

Dipartimento di
Ingegneria Idraulica ed
Applicazioni Ambientali

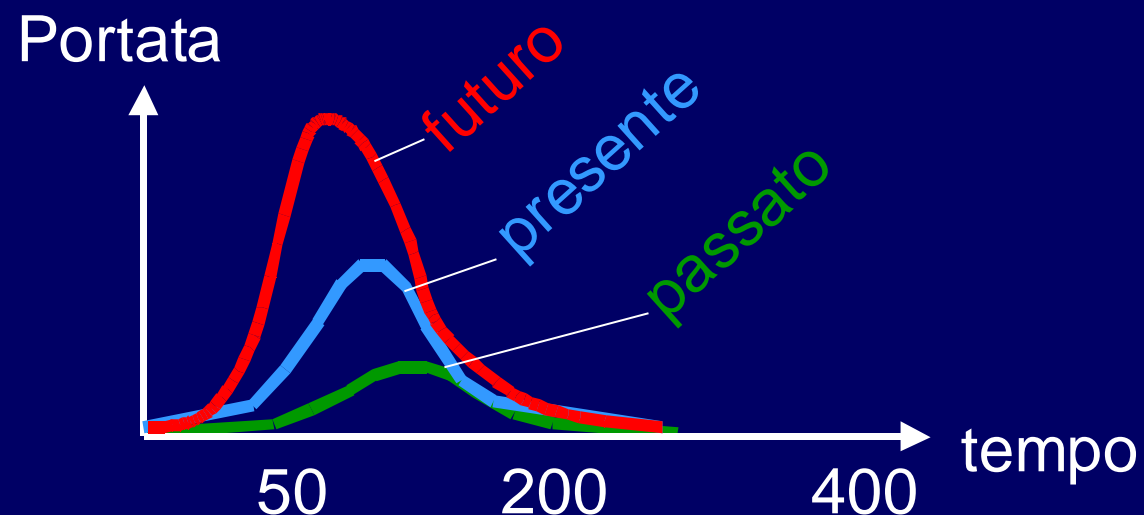
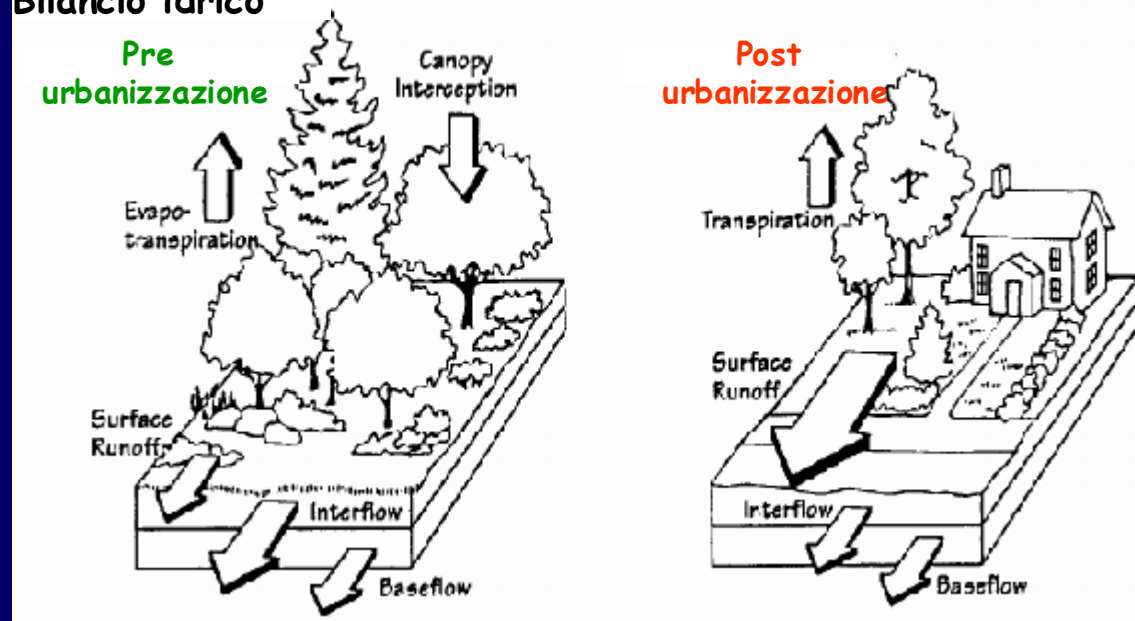
Criteri di dimensionamento di BMP per il controllo delle acque di pioggia in ambito urbano

**G.Freni, G. La Loggia, G.Mannina,
G.Viviani**



Effetto dell'urbanizzazione: deflussi superficiali

Bilancio idrico



- Aumento della portata al colmo e del volume di deflusso
- Diminuzione del tempo di corrivazione
- Riduzione della ricarica della falda
- Aumento della frequenza e della intensità delle piene fluviali
- Diminuzione delle portate di magra nei corpi idrici ricettori

Gestione dei deflussi meteorici con BMP

- **Previene la generazione dei deflussi superficiali** riportandolo alle condizioni di pre-urbanizzazione
- E' finalizzata a **minimizzare l'impatto dei deflussi meteorici sull'intero bacino** (considerando sia l'ambiente antropico che quello naturale)
- Considera i deflussi meteorici come una **risorsa da gestire e possibilmente riutilizzare**

PRINCIPALE VANTAGGIO

Gestione integrata del bacino (area urbana + corpo idrico ricettore)
Accetta soltanto fallanze locali del sistema (piccoli allagamenti, moderati disagi per la popolazione)

PRINCIPALE SVANTAGGIO

Alti costi
Elevata complessità di analisi

Classificazione delle tecniche di mitigazione dei deflussi (BMPs)

Classificazione secondo l'ubicazione:

- **Interventi alla sorgente:** i deflussi vengono immagazzinati, trattati o dispersi in prossimità delle superfici su cui si sono generate, prima del loro ingresso nella rete drenante
- **Interventi centralizzati:** i deflussi vengono gestiti all'interno del sistema drenante (anche a notevole distanza dal loro punto d'origine) riducendo così il numero delle strutture di controllo disposte nel bacino

Classificazione secondo tipologia di trattamento:

- Intensivi (*trattamento depurativo in dispositivi compatti e distribuiti sul territorio*)
- Estensivi (*trattamento depurativo su ampie superfici*)
- Interventi di prevenzione

Altre tecniche non BMPs:

Accumulo + successivo trattamento in impianti centralizzati per acque reflue

Criteri di dimensionamento per le tecniche di BMP

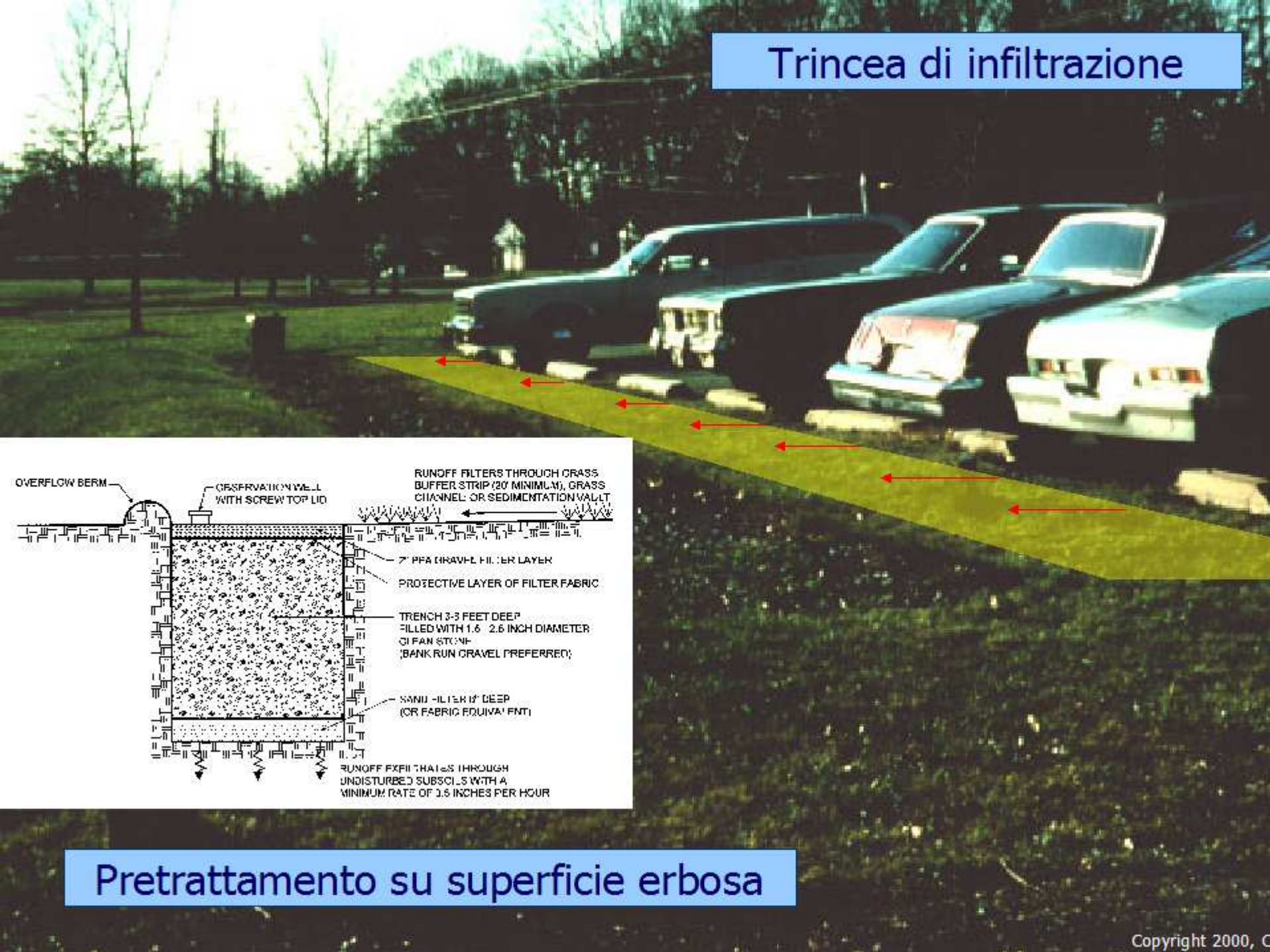
Criteri basati sulla mitigazione dei **deflussi** (EPA, 2002):

- **Riduzione della portata al colmo** (comunemente collegata ad un evento meteorico critico con tempo di ritorno variabile tra 5 e 20 anni ed alla portata al colmo caratteristica del bacino prima dell'impermeabilizzazione)
- **Cattura di un volume di deflusso di riferimento** (relativo ad un evento critico con tempo di ritorno compreso tra 2 e 5 anni)
- **Riduzione della frequenza di intervento degli scaricatori di piena** (la frequenza massima di scarico è valutata sulla base di normative locali e sullo stato di qualità del corpo idrico ricettore; può essere correlata alla durata dello scarico; richiede analisi su lungo periodo)

Criteri basati sulla mitigazione dei **carichi inquinanti** (EPA, 2002):

- **Riduzione della concentrazione inquinante al picco** (comunemente collegata ad un evento meteorico critico con tempo di ritorno minore di 2 anni)
- **Riduzione del carico inquinante annuo sversato nel corpo idrico ricettore** (richiede simulazioni di lungo periodo; complesse procedure di pre-dimensionamento e verifica)

Trincea di infiltrazione



Pretrattamento su superficie erbosa

Tecniche di infiltrazione: Vantaggi e Svantaggi

VANTAGGI

- Riduzione del volume di deflusso
- Riduzione della portata al picco (detenzione locale)
- Miglioramento della qualità delle acque immesse nel sistema drenante

SVANTAGGI

- Elevati costi d'impianto
- Tendenza all'intasamento
- Aumento delle probabilità di fenomeni locali di allagamento
- Possibile inquinamento delle acque di falda
- Recupero e trattamento dei sedimenti raccolti nelle strutture di infiltrazione

Tecniche di infiltrazione

Impatto sulla qualità delle acque di deflusso

FONTI: EU DAYWATER Project

EPA-ASCE BMP database

Criterio di dimensionamento: Intercettazione totale dell'evento critico con tempo di ritorno pari a 2 anni

- Efficienza media su scala annua (Scheuler, 1992; U.S.EPA, 1994; DAYWATER, 2003):
 - ✓ SST: 50% - 80%
 - ✓ BOD: 60% - 70%
 - ✓ Metalli (in forma particolata ed adsorbita): 80% - 90%
 - ✓ Inquinanti in soluzione (Metalli, BOD solubile): < 30%

DESTINO DEGLI INQUINANTI INTERCETTATI?

Filtri vegetali



Copyright 2000, CWP

Filtri vegetali: Vantaggi e Svantaggi

VANTAGGI

- Miglioramento della qualità delle acque immesse nel sistema drenante (in particolare in occasione di eventi meteorici frequenti)
- Riduzione del volume di deflusso (se le caratteristiche del terreno consentono l'infiltrazione)
- Riduzione della portata al picco

SVANTAGGI

- Non applicabili nelle aree scoscese, umide o con tendenza all'erosione
- Non realizzabili in zone densamente urbanizzate
- La copertura vegetale deve essere coordinata con le caratteristiche climatiche dell'area
- Distaccamenti della copertura vegetale possono incrementare il carico inquinante dei deflussi
- Il ristagno delle acque può generare possibili rischi per la salute pubblica

Filtri vegetali

FONTI: EU DAYWATER Project
EPA-ASCE BMP database

Criterio di dimensionamento: $V < 0,5 \text{ m/s}$ per l'evento critico con tempo di ritorno pari a 2 anni

Controllo della qualità delle acque:

- Efficienza media:

- ✓ Solidi sospesi: 60% - 80%
- ✓ BOD: 60 - 70%
- ✓ Composti azotato: $< 40\%$
- ✓ Fosforo: $< 10\%$
- ✓ Metalli, idrocarburi: 50 – 60%

I rendimenti possono ridursi rapidamente nel caso di velocità elevate a causa dei fenomeni di risospensione

Interventi di immagazzinamento



Tipo modulare

Interventi di immagazzinamento: vantaggi e svantaggi

VANTAGGI

- Riduzione della portata al picco
- Possibilità di intervenire su eventi meteorici sia con bassa che con alta frequenza di accadimento
- Riduzione del volume di deflusso (soltanto RITENZIONE)

SVANTAGGI

- Elevati costi d'impianto e di manutenzione
- Possibile impatto sulla salute pubblica (se associate a scarsa manutenzione)
- Talvolta non applicabili in aree densamente urbanizzate con modesti spazi pubblici
- La costruzione di grandi bacini di ritenzione può compromettere ecosistemi sensibili
- Potenziale rischio di inquinamento delle acque sotterranee

Interventi di immagazzinamento

FONTI: EU DAYWATER Project

EPA-ASCE BMP database

Criterio di dimensionamento: Intercettazione totale dell'evento critico con tempo di ritorno pari a 2 anni

Miglioramento della qualità delle acque

RITENZIONE:

- Solidi Sospesi: 70% - 90%
- Metalli e micro-inquinanti: 30% - 40%

Maryland Stormwater Design Manual (2000)

DETENZIONE (rendimenti variabili in funzione della geometria e di fenomeni di risospensione)

- Solidi Sospesi: 40 - 80%
- Materiali disciolti: < 10%
- Metalli e micro-inquinanti: < 20% (adsorbimento)
- BOD: 30% - 60% (*Scheuler, 1992*)

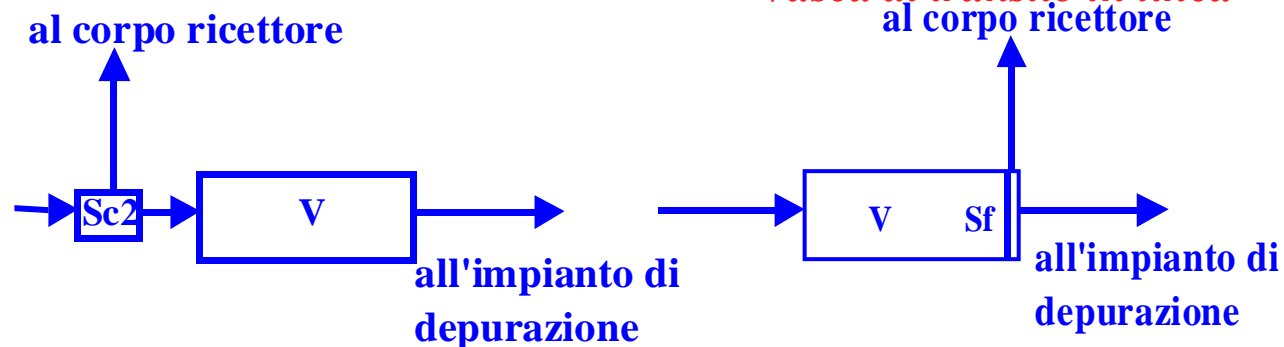
Dimensionamento basato sulla riduzione del carico inquinante

Schemi di intervento in funzione della modalità di intercettazione del carico inquinante

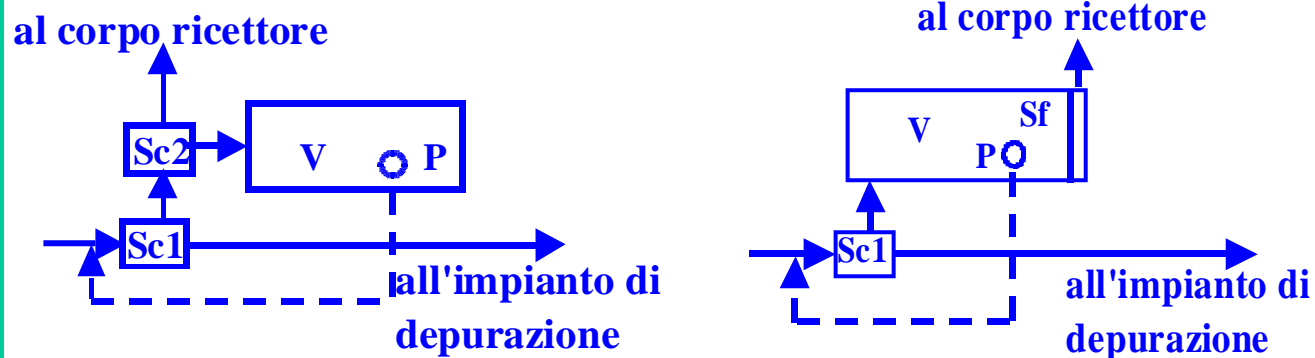
BMP DI CATTURA

BMP DI TRANSITO

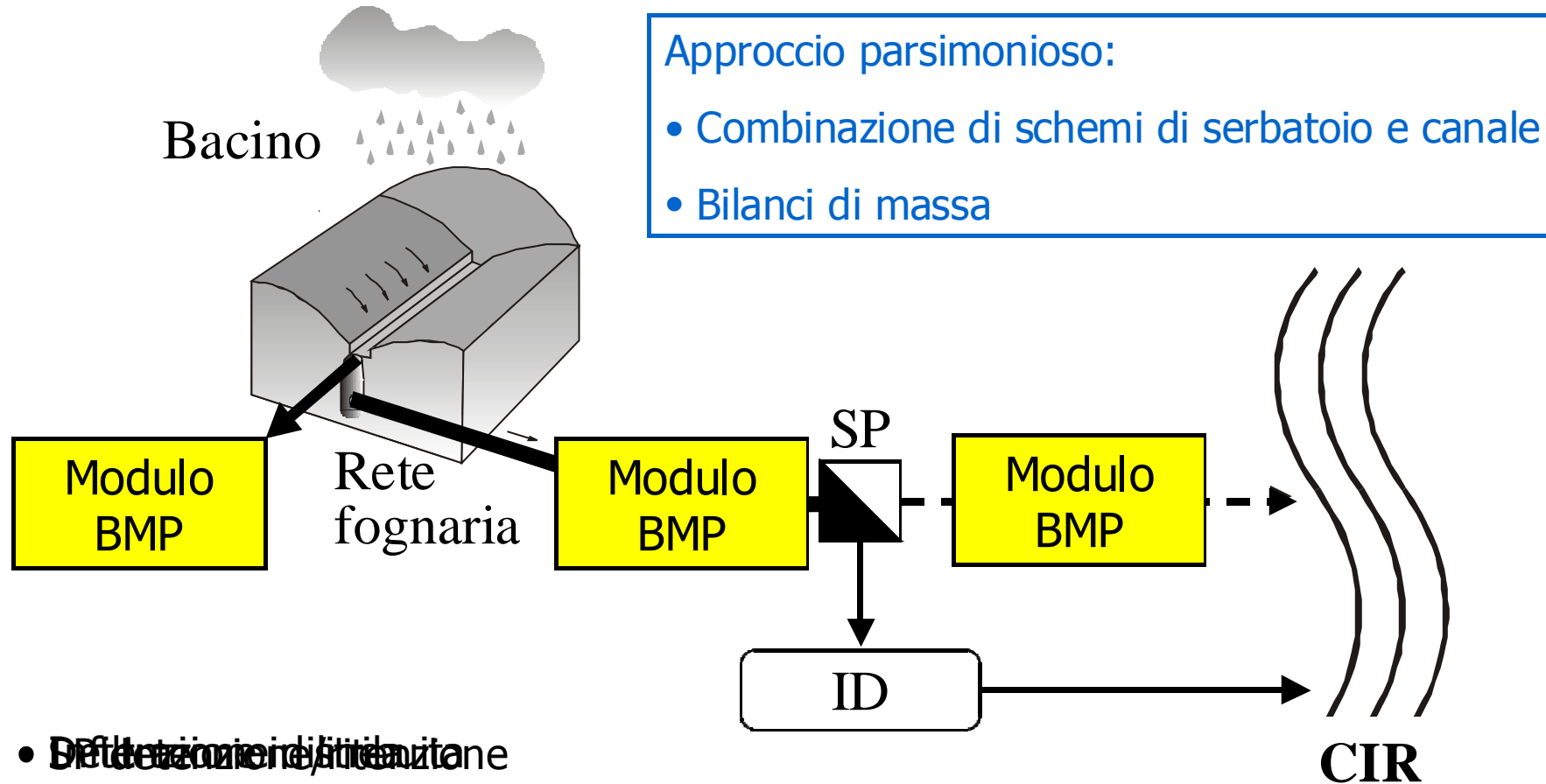
BMP IN LINEA



BMP FUORI LINEA

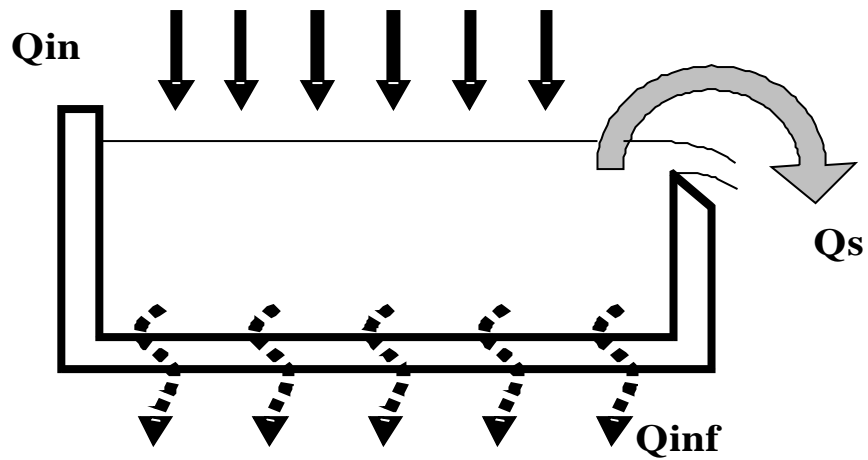


Modellazione matematica del sistema integrato di drenaggio urbano (Mannina et al., 2004)



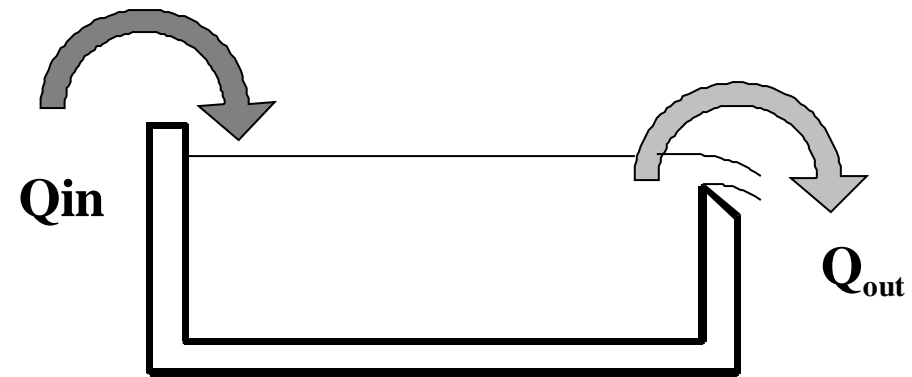
- Diffusione distribuita
- Detenzione distribuita
- Trattamento distribuito
- Controllo distribuito

Modellazione BMPs



$$\frac{dW}{dt} = Q_{in} - Q_{out} - Q_{inf}$$

$$\frac{dC_i W}{dt} = M_{in} - M_{out}$$



$$\frac{dW}{dt} = Q_{in} - Q_{out}$$

$$\frac{dC_i W}{dt} = M_{in} - M_{out}$$

Bacino sperimentale di Parco d'Orleans – Palermo



Applicazione del modello: analisi lungo periodo

Dati di pioggia registrati dal 1993 con pluviometro e data logger con un tempo di acquisizione di **1 sec.**

Dati di portata sono stati registrati dal 1993 con un misuratore ad ultrasuoni installato nella sezione di chiusura del bacino

Dal database sono stati considerati 6 anni di serie in continuo di piogge per la simulazione in continuo di un modello quali-quantitativo

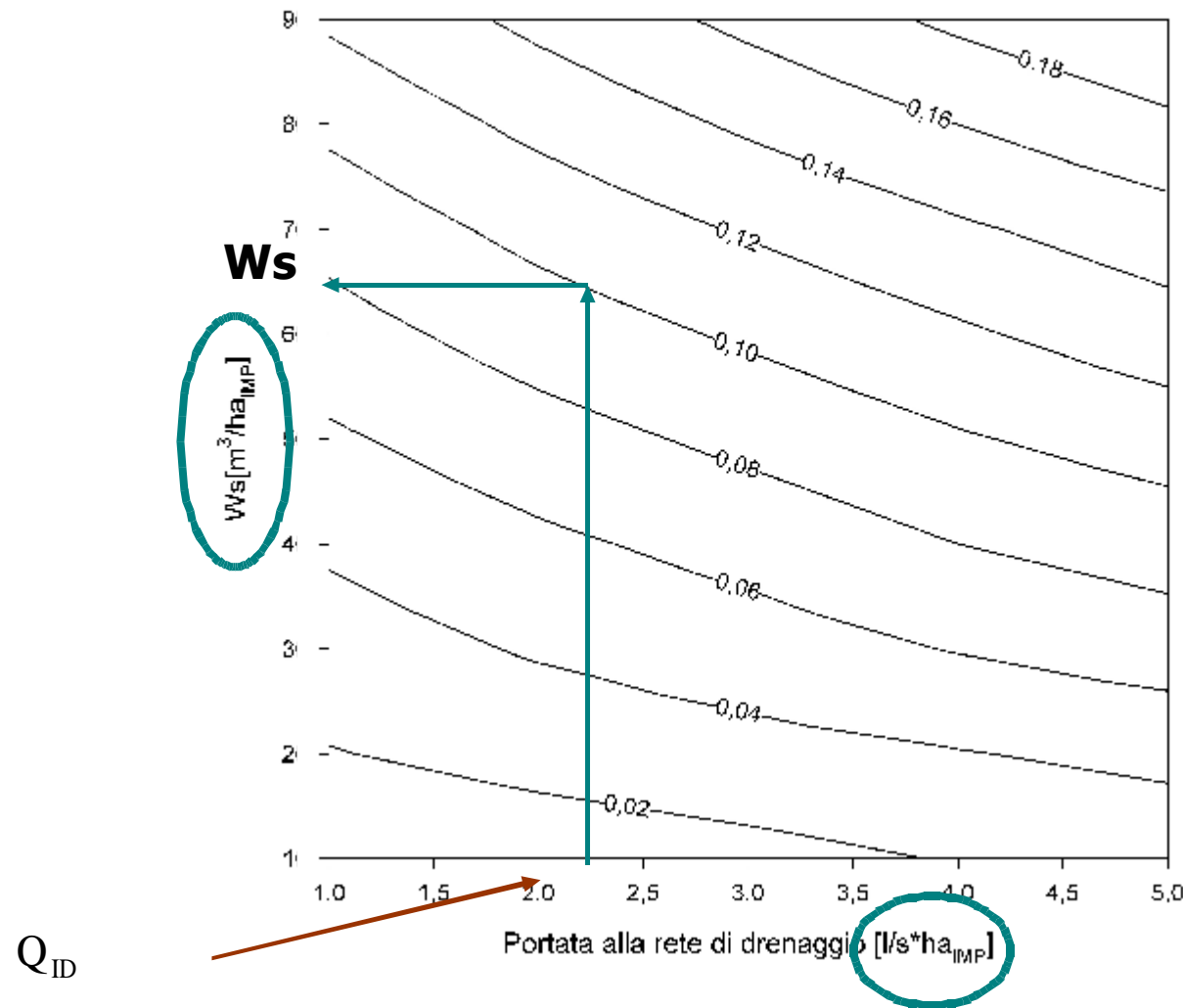
	1994*	1995	1996	1997	1998	1999
Altezz. pioggia [mm]	285	552	655	602	634	582
N° Evento ($V_{\text{pioggia}} > 2\text{mm}$)	22	56	63	73	66	57
Tempo secco medio [giorni]	5.5	4.5	3.8	4.3	4.1	4.6
Intensità media di pioggia [mm/h]	7.2	8.5	9.7	7.7	5.8	6.2
Intensità max di pioggia su 5min [mm/h]	37.8	42.2	57.8	36.5	40.2	42.8
Intensità max di pioggia su 10 min [mm/h]	27.3	28.5	34.3	22.4	33.6	29.2
Intensità max di pioggia su 15 min [mm/h]	22.1	23.2	25.6	19.8	22.7	24.2

* 6 mesi

Abachi di dimensionamento per vasca di transito a completa miscelazione

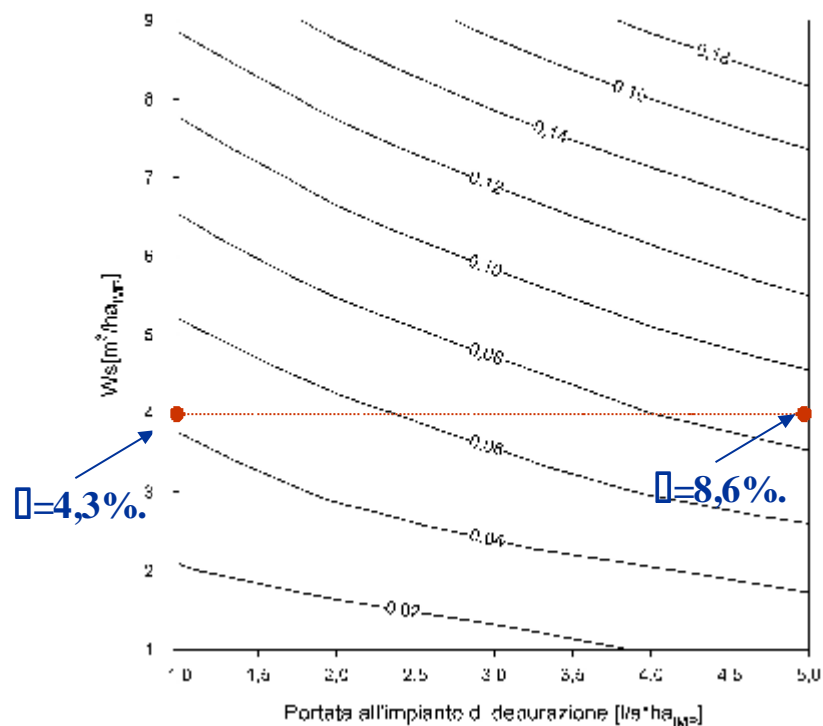
Curve isorendimento per completa miscelazione;
vasca di transito

$$\eta = \frac{M_i - M_s}{M_i}$$



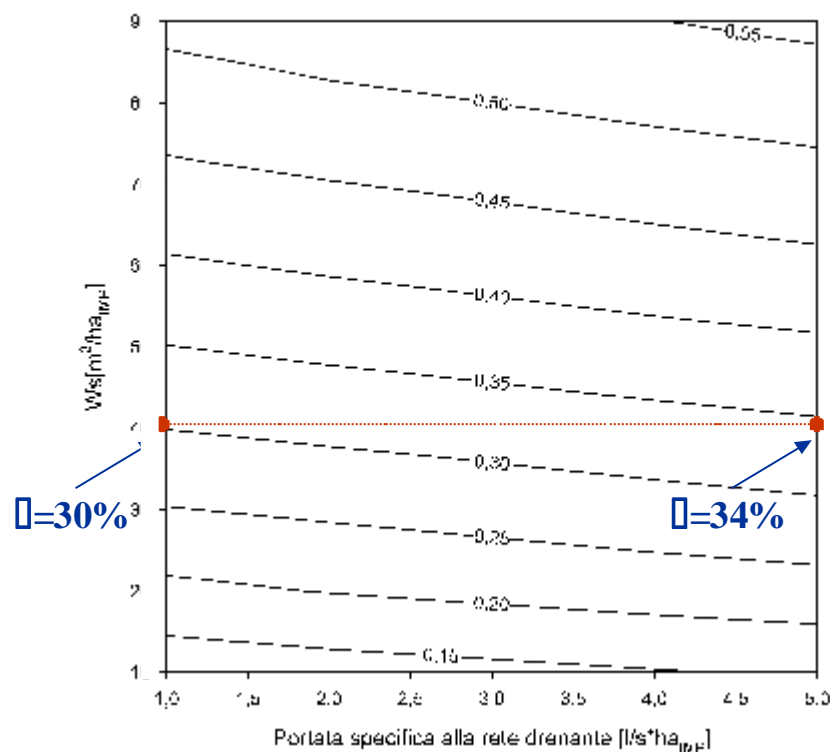
Confronto dei risultati ottenuti

Curve isorendimento per completa miscelazione;
vasca di transito



Vasca di transito $\eta = 4,3 - 8,6 \%$.

Curve isorendimento per vasca di cattura



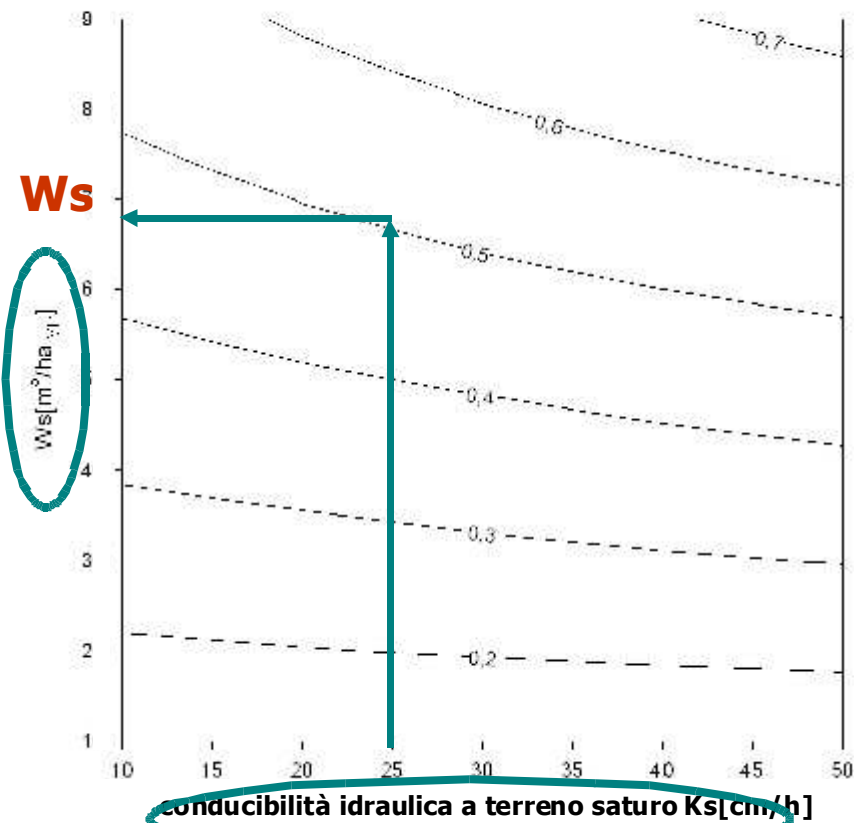
Vasca di cattura $\eta = 30 - 34 \%$.

- Le vasche di cattura tendono ad intrappolare l'inquinante di "first flush"
- Le vasche di transito danno un effetto di laminazione dell'onda di SST in ingresso, ma buona parte della stessa viene restituita in uscita per una durata maggiore

Abachi di dimensionamento vasca a fondo perdenete

Di cattura

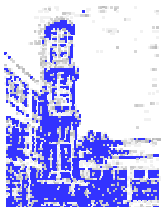
Curve isorendimento per vasche a fondo perdenete
di cattura



conducibilità idraulica a terreno saturo K_s

Conclusioni

- **I criteri di dimensionamento esistenti per le BMPs non sono univoci**
- **I criteri sono scarsamente focalizzati sull'effettivo obiettivo del loro inserimento all'interno del bacino**
- **Un criterio efficace di dimensionamento delle BMPs può essere quello basato sul rendimento di rimozione applicato ad un periodo esteso**
- **Questo tipo di analisi può essere semplificato attraverso l'introduzione di abachi sintesi dei risultati.**
- **Tuttavia occorre prestare cautela alla estendibilità dei risultati e al fatto che la costruzione degli abachi risente della complessità degli schemi di impianto**



Dipartimento di
Ingegneria Idraulica ed
Applicazioni Ambientali

Criteri di dimensionamento di BMP per il controllo delle acque di pioggia in ambito urbano



G.Freni, G. La Loggia, G.Mannina, G.Viviani