

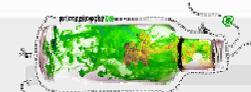
IV Giornata di Studio Acque di Prima Pioggia

Sistemi “naturali” per la gestione degli scarichi fognari in tempo di pioggia

Giorgio Pineschi

Francesco Avolio

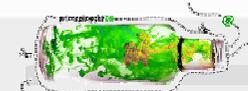
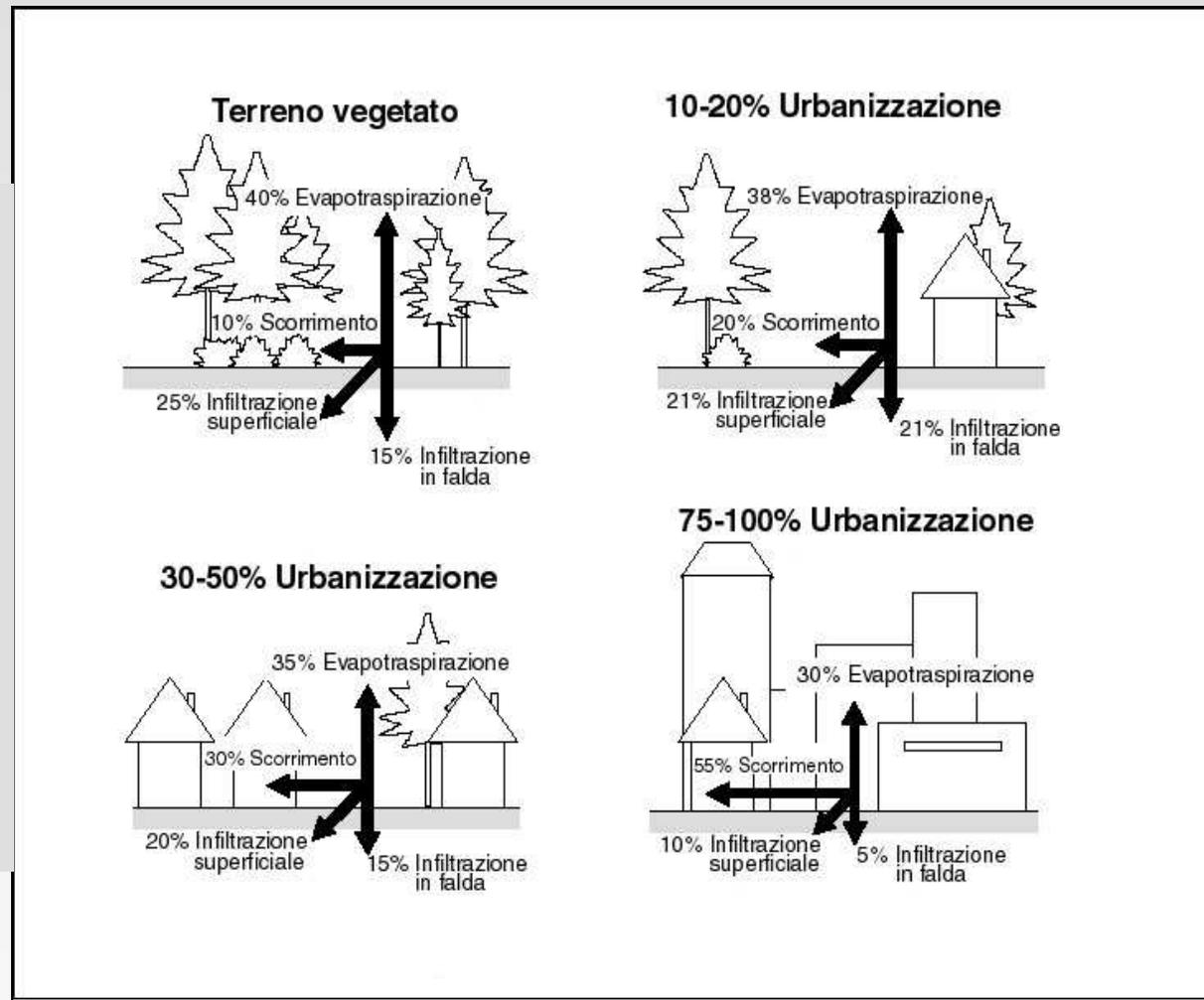
Genova, 24 novembre 2006



Controllo dell'inquinamento diffuso

Best Management Practice per il controllo dell'inquinamento diffuso di origine:

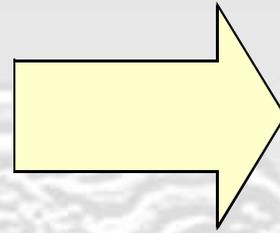
- agricola (nitrati, fosforo, pesticidi)
- urbana (metalli pesanti, particolato, IPA)



Best Management Practice

✓ di prevenzione

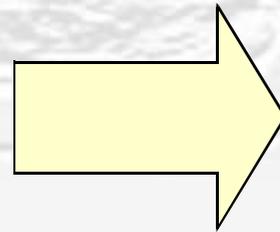
☞ **tecniche gestionali**



qualità

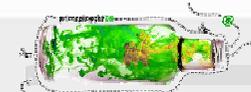
✓ di controllo

☞ **strutturate (sistemi estensivi o "naturali")**



**quantità e
qualità**

☞ **non strutturate**



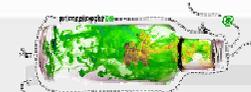
Sistemi Naturali (Estensivi)

Stagni (ponds)

sistemi wetland (fitodepurazione)

Sistemi filtranti vegetati

Multifunzionalità + facilità di gestione
(controllo qualitativo e qualitativo)



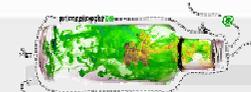
Stagni (storm water ponds)

Presenza di zone permanentemente allagate

Controllo quantitativo: effetto volano

Controllo qualitativo: sedimentazione + assimilazione biologica

- **Stagni permanenti**
- **Stagni a detenzione prolungata**
- **Sistemi a micropool a ritenzione prolungata**



Stagni (storm water ponds)

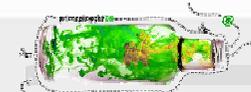
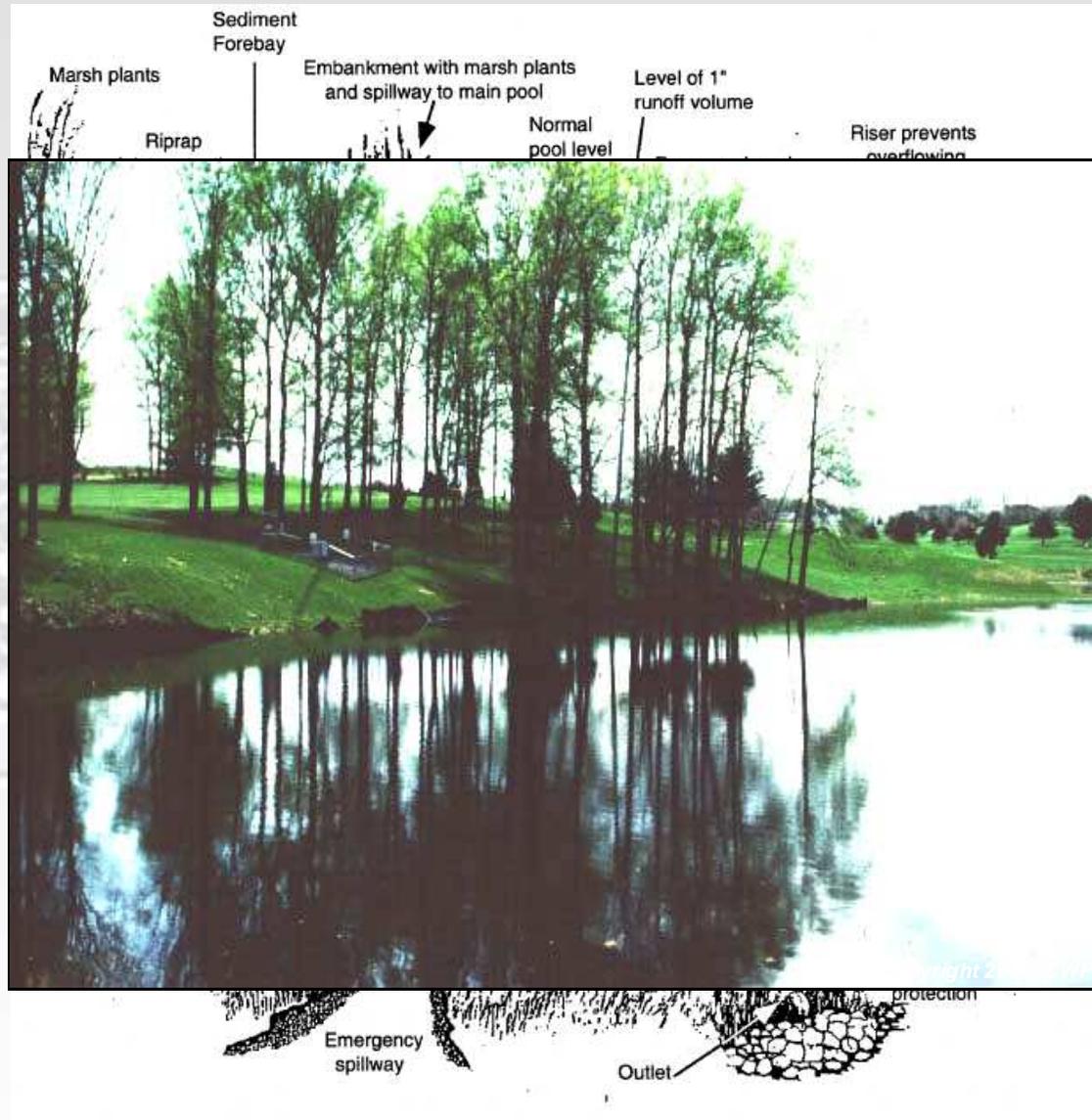
Stagni permanenti (wet pond)

$$V_{\text{stagno}} = \cdot V_{\text{trattamento}}$$

Dimensione minima del
bacino: 10ha

Presenza di zone acqua
bassa

Presenza di una zona
perimetrale vegetata



Stagni (storm water ponds)

Stagni a detenzione prolungata

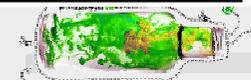
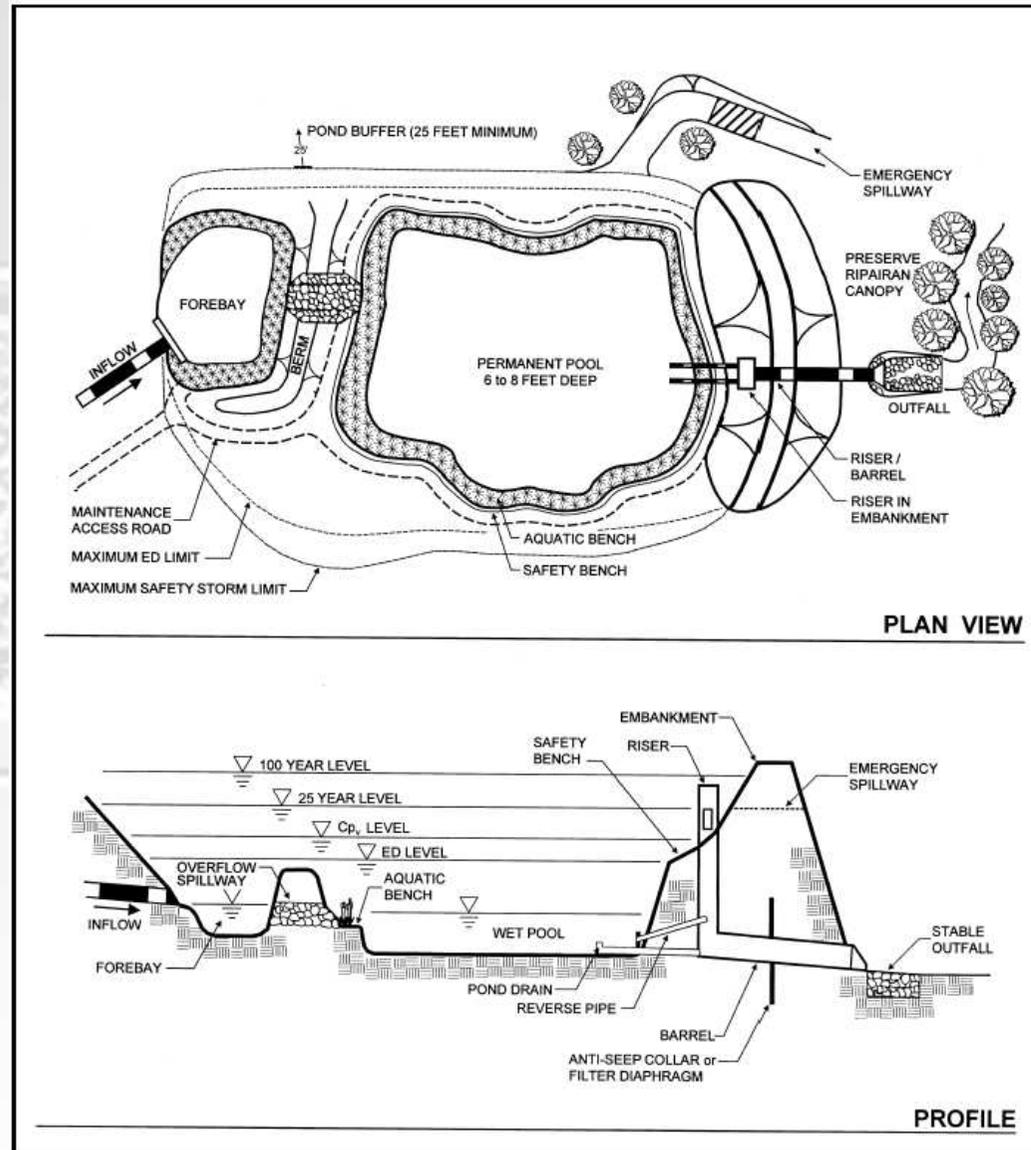
(wet extended detention pond)

$$V_{\text{stagno}} = V_{\text{perm.}} + V_{\text{ex. deten.}}$$

Dimensione minima del bacino: 10ha

Presenza di zone acqua bassa

A parità di efficienza necessitano di minore spazio



Stagni (storm water ponds)

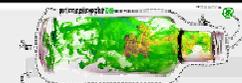
Sistemi a micropool a ritenzione prolungata

(micropool extented detention pond)

In periodo asciutto solo 2 piccole zone sono allagate

Soluzione compatta per bacini di almeno 4 ha

Le acque vengono trattenute almeno 24h



Stagni (storm water ponds)

Alcune indicazioni progettuali

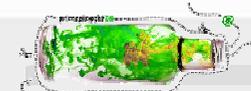
Localizzazione (min 10 ha di bacino, topografia, natura del suolo);

Criteri geometrici ($h_{max} = 2,5$ m; $h = \min 1$ m; evitare corto circuiti, modulare la profondità, disegnare un percorso idraulico);

Pretrattamento o sedimentazione (foreby) dimensionato per contenere 6mm di pioggia per ha impermeabile; profondità 1,2 – 2 m; gestione sedimenti;

Strutture di scarico (micropool)

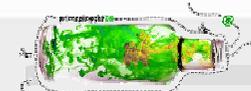
Aspetti vegetazionali

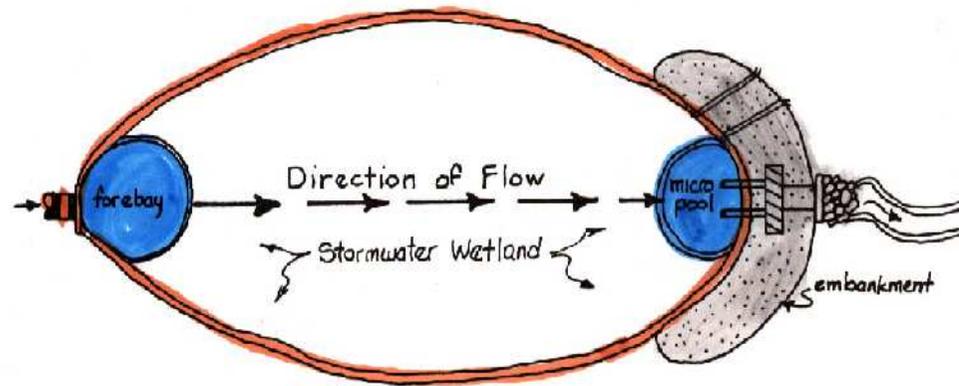


Stagni (storm water ponds)

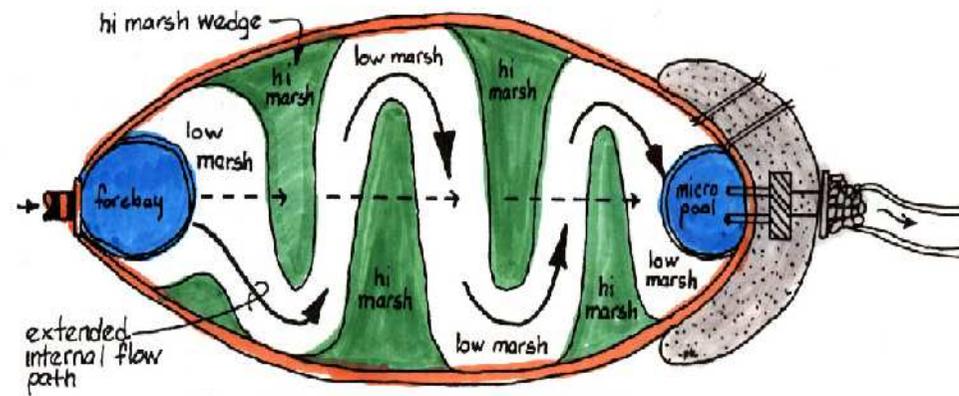
Sintesi dei principali elementi costitutivi

- bacini perennemente allagati (*permanent pool*);
- volumi di stoccaggio e trattamento delle acque di pioggia al disopra dei livelli di invaso permanente;
- zone litorali ad acqua bassa, poste a cornice dei bacini permanenti, che agiscono da zone di fitodepurazione (*aquatic bench*).
- bacino di sedimentazione iniziale (*forebay*) o di un analogo sistema di rimozione dei solidi sospesi.
- sfioratore di emergenza (*emergency spillway*),
- banchinamento perimetrale di sicurezza (*safety bench*),
- zona perimetrale tampone (*buffer*)
- interventi di inserimento ambientale e paesaggistico.

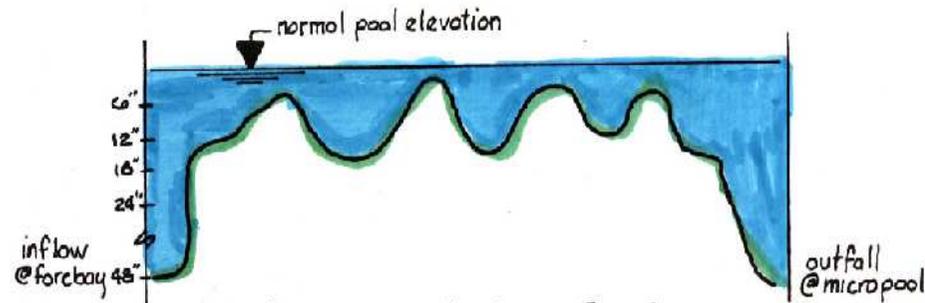




A. NORMAL FLOW PATH

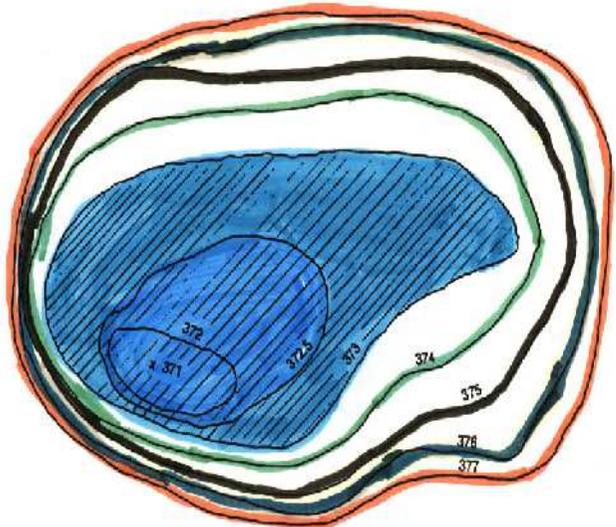


B. DRY WEATHER FLOW PATH

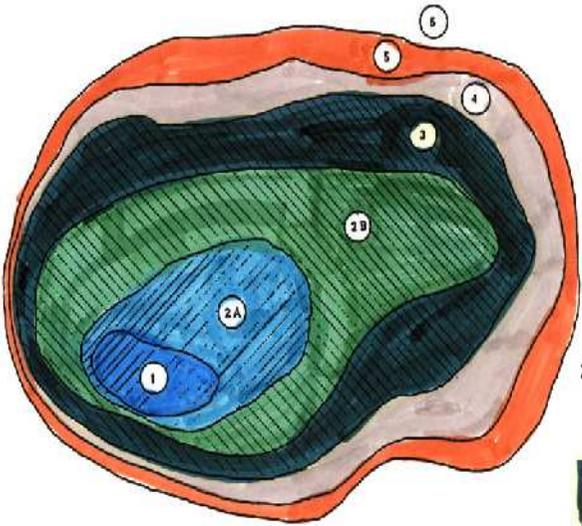
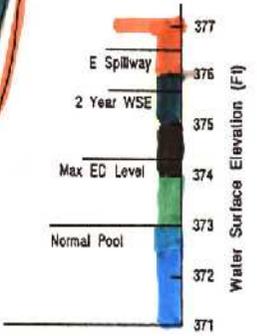


C. CROSS-SECTION FROM INFLOW TO OUTFALL

Pondscaping Zones in a Stormwater Wetland (Plan view)



Wetland Topography and Storm Elevations



Determine Approximate Pondscaping Elevations

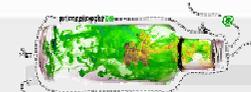


Sistemi Wetland

Aree umide costruite artificialmente o ricostruite con presenza di vegetazione terrestre o semiacquatica (macrofite)

Per il trattamento delle acque di pioggia possono essere impiegati sistemi di fitodepurazione:

- a flusso superficiale (FWS – Free Water Surface)
- a flusso subsuperficiale
 - Sistemi a flusso subsuperficiale orizzontale (HF)
 - Sistemi a flusso subsuperficiale verticale (VF)



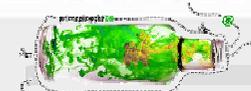
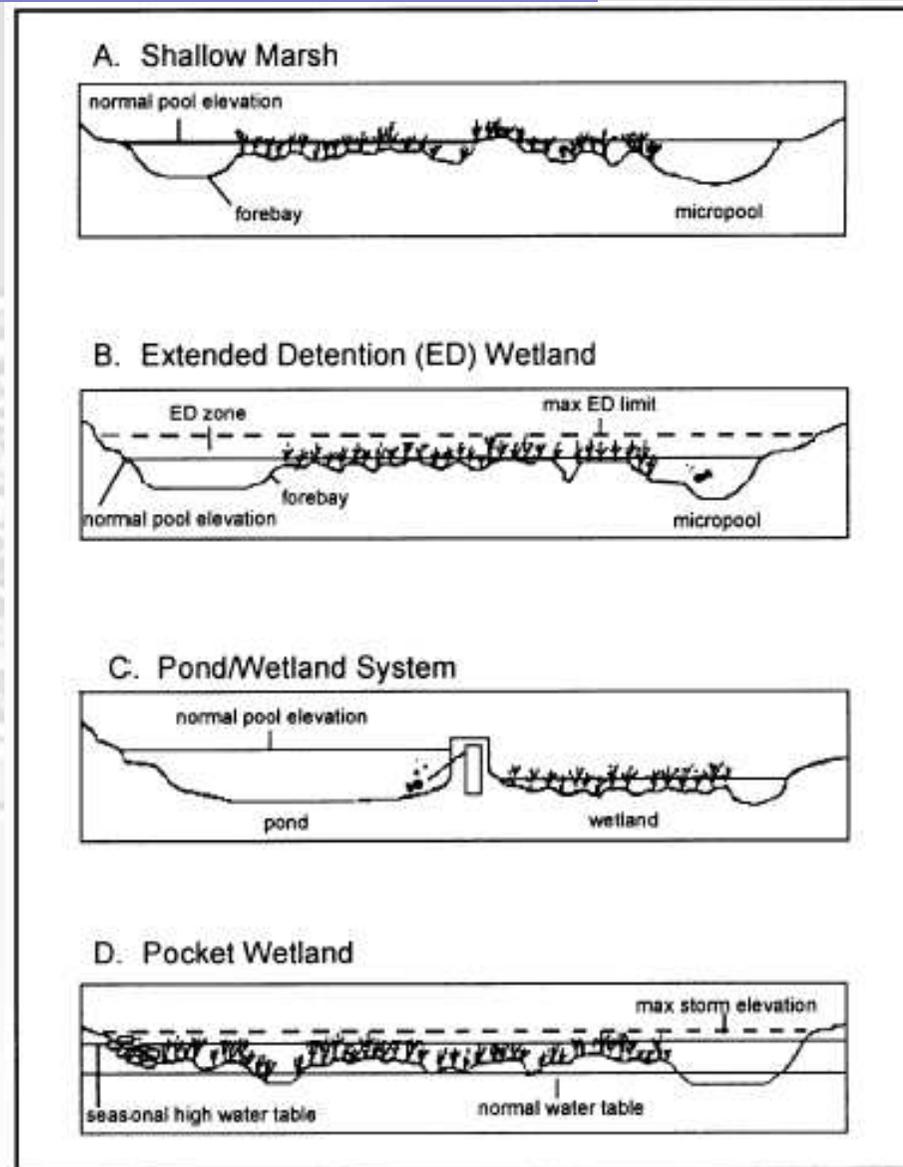
Sistemi Wetland

**Sistemi a flusso
superficiale**

**(FWS – Free Water
Surface)**

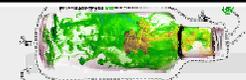
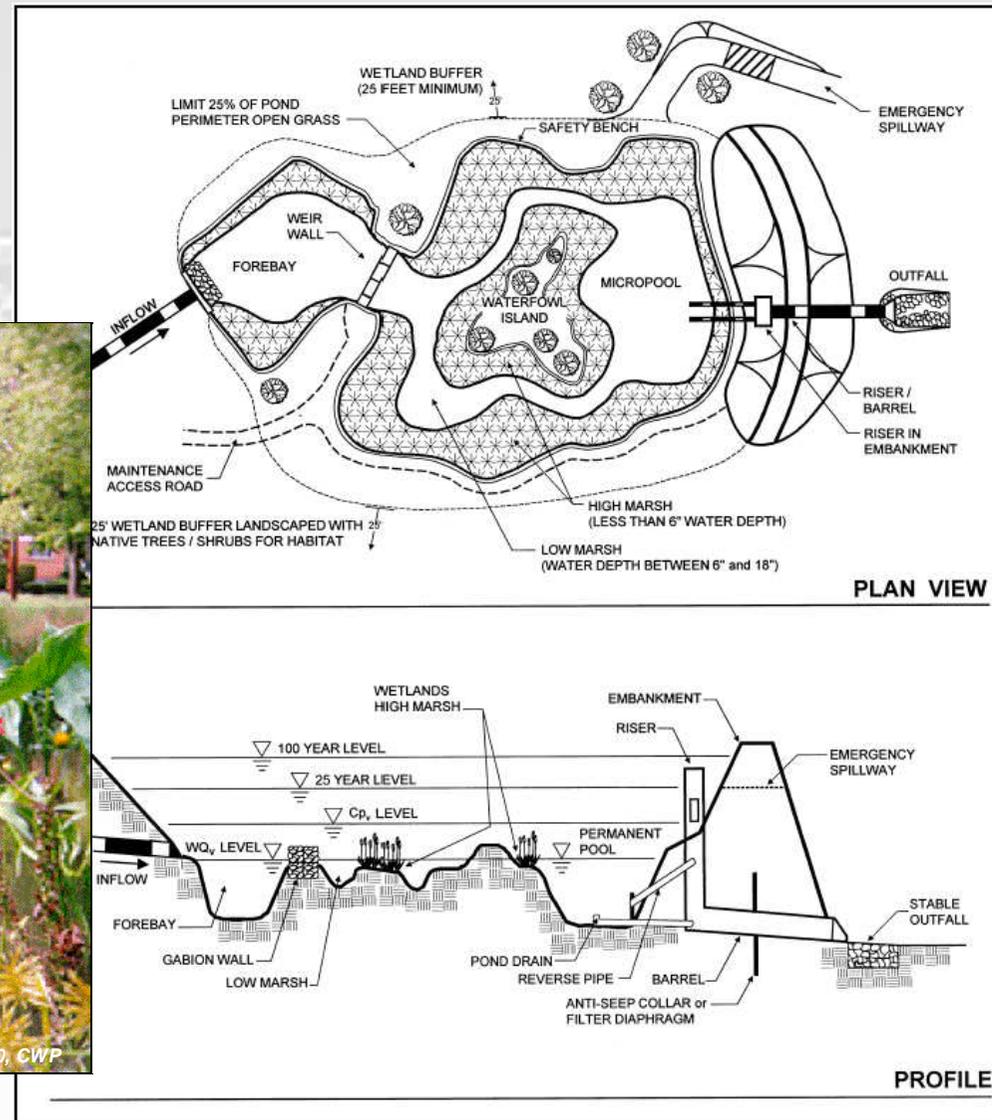
Aspetto naturale

Forte vocazione multifunzionale



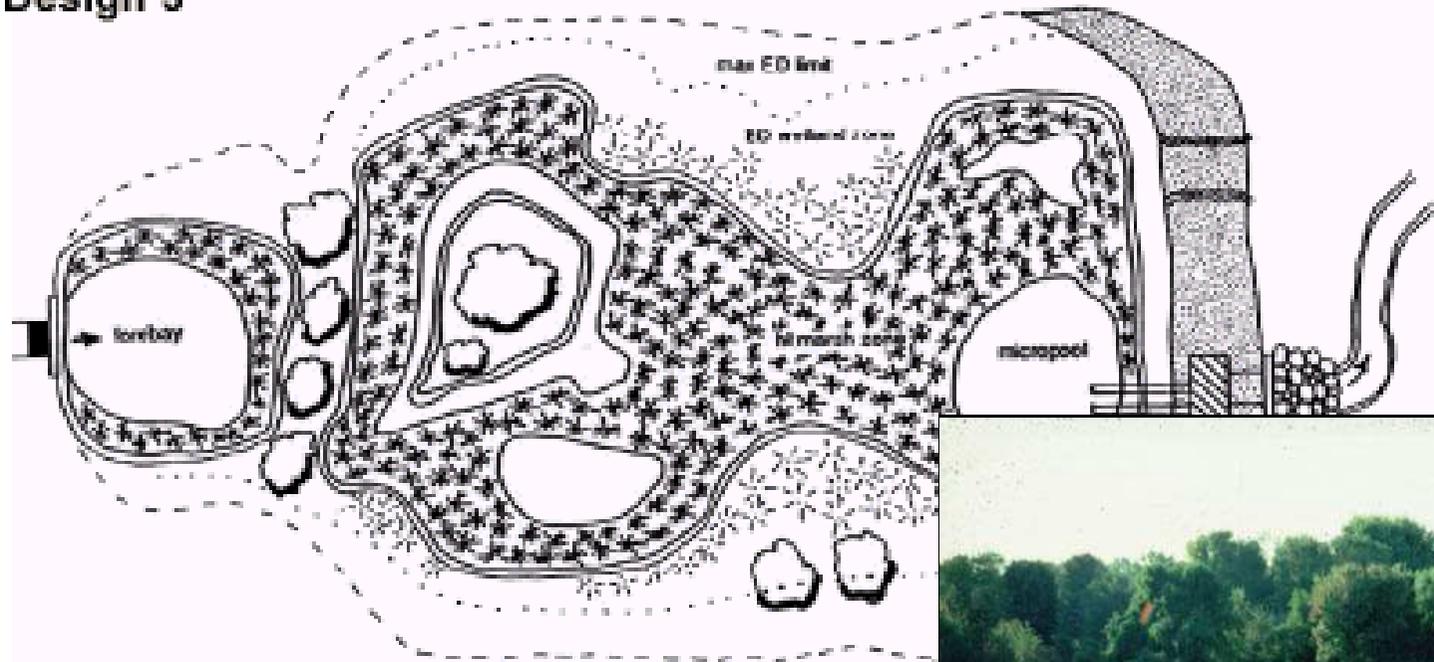
Sistemi Wetland

Sistema Wetland tradizionale



Sistemi Wetland

Design 3



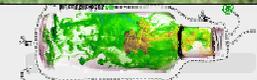
ED Wetland



Copyright 2000, CWP

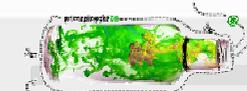


Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare



Principali parametri di progetto (Schueler, 1992 adattato da R. Iannelli)

PARAMETRI DI PROGETTO	SHALLOW MARSH	POND/WETLAND	EXT. DETENTION WETLAND	POCKET WETLAND
<i>Area Wetland</i> <i>Area bacino servito</i>	0,02	0,01	0,01	0,01
<i>Area ottimale del bacino servito</i>	≥ 10 ha	≥ 10 ha	≥ 5 ha	0,5 ÷ 5 ha
<i>Comparti con acque profonde</i>	forebay; canali; micropool	pond; micropool	forebay; micropool	Micropool (se possibile)
<i>Regolatore idraulico di uscita</i>	Condotta ascendente derivata dal bacino finale dotata di paratoia di regolazione			Stramazzo a larga soglia + drenaggio di fondo
<i>Frequenza approssimativa di rimozione dei sedimenti</i>	Pulizia del forebay ogni 2 – 5 anni	Pulizia dello stagno ogni 10 anni	Pulizia del forebay ogni 2 – 5 anni	Pulizia totale ogni 5-10 anni
<i>Rapporti volumetrici (%)</i>	40% pool 60% marsh 0% ext. detention	70% pool 30% marsh 0% ext. detention	20% pool 30% marsh 50% ext. detention	40% pool 60% marsh 0% ext. detention



Sistemi Wetland

Metodi di dimensionamento dei sistemi FWS

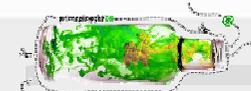
WWAR – Watershed/Wetland Area Ratio (range 1- 5%)

Efficacia Idrologica (% del flusso totale prodotto in un bacino – es. 90%)

Modelli cinetici del 1° ordine (modello “k-c”, metodo di Reed)

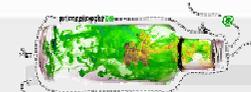
Metodo parametrico

<i>Carico specifico massimo</i>	<i>Concentrazione in uscita</i>
45 kg BOD/ha/d	< 20 mg/l
60 kg BOD/ha/d	30 mg/l
30 kg TSS/ha/d	< 20 mg/l
50 kg TSS/ha/d	30 mg/l



Meccanismi di rimozione degli inquinanti nelle Stormwater Wetlands

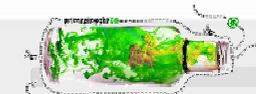
- Sedimentazione
- Adsorbimento nei sedimenti/vegetazione/detriti
- Filtrazione
- Metabolismo Microbico
- Uptake da parte della vegetazione
- Uptake da parte delle alghe
- Detenzione prolungata e ritenzione



Sistemi Wetland

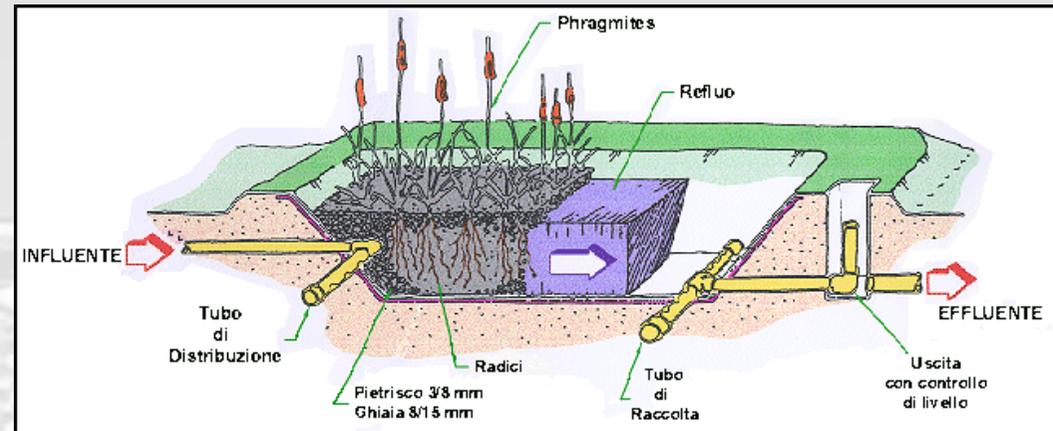
Concentrazione di Background nei sistemi FWS

<i>Costituente</i>	<i>Intervallo di concentrazione</i>	<i>Unità di misura</i>
BOD ₅	1 – 10	mg/l
TSS	1 – 6	mg/l
N organico + TN	1 – 3	mg/l
Coliformi fecali	50 – 5.000	MPN/100 ml
NH ₄ - N	< 0.5	mg/l
NO ₃ - N	< 0.1	mg/l
TP	< 0.1	mg/l

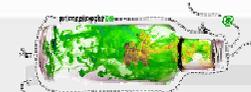
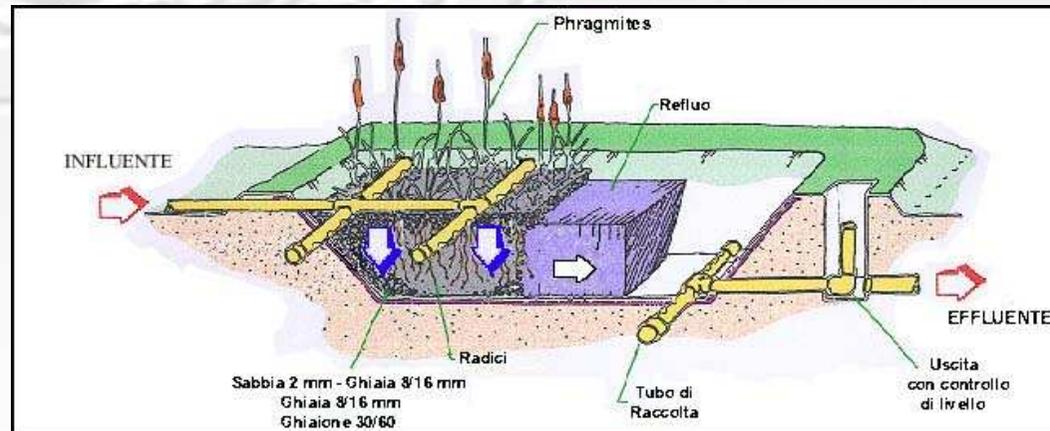


Sistemi Wetland

hSFS - Horizontal Subsurface Flow System



vSFS - Vertical Subsurface Flow System



Sistemi Wetland

Dimensionamento sistema orizzontale con fattore di carico areale (ALR)

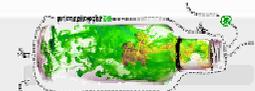
ALR determinato sulla base
di numerose esperienze

ALR per il BOD = 6 gr/mq*g

ALR per i SST = 20 gr/mq*g



- Si ricava la superficie con l'ALR
- Si determina l'area trasversale e le perdite di carico con la legge di Darcy



Sistemi Wetland

Dimensionamento dei sistemi verticali

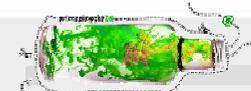
L'efficienza di nitrificazione dipende solo dall'ossigeno quando :

- La capacità di infiltrazione è sufficiente (no clogging)
- Il carico di azoto è $< 6,5 \text{ gN} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

Altri variabili non sono significative

Dal dimensionamento deve scaturire che:

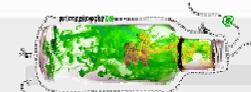
$$\text{O}_2\text{-in. diffusione} + \text{O}_2\text{-in. convezione} - \text{domanda di O}_2 > 0 \text{ [g/d]}$$



Sistemi Wetland

Efficienze depurative (dati EPA,2003)

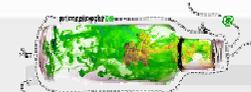
	SS	Total N	Total P	Coli Fecali
SSF systems				
Valore medio	85.4%	44.6%	50.4%	88.5%
Range	67-97%	25-98%	20-97%	80-97%
SF systems				
Valore medio	73.3%	63.3%	50.2%	92.5%
Range	13-99%	1.6-99%	7-98%	86-99%



Sistemi Wetland

Efficienze depurative (da Center of Watershed Protection '97 – EPA 832-F-99-025)

<i>Inquinante</i>	<i>Rimozione</i>
SST	67%
Ptot	49%
Ntot	28%
Corg	34%
Idrocarburi	87%
Cd	38%
Cu	41%
Pb	62%
Zn	45%
Batteri	77%



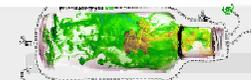
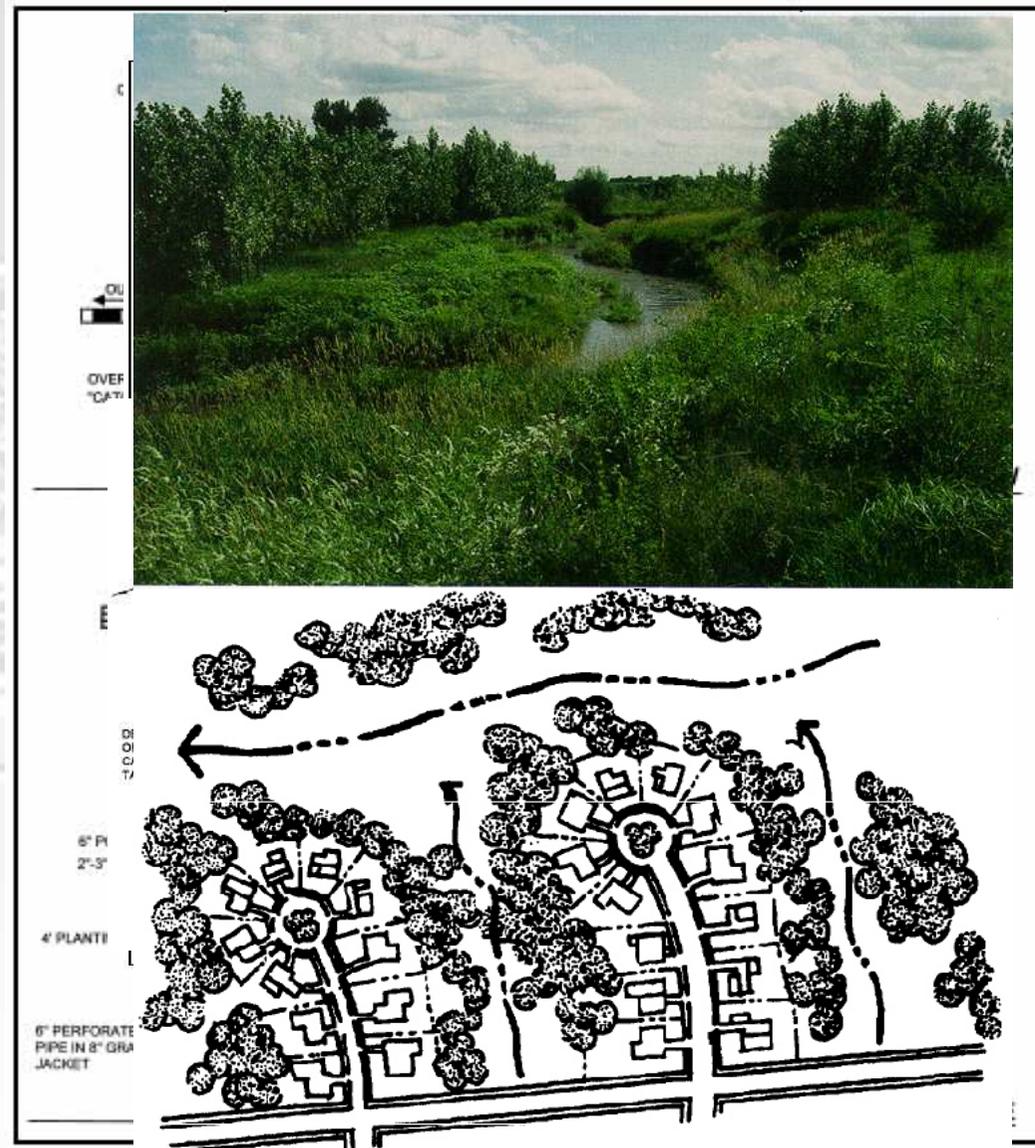
Sistemi filtranti vegetati

Fasce Filtro
(vegetated filter strip)

Aree Tampone
(vegetated natural buffer)

Canali Inerbiti
(grassed swales)

Aree di Bioritenzione
(bioretention areas)



La gestione delle acque di pioggia in ambiente urbano

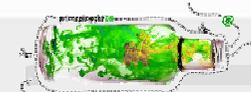
Problematica di grande rilievo

Fase di complessivo riordino delle “regole”

Necessità di scrivere/aggiornare i piani di settore

Maturazione del mondo scientifico e, solo parzialmente, di quello amministrativo

Concreta opportunità di gestire le acque in ambiente urbano con criteri di maggiore razionalità ed efficienza, anche ricorrendo a soluzioni “naturali”



**Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e
del Mare**

Direzione Generale per la Qualità della Vita

Via Cristoforo Colombo 44, 00147 Roma

Giorgio Pineschi Tel 06 57225153 Fax 06 57225193

e-mail: pineschi.giorgio@minambiente.it

