

Interreg
CENTRAL EUROPE



CWC

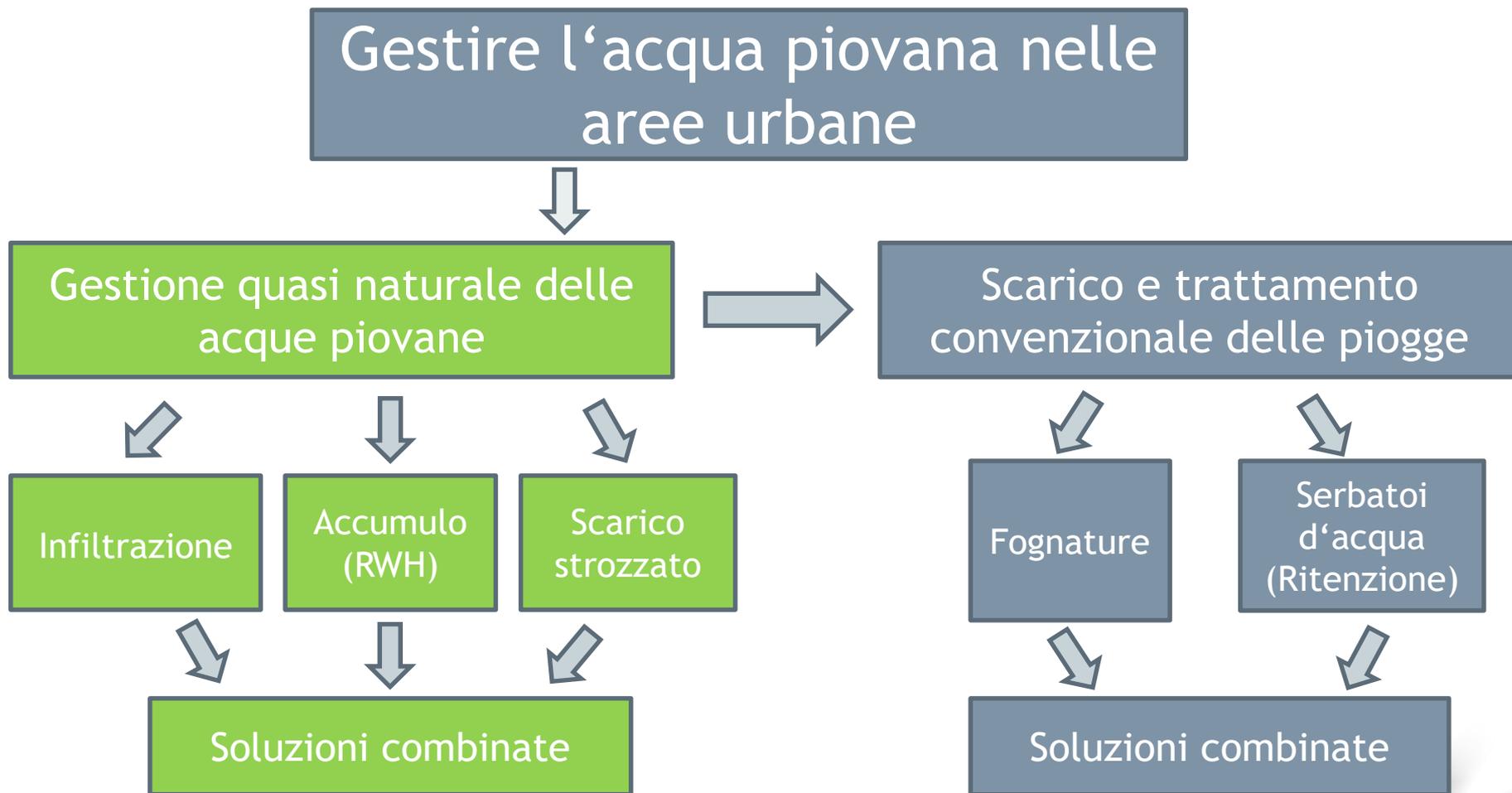
European Union
European Regional
Development Fund

TAKING
COOPERATION
FORWARD

 Torino, 7/5/2020

 **Raccolta acque piovane**

 PhD Ing. Anacleto Rizzo, IRIDRA SRL



(Source: Adattato da Londong & Nothnagel)



Impatti dei cambiamenti climatici sul sistema fognario convenzionale

Piogge estreme ed eventi di piena



Flooded streets in Bonn in 2013 (Photo: Stephan Knopp GA/Bonn)



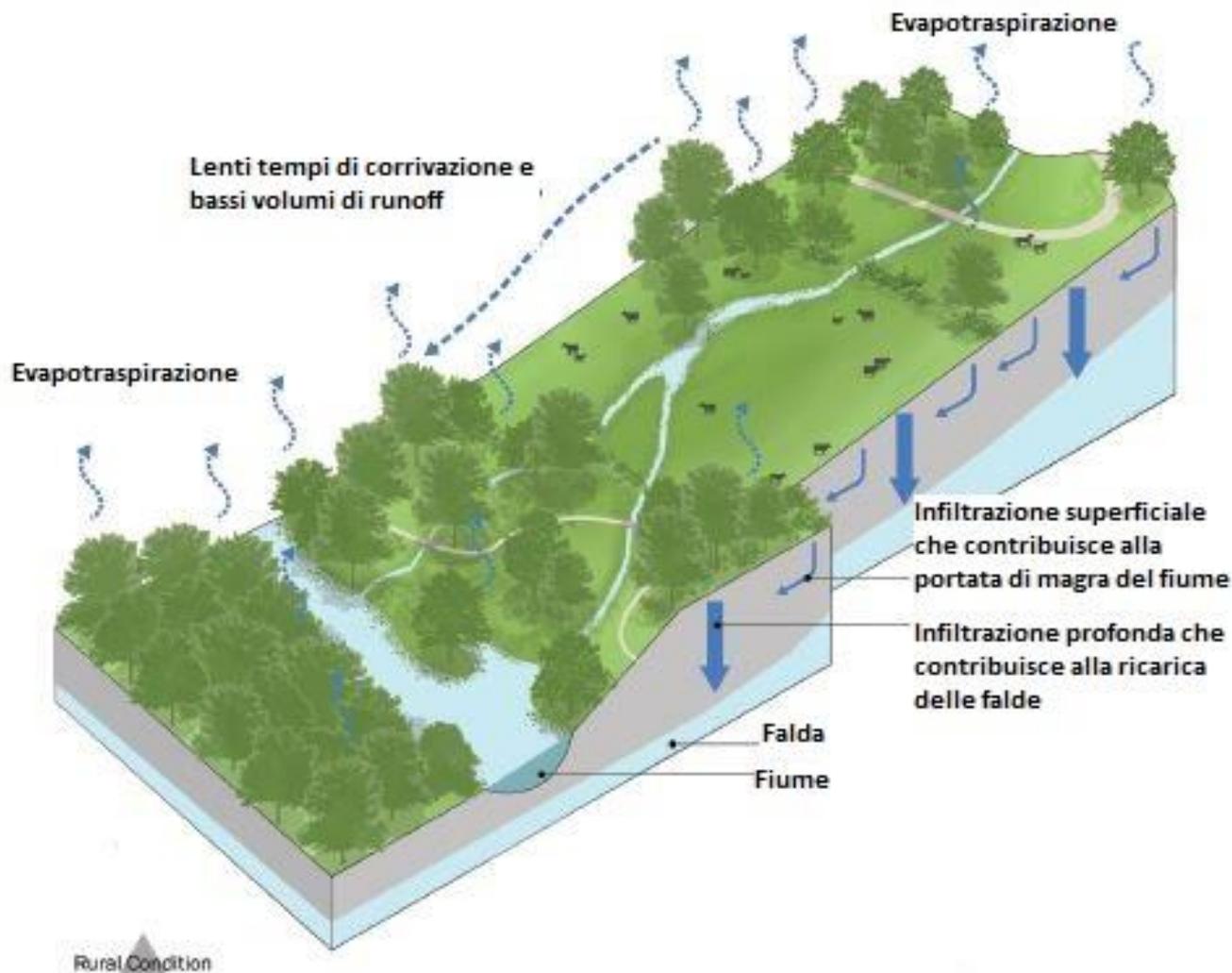
Aumento della frequenza di eventi estremi

Inondazione



Siccità

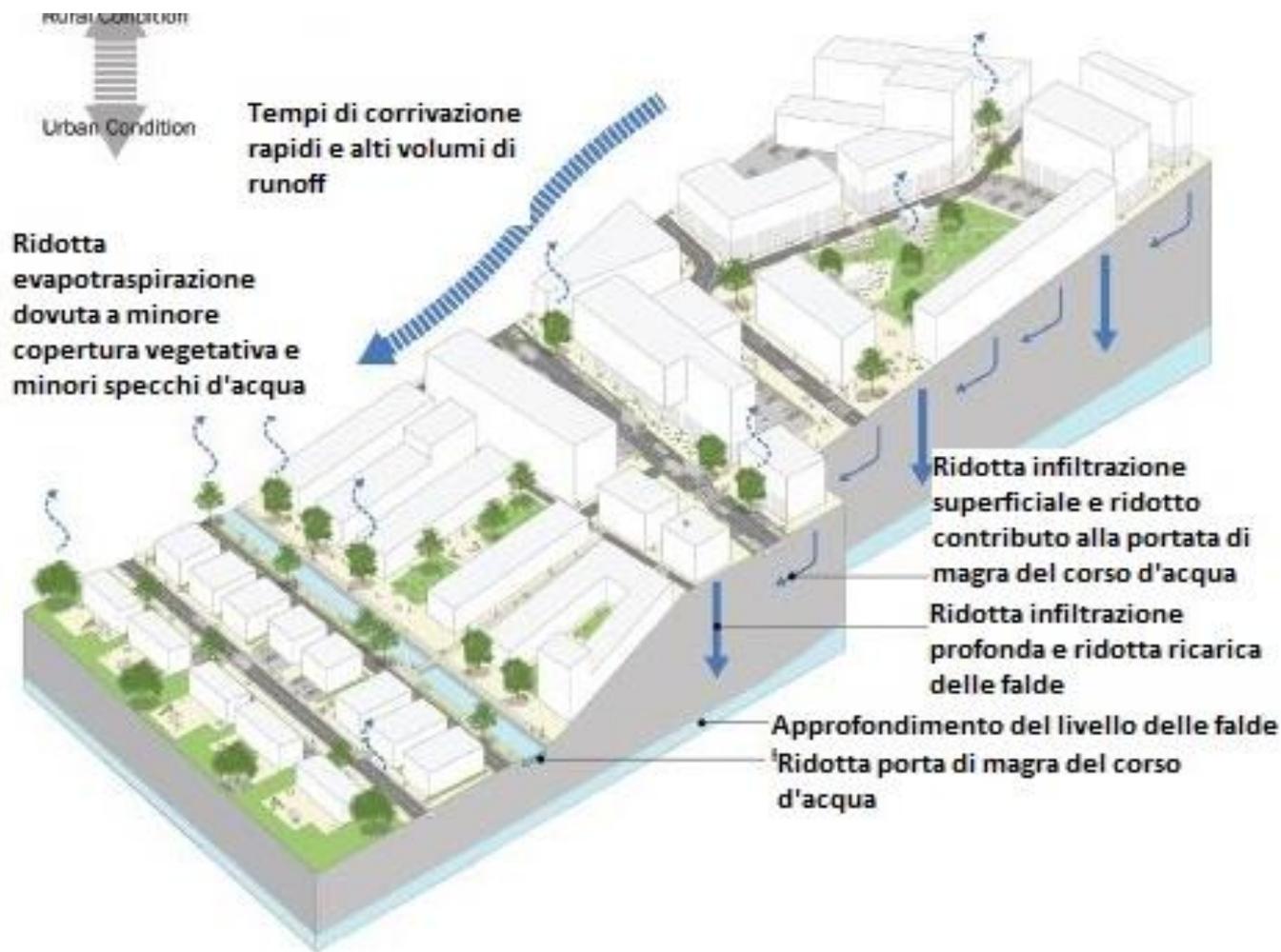




Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



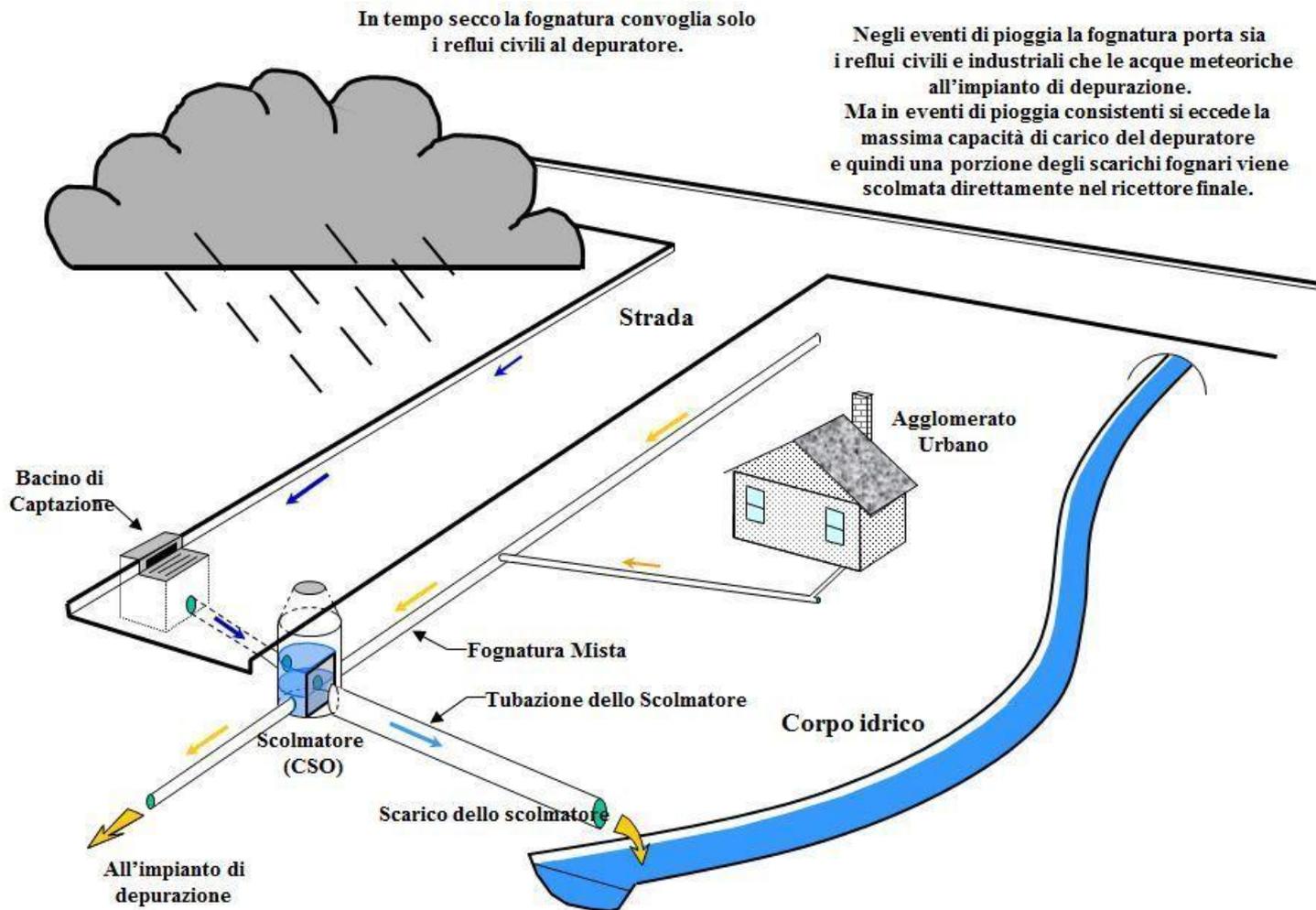
POST-SVILUPPO



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



SCARICO CENTRALIZZATO



in fognatura combinata (senza ritenzione):

- Sovraccarico delle fognature a causa della maggiore frequenza di eventi di forti piogge
per esempio, a Berlino, circa 40 fognature straripano ogni anno
➔ impatti negativi sia sulla flora che sulla fauna, mortalità dei pesci, etc.
- Carico elevato di inquinanti, specialmente dalle superfici più trafficate, si riversa nei corpi idrici (per esempio microplastiche, metalli pesanti, ...)
- Stabilisce equilibri idrici innaturali:
riduzione del processo di evaporazione locale
riduzione della ricarica locale delle acque sotterranee
Info: il bilancio naturale dell'acqua a Berlino è dato dall'80% evaporazione, 20% ricarica della falda e dallo 0% di deflusso superficiale.



Soluzioni tecnologiche in fognatura combinata senza trattamento (ritenzione):



Bacini di straripamento misti a Berlin-Wedding (Photo: BWB)

- Costruzione di costosi bacini sotterranei per la ritenzione dell'acqua piovana (Fognature di accumulo a Berlino circa 3,000 €/m³)

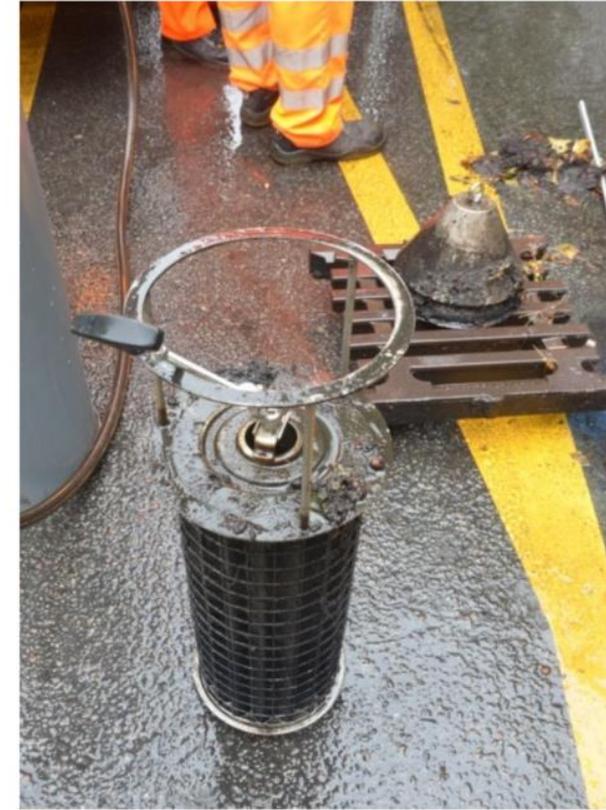


Muro per l'attivazione dello spazio di stoccaggio a Berlino-Wedding (Photo: BWB)



SCARICO CENTRALIZZATO

con pretrattamento in loco decentralizzato (nei calanchi stradali):



▼ Diversi sistemi di pretrattamento decentralizzato dell'acqua piovana a Clayallee, Berlino (Photo: KWB, Sieker)



Soluzioni naturali per fognatura combinata con trattamento



Science of The Total Environment

Volume 727, 20 July 2020, 138618



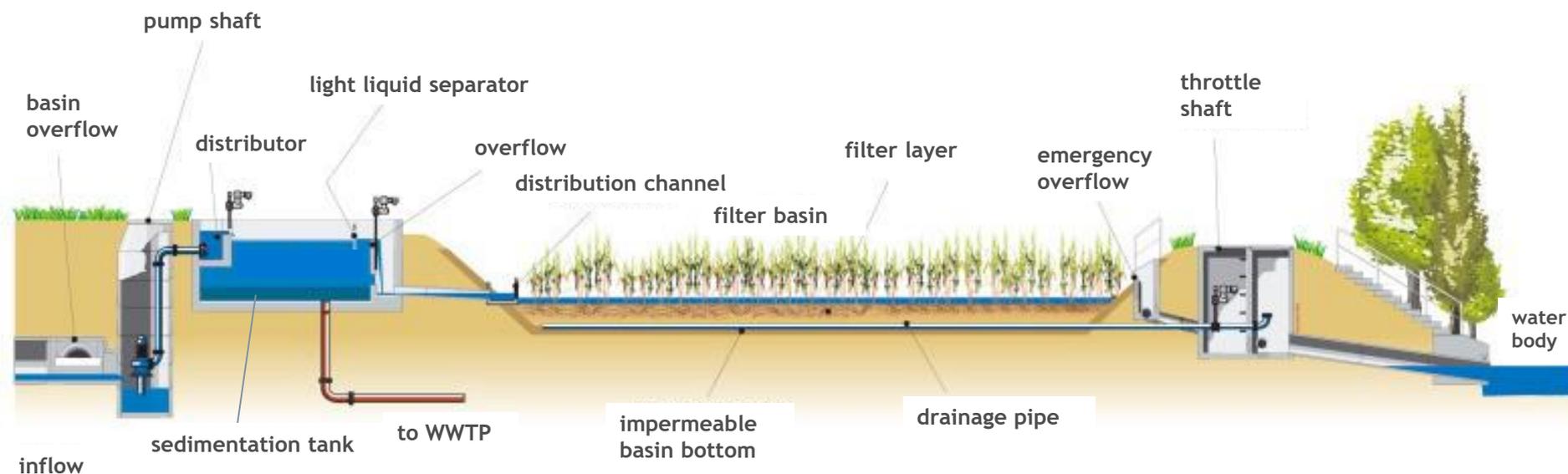
Review

Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: A state-of-the-art review

A. Rizzo^a, K. Tondera^{b, c, d, e}, T.G. Pálffy^{c, j}, U. Dittmer^d, D. Meyer^e, C. Schreiber^f, N. Zacharias^f, J.P. Ruppelt^g, D. Esser^h, P. Molle^c, S. Troeschⁱ, F. Masi^a



Schema di funzionamento fitodepurazione per sfiori



(Source: BWB)



Esempi fitodepurazione per sfiori tedeschi



(Source: Retentionsbodenfilter : Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, 2015)



SCARICO CENTRALIZZATO

Esempi fitodepurazione per sfiori italiani: Parco dell'Acqua di Gorla



(Source: IRIDRA Srl, Masi et al., 2017)

Esempi fitodepurazione per sfiori italiani: Depuratori di testa

Depuratore Carimate (CO): 70000 AE, 13000 mq
fitodepurazione convenzionale (Photo: Google)



(Source: IRIDRA Srl)

Depuratore Merone (CO): 120000 AE, 5500 mq
fitodepurazione aerata (Photo: Google)



Priorità nella gestione delle acque di pioggia

- 
1. Arresto/riduzione dell'impermeabilizzazione di aree Urbane
 2. Raccolta e riutilizzo in loco dell'acqua piovana
 3. Ritenzione dell'acqua piovana
 4. Infiltrazione dell'acqua piovana (ricarica degli acquiferi)
 5. Scarico controllato nei corpi idrici e negli impianti di trattamento



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Ritorno al passato



Benefici della raccolta dell'acqua piovana

- L'acqua piovana è relativamente pulita e la sua qualità è generalmente sufficiente per molte applicazioni già con pochi o addirittura nessun trattamento
- L'acqua piovana ha una salinità bassa e può essere riutilizzata per diverse applicazioni in cui è richiesta acqua dolce come per il bucato, il raffreddamento e nell'industria (scambiatore di ioni, ecc.)
- Si può risparmiare fino al 50% della domanda d'acqua domestica
- Si possono ridurre i costi energetici per il raffreddamento:
1 m³ di acqua di pioggia **evaporata rilascia 680 kWh di energia**
- Riduce la portata che le fognature devono drenare e quindi le inondazioni nelle aree urbane
- La raccolta di acqua piovana è una tecnologia flessibile che può essere progettata per soddisfare ogni richiesta
- Contribuisce all'autosufficienza nell'approvvigionamento



Qualità acque raccolte - possibili inquinanti

- sostanze presenti in atmosfera che si associano all'acqua nel corso dell'evento piovoso (piogge acide)
- sostanze di decadimento rilasciate dai materiali che compongono i sistemi di raccolta e/o stoccaggio delle acque (ad esempio piombo da converse o raccordi, idrocarburi e/o polimeri dalle guaine impermeabili, polveri e frammenti da tegole, coppi, lastre, ecc.);
- sostanze di natura organica e non trasportate dal vento che si depositano sulle coperture e/o sulle superfici destinate alla raccolta della pioggia (residui di foglie, fango, sabbia, limo, ecc. sedimentati in grondaie e pozzetti);
- parassiti, batteri e virus derivati dallo sterco di uccelli ed animali che hanno accesso alla copertura e alle superfici di raccolta;
- idrocarburi policicli e altri inquinanti di provenienza “automobilistica” nel caso di piazzali o strade



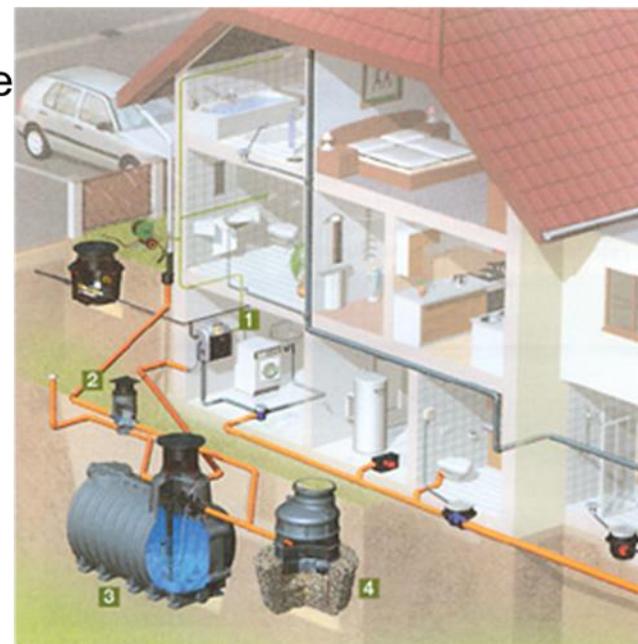
Schema impianto



Un moderno sistema di raccolta della pioggia si basa fundamentalmente su tre elementi:

- la rete che raccoglie le acque dalla superficie drenata e le filtra prima di immetterle nella cisterna;
- la cisterna;
- il sistema di sollevamento e distribuzione delle acque per gli usi previsti

IN BASE ALLA QUALITA' DELLE ACQUE RACCOLTE E AL TIPO DI RIUSO PREVISTO SI DECIDE IL TIPO DI TRATTAMENTO RICHIESTO



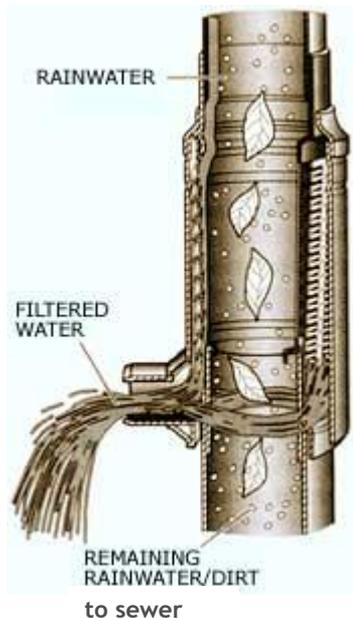
RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

L'installazione della griglia di protezione dalle foglie riduce la manutenzione



Filtri per acqua piovana

Diversi tipi di filtri meccanici per diverse scale di utilizzo (downpipes, in-tank, pre-tank, post-tank filters, ...)

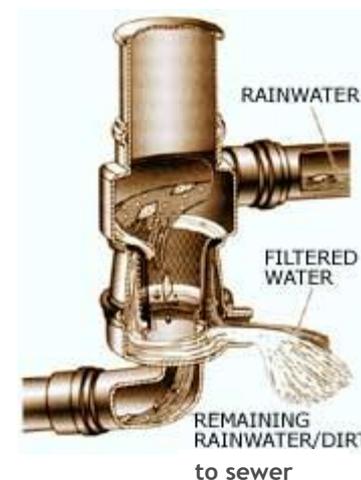


Un collettore filtrante per tubi di scolo devia il 90% dell'acqua piovana in un serbatoio di accumulo attraverso un filtro a rete in acciaio inossidabile da 0,17 mm

(WISY AG filters. Source: John Gould and Erik Nissen-Petersen (1999) Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply - Design, Construction and Implementation)



Un filtro di aspirazione fine galleggiante assicura che l'acqua piovana sia pompata dal livello più pulito del serbatoio e sia priva di particelle



Un grande filtro a vortice devia il 90% del deflusso dell'acqua piovana da aree del tetto fino a 500 m²



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Filtri per l'acqua piovana



Filtri per tetti con area fino a 500 m² (Source: Otto Graf GmbH)



Filtri per tetti con area fino a 6000 m² (Source: INTEWA GmbH)

Filtro per condotte



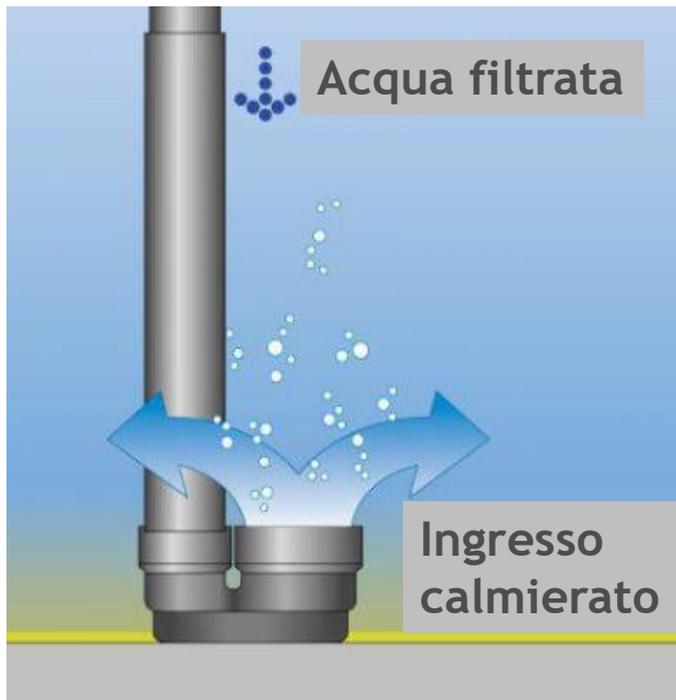
(Source: Wisy, AG)



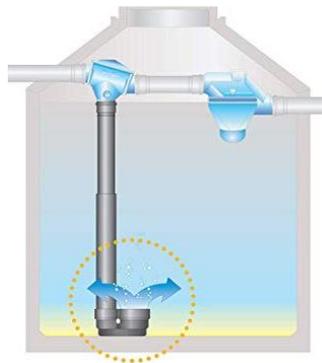
Filtri integrati per serbatoi di acqua piovana (Source: 3P Technik Filtersysteme GmbH)



Ingresso calmierato

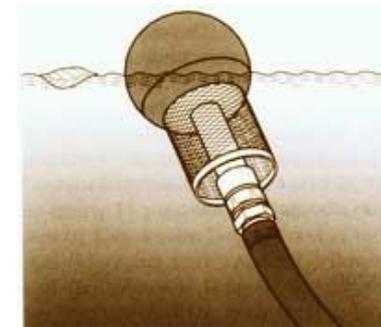


(Source: 3P Technik Filtersysteme GmbH)



Un ingresso calmierato impedisce la creazione di vortici di sedimenti sul fondo del serbatoio dell'acqua piovana

Filtro di aspirazione



Un filtro di aspirazione fine galleggiante assicura che l'acqua piovana sia pompata dal livello più pulito del serbatoio e sia priva di particelle



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Pompe

ESPA



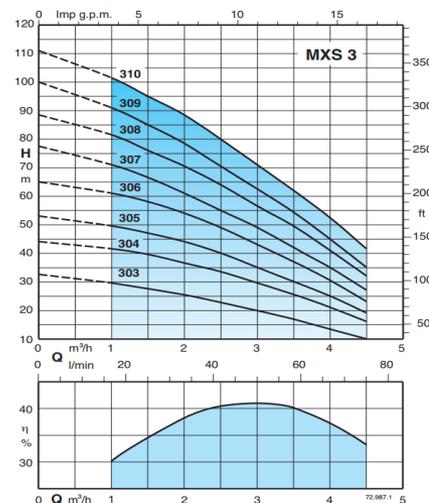
GreenLife



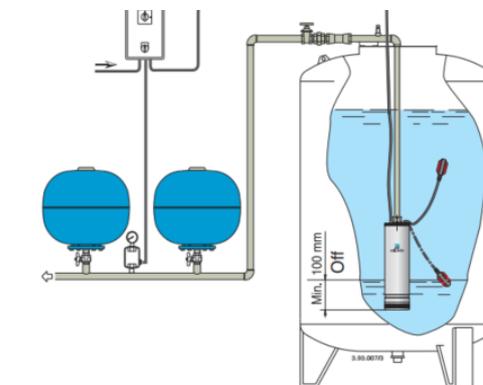
Intewa Rainmaster



Calpeda



Curve caratteristiche



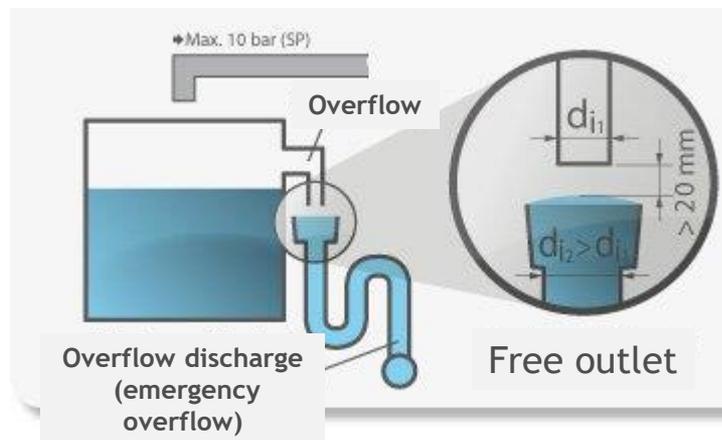
lemand)

Installation example



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Evitare collegamenti incrociati (con rete di acqua potabile)



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Dall'acqua piovana all'acqua potabile (e alla birra)



Clear water tank with Rainmaster Favorit SC, AQUALOOP control system and UV disinfection



AQUALOOP Tap Comfort 1,600 l/d



AQUALOOP single-membrane station with membrane and control system



Gaumengenuss
durch weiches Regenwasser

(Source: INTEWA GmbH; <https://www.intewa.de/produkte/aqualoop/referenzen/projekte/ihre-haus-wasserquellen/>)

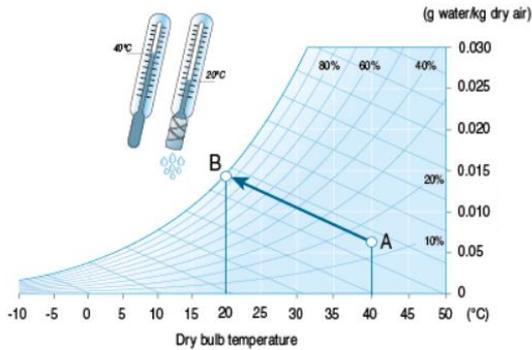


RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

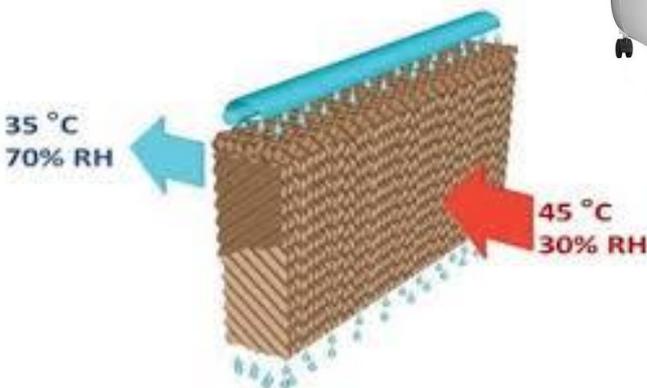
Raffreddamento adiabatico con acqua piovana e con l'uso di elettricità

1 kW_{elec.} ha al massimo 3.2 kW di potenza di raffreddamento

1 kW_{elec.} + 100 litri d'acqua ha una potenza di raffreddamento pari a 70 kW



Adiabatic humidification

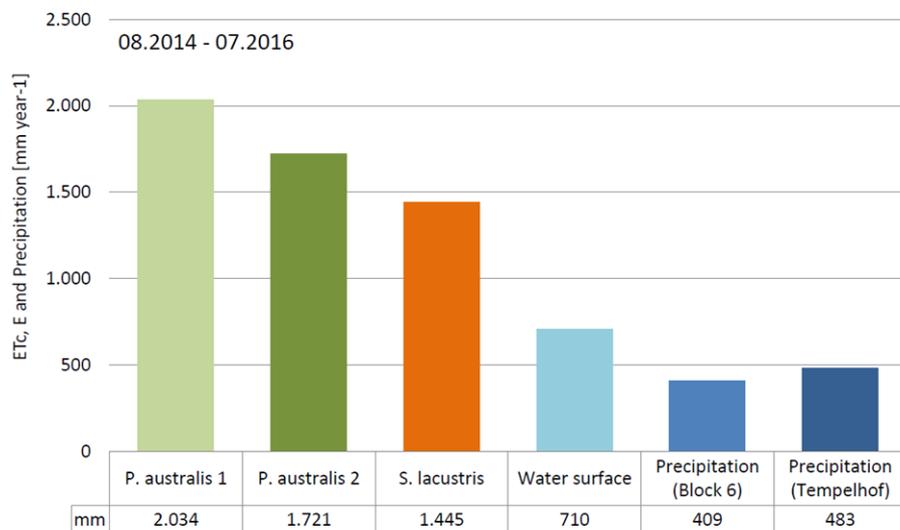


| Kühlen | |
|-------------------|-----------------|
| Hersteller | Innengerät |
| 3.20 < EER | Sehr effizient |
| 3.20 ≥ EER > 3.00 | A |
| 3.00 ≥ EER > 2.80 | B |
| 2.80 ≥ EER > 2.60 | C |
| 2.60 ≥ EER > 2.40 | D |
| 2.40 ≥ EER > 2.20 | E |
| 2.20 ≥ EER | F |
| | G |
| | Wenig effizient |

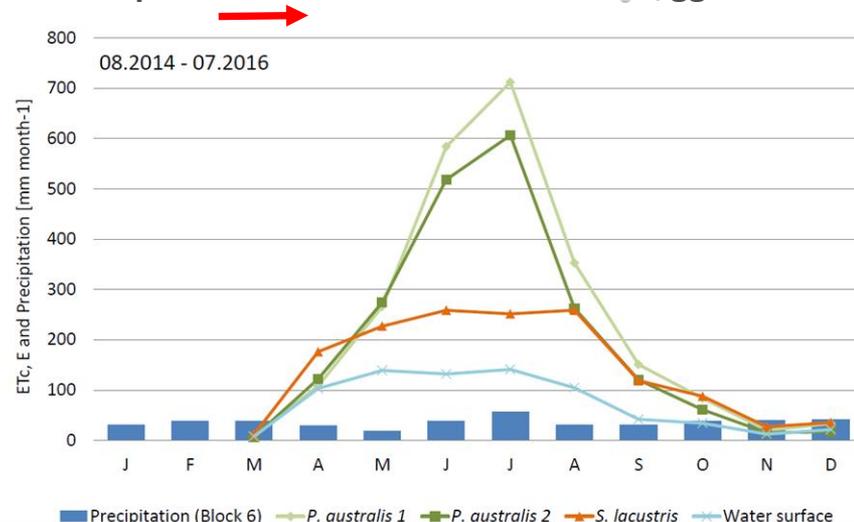


RAFFRESCAMENTO EVAPORATIVO

Evaporazione dell'acqua piovana in aree urbane densamente popolate



Evaporazione in estate è circa 20 mm/gg



I canneti evaporano durante un mese estivo tanto quanto un albero fa tutto l'anno!



Serbatoi d'acqua piovana



Serbatoio in superficie preferibile per irrigare il giardino (Graf)



Serbatoio interrato in cemento (Mall)



Serbatoio interrato in plastica (GreenLife)



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Serbatoi di acqua piovana a piccola scala



Serbatoio interrato (Mall)



RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Serbatoi di acqua piovana a grande scala



Uffici

(Source: fbr)

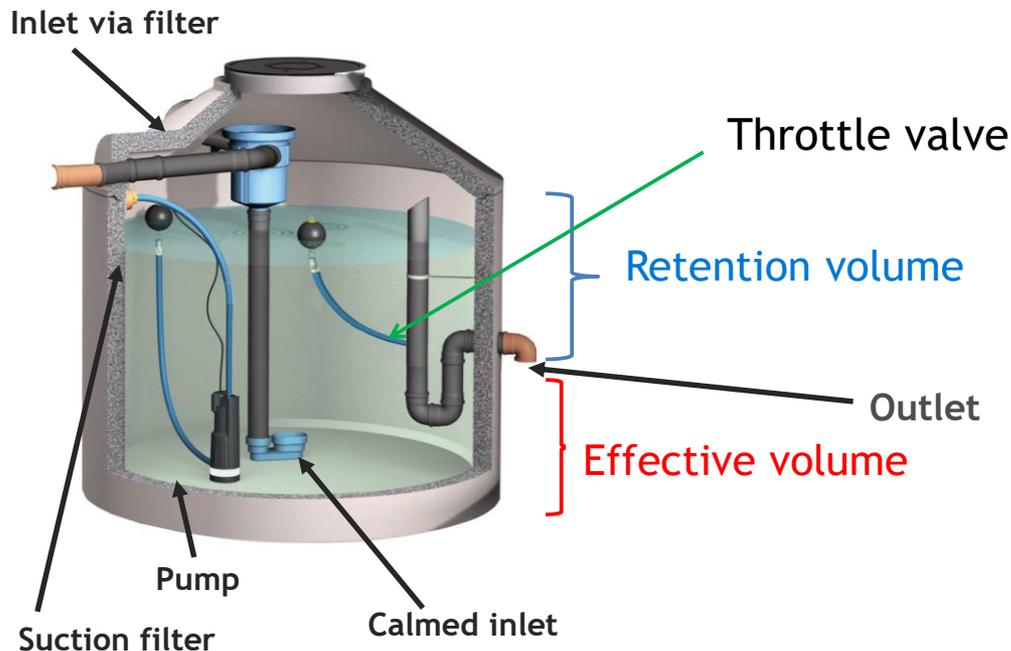


Convenzionale

Aeroporto Charles de Gaulle

Raccolta acqua piovana combinata con la ritenzione

Cisterna con valvola a farfalla

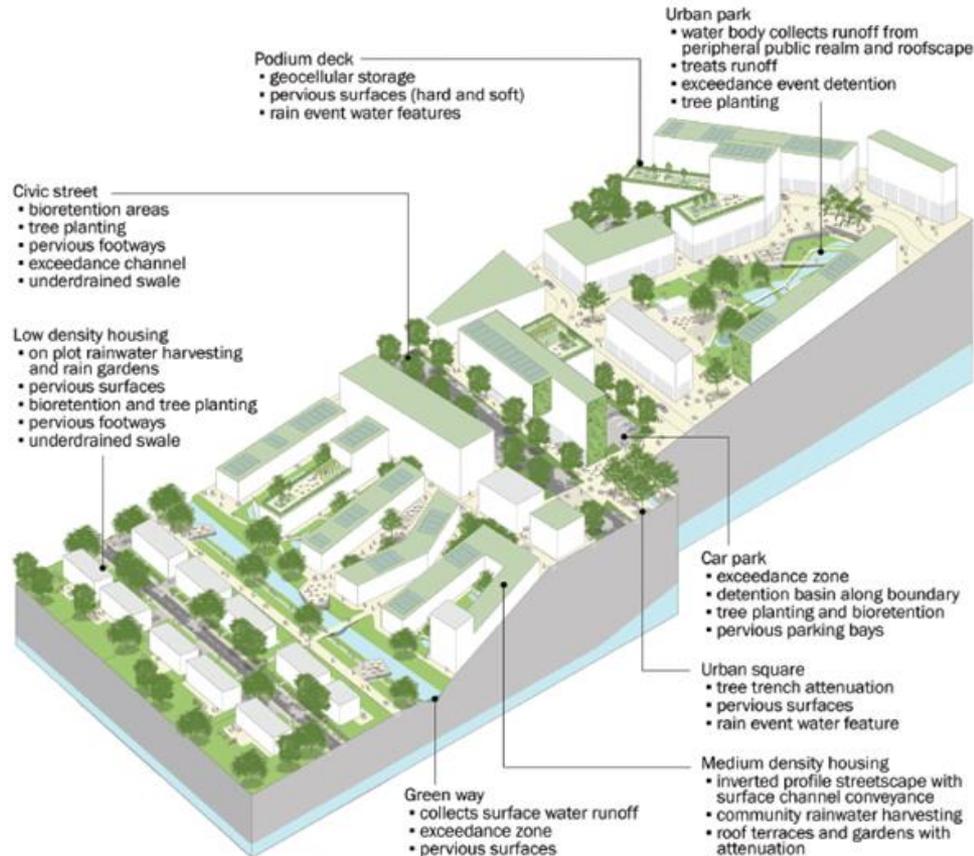


Esiste un conflitto tra l'utilizzo dell'acqua piovana (la cisterna dovrebbe essere sempre piena) e lo scarico idraulico della fogna (la cisterna dovrebbe preferibilmente essere sempre vuota, al fine di raccogliere il nuovo deflusso). Le cisterne di ritenzione sono costruite come una struttura combinata per soddisfare entrambe le esigenze. Hanno un volume di ritenzione specifico, che può essere scaricato nella fogna e un volume effettivo fisso aggiuntivo per il riutilizzo.

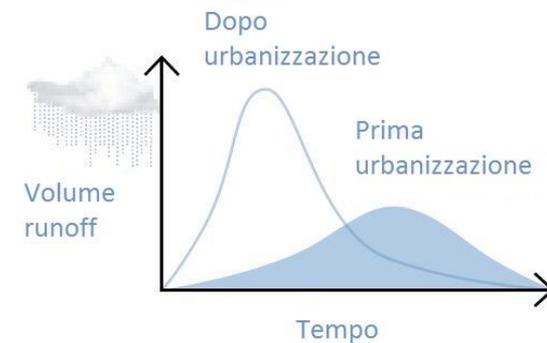


GESTIONE DECENTRALIZZATA DELL'ACQUA PIOVANA

Gestione decentralizzata dell'acqua piovana nelle aree urbane



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



Drenaggio urbano sostenibile (SuDS)

Conosciuta con diverse parole chiave:

- SuDS Sustainable drainage systems
- WSUD Water Sensitive Urban Design
- LID Low impact development
- BMP Best management practices

Urban Water Journal, 2014

<http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>

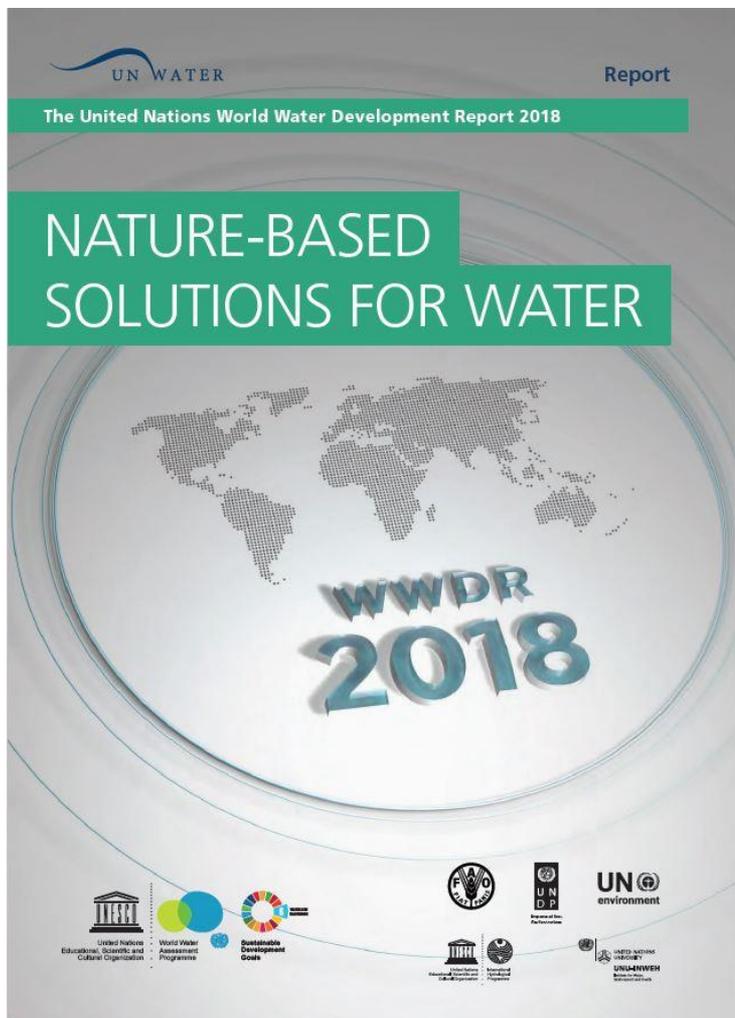


RESEARCH ARTICLE

SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage

Tim D. Fletcher^{a*}, William Shuster^b, William F. Hunt^c, Richard Ashley^d, David Butler^e, Scott Arthur^f, Sam Trowsdale^g, Sylvie Barraud^h, Annette Semadeni-Daviesⁱ, Jean-Luc Bertrand-Krajewski^h, Peter Steen Mikkelsen^j, Gilles Rivard^k, Mathias Uhl^l, Danielle Dagenais^m and Maria Viklanderⁿ





SOLUZIONI NATURALI - NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS)

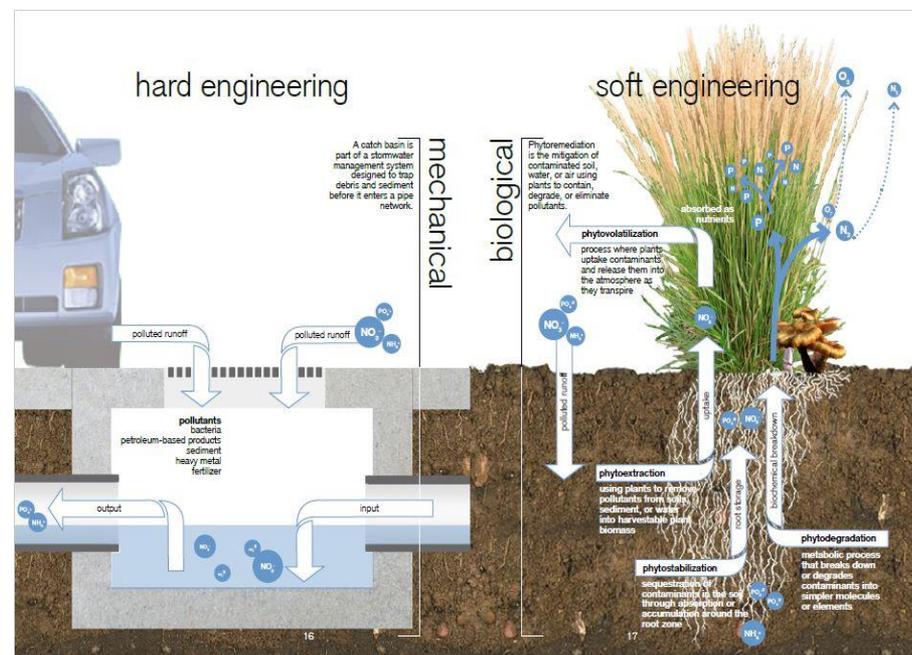
NBS use or mimic natural processes to enhance water availability, improve water quality, and reduce risks associated with water-related disasters and climate change



Drenaggio urbano sostenibile (SuDS)

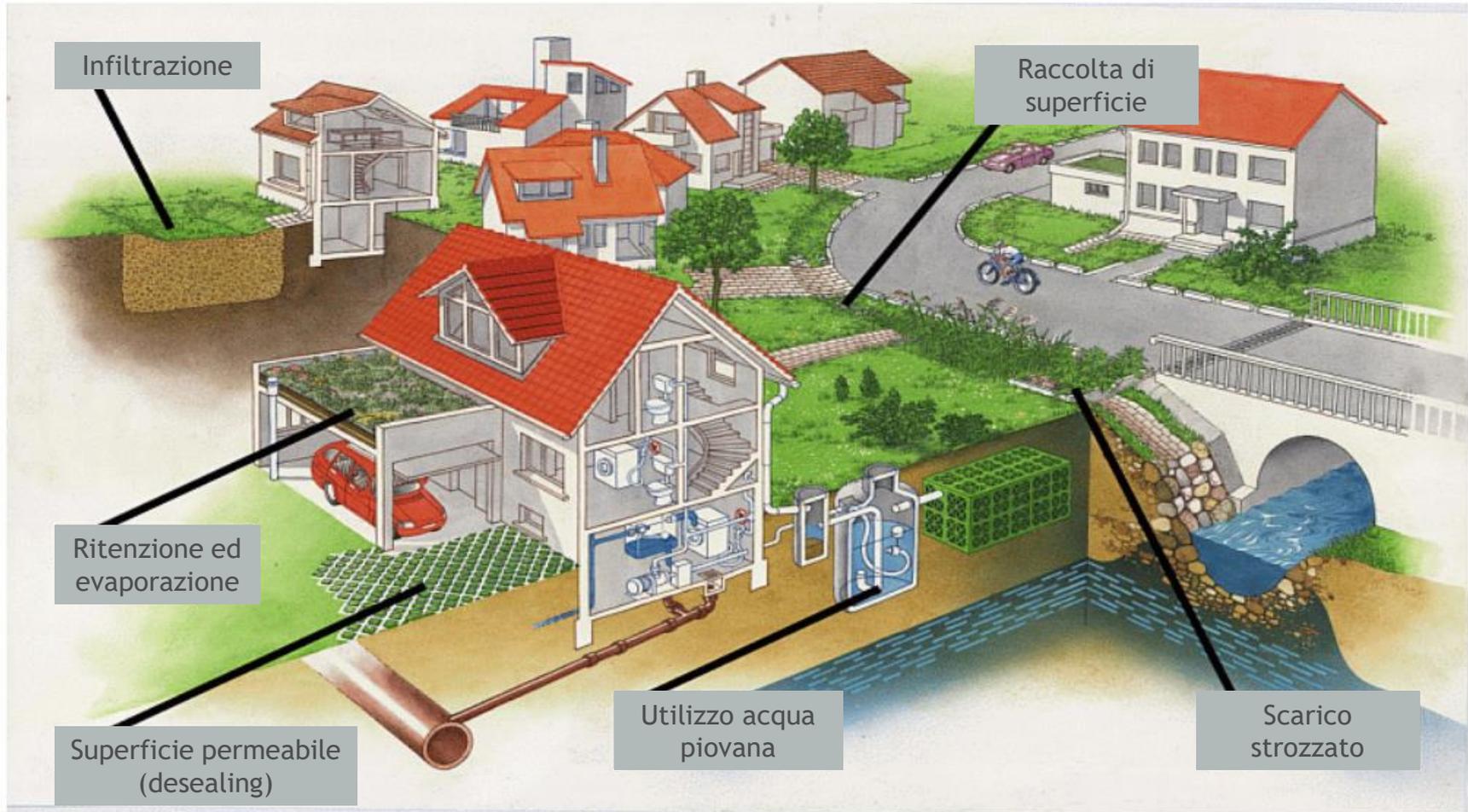
13 esempi di **Servizi Ecosistemici** forniti da soluzioni naturali per il drenaggio urbano delle acque di pioggia rispetto agli approcci tradizionali

1. regolazione atmosferica
2. regolazione climatica
3. regolazione idrica
4. recupero delle acque
5. controllo dell'erosione e trattenimento dei sedimenti
6. formazione di suolo
7. bilanciamento cicli dei nutrienti
8. riduzione carico inquinante sfruttando i processi naturali
9. pollinazione
10. aumento biodiversità
11. produzione di biomasse
12. aumento aree ricreative
13. educazione ambientale



GESTIONE DECENTRALIZZATA DELL'ACQUA PIOVANA

Gestione decentralizzata dell'acqua piovana nelle aree urbane



(Source: fbr)



RITENZIONE DELL'ACQUA PIOVANA

Tetti verdi estensivi



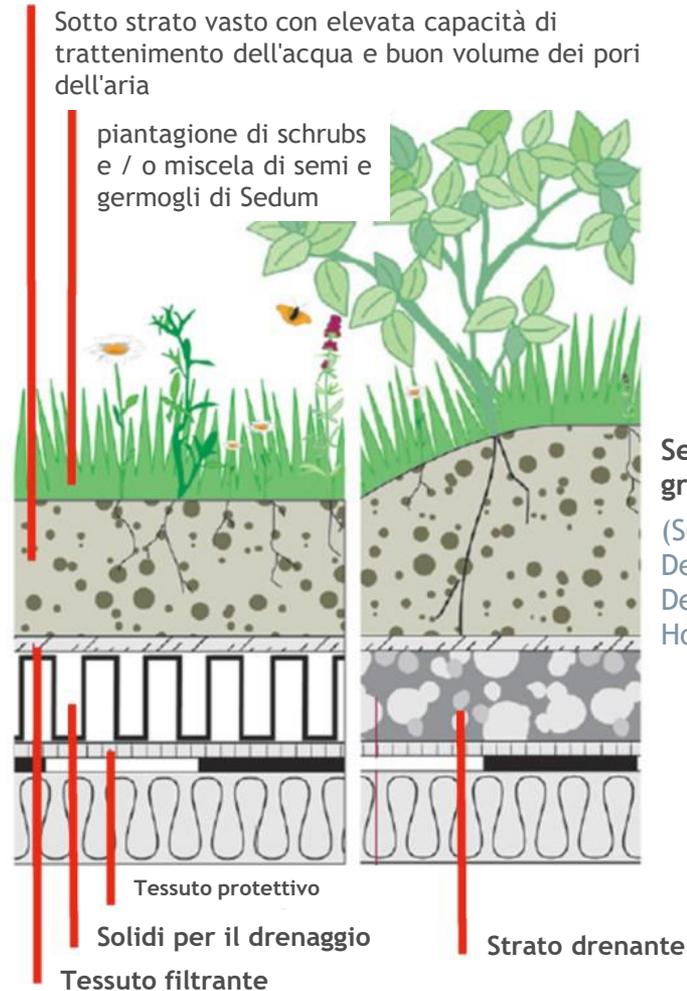
(Source: Nolde & Partner)



Tetti verdi estensivi



Extensive green roof, Alexa, Berlin (Photo: FBB, G. Mann)



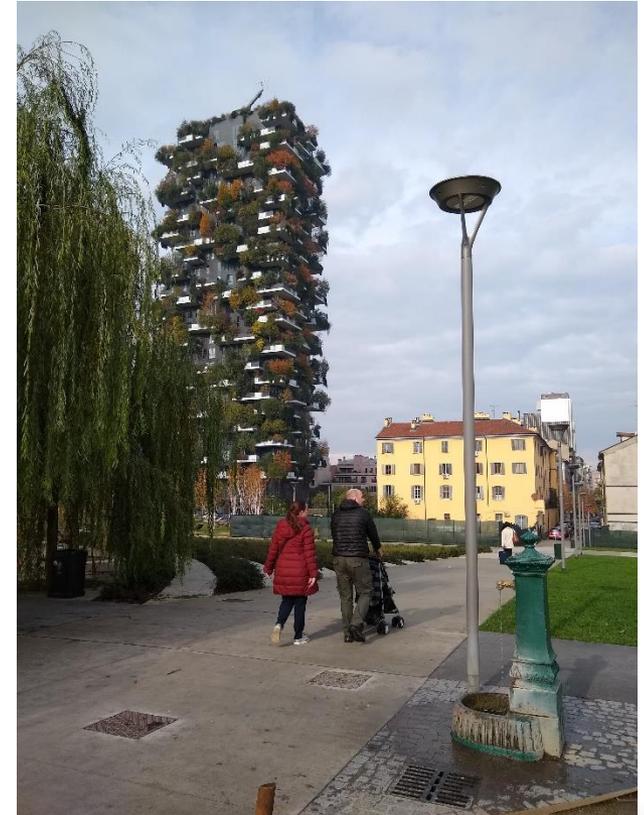
Setup of an extensive green roof

(Source: Berlin Senate Department for Urban Development and Housing)



RITENZIONE DELL'ACQUA PIOVANA

Tetti verdi intensivi



(Source: Optigrün)



RITENZIONE DELL'ACQUA PIOVANA

Inverdimento di facciate e pareti



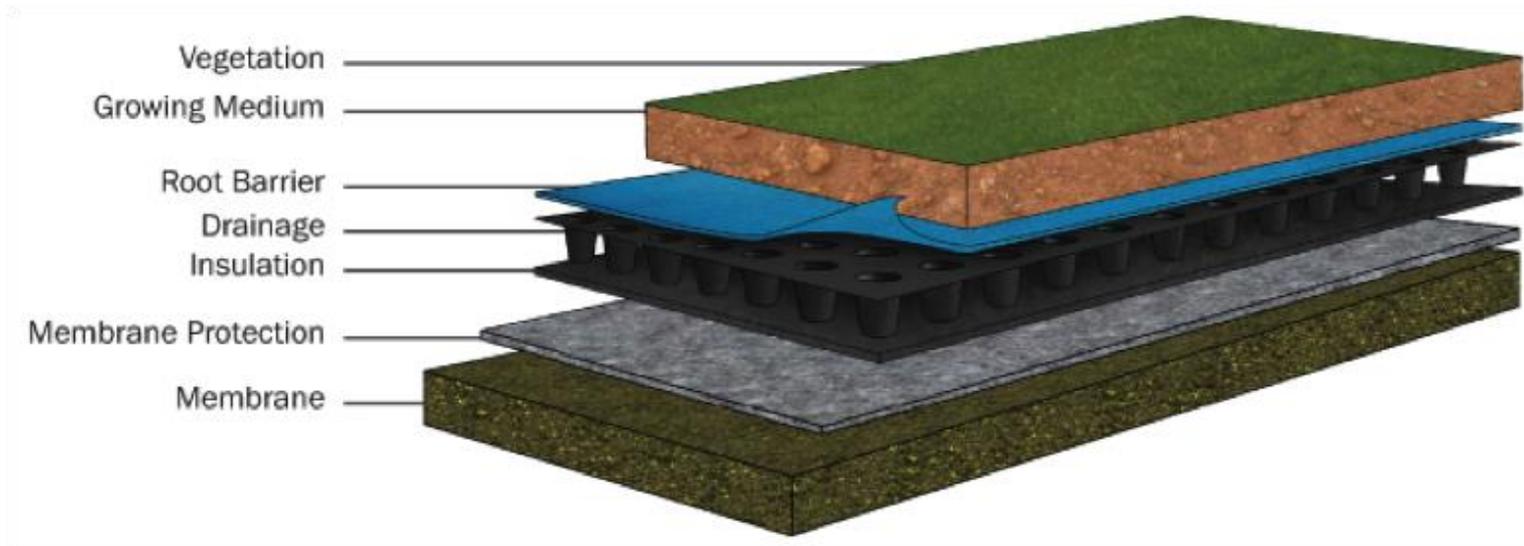
Inverdimento della facciata con la pianta rampicante della Virginia a Berlin-Schöneberg (Photo: D. Kaiser)



Inverdimento della facciata con sistema containers, Institute of Physics in Berlin Adlershof (Photo: M. Schmidt)



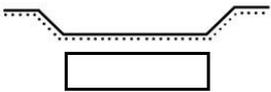
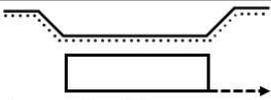
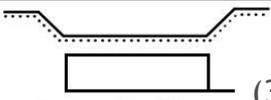
Schema di un tetto verde multistrato



(Source green building alliance
<https://www.go-gba.org/resources/green-building-methods/green-roofs/#lightbox/1/>)



Selezione di tecnologie di infiltrazione secondo le diverse condizioni di suolo ed area

| Permeability | | | | Selection procedure for rainwater management system | |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|---|--|
| Class | Permeability | k_f from | k_f to | Low area availability ⁽¹⁾ | High area availability ⁽²⁾ |
| II | high | $1 \cdot 10^{-5}$ | $5 \cdot 10^{-6}$ |  Swale infiltration |  Swale infiltration 10 : 1 |
| II | medium | $5 \cdot 10^{-6}$ | $2 \cdot 10^{-6}$ |  Swale-trench infiltration without discharge |  Swale infiltration 6 : 1 |
| III | moderate | $2 \cdot 10^{-6}$ | $7 \cdot 10^{-7}$ |  Swale-trench infiltration with partly throttled discharge |  Swale infiltration 4 : 1 |
| IV | low | $7 \cdot 10^{-7}$ | $2 \cdot 10^{-7}$ |  Swale-trench infiltration. ⁽³⁾ throttled discharge |  Swale infiltration 2 : 1 |

(1) Rapporto tra area impermeabilizzata connessa e area di infiltrazione è 10:1

(2) Rapporto tra area impermeabilizzata connessa e area di infiltrazione come indicato

(3) K_f valore senza limitazioni verso il basso

(Source: Adapted from Londong & Nothnagel, 1999)



Permeabilità del suolo

- La permeabilità del suolo è il principale fattore che determina se l'infiltrazione di acqua piovana può avvenire in uno specifico sito e influenza anche la scelta della tecnologia da usare
- La permeabilità del terreno viene misurata con il coefficiente di permeabilità k_f
- Il range di k_f per cui avviene infiltrazione d'acqua veria tra 1×10^{-3} (86 m/d) e soli 1×10^{-6} m/s (86 mm/d)

Ad esempio, con valori di k_f maggiori di 10^{-3} l'acqua piovana si infiltra senza che siano sufficientemente trattate da processi fisici / chimici e biologici nello strato del suolo superficiale. Con valori di k_f minori di 10^{-6} , l'acqua piovana si accumula nel terreno e scorre molto lentamente.



Pavimentazioni permeabili



(Source: Sieker)



Pavimentazioni permeabili



(Source: USGS Wisconsin Water Science Center)



Trincee di infiltrazione



Vista sul fondo di una fossa settica (Photo: Sieker)



Installazione di una trincea di infiltrazione con materiale di riempimento (Photo: Sieker)

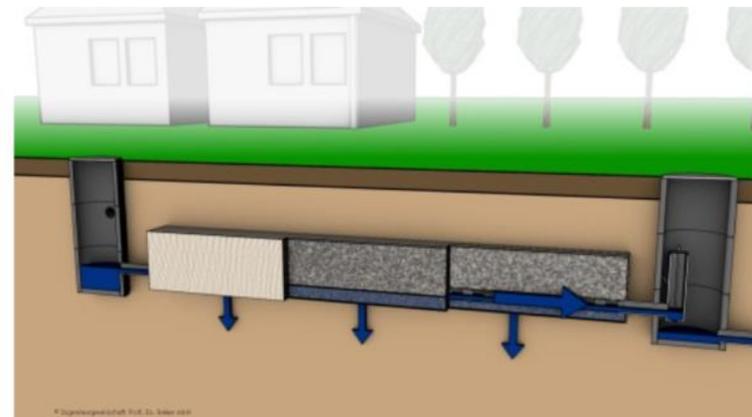


Diagramma schematico di una trincea di infiltrazione con una camera di sedimentazione (Source: Sieker)



Trincee di infiltrazione



(Source: <https://sustainablestormwater.org/2007/05/23/infiltration-trenches/>)



(Source: Minnesota Stormwater Manual)

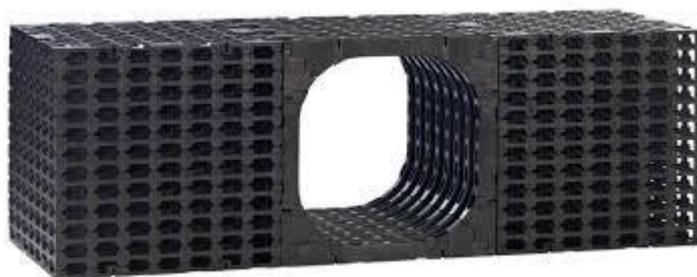


INFILTRAZIONE

Materiale di riempimento per l'infiltrazione in trincea



(Source: ENREGIS)



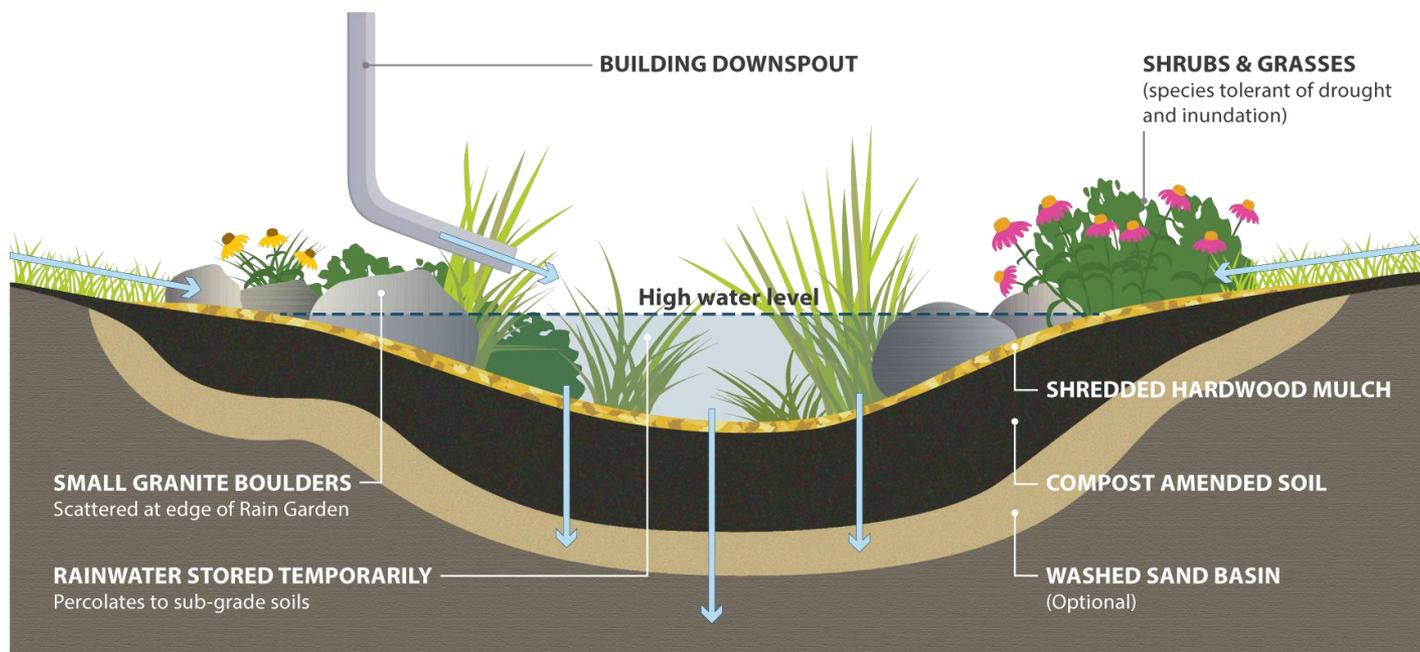
Rain Garden



(Source: <https://www.surfrider.org/coastal-blog/entry/cape-fear-chapter-installs-york-residential-rain-garden-in-north-carolina>)



Sezione trasversale di un Raingarden



(Source: Toronto and Region Conservation Authority; <https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/>)



Rain Garden



Derbyshire Street, London (courtesy Greysmith Associates)



Ribblesdale Road, Nottingham (courtesy Leicester City Council)



Portland, Oregon (courtesy Illman Young)



Portland, Oregon (courtesy Heriot-Watt University)



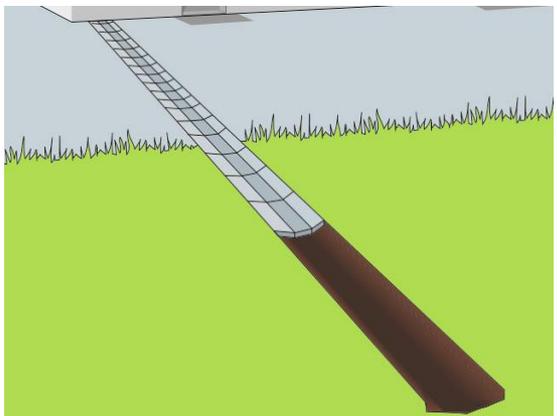
Portland, Oregon (courtesy Illman Young)

*Fonte: Woods Ballard et al. 2015.
"The SuDS Manual"*



Infiltrazione

Canali vegetati e infiltrazione superficiale



Sistemi combinati



Swale-trench-deep bed system in Birkenstein, Brandenburg
(Photo: Sieker)

Combinazione di irrigazione, evaporazione ed infiltrazione



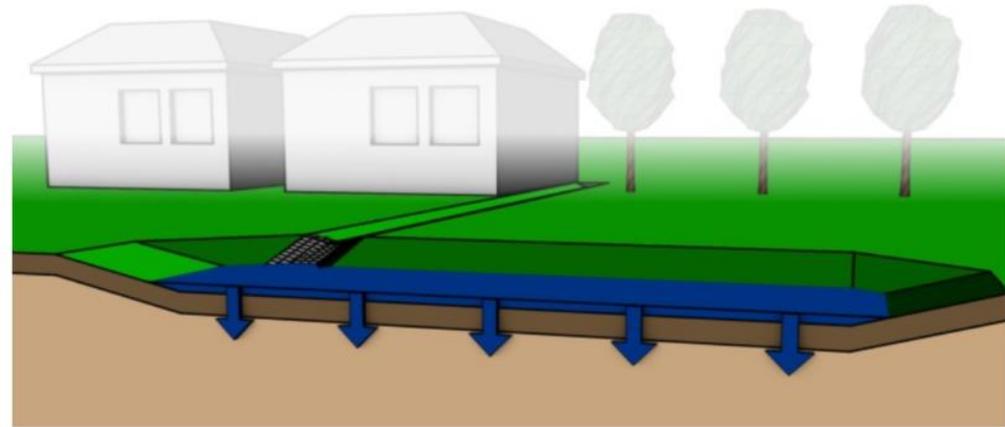
Schematic diagram of a tree-trench system
(Source: Sieker)



Canali vegetati



Vegetated swale at Rummelsburger Bucht, Berlin
(Photo: Sieker)



Schematic diagram of an infiltration swale: with inflow, aboveground retention space and infiltration (Source: Sieker)



Canali vegetati



(Source: Sieker)



INFILTRAZIONE



Bacini di detenzione urbani: Water Plaza Rotterdam

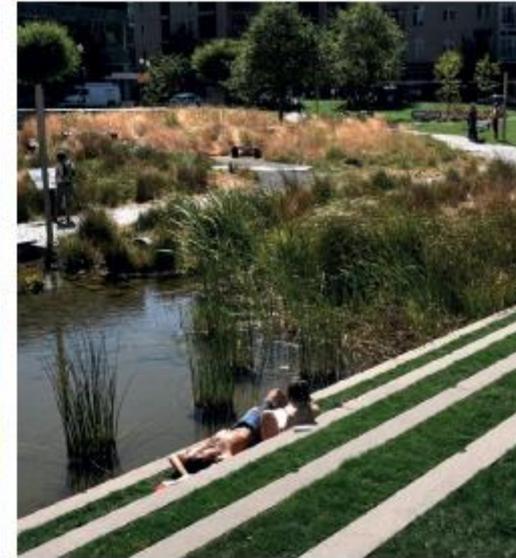


(Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual")



Bacini di detenzione urbani: Tanner Spring Park Portland

1 Sistemi di raccolta e riciclo delle acque meteoriche
Atelier Dreiseitl, Tanner Springs Park, Portland (USA)



»»» **GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE**
MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'

PERCHÉ
COSA
COME

GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE

MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'

Rain garden **MANUTENZIONE FOSSE DRENANTI**

PERCHÉ
COSA
COME

Tetti verdi **PAVIMENTAZIONI DRENANTI**

INFRASTRUTTURE STAGNI

VASCHE LAMINAZIONE

spazi aperti urbani **FITODEPURAZIONE CAVE**

NORMATIVA





Regione Lombardia LA GIUNTA

DELIBERAZIONE N° X / 6829

Seduta del 30/06/2017

Presidente **ROBERTO MARONI**

Assessori regionali FABRIZIO SALA *Vice Presidente*
VALENTINA APREA
VIVIANA BECCALOSSI
SIMONA BORDONALI
FRANCESCA BRIANZA
CRISTINA CAPPELLINI
LUCA DEL GOBBO

GIOVANNI FAVA
GIULIO GALLERA
MASSIMO GARAVAGLIA
MAURO PAROLINI
ANTONIO ROSSI
ALESSANDRO SORTE
CLAUDIA TERZI

Con l'assistenza del Segretario Fabrizio De Vecchi

Su proposta dell'Assessore Viviana Beccalossi

Oggetto

APPROVAZIONE DEL REGOLAMENTO RECANTE CRITERI E METODI PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA AI SENSI DELL'ART. 58 BIS DELLA LEGGE REGIONALE 11 MARZO 2005, N. 12 (LEGGE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO) (RICHIESTA DI PARERE ALLA COMMISSIONE CONSILIARE)



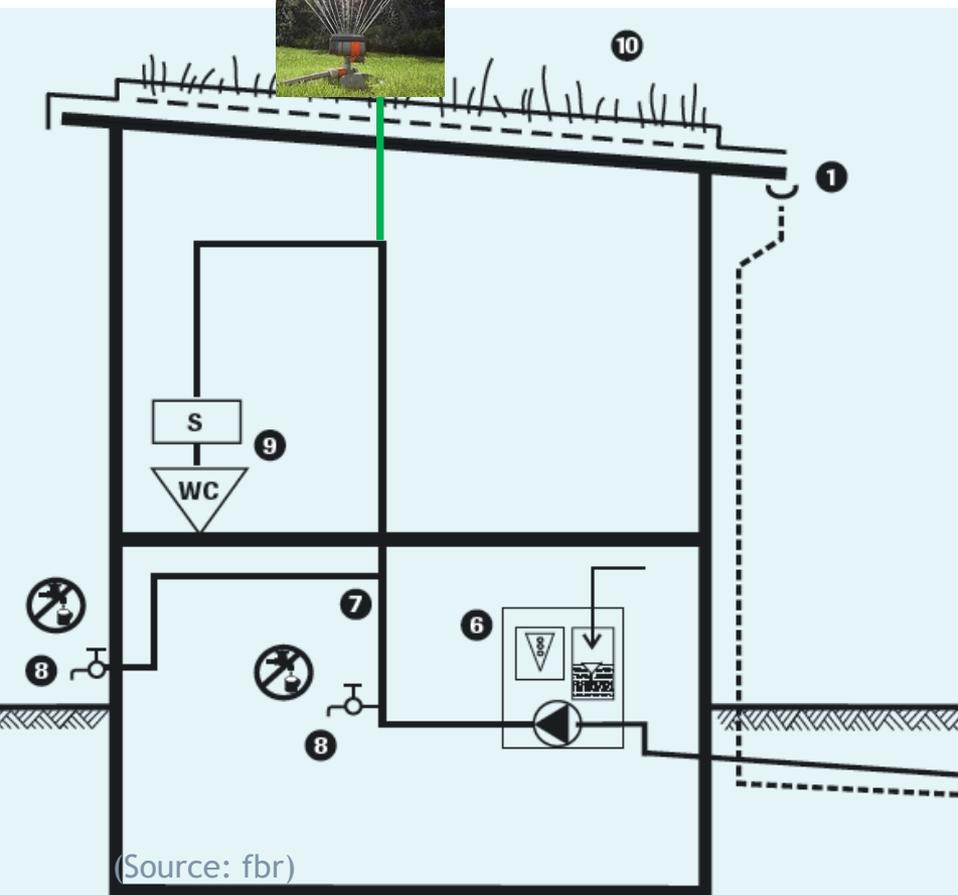
Drenaggio urbano sostenibile (SuDS)



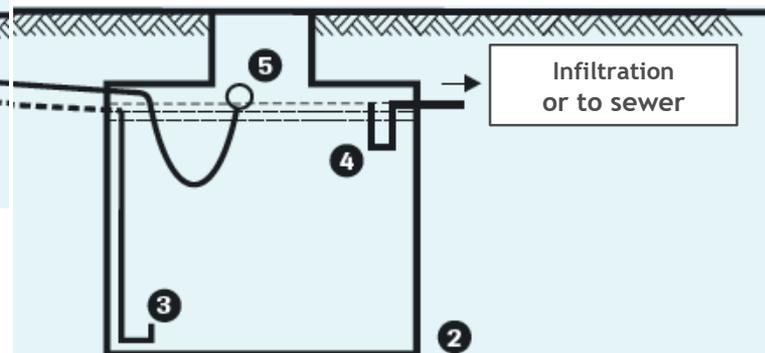
ADATTAMENTO AI
CAMBIAMENTI CLIMATICI



RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA TRAMITE TETTI VERDI



- 1 Grondaia del tetto
- 2 Serbatoio dell'acqua piovana (ad es. Da cemento o plastica)
- 3 Ingresso calmierato
- 4 Trabocco con blocca odori
- 5 Filtro di aspirazione (estrazione flottante)
- 6 Sistema di approvvigionamento di acqua piovana incluso di pompa, pannello di controllo e sistema di backup dell'acqua potabile
- 7 Tubi dell'acqua di servizio
- 8 Rubinetto
- 9 WC
- 10 Tetto verde

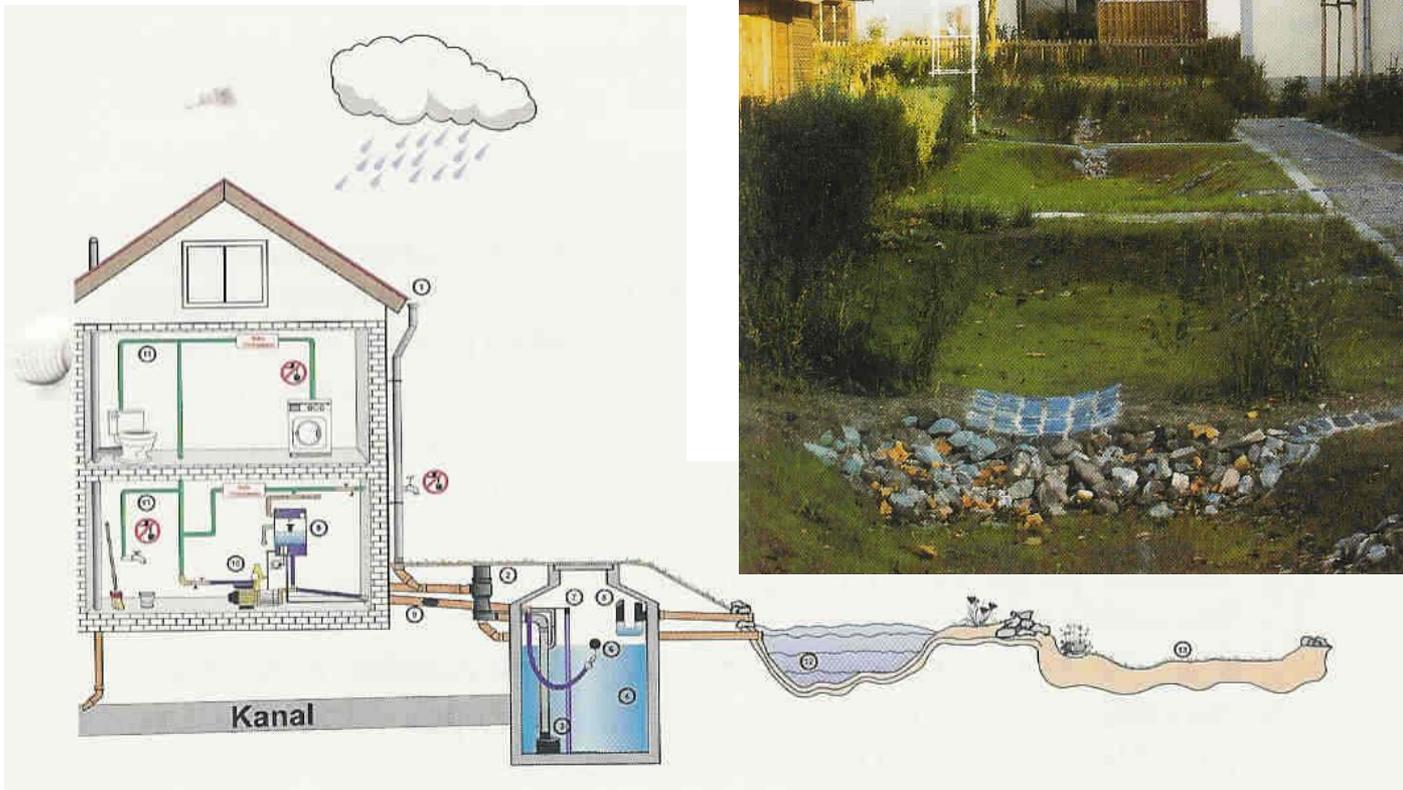


TAKING COOPERATION FORWARD

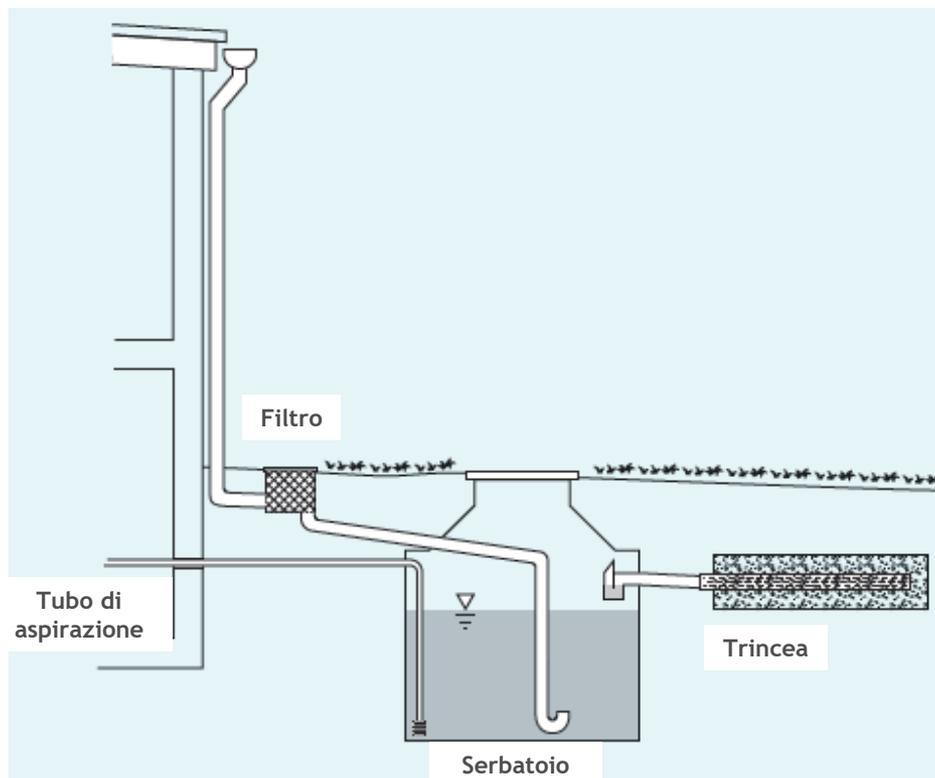


RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Raccolta dell'acqua piovana in combinazione con l'infiltrazione dell'acqua di deflusso



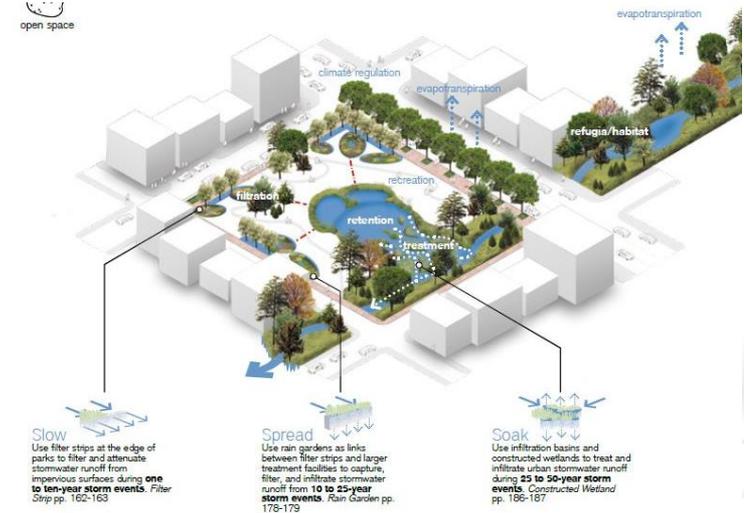
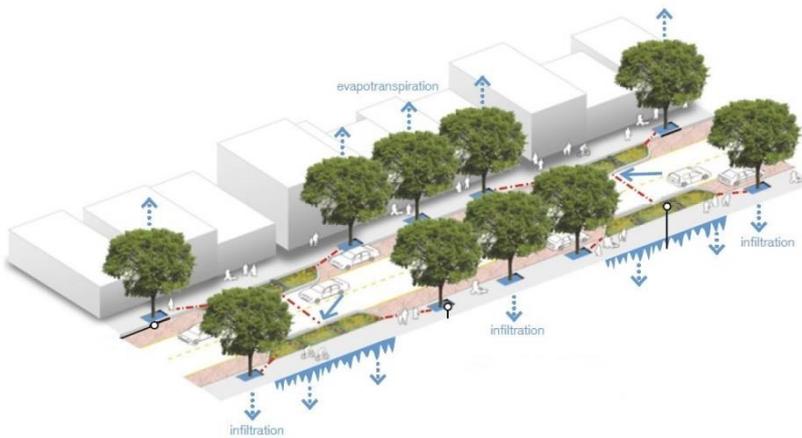
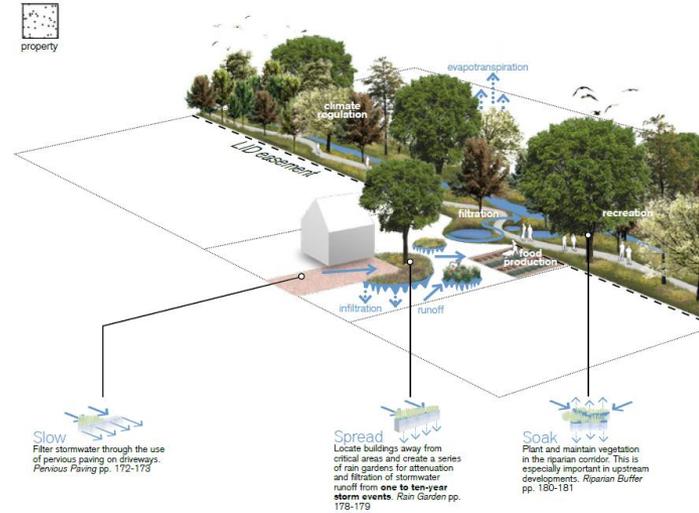
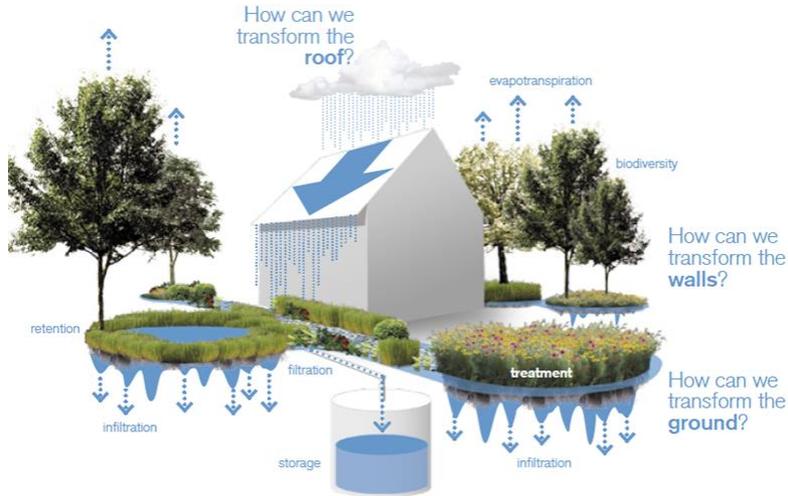
Raccolta dell'acqua piovana combinata con una trincea di infiltrazione



(Source: fbr)



RITENZIONE DELL'ACQUA PIOVANA



Fonte: Huber, J., 2010. *Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas*



GESTIONE DELL'ACQUA PIOVANA

Block 6 - Berlino: isolato 100% non connesso alla fognatura
Aree umide, tetti verdi → evaporazione, infiltrazione e
biodiversità



Fitodepurazione nel centro di Berlino



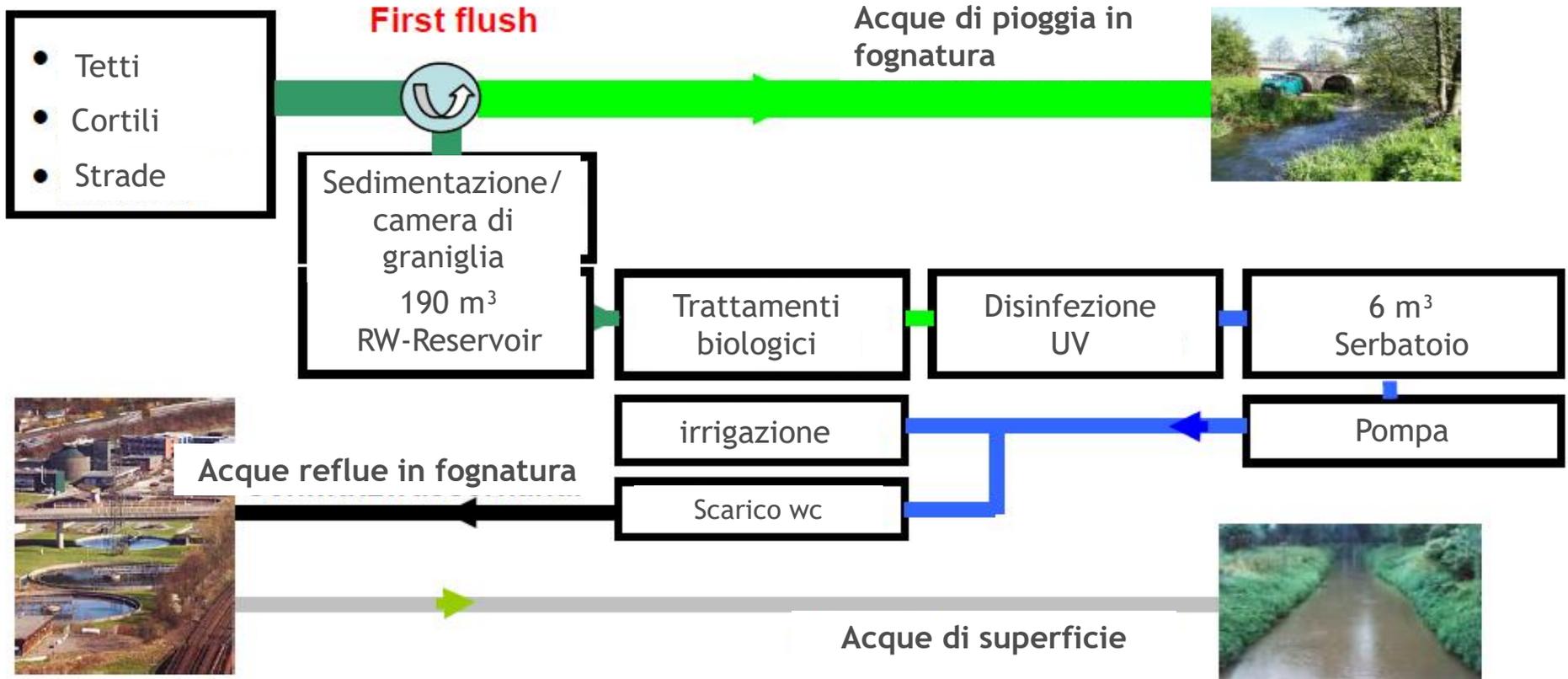
CASO STUDIO 5: RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA (COMPRESI I DEFLUSSI STRADALI)

Raccolta d'acqua piovana a Berlino-Lankwitz



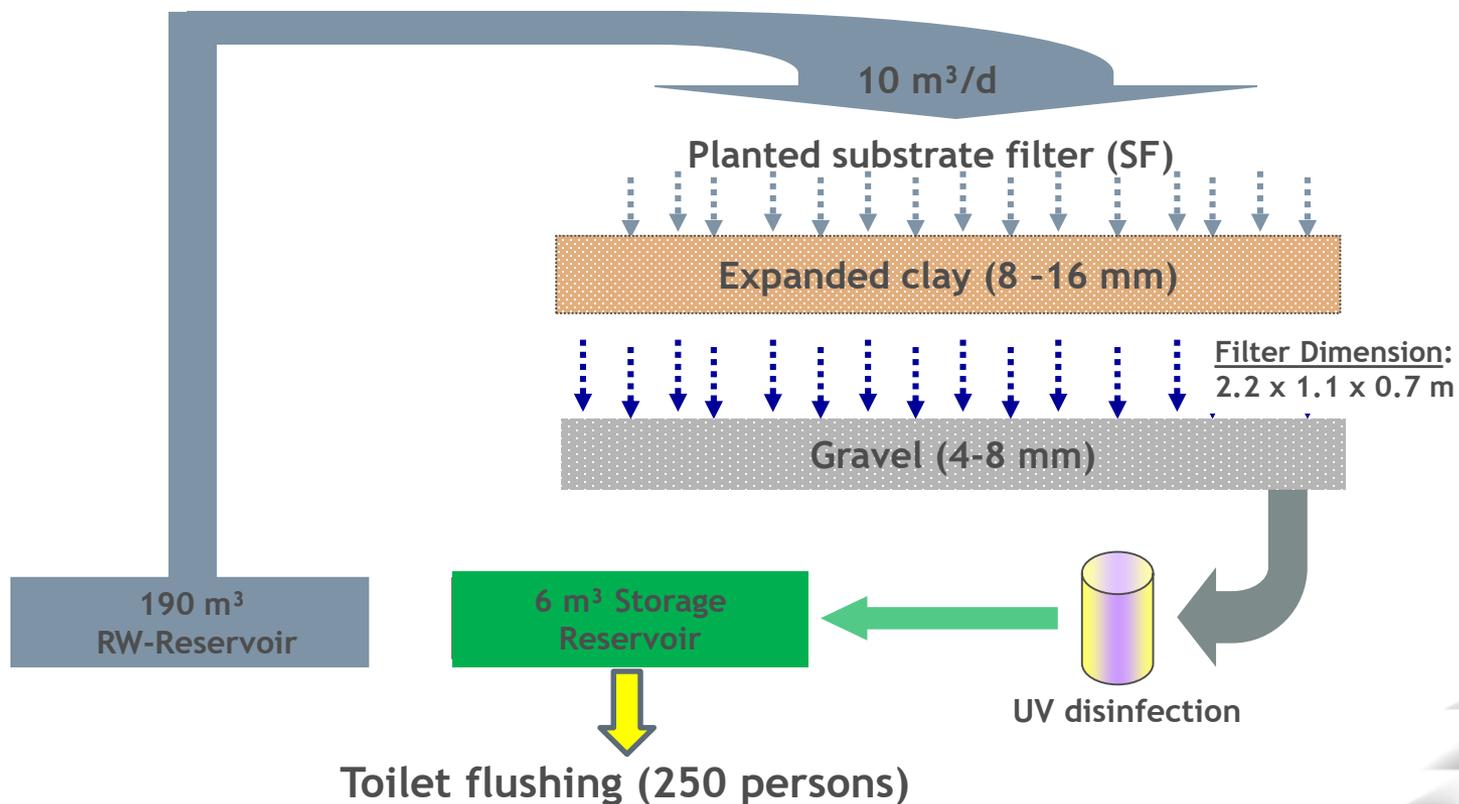
CASO STUDIO 5: RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA (COMPRESI I DEFLUSSI STRADALI)

Diagramma di flusso con schema di progettazione del trattamento dell'acqua piovana



CASO STUDIO 5: RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA (COMPRESI I DEFLUSSI STRADALI)

System design



CASO STUDIO 5: RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA (COMPRESI I DEFLUSSI STRADALI)



Canalizzazione delle acque piovane
con deviazione



Filtro di suolo piantato all'interno
dell'edificio



CASO STUDIO 5: RACCOLTA D'ACQUA PIOVANA (COMPRESI I DEFLUSSI STRADALI)

Qualità dell'acqua piovana raccolta confrontata con la qualità dell'acqua potabile di Berlino

Berlin acqua potabile
(concentrazioni medie)

| Parameter | Ablauf Sandfilter | | |
|-------------------------|-------------------|-------|--------|
| | Max | Min | Mittel |
| LF [$\mu\text{S/cm}$] | 199,00 | 60,00 | 103,38 |
| Trans [%] | 97,10 | 24,00 | 83,79 |
| TOC | 5,30 | 1,26 | 2,49 |
| BSB ₇ | 3,00 | 0,59 | 0,86 |
| CSB | 15,80 | 4,56 | 6,82 |
| N _{ges} | 3,82 | 0,69 | 2,06 |
| P _{ges} | 0,174 | 0,014 | 0,089 |
| Cl | 17,22 | 0,81 | 4,05 |
| NO ₂ -N | 0,131 | 0,006 | 0,063 |
| NO ₃ -N | 3,512 | 0,364 | 1,726 |
| PO ₄ | 1,65 | 0,09 | 0,28 |
| SO ₄ | 19,51 | 2,72 | 7,09 |
| Na | 7,69 | 1,13 | 5,12 |
| Mg | 2,07 | 0,05 | 1,47 |
| Ca | 19,76 | 6,68 | 15,74 |
| HH ₄ -N | 6,61 | 0,47 | 3,54 |

← Cond.: 813 $\mu\text{S/cm}$

← TOC: 4.5 mg/l

← SO₄: 180 mg/l

← Mg: 13 mg/l

← Ca: 110 mg/l

- **Potenziale risparmio di acqua potabile:**
70% dell'acqua di scarico del WC (80 appartamenti)
= 2,500 m³/a
- Standard igienici rispettati
- Solo la parte non inquinata dell'acqua di pioggia finisce nei corpi idrici superficiali



Raccolta acqua piovana incluso scorrimento superficiale sulle strade, a Berlino

| | |
|---------------------------|--|
| Caratteristiche | Il primo progetto nel suo genere a Berlino, compreso raccolta acque di scorrimento superficiale dalle strade |
| Inizio del progetto | 2000 |
| Area di raccolta | Tetti, cortili e strade |
| Bacino | 12,000 m ² di superficie impermeabile |
| Serbatoi di acqua piovana | 190 m ³ ; acqua piovana separata dalla fognatura, compreso acqua di prima pioggia |
| Pre-trattamento | Sedimentazione e decantazione (sabbia) |
| Trattamento biologico | Piltro da suolo vegetato e disinfezione UV |
| Capacità di trattamento | 10 m ³ /giorno |
| Opzioni di riuso | Scarico WC (200 persone) e irrigazione |



Quale tecnologia di gestione dell'acqua piovana è più adatta al mio progetto?

- Di solito non c'è una sola soluzione, ma una combinazione di diverse misure viene usata per ottenere i migliori risultati nelle condizioni indicate
- è utile uno studio economico che, oltre agli obiettivi monetari, considera anche gli obiettivi non monetari per una misura specifica. La valutazione dell'efficienza economica non dovrebbe basarsi esclusivamente sull'entità dell'investimento, ma dovrebbe considerare anche i costi operativi e i risparmi futuri.





Anacleto Rizzo

R&D Design: Constructed Wetlands,
Sustainable water management,
Sustainable drainage systems
(SuDS), River restoration

IRIDRA SRL

Soluzioni naturali (NBS Nature-Based Solutions) e Gestione sostenibile delle acque

rizzo@iridra.com

