizzazione di spazi posti sotto quota strada, salvo per quanto riguarda: vani scala presidi tecnologici, aree fruibili aperte (es. piazzali, parcheggi ad uso pubblico, parcheggi privati) a fronte di realizzazione di specifiche opere di presidio rispetto a eventuali acque scorrenti da strada. Il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere atto liberatorio che escluda ogni responsabilità di terzi in ordine a eventuali futuri danni connessi con il grado di rischio idraulico segnalato.
- b) E' vietato il cambio d'uso di spazi interrati finalizzato alla permanenza di persone o all'insediamento di attività.
- c) Le nuove costruzioni o le costruzioni realizzate a seguito di demolizione e ricostruzione di edifici esistenti e le modifiche di aperture di edifici esistenti dovranno prevedere il mantenimento di una sopraelevazione di pavimento e ingressi non inferiore a 40 cm rispetto a piano strada.
- d) Gli ingressi carrai e pedonali alla proprietà dovranno essere realizzati per quanto possibile in controdirezione rispetto alle possibili direttrici di deflusso lungo strada con messa in opera di recinzioni e cancelli ciechi fino a una altezza non inferiore a 50 cm rispetto a piano strada.
- e) La dispersione delle acque meteoriche dovrà avvenire in via preliminare nel sottosuolo prevedendo l'eventuale recapito in superficie solo per sfioro da troppo pieno.
- f) Al fine di favorire il deflusso/assorbimento delle acque meteoriche la realizzazione di spazi pavimentati è da limitarsi alle sole aree di bordo costruzione e alla realizzazione di ingressi pedonali e carrabili.

# Grazie per l'attenzione



Fonte: City of Philadelphia Green Streets Design Manual, 2014