

# VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

## *LINEE GUIDA*

Venezia, 3 agosto 2009

Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto



*Il Rapporto è stato realizzato dal Commissario Delegato concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. OPCM 3261 del 18/10/2007*

## **STRUTTURA COMMISSARIALE**

Commissario Delegato  
Coordinamento

*Mariano Carraro  
Manola Pesce  
Alessandro Scarpa*

Gruppo di Lavoro

*Geom. Marco Baratella  
Ing. Carlo Bendoricchio  
Ing. Alberto Bocus  
Ing. Luigi Chiappini  
Ing. Corrado Petris  
Ing. Alessandro Scarpa  
Dott.. Francesco Vascellari*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITÀ SUI CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PER GLI STUDI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>	<b>4</b>
2.1	La formazione della portata di piena.....	4
2.2	Il tempo di ritorno di progetto.....	6
2.3	La durata dell'evento di progetto.....	7
2.4	Le precipitazioni di progetto .....	9
<b>3</b>	<b>LE DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>IL DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI COMPENSAZIONE</b>	<b>16</b>
4.1	Dimensionamento semplificato utilizzabile per le Classi 2 e 3. Criterio di dimensionamento n.1.....	17
4.2	Dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4. Criterio di dimensionamento n. 2. ....	31
4.3	Dimensionamento utilizzabile per la Classe 5. Criterio di dimensionamento n.3.....	52
4.4	Considerazioni generali conclusive .....	52
4.5	Le problematiche attinenti alle fognature urbane.....	57
<b>5</b>	<b>CRITERI DI SCELTA PROGETTUALI DEI DISPOSITIVI IDRAULICI</b>	<b>59</b>
5.1	Generalità.....	59
5.2	Caratteristiche di uso del suolo .....	59
5.3	Caratteristiche del terreno.....	60
5.4	Caratteristiche qualitative e quantitative richieste.....	61
5.5	Caratteristiche estetiche ed ecologiche .....	61
5.6	Tabella di orientamento nella scelta dei dispositivi .....	61
<b>6</b>	<b>SCHEDE DI OPERE TIPOLOGICHE</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>93</b>
<b>ALLEGATO 1</b>	<b>CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA</b>	<b>95</b>
<b>ALLEGATO 2</b>	<b>ORDINANZE N. 2, 3 E 4</b>	<b>103</b>

## 1 Premessa

Il presente documento dedicato agli operatori tecnici del settore è finalizzato a guidare in sede istruttoria delle pratiche di invarianza idraulica i tecnici degli enti gestori delle reti di fognatura, dei Comuni e dei Consorzi di Bonifica, nonché ad orientare le scelte del professionista che ha in corso la progettazione di opere che modificano l'uso del suolo o che comportano comunque delle modificazioni dell'idraulica del territorio.

Le opere di cui si tratta sono sostanzialmente elencate nella parte generale delle linee guida e sono qui approfonditi alcuni temi riportando delle schede tipologiche per le scelte di progetto.

## 2 Generalità sui criteri di dimensionamento idraulico per gli studi di compatibilità idraulica

### 2.1 *La formazione della portata di piena*

La formazione della portata di piena raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete di collettamento.

Tale precipitazione viene in parte intercettata dalla vegetazione, in parte infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi in piccoli invasi naturali e/o artificiali (pozzanghere, avvallamenti del terreno, impluvi artificiali); la parte rimanente, infine, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete di collettamento secondo le linee di massima pendenza del terreno. Il sistema suolo - vegetazione, quindi, costituisce una naturale capacità di invaso, che tende a decurtare la quantità di acqua precipitata che arriverà alla rete (precipitazione efficace). Tale decurtazione dipenderà, istante per istante, dalla capacità complessiva di tali invasi, che varierà nel tempo sia a causa del loro progressivo riempimento durante prolungati eventi di pioggia, sia a causa di altri importanti processi di trasferimento dell'acqua che agiscono nel sistema suolo atmosfera. Ad esempio, parte dell'acqua intercettata e trattenuta dalle superfici fogliari e nelle pozzanghere si disperderà di nuovo nell'atmosfera per evaporazione. Analogamente, una piccola parte dell'acqua infiltrata nel suolo evaporerà direttamente ed una parte più consistente verrà assorbita dalle radici della vegetazione e quindi riemessa nell'atmosfera per evaporazione delle foglie (traspirazione). Ancora, parte dell'acqua infiltrata negli strati superficiali del suolo proseguirà il moto di filtrazione verso gli strati più profondi e le falde

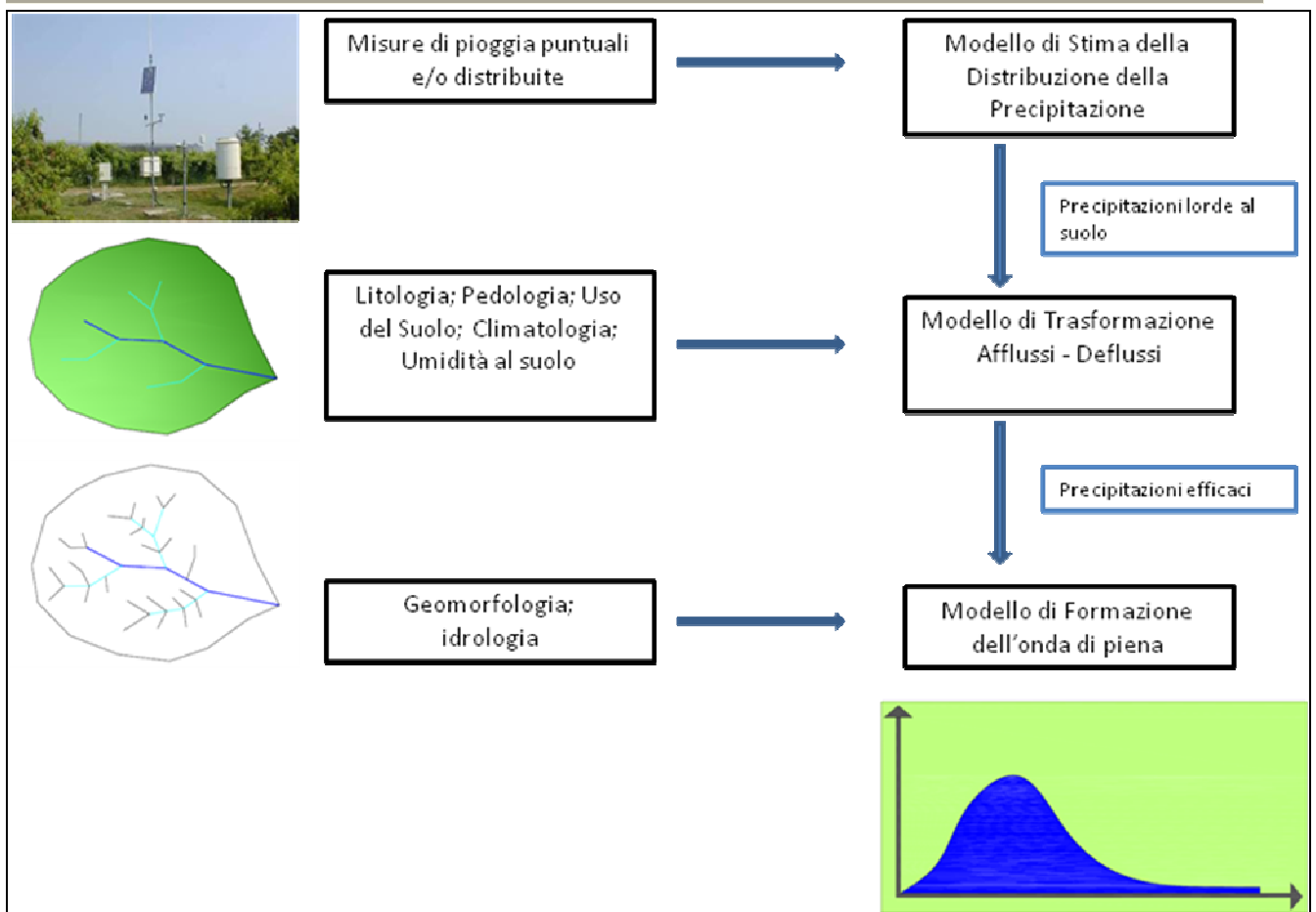
(percolazione), mentre una parte, filtrerà verso la rete idrografica mantenendosi negli strati superficiali (deflusso ipodermico). Parte dell'acqua infiltrata, quindi, andrà ancora a contribuire al deflusso nella rete idrografica, ma con tempi di ritardo, rispetto alla caduta della precipitazione, sensibilmente maggiori dei tempi caratteristici del deflusso superficiale.

Nell'ambito nello studio dei fenomeni di piena, i diversi tipi di deflusso assumono una importanza relativa che varia in funzione del **tempo caratteristico di risposta del bacino** in esame. Intendendo come tempo di risposta (o tempo di concentrazione) **l'intervallo trascorso fra l'inizio dell'evento di precipitazione e l'arrivo del colmo di piena alla sezione di chiusura del bacino**.

Tale tempo varia in funzione di altri parametri oltre a quelli elencati: la superficie del bacino, la forma del bacino e le giaciture:

- in un bacino prettamente agricolo della terraferma veneziana, dove sono particolarmente rilevanti gli effetti di invaso e filtrazione (con restituzione al reticolo idrografico in tempi lunghi) l'ordine di grandezza del tempo di risposta va da qualche ora alle 24 ore (p.e. per il F. Marzenego alla foce vale circa circa 6 ore);
- in un bacino prettamente urbano va da alcune decine di minuti a qualche ora (p.e. per l'area scolante della Gazzera a Mestre al recapito finale della fognatura mista vale circa 1 ora).

La trasformazione da pioggia al suolo a portata nella sezione di chiusura avviene secondo una cascata di processi, ciascuno dei quali può essere rappresentato tramite un opportuno sotto-modello specializzato, come schematizzato in figura:



Nello studio per il dimensionamento delle opere atte a contrastare gli allagamenti risulta quindi di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile i seguenti elementi che concorrono alla determinazione dell'**evento di piena di progetto**:

- *la precipitazione*
- *la probabilità dell'evento*
- *la durata dell'evento in riferimento al tempo di risposta del bacino di riferimento*

## 2.2 Il tempo di ritorno di progetto

Il tempo di ritorno  $T_r$  di un dato evento è definito come:

$$T_r = \frac{1}{1-P}$$

Il tempo di ritorno  $T_r$  rappresenta la durata media in anni del periodo in cui l'evento viene superato una sola volta.  $P$  è la probabilità di non superamento dell'evento esprimibile mediante una relazione che associa ad ogni valore dell'evento (es. altezza di pioggia o portata associata) la corrispondente probabilità di non superamento. Tale relazione viene in generale indicata come funzione, o distribuzione, di probabilità.

Il rischio  $R_n$  che un determinato evento si verifichi in  $n$  anni è definito come:

$$R_n = 1 - \left( \frac{1}{1 + T_r} \right)^n$$

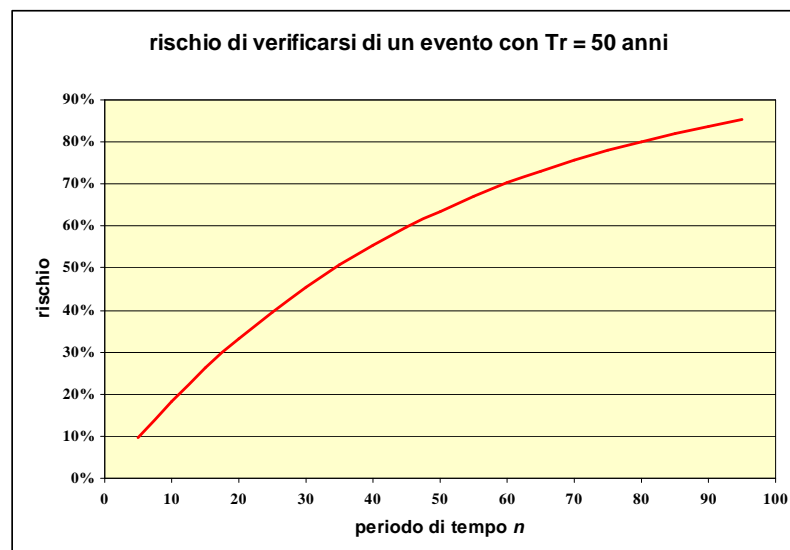
Si deduce che se si assume  $T_r = n$ , il rischio associato non varia in maniera apprezzabile al variare del tempo di ritorno e vale poco più del 63%.

**Il tempo di ritorno è uno dei parametri fondamentali da assumere nel progetto** perché esso è associato al rischio idraulico che con i dimensionamenti delle opere si vuole affrontare.

A meno di non assumere valori più alti per specifiche ragioni (particolari valenze delle opere da salvaguardare) il valore di riferimento del tempo di ritorno da assumere negli studi idraulici di dimensionamento delle opere atte a contrastare gli allagamenti è **pari a 50 anni**.

Tale valore del tempo di ritorno fa riferimento a quanto previsto per i PAT/PATI dalla DGR 1322 del 10.05.2006 Allegato A.

In riferimento a quanto detto precedentemente si riporta il diagramma del rischio che un evento dimensionato con tempo di ritorno pari a 50 anni si presenti in un periodo di  $n$  anni.



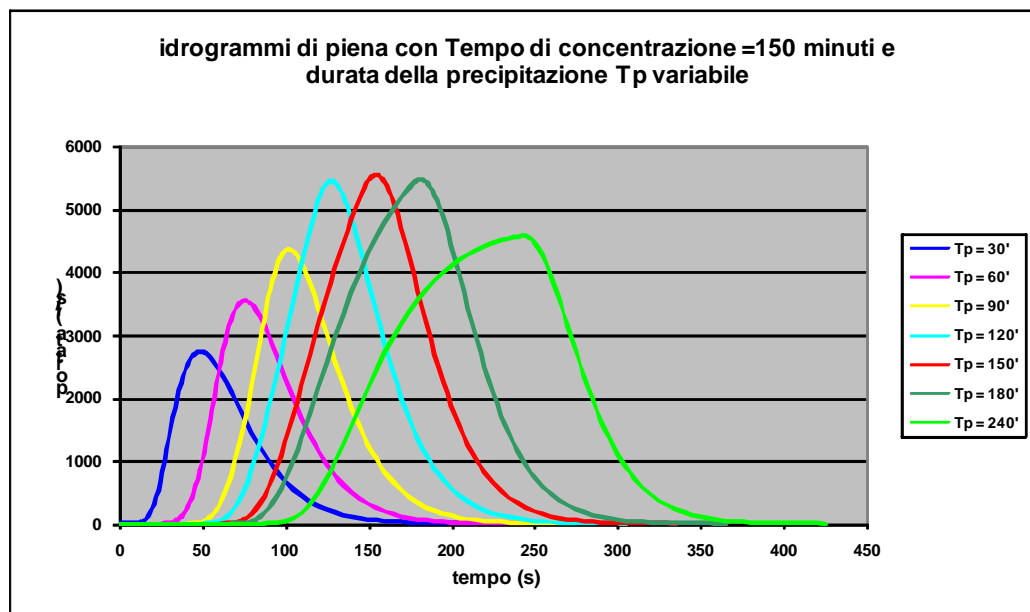
### 2.3 La durata dell'evento di progetto

La durata dell'evento da assumere a base della progettazione risulta fondamentale per un corretto dimensionamento idraulico delle opere.

Esso incide infatti grandemente sia sul valore della massima piena che sul valore del massimo volume defluito; poiché tali valori massimi generalmente **non si verificano** per una stessa durata dell'evento risulta necessario indagare gli intervalli di variazione per ciascuno dei due valori in funzione del variare della durata di precipitazione.

Per l'individuazione della massima portata generata da un bacino e del conseguente tempo di concentrazione e per un tempo di ritorno della precipitazione prefissato, si devono determinare i valori delle portate di piena provocate dalle diverse altezze di precipitazioni corrispondenti a più durate. Si dovrà infatti determinare la curva  $Q_{max} = f(h_p(t))$  che fa corrispondere a ciascuna precipitazione di durata  $t$  la corrispondente portata massima.

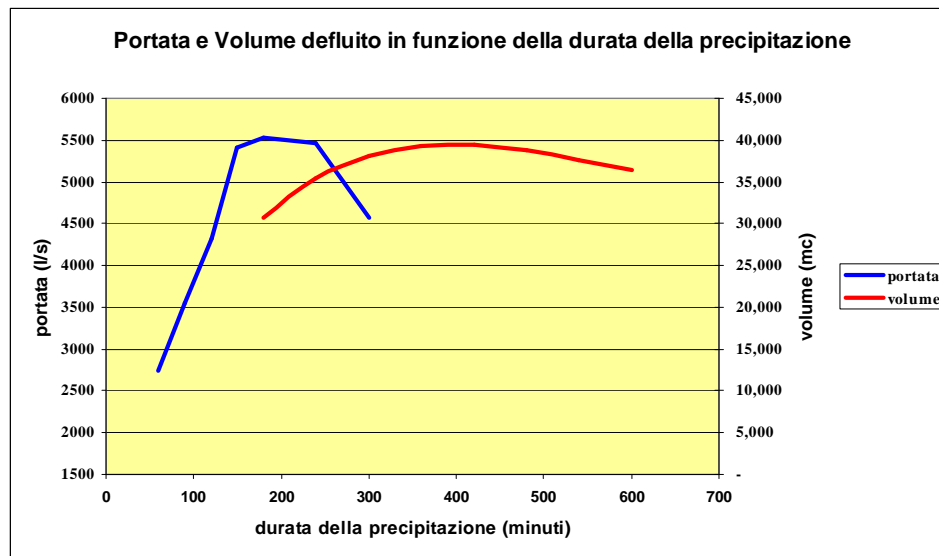
A titolo di esempio nel diagramma si riporta come variano le portate massime di piena per un bacino ipotetico caratterizzato da tempo di concentrazione pari a 150 minuti, al variare della durata dell'evento di precipitazione  $T_p$  per un prefissato tempo di ritorno  $T_r$ .



Lo stesso procedimento seguito per la determinazione della portata massima si segue per la determinazione del massimo volume defluito.

Il diagramma seguente riporta l'involuppo dei massimi precedentemente determinati  $Q_{max} = f(h_p(t))$  e l'involuppo dei massimi volumi defluiti in funzione della durata della precipitazione:





Come si evince dal diagramma la durata della precipitazione che massimizza il volume defluito è molto maggiore della durata che massimizza la portata di piena (circa 400 minuti contro 150 minuti).

Risulta evidente che la determinazione del tempo di concentrazione e quindi della durata da assumere per la precipitazione di progetto risulta essenziale per determinare i valori massimi di portata e volume probabile; **in particolare si dovrà fare riferimento a tempi di concentrazione differenti dovendosi dimensionare collettori o volumi di invaso.**

Le elaborazioni anzidette presuppongono l'utilizzo di modelli matematici ed uno studio idrologico che comprenda il bacino del recapito finale.

È da evidenziare che nei casi meno complessi (per modificazioni del suolo di lieve entità), come si dirà nei paragrafi che seguono, si può ricorrere e delle procedure semplificate che senza compromettere la validità della soluzione forniscono comunque le dimensioni necessarie dei dispositivi.

## **2.4 Le precipitazioni di progetto**

Nel dimensionamento di qualunque dispositivo idraulico è necessario determinare la portata e/o i volumi di piena di progetto al fine di dare al dispositivo adeguate misure geometriche.

La portata viene determinata a mezzo di formulazioni matematiche o modelli che simulano la trasformazione della pioggia al suolo.

Si deve pertanto in ultima analisi definire a quale precipitazione di progetto fare riferimento.

Abbiamo visto come *tempo di ritorno* e *durata della precipitazione* siano fondamentali nelle valutazioni progettuali; a tali valori, a mezzo di regolarizzazioni statistiche dei dati storici di pioggia misurati dagli enti preposti (Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque prima, e ARPAV attualmente) può essere associato il valore numerico dell'altezza di precipitazione.

*Sulla base di dedicate elaborazioni statistiche è possibile determinare l'altezza di precipitazione corrispondente ad un certo tempo di ritorno e a una certa durata.*

A tale proposito ed al fine di avere un unico riferimento scientifico per l'assunzione dei valori di pioggia di progetto, per le zone interessate dagli eventi alluvionali del 2007 e per le zone confinanti, è stato predisposto uno studio statistico al quale si può ricorrere per determinare le altezze di precipitazione di progetto.

Lo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento" fornisce i parametri delle curve di possibilità pluviometriche individuate in seguito ad una analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati da 27 stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse.

Le curve di possibilità pluviometrica (riportate in ALLEGATO 1) proposte sono espresse sia con la formula italiana a due parametri (a,n)

$$h = at^n$$

Dove

- t = durata della precipitazione;
- a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

che con la formula più generale a tre parametri (a,b,c)

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

dove t = durata della precipitazione

a, b, c = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.



Tale provvedimento prevedeva che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, fosse subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica.

Lo studio, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche.

Le misure compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione di essi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

Inoltre è stato disposto che la Valutazione di Compatibilità debba acquisire il parere favorevole dell'Unità Complessa del Genio Civile Regionale competente per territorio, sentito il Consorzio di Bonifica.

Con l'entrata in vigore della L.R. 23.04.2004 n. 11 e della successiva Dgr 1841/07, nuova disciplina Regionale per il governo del Territorio, si è modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, tanto da evidenziare la necessità di adeguare la "**Valutazione di Compatibilità Idraulica**" alle nuove procedure.

In tale prospettiva, con delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i, la Giunta Regionale del Veneto, forniva le nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

L'**Allegato A** della su indicata Delibera, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

In particolare l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Per la prima classe (trascurabile impermeabilizzazione potenziale per superfici interessate di estensione minore di 1000 mq) la norma consente di produrre una asseverazione nella quale viene dichiarata l'ininfluenza degli effetti ai fini idraulici ed idrologici nel territorio interessato (adottando buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi).

L'approfondimento tecnico che deve essere prodotto è via via crescente con il crescere dell'estensione dell'intervento come segue:

- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

In seguito all'evento alluvionale del Settembre 2007, con O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007 avente per oggetto "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007" è stato nominato Commissario Delegato che ha il compito di provvedere "alla pianificazione di azioni ed interventi di mitigazione del rischio conseguente all'inadeguatezza dei sistemi preposti all'allontanamento e allo scolo delle acque superficiali in eccesso, al fine della riduzione

definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e la salvaguardia della terraferma veneziana, nel territorio provinciale di Venezia e negli altri territori comunali del Bacino Scolante in Laguna individuati dal "Piano direttore 2000".

Nell'ambito della propria attività, il Commissario Delegato, con la collaborazione degli enti preposti alla gestione delle acque superficiali (Comuni e Consorzi di Bonifica), ha emanato una serie di Ordinanze (Ordinanze n. 2 e 3 e 4 del 22 gennaio 2008, ALLEGATO 2) che impongono la redazione di relazioni di compatibilità idraulica a tutti gli interventi edificatori che comportano un'impermeabilizzazione superiore a mq 200; quindi ponendo un limite maggiormente restrittivo di quello della norma Regionale.

Per i comuni colpiti dall'evento del 27 Settembre 2007, la seguente tabella riassume i contenuti delle ordinanze del Commissario rendendo immediata in funzione delle soglie dimensionali, l'individuazione nella necessità o meno di redazione di Valutazione di Compatibilità Idraulica nonché del soggetto competente al rilascio del parere.

<b>Ordinanza n.2</b> <b>Disposizioni inerenti l'efficacia dei titoli abilitativi relativi ad interventi edilizi non ancora avviati</b>	
<b>Quando si applica</b>	Per tutti gli interventi edilizi approvati, e già in possesso del titolo abilitativo rilasciato, <u>la cui costruzione non è ancora stata avviata</u>
<b>Ordinanza n.3</b> <b>Disposizioni inerenti il rilascio di titoli abilitativi sotto il profilo edilizio ed urbanistico</b>	
<b>Quando si applica</b>	Per tutti i <u>nuovi</u> interventi edilizi soggetti al rilascio di titolo abilitativi, secondo i campi d'applicazione sotto riportati
<b>Ordinanza n.4</b> <b>Disposizioni inerenti gli allacciamenti alla rete di fognatura pubblica</b>	
<b>Quando si applica</b>	<u>Esclusivamente</u> per gli interventi edilizi rientranti nelle Ordinanze nr. 2 e nr.3
<b>Campi d'applicazione Ordinanze</b> (V = volume; S = superficie) (VCI = Valutazione di Compatibilità Idraulica)	<b>V &lt; 1000 mc:</b> non è richiesta alcuna valutazione idraulica
	<b>1000 &lt; V &lt; 2000 mc</b> necessaria la redazione della VCI, che andrà trasmessa al Comune senza il parere del Consorzio
	<b>V &gt; 2000 mc:</b> necessaria la redazione della VCI con il parere del Consorzio di Bonifica competente
	<b>S &lt; 200 mq:</b> non è richiesta alcuna valutazione idraulica
	<b>200 &lt; S &lt; 1000 mq:</b> necessaria la redazione della VCI, che andrà trasmessa al Comune senza il parere del Consorzio
	<b>S &gt; 1000 mq:</b> necessaria la redazione della VCI con il parere del Consorzio di Bonifica competente

A seguito delle ordinanze commissariali, per i comuni interessati, risulta necessario rivedere come segue la classificazione degli interventi indicata nella DGRV 1322/08 e s.m.i.. Per ogni classe d'intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali ( fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali).

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	<b>0</b>
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	<b>1</b>
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	<b>1</b>
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	<b>2</b>
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	<b>2</b>
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	<b>3</b>

### **Classe 1 - Trascurabile impermeabilizzazione potenziale**

È sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.

### **Classe 2 - Modesta impermeabilizzazione**

È opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.

### **Classe 3 - Modesta impermeabilizzazione potenziale**

Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

### **Classe 4 - Significativa impermeabilizzazione potenziale**

Andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

### **Classe 5 - Marcata impermeabilizzazione potenziale**

È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

## **4 Il dimensionamento dei dispositivi di compensazione**

Gli interventi appartenenti alla Classe 1, essendo caratterizzati da ridotte dimensioni, non possono incidere significativamente sul regime delle acque. Per tali interventi,



diversamente da quanto necessitano le altre classi d'intervento, non è necessario realizzare volumi d'invaso compensativi dell'incremento di impermeabilizzazione.

#### **4.1 Dimensionamento semplificato utilizzabile per le Classi 2 e 3. Criterio di dimensionamento n.1**

Il metodo proposto è basato sul concetto del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso.

Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso.

Schematizzando un'area di trasformazione urbana come un invaso lineare, si può scrivere l'equazione di continuità della massa nei termini seguenti:

$$\frac{dV(t)}{dt} = P(t) - Q(t) \quad (1)$$

essendo:

- $P(t)$  la "pioggia netta" all'istante  $t$ ;
- $Q(t)$  la portata uscente, dipendente dal volume invasato  $V(t)$ .

L'equazione differenziale lineare sopra riportata, con termine noto costituito dalla pioggia netta, può essere risolta con tecniche standard e rappresenta un semplice modello idrologico.

L'equazione (1), con l'aggiunta di una equazione del moto, fornisce, integrata, una relazione tra  $Q$  e  $t$ , dando modo di calcolare:

- il tempo necessario affinché la portata  $Q_1$  assuma il valore  $Q_2$
- il tempo di riempimento  $tr$  della rete per passare da  $Q=0$  a  $Q=Q_0$  ( $Q_0$ = portata massima)

L'equazione del moto:

$$\frac{\partial y}{\partial s} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} - i + \frac{v^2}{K_s^2 R_H^{4/3}} = 0 \quad (2)$$

Dove:

- $y$  il tirante d'acqua;
- $s$  l'ascissa;
- $v$  la velocità media;

- $i$  pendenza della linea dell'energia
- $K_s$  il coefficiente di Gauckler Strickler;
- $R_H$  il raggio idraulico;

Assumendo che il fenomeno sia in lenta evoluzione nel rapporto col tempo e con lo spazio (i primi tre termini si possono trascurare rispetto agli ultimi due), il moto vario viene descritto da una successione di stati di moto uniforme.

$$-i + \frac{v^2}{K_s^2 R_H^{4/3}} = 0 \quad \Rightarrow \quad v = K_s R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

Ed essendo  $Q = vA$  si ha:

$$Q = AK_s R_H^{2/3} \sqrt{i} = cA^\alpha \quad (3)$$

che rappresenta la *scala delle portate*. L'esponente  $\alpha$  varia a seconda della geometria della sezione, per le sezioni aperte è dell'ordine di 1,5, per le sezioni chiuse vale 1.

Le equazioni (1) e (3) trattano il processo di riempimento e vuotamento di un serbatoio controllato da una luce di scarico che trae la sua legge di deflusso dal moto uniforme.

Assumendo, come imposto dal moto uniforme, che il volume  $V$  sia linearmente legato all'area  $A$  della sezione liquida, posti  $A_0$  e  $V_0$  rispettivamente la massima area ed il massimo volume si ha:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Dalla (3) se  $Q_0$  è la portata massima si ha  $Q_0 = cA_0^\alpha$

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Quindi:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{V}{V_0} \right)^\alpha \quad \Rightarrow \quad V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Pertanto essendo  $\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dQ} \frac{dQ}{dt}$  la (1) diventa:

$$\frac{dV(t)}{dt} = P(t) - Q(t) \quad \Rightarrow \quad P - Q = \frac{V_0 Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \frac{dQ}{dt}$$

Che corrisponde a:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{1 - Q/P} dQ \quad (4)$$

Ricordando che  $P$  è la “pioggia netta” data dalla

$P = \varphi j S$  dove:

- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso;
- $S$  è la superficie scolante;
- $j$  è l'intensità di pioggia data da  $j = \frac{h}{t}$  con  $t$  durata della pioggia e  $h$  altezza di precipitazione.

L'altezza di precipitazione può essere calcolata sia con le CPP a due che a tre parametri. Considerato che le curve a tre parametri meglio rappresentano un arco temporale ampio, si è ritenuto di procedere con la descrizione del metodo utilizzando le equazioni a tre parametri.

Essendo la CPP a tre parametri rappresentata da:

$$h = \frac{at}{(b+t)^c}$$

si ha:

$$j = \frac{a}{(b+t)^c};$$

che esplicitata in  $t$  porta alla:

$$j^{\frac{1}{c}} = \frac{a^{\frac{1}{c}}}{(b+t)}; \quad (b+t) = \left(\frac{a}{j}\right)^{\frac{1}{c}}; \quad t = \left(\frac{a}{j}\right)^{\frac{1}{c}} - b \quad (5)$$

Detto  $z$  il rapporto fra la portata  $Q$  e la pioggia netta  $P$ ,  $z = \frac{Q}{P}$  sia ha

$$z = \frac{Q}{\varphi j S} \text{ che esplicitato in } j \text{ da:}$$

$$j = \frac{Q}{\varphi z S} \text{ che sostituito nella (5) porta alla:}$$

$$t = \left(\frac{a}{Q \varphi z S}\right)^{\frac{1}{c}} - b \quad (6)$$

Il tempo di riempimento, definito come il tempo necessario a passare da  $Q=0$  a  $Q=Q_0$  ( $Q_0$ = portata massima), è calcolabile come l'integrale dell'equazione (4) tra  $t_1$  e  $t_2$ , ponendo nuovamente  $z = \frac{Q}{P}$  (e quindi  $dQ = pdz$ ).

$$t_r = \frac{V_0 P^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz$$

Ponendo  $\frac{1}{1-z} = \sum_{k=0}^{\infty} z^k$

l'integrale  $\int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz$  può scriversi come:

$$\int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\alpha}{n \alpha + 1} z^{k+(1/\alpha)} = \alpha z^{1/\alpha} \xi_{\alpha}(z) \quad \text{avendo posto} \quad \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k \alpha + 1} = \xi_{\alpha}(z)$$

Quindi si ha:

$$t_r = \frac{V_0 P^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \left[ z_2^{1/\alpha} \xi_{\alpha}(z_2) - z_1^{1/\alpha} \xi_{\alpha}(z_1) \right]$$

In particolare per  $t_1=0$ ,  $z_1=0$  (cioè  $Q_1=0$ ) e per comodità  $z_2=z$  si ha:

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} z^{1/\alpha} \xi_{\alpha}(z)$$

Si ottiene:

$$t_r = \frac{V_0}{p} \xi_{\alpha}(z) \tag{7}$$

che sostituire nella (6) da:

$$\frac{V_0}{p} \xi_{\alpha}(z) = \left( \frac{a}{Q} \varphi z S \right)^{1/c} - b \quad \Rightarrow \quad \left( \frac{V_0}{p} \xi_{\alpha}(z) + b \right)^c = \frac{a}{Q} \varphi z S$$

Esplicitando in Q

$$Q = \frac{a \varphi z S}{\left( \frac{V_0}{p} \xi_{\alpha}(z) + b \right)^c} \quad \text{ricordando che } z = \frac{Q}{P} \text{ quindi } p = \frac{Q}{z} \text{ sia ha:}$$

$$Q = \frac{a\varphi z S}{\left(\frac{V_0}{Q} z \xi_\alpha(z) + b\right)^c} \text{ dividendo entrambi i membri per la superficie scolante } S \text{ si ha:}$$

$$\frac{Q}{S} = u = \frac{a\varphi z}{\left(\frac{V_0}{uS} z \xi_\alpha(z) + b\right)^c} \text{ che ponendo } \frac{V_0}{S} = v_0 \text{ diventa:}$$

$$u = \frac{a\varphi z}{\left(\frac{v_0 z \xi_\alpha(z) + bu}{u}\right)^c} \text{ che può essere riscritta come:}$$

$$u^{1-c} = \frac{a\varphi z}{\left(v_0 z \xi_\alpha(z) + bu\right)^c} \quad \Rightarrow \quad u = \left(v_0 z \xi_\alpha(z) + bu\right)^{\frac{c}{c-1}} (a\varphi z)^{\frac{1}{1-c}} \quad (8)$$

La (8) rappresenta dunque l'espressione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso in relazione alle CPP a tre parametri.

Il metodo proposto usa l'espressione del coefficiente udometrico sopra richiamata per valutare i volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica tramite la costanza del coefficiente udometrico al variare del coefficiente di afflusso (impermeabilizzazione).

Si tratta dunque di individuare, noti:

- i parametri  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (dipendenti dal luogo in cui ci si trova e di conseguenza dalla CPP scelta);
- il coefficiente di afflusso  $\varphi$  dipendente dalle caratteristiche dell'area oggetto di studio;

il volume specifico  $v_0$  che porta ad avere un coefficiente udometrico pari al valore imposto o desiderato in uscita.

La risoluzione si ottiene esplicitando la (8) in  $v_0$  e ricercando il valore di  $z$  che rende massimo il volume specifico  $v_0$

$$v = \frac{\left(\frac{u}{\left(a\varphi z\right)^{\frac{1}{1-c}}}\right)^{\frac{c-1}{c}} - b u}{z \xi_\alpha(z)} \quad (9)$$

Ossia imponendo nulla la derivata prima della (9) in funzione di z.

Considerato che si suggerisce di applicare tale metodo per gli interventi che producono una moderata impermeabilizzazione ed una moderata impermeabilizzazione potenziale, si riportano di seguito quattro tabelle ed altrettanti abachi relativi al tempo di ritorno 50 anni (validi ciascuno per ogni una delle aree individuate dallo studio *“Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento”*) che possono essere direttamente utilizzati nelle relazioni di valutazione di compatibilità idraulica.

Il volume specifico  $v_0$  così calcolato va moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare. Considerate le ipotesi fondamentali del metodo dell'invaso, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio ed i piccoli invasi. Considerato che per il velo idrico si può assumere un valore compreso tra 10 e 25 mc/ha, (attribuendo il valore maggiore alle superfici irregolari ed a debole pendenza) e che il volume attribuibile alle caditoie ecc. può variare tra 10 e 35 mc/ha (attribuendo i valori superiori ad aree con elevato coefficiente di deflusso), il valore dei piccoli invasi può variare da 35 a 45 mc/ha.

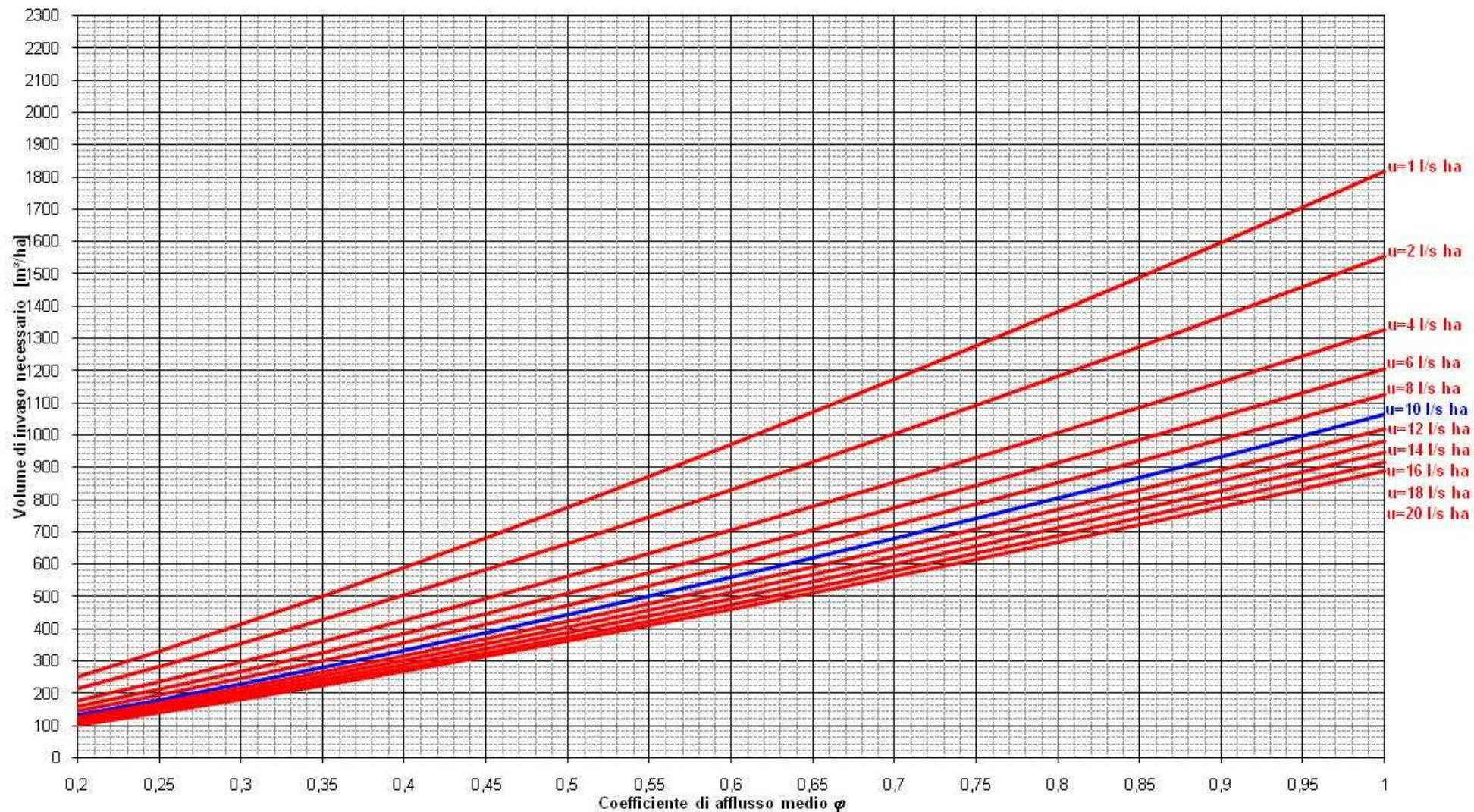
Nelle fasi esecutive della progettazione, quando è dunque nota nel dettaglio la geometria della rete, il valore di  $v_0$  può essere depurato del valore corrispondente ai piccoli invasi secondo la tabella seguente.

<b>coefficiente di afflusso</b>	<b>0,10</b>	<b>0,2</b>	<b>0,30</b>	<b>0,4</b>	<b>0,50</b>	<b>0,6</b>	<b>0,70</b>	<b>0,8</b>	<b>0,90</b>	<b>1</b>
<b>velo idrico [mc/ha]</b>	25	23	22	20	18	17	15	13	12	10
<b>caditoie ecc. [mc/ha]</b>	10	13	16	18	21	24	27	29	32	35
<b>piccoli invasi [mc/ha]</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona sud occidentale -  $Tr = 50$  anni (CPP a 3 parametri)



VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona sud occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Cona, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Santa Maria di Sala, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonovo, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero.
a	39,5	[mm min <sup>-1</sup> ]	
b	14,5	[min]	
c	0,817	[-]	
Esponente della scala delle portate <sup>a</sup>		1	

**VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA**

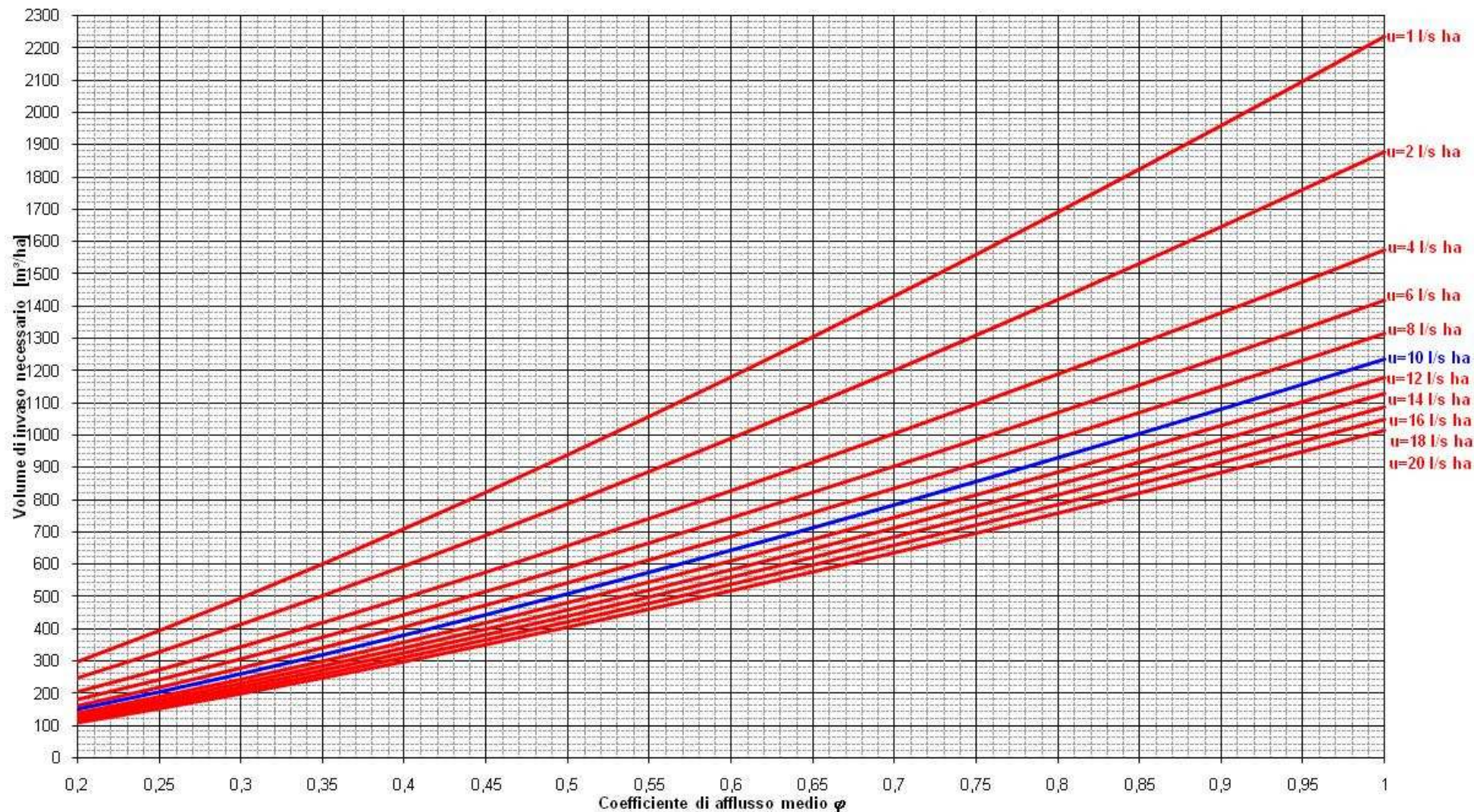
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	107	89	72	63	55	50	45	41	38	35	32
0,15	176	149	123	108	98	90	83	77	72	68	64
0,2	252	213	178	158	145	134	125	118	111	105	100
0,25	331	281	236	211	194	181	170	160	152	145	139
0,3	415	353	297	267	246	230	217	206	196	188	180
0,35	501	427	361	325	300	281	266	253	242	232	223
0,4	591	503	426	384	356	334	317	302	289	278	268
0,45	683	582	493	446	413	389	369	352	338	325	314
0,5	777	663	562	509	472	445	423	404	388	374	361
0,55	873	745	633	573	533	502	478	457	439	424	410
0,6	972	829	705	639	594	561	534	511	492	475	460
0,65	1.072	915	779	706	657	621	591	567	546	527	511
0,7	1.174	1.002	853	774	721	681	649	623	600	580	562
0,75	1.277	1.091	929	844	786	743	709	680	656	634	615
0,8	1.383	1.181	1.006	914	852	806	769	738	712	689	668
0,85	1.489	1.273	1.085	985	919	869	830	797	769	744	723
0,9	1.597	1.365	1.164	1.058	987	934	892	857	827	801	778
0,95	1.707	1.459	1.244	1.131	1.056	999	954	917	886	858	833
1	1.817	1.554	1.325	1.205	1.125	1.065	1.018	978	945	916	890



### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona costiera lagunare -  $Tr = 50$  anni (CPP a 3 parametri)

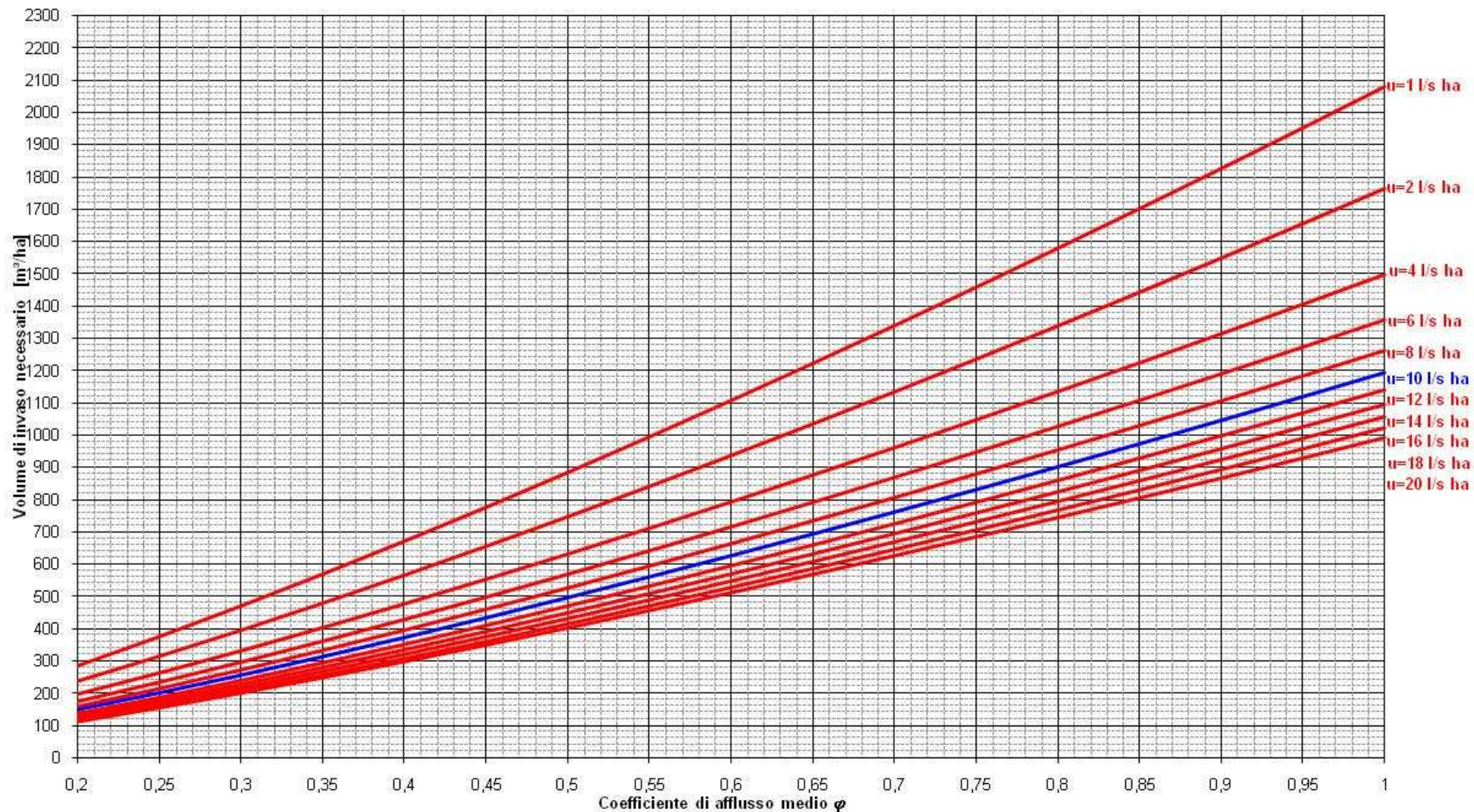


Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni			Comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Casale sul Sile, Casier, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia.									
a	39,7	[mm min <sup>-1</sup> ]										
b	16,4	[min]										
c	0,8	[-]										
Esponente della scala delle portate <sup>a</sup>		1										
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA												
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]											
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
0,1	124	102	81	70	61	55	50	45	41	37	34	
0,15	207	171	139	122	109	100	92	85	79	74	70	
0,2	297	247	203	179	162	150	139	130	123	116	110	
0,25	393	328	271	240	219	203	190	179	169	161	153	
0,3	495	413	343	305	279	259	244	230	219	209	200	
0,35	600	502	417	372	342	318	300	284	271	259	248	
0,4	710	594	495	442	406	380	358	340	325	311	299	
0,45	822	689	574	514	473	443	418	398	381	365	352	
0,5	939	787	656	588	542	508	481	458	438	421	406	
0,55	1.058	887	740	664	613	575	544	519	497	479	462	
0,6	1.179	989	827	742	685	643	610	582	558	537	519	
0,65	1.304	1.094	914	821	759	713	676	646	620	597	577	
0,7	1.430	1.200	1.004	902	834	784	744	711	683	659	637	
0,75	1.559	1.309	1.095	985	911	857	813	778	747	721	697	
0,8	1.691	1.419	1.188	1.068	989	930	884	845	813	784	759	
0,85	1.824	1.531	1.282	1.153	1.068	1.005	955	914	879	849	822	
0,9	1.959	1.645	1.378	1.240	1.149	1.081	1.028	984	947	914	886	
0,95	2.096	1.760	1.475	1.327	1.230	1.158	1.101	1.055	1.015	981	950	
1	2.235	1.877	1.573	1.416	1.313	1.236	1.176	1.126	1.084	1.048	1.016	

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona interna NW - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)



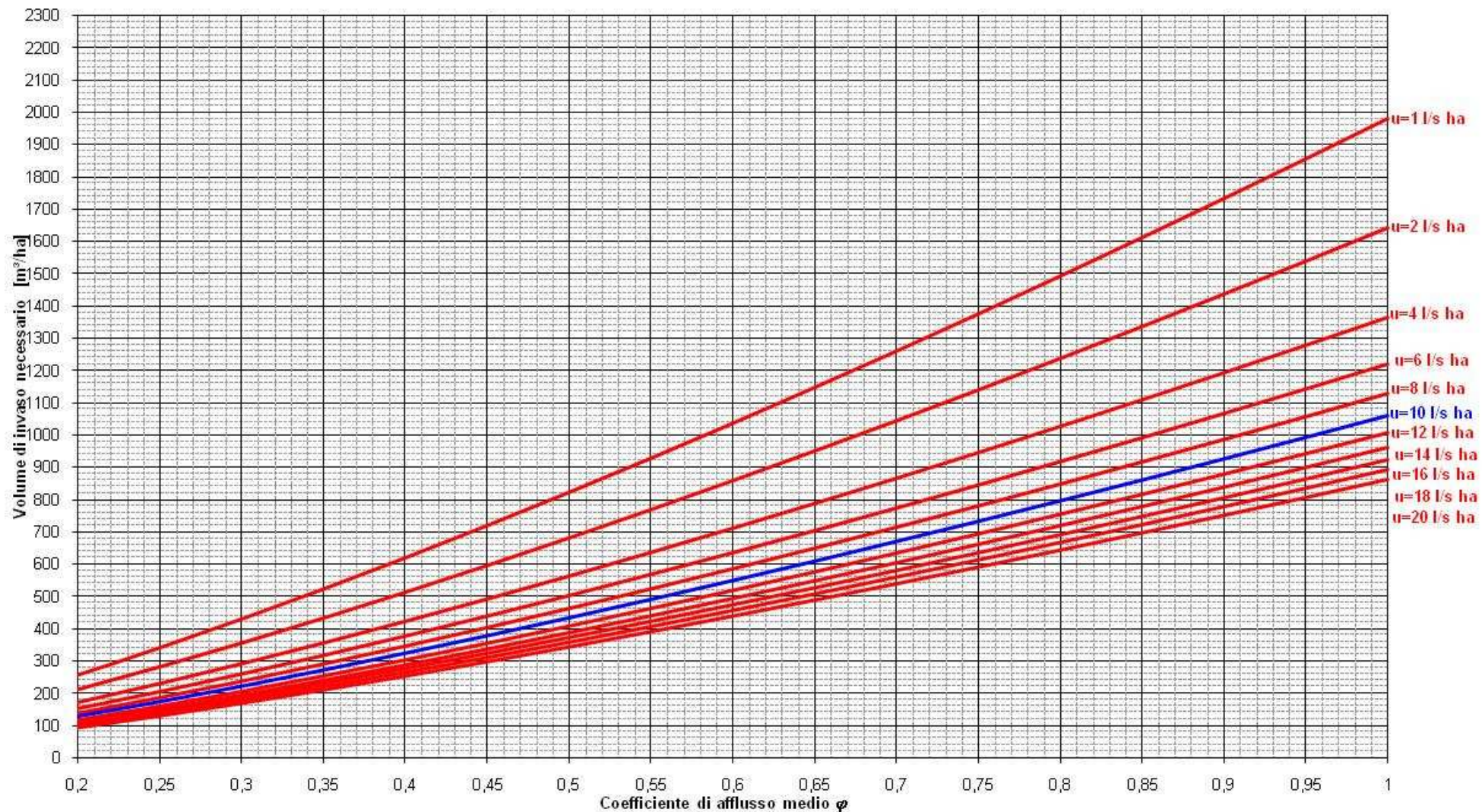
Zona interna nord-occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Camposampiero, Cittadella, Istrana, Loreggia, Massanzago, Morgano, Noale, Piombino Dese, Resana, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe.
a	41,6	[mm min <sup>-1</sup> ]	
b	15,7	[min]	
c	0,811	[-]	
Esponente della scala delle portate <sup>a</sup>		1	

VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA											
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	119	99	80	69	61	55	50	46	42	38	35
0,15	198	166	137	120	109	100	92	86	80	75	71
0,2	284	239	198	176	160	148	138	130	123	116	110
0,25	374	316	264	235	216	201	188	178	169	161	153
0,3	469	396	332	298	274	255	241	228	217	208	199
0,35	568	480	404	362	334	313	295	281	268	257	247
0,4	670	567	477	429	397	372	352	335	321	308	297
0,45	775	656	553	498	461	433	411	392	375	361	348
0,5	882	748	631	569	528	496	471	449	431	415	401
0,55	993	842	711	642	595	560	532	509	489	471	455
0,6	1.105	938	793	716	665	626	595	569	547	528	511
0,65	1.220	1.036	876	792	735	693	659	631	607	586	568
0,7	1.337	1.135	961	869	807	761	725	694	668	646	625
0,75	1.456	1.236	1.047	947	881	831	791	758	730	706	684
0,8	1.577	1.339	1.134	1.027	955	901	859	824	794	767	744
0,85	1.699	1.443	1.223	1.107	1.030	973	927	890	858	830	805
0,9	1.824	1.549	1.313	1.189	1.107	1.046	997	957	923	893	866
0,95	1.950	1.656	1.404	1.272	1.184	1.119	1.067	1.025	988	957	929
1	2.077	1.765	1.496	1.356	1.263	1.194	1.139	1.094	1.055	1.022	992

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona nord orientale -  $T_r = 50$  anni (CPP a 3 parametri)



Zona nord-orientale - Tr = 50 anni			Comuni: Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Monastier di Treviso, Musile di Piave, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, Salzano, San Biagio di Callalta, Scorze', Silea, Treviso, Vedelago, Zenson di Piave, Zero Branco.									
a	32,7	[mm min <sup>-1</sup> ]										
b	11,6	[min]										
c	0,79	[-]										
Esponente della scala delle portate <sup>a</sup>		1	<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>									
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]											
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
0,1	106	86	69	59	52	47	43	39	36	33	30	
0,15	178	146	118	103	93	85	78	73	68	64	60	
0,2	257	212	173	152	138	127	118	111	104	99	94	
0,25	341	282	231	204	186	172	161	152	144	137	131	
0,3	430	356	292	259	237	220	207	195	186	177	170	
0,35	523	433	357	317	290	270	254	241	230	220	211	
0,4	619	513	423	377	346	322	304	289	275	264	254	
0,45	719	596	492	439	403	376	355	338	323	310	298	
0,5	822	682	563	502	462	432	408	389	372	357	344	
0,55	927	769	636	568	523	489	463	441	422	406	392	
0,6	1.035	859	711	635	585	548	518	494	474	456	440	
0,65	1.146	951	788	704	648	608	575	549	526	507	490	
0,7	1.259	1.045	866	774	713	669	634	605	580	559	540	
0,75	1.374	1.141	945	845	779	731	693	662	635	612	592	
0,8	1.491	1.238	1.026	918	847	794	753	720	691	666	645	
0,85	1.610	1.337	1.109	992	915	859	815	779	748	722	698	
0,9	1.731	1.438	1.192	1.067	985	924	877	838	806	777	753	
0,95	1.853	1.540	1.277	1.143	1.055	991	940	899	864	834	808	
1	1.978	1.643	1.363	1.220	1.127	1.058	1.005	961	924	892	864	

#### **4.2 Dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4. Criterio di dimensionamento n. 2.**

Il metodo ricalca il procedimento esposto nel testo “Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione” (csdu –HOEPLI, Milano, 1997) e stima il volume d’invaso necessario per garantire l’invarianza idraulica.

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema.

La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione delle precipitazioni efficaci (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso, per una data durata  $t$  viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca  $V_{in}$  ed il volume uscito  $V_{out}$  dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata  $t$  è dato dalla:

$$V_{in} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

dove :

- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso medio, imposto costante, del bacino drenato a monte della vasca;
- $S$  è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;
- $h$  è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Nel criterio proposto possono essere utilizzate sia le CPP a due che a tre parametri.

Nel caso si utilizzino le **CPP a due parametri**, fissata la durata della precipitazione il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

La determinazione della durata critica per il volume di invaso  $t_{cr}$  ossia la durata per la quale si ha il massimo volume invasato  $V_{inv,cr}$  si ottiene imponendo nulla la derivata prima del volume di invaso in funzione della durata:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

quindi:

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

ne consegue che il massimo volume che dovrà essere contenuto dal serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Una volta individuate le caratteristiche del bacino e le altre condizioni imposte ( $S$ ,  $\varphi$ ,  $Q_{out}$ , *Tempo di ritorno*, *Comune*), si deve procedere al calcolo del volume d'invaso critico per ognuno dei sei intervalli di durate (quindi per ogni una delle sei coppie di parametri  $a$  e  $n$ ); infatti non essendo nota a priori la durata critica della precipitazione non è possibile scegliere la curva che meglio si presta a interpretare il fenomeno.

La scelta della curva più adatta può esser condotta confrontando i sei scarti calcolati tra la durata critica e il relativo tempo centrale ( $t_{ce}$ ) dell'intervallo di durate: la curva più idonea sarà quindi quella per cui risulta minore lo scarto suddetto.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito un'applicazione del procedimento di calcolo per la zona Costiera e Lagunare.

Fissato un tempo di ritorno di 50 anni, i parametri  $a$  e  $n$  delle CPP per i vari intervalli sono dati dalla tabella seguente:



Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni						
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360
a [mm min <sup>-n</sup> ]	6,7	9,1	13,8	19,1	22,8	26,0
n [-]	0,619	0,520	0,399	0,324	0,286	0,261

Si consideri un lotto di 15.000 metri quadrati il cui coefficiente di afflusso di progetto ammonta a  $\varphi = 0,6$ .

Imponendo un coefficiente udometrico in uscita pari a  $u = 10$  l/s.

Utilizzando la  $t_{cr} = \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$  si calcola il tempo critico per ogni una delle CPP

"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360
a [mm min <sup>-n</sup> ]	6,7	9,1	13,8	19,1	22,8	26,0
n [-]	0,619	0,520	0,399	0,324	0,286	0,261
<b>tempo critico [min]</b>	<b>17.624</b>	<b>3.088</b>	<b>788</b>	<b>447</b>	<b>348</b>	<b>301</b>

Noto il tempo critico si calcola per ogni curva il valore assoluto dello scarto (tempo centrale - tempo critico).

"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360
a [mm min <sup>-n</sup> ]	6,7	9,1	13,8	19,1	22,8	26,0
n [-]	0,619	0,520	0,399	0,324	0,286	0,261
tempo critico [min]	17.624	3.088	788	447	348	301
<b>scarto tce-tcr</b>	<b>17.608</b>	<b>3.057</b>	<b>743</b>	<b>387</b>	<b>167</b>	<b>59</b>

sostituendo nella  $V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t_r^n - Q_{out} \cdot t_r$  il tempo critico ( $t_{cr}=301$ min) corrispondente al minore degli scarti si ha un volume di invaso pari a 766 mc.

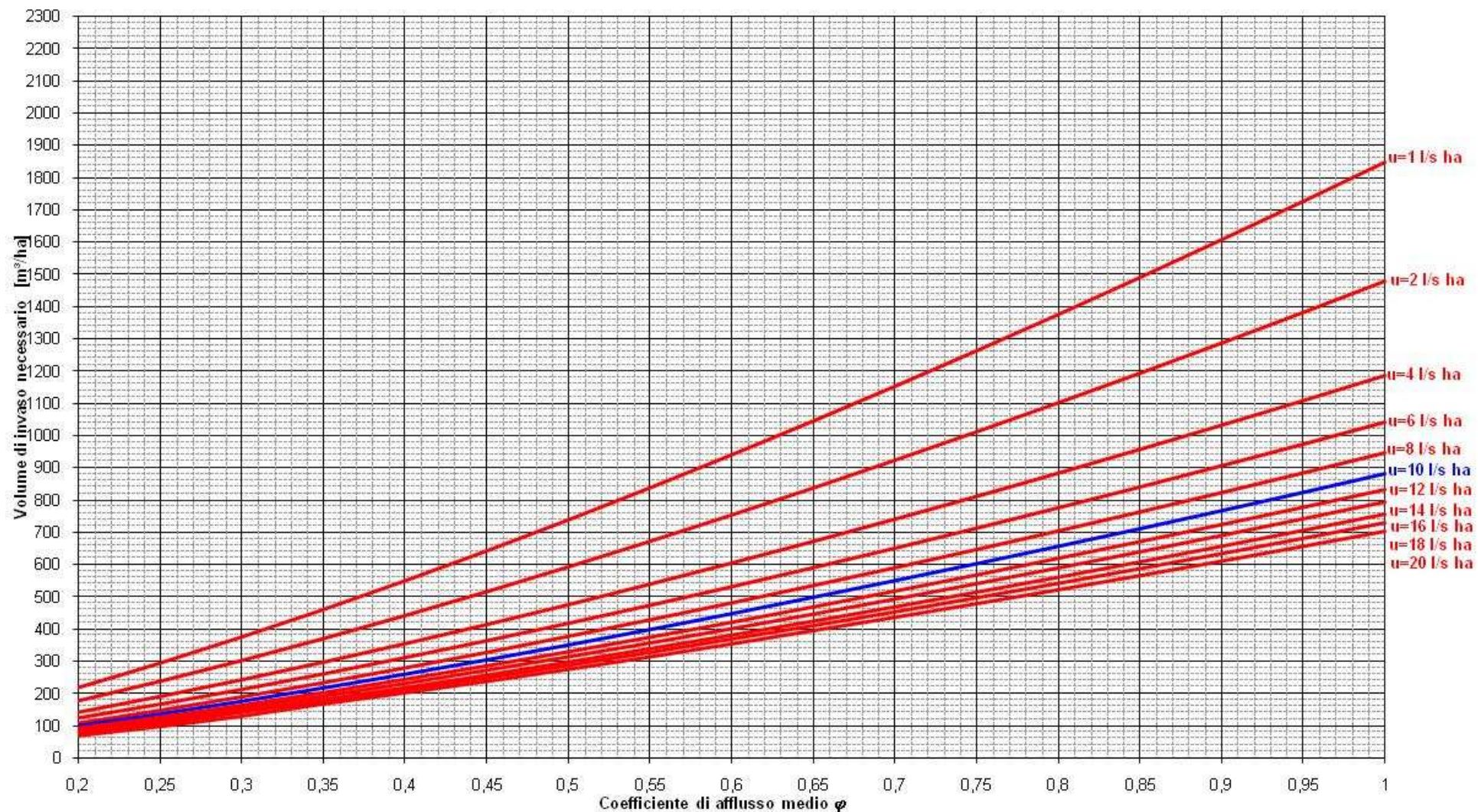
Di seguito vengono riportate a titolo esemplificativo, per un tempo di ritorno di 50 anni quattro tabelle ed altrettanti abachi (validi ciascuno per ogni una delle aree individuate dallo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento") che possono essere direttamente utilizzati nelle relazioni di valutazione di compatibilità idraulica. Il volume specifico  $v_0$  così calcolato va

moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare.

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona sud occidentale -  $T_r = 50$  anni (CPP a 2 parametri)

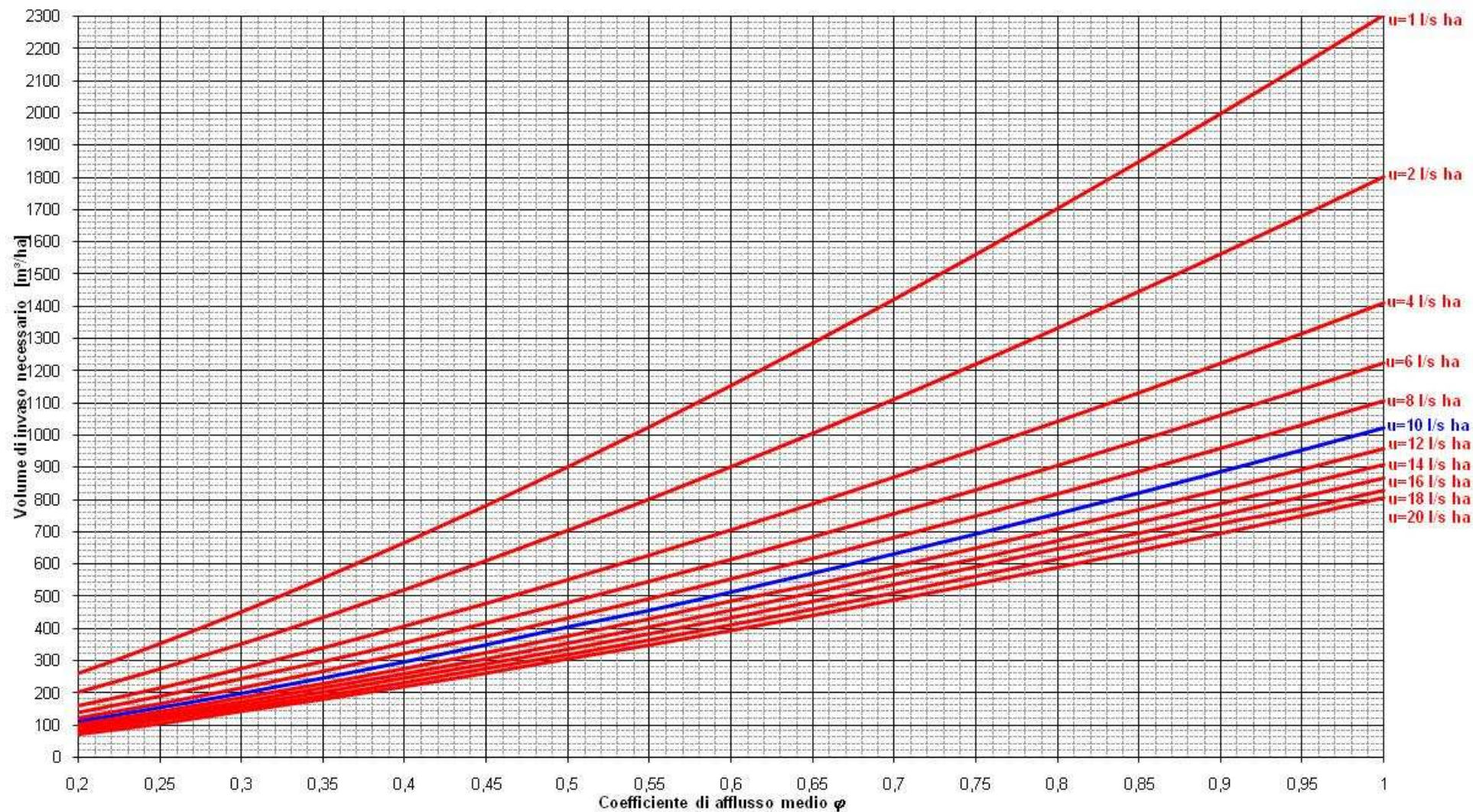


## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona sud occidentale - Tr = 50 anni		Comuni: Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserrugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Cona, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Santa Maria di Sala, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonovo, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero.									
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360					
a [mm min <sup>-1</sup> ]	7,0	9,8	15,5	21,9	24,8	26,1					
n [-]	0,598	0,491	0,358	0,278	0,252	0,243					
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	<b>Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]</b>										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	88	70	55	47	39	34	31	27	24	21	18
0,15	151	121	96	82	74	65	58	54	50	47	42
0,2	220	176	141	123	110	101	94	84	78	73	69
0,25	296	237	189	165	150	137	128	121	115	103	97
0,3	376	301	241	211	191	177	165	155	147	141	129
0,35	462	369	296	259	235	218	204	192	183	174	168
0,4	551	441	353	310	281	261	245	231	220	210	202
0,45	643	515	412	362	329	305	287	272	259	247	237
0,5	739	592	474	416	379	351	330	314	299	286	275
0,55	838	671	537	472	430	399	375	356	341	326	313
0,6	941	753	603	529	483	448	422	400	383	368	353
0,65	1.046	837	670	588	536	499	469	445	426	409	395
0,7	1.153	923	739	649	592	551	518	492	470	452	436
0,75	1.263	1.011	809	711	648	603	568	539	516	496	478
0,8	1.376	1.101	881	774	706	657	620	588	562	540	521
0,85	1.490	1.193	955	838	764	712	671	638	610	586	565
0,9	1.607	1.286	1.030	904	824	767	724	688	658	632	610
0,95	1.726	1.382	1.106	971	885	824	777	740	707	680	656
1	1.847	1.479	1.184	1.039	948	882	832	792	757	728	703

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\phi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico  
Zona costiera e lagunare -  $Tr = 50$  anni (CPP a 2 parametri)



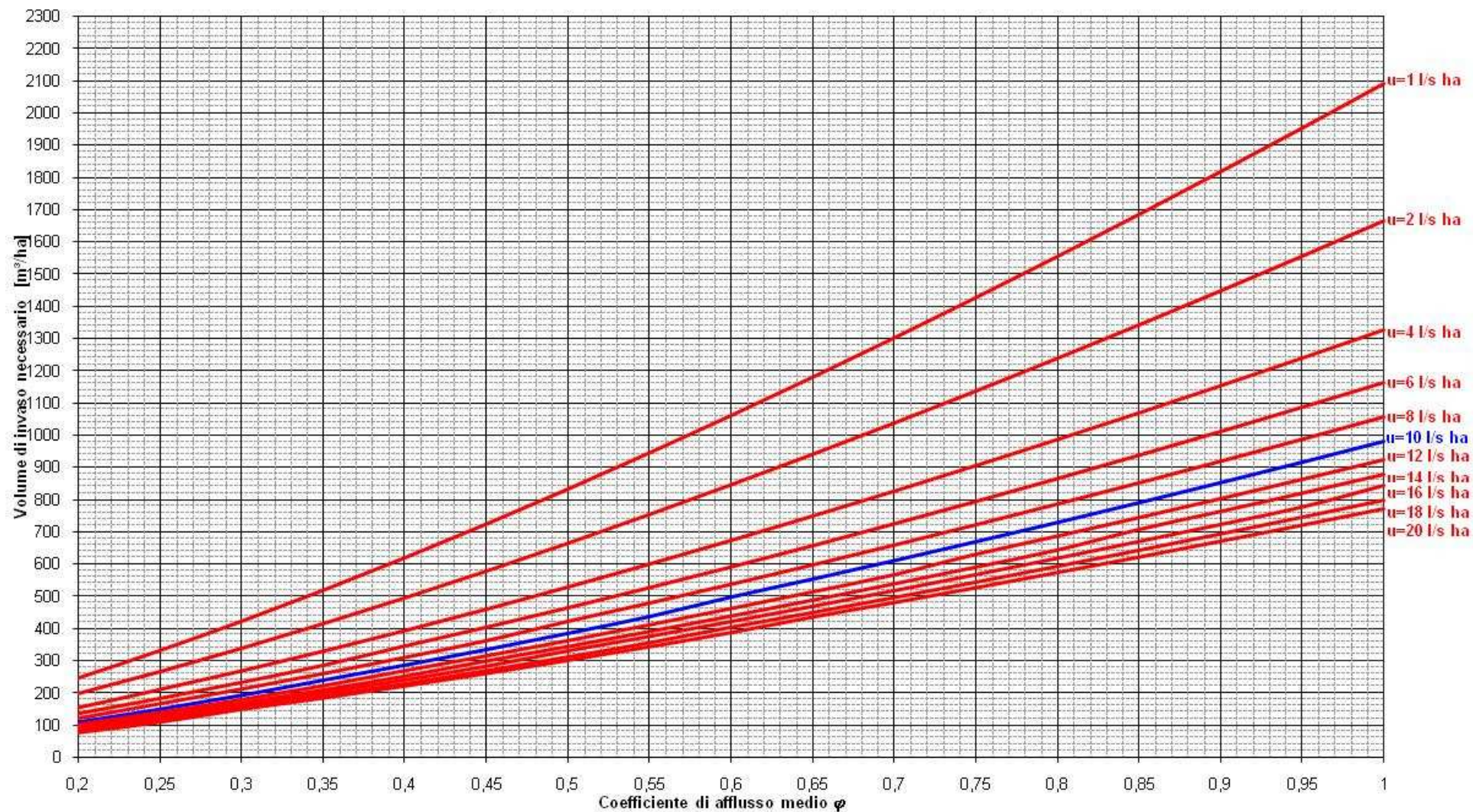
## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni		Comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Casale sul Sile, Casier, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia.									
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360					
a [mm min <sup>-1</sup> ]	6,7	9,1	13,8	19,1	22,8	26,0					
n [-]	0,619	0,520	0,399	0,324	0,286	0,261					
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	102	81	61	50	42	36	32	28	25	22	19
0,15	177	138	108	92	80	72	63	57	52	48	45
0,2	261	204	161	137	123	110	101	94	84	77	72
0,25	353	276	216	187	167	153	140	130	122	116	105
0,3	451	353	277	242	216	197	184	171	160	151	144
0,35	556	435	341	295	268	245	227	215	201	190	181
0,4	666	521	408	354	323	295	274	258	245	232	220
0,45	781	612	479	415	375	348	323	304	288	276	262
0,5	901	705	552	478	432	403	375	352	334	319	306
0,55	1.025	802	628	544	492	454	428	403	382	364	349
0,6	1.153	903	707	612	553	511	484	455	431	411	394
0,65	1.285	1.006	787	682	616	570	534	509	482	460	441
0,7	1.420	1.112	871	754	682	630	591	565	535	511	489
0,75	1.559	1.221	956	828	748	692	648	614	590	562	539
0,8	1.702	1.332	1.043	904	816	755	708	670	645	616	590
0,85	1.847	1.446	1.132	981	886	819	768	727	694	670	642
0,9	1.996	1.562	1.223	1.060	958	885	830	786	750	726	696
0,95	2.147	1.681	1.316	1.140	1.030	952	893	845	807	774	751
1	2.302	1.802	1.411	1.222	1.104	1.021	957	906	865	829	807

## Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona interna NW - Tr = 50 anni (CPP a 2 parametri)



## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

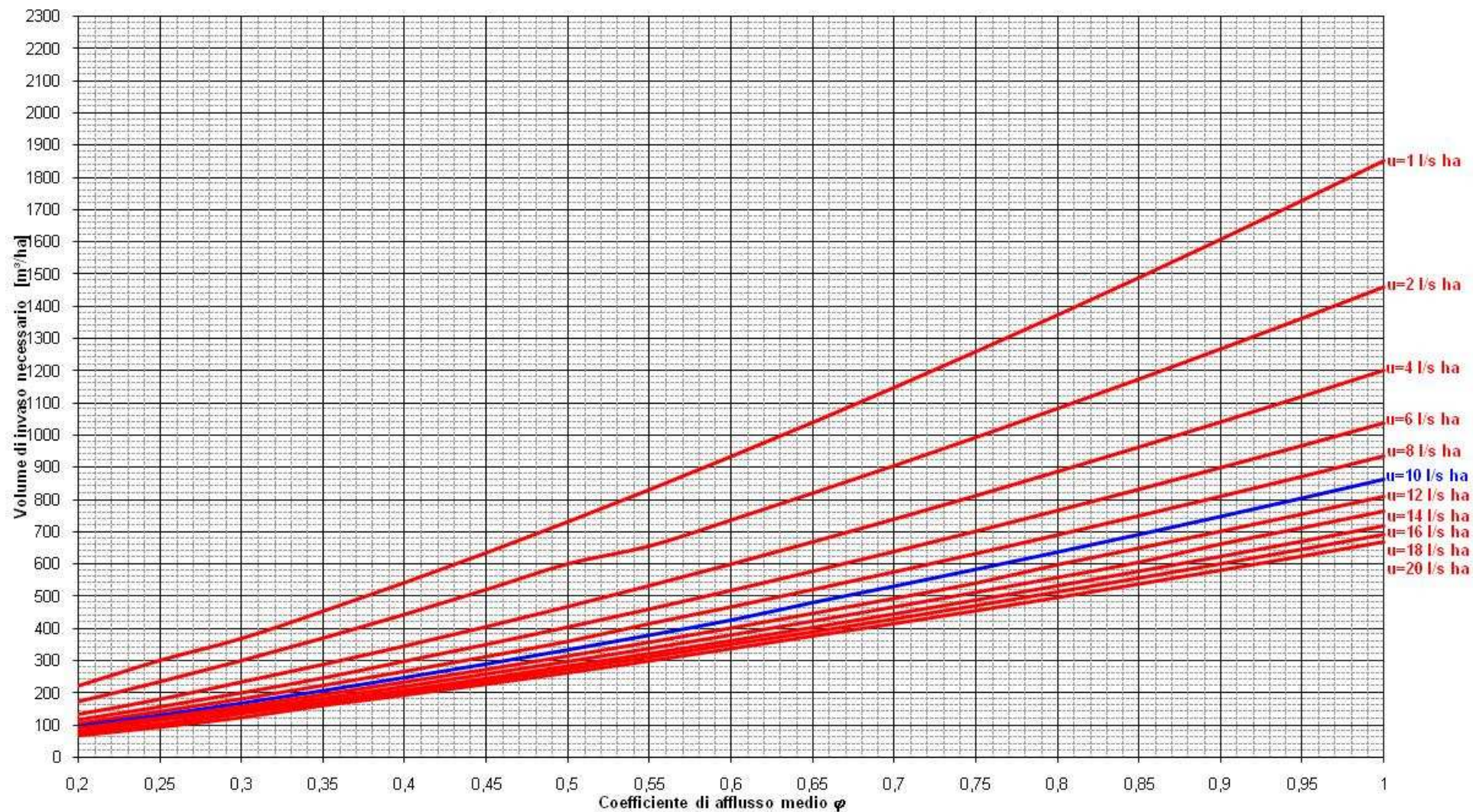
Zona interna nord occidentale - Tr = 50 anni		Comuni: Camposampiero, Cittadella, Istrana, Loreggia, Massanzago, Morgano, Noale, Piombino Dese, Resana, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe.									
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360					
a [mm min <sup>-1</sup> ]	6,9	9,4	15,3	23,1	27,0	27,6					
n [-]	0,616	0,518	0,377	0,280	0,249	0,247					
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	<b>Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]</b>										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	98	77	60	51	43	37	34	30	26	23	20
0,15	168	134	105	90	80	74	64	59	54	50	47
0,2	246	196	154	135	120	110	102	96	86	80	75
0,25	331	264	210	181	165	150	139	131	125	119	107
0,3	422	336	268	231	210	193	180	169	161	153	147
0,35	518	413	329	284	258	240	223	210	199	190	182
0,4	619	493	393	344	308	286	269	252	240	229	220
0,45	723	576	459	402	360	335	315	299	282	269	259
0,5	832	663	528	462	421	385	363	345	330	312	299
0,55	944	752	599	525	477	437	412	391	374	356	342
0,6	1.060	844	673	589	536	498	462	439	420	404	386
0,65	1.179	939	748	655	596	554	514	489	467	450	434
0,7	1.301	1.036	826	723	658	611	568	539	516	496	479
0,75	1.426	1.136	905	792	721	670	631	591	566	544	525
0,8	1.553	1.237	986	863	785	730	687	644	616	593	572
0,85	1.684	1.341	1.068	935	851	791	745	708	668	643	620
0,9	1.816	1.447	1.153	1.009	918	853	804	764	721	693	670
0,95	1.952	1.555	1.238	1.084	987	917	864	821	775	745	720
1	2.089	1.664	1.326	1.161	1.056	982	925	879	841	798	770



### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\phi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona nord orientale - Tr = 50 anni (CPP a 2 parametri)



## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona nord orientale - Tr = 50 anni		Comuni: Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Monastier di Treviso, Musile di Piave, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, Salzano, San Biagio di Callalta, Scorze', Silea, Treviso, Vedelago, Zenson di Piave, Zero Branco.									
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360					
a [mm min <sup>-1</sup> ]	7,3	10,3	16,0	21,4	23,6	22,4					
n [-]	0,580	0,467	0,341	0,275	0,254	0,265					
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	<b>Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]</b>										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	86	67	52	45	37	33	29	25	23	20	17
0,15	150	117	91	78	70	61	56	51	48	43	40
0,2	222	173	133	116	104	96	90	79	74	70	66
0,25	300	234	180	157	142	131	122	115	104	98	93
0,3	368	300	233	200	181	168	157	148	140	134	122
0,35	453	370	288	246	223	207	194	183	174	166	160
0,4	541	443	345	298	267	247	233	220	209	200	192
0,45	634	520	405	350	312	289	272	258	246	235	226
0,5	730	600	468	404	360	333	313	297	284	272	261
0,55	830	655	532	460	415	379	356	338	323	310	298
0,6	932	736	599	518	467	426	400	380	363	349	336
0,65	1.038	820	668	577	520	480	445	423	404	388	375
0,7	1.146	905	739	639	576	531	492	467	446	428	413
0,75	1.257	993	812	701	632	583	540	512	489	470	453
0,8	1.371	1.083	886	766	690	637	596	558	533	512	494
0,85	1.487	1.174	962	832	750	692	648	605	579	556	536
0,9	1.606	1.268	1.040	899	810	748	700	662	625	600	579
0,95	1.726	1.363	1.120	967	872	805	754	713	672	645	622
1	1.849	1.460	1.201	1.037	935	863	808	764	719	691	667

Nel caso si utilizzino le **CPP a tre parametri** l'impostazione concettuale è ovviamente la stessa. Si semplifica notevolmente la scelta dei parametri delle curva di possibilità pluviometrica (essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra i minuti e le 24 ore) mentre si complica la determinazione della condizione di massimo, data impossibilità di esprimere in forma esplicita il tempo critico.

Per le curve a tre parametri, dunque, il massimo volume invasato, una volta fissata la durata della precipitazione, è data dalla

$$V = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{out} \cdot t \quad (1)$$

La derivata prima del volume di invaso, in funzione del tempo, da imporre nulla per la determinazione della durata critica è:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d \left( S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{out} \cdot t \right)}{dt} = 0$$

Quindi dalla risoluzione della seguente equazione si ottiene la durata critica

$$\frac{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[ (b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1} \right]}{(b+t)^{2c}} - Q_{out} = 0$$

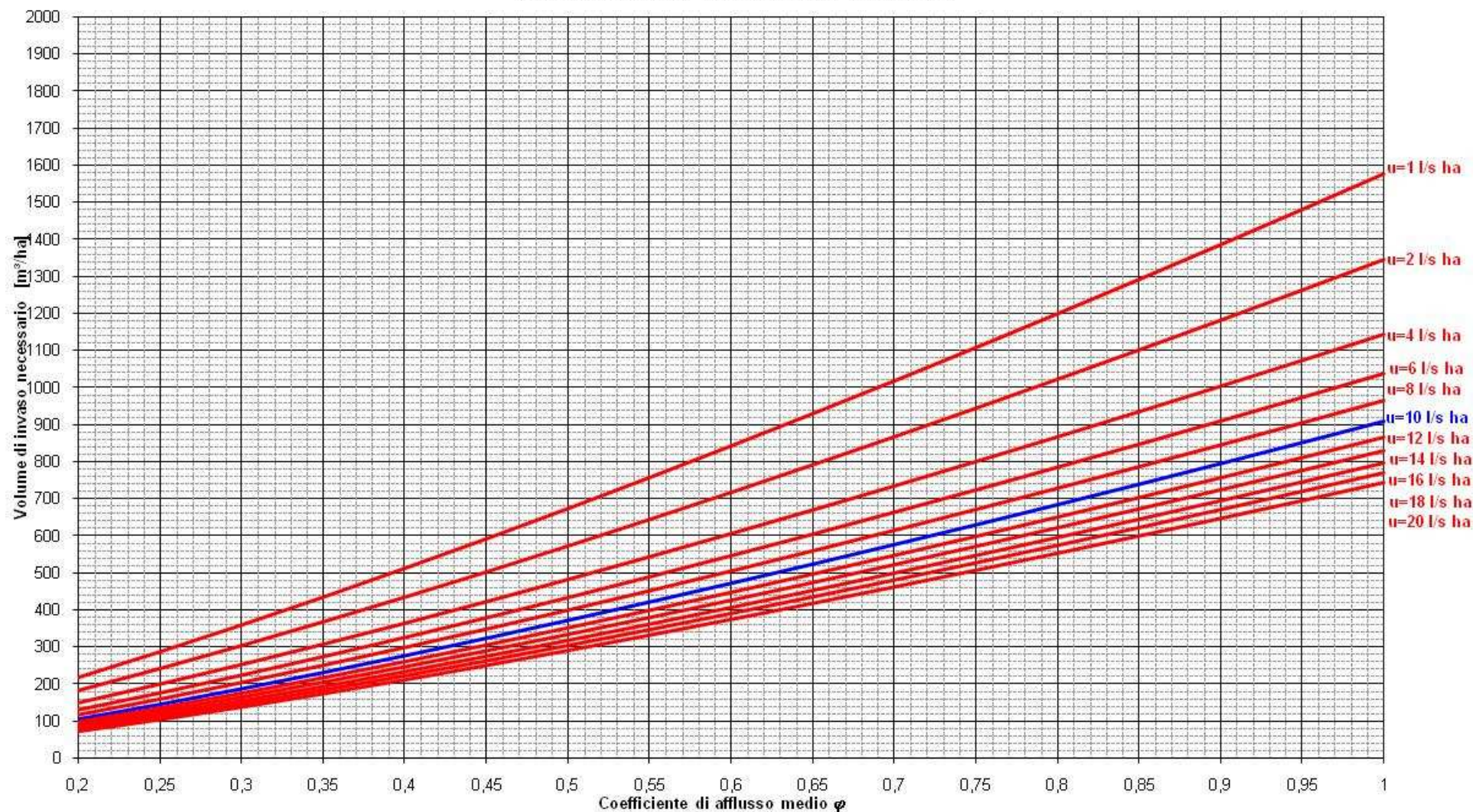
Che esplicitato in t e sostituita nella (1) fornisce il massimo volume di invaso.

Anche in questo caso vengono riportate a titolo esemplificativo, per un tempo di ritorno di 50 anni quattro tabelle ed altrettanti abachi (validi ciascuno per ogni una delle aree individuate dallo studio *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento"*) che possono essere direttamente utilizzati nelle relazioni di valutazione di compatibilità idraulica. Il volume specifico  $v_0$  così calcolato va moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare.

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona sud occidentale -  $T_r = 50$  anni (CPP a 3 parametri)

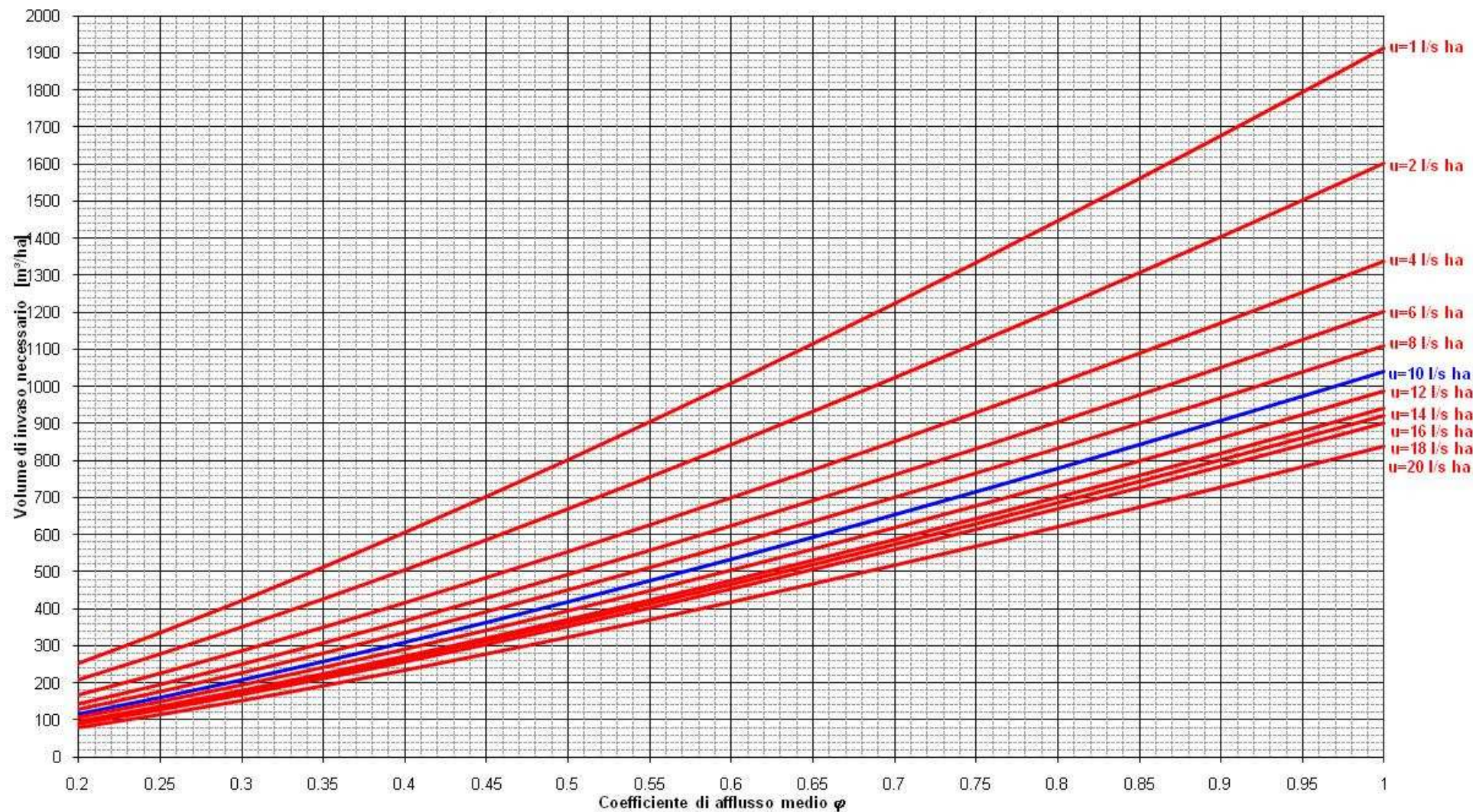


## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona sud occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Cona, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Santa Maria di Sala, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonovo, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero.								
a	39,5	[mm min <sup>-1</sup> ]									
b	14,5	[min]									
c	0,817	[-]									
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA											
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	91	74	58	49	42	36	32	28	25	22	20
0,15	151	126	101	87	77	69	62	57	52	48	44
0,2	217	182	149	130	116	106	97	90	83	78	73
0,25	286	241	199	175	158	145	135	125	117	110	104
0,3	358	303	252	223	203	187	174	164	154	146	138
0,35	434	367	307	273	249	231	216	204	192	183	174
0,4	511	434	363	325	297	277	260	245	233	221	211
0,45	591	502	422	378	347	324	304	288	274	262	250
0,5	673	572	482	432	398	372	351	333	317	303	291
0,55	757	644	543	488	450	421	398	378	361	346	332
0,6	842	717	606	545	504	472	446	425	406	389	375
0,65	929	791	669	603	558	524	496	472	452	434	418
0,7	1.018	867	734	662	613	576	546	521	499	479	462
0,75	1.108	944	800	723	670	630	597	570	546	526	507
0,8	1.199	1.022	867	784	727	684	649	620	595	573	553
0,85	1.292	1.102	935	846	785	739	702	671	644	621	600
0,9	1.386	1.182	1.004	908	844	795	755	723	694	669	647
0,95	1.481	1.264	1.073	972	903	851	810	775	745	719	695
1	1.577	1.346	1.144	1.036	963	909	865	828	796	768	744

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico  
Zona costiera e lagunare -  $Tr = 50$  anni (CPP a 3 parametri)



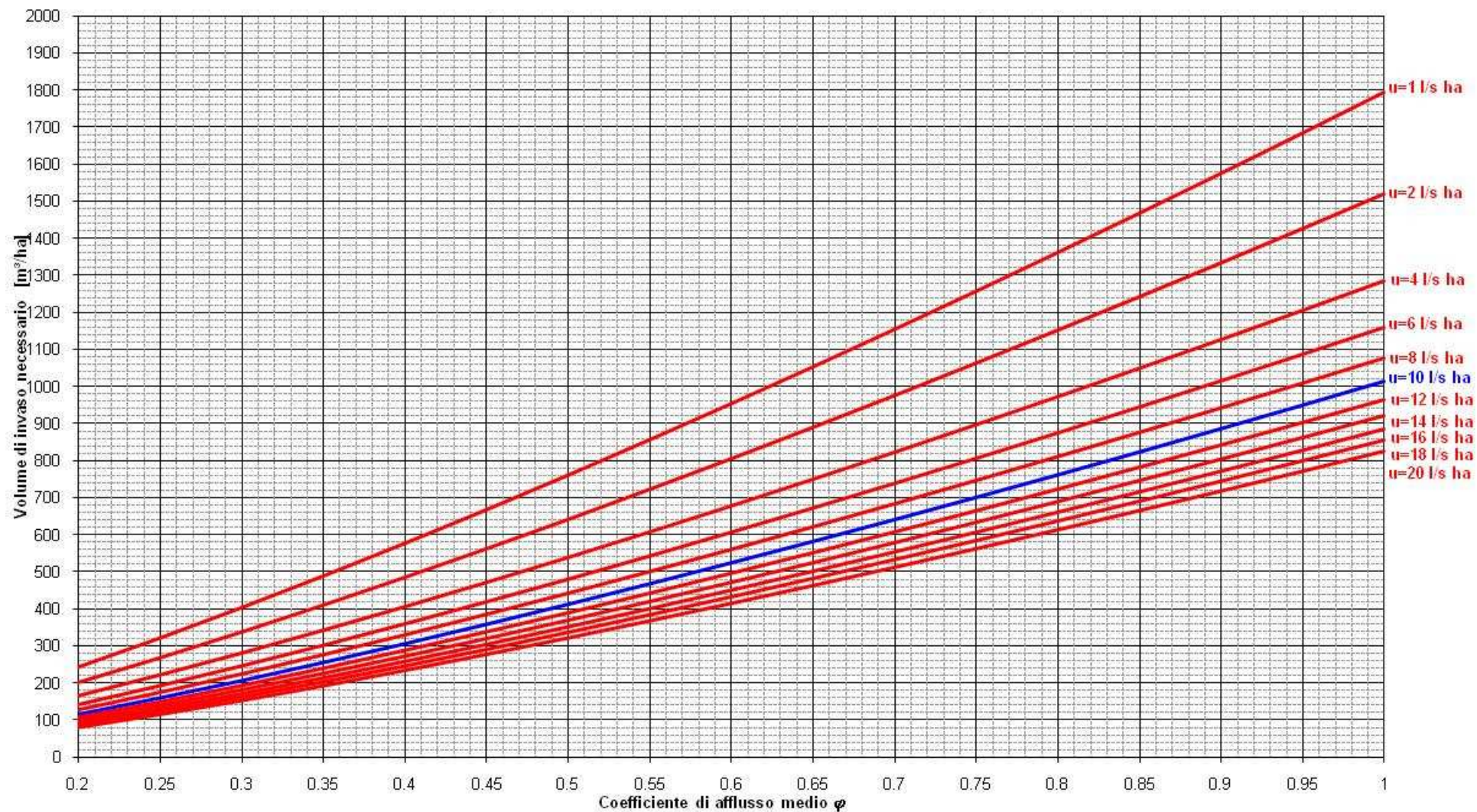
## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni			Comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Casale sul Sile, Casier, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia.								
a	39.7	[mm min <sup>-1</sup> ]									
b	16.4	[min]									
c	0.8	[-]									
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA											
f	Coefficiente udotometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	15	20
0.1	104	84	65	53	45	39	34	30	27	28	21
0.15	175	143	114	97	85	76	68	62	56	59	47
0.2	252	208	168	145	129	117	107	98	91	94	79
0.25	335	277	226	197	177	161	149	138	129	133	114
0.3	421	350	287	252	227	209	194	181	170	175	151
0.35	512	426	350	309	280	259	241	226	213	219	192
0.4	605	505	416	368	336	310	290	273	258	265	234
0.45	702	586	485	430	393	364	341	322	305	313	277
0.5	802	670	555	493	451	419	394	372	354	363	323
0.55	903	755	627	558	511	476	448	424	404	414	370
0.6	1 008	843	700	624	573	534	503	477	455	466	418
0.65	1 114	932	776	692	636	594	560	532	507	519	467
0.7	1 223	1 024	852	762	701	655	618	587	561	574	517
0.75	1 333	1 117	930	832	766	716	677	644	616	629	569
0.8	1 445	1 211	1 010	904	833	779	737	701	671	686	621
0.85	1 559	1 307	1 090	977	900	843	798	760	728	743	674
0.9	1 675	1 404	1 172	1 050	969	908	860	820	785	802	728
0.95	1 793	1 503	1 255	1 125	1 039	974	923	880	843	861	783
1	1 912	1 603	1 339	1 201	1 109	1 041	986	941	902	921	839

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\phi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona interna NW - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)





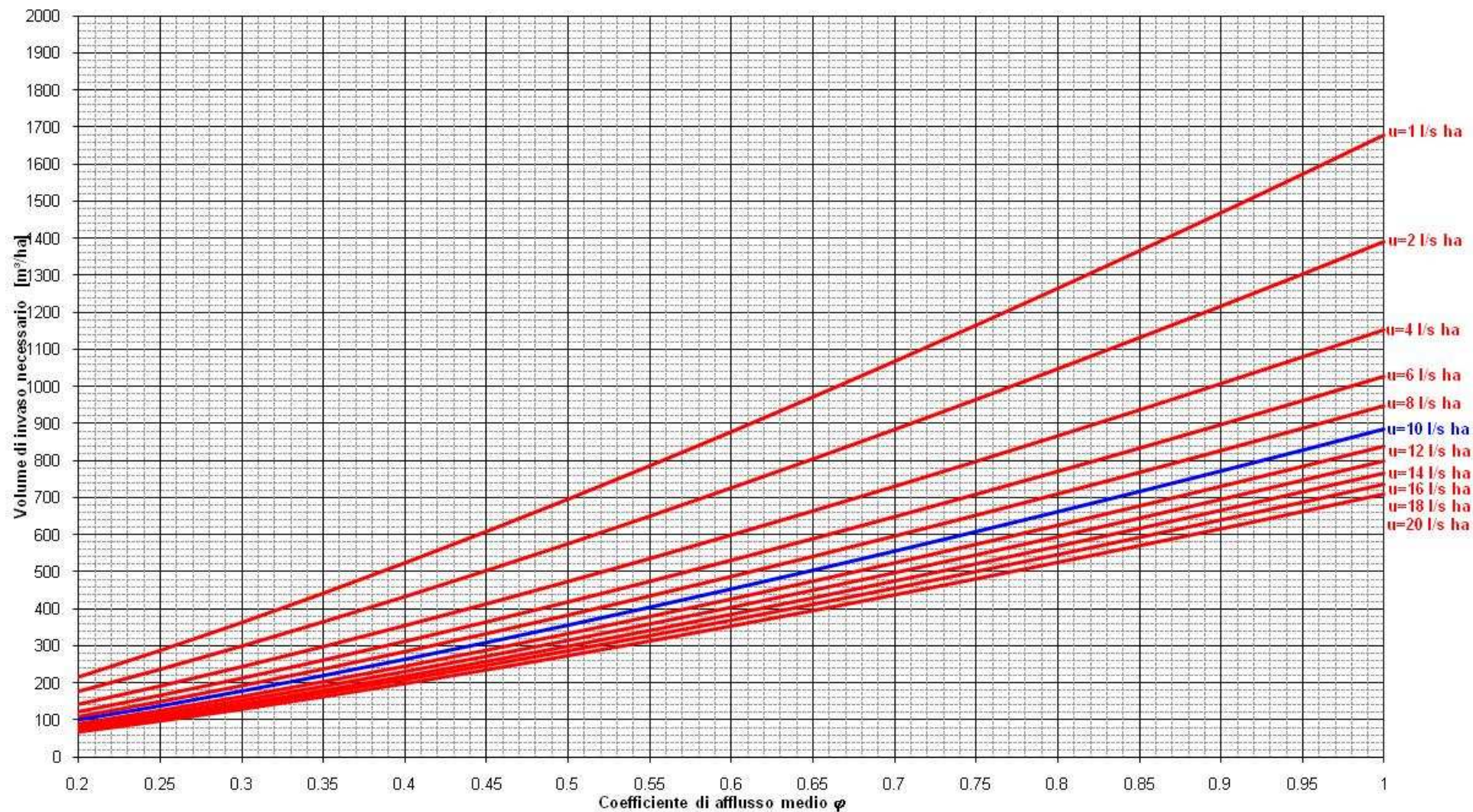
## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona interna nord-occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Camposampiero, Cittadella, Istrana, Loreggia, Massanzago, Morgano, Noale, Piombino Dese, Resana, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe.								
a	41.6	[mm min <sup>-1</sup> ]									
b	15.7	[min]									
c	0.811	[-]									
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	Coefficiente idrometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0.1	101	83	64	54	46	40	35	31	28	25	22
0.15	169	140	113	97	85	76	69	63	57	53	49
0.2	243	203	165	144	129	117	107	99	92	86	80
0.25	321	269	221	195	176	161	149	139	130	122	115
0.3	403	339	280	248	225	207	193	181	170	161	153
0.35	489	411	342	304	277	256	239	225	213	202	192
0.4	577	486	406	361	331	307	288	272	257	245	234
0.45	667	563	471	421	386	359	338	319	304	290	277
0.5	761	643	538	482	443	413	389	369	351	336	322
0.55	856	724	607	544	501	468	442	419	400	383	368
0.6	953	807	678	608	561	525	496	471	450	432	415
0.65	1 053	891	750	674	622	583	551	524	501	481	463
0.7	1 154	977	823	740	684	641	607	578	554	532	513
0.75	1 257	1 065	897	808	747	701	664	633	607	584	563
0.8	1 361	1 153	973	876	811	762	722	689	661	636	614
0.85	1 467	1 244	1 049	946	876	824	781	746	716	689	666
0.9	1 574	1 335	1 127	1 017	942	886	841	804	772	744	719
0.95	1 683	1 427	1 206	1 088	1 009	950	902	862	828	799	772
1	1 793	1 521	1 285	1 161	1 077	1 014	964	922	886	854	826

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico

Zona nord orientale - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)



## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Zona nord-orientale - Tr = 50 anni			Comuni: Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Monastier di Treviso, Musile di Piave, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, Salzano, San Biagio di Callalta, Scorze', Silea, Treviso, Vedelago, Zenson di Piave, Zero Branco.								
a	32.7	[mm min <sup>-1</sup> ]									
b	11.6	[min]									
c	0.79	[-]									
<b>VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m<sup>3</sup>/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA</b>											
f	Coefficiente idrometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0.1	89	71	55	46	39	34	30	27	24	21	19
0.15	150	122	96	82	72	65	59	53	49	45	41
0.2	216	177	142	123	110	100	91	84	78	73	68
0.25	288	237	191	167	150	137	127	118	110	104	98
0.3	363	299	243	213	193	177	165	154	145	137	130
0.35	442	365	298	262	238	219	205	192	181	172	164
0.4	524	433	354	313	285	263	246	232	220	209	199
0.45	609	503	413	365	333	309	289	273	259	247	236
0.5	696	576	473	419	383	356	334	316	300	287	274
0.55	785	650	535	475	434	404	380	360	342	327	314
0.6	877	727	599	532	487	454	427	405	386	369	355
0.65	971	805	663	590	541	504	475	451	430	412	396
0.7	1 067	884	730	649	596	556	524	498	476	456	439
0.75	1 164	965	797	710	652	609	574	546	522	501	482
0.8	1 264	1 048	866	771	709	662	626	595	569	547	527
0.85	1 365	1 132	936	834	767	717	678	645	617	593	572
0.9	1 467	1 217	1 007	898	826	773	730	696	666	640	618
0.95	1 571	1 304	1 079	962	886	829	784	747	716	688	664
1	1 677	1 392	1 152	1 028	946	886	839	799	766	737	712

### **4.3 Dimensionamento utilizzabile per la Classe 5. Criterio di dimensionamento n.3**

Il dimensionamento per la Classe 5 presuppone come già specificato uno studio idrologico ed idraulico dedicato e a livello di bacino sentiti preventivamente i responsabili dei Consorzi di Bonifica e del Genio Civile.

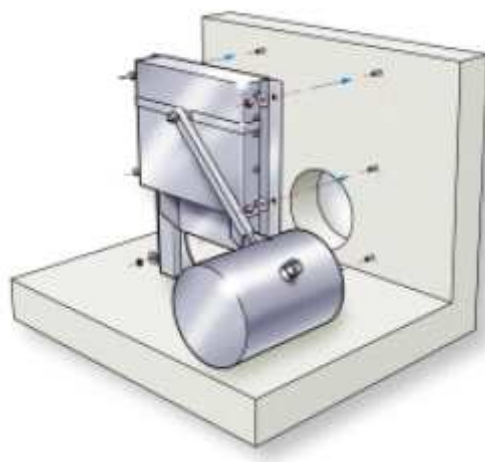
In particolare dovrà essere indagato come varia la portata di piena ed il volume di piena in funzione della durata della precipitazione e dovranno farsi delle accurate ipotesi idrologiche per la trasformazione degli afflussi in deflussi.

La propagazione della piena lungo i corsi d'acqua o lungo i condotti dovrà essere studiata per le condizioni di moto vario con modelli che simulano la propagazione.

Dovranno essere indagati gli effetti idraulici nel reticolo idrografico di bacino nel suo complesso.

### **4.4 Considerazioni generali conclusive**

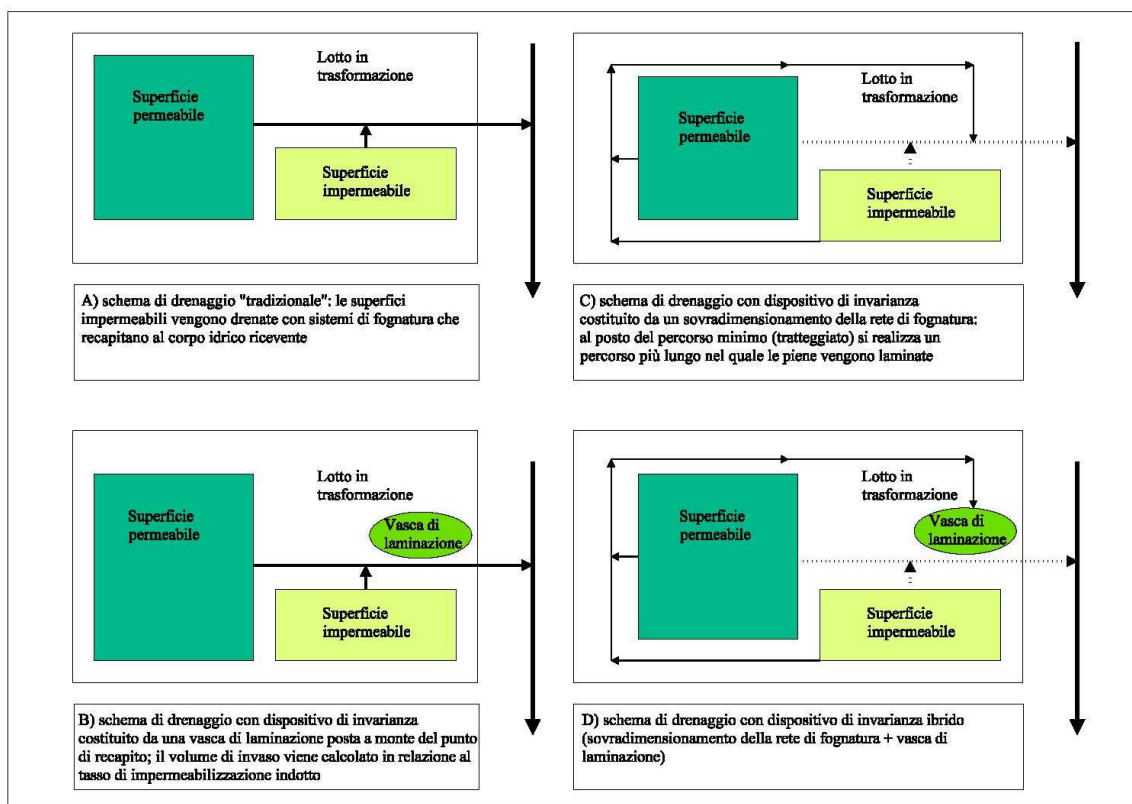
I volumi calcolati con i metodi sopra descritti indicano i volumi minimi da realizzare al fine di garantire l'invarianza idraulica in termini di portata scaricata al recapito finale e devono essere realizzati in modo tale da essere pienamente efficienti. I volumi calcolati con il criterio 1 non necessitano di manufatto di regolazione delle portate ma è sufficiente che siano protetti in sezione di chiusura da valvole di non ritorno di tipo a clapet. Diversamente i volumi calcolati con il criterio 2 e 3 devono essere afferenti ad un manufatto di regolazione delle portate per esempio un manufatto con bocca tassata o una stazione di sollevamento.



Considerata la particolare criticità in cui si trova il territorio, nel caso lo stato di fatto dell'area oggetto di studio risulti già urbanizzata, la portata massima imposta in uscita nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 10 litri al secondo per ettaro.

In linea generale, comunque, al di là del concetto di invarianza delle portate scaricate il valore massimo ammesso in uscita dai sistemi oggetto di progettazione deve essere preventivamente concordato con gli uffici competenti degli enti gestori della rete ricettrice che potranno imporre coefficienti udometrici inferiori a quelli propri dell'invarianza idraulica in considerazione dello stato della rete ricettrice, del grado di pericolosità idraulica in cui insiste l'intervento.

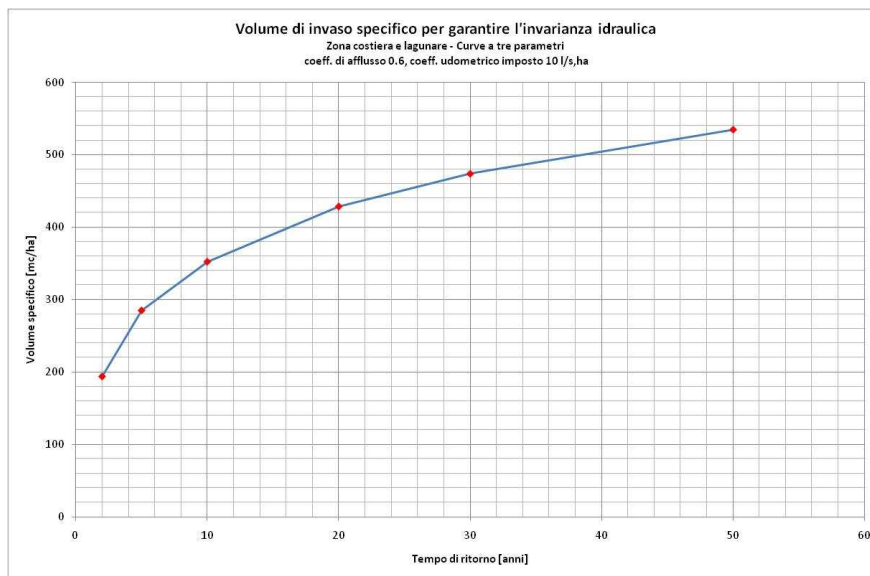
L'immagine seguente descrive i principali schemi utilizzabili per la rete di drenaggio dotata di dispositivi di accumulo delle portate.



Le vasche di laminazione inserite negli schemi B e D possono essere realizzate con varie tipologie costruttive ed essere collegate alla rete di drenaggio in serie o preferibilmente in parallelo.

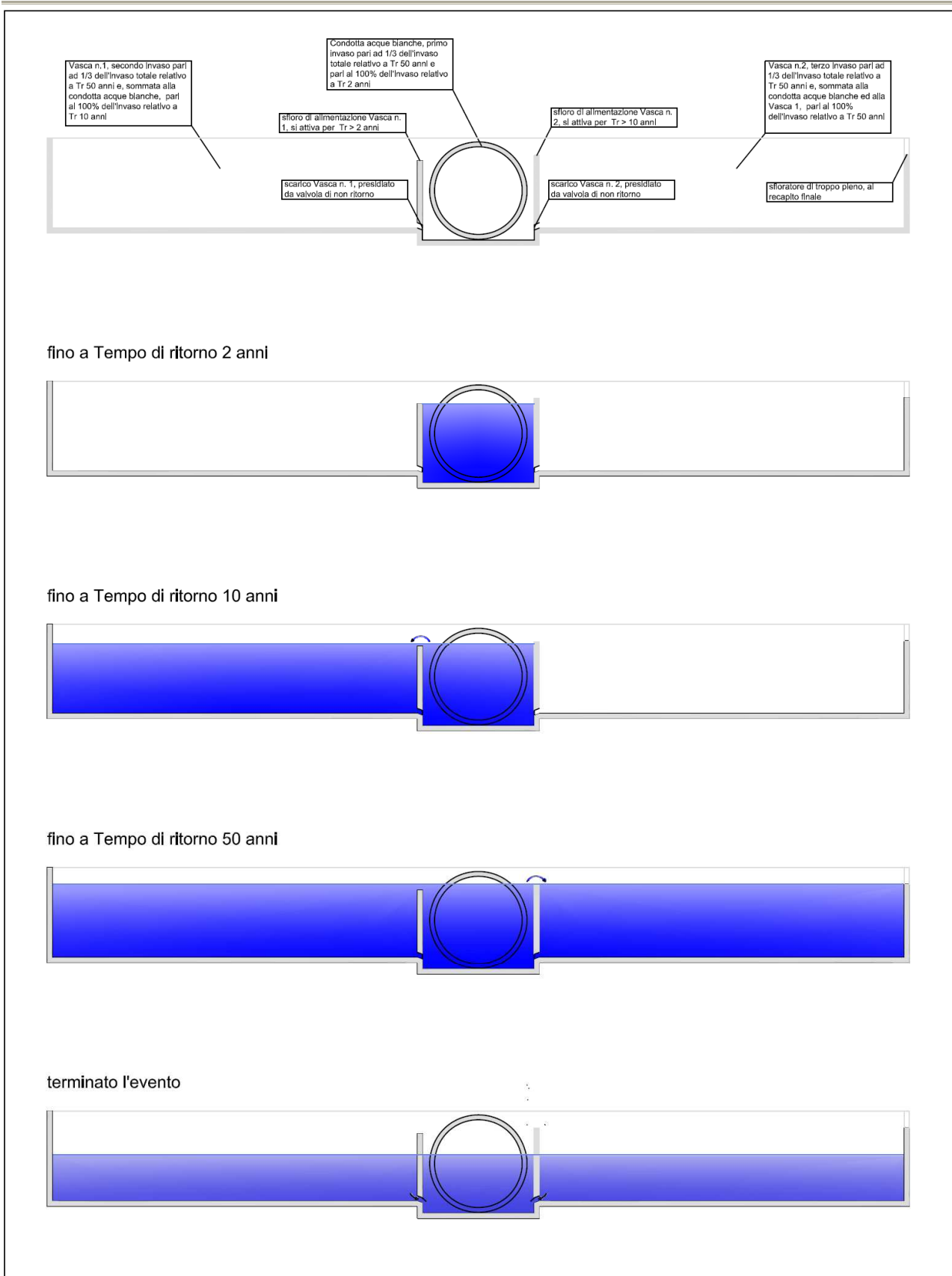
Al fine inoltre di rendere i volumi di invaso maggiormente efficaci se ne suggerisce la realizzazione in almeno tre comparti separati corrispondenti ciascuno ad 1/3 del volume necessario a far fronte a Tempi di ritorno di 50 anni.

Tale suddivisione deriva dall'osservazione condotta applicando il criterio di dimensionamento n. 2, descritto ai paragrafi precedenti, a diversi tempi di ritorno per un'area di intervento caratterizzata da un coefficiente di afflusso pari a 0,6, accettando in uscita un coefficiente udometrico pari a 10 l/s,ha.



Come si può notare il volumi necessari per tempi di ritorno 2 anni (178 mc/ha) e 10 anni (352 mc/ha) corrispondono rispettivamente a circa 1/3 e 2/3 del volume necessario a fronte a tempi di ritorno 50 anni (534 mc/ha).

A titolo esemplificativo viene riportato, di seguito, uno schema descrittivo del funzionamento di un volume di invaso realizzato nel rispetto del suggerimento sopra esposto.



E' inoltre importante ricordare che l'invarianza idraulica così come intesa nella DGR 1322/06 e nelle ordinanze commissariali non è solo riferita alla portata scaricata, altri sono gli aspetti necessari a garantirla. In particolare:

1. **L'invarianza del punto di recapito.** Oltre a mantenere invariata la portata generata dal lotto oggetto di trasformazione è infatti opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto, ciò consente di non aggravare altre reti.
2. **Le quote altimetriche.** Nel passato, spesso, la realizzazione di nuove lottizzazioni comportava l'innalzamento del piano campagna con conseguenti forti disagi per le aree limitrofe, fortemente percepibili in assenza di opportuni studi di carattere idraulico. A tutela delle aree limitrofe è dunque buona norma mantenere inalterata la quota del piano campagna oggetto di trasformazione.
3. **La capacità di scolo delle aree limitrofe.** Altro importante aspetto da valutare è la capacità di deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento. Per la realizzazione delle nuove lottizzazioni spesso appare necessario tombare piccole affossature, scoline o fossi di campagna. L'eliminazione di tali sistemi, oltre a ridurre notevolmente il volume di invaso distribuito sul territorio (volume che, in aggiunta a quello necessario a garantire l'invarianza della portata scaricata, va realizzato e collegato ai sistemi di scolo preesistenti) può comportare l'impossibilità di scarico delle aree afferenti a tali fossi/scoline. È opportuno dunque, qualora sia strettamente necessario, procedere con la chiusura di tali sistemi, realizzarne di nuovi capaci (in termini di dimensioni e quote) di raccogliere le acque provenienti dalle aree di monte, se necessario trattenerle, e convogliarle verso valle. Di norma è dunque consigliato realizzare al confine delle aree di intervento dei fossi o delle condotte di "gronda" che mantengono idraulicamente isolata la nuova lottizzazione dal resto del territorio e al contempo consentano il deflusso delle aree limitrofe.

Particolari condizioni al contorno potrebbero rendere impossibile la coesistenza di tutti i punti sopra elencati necessari a garantire l'invarianza idraulica. In questi casi è necessario che il professionista contatti gli enti gestori competenti per definire eventuali ulteriori accorgimenti o compensazioni.



#### **4.5 Le problematiche attinenti alle fognature urbane**

In linea generale, le acque di pioggia non di dilavamento possono essere direttamente recapitate alla rete di bonifica senza trattamento e tale linea di principio dovrebbe trovare riscontro nella norma e nella buona gestione.

Tuttavia è noto che in tessuti urbani densi, la rete di bonifica minore è del tutto scomparsa, sostituita dalla rete fognaria, bianca e mista. Assume allora significato porsi il problema di come vada gestita l'acqua di pioggia in tale contesto. Il momento centrale è ovviamente la progettazione di nuove opere edilizie residenziali e non (urbanizzazione, realizzazione di arterie viarie, ecc.) o l'adeguamento di lotti esistenti.

La logica di base che il progettista dovrebbe adottare fin dal documento preliminare alla progettazione è la ricerca della separazione del refluo in base alla qualità.

Il Regolamento di Fognatura, che come noto costituisce l'elemento di contatto tra l'Autorità d'Ambito e l'Ente Gestore della rete fognaria, tocca sempre l'argomento, ma non risulta, ad oggi, standardizzato. Ciò ha tuttavia senso se consideriamo che disporre di un Regolamento quanto più vicino alla realtà territoriale di interesse, costituisce un momento di precisazione delle tecniche costruttive da adottare in relazione alla realtà locale della rete.

Inoltre si deve sempre aver presente che il Gestore della rete fognaria viene finanziato con la tariffa relativa al servizio di acquedotto. Da ciò consegue che in linea di principio la competenza dello stesso ricade, se non diversamente stabilito con convenzioni, sulla sola componente di refluo generata da consumo acquedottistico. In schemi unitari, non essendo possibile la distinzione, il Gestore si fa ovviamente carico anche della parte piovana del refluo.

Dal punto di vista progettuale, la distinzione maggiore ovviamente avviene a livello di tipologia del recapito. Posto che le acque internamente ai lotti debbano essere sempre gestite tramite schemi separati, ben diversa è la situazione in cui la dorsale di allaccio sia di tipo unitario o separato. Una crisi della rete di acque bianche infatti è, in generale locale, e, ancorché grave, non porta allo spandimento di acque cariche. Una crisi della rete mista porta invece quasi sempre alla fuoriuscita di refluo, più o meno diluito, e, spesso, alla crisi di vaste aree a monte del punto di sofferenza.

Il Regolamento, cui si rimanda nello specifico, chiarisce che il recapito delle acque bianche alla rete fognaria, ancorché mista, debba costituire un momento di eccezionalità e si

venga a configurare come operazione temporanea dovuta a impossibilità di alternativa e cause di forza maggiore. È quindi essenziale capire che in presenza di un qualsiasi corpo idrico superficiale idoneo l'acqua di pioggia debba essere ivi recapitata (Disciplina degli scarichi di acque bianche – Regolamento AATO Laguna di Venezia 29/04/2008 – Art.7 comma 5).

È chiaro che sarà l'Ente Gestore, nota la struttura della rete e la relativa capacità di portata nel punto di allaccio, che valuterà di volta in volta le richieste del progettista e formulerà delle prescrizioni atte a non mettere in crisi il sistema fognario (Art.11 comma 3 del regolamento).

In linea di predimensionamento il limite tassativo è posto in un coefficiente udometrico pari a 10 l/s-ha che non è certamente facilmente raggiungibile in aree ristrette e fortemente impermeabilizzate. Si noti però che tale prassi è da considerarsi semplice valutazione preliminare, in quanto sarà poi il Gestore a esprimere parere sul progetto e, se positivo, successiva autorizzazione all'allaccio.

Un ultimo cenno, doveroso, alla prima pioggia. Anche qui il Regolamento specifica che per acque di dilavamento cariche debbano essere previsti dei sistemi di raccolta e laminazione, afferenti poi alla rete fognaria, di volume almeno pari alla prima pioggia (art.11 comma 2). Ciò con il duplice scopo di non recapitare acque cariche alla rete bianca (viene intercettata tutta la prima pioggia) e di non sovraccaricare la rete delle acque reflue (i volumi raccolti vengono restituiti alla rete nera o mista con dei dispositivi di laminazione idonei).

Riassumendo:

- Sviluppare la progettazione fin dalle fasi iniziali di concerto con l'Ente Gestore
- Recapitare sempre le acque bianche ai corpi idrici superficiali
- Se non esistono dei corpi idrici idonei, studiare delle soluzioni che abbiano carattere della transitorietà, in relazione all'evoluzione del territorio verso sistemi a reti separate (schemi distributivi interni separati, punti di recapito distinti)
- Porre dei limiti tassativi ai coefficienti udometrici non superiori a quelli propri della bonifica (in particolare con quanto definito nelle presenti linee guida)
- Predisporre sistemi di raccolta della prima pioggia e laminazione del recapito della stessa

## 5 Criteri di scelta progettuali dei dispositivi idraulici

### 5.1 Generalità

Esistono molti dispositivi differenti che possono essere impiegati su un sito urbano specifico per garantire un drenaggio sostenibile. Ciascun sito avrà caratteristiche uniche e diverse che condizioneranno la scelta dei dispositivi. Non tutte le tecniche possono sempre essere impiegate e perciò è importante che la scelta venga fatta sin dallo stadio iniziale della progettazione di un'area urbana.

Per determinare la soluzione più idonea il criterio di selezione deve principalmente tenere conto di

- 1 Caratteristiche d'uso del suolo;
- 2 Caratteristiche del terreno;
- 4 Caratteristiche qualitative e quantitative richieste;
- 5 Caratteristiche estetiche ed ecologiche richieste.

Queste caratteristiche verranno descritte nei paragrafi seguenti a cui farà seguito una "tabella di sintesi" nella quale si può prendere visione delle principali caratteristiche idrauliche e tecniche dei dispositivi per il drenaggio urbano sostenibile in modo da avere una immediata valutazione del loro comportamento. Questo permetterà di poter selezionare già nelle prime fasi progettuali i componenti che meglio si adatteranno, di volta in volta, come elementi di prevenzione, di trasporto, e di eventuale pre-trattamento.

### 5.2 Caratteristiche di uso del suolo

La destinazione d'uso del suolo in una determinata zona urbana risulta tra i fattori determinanti nella scelta dei dispositivi.

Infatti in funzione dell'uso del suolo può essere o meno necessario un trattamento delle acque raccolte prima di rilasciarle nell'ambiente.

**Per le aree residenziali a bassa densità** non è quindi necessario che vengano applicati trattamenti.

**Per le aree residenziali a media ed ad alta densità** può essere necessario il trattamento delle acque di prima pioggia in relazione alla sensibilità del recapito finale.

**Per le strade** il criterio di progettazione di sistemi di drenaggio dipenderà dalla sensibilità del recapito dell'acqua e dal traffico (quantità e tipi di veicoli). Se il sito risulta non

particolarmente sensibile e la strada è a basso traffico (es. strade residenziali) non risultano necessari trattamenti di prima pioggia. Dove invece il traffico è elevato, viene richiesta una specifica valutazione per determinare i tipi di trattamento richiesti.

### 5.3 Caratteristiche del terreno

Le caratteristiche del terreno possono restringere o precludere l'uso di particolari dispositivi di drenaggio. Le caratteristiche del sito che possono influenzare la selezione dei dispositivi sono discusse e rappresentate nella seguente tabella.

Caratteristiche del terreno	Caratteristiche sistema di drenaggio necessario
Tipologia del sottosuolo	La funzione dei differenti dispositivi è molto dipendente dal sottosuolo del terreno. Molti terreni permeabili possono accrescere alcuni dei processi, ma possono impedirne altri (es. stagni e zone umide) impedendo la ritenzione e la formazione di piscine d'acqua a meno che non si provveda a rendere il terreno impermeabile con l'utilizzo di guaine impermeabili.
Distanza minima richiesta dalla falda acquifera	Dispositivi per l'infiltrazione dovranno posizionarsi ad una idonea altezza dalla falda affinché il sistema possa operare con efficienza durante precipitazioni eccezionali evitando il rischio di allagamento del sistema di drenaggio dovuto alla saturazione della falda.
Disponibilità di spazi	Alcune tecniche richiedono la necessità di occupare più spazio di altre, sebbene questo non sia necessariamente un impedimento. In zone ad alta densità, ma anche in tutte le zone di sviluppo urbano dove siano presenti ampie zone aperte e campi gioco, si possono usare queste zone per la gestione di eventi estremi.

La norma (allegato A al DGR 1322) afferma che in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di  $10^{-3}$  m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione ricorrendo all'invarianza idraulica per il solo 50% dell'aumento di portata.

**I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali in situ.**

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.

#### **5.4 Caratteristiche qualitative e quantitative richieste**

È importante individuare se il dispositivo da realizzare debba soddisfare solo a esigenze di tipo quantitativo ovvero debba svolgere anche una funzione di trattamento delle acque raccolte.

Occorre l'obbligo infatti, prima di rilasciarle nell'ambiente, di trattare tutte le acque di pioggia che possono essere state contaminate da inquinanti; in particolare si fa riferimento ad acque di dilavamento di piazzali o strade caratterizzati da presenza di olii o altre sostanze derivate da lavorazioni o da traffico.

Si dovrà pertanto ricorrere o a disoleatori appositamente predisposti o allo stoccaggio separato della prima parte inquinata della pioggia per poi inviarne il volume accumulato a depurazione mediante il sistema fognario nero.

Sarà quindi indispensabile provvedere ad un nulla osta idraulico ed a uno per lo scarico in fognatura.

Per quanto attiene agli aspetti quantitativi, i dispositivi illustrati sono di diversa efficacia.

I grandi volumi d'acqua infatti sono gestibili soprattutto con stagni ed invasi di grandi dimensioni, i dispositivi più semplici trovano applicazione per gli interventi meno importanti da un punto di vista dimensionale.

#### **5.5 Caratteristiche estetiche ed ecologiche**

L'adozione dei dispositivi deve tener conto anche della necessità di accrescere i valori estetici ed ecologici di un'area urbana.

La futura manutenzione e gestione di un sito può influenzare la scelta delle tipologie di dispositivo. Per esempio in un luogo dove sia previsto del personale per la sfalcatura dell'erba o per altre attività paesaggistiche che si prenderanno cura del luogo regolarmente, potrà essere appropriato l'utilizzo dei vassoi. In altri siti, si possono prevedere interventi meno regolari, ma comunque si deve prevedere la manutenzione di bacini e zone umide.

La manutenzione a lungo termine del sistema di drenaggio deve essere stabilita già nei primi passi nel processo di progettazione.

#### **5.6 Tabella di orientamento nella scelta dei dispositivi**

La tabella seguente fornisce un primo orientamento nella scelta dei dispositivi idraulici in base alle caratteristiche specifiche dei siti urbani e a seconda delle prestazioni quantitative e qualitative e dei valori estetici ed ecologici richiesti.

## VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA - Linee Guida

Codice	DISPOSITIVO	PROCESSO				GESTIONE			DESTINAZIONE D'USO						SPAZIO DISPONIBILE		TIPO DI TERRENO		RISCHIO IDRAULICO		INQUINAMENTO			VALORE ESTETICO	VALORE ECOLOGICO	COSTI	MANUTENZIONE
		Infiltrazione	Detenzione/Atenuazione	Trasporto	Riutilizzo	Controllo locale	Controllo nell'intorno	Controllo territoriale	Residenziale a bassa densità	Residenziale ad alta densità	Strade	commerciale	Industriale	di Riqualifica	Contaminata	Basso	Alto	Impermeabile	Permeabile	Riduzione picchi di deflusso	Riduzione del volume	Riduzione corpi sospesi	Riduzione nutrienti				
D1	Tetti verdi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	BUONO	BUONO	ALTO	ALTO
D2	Cisterne di raccolta	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	ALTO	ALTO	ALTO	BASSO	MEDIO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO
D3	Cisterne domestiche	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
D4	Superfici permeabili	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BUONO	ALTO	ALTO	ALTO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
D5	Sistemi di bioritenzione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
D6	Fasce di infiltrazione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
D7	Gallerie di infiltrazione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO
D8	Cisterne Sotteranee	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BUONO	MEDIO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	BASSO
D9	Sistemi modulari geocellulari	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BUONO	BASSO	n/a	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
D10	Bacini di infiltrazione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	MEDIO	BUONO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	BASSO	BASSO	MEDIO
D11	Vassoi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	MEDIO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO
D12	Bacini di detenzione	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO
D13	Zone umide	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BUONO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	ALTO	ALTO	ALTO
D14	Stagni	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	BUONO	BASSO	ALTO	MEDIO	ALTO	BUONO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

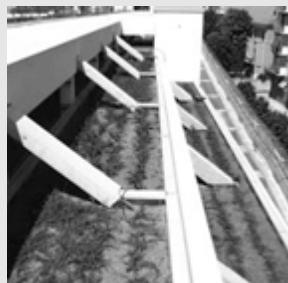
## 6 Schede di opere tipologiche

Nel seguito sono allegate le tipologie dei dispositivi (denominati D1-D14) in riferimento all'elenco riportato nella tabella precedente.



## Tetti verdi

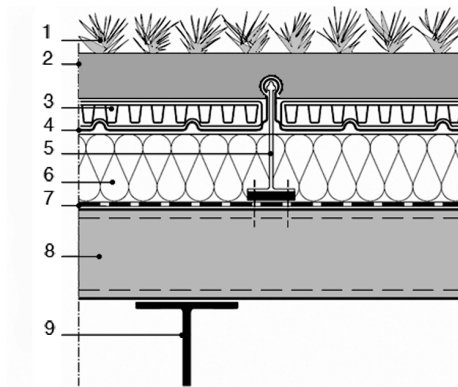
## D1



I tetti verdi sono sistemi multistrato permeabili sopra uno strato drenante che possono ricoprire con vegetazione i tetti degli edifici, piattaforme, parcheggi. Sono progettati per intercettare e trattenere l'acqua piovana, attenuando il picchi massimi di deflusso.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso			MEDIO	
	Riduzione del Volume di deflusso			MEDIO	
Inquinamento	Corpi sospesi			ALTO	
	Nutrienti			BASSO	
	Metalli pesanti			MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		

## SEZIONE



1. Pianta con crescita a raso, autorigeneranti e resistono sia all'afa sia al gelo.
2. Sottostrato per la vegetazione - Consiste in un terriccio naturale di qualità controllata.
3. Stuoia drenante integrata con strato di tessuto filtrante.
4. Il pannello di alluminio è totalmente resistente all'umidità e alla penetrazione da parte delle radici.
5. Giunti tra copertura e struttura.
6. Isolamento termico - Questo può essere adattato perfettamente ai requisiti specifici di ciascun edificio e clima.
7. Barriera al vapore - La barriera al vapore fornisce protezione dalla condensa.
8. Pannelli profilati in alluminio. Forniscono una sovrastruttura calpestabile resistente e non fragile per tetti con struttura a orditura metallica di travi e arcarecci.
9. Sottostruttura metallica a travi e arcarecci - Sistema costruttivo dell'edificio da coprire.

## VANTAGGI

- Buona capacità di rimozione delle sostanze inquinanti dovute a fattori atmosferici.
- Riduce le sollecitazioni di espansione e contrazione delle strutture della copertura.
- Miglioramento dell'aria.
- Isola gli edifici.
- Assorbimento delle vibrazioni sonore.

## SVANTAGGI

- Elevati costi manutenzione rispetto alle coperture convenzionali.
- Qualsiasi danno alla membrana impermeabilizzante può causare problemi quando l'acqua è trattenuta sul tetto.

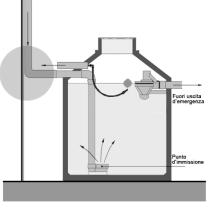
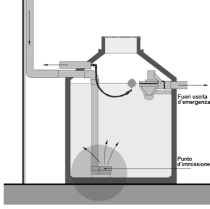
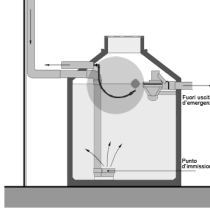


## Cisterne di raccolta



L'acqua piovana dai tetti o da superfici impermeabili può essere raccolta in grandi cisterne che consentano il suo riutilizzo per usi non potabili. Se propriamente progettate, le cisterne di raccolta possono contribuire ad aiutare a ridurre i rischi idraulici.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	NO	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
		Contaminata	SI		
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	n/c	Impermeabile	SI		
Alto	n/c	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		ALTO	
		Riduzione del Volume di deflusso		ALTO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		

PRIMA FASE	SEZIONE
<p>La prima fase rimuove il grosso dei detriti consentendo il passaggio dell'acqua piovana all'interno del contenitore;</p>	
SECONDA FASE	SEZIONE
<p>L'acqua viene immessa alla base della cisterna in modo da facilitare il deposito dei corpi solidi;</p>	
TERZA FASE	SEZIONE
<p>La pompa di immissione è progettata per galleggiare dove la pulizia dell'acqua è migliore.</p>	

### VANTAGGI

- Facili da introdurre in spazi aperti.
- Riduce i consumi d'acqua.
- Costi non eccessivi nel tempo.

### SVANTAGGI

- Inizialmente il sistema può essere complesso e costoso.
- Non consigliabile in aree il cui margine è usato a parcheggio.
- Non sempre il suo inserimento risulta gradevole.



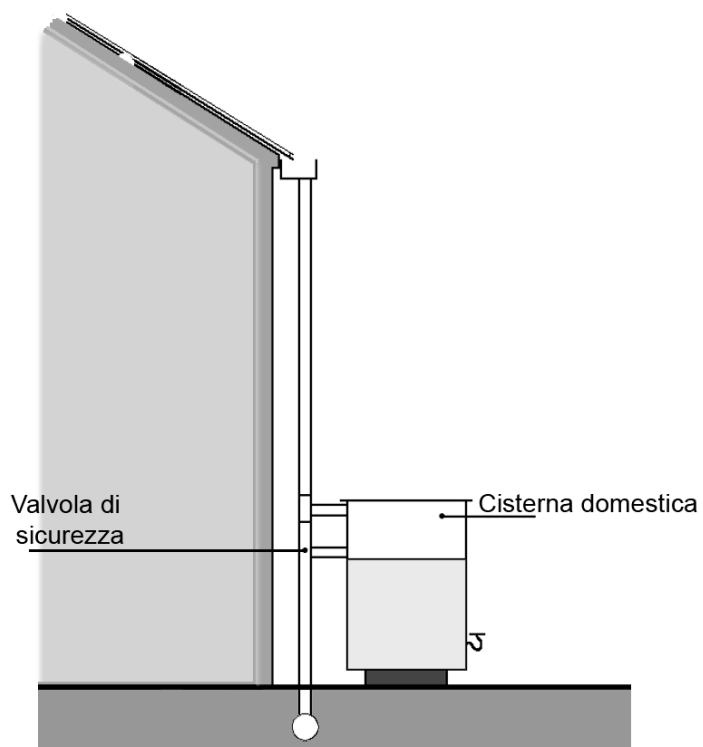
## Cisterne domestiche



Sono i più comuni ed economici sistemi per la raccolta dell'acqua piovana, normalmente di caduta delle grondaie dei tetti. Sono di piccole dimensioni e sono pensati per raccogliere e conservare l'acqua piovana un uso non potabile limitato.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	NO	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	n/c		Impermeabile	SI	
Alto	n/c		Permeabile	SI	
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BASSO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BASSO	
Inquinamento		Corpi sospesi		BASSO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		BASSO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		

## SEZIONE



### VANTAGGI

- Facili da installare.
- Facili da inserire nella ricostruzione.
- Risparmio sul consumo dell'acqua.
- Bassi costi di installazione e manutenzione.

### SVANTAGGI

- Poca capacità.
- Rischi di bloccaggio dei sistemi di connessione.
- Necessitano di continue ispezioni per assicurare un effettivo funzionamento.

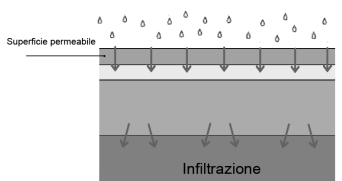
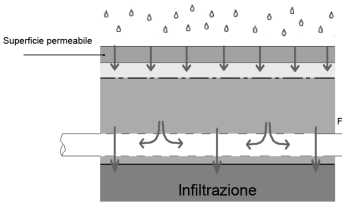
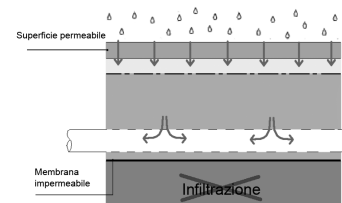


## Superfici permeabili



Sono marciapiedi o parcheggi che permettono alla pioggia di infiltrarsi attraverso la superficie pavimentata in uno strato di raccolta inferiore, dove l'acqua è contenuta prima di essere infiltrata nel terreno, riutilizzata, o rilasciata ad altri dispositivi drenanti.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	NO	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI		Impermeabile	SI	
Alto	SI		Permeabile	SI	
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BUONO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		ALTO	
		Metalli pesanti		ALTO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSE			MEDIO		

<p><b>tipologia A</b></p> <p>L'acqua passa attraverso la superficie permeabile (dove può essere detenuta temporaneamente) per poi essere rilasciata e filtrata negli strati inferiori del terreno. Per evitare che il dispositivo si saturi, e diventi meno efficiente, un sistema di troppo pieno deve provvedere a trattare e trasferire l'acqua in eccesso durante eventi particolarmente critici;</p>	<p><b>SEZIONE</b></p> 
<p><b>tipologia B</b></p> <p>Concettualmente simile alla tipologia A, vede l'inserimento di una serie di tubi forati che aiutano a trasferire ad altri sistemi di drenaggio parte dell'acqua piovana che il dispositivo non è in grado di infiltrare nel terreno;</p>	<p><b>SEZIONE</b></p> 
<p><b>tipologia C</b></p> <p>Non permette l'infiltrazione. Viene posta una membrana impermeabile alla base del dispositivo che impedisce all'acqua filtrata attraverso i vari strati superiori della struttura di infiltrarsi nel terreno. Viene e trasferita attraverso un sistema di tubazioni forate simile a quella della tipologia B. Viene spesso usata dove il terreno ha una bassa permeabilità, quando l'acqua deve essere conservata e riutilizzata o quando ci sono seri rischi di inquinamento delle falda acquifera.</p>	<p><b>SEZIONE</b></p> 

VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rimozione dell'inquinamento urbano.</li> <li>○ Significativa riduzione dei deflussi di scorrimento dell'acqua piovana.</li> <li>○ Ottimi per aree ad alta densità.</li> <li>○ Buon utilizzo nella ristrutturazione.</li> <li>○ Bassi costi di manutenzione.</li> <li>○ Rimozione dei canali di scolo e tombini.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Non consigliato per aree con abbondanti formazioni di sedimenti.</li> <li>○ Accumulo di detriti e sporcizia se la pulizia non viene garantita.</li> </ul>



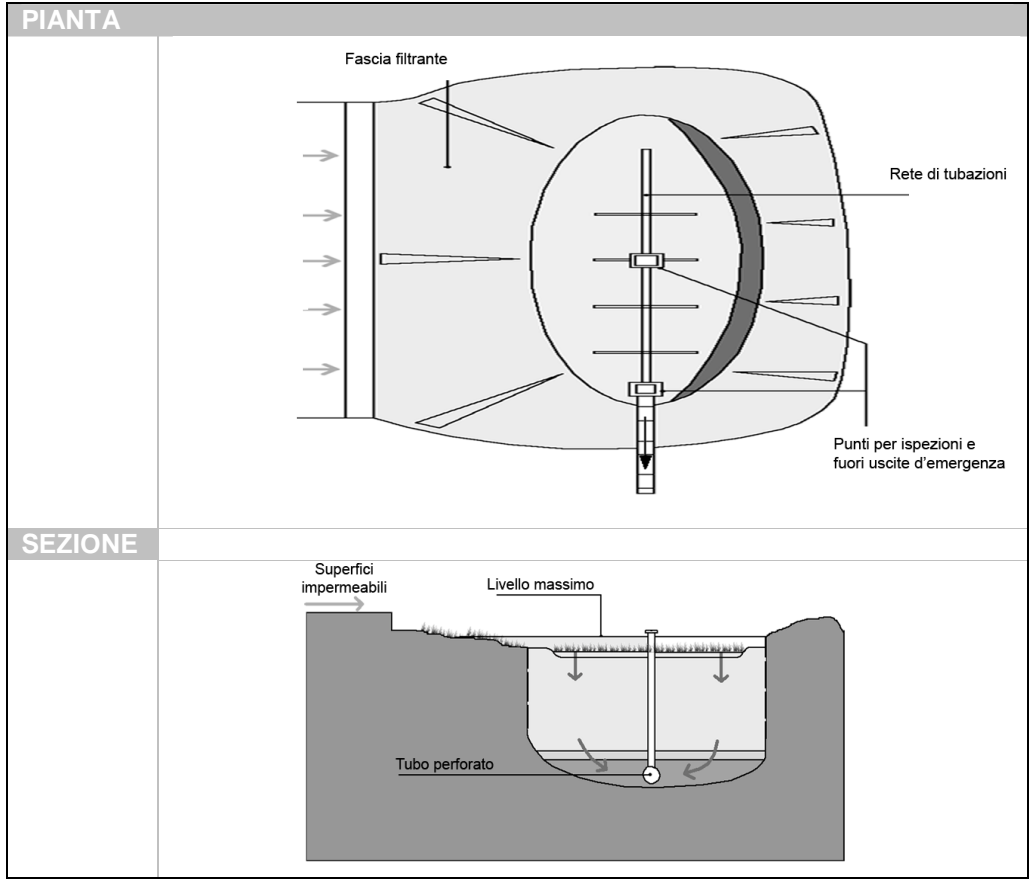


## Sistemi di bioritenzione



Le aree di bioritenzione sono zone depresse poco profonde costituite da substrati di terreno drenante ricoperti da fitta vegetazione. Svolgono un trattamento dell'acqua piovana che permette di rimuovere parte dell'inquinamento e riduce il volume dei deflussi d'acqua.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualfica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO	
		Riduzione del Volume di deflusso		MEDIO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		ALTO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
MEDIO			BUONO		



**VANTAGGI**

- Facilmente inseribile entro spazi aperti.
- Promuove l'infiltrazione.
- Facile da costruire.
- Può essere usato come pre-trattamento.
- Bassi costi di realizzazione e manutenzione.

**SVANTAGGI**

- Non consigliato per aree scoscese.
- Grandi spazi richiesti.
- Non consigliabili in aree il cui esiste il rischio di inquinamento delle falde freatiche.
- Non significativi per ridurre il deflusso delle acque per eventi particolarmente critici.

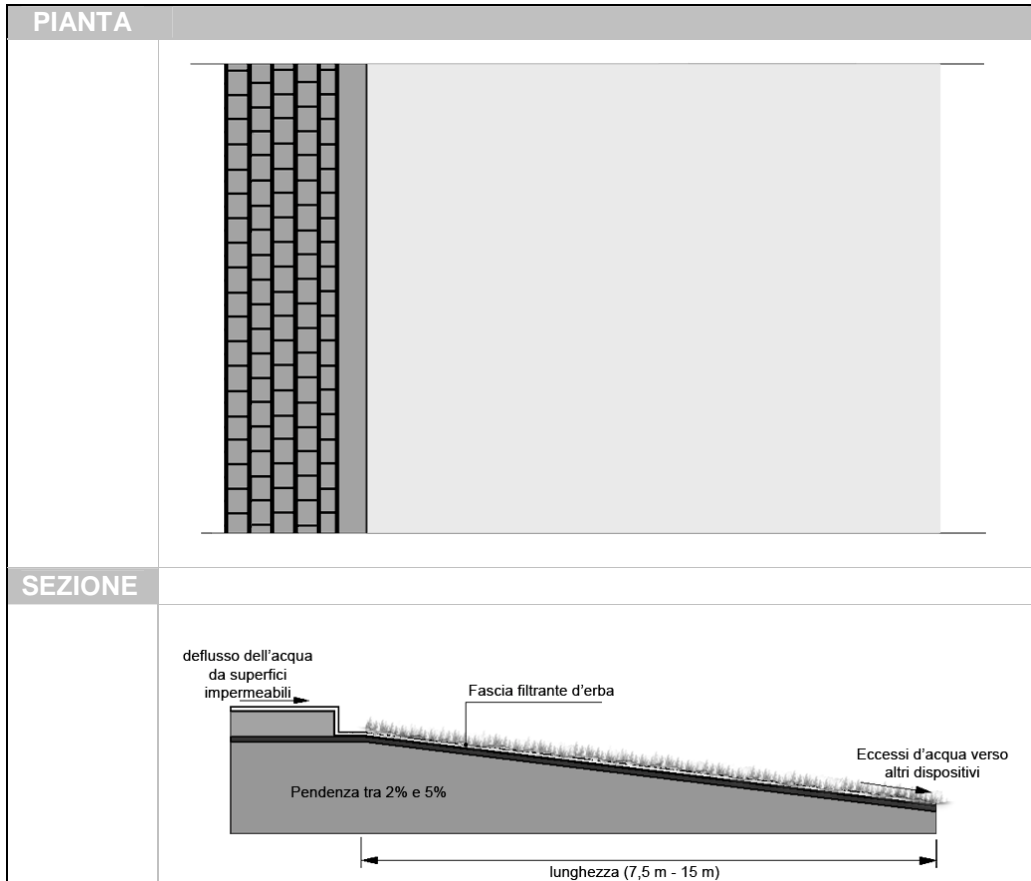


## Fasce di infiltrazione



Sono vaste fasce di verde, lievemente inclinate che trattano l'acqua in eccesso proveniente da vicine zone impermeabili.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/attenuazione	NO	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		BASSO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BASSO		
Inquinamento	Corpi sospesi		MEDIO		
	Nutrienti		BASSO		
	Metalli pesanti		MEDIO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
MEDIO			MEDIO		



### VANTAGGI

- Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.
- Buona flessibilità di inserimento in spazi chiusi.
- Ottimi in zone con alte concentrazioni di inquinamento.
- Possibilità di inserimento in progetti di ricostruzione.

### SVANTAGGI

- Non consigliabili in aree con forte pendenza.
- Rischi di blocco nei sistemi di connessione.

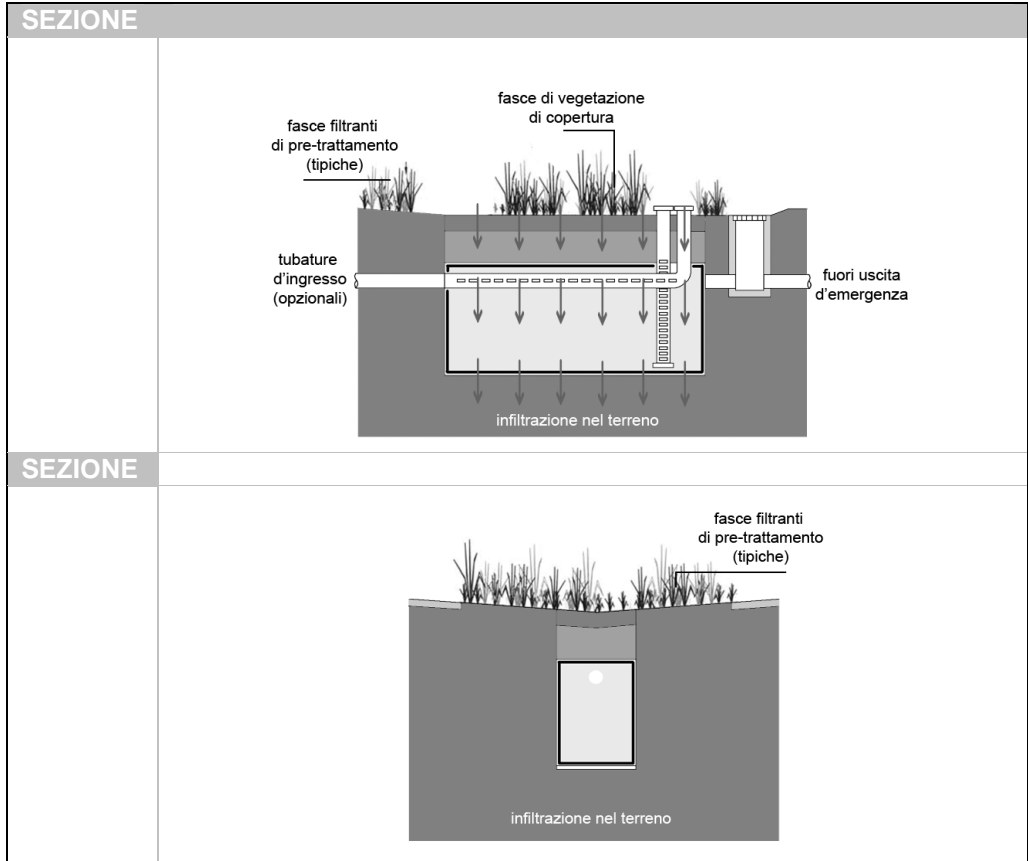


## Gallerie di infiltrazione



Riempite con detriti o pietre le trincee infiltranti e filtranti sono scavate in profondità nel terreno e creano superfici per stazionamenti temporanei dell'acqua piovana. Sono dispositivi con la possibilità di ricaricare le falde acquifere preservandone il loro livello.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso			MEDIO
		Riduzione del Volume di deflusso			ALTO
Inquinamento		Corpi sospesi			ALTO
		Nutrienti			MEDIO
		Metalli pesanti			ALTO
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		



### VANTAGGI

- Buona riduzione di volume dei deflussi d'acqua.
- Ottimi per rimozione dell'inquinamento in zone con alte concentrazioni d'inquinamento.
- Buona flessibilità di inserimento in spazi chiusi.
- Possibilità di inserimento in progetti di ricostruzione.

### SVANTAGGI

- Non consigliabili in aree scoscese.
- Rischi di blocco nei sistemi di connessione.



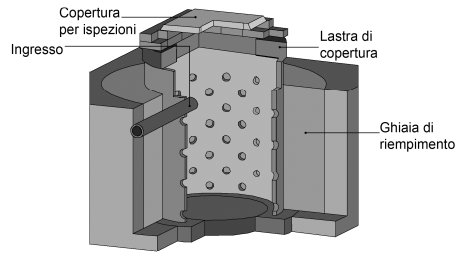
## Cisterne sotterranee



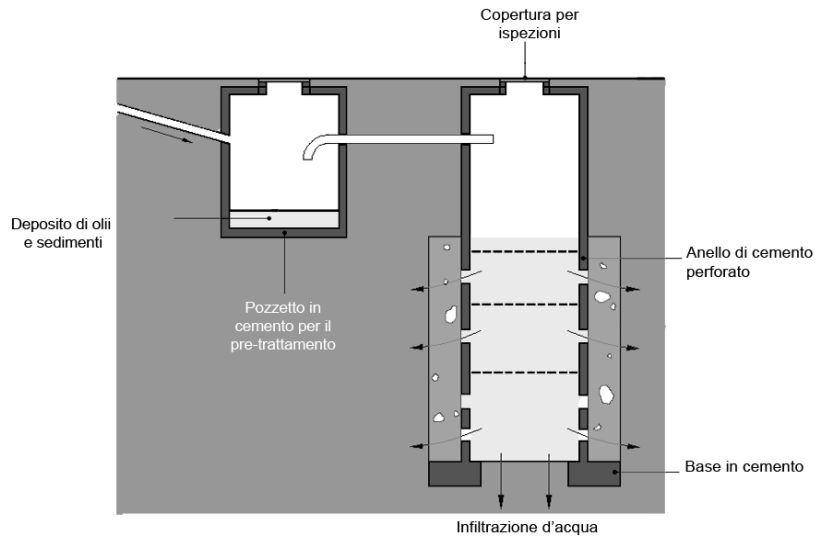
Sono cisterne sotterranee di forma quadrata o circolare che vengono alloggiate in contenitori di materiale plastico precedentemente inseriti nel terreno oppure ricoperte in terra battuta o in ghiaino. Possono essere collegate tra loro per il drenaggio di vaste aree aumentando la loro efficacia nella riduzione del rischio idraulico.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	SI	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BUONO	
Inquinamento		Corpi sospesi		MEDIO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		

## MODELLO



## SEZIONE



## VANTAGGI

- Facili da installare.
- Facilitano la ricarica della falda acquifera.
- Buona riduzione del volume dei flussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.

## SVANTAGGI

- Non consigliato per terreni impermeabili.
- Rischi di bloccaggio dei sistemi di connessione.
- Necessitano di continue ispezioni per assicurare un'effettiva infiltrazione.
- Non consigliabile in zone in cui esiste il rischio di inquinamento della falda acquifera.



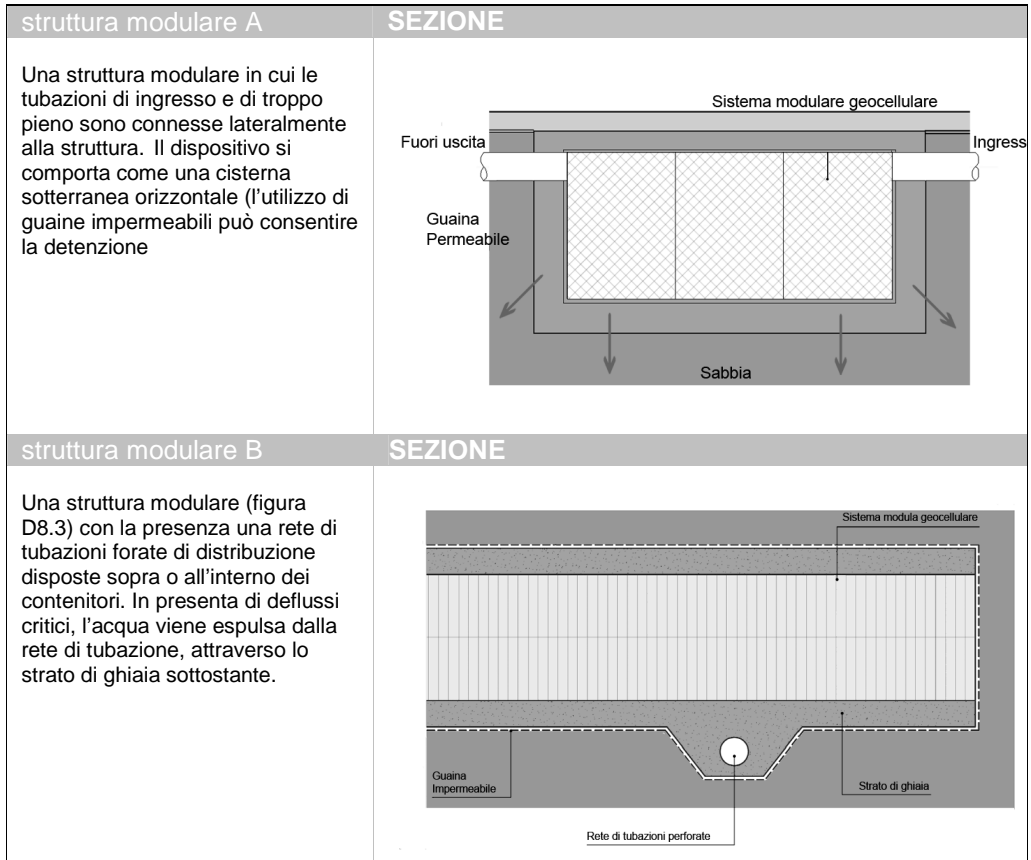


## Sistemi modulari geocellulari

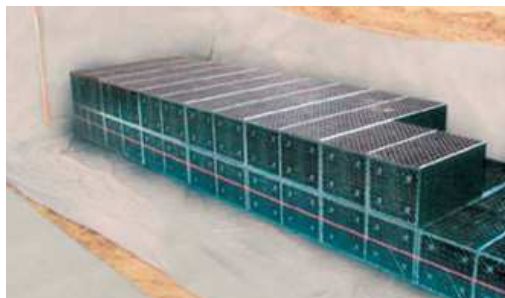


Sono dispositivi con un'alta capacità di detenzione che possono essere usati per creare sotto il terreno strutture in grado di contenere grandi quantità d'acqua o di permettere l'infiltrazione nel terreno.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	NO
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BUONO	
Inquinamento		Corpi sospesi		BASSO	
		Nutrienti		n/c	
		Metalli pesanti		BASSO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BASSO			BASSO		



- | VANTAGGI  | SVANTAGGI   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Facili da introdurre in spazi aperti.</li> <li>○ Buona riduzione della velocità dei flussi d'acqua.</li> <li>○ Buona rimozione dell'inquinamento.</li> <li>○ Bassi costi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Non consigliato in aree scoscese.</li> <li>○ Non consigliabili in aree il cui margine è usato a parcheggio.</li> <li>○ Rischi di blocco dei sistemi di connessione.</li> </ul> |

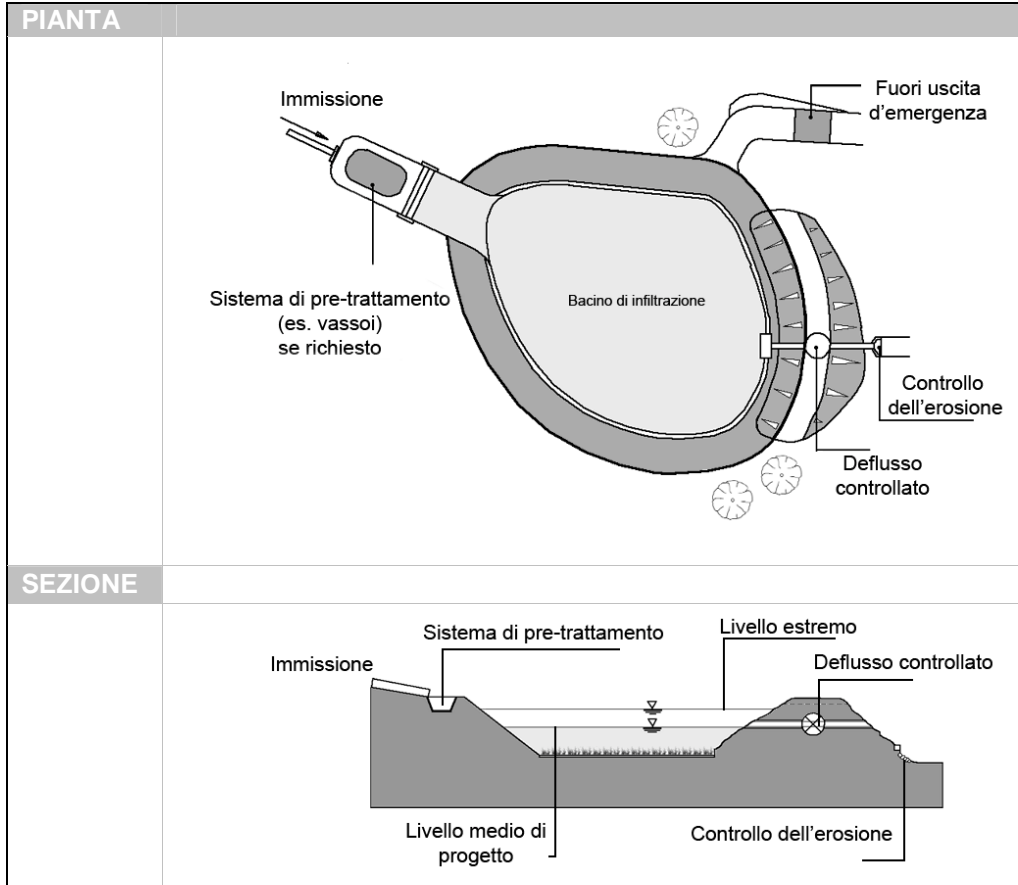


## Bacini di infiltrazione



Sono superfici depresse di vegetazione studiate per trattenere l'acqua piovana in eccesso e farla infiltrare successivamente nel terreno, facilitando un lento deflusso delle acque durante fenomeni di piogge intense.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	NO	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	NO
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	NO		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico	Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO		
	Riduzione del Volume di deflusso		BUONO		
Inquinamento	Corpi sospesi		ALTO		
	Nutrienti		MEDIO		
	Metalli pesanti		ALTO		
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		



### VANTAGGI

- Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.
- Buona riduzione velocità dei flussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.
- Contribuiscono alla ricarica della falda freatica.

### SVANTAGGI

- Richiede un a specifica conoscenza geotecnica.
- Richiede ampi spazi.



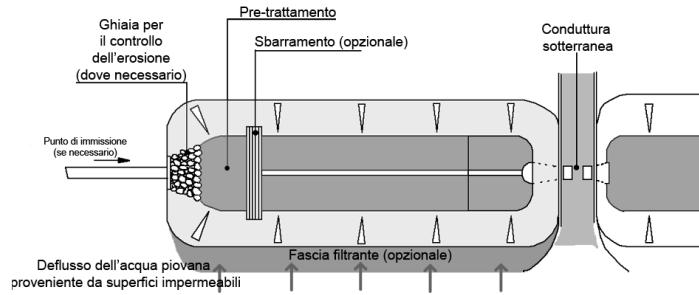
## Vassoi



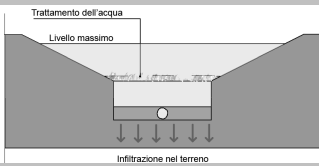
Sono formati da zone depresse lineari di vegetazioni che raccolgono flussi d'acqua da zone impermeabili. Dove possibile, possono essere progettati in modo da consentire infiltrazioni. Possono sostituire i sistemi convenzionali di drenaggio dell'acqua.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	SI	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	NO
Trasporto	SI	Controllo territoriale	NO	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO	
		Riduzione del Volume di deflusso		MEDIO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
MEDIO			MEDIO		

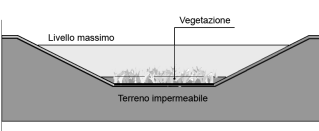
## PIANTA



Vassoi a trasporto normale sono ampi canali di vegetazioni depresse per indirizzare e trasferire i deflussi dell'acqua piovana da vicine superfici impermeabili ad altri dispositivi.



Vassoi a secco sono canali di vegetazione depresse, alla cui base viene previsto un elemento di filtrazione aggiuntivo ricoperto da uno strato di terra che aumenta la capacità di invaso e i benefici del trattamento.



Vassoi umidi hanno una tipologia simile ai vassoi a trasporto normale, ma vengono progettati per incoraggiare la detenzione dell'acqua cercando di mantenere condizioni umide. L'uso di guaine impermeabili ne permettono l'uso anche in zone dove il terreno è fortemente permeabile..

## VANTAGGI

- Facili da introdurre in spazi aperti.
- Buona riduzione velocità del deflusso d'acqua piovana.
- Buona rimozione dell'inquinamento.
- Bassi costi.

## SVANTAGGI

- Non consigliati per aree scoscese.
- Non consigliabili in aree il cui margine è usato a parcheggio.
- Rischi di intasamenti nei sistemi di connessione.

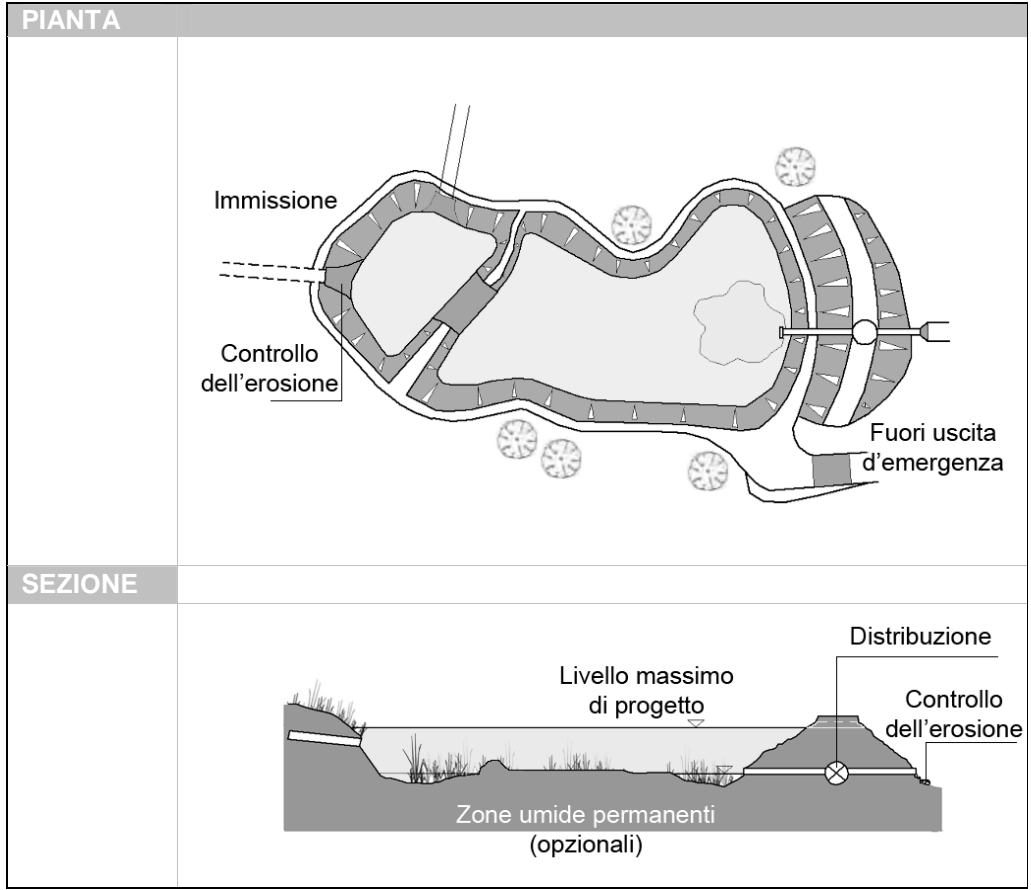


## Bacini di detenzione



I Bacini di detenzione sono superfici progettati per detenere il deflusso delle acque piovane. Normalmente asciutti sebbene possono avere piccole vasche piene tra le insenature e nelle vicinanze dei canali di scolo e possono essere usati per funzioni ricreative.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	SI	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	SI	Strade	SI
Riutilizzo	NO			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BASSO	
Inquinamento		Corpi sospesi		MEDIO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		

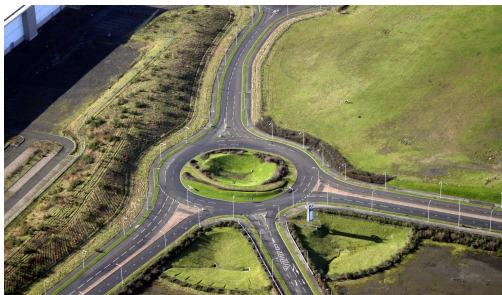


### VANTAGGI

- Buona riduzione volumi dei deflussi d'acqua.
- Buona rimozione dell'inquinamento.
- Ottimi in zone con alte concentrazioni di inquinamento.
- Possono contenere grandi volumi d'acqua.
- Doppio uso del suolo.

### SVANTAGGI

- Non consigliabili in aree scoscese.



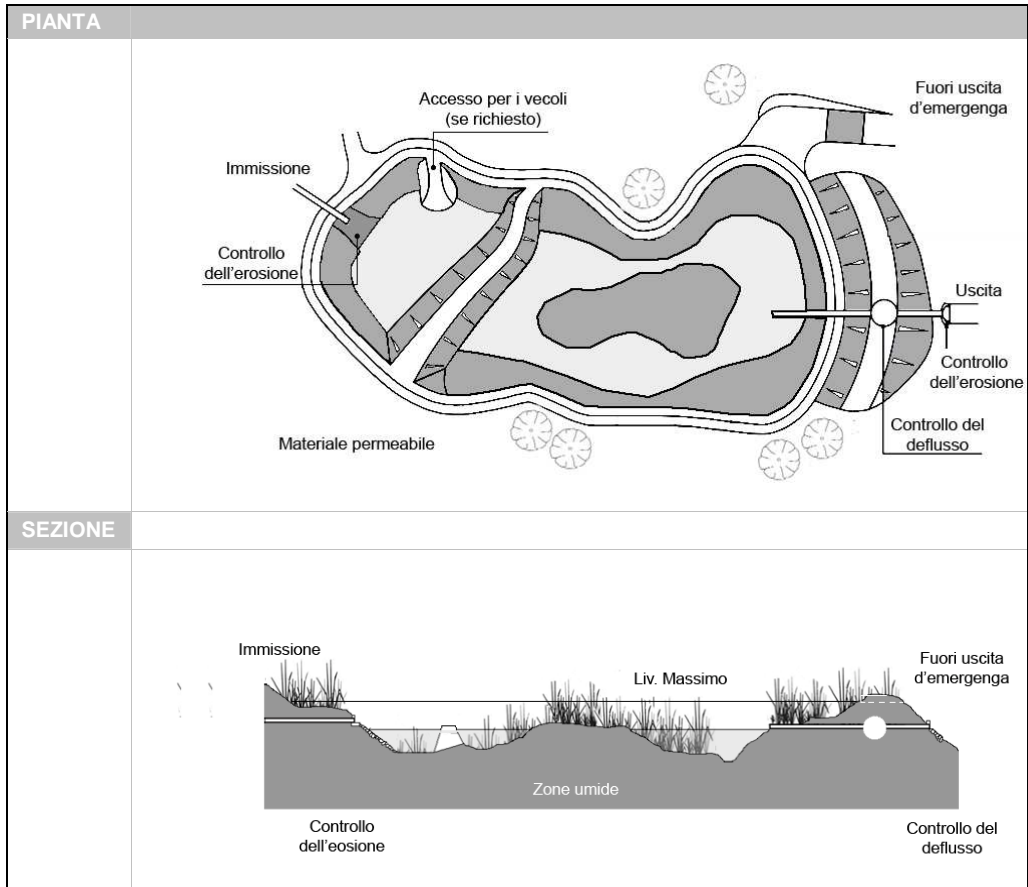


## Zone umide



Sono dispositivi che possono fornire attenuazioni al rischio idraulico e trattamenti per migliorare le qualità delle acque. Alternano stagni poco profondi a zone umide paludose ricoperte quasi interamente da vegetazione acquatica. Catturano e detengono i flussi per lunghi periodi permettendo una accurata sedimentazione, facilitando i processi di fitodepurazione in grado di rimuovere i contaminanti, apportando significativi benefici estetici ed ecologici.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	NO	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	SI	Strade	SI
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
		Contaminata	SI		
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		BUONO	
		Riduzione del Volume di deflusso		MEDIO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		MEDIO	
		Metalli pesanti		ALTO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		



### VANTAGGI

- Possono provvedere a diminuire il rischio idraulico.
- Notevoli benefici estetici ed ecologici.
- Buona capacità di rimozione dell'inquinamento urbano.

### SVANTAGGI

- Necessitano di grandi spazi.
- Limitate attenuazioni dei volumi di deflusso.
- potenziali rischi per la salute pubblica nel caso di scarsa manutenzione.

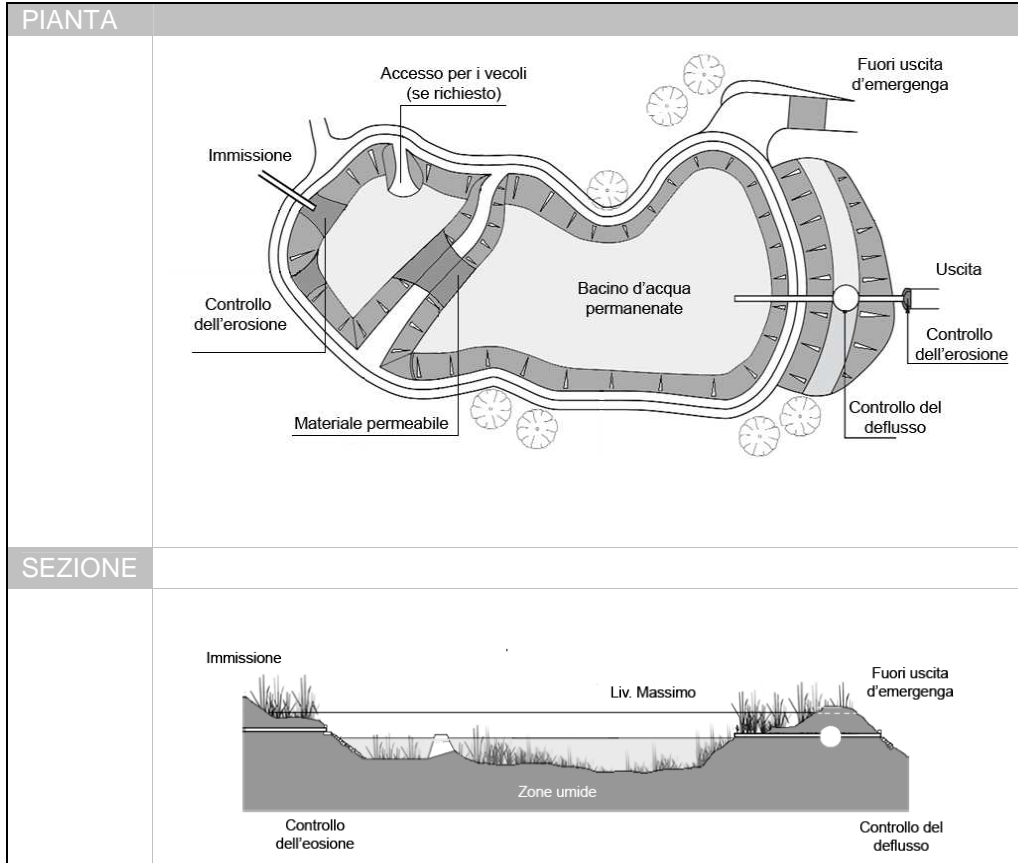


## Stagni



Uno stagno è un sistema per il controllo delle acque piovane costituito principalmente da un bacino d'acqua permanentemente. Pensati come luoghi ricchi di vegetazione acquatica emergente e sommersa apportano notevoli benefici estetici ed ecologici consentendo la detenzione e il trattamento dei deflussi di qualsiasi precipitazione al loro interno. Il tempo di ritenzione promuove la rimozione degli inquinanti attraverso la sedimentazione e i processi di fitodepurazione per ridurre le concentrazioni di nutrienti.

PROCESSO		GESTIONE		DESTINAZIONE D'USO	
Infiltrazione	NO	Controllo locale	NO	Residenziale a bassa densità	SI
Detenzione/ attenuazione	SI	Controllo nell'intorno	SI	Residenziale ad alta densità	SI
Trasporto	NO	Controllo territoriale	SI	Strade	SI
Riutilizzo	SI			Commerciale	SI
				Industriale	SI
				di Riqualifica	SI
				Contaminata	SI
SPAZIO DISPONIBILE			TIPO DI TERRENO		
Basso	NO	Impermeabile	SI		
Alto	SI	Permeabile	SI		
RIDUZIONE DEL RISCHIO					
Idraulico		Riduzione dei Picchi di deflusso		MEDIO	
		Riduzione del Volume di deflusso		BASSO	
Inquinamento		Corpi sospesi		ALTO	
		Nutrienti		BASSO	
		Metalli pesanti		MEDIO	
VALORE ECOLOGICO			VALORE ESTETICO		
BUONO			BUONO		



### VANTAGGI

- Possono provvedere a diminuire il rischio idraulico.
- Notevoli benefici estetici ed ecologici.
- Buona capacità di rimozione dell'inquinamento urbano.

### SVANTAGGI

- Non riduce il volume del deflusso
- Può essere limitato l'utilizzo in luoghi ad alta densità.
- potenziali rischi per la salute pubblica nel caso di scarsa manutenzione.



## 7 Bibliografia.

L. Da Deppo, C. Datei

*Fognature,*

1997 – Edizione Libreria Cortina, Padova

Paoletti et al

*Sistemi di fognatura, Manuale di progettazione,*

1997 Centro Studi Deflussi Urbani, Hoepli S.p.A., Milano

V. Bixio, A. Fiume

*Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento,*

2009 - XXXXX



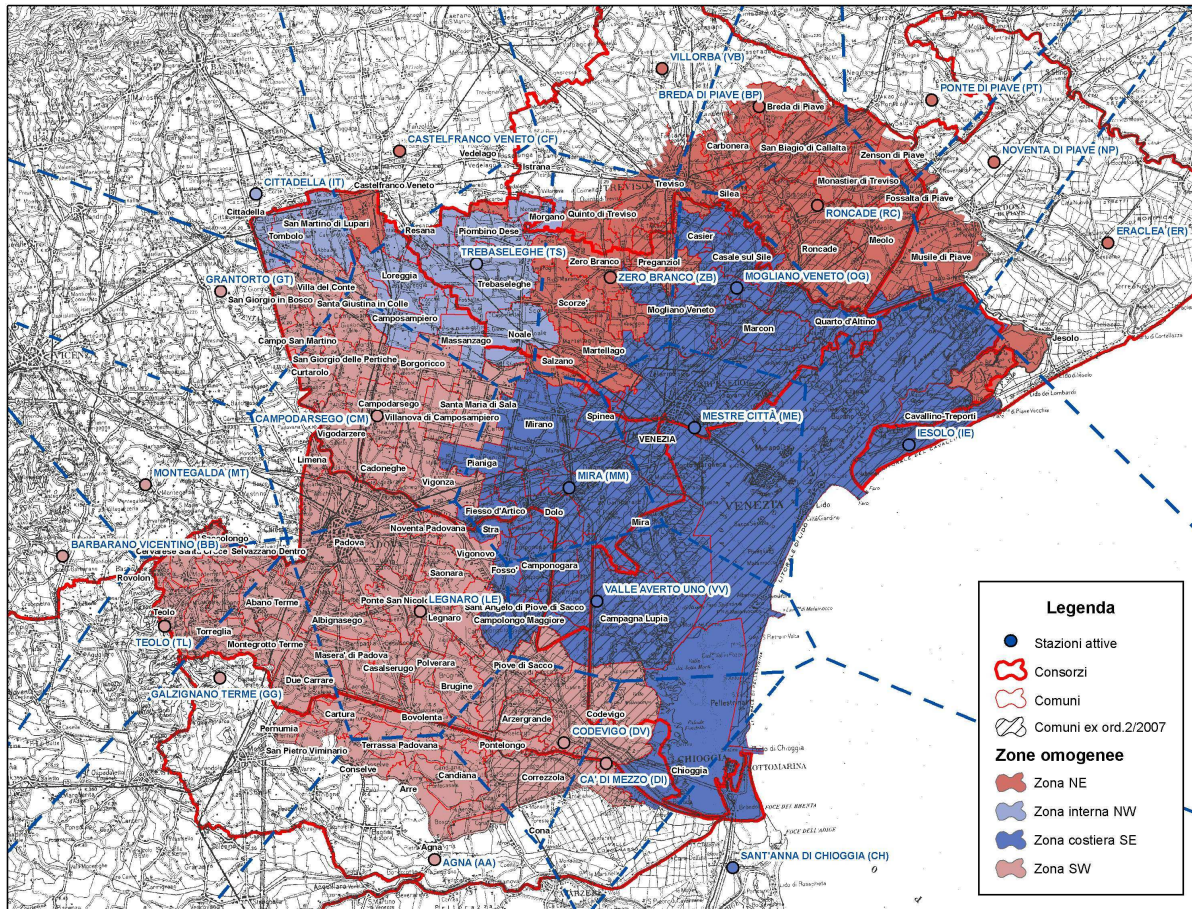
## **ALLEGATO 1**

# **CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA**

Estratto dallo studio *“Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento”*

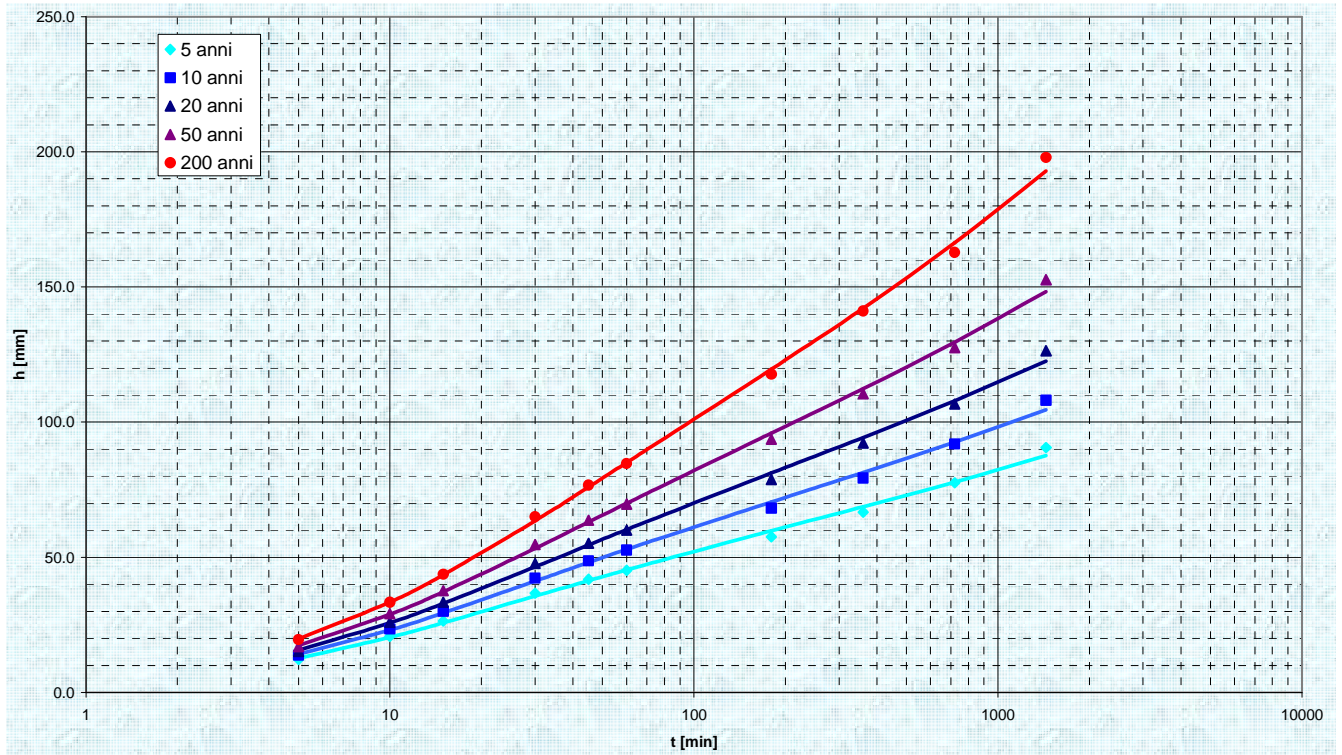






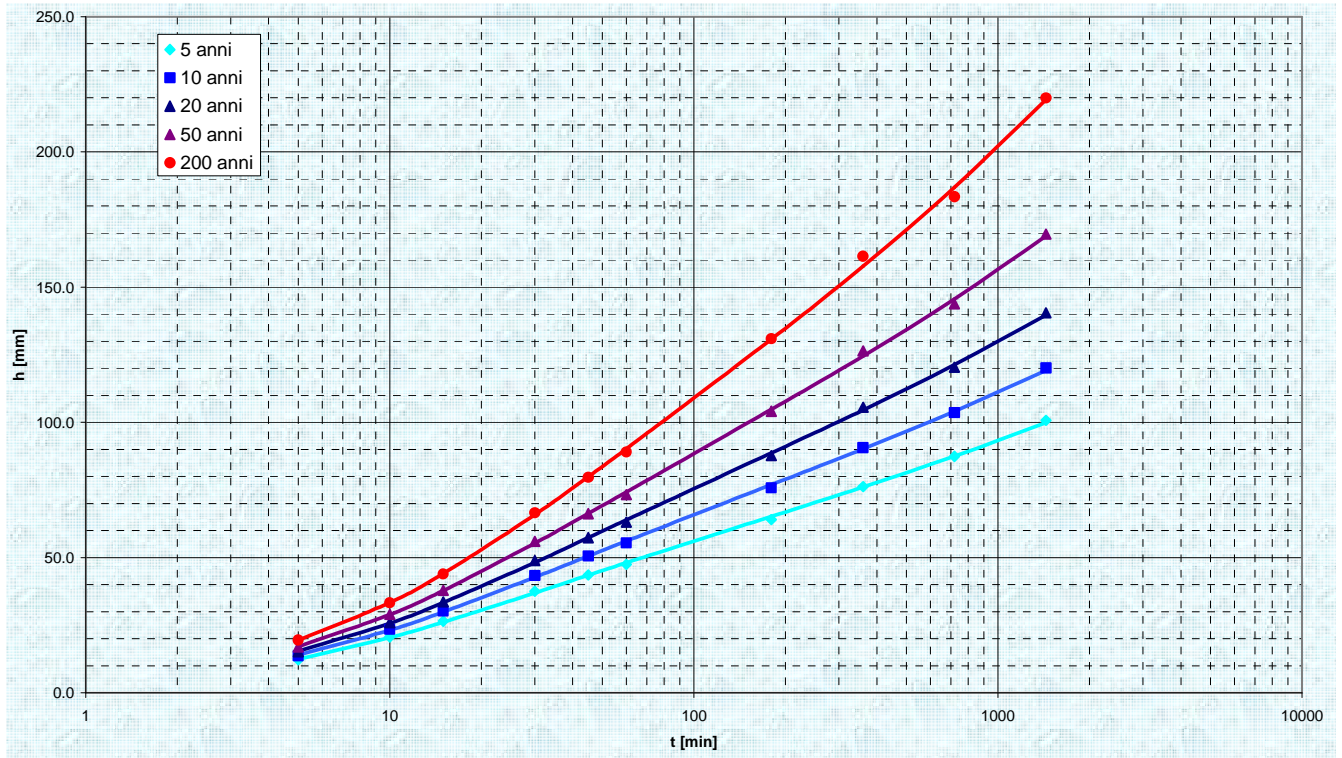
Zona omogenea	Provincia		
	PD	TV	VE
SW	Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervase Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Maserà di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongò, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero		Conca, Santa Maria di Sala, Vigonovo
Costiera SE		Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto	Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia
Interna NW	Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castel Franco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Veduggio, Zenson di Piave, Zero Branco	Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorze'

### Zona SUD OCCIDENTALE



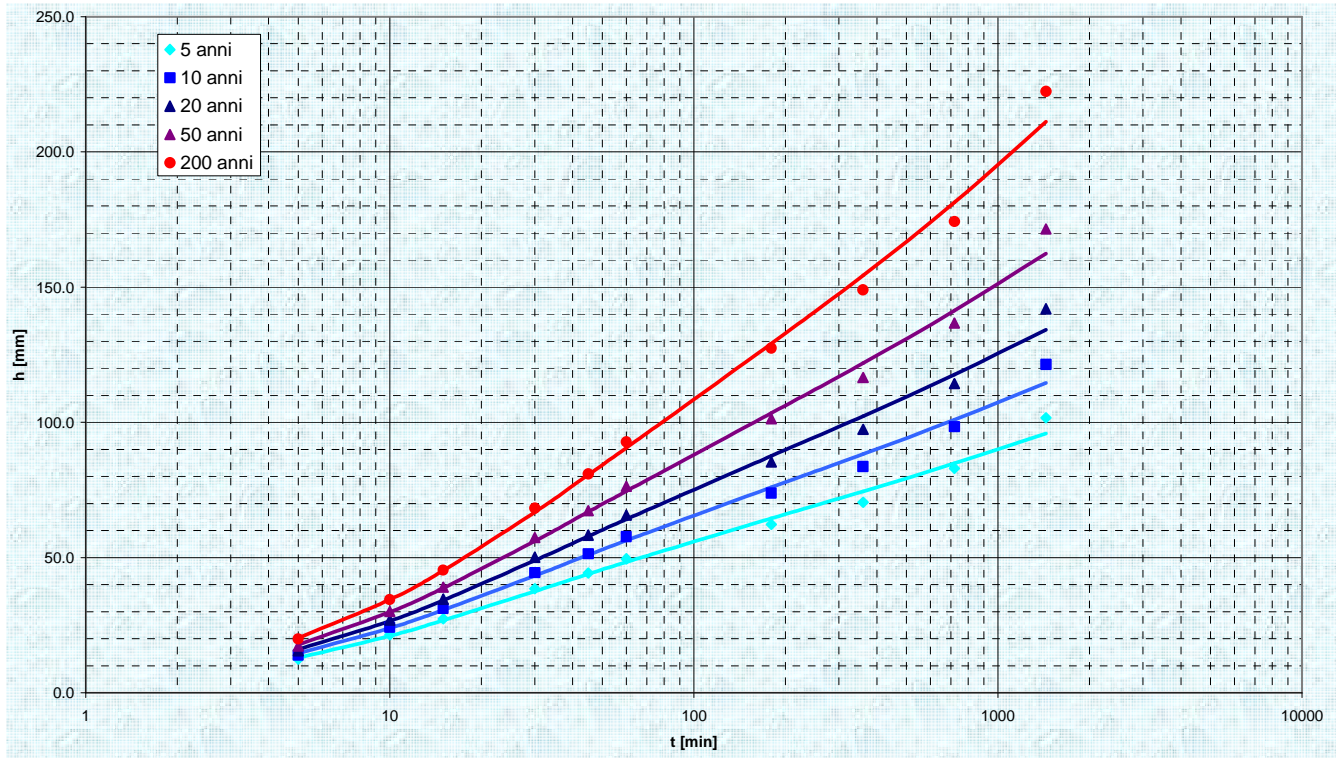
T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

### Zona COSTIERA LAGUNARE



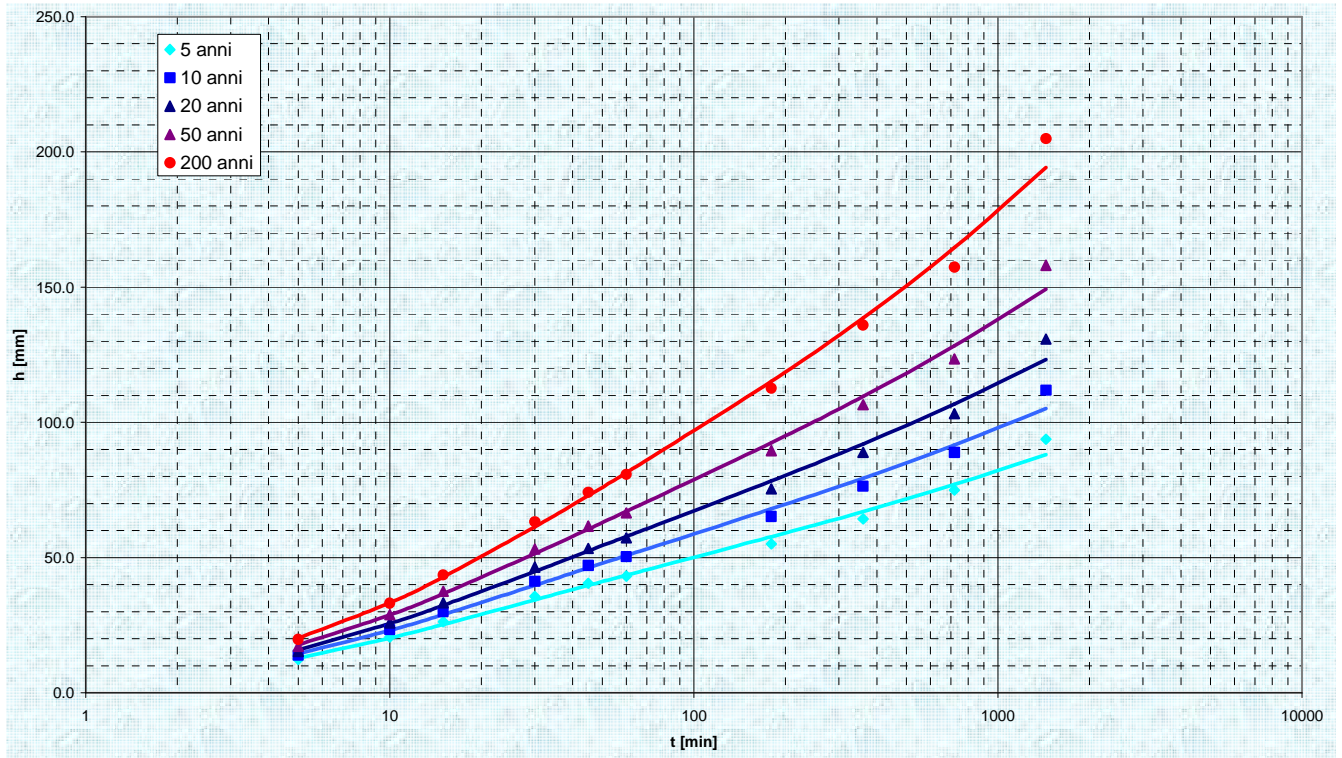
T	a	b	c
2	20.3	12.0	0.821
5	27.2	13.5	0.820
10	31.4	14.4	0.816
20	35.2	15.3	0.809
30	37.2	15.8	0.805
50	39.7	16.4	0.800
100	42.8	17.3	0.791
200	45.6	18.2	0.783

**Zona INTERNA NORD OCCIDENTALE**



T	a	b	c
2	21.6	11.7	0.836
5	28.9	13.1	0.834
10	33.2	13.9	0.829
20	37.0	14.7	0.822
30	39.1	15.1	0.817
50	41.6	15.7	0.811
100	44.7	16.5	0.803
200	47.6	17.3	0.794

**Zona NORD ORIENTALE**



T	a	b	c
2	17.6	8.7	0.819
5	23.1	9.8	0.816
10	26.5	10.4	0.810
20	29.4	10.9	0.802
30	30.9	11.3	0.797
50	32.7	11.6	0.790
100	34.9	12.2	0.781
200	36.9	12.7	0.771

## Curve a due parametri

### Zona sud-occidentale

T	tp~ 15 minuti			tp~ 30 minuti			tp~ 45 minuti			tp~ 1 ora			tp~ 3 ore			tp~ 6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?
2	4.5	0.533	6.4%	6.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.453	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.358	5.6%	21.9	0.278	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

### Zona costiera-lagunare

T	tp~ 15 minuti			tp~ 30 minuti			tp~ 45 minuti			tp~ 1 ora			tp~ 3 ore			tp~ 6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?
2	4.3	0.554	5.9%	6.1	0.441	2.9%	9.1	0.328	4.5%	11.8	0.267	1.2%	13.1	0.247	1.1%	14.2	0.230	1.5%
5	5.2	0.576	5.8%	7.4	0.465	3.0%	11.1	0.348	4.8%	14.8	0.281	1.4%	16.8	0.254	1.5%	18.5	0.236	1.8%
10	5.7	0.590	5.6%	8.0	0.482	3.1%	12.1	0.363	4.9%	16.4	0.293	1.5%	18.9	0.263	1.8%	21.1	0.242	2.1%
20	6.2	0.603	5.4%	8.5	0.499	3.1%	13.0	0.378	5.0%	17.7	0.306	1.6%	20.7	0.272	2.1%	23.4	0.250	2.4%
30	6.4	0.610	5.2%	8.8	0.508	3.1%	13.4	0.387	5.0%	18.4	0.313	1.7%	21.7	0.278	2.3%	24.6	0.255	2.6%
50	6.7	0.619	5.0%	9.1	0.520	3.1%	13.8	0.399	5.0%	19.1	0.324	1.7%	22.8	0.286	2.5%	26.0	0.261	2.8%
100	7.0	0.630	4.8%	9.4	0.536	3.1%	14.3	0.415	5.1%	19.9	0.338	1.8%	24.1	0.297	2.9%	27.8	0.271	3.1%
200	7.3	0.642	4.5%	9.7	0.552	3.1%	14.7	0.431	5.1%	20.6	0.353	1.8%	25.3	0.309	3.2%	29.5	0.280	3.4%

### Zona interna nord-occidentale

T	tp~ 15 minuti			tp~ 30 minuti			tp~ 45 minuti			tp~ 1 ora			tp~ 3 ore			tp~ 6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?
2	4.4	0.551	6.6%	6.4	0.439	2.5%	10.0	0.306	5.5%	14.3	0.224	2.5%	15.4	0.210	1.7%	15.1	0.216	2.1%
5	5.4	0.574	6.4%	7.6	0.463	2.6%	12.2	0.326	5.8%	17.9	0.237	2.6%	19.8	0.218	1.6%	19.7	0.222	1.9%
10	5.9	0.587	6.2%	8.3	0.480	2.6%	13.4	0.341	5.9%	19.9	0.249	2.7%	22.4	0.226	1.7%	22.4	0.228	1.9%
20	6.4	0.600	6.0%	8.9	0.496	2.6%	14.3	0.356	6.0%	21.5	0.262	2.8%	24.5	0.235	1.9%	24.8	0.236	1.9%
30	6.6	0.607	5.9%	9.1	0.506	2.6%	14.8	0.365	6.0%	22.3	0.270	2.9%	25.7	0.241	2.0%	26.1	0.241	1.8%
50	6.9	0.616	5.7%	9.4	0.518	2.6%	15.3	0.377	6.1%	23.1	0.280	2.9%	27.0	0.249	2.0%	27.6	0.247	1.8%
100	7.3	0.628	5.4%	9.8	0.534	2.6%	15.9	0.393	6.1%	24.1	0.294	3.0%	28.5	0.260	2.3%	29.5	0.257	1.7%
200	7.6	0.639	5.1%	10.0	0.550	2.6%	16.3	0.409	6.1%	24.9	0.309	3.0%	29.9	0.272	2.5%	31.3	0.266	1.8%

### Zona nord-orientale

T	tp~ 15 minuti			tp~ 30 minuti			tp~ 45 minuti			tp~ 1 ora			tp~ 3 ore			tp~ 6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?	a	n	?
2	4.7	0.514	6.5%	6.9	0.389	3.5%	10.5	0.271	4.3%	13.2	0.218	0.9%	13.5	0.214	0.5%	12.3	0.234	2.1%
5	5.6	0.537	6.4%	8.3	0.413	3.6%	12.8	0.290	4.6%	16.5	0.232	1.0%	17.4	0.222	0.0%	16.0	0.239	1.8%
10	6.2	0.551	6.2%	9.1	0.430	3.7%	14.0	0.305	4.7%	18.4	0.244	1.1%	19.6	0.231	0.3%	18.2	0.246	1.6%
20	6.7	0.564	6.0%	9.7	0.446	3.7%	15.0	0.321	4.8%	19.8	0.256	1.2%	21.5	0.240	0.7%	20.1	0.253	1.6%
30	7.0	0.571	5.8%	10.0	0.455	3.7%	15.5	0.330	4.8%	20.6	0.264	1.2%	22.5	0.246	0.8%	21.2	0.258	1.6%
50	7.3	0.580	5.6%	10.3	0.467	3.7%	16.0	0.341	4.8%	21.4	0.275	1.3%	23.6	0.254	1.1%	22.4	0.265	1.5%
100	7.6	0.591	5.4%	10.7	0.484	3.7%	16.6	0.357	4.9%	22.3	0.289	1.4%	25.0	0.265	1.4%	24.0	0.274	1.6%
200	8.0	0.603	5.1%	11.0	0.500	3.7%	17.0	0.373	4.9%	23.0	0.304	1.4%	26.2	0.276	1.7%	25.4	0.284	1.9%

## **ALLEGATO 2**

### **ORDINANZE N. 2, 3 E 4**

Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della regione veneto OPCM n.3621 del 18/10/2007





**COPIA**



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ORDINANZA N. 2 DEL 22.01.08**

Oggetto: O.P.C.M. n. 3621 del 18.10.2007. Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno interessato parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007.

*Disposizioni inerenti l'efficacia dei titoli abilitativi relativi ad interventi edilizi non ancora avviati.*

**IL COMMISSARIO DELEGATO**

**VISTA** l'ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3621 del 18.10.2007 recante "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007";

**VISTO** in particolare quanto disposto all'art. 1, comma 3, lettera d), nel quale si prevede che il Commissario delegato provveda in particolare "alla pianificazione di azioni ed interventi di mitigazione del rischio conseguente all'inadeguatezza dei sistemi preposti all'allontanamento e allo scolo delle acque superficiali in eccesso, al fine della riduzione definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e la salvaguardia della Terraferma veneziana, nel territorio provinciale di Venezia e negli altri territori comunali del Bacino Scolante in Laguna individuati dal "Piano direttore 2000" approvato con deliberazione di Consiglio Regionale del Veneto n. 23 in data 7.03.03;

**PRESO ATTO** della rilevanza assunta, nell'ambito della suddetta attribuzione, ai fini della determinazione del rischio idraulico, dall'attività edilizia pubblica e privata;

**ATTESA** l'opportunità di prevenire, per quanto possibile, la possibilità che la realizzazione dei nuovi insediamenti edilizi possa determinare, in carenza di misure adeguate, situazioni compromissorie delle condizioni di sicurezza, anche nei riguardi di terzi, con possibile richiesta di danni da parte di questi nei confronti dei soggetti realizzatori di detti nuovi interventi edilizi;

**TENUTO CONTO** di quanto disposto con:

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, "L. 3 agosto 1998 n. 267 individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici";



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, mediante le quali è stato previsto, a modifica di quanto stabilito con la sopraccitata deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinata al parere della competente autorità idraulica, per la redazione degli strumenti urbanistici;

**DISPONE**

**ART. 1**

I Comuni individuati nell'Ordinanza n.2 in data 21.12.2007 sono tenuti ad operare una ricognizione delle opere pubbliche approvate, di cui non risultino ancora scaduti i termini per la presentazione di offerte per la loro realizzazione alla data della presente ordinanza, e degli interventi edilizi privati, oggetto di titolo abilitativo già rilasciato, i cui lavori non risultino ancora iniziati alla data della presente ordinanza, relativi a nuova edificazione con volumetria superiore a metri cubi 1000, o comunque comportanti una riduzione, superiore a metri quadrati 200, della superficie permeabile esistente di pertinenza.

Sono esclusi dalle disposizioni in argomento i lavori pubblici finalizzati alla realizzazione di impianti tecnologici a rete.

**ART. 2**

Per gli interventi di cui all'art.1, il Comune prescrive di redigere una verifica di compatibilità idraulica del progetto, avente le finalità di cui all'Allegato A della deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, recante le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici".

Nel documento, sono indicate le misure compensative o mitigatorie che il proprietario del bene ritiene di porre in essere, anche con riferimento a fossati, compluvi, invasi, tubazioni di convogliamento acque, eventualmente esistenti nell'area di intervento o ai confini della medesima.

La verifica prevede la realizzazione di sistemi idonei al trattenimento delle acque piovane gravanti su superfici impermeabili, quali tetti ed aree pavimentate facenti riferimento alle pertinenze del lotto edificato, per il tempo necessario a consentire un regolare smaltimento nella rete fognaria.

Il Comune può comunque disporre verifiche e prescrizioni.



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ART. 3**

Il rilascio del certificato di agibilità relativo agli interventi di cui alla presente ordinanza è subordinato all'acquisizione da parte del Comune dell'attestazione del Direttore dei Lavori inerente la corretta esecuzione delle opere di cui all'articolo 2.

**ART. 4**

Per quanto concerne il Comune di Venezia, le disposizioni di cui agli articoli che precedono si applicano esclusivamente alla Terraferma.

**ART. 5**

La presente Ordinanza è pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Veneto (BUR) e sull'apposito sito del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007 nel territorio della Regione Veneto.

Venezia, li 22.01.08

IL COMMISSARIO DELEGATO  
Ing. Mariano Carraro

**COPIA**



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ORDINANZA N. 3 DEL 22.01.08**

Oggetto: O.P.C.M. n. 3621 del 18.10.2007. Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno interessato parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007.

*Disposizioni inerenti il rilascio di titoli abilitativi sotto i profili edilizio ed urbanistico.*

**IL COMMISSARIO DELEGATO**

**VISTA** l'ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3621 del 18.10.2007 recante "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007";

**VISTO** in particolare quanto disposto all'art. 1, comma 3, lettera d), nel quale si prevede che il Commissario delegato provveda in particolare "alla pianificazione di azioni ed interventi di mitigazione del rischio conseguente all'inadeguatezza dei sistemi preposti all'allontanamento e allo scolo delle acque superficiali in eccesso, al fine della riduzione definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e la salvaguardia della Terraferma veneziana, nel territorio provinciale di Venezia e negli altri territori comunali del Bacino Scolante in Laguna individuati dal "Piano direttore 2000" approvato con deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n. 23 in data 7.03.03;

**PRESO ATTO** della rilevanza assunta, nell'ambito della suddetta attribuzione, ai fini della determinazione del rischio idraulico, dall'attività edilizia pubblica e privata;

**ATTESA** l'opportunità di prevenire, per quanto possibile, la possibilità che la realizzazione dei nuovi insediamenti edilizi possa determinare, in carenza di misure adeguate, situazioni compromissorie delle condizioni di sicurezza, anche nei riguardi di terzi, con possibile richiesta di danni da parte di questi nei confronti dei soggetti realizzatori di detti nuovi interventi edilizi;

**TENUTO CONTO** di quanto disposto con:

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, "L. 3 agosto 1998 n. 267 individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici";

*Sede:* via Paolucci, 34 – 30175 Venezia Marghera  
Tel. 041/2794137-9 – Fax 041/2794143  
e-mail: commissario.emeridro@regione.veneto.it



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, mediante le quali è stato previsto, a modifica di quanto stabilito con la sopraccitata deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinata al parere della competente autorità idraulica, per la redazione degli strumenti urbanistici;

**DATO ATTO** che tale ultima disposizione, finalizzata alla redazione del Piano di Assetto del Territorio (PAT) e del Piano degli Interventi (PI), previsti dalla Legge Regionale del Veneto n. 11/2004, prescrive la redazione di uno "studio di compatibilità idraulica" che, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche;

**DISPONE**

**ART. 1**

Nei comuni individuati nell'ordinanza n.2 in data 21.12.2007, non è ammesso, a far data dalla pubblicazione della presente ordinanza, il rilascio di titoli abilitativi sotto il profilo edilizio, né decorre l'efficacia delle Dichiarazioni di Inizio Attività (DIA), relativi ad interventi pubblici o privati, non rispondenti alle prescrizioni di cui agli articoli seguenti.  
Sono esclusi dalle disposizioni in argomento i lavori pubblici finalizzati alla realizzazione di impianti tecnologici a rete.

**ART. 2**

Per gli interventi di nuova edificazione di volumetria superiore a metri cubi 1000, o comunque comportanti una riduzione della superficie permeabile di pertinenza superiore a metri quadrati 200, deve essere predisposta una verifica di compatibilità idraulica del progetto, avente le finalità di cui all'Allegato A della deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrato con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, recante le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici".

Nel documento, sono indicate le misure compensative o mitigatorie che il proprietario del bene ritiene di porre in essere, anche con riferimento a fossati, compluvi, invasi, tubazioni di convogliamento acque, eventualmente esistenti nell'area di intervento o ai confini della medesima.



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

La verifica di compatibilità, da certificarsi in apposita relazione redatta a cura del progettista, si perfeziona con l'acquisizione del parere favorevole espresso al riguardo dal Consorzio di Bonifica competente.

**ART. 3**

Per interventi relativi a nuova edificazione, di volumetria superiore a quella di cui all'art.2, ma inferiore a metri cubi 2000, o comunque comportanti una riduzione della superficie permeabile di pertinenza inferiore a metri quadrati 1000, non è richiesto il parere di cui all'art.2, purchè, nell'ambito della verifica di compatibilità idraulica, siano previsti sistemi idonei al trattenimento delle acque piovane gravanti su superfici impermeabili, quali tetti ed aree pavimentate facenti riferimento alle pertinenze del lotto edificato, per il tempo necessario a consentire un regolare smaltimento nella rete fognaria.

Di norma, per tali interventi:

- potrà essere realizzato un anello di raccolta delle acque meteoriche con tubazioni di adeguato diametro, comunque non inferiore a DN 500 mm, circoscritto all'edificio collettato, confluyente in un manufatto di laminazione, con idoneo foro di emissione posto alla quota di scorrimento della condotta medesima, dotato di stramazzo a quota tale da impedire il funzionamento a pressione della stessa.  
Tale dispositivo, del quale dovrà essere garantita la costante manutenzione, deve consentire una portata allo scarico non superiore a quella antecedente la costruzione.
- per le superfici adibite a parcheggio, cortili e viali d'accesso, è preferibile l'uso di materiali drenanti ed assorbenti, posati su apposti sottofondi che garantiscano una buona infiltrazione nel terreno.
- è sconsigliato il ricorso ai piani interrati, salvo l'adozione di accorgimenti che impediscano l'ingresso delle acque provenienti da possibili allagamenti interessanti le aree esterne.

Il Comune può comunque disporre ulteriori verifiche e prescrizioni.

**ART. 4**

Nella documentazione dei Piani Urbanistici Attuativi (PUA), di iniziativa pubblica o privata o di loro varianti che comportino aumento di superficie urbanizzata, nonché ai fini della redazione di progetti preliminari di opere di urbanizzazione pubbliche o private convenzionate (quali parcheggi scambiatori, impianti sportivi, plessi scolastici, attrezzature di interesse comune), deve essere inclusa quella prevista dall'Allegato A alla deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrato con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, recante le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici".



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

Le misure compensative e/o di mitigazione del rischio eventualmente previste nella Valutazione vanno inserite nella convenzione che regola i rapporti fra comune e soggetti privati.

La documentazione è redatta e sottoscritta a cura del progettista.

La valutazione di compatibilità, da certificarsi in apposita relazione redatta a cura del progettista, si perfeziona con l'acquisizione del parere favorevole espresso al riguardo secondo le competenze e modalità previste dalla deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007 .

Il collaudatore delle opere di urbanizzazione è tenuto ad accertare l'avvenuta realizzazione di quanto previsto e prescritto a salvaguardia delle condizioni di invarianza idraulica, nonché a farne esplicito riferimento nel certificato di collaudo.

Tale disposizione è riportata nel disciplinare di incarico.

Il Comune effettua comunque verifiche a campione in merito alla realizzazione di quanto previsto.

**ART. 5**

La verifica e la valutazione di cui agli articoli 2 e 4 tengono conto di un valore del tempo di ritorno pari a cinquanta anni.

**ART. 6**

Le quote d'imposta degli interventi edilizi ed urbanistici non debbono comportare limitazioni alla capacità di deflusso delle acque dei terreni circostanti, né produrre una riduzione del volume di invaso preesistente.

Il calpestio del piano terra degli edifici di nuova costruzione deve essere fissato ad una quota tale da non consentire l'ingressione delle acque di possibili allagamenti interessanti le aree esterne.

Gli eventuali piani interrati sono impermeabilizzati al di sotto del calpestio del piano terra e sono previste aperture – quali rampe o bocche di lupo – solo a quote superiori.

Gli atti abilitativi di cui all'art.2 sono rilasciati previa presentazione di atto d'obbligo registrato, con il quale il richiedente rinuncia a pretese di risarcimento danni in caso di allagamento di locali interrati. Analoga rinuncia sarà contenuta nelle convenzioni di cui all'art.4.

**ART. 7**

Le disposizioni di cui agli articoli 2 e 3 non si applicano agli interventi edilizi inclusi negli strumenti urbanistici attuativi per i quali è stato acquisito il parere di compatibilità espresso dall'autorità idraulica competente.



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ART. 8**

Il rilascio del certificato di agibilità relativo agli interventi di cui alla presente ordinanza è subordinato all'acquisizione da parte del Comune dell'attestazione del Direttore dei Lavori inerente la corretta esecuzione delle opere di cui all'articoli 2, 3, 4, 5 e 6.

**ART. 9**

I Comuni di cui all'art.1 sono tenuti ad inserire le disposizioni di cui agli articoli precedenti nelle norme di attuazione dello strumento urbanistico generale nonché nel regolamento edilizio.

**ART. 10**

Per quanto concerne il Comune di Venezia, le disposizioni di cui agli articoli che precedono si applicano esclusivamente alla Terraferma.

**ART. 11**

La presente Ordinanza è pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Veneto (BUR) e sull'apposito sito del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007 nel territorio della Regione Veneto.

Venezia, li 22.01.08

**IL COMMISSARIO DELEGATO**  
Ing. Mariano Carraro



**COPIA**



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ORDINANZA N. 4 DEL 22.01.08**

Oggetto: O.P.C.M. n. 3621 del 18.10.2007. Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno interessato parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007.

*Disposizioni inerenti gli allacciamenti alla rete fognaria pubblica.*

**IL COMMISSARIO DELEGATO**

**VISTA** l'ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3621 del 18.10.2007 recante "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007";

**VISTO** in particolare quanto disposto all'art. 1, comma 3, lettera d), nel quale si prevede che il Commissario delegato provveda in particolare "alla pianificazione di azioni ed interventi di mitigazione del rischio conseguente all'inadeguatezza dei sistemi preposti all'allontanamento e allo scolo delle acque superficiali in eccesso, al fine della riduzione definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e la salvaguardia della Terraferma veneziana, nel territorio provinciale di Venezia e negli altri territori comunali del Bacino Scolante in Laguna individuati dal "Piano direttore 2000" approvato con deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n. 23 in data 7.03.03;

**PRESO ATTO** della rilevanza assunta, nell'ambito della suddetta attribuzione, ai fini della determinazione del rischio idraulico, dall'attività edilizia pubblica e privata;

**ATTESA** l'opportunità di prevenire, per quanto possibile, la possibilità che la realizzazione dei nuovi insediamenti edilizi possa determinare, in carenza di misure adeguate, situazioni compromissorie delle condizioni di sicurezza, anche nei riguardi di terzi, con possibile richiesta di danni da parte di questi nei confronti dei soggetti realizzatori di detti nuovi interventi edilizi;

**TENUTO CONTO** di quanto disposto con:

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, "L. 3 agosto 1998 n. 267 individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici";



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

- Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1322 del 10 Maggio 2006, come integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, mediante le quali è stato previsto, a modifica di quanto stabilito con la sopraccitata deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 3637 del 13.12.2002, un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinata al parere della competente autorità idraulica, per la redazione degli strumenti urbanistici;

**DISPONE**

**ART. 1**

I Comuni individuati nell'Ordinanza n.2 in data 21.12.2007, subordinano il rilascio dei Certificati di Agibilità all'attestazione di compatibilità del progetto di allacciamento alla rete fognaria delle acque bianche o miste, emessa dal soggetto gestore.  
Detta attestazione deve fare esplicito riferimento all'idoneità della rete di collettamento a ricevere e smaltire in condizioni di sicurezza le ulteriori acque derivanti dall'intervento edilizio previsto.

**ART. 2**

Ai fini del rilascio dell'attestazione di cui all'art.1, il soggetto gestore della rete fognaria può porre condizioni finalizzate a garantire il trattenimento delle acque di supero all'interno dell'area di pertinenza, in recipienti appositamente realizzati, in modo da convogliarle alla fognatura, con sistemi idonei, in tempi successivi alle precipitazioni meteoriche.

**ART.3**

L'attestazione di compatibilità emessa dal soggetto gestore della rete fognaria deve essere allegata alla richiesta di agibilità relativa all'intervento realizzato, unitamente alla certificazione del Direttore dei Lavori, inerente l'avvenuto rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite dal sopra detto soggetto gestore.

**ART.4**

Il Comune, avvalendosi eventualmente dei soggetti gestori della rete fognaria, è tenuto ad effettuare controlli a campione, con particolare riguardo agli interventi di maggiore consistenza.



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA CONCERNENTE GLI ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI  
DEL 26 SETTEMBRE 2007  
CHE HANNO COLPITO PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO**  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007

**ART. 5**

La presente Ordinanza è pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Veneto (BUR) e sull'apposito sito del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007 nel territorio della Regione Veneto.

Venezia, li 22.01.08

IL COMMISSARIO DELEGATO  
Ing. Mariano Carraro